



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0011836  
(43) 공개일자 2020년02월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 21/64 (2006.01) G01N 21/55 (2014.01)  
G02B 21/36 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 21/645 (2013.01)  
G01N 21/55 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0086802  
(22) 출원일자 2018년07월25일  
심사청구일자 2018년07월25일

(71) 출원인  
한국기초과학지원연구원  
대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)  
한밭대학교 산학협력단  
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)  
(72) 발명자  
김홍승  
세종특별자치시 달빛로 80 가재마을12단지 1218동 2302호  
김이중  
대전광역시 중구 서문로 96, 211동 904호(센트럴파크 2단지)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
신일균

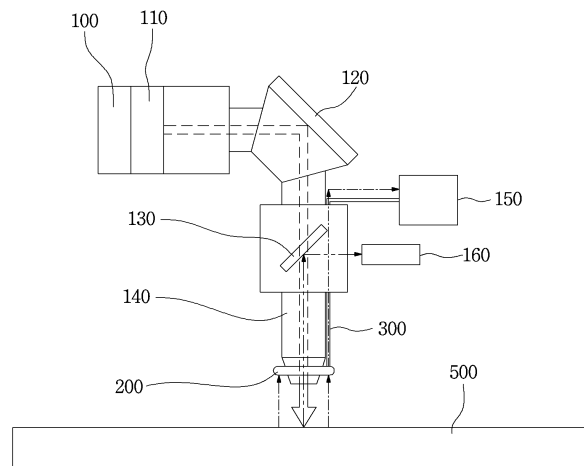
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 일체형 광학 장치

(57) 요약

본 발명은 일체형 광학 장치에 관한 것으로, 일체형 광학 장치는 기정의된 파장 및 출력 범위를 가지는 제1 및 제2 입사광을 순차적으로 출력하는 광원부; 상기 제1 및 제2 입사광이 측정 대상물로 입사되는 입사 경로를 형성하는 입사부; 상기 제1 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 반사되는 제1 측정광을 수광하여 형상 측정 장치로 출력하는 제1 수광부; 및 상기 제2 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 출력되는 제2 측정광을 수광하여 성분 분석 장치로 출력하는 제2 수광부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G02B 21/36** (2013.01)

(72) 발명자

**김건희**

세종특별자치시 나리1로 15, 303동 702호 (한솔동, 첫마을3단지)

**김승현**

대전광역시 유성구 가정로 43 삼성한울아파트 106동 405호

**명태식**

세종특별자치시 장군면 전원마을 1길 72

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 PN2018007

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 연구회 창의형융합연구사업(CAP)

연구과제명 자유형상 광부품 초정밀 가공공정 및 검사장비 개발

기 여 율 1/2

주관기관 국가과학기술연구회

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 P0002101

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 시스템산업거점기관지원사업

연구과제명 광학융합 부품소재 산업화 기반구축사업

기 여 율 1/2

주관기관 한밭대학교

연구기간 2018.04.01 ~ 2022.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기정되된 파장 및 출력 범위를 가지는 제1 및 제2 입사광을 순차적으로 출력하는 광원부;

상기 제1 및 제2 입사광이 측정 대상물로 입사되는 입사 경로를 형성하는 입사부;

상기 제1 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 반사되는 제1 측정광을 수광하여 형상 측정 장치로 출력하는 제1 수광부; 및

상기 제2 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 출력되는 제2 측정광을 수광하여 성분 분석 장치로 출력하는 제2 수광부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광원부는,

상기 제1 및 제2 입사광 중 어느 하나의 광을 출력하며, 상기 제1 입사광을 제2 입사광으로, 또는 상기 제2 입사광을 제1 입사광으로 변조하는 광 변조장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 측정광이 상기 형상 측정 장치로 입사되는 제1 수광 경로는, 상기 입사 경로와 적어도 일부가 중첩되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 측정광이 상기 성분 분석 장치로 입사되는 제2 수광 경로는, 상기 제1 수광 경로와 독립적으로 형성되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 일체형 광학 장치는,

상기 입사부에 포함되는 적어도 일부의 광학 부재가 내부에 구성되어, 상기 입사 경로의 적어도 일부가 내부에 형성되는 하우징을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제2 수광부는,

상기 하우징과 독립적으로 구성되며, 상기 제2 측정광을 상기 성분 분석 장치로 출력하는 광 파이버; 및

상기 하우징의 단부측에 형성되어 상기 측정 대상물로부터 출력되는 제2 측정광을 수광하여 상기 광 파이버로 안내하는 광 가이드 장치;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

#### 청구항 7

제1파워를 가지는 제1레이저광을 출력하는 레이저 광원;

상기 레이저 광원에서 출력된 상기 제1파워를 가지는 상기 제1레이저광을 변조하여 제2파워를 갖는 제2레이저광

을 출력하는 레이저광 변조부;

상기 제1 및 제2레이저광을 투과하거나 시료에서 반사된 광을 반사하는 빔스프리터;

상기 빔스프리터에서 투과된 상기 제1 및 제2레이저광을 상기 시료에 조사하는 대물렌즈;

상기 시료의 형상 측정을 위하여 상기 제1레이저광이 상기 시료에서 반사된 광을 상기 대물렌즈를 통과하고 상기 빔스프리터에서 반사되는 제1경로로 전달받아 촬상하여 상기 시료의 영상을 획득하는 카메라;

상기 제2레이저광으로 상기 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광을 집광하는 링광가이드;

상기 링광가이드에 광결합되고 상기 링광가이드에 집광된 광을 검출하는 광파이버; 및

상기 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광을 상기 링광가이드 및 상기 광파이버로 전달되는 제2경로로 입력받아 분광 스펙트럼을 측정하는 스펙트로미터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1경로 및 상기 제2경로는 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

## 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 링광가이드의 재질은 글래스이고,

상기 링광가이드는 도넛형상이고,

상기 링광가이드는 내부가 비어있는 코어 공기층; 및 상기 코어 공기층을 감싸는 환상의 글래스층;으로 이루어진 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광파이버와 결합되는 상기 링광가이드 영역의 글래스층에 광파이버 결합공이 형성되어 있고,

상기 광파이버 결합공은 상기 글래스층 외부에서 상기 코어 공기층까지 연통되는 구조로 이루어지고, 상기 광파이버가 상기 광파이버 결합공에 삽입되어 광결합되어 상기 광파이버의 단부가 상기 코어 공기층에 노출되는 것을 특징으로 하는 일체형 광학 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 일체형 광학 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 시료의 형상 측정 및 시료에 포함된 원소의 정성적 및 정량적 분석을 수행할 수 있는 장치를 일체로 컴팩트하게 제작하여 저가의 시스템 구성이 가능한 일체형 광학 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로 레이저 조사 시 발생하는 플라즈마는 물질에 따라 특정한 파장의 광을 방출하므로, 이 광을 수집하여 물질의 구성 성분을 정성적 또는 정량적으로 분석할 수 있다.

[0003] 이러한 방법으로 레이저를 조사하여 시료의 정성적 또는 정량적 분석을 수행하는 장치가 상용화되고 있다.

[0004] 한편, 레이저를 조사하여 시료에서 반사된 광을 카메라로 촬상하여 시료의 형상을 측정하는 장치도 개발되어 사용되고 있다.

[0005] 한국 등록특허공보 제10-1423988호(특허문헌 1)에는 측정 대상 원소를 포함하는 시료에 레이저 빔을 조사하여

플라즈마를 발생시키고, 상기 플라즈마로부터 발생하는 분광 스펙트럼을 얻는 단계; 상기 분광 스펙트럼에서 측정 대상 피크를 뺀 나머지 영역의 맞춤 곡선을 얻는 단계; 상기 분광 스펙트럼에서 상기 맞춤 곡선을 빼서 측정 대상 피크의 곡선을 분리하여 얻는 단계; 상기 맞춤 곡선과 분리된 대상 피크 곡선에서 피크 강도를 계산하는 단계 및 상기 특정 피크 강도의 비율로 측정 대상 원소의 농도 비율을 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 시료내 측정 대상 원소의 정량 분석 방법이 개시되어 있다.

[0006] 특허문헌 1은 시료내 포함된 원소의 정량 분석을 수행할 수 있으나 시료의 형상을 측정하기 위해서는 별도의 장치가 필요한 단점이 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) : 한국 등록특허공보 제10-1423988호

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로, 그 목적은 시료의 형상 측정 및 시료에 포함된 원소의 정성적 및 정량적 분석을 수행할 수 있는 장치를 일체로 콤팩트하게 제작한 일체형 광학 장치를 제공하는 데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 상술된 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 일 실시예에 의한 일체형 광학 장치는, 기정의된 파장 및 출력 범위를 가지는 제1 및 제2 입사광을 순차적으로 출력하는 광원부;

[0010] 상기 제1 및 제2 입사광이 측정 대상물로 입사되는 입사 경로를 형성하는 입사부;

[0011] 상기 제1 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 반사되는 제1 측정광을 수광하여 형상 측정 장치로 출력하는 제1 수광부; 및

[0012] 상기 제2 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 출력되는 제2 측정광을 수광하여 성분 분석 장치로 출력하는 제2 수광부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여기서, 상기 광원부는,

[0014] 상기 제1 및 제2 입사광 중 어느 하나의 광을 출력하며, 상기 제1 입사광을 제2 입사광으로, 또는 상기 제2 입사광을 제1 입사광으로 변조하는 광 변조장치를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또, 상기 일체형 광학 장치는 상기 제1 측정광이 상기 형상 측정 장치로 입사되는 제1 수광 경로는, 상기 입사 경로와 적어도 일부가 중첩되도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 그리고, 상기 일체형 광학 장치는 상기 제2 측정광이 상기 성분 분석 장치로 입사되는 제2 수광 경로는, 상기 제1 수광 경로와 독립적으로 형성되도록 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 일체형 광학 장치는 상기 일체형 광학 장치는,

[0018] 상기 입사부에 포함되는 적어도 일부의 광학 부재가 내부에 구성되어, 상기 입사 경로의 적어도 일부가 내부에 형성되는 하우징을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 아울러, 상기 일체형 광학 장치는 상기 하우징과 독립적으로 구성되며, 상기 제2 측정광을 상기 성분 분석 장치로 출력하는 광 파이버; 및

[0020] 상기 하우징의 단부측에 형성되어 상기 측정 대상물로부터 출력되는 제2 측정광을 수광하여 상기 광 파이버로 안내하는 광 가이드 장치;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에 의한 일체형 광학 장치는, 제1파워를 가지는 제1레이저광을 출력하는 레이저 광원;

- [0022] 상기 레이저 광원에서 출력된 상기 제1과위를 가지는 상기 제1레이저광을 변조하여 제2과위를 갖는 제2레이저광을 출력하는 레이저광 변조부;
- [0023] 상기 제1 및 제2레이저광을 투과하거나 시료에서 반사된 광을 반사하는 빔스프리터;
- [0024] 상기 빔스프리터에서 투과된 상기 제1 및 제2레이저광을 상기 시료에 조사하는 대물렌즈;
- [0025] 상기 시료의 형상 측정을 위하여 상기 제1레이저광이 상기 시료에서 반사된 광을 상기 대물렌즈를 통하여 상기 빔스프리터에서 반사되는 제1경로로 전달받아 촬상하여 상기 시료의 영상을 획득하는 카메라;
- [0026] 상기 제2레이저광으로 상기 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광을 집광하는 링광가이드;
- [0027] 상기 링광가이드에 광결합되고 상기 링광가이드에 집광된 광을 검출하는 광파이버; 및
- [0028] 상기 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광을 상기 링광가이드 및 상기 광파이버로 전달되는 제2경로로 입력받아 분광 스펙트럼을 측정하는 스펙트로미터;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 또, 상기 일체형 광학 장치는 상기 제1경로 및 상기 제2경로는 이격되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 그리고, 상기 일체형 광학 장치는 상기 링광가이드의 재질은 글래스이고,
- [0031] 상기 링광가이드는 도넛형상이고,
- [0032] 상기 링광가이드는 내부가 비어있는 코어 공기층; 및 상기 코어 공기층을 감싸는 환상의 글래스층;으로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0033] 더불어, 상기 일체형 광학 장치는 상기 광파이버와 결합되는 상기 링광가이드 영역의 글래스층에 광파이버 결합공이 형성되어 있고,
- [0034] 상기 광파이버 결합공은 상기 글래스층 외부에서 상기 코어 공기층까지 연통되는 구조로 이루어지고, 상기 광파이버가 상기 광파이버 결합공에 삽입되어 광결합되어 상기 광파이버의 단부가 상기 코어 공기층에 노출되는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

- [0035] 본 발명에 의하면, 시료의 형상 측정 및 시료에 포함된 원소의 정성적 및 정량적 분석을 수행할 수 있는 장치를 일체로 콤팩트하게 제작하여 저가의 시스템 구성이 가능한 이점이 있다.
- [0036] 즉, 본 발명은 UV현미경 검사법과 레이저과열분광분석법(LIBS)를 융합시켜 나노미터급 분해능으로 형상 측정을 하면서, 동시에 시료의 성분 분석이 가능하고, UV 광원의 출력 조절을 통해, 실시간으로 시료에 대한 형상 측정 및 정성·정량 분석을 수행할 수 있는 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명에 따른 일체형 광학 장치의 구성도,
- 도 2는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에 적용된 링광가이드의 단면도,
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에 적용된 링광가이드에 광파이버가 결합하는 일례의 방법을 설명하기 위한 단면도,
- 도 4는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료의 형상 분석을 위한 제1레이저광의 경로를 설명하기 위한 도면,
- 도 5는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료의 정량 및 정성 분석을 위한 제2레이저광의 경로를 설명하기 위한 도면,
- 도 6은 본 발명에 따라 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광의 경로를 설명하기 위한 도면,
- 도 7은 본 발명에 따라 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광의 경로를 설명하기 위한 일부 사시도,
- 도 8a 및 도 8b는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료의 형상 분석하기 위해 촬상된 시료의 사진,
- 도 9은 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료에 포함된 네오디뮴의 정량 및 정성 분석 결과의 그래프,

도 10은 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료에 포함된 사마륨의 정량 및 정성 분석 결과의 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0039] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0040] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0041] 본 명세서에서, 실시예를 설명하기 전에 부연해 두면, 본 발명의 청구범위의 구성을 구현하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있는바, 하기 실시예는 청구범위에 있는 구성을 구현하는 하나의 예를 보여주기 위한 것임을 밝힌다. 따라서 본 발명의 범위는 하기 실시예에 의해 제한되지 아니한다.
- [0042] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0043] 도 1은 본 발명에 따른 일체형 광학 장치의 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에 적용된 링광가이드의 단면도이고, 도 3a 및 도 3b는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에 적용된 링광가이드에 광파이버가 결합하는 일례의 방법을 설명하기 위한 단면도이다.
- [0044] 도 1을 참고하면, 본 발명에 따른 일체형 광학 장치는 레이저 광원(100)(광원부), 레이저광 변조부(110), 미러(120), 빔스프리터(130), 대물렌즈(140), 카메라(160), 링광가이드(200), 광파이버(300), 스펙트로미터(spectrometer)(150)를 포함하여 구성된다.
- [0045] 레이저 광원(100)은 제1출력을 가지는 제1레이저광을 출력한다.
- [0046] 레이저광 변조부(110)는 레이저 광원(100)에서 출력된 제1출력(파워)을 가지는 제1레이저광을 변조하여 제2출력을 갖는 제2레이저광을 출력한다.
- [0047] 여기서, 제1출력을 가지는 제1레이저광은 시료(500)의 형상 측정을 위한 것이고, 제2출력을 갖는 제2레이저광은 시료(500)에서 정량적/정성적 성분 분석을 위한 것이다.
- [0048] 이때, 제1 및 제2레이저광의 파장은 193nm이고 제1출력은 0.1mJ 미만이고, 제2출력은 10mJ 이상인 것이 바람직하다.
- [0049] 그리고, 미러(120)는 제1 및 제2레이저광의 진행 경로를 바꾸기 위하여 소정 각도로 반사시킨다.
- [0050] 즉, 본 발명에서는 레이저 광원(100) 및 레이저광 변조부(110)에서 출사된 제1 및 제2레이저광의 진행경로를 미러(120)에 의해 수직하게 변경하여 시료(500)로 입사될 수 있도록 함으로써, 레이저 광원(100)과 대물렌즈(140)를 'ㄱ'자 형상으로 배치하여 컴팩트한 일체형 광학 장치를 제작하는 것이다.
- [0051] 빔스프리터(130)는 제1 및 제2레이저광을 투과하거나 시료(500)에서 반사된 광을 카메라(160) 방향으로 반사한다.
- [0052] 대물렌즈(140)는 빔스프리터(130)에서 투과된 제1 및 제2레이저광을 시료(500)에 조사한다.
- [0053] 카메라(160)는 시료(500)의 형상 측정을 위하여 시료(500)에서 반사된 광을 촬상하여 시료(500)의 영상을 획득한다.

- [0054] 여기서, 카메라(160)는 CCD 카메라를 사용할 수 있으며, 실시간 고해상도 영상을 촬영할 수 있다.
- [0055] 링광가이드(200)는 도넛형상으로 이루어지고 시료(500) 표면에서 발생된 플라즈마로부터 방사되는 광을 집광한다.
- [0056] 링광가이드(200)는 시료(500) 표면에 제2레이저광이 입사되는 경로와 다른 경로로 플라즈마 발생영역에서 방사되는 광을 검출하기 위해 채용된 것이다.
- [0057] 링광가이드(200)의 재질은 글래스인 것이 바람직하다.
- [0058] 링광가이드(200)는 도 2에 도시된 바와 같이 내부가 비어있는 코어 공기층(210)이 구비되고, 그 코어 공기층(210)을 감싸는 환상의 글래스층(220)이 형성되어 있다.
- [0059] 그러므로, 링광가이드(200)의 환상의 글래스층(220)으로 입사된 광은 코어 공기층(210)으로 굴절되어 전달되고, 코어 공기층(210)에서 전반사되어 광파이버(300)로 빠져나가 LIBS신호가 된다.
- [0060] 여기서, 광파이버(300)는 링광가이드(200)에 광학적으로 결합되고, 이와 같이 광파이버(300)와 링광가이드(200)의 광학적 결합은 다양한 방법 및 구조적인 체결 방법으로 수행할 수 있다.
- [0061] 본 발명에서는 도 3a 및 도 3b를 참고하여, 일체형 광학 장치에 적용된 링광가이드(200)에 광파이버(300)를 결합하는 방법을 적용할 수 있다.
- [0062] 즉, 광파이버(300)와 결합되는 링광가이드 영역의 글래스층(220)에 광파이버 결합공(221)을 형성한다. 이 광파이버 결합공(221)은 도 3a와 같이 글래스층(220) 외부에서 코어 공기층(210)까지 연통되는 구조로 이루어지고, 광파이버(300)가 광파이버 결합공(221)에 삽입되는 경우 도 3b와 같이 광파이버(300)의 단부는 코어 공기층(210)에 노출되어 코어 공기층(210)으로 전달되는 광이 광파이버(300)로 빠져나가게 되는 것이다.
- [0063] 그러므로, 본 발명은 레이저 광원(100)에서 출사된 제1레이저광을 미러(120)에서 빔스프리터(130)로 반사시키고, 빔스프리터(130)를 투과한 제1레이저광이 시료(500)에 조사되고, 시료(500)에서 반사된 광을 빔스프리터(130)에서 카메라(160)로 반사시키며, 카메라(160)에서는 시료(500)에서 반사된 광을 촬상하여 시료(500)의 형상을 측정하는 것이다. 여기서, 카메라(160)의 촬상된 영상을 입력받아 시료(500)의 형상을 측정할 수 있는 형상측정부(미도시)가 더 마련될 수 있다.
- [0064] 그리고, 본 발명에서는 레이저 광원(100)에서 출사된 제1레이저광을 레이저광 변조부(110)에서 제2레이저광으로 변조하고, 제2레이저광이 미러(120)에서 빔스프리터(130)로 반사시키고, 빔스프리터(130)를 투과한 제2레이저광이 시료(500)에 조사되면서, 시료(500)에서 플라즈마가 형성되고, 플라즈마에서 방사된 광을 링광가이드(200)로 집광하고, 링광가이드(200)에서 집광된 플라즈마에서 방사된 광을 링광가이드(200)와 광결합된 광파이버(300)로 검출하여 스펙트로미터(150)로 전달하고, 스펙트로미터(150)에서는 플라즈마에서 방사된 광으로 시료(500)의 분광 스펙트럼을 측정한다.
- [0065] 여기서, 본 발명의 장치에서는 스펙트로미터(150)에서 측정된 분광 스펙트럼으로 정량 및 정성 분석할 수 있는 분석부(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0066] 이러한 본 발명의 일체형 광학 장치는 기정의된 과장 및 출력 범위를 가지는 제1 및 제2 입사광을 순차적으로 출력하는 광원부; 상기 제1 및 제2 입사광이 측정 대상물로 입사되는 입사 경로를 형성하는 입사부; 상기 제1 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 반사되는 제1 측정광을 수광하여 형상 측정 장치로 출력하는 제1 수광부; 및 상기 제2 입사광에 의하여 상기 측정 대상물로부터 출력되는 제2 측정광을 수광하여 성분 분석 장치로 출력하는 제2 수광부;를 포함한다.
- [0067] 여기서, 광원부는 제1레이저광을 출사하는 레이저 광원(100) 및 제1레이저광을 변조하여 제2레이저광을 출사하는 레이저광 변조부(110)이고, 입사부는 레이저광 변조부(110)에서 측정 대상물인 시료(500)로 제1 및 제2레이저광을 입사하기 위한 것으로 레이저광 변조부(110)와 연결된 다수의 경통(다르게 표현하면, 하우징) 및 다수의 경통 내에 위치된 미러(120) 및 빔스프리터(130)이다.
- [0068] 그리고, 제1 수광부는 시료(500)에서 반사된 광이 형상 측정 장치인 카메라(160)로 전달되기 위한 것이고, 제2 수광부는 시료(500)의 플라즈마에서 방사된 광이 성분 분석 장치인 스펙트로미터(150)로 전달되기 위한 것이다.
- [0069] 따라서, 본 발명에서는 시료(500)의 형상 측정 및 시료(500)에 포함된 원소의 정성적 및 정량적 분석을 수행할 수 있는 장치를 일체로 콤팩트하게 형성할 수 있는 것이다.

- [0070] 도 4는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료의 형상 분석을 위한 제1레이저광의 경로를 설명하기 위한 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료의 정량 및 정성 분석을 위한 제2레이저광의 경로를 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 본 발명에 따라 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광의 경로를 설명하기 위한 도면이고, 도 7은 본 발명에 따라 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광의 경로를 설명하기 위한 일부 사시도이다.
- [0071] 전술된 바와 같이 제1레이저광이 시료에 조사되는 것 또는 제2레이저광이 시료에 조사되는 것에 따라 시료의 형상 측정을 수행하거나 또는 정량적/정성적 성분 분석을 수행하게 된다.
- [0072] 이때, 도 4에 도시된 것과 같이 레이저 광원(100)에서 출사된 제1레이저광은 제1주파수를 갖으며, 미러(120) 및 빔스프리터(130)를 통하여 시료에 조사되고 시료에서 반사된 광을 빔스프리터(130)의 기능에 의해 카메라(160)로 전송되어 카메라(160)에서 촬상됨으로써, 시료의 형상을 측정할 수 있는 것이다.
- [0073] 그리고, 도 5와 같이 레이저광 변조부(110)에서 레이저 광원(100)에서 출사된 제1레이저광을 제2레이저광으로 변조하고, 제2레이저광이 미러(120), 빔스프리터(130)를 통하여 시료에 조사되어 플라즈마를 발생시키고, 발생된 플라즈마에서 방사된 광을 링광가이드(200) 및 광파이버(300)로 검출하여 스펙트로미터(150)에서 플라즈마에서 방사된 광으로 시료의 분광 스펙트럼을 측정한다.
- [0074] 광파이버(300)로 전송되는 플라즈마에서 방사된 광은 LIBS 신호라 지칭할 수 있다.
- [0075] 즉, LIBS 신호는 레이저 조사 시 발생하는 플라즈마는 물질에 따라 특정한 파장의 광을 방출하므로, 이 광을 수집하여 물질의 구성 성분을 정성적 또는 정량적으로 분석할 수 있다. 수집된 광을 이용하여 물질의 구성 성분을 분석하는 방법의 하나인 레이저 유도 붕괴(플라즈마) 분광법(이하, LIBS라 한다)은 고 출력의 레이저를 사용하여 일종의 방전현상인 붕괴(breakdown)를 발생시켜 생성되는 플라즈마를 여기원으로 사용하는 분광 분석 기술이다. 레이저에 의해 유도된 플라즈마 속에서 시료는 증기화되어 원자 및 이온은 여기 상태로 존재할 수 있다. 여기 상태의 원자 및 이온은 일정 수명 이후 에너지를 방출하며 다시 바닥 상태로 돌아가는데, 이때 원소의 종류 및 여기 상태에 따라 고유의 파장을 방출한다. 따라서 방출되는 파장의 스펙트럼을 해석하면 물질의 구성 성분을 정성적 또는 정량적으로 분석할 수 있는 것이다
- [0076] 도 6 및 도 7을 참고하여 더 상세하게 설명하면, 링광가이드(200)는 내측에 공간이 형성된 도넛 형상으로, 링광가이드(200)의 공간으로 제2레이저광이 시료로 조사되고 시료 표면에서는 제2레이저광의 출력에 의해 플라즈마(P)가 발생된다.
- [0077] 시료에 발생된 플라즈마(P)에는 시료의 표면에서 원소가 방출됨과 동시에 광을 방사하게 된다. 이렇게 플라즈마(P)에서 방사된 광이 링광가이드(200)로 입사되고 링광가이드(200)에서는 내부 전반사되어 링광가이드(200) 상측에 광학적으로 정렬되어 접속되어 있는 광파이버(300)로 전송되고 광파이버(300)로 전달된 광이 스펙트로미터(150)로 입력되어 시료의 분광 스펙트럼을 측정할 수 있는 것이다.
- [0078] 이렇게 스펙트로미터(150)에서 측정된 분광 스펙트럼을 통하여 광의 강도(intensity)는 시료에 포함된 원소에 대한 정량적 분석을 수행할 수 있고, 광의 파장(wavelength)은 시료에 포함된 원소의 종류를 알 수 있어 정성적 분석을 수행할 수 있다.
- [0079] 즉, 시료에서 발생된 플라즈마(P)에서 방사된 광(LIBS 신호)으로부터 스펙트로미터(150)에서 분광 스펙트럼을 취득하고, 취득된 분광 스펙트럼에서 나타난 피크신호, 파장 및 원소의 농도를 얻을 수 있는 것이다.
- [0080] 도 8a 및 도 8b는 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료의 형상 분석하기 위해 촬상된 시료의 사진이고, 도 9은 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료에 포함된 네오디뮴의 정량 및 정성 분석 결과의 그래프이고, 도 10은 본 발명에 따른 일체형 광학 장치에서 시료에 포함된 사마륨의 정량 및 정성 분석 결과의 그래프이다.
- [0081] 본 발명에서 적용된 시료의 형상 분석의 공간분해능은 도 8a와 같이 470nm이고, 도 8b에 도시된 바와 같이 390nm이므로 카메라에서 촬영된 영상으로 시료의 형상 분석을 수행할 수 있는 것이다.
- [0082] 표 1은 일체형 광학 장치에서 정량 및 정성 분석하기 위한 원소에 대한 분광 스펙트럼의 신호, 보정 커브(Calibration curve) 및 곡률( $R^2$ )을 나타낸 것이다. 여기서, 원소에 대한 보정 커브 및 원소 농도와 신호의 그래프의 곡률은 미리 데이터베이스로 저장되어 있으며, 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광(LIBS 신호)으로부터 취득된 분광 스펙트럼 중 시료가 'SUS 300 시리즈'의 신호가 425.4nm인 경우 크롬(Cr)을 함유하고 있는 것으로, 시료가 'Cu 합금'의 신호가 510.6nm인 경우 구리(Cu)가 함유하고 503.5nm인 경우 니켈(Ni)을 함유하고 있

는 것으로 정성 분석한다.

[0083] 그리고, 일체형 광학 장치에서 정량 및 정성 분석하기 위한 원소에 대한 보정 커브 및 원소 농도와 신호의 그래프 곡률( $R^2$ )은 미리 데이터베이스로 저장되어 있다.

표 1

| 원소 | 시료          | 신호(nm) | 보정 커브                | $R^2$  |
|----|-------------|--------|----------------------|--------|
| Cr | SUS 300 시리즈 | 425.4  | $Y=-0.3276+0.224X$   | 0.9913 |
| Cu | Cu 합금       | 510.6  | $Y=-3.2876+0.7095X$  | 0.9933 |
| Ni | Cu 합금       | 503.5  | $Y=-16.8591+2.8710X$ | 0.9980 |

[0085] 그러므로, 시료에서 발생된 플라즈마에서 방사된 광(LIBS 신호)으로부터 수득된 분광 스펙트럼의 피크신호로 시료에 네오디뮴(Nd)이 포함되어 있는 것을 알 수 있고, 도 9와 같이 네오디뮴의 보정 커브(A)가 ' $Y=-1.1919 + 0.2246X$ '이고 원소 농도와 신호의 그래프 곡률( $R^2$ )이 0.9913일 때 신호강도에 의해 농도를 검출하기 위하여 A1 그래프 및 A2프레프까지 포함시킨다. 즉, 네오디뮴의 신호 강도가 그래프에서 'a'형태로 나타날 때, 시료에 네오디뮴이 30%의 농도로 함유됨을 알 수 있다.

[0086] 그리고, 대상 시료의 분광 스펙트럼의 피크신호로부터 사마륨(Sm)이 대상 시료에 포함되어 있는 것을 알 수 있는 경우, 도 10에 도시된 바와 같이 사마륨의 보정 커브(B)가 ' $Y=-1.6710 + 1.2818X$ '이고 원소 농도와 신호의 그래프 곡률( $R^2$ )이 0.9535일 때 신호강도에 의해 농도를 검출하기 위하여 B1그래프 및 B2프레프가 포함되므로, 사마륨의 신호 강도가 그래프에서 'a'형태로 나타날 때, 시료에 사마륨이 14.37%의 농도로 함유됨을 알 수 있다.

[0087] 그러므로, 본 발명은 원소 방출 라인(emission line)이 많은 희토류 원소까지 정성/정량 분석이 가능하고, 측정 정확도를 95% ~ 99% 이상으로 높일 수 있는 것이다.

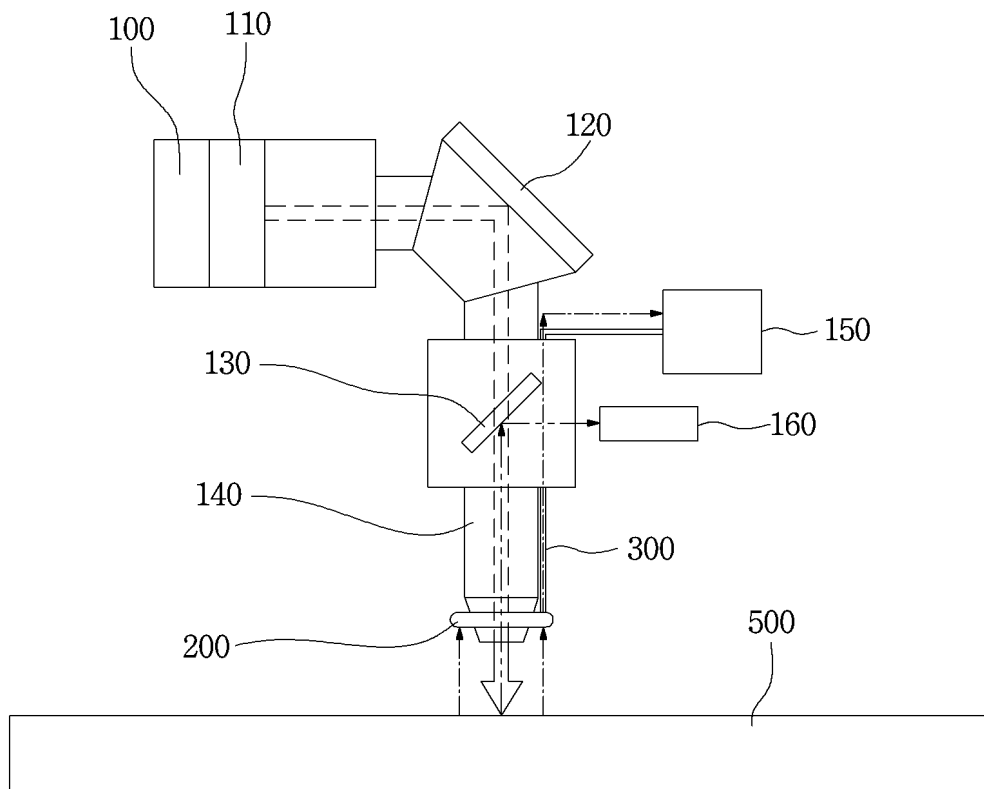
[0088] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예를 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

## 부호의 설명

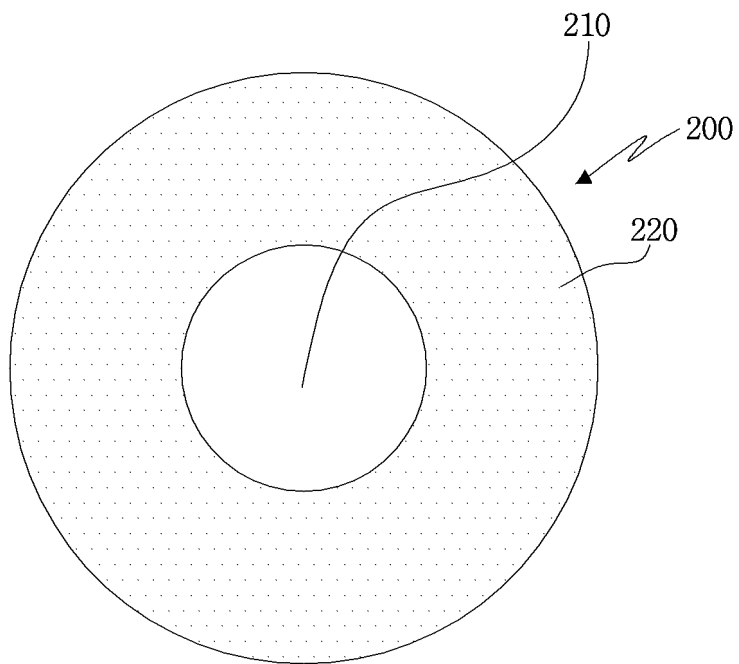
[0089] 100: 레이저 광원  
110: 레이저광 변조부  
120: 미러  
130: 빔스프리터  
140: 대물렌즈  
150: 스펙트로미터  
160: 카메라  
200: 링광가이드  
300: 광파이버  
500: 시료

도면

도면1

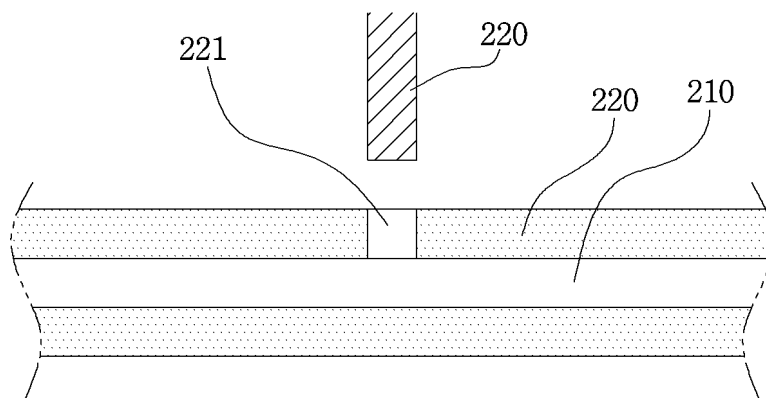


도면2

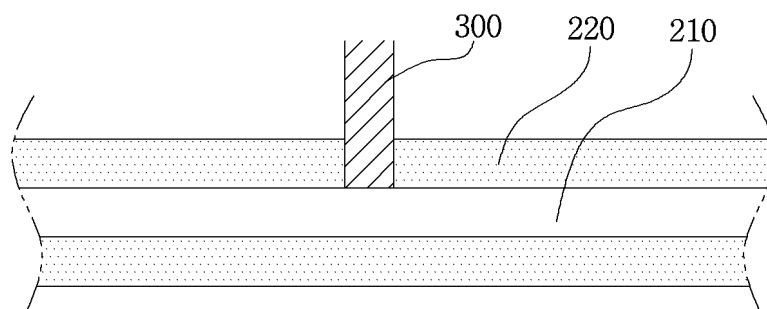


도면3

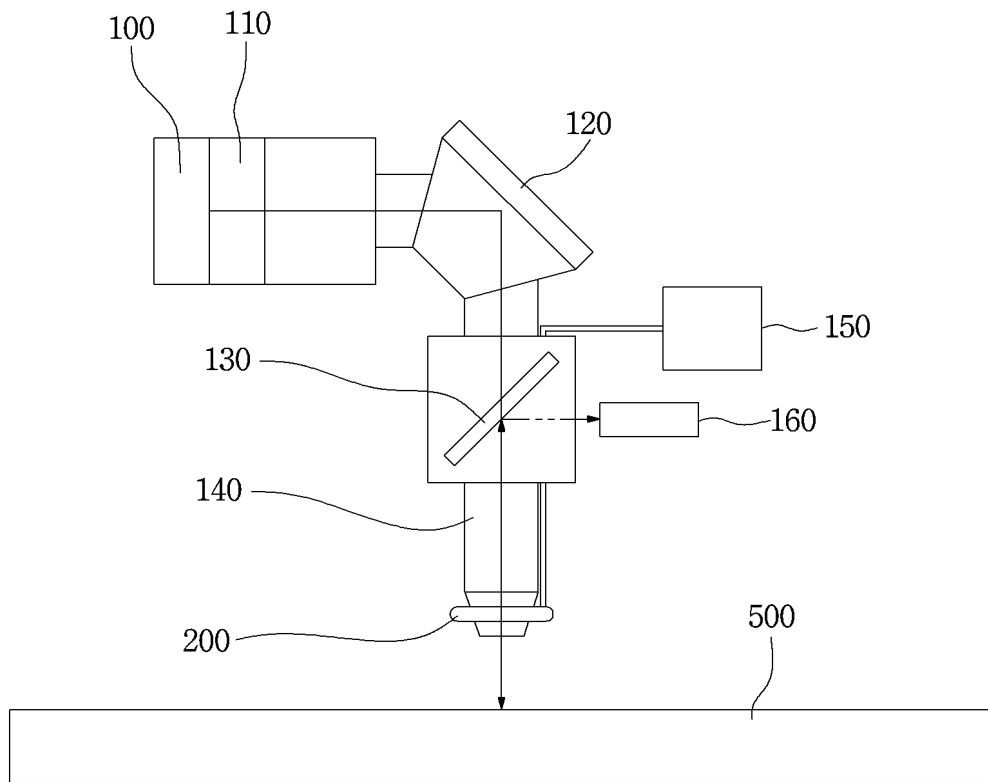
a)



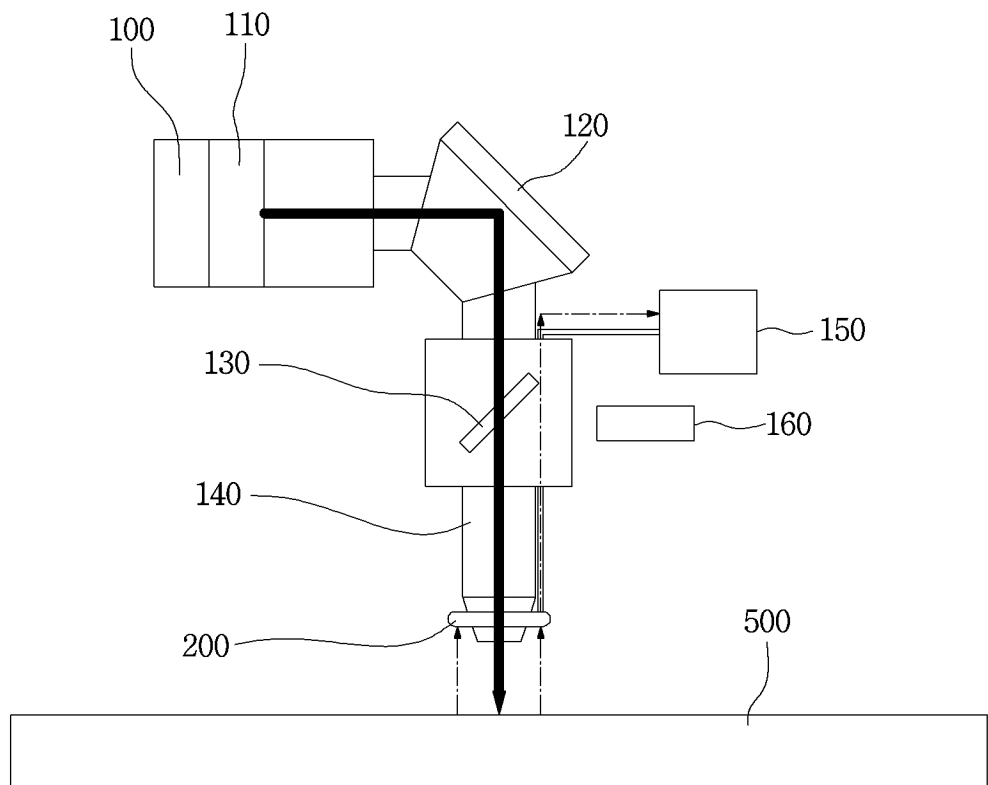
b)



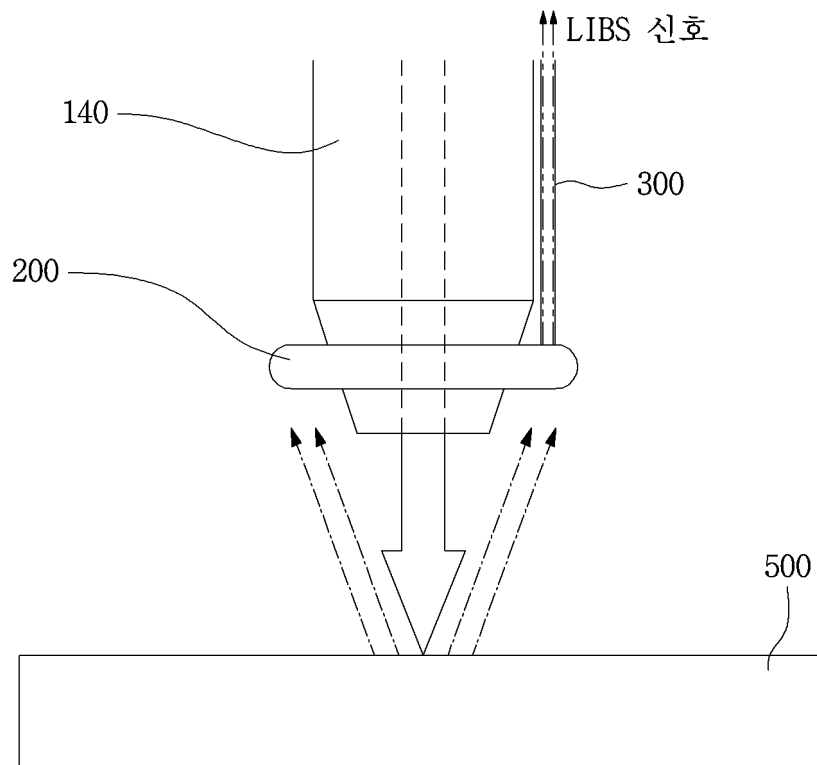
도면4



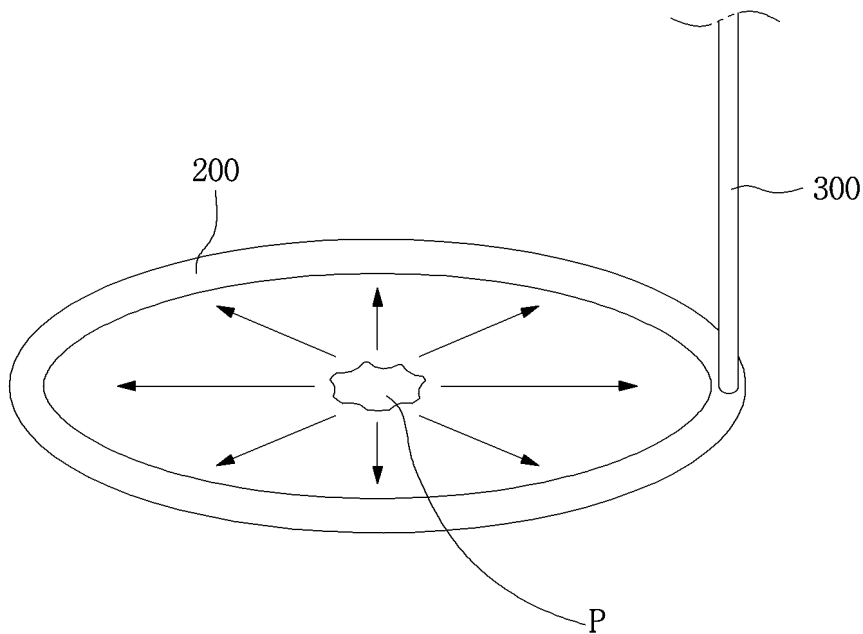
도면5



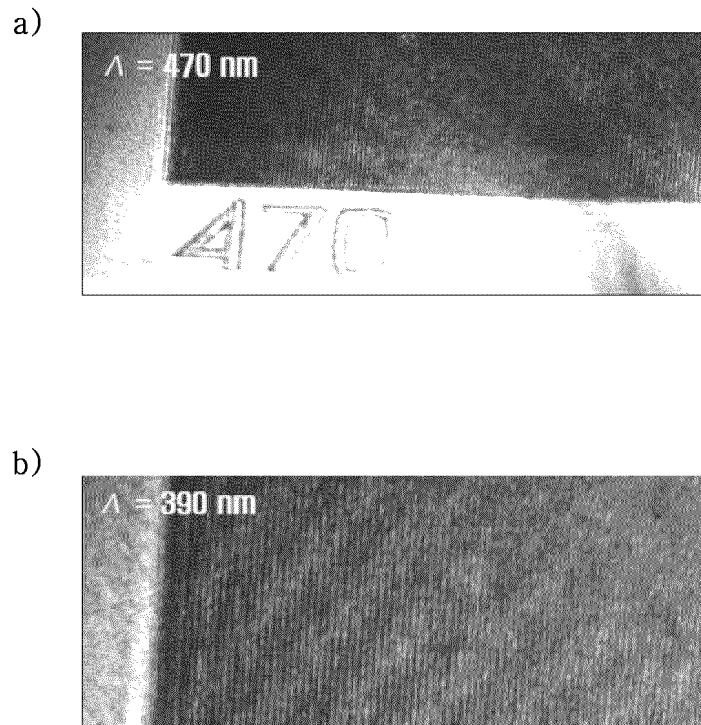
도면6



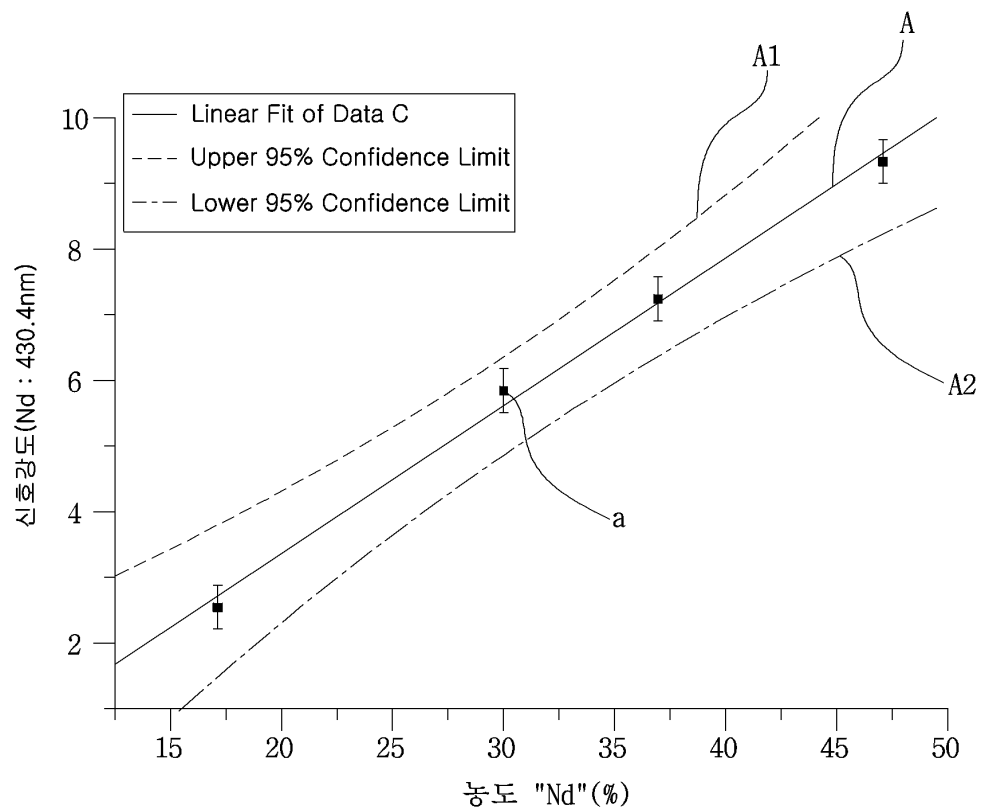
도면7



도면8



도면9



도면10

