



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0124931
(43) 공개일자 2022년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/17 (2006.01) G01N 21/27 (2006.01)
G01N 21/59 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/171 (2013.01)
G01N 21/1717 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0028669
(22) 출원일자 2021년03월04일
심사청구일자 2021년03월04일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
주철민
경기도 고양시 일산서구 강선로 92
김의한
서울특별시 서대문구 성산로24길 41
양희건
서울특별시 양천구 목동동로 350, 515-107
(74) 대리인
특허법인 플러스

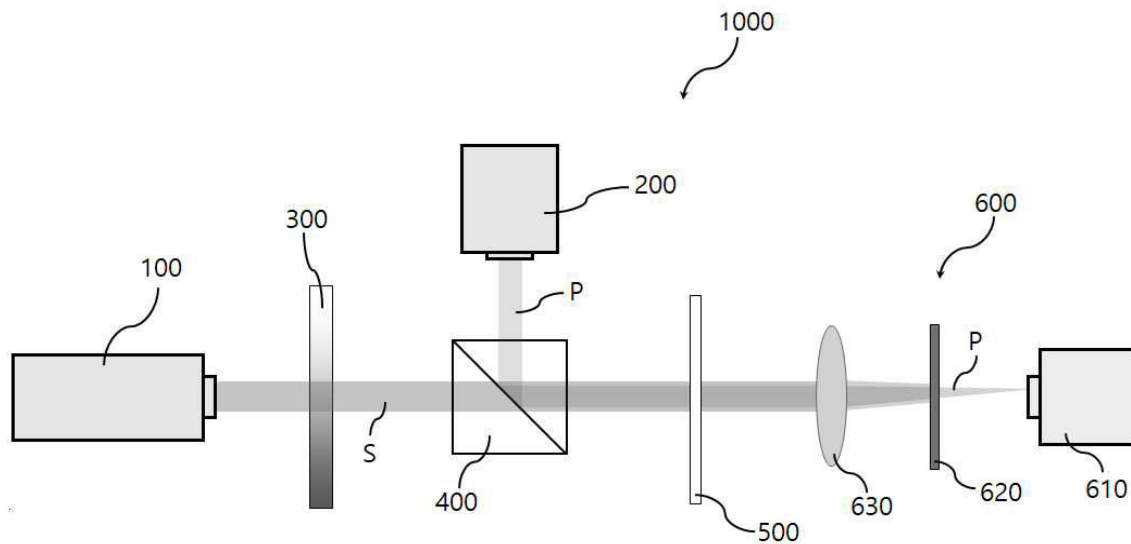
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치는, 표적물질을 포함하는 시료에 조사되어 상기 표적물질에 광열효과를 유도하는 자극광을 방출하는 자극 광원; 탐지광을 방출하는 탐지 광원; 상기 자극 광원에서 방출된 자극광을 단면 공간에 대해 소정의 세기 분포를 갖도록 구조화하는 광 변조기; 상기 자극광 및 상기 탐지광이 상기 시료에 동축으로 조사되도록 상기 자극광 및 상기 탐지광을 상기 시료로 안내하는 광 결합기; 및 상기 시료에서 투과 또는 투과 및 반사되는 상기 탐지광을 수신하는 광 검출 모듈을 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 21/27 (2013.01)

G01N 21/5907 (2013.01)

G01N 2021/1714 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991007255
과제번호	202012B08
부처명	다부처
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발사업
연구과제명	딥러닝 피부 상태 분석 플랫폼 기반 개인맞춤형 스마트 LED 마스크 기기 및 서비스
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.09.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

표적물질을 포함하는 시료에 조사되어 상기 표적물질에 광열효과를 유도하는 자극광을 방출하는 자극 광원;
 탐지광을 방출하는 탐지 광원;
 상기 자극 광원에서 방출된 자극광을 단면 공간에 대해 소정의 세기 분포를 갖도록 구조화하는 광 변조기;
 상기 자극광 및 상기 탐지광이 상기 시료에 동축으로 조사되도록 상기 자극광 및 상기 탐지광을 상기 시료로 안내하는 광 결합기; 및
 상기 시료에서 투과 또는 투과 및 반사되는 상기 탐지광을 수신하는 광 검출 모듈을 포함하는, 표적물질 농도 측정 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 광 변조기는, 상기 자극광의 단면 공간 상의 일 축에 따른 상기 자극광의 세기 분포가 일정한 형태로 증가하도록 상기 자극광을 구조화하는, 표적물질 농도 측정 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 자극광의 세기 분포의 형태는 1차 함수, 2차 함수 및 지수 함수 중 적어도 하나인, 표적물질 농도 측정 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 광 검출 모듈은,
 상기 탐지광을 투과시키고 상기 자극광을 차단하는 필터, 및
 상기 탐지광을 검출하는 광 센서를 포함하는, 표적물질 농도 측정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 공간적으로 광 세기를 달리하는 자극광에 의해 표적물질의 광열 효과를 유도하는 표적물질 농도 측정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광학적으로 거의 투명한 생체 세포 또는 조직 시료는, 일반 광학 현미경 하에서 관찰 시 표적물질과 배경 간의 대비가 충분하지 못하다. 따라서, 일반 광학 현미경은 뚜렷한 영상을 얻기 힘들다.

[0003] 최근에는 광열 이미징 기법이 생체 광학 영상 분야에서 새로이 시도되고 있다. 표적물질에 선택적으로 공명 흡

수되는 자극광이 표적물질을 포함하는 시료에 조사됨에 따라 표적물질에 국소 열 효과를 발생시킨다. 상기 국소 열 효과에 기인한 이차 유도된 음파 또는 굴절률 변화를 감지하여 이미지가 획득된다. 광음향 효과를 이용한 방식은 광산란 계수가 큰 두꺼운 시료의 측정에 매우 유리하며, 광열 유도 굴절률 감지법은 기존의 광 위상 현미경과 적외선 흡수 현미경이 가지는 한계를 극복하고 각각의 장점을 결합할 수 있다. 따라서, 분자화학적 컨트라스트가 높은 이미지가 우수한 공간 분해능으로 얻어질 수 있다.

[0004] 시료의 굴절률 변화량을 보다 직접적을 정량화하는 방법으로서, 탐지광의 위상 변조량을 측정하는 전통적인 간섭법이 원리상 적용 가능하다. 탐지광에 대해 시료 측 경로 및 기준 광 경로를 구성하고, 간섭계를 사용하면, 측정된 간섭 위상 신호로부터 광열 유도 굴절률 이미지 정보가 얻어질 수 있다. 그러나 간섭계는 기계적 진동, 온도 변화 및 기류 등 외부 잡음에 의해 매우 민감하게 반응하므로 이를 구축하는 것이 어려운 문제가 있다. 따라서 보다 간단한 구조로 광열 효과를 측정하는 장치의 개발이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 특정 파장의 빛을 흡수하면 열을 발산하는 광열효과를 나타내는 표적물질에 공간 구조화된 광열 자극광을 전달하고 탐지광을 통해 광열효과에 의한 표적물질의 변화를 측정함으로써 표적물질의 농도를 측정하는 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시 예에 따른 표적물질 농도 측정 장치는, 표적물질을 포함하는 시료에 조사되어 상기 표적물질에 광열효과를 유도하는 자극광을 방출하는 자극 광원; 탐지광을 방출하는 탐지 광원; 상기 자극 광원에서 방출된 자극광을 단면 공간에 대해 소정의 세기 분포를 갖도록 구조화하는 광 변조기; 상기 자극광 및 상기 탐지광이 상기 시료에 동축으로 조사되도록 상기 자극광 및 상기 탐지광을 상기 시료로 안내하는 광 결합기; 및 상기 시료에서 투과 또는 투과 및 반사되는 상기 탐지광을 수신하는 광 검출 모듈을 포함한다.

[0007] 또한, 상기 광 변조기는, 상기 자극광의 단면 공간 상의 일 축에 따른 상기 자극광의 세기 분포가 일정한 형태로 증가하도록 상기 자극광을 구조화한다.

[0008] 또한, 상기 자극광의 세기 분포의 형태는 1차 함수, 2차 함수 및 지수 함수 중 적어도 하나이다.

[0009] 또한, 상기 광 검출 모듈은, 상기 탐지광을 투과시키고 상기 자극광을 차단하는 필터, 및 상기 탐지광을 검출하는 광 센서를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치는, 광열 자극광을 공간 구조화시킴으로써 광열 효과를 일으키는 표적물질의 농도를 별도의 복잡한 장치 없이도 간단하게 측정할 수 있다.

[0011] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치의 구성도이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치의 공간 구조화된 광열 자극광의 일 예를 도시한다.

도 2b는 도 2a의 광열 자극광이 유발하는 광열효과에 따른 표적물질을 포함하는 시료의 온도 및 굴절률의 분포를 도시한다.

도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치의 탐지광의 변화를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0014] 본 명세서 사용되는 용어들은 본 발명의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.
- [0015] 아울러, 아래에 개시된 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시 예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.
- [0016] 그리고 아래에 개시된 실시 예에서의 “제1”, “제2”, “일면”, “타면” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로서, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치의 구성도이다.
- [0018] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치(100)는 자극 광원(100), 탐지 광원(200), 광 변조기(300), 광 결합기(400), 시료 수용기(500) 및 광 검출 모듈(600)을 포함한다.
- [0019] 자극 광원(100)은 일정한 파장 대역을 가진 광을 방출한다. 자극 광원(100)에서 방출된 광은 표적물질을 포함하는 시료에 조사된다. 본 발명에서 측정 대상이 되는 표적물질은 특정 파장의 빛을 흡수하면 열을 발산하는 광열 효과를 지닌다. 자극 광원(100)에서 방출된 광은, 시료 내의 표적물질에 열 발산을 유도하는, 즉 광열효과를 일으키는 광열 자극광(S)에 해당하며, 표적물질에 광열 효과를 유도할 수 있는 파장을 가진다.
- [0020] 자극 광원(100)에서 방출된 광이 광열효과를 지니는 표적물질에 흡수되면, 표적물질의 온도가 증가하고, 온도의 증가는 표적물질의 구조를 변화시키고, 표적물질의 구조의 변화로 인해 표적물질의 굴절률의 변화가 야기된다.
- [0021] 탐지 광원(200)은 탐지광(P)을 방출한다. 탐지 광원(200)에서 방출된 탐지광(P)은 자극광에 의해 광열효과가 유도된 표적물질을 포함하는 시료에 조사된다.
- [0022] 이 때, 탐지광(P)은 자극광(S)의 파장과 다른 파장을 가지는 광이다. 탐지광(P)은 자극광(S) 조사에 따른 광열 효과로 인해 온도 및 굴절률이 변화된 표적물질을 매질로 하여 상기 매질에서 투과 또는 반사한다. 탐지광의 진행 경로 방향 및 광 경로 길이 등의 광학적 특성은 반사 또는 투과한 매질의 굴절률, 즉 광열효과가 야기된 표적물질을 포함하는 시료의 굴절률에 의해 달라진다. 따라서, 광열효과의 정도, 즉 표적물질의 농도를 측정하기 위해서는 광열효과를 나타내고 있는 표적물질에 투과 또는 반사하는 탐지광(P)이 검출되어야 한다.
- [0023] 광 변조기(300)는 자극 광원에서 방출된 자극광(S)을 공간 구조화한다. 여기서, 공간 구조화는 광축에 수직한 단면에서의 광 세기가 균일하지 않고 소정의 세기 분포를 갖는 것을 의미한다.
- [0024] 일 실시 예에서, 광 변조기(300)는 자극광(S)의 단면의 2차원 공간 상의 일 축에 따라 광 세기 분포가 일정한 형태로 증가하도록 자극광(S)을 구조화한다. 이 때, 자극광(S)의 단면의 2차원 공간 상의 일 축에 따른 광 세기의 증가 기울기는 일정하거나 일정하게 증가하거나 일정한 함수 형태를 가질 수도 있다.
- [0025] 예를 들어 자극광의 단면 공간 상의 일 축에 따른 광 세기 분포의 형태는 1차 함수, 2차 함수 및 직수 함수 중 적어도 하나에 해당할 수 있다.
- [0026] 광 변조기(300)는 자극광(P)를 공간 구조화하기 위한 공간 광 변조기로서, Neutral density filter를 이용하거나, 알맞게 인쇄된 투명 필름을 이용할 수 있다.
- [0027] 도 2a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치의 공간 구조화된 광열 자극광의 일 예를 도시하고, 도 2b는 도 2a의 광열 자극광에 따른 표적물질을 포함하는 시료의 온도 및 굴절률의 분포를 도시한다.
- [0028] 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치는, 도시된 세기(intensity) 함수의 형태로 단면의 일축에 대한 세기 분포를 가지는 자극광(S)을 형성한다.
- [0029] 공간 구조화된 자극광(S)은 표적물질에 광열효과를 야기한다. 공간 구조화된 자극광(S)이 조사된 영역의 표적물질은 온도 변화 및 굴절률 변화를 일으킨다. 도 2b에 도시된 바와 같이 공간 구조화된 자극광(S)이 조사된 영역의 온도 변화는 공간 구조화된 자극광(S)의 세기 분포 형태와 정적인 상관관계를 갖고, 공간 구조화된 자극광

(S)이 조사된 영역의 굴절률 변화는 부적인 상관관계를 갖는다.

- [0030] 공간 구조화된 자극광(S)은 조사된 영역에서 공간적으로 구조화된 광열효과를 야기한다. 즉 자극광의 세기를 일 방향으로 구배를 주면, 자극광에 의한 표적물질의 광열효과의 정도도 상기 일 방향으로 공간적 구배를 가지게 된다.
- [0031] 본 발명에서, 공간 구조화된 자극광을 표적물질에 조사함으로써, 균일한 세기 분포를 갖는 자극광을 표적물질에 조사하는 경우와 달리 자극광이 조사된 영역에 구배를 갖는 굴절률 변화가 야기된다. 이로써, 간접계 등의 규모가 큰 측정 장비가 생략될 수 있고, 표적물질 농도 측정 장치가 비교적 단순하게 구비될 수 있다.
- [0032] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 구조화된 광열 자극광을 이용한 표적물질 농도 측정 장치의 탐지광의 변화를 도시한다.
- [0033] 본 발명의 다른 실시 예는 도 1에 도시된 자극광에 의해 광열효과가 야기된 표적물질을 포함하는 시료를 탐지광이 투과하는 일 실시 예와 달리 탐지광이 시료에서 반사하는 경우를 포함한다. 본 실시 예에서도 자극광은 상술한 바와 같이 다양한 형태로 공간 구조화되며, 다만 시료에서 반사된 탐지광을 검출하는 것만 상기 일 실시 예에서의 설명과 달리한다.
- [0034] 도 3을 참조하면, 점선은 자극광(S)의 윤곽을 나타내며, 자극광(S) 및 탐지광(P)은 동축으로 시료 수용기(500) 내의 시료에 조사된다.
- [0035] 공간 구조화된 자극광을 시료 내의 표적물질에 조사할 경우, 자극광이 조사된 영역의 굴절률도 상술한 바와 같이 자극광의 공간적 분포와 부적인 상관관계를 가지는 공간적 분포 형태를 가지게 된다. 굴절률의 공간적 분포에 의해 탐지광이 상기 자극광 조사 영역에 진행할 때 상기 조사 영역 내의 각 지점에서의 서로 다른 굴절률에 의해 상기 탐지광은 입사 방향과 다른 방향으로 굴절된다.
- [0036] 자세히 설명하면, 자극광과 탐지광의 광축을 같게 설정하고 표적물질의 농도 산출을 위해 공간 구조화된 자극광이 충분한 시간을 가지고 시료에 조사된 후에 표적물질에 탐지광을 조사하면 탐지광이 표적물질을 통과하고 반사될 때 표적물질을 통과 및 반사되는 탐지광의 진행방향은 자극광의 광축에 대해 틀어지게 되고 자극광의 광축으로부터 멀어진다.
- [0037] 표적 물질의 농도가 높을수록 공간 구조화된 자극광을 더 많이 흡수하고, 굴절률 변화도 같이 커지기 때문에 굴절률 구배(gradient)도 커진다. 예를 들어, 표적물질의 농도가 10%일 때 최대 굴절률 구배가 1이라면 30%의 농도일 때 최대 굴절률 구배는 3이다. 굴절률 구배도 전자가 0 내지 1, 후자가 0 내지 3으로 변한다. 굴절률 구배에 의한 탐지광의 굴절로 인하여 탐지광의 광축이 자극광의 광축으로부터 멀어질수록 표적물질의 농도가 크다. 이를 역으로 이용하여 자극광과 탐지광의 광축 간의 거리를 비교하면 표적물질의 농도를 산출할 수 있다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 광 결합기(400)는 자극광(S)과 탐지광(P)이 시료의 동일 영역에 동축으로 조사되도록 자극광(S)과 탐지광(P)을 시료로 안내한다.
- [0039] 광 결합기(400)은 일 예로 다이크로익 미러일 수 있다. 이 경우, 다이크로익 미러는 탐지광(P)을 반사시키고, 탐지광(P)과 서로 다른 파장을 가진 자극광(S)을 투과시킨다.
- [0040] 시료 수용기(500)는 표적물질을 포함하는 시료를 수용하고 고정하며, 자극광(S)과 탐지광(P)에 대해 투명한 재료로 이루어진다.
- [0041] 광 검출 모듈(600)은 시료에서 투과 또는 투과 및 반사되는 탐지광(P)을 수신하여 탐지광(P)의 위치 및 세기 정보를 검출하고 농도 산출기(미도시)에 제공한다.
- [0042] 도시된 실시 예에서, 광 검출 모듈(600)은 탐지광(P)을 수신하기 위해 수광 렌즈(630), 자극광(S)을 차단하고 탐지광(P)을 투과시키는 필터(620) 및 탐지광(P)을 검출하는 광 센서(610)를 포함한다. 광 센서(610)는 탐지광(P)의 광 세기뿐만 아니라 탐지광(P)의 검출 위치도 검출한다.

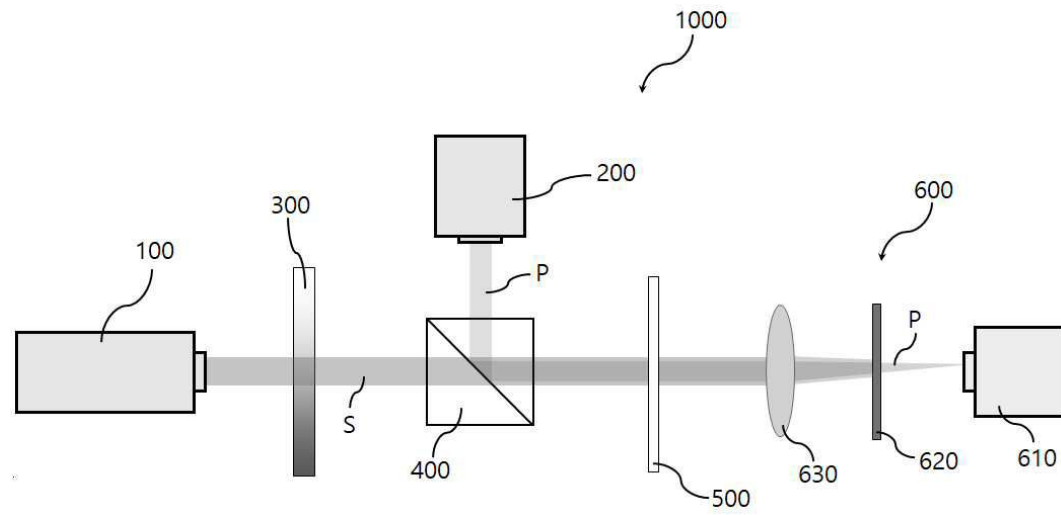
부호의 설명

- [0043] 표적물질 농도 측정 장치 1000
자극 광원 100
탐지 광원 200

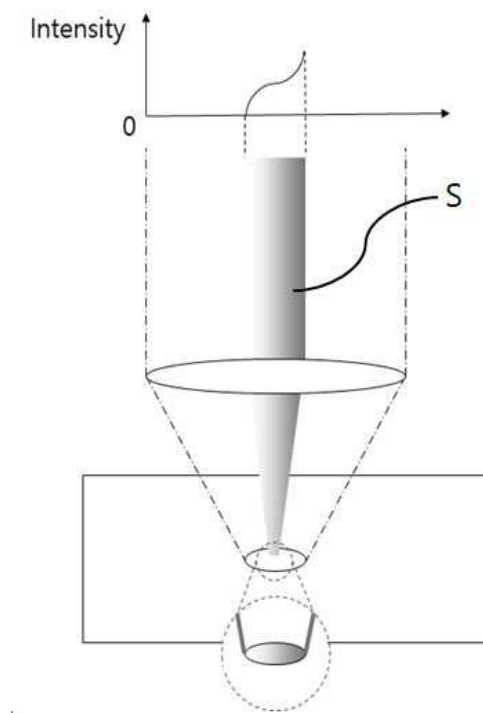
광 변조기 300
 광 결합기 400
 시료 수용기 500
 광 검출 모듈 600

도면

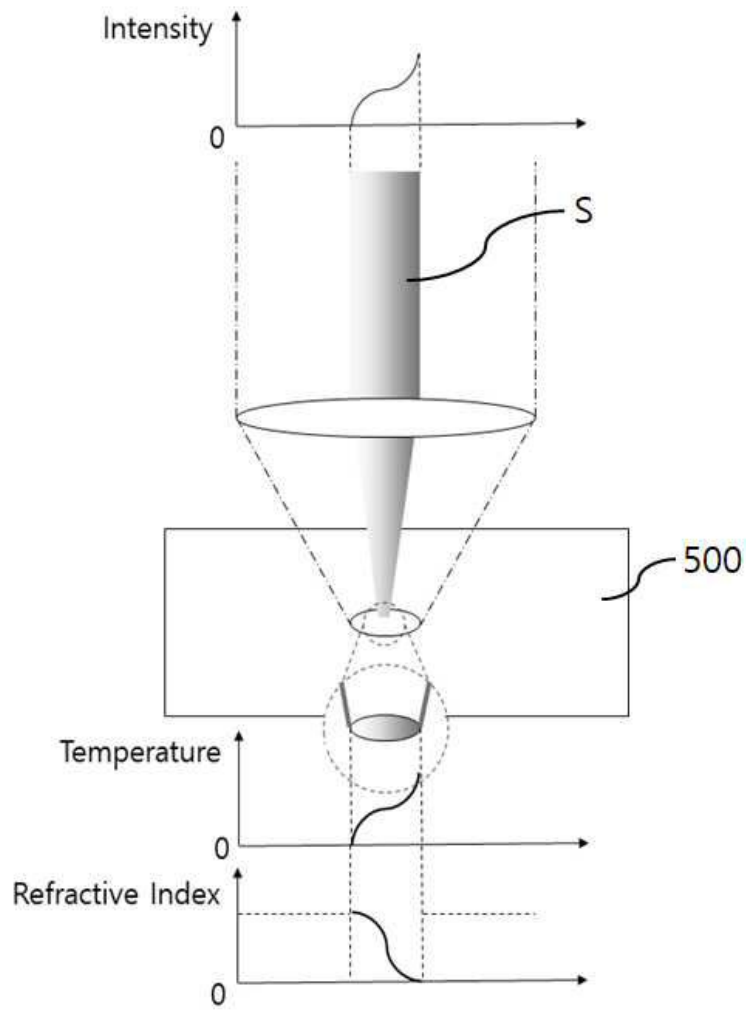
도면1



도면2a



도면2b



도면3

