(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0127562
(43) 공개일자 2011년11월25일

(51) Int. Cl.
G01N 21/27 (2006.01) *G01N 33/483* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0047137
(22) 출원일자 2010년05월19일
심사청구일자 2010년05월19일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교
연세대학교 산학협력단
서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교
(72) 발명자
조규만
서울특별시 강북구 수유동 530-1 현대빌라 4-201
박영규
인천광역시 남구 주안4동 1559-30 한미아파트 704호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이지연

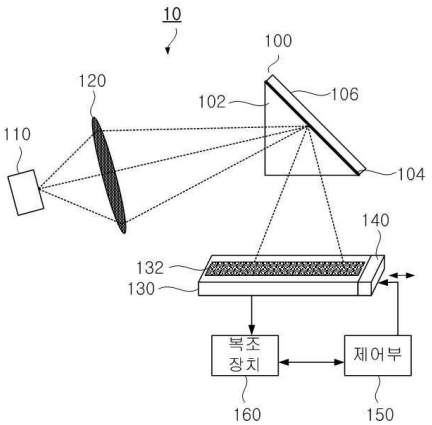
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템

(57) 요 약

본 발명은 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템에 관한 것이다. 바이오센서 측정 시스템은, 광을 제공하는 광원; 상기 광원으로부터 제공되어 입사된 입사광이 표면 플라즈몬 공명에 의해 다양한 반사 강도로 반사되는 바이오센서; 상기 광원과 상기 바이오 센서의 사이에 배치되어, 상기 광원으로부터 제공되는 광 상기 바이오센서로 집속시키는 렌즈부; 배열형태로 배치된 다수개의 픽셀들로 구성되어, 상기 바이오센서로부터 반사된 반사광들을 감지하는 어레이형 광검출부; 상기 어레이형 광검출부를 변조 주파수(ω)로 진동시키는 위치변조소자; 상기 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 단일의 픽셀로부터 측정신호를 수신하고, 수신된 측정신호를 변조 주파수(ω)를 이용하여 복조시켜 출력하는 복조 장치; 상기 위치 변조 소자, 어레이형 광검출부 및 복조 장치의 구동을 제어하여 시료의 변화에 따른 측정 신호를 실시간으로 제공하는 제어부; 를 구비하며, 상기 제어부는 초기에 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 하나의 픽셀을 기준 픽셀로 설정하고, 위치변조소자를 변조주파수로 구동시키면서 상기 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 제공하고, 복조 장치에 의해 실시간으로 복조된 측정 신호를 수신하여 출력한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

윤승현

서울특별시 성북구 길음3동 동부센트레빌아파트 113동 1504호

최희덕

인천광역시 남구 학익2동 신동아아파트 9동 503호

박준규

서울특별시 영등포구 신길1동 97-53 202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10816

부처명 서울특별시

연구관리전문기관

연구사업명 서울시 산학연 협력사업

연구과제명 나노 기술을 이용한 바이오 융합 산업 혁신 클러스터

기여율

주관기관 연세대학교 산학협력단

연구기간 2009년 08월 01일 ~ 2010년 07월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

광을 제공하는 광원;

상기 광원으로부터 제공되어 입사된 입사광이 표면 플라즈몬 공명에 의해 다양한 반사 강도로 반사되는 바이오센서;

상기 광원과 상기 바이오 센서의 사이에 배치되어, 상기 광원으로부터 제공되는 광 상기 바이오센서로 집속시키는 렌즈부;

배열형태로 배치된 다수개의 픽셀들로 구성되어, 상기 바이오센서로부터 반사된 반사광들을 감지하는 어레이형 광검출부;

상기 어레이형 광검출부를 변조 주파수(ω)로 진동시키는 위치변조소자;

상기 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 단일의 픽셀로부터 측정신호를 수신하고, 수신된 측정신호를 변조 주파수(ω)를 이용하여 복조시켜 출력하는 복조 장치;

상기 위치 변조 소자, 어레이형 광검출부 및 복조 장치의 구동을 제어하여 시료의 변화에 따른 측정 신호를 실시간으로 제공하는 제어부;

를 구비하며, 상기 제어부는 초기에 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 하나의 픽셀을 기준 픽셀로 설정하고, 위치변조소자를 변조주파수로 구동시키면서 상기 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 제공하고, 복조 장치에 의해 실시간으로 복조된 측정 신호를 수신하여 출력하는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제어부가 기준 픽셀을 설정하기 위하여,

위치변조소자를 OFF 시킨 상태에서 어레이형 광검출부의 모든 픽셀들로부터 측정 신호를 검출하고, 검출된 측정신호들을 이용하여 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 각도에 대응되는 픽셀을 추출하고, 상기 추출된 픽셀을 기준 픽셀로 설정하는 것으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 3

광을 제공하는 광원;

상기 광원으로부터 제공되어 입사된 입사광이 표면 플라즈몬 공명에 의해 다양한 반사 강도로 반사되는 바이오센서;

상기 광원과 상기 바이오 센서의 사이에 배치되어, 상기 광원으로부터 제공되는 광 상기 바이오센서로 집속시키는 렌즈부;

배열형태로 배치된 다수개의 픽셀들로 구성되어, 상기 바이오센서로부터 반사된 반사광들을 감지하는 어레이형 광검출부;

상기 광원의 광 강도를 변조 주파수(ω)에 따라 변화시키는 광세기 변조 소자;

상기 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 단일의 픽셀로부터 측정신호를 수신하고, 수신된 측정신호를 변조 주파수(ω)를 이용하여 복조시켜 출력하는 복조 장치;

상기 광세기 변조 소자, 어레이형 광검출부 및 복조 장치의 구동을 제어하여 시료의 변화에 따른 측정 신호를 실시간으로 제공하는 제어부;

를 구비하며, 상기 제어부는 초기에 어레이형 광검출부의 픽셀들중 하나의 픽셀을 기준 픽셀로 설정하고, 광원의 광 세기를 변조주파수로 변조시킴과 동시에 상기 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 제공하

고, 복조 장치에 의해 실시간으로 복조된 측정 신호를 수신하여 출력하는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제어부가 기준 픽셀을 설정하기 위하여,

광세기 변조소자를 OFF 시킨 상태에서 어레이형 광검출부의 모든 픽셀들로부터 측정 신호를 검출하고, 검출된 측정 신호들을 이용하여 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 각도에 대응되는 픽셀을 추출하고, 상기 추출된 픽셀을 기준 픽셀로 설정하는 것으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광원은 선형의 레이저 빔(beam)을 출력하는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복조 장치는 록인 앰프(Lock-In Amplifier)이며, 상기 제어부가 상기 복조 장치로 기준 주파수로 사용될 변조 주파수를 제공하는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 위치변조소자는 피에조 액츄에이터인 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 바이오센서는,

입사광을 수직으로 반사시켜 상기 어레이형 광검출부로 출사시키는 투명 재질의 본체부;

상기 본체부의 반사면에 장착되는 금속 박막;

측정하고자 하는 시료가 내부로 주입될 수 있으며, 상기 금속 박막의 일면에 장착된 시료 유동 채널;

을 구비하는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 바이오센서의 본체부는 삼각형 또는 반원형의 단면을 갖는 프리즘으로 구성되는 것을 특징으로 하는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 선형의 레이저빔을 이용하여 광원의 손실을 최소화시켜 검지율을 향상시킴과 동시에 단일의 픽셀만을 복조하면서도 해상도를 향상시킬 수 있는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오 센서 측정 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 표면 플라즈몬(Surface Plasmon)은 금속 박막 표면에서 일어나는 전자들의 집단적 진동(collective charge density oscillation)이며, 이에 의해 발생한 표면 플라즈몬 파는 금속과 유전체의 경계면을 따라 진행하는 표면 전자기파이다. 표면 플라즈몬의 여기(excitation)는 외부에서 서로 다른 유전함수를 갖는 두 매질 경계면, 즉 금속과 유전체의 경계면에 전기장을 인가하면 두 매질 경계면에서 전기장 수직 성분의 불연속성 때문에 표면

전하가 유도되고 이러한 표면 전하들의 진동이 표면 플라즈몬 파로 나타난다. 전술한 표면 플라즈몬 파는 자유 공간에서의 전자기파와는 달리 입사면에 평행하게 진동하는 파로서, p-polarization의 편광 성분을 가진다. 따라서 광학적인 방법으로 표면 플라즈몬을 여기시키려면 TM 편광된 전자기파에 의해서만 가능하다.

[0003] TM 편광된 입사파가 금속박막의 경계면에서 전반사되고 소산파는 경계면에서 금속박막 속으로 지수 함수적으로 감소되지만, 특정한 입사각과 박막의 두께에서는 경계면에 평행한 방향의 입사파와 표면 플라즈몬 파의 위상이 일치할 경우 공명이 일어난다. 이때, 입사파의 에너지는 모두 금속 박막에 흡수되어 반사파는 없어지고 경계면에 수직한 방향의 전기장의 분포는 지수 함수적으로 경계면에서 가장 크고 금속 박막 속으로 갈수록 급격히 감소하는 현상이 발생하게 되는데 이를 표면 플라즈몬 공명(Surface Plasmon Resonance ; 이하 'SPR'이라 한다)이라고 하며, 입사한 광의 반사도가 급격하게 감소하는 각도를 표면 플라즈몬 공명각이라고 한다.

[0004] 표면 플라즈몬 공명이 일어나는 공명각, 즉 반사광이 최소가 되는 각도는 금속 박막 표면층 유전체 질량이 증가하거나 구조가 변형되면 결과적으로 유효 굴절률(effective reactive index)이 변화하여 공명각이 달라지게 된다. 따라서, 이러한 물질의 변화를 광학적인 방법으로 계측할 수 있는 SPR의 원리를 이용하면 금속 박막 표면층의 적절한 화학적 변형을 통해 다양한 생화학 물질들 사이의 선택적 결합이나 분리와 같은 생화학적 반응을 공명각의 변화로 감지할 수 있기 때문에, SPR 센서는 고감도 생화학 센서로 활용되기도 한다.

[0005] 일반적으로 SPR 기반의 바이오 센서로는 투명한 프리즘에 금속필름을 50nm 정도 코팅한 후 금속필름위의 시료의 변화에 대응하는 유전율 또는 굴절률의 변화를 측정하는 방법으로 다수의 선행 기술들이 제안되었다.

[0006] 첫 번째 방법은 미국특허 제4,889,427호 등에 언급되어 있는 방식으로서 단일파장을 가진 광원의 입사광과 고정된 굴절률 n_0을 가진 프리즘을 이용하여 입사각 Θ를 변화시키면서 공명각 및 그의 변화를 측정하는 방식이다.

[0007] 또한, 두 번째 방법은 미국특허 제5,359,681호 등에 언급되어 있는 방식으로 백색광(white light) 등 다중파장을 광원으로 하고 입사각 Θ를 고정한 상태에서 공명조건에 따른 파장의 변화를 측정하는 방법이다.

[0008] 그리고 세 번째 방법은 미국특허 제4,844,613호 등에 언급되어 있는 방식으로 확장된(expanded) 단일파장의 광원을 이용하여 매질의 중심에 집속시키고, 포토다이오드 어레이(photodiode array, PDA) 등과 같은 다중 채널의 수광소자를 이용하여 회전 구동장치 없이 공명각을 측정하는 방법이다.

[0009] 전술한 바와 같이, 어레이 형태의 수광 소자를 사용하는 경우, 수광 소자를 구성하는 각 픽셀이 감지하는 광량이 매우 작게 되고, 그 결과 신호대잡음비(SNR)가 낮아지는 문제점이 있다. 또한, 이 경우 광원과 프리즘이 고정된 상태이므로, 큰 공명각의 변화를 감지하기 위하여 빛이 퍼지거나 집광되는 각도를 크게 해야 넓은 범위의 측정을 할 수 있게 된다. 넓은 범위의 측정을 위하여 어레이 형태의 수광 소자가 커져야 되고, 동일한 광세기로 넓은 각도로 분리해야 되므로 각 픽셀의 광량이 더욱 작아지게 되므로, SNR이 더욱 악화되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 어레이형 광검출소자를 사용하면서도 SNR을 향상시킬 수 있는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 광원의 빔의 손실을 최소화시키면서 검지율을 향상시킬 수 있는 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 제1 특징에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템은, 광을 제공하는 광원; 상기 광원으로부터 제공되어 입사된 입사광이 표면 플라즈몬 공명에 의해 다양한 반사 강도로 반사되는 바이오센서; 상기 광원과 상기 바이오 센서의 사이에 배치되어, 상기 광원으로부터 제공되는 광 상기 바이오센서로 집속시키는 렌즈부; 배열형태로 배치된 다수개의 픽셀들로 구성되어, 상기 바이오센서로부터 반사된 반사광들을 감지하는 어레이형 광검출부; 상기 어레이형 광검출부를 변조 주파수(ω)로 진동시키는 위치변조소자; 상기 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 단일의 픽셀로부터 측정신호를 수신하고, 수신된 측

정신호를 변조 주파수(ω)를 이용하여 복조시켜 출력하는 복조 장치; 상기 위치 변조 소자, 어레이형 광검출부 및 복조 장치의 구동을 제어하여 시료의 변화에 따른 측정 신호를 실시간으로 제공하는 제어부; 를 구비하며, 상기 제어부는 초기에 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 하나의 픽셀을 기준 픽셀로 설정하고, 위치변조소자를 변조주파수로 구동시키면서 상기 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 제공하고, 복조 장치에 의해 실시간으로 복조된 측정 신호를 수신하여 출력한다.

[0013] 제1 특징에 따른 바이오센서 측정 시스템에 있어서, 상기 제어부가 기준 픽셀을 설정하기 위하여, 위치변조소자를 OFF 시킨 상태에서 어레이형 광검출부의 모든 픽셀들로부터 측정 신호를 검출하고, 검출된 측정 신호들을 이용하여 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 입사각에 대응되는 픽셀을 추출하고, 상기 추출된 픽셀을 기준 픽셀로 설정하는 것이 바람직하다.

[0014] 본 발명의 제2 특징에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템은, 광을 제공하는 광원; 상기 광원으로부터 제공되어 입사된 입사광이 표면 플라즈몬 공명에 의해 다양한 반사 강도로 반사되는 바이오센서; 상기 광원과 상기 바이오 센서의 사이에 배치되어, 상기 광원으로부터 제공되는 광 상기 바이오센서로 집속시키는 렌즈부; 배열형태로 배치된 다수개의 픽셀들로 구성되어, 상기 바이오센서로부터 반사된 반사광들을 감지하는 어레이형 광검출부; 상기 광원의 광 강도를 변조 주파수(ω)에 따라 변화시키는 광세기 변조 소자; 상기 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 단일의 픽셀로부터 측정신호를 수신하고, 수신된 측정신호를 변조 주파수(ω)를 이용하여 복조시켜 출력하는 복조 장치; 상기 광세기 변조 소자, 어레이형 광검출부 및 복조 장치의 구동을 제어하여 시료의 변화에 따른 측정 신호를 실시간으로 제공하는 제어부; 를 구비하며, 상기 제어부는 초기에 어레이형 광검출부의 픽셀들중 하나의 픽셀을 기준 픽셀로 설정하고, 광원의 광 세기를 변조주파수로 변조시킴과 동시에 상기 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 제공하고, 복조 장치에 의해 실시간으로 복조된 측정 신호를 수신하여 출력한다.

[0015] 제2 특징에 따른 바이오센서 측정 시스템에 있어서, 상기 제어부가 기준 픽셀을 설정하기 위하여, 광세기 변조 소자를 OFF 시킨 상태에서 어레이형 광검출부의 모든 픽셀들로부터 측정 신호를 검출하고, 검출된 측정 신호들을 이용하여 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 입사각에 대응되는 픽셀을 추출하고, 상기 추출된 픽셀을 기준 픽셀로 설정하는 것이 바람직하다.

[0016] 제1 및 제2 특징에 따른 바이오센서 측정 시스템에 있어서, 상기 광원은 선형의 레이저 빔(beam)을 출력하는 것이 바람직하다.

[0017] 제1 및 제2 특징에 따른 바이오센서 측정 시스템에 있어서, 상기 복조 장치는 록인 앰프(Lock-In Amplifier)이며, 상기 제어부가 상기 복조 장치로 기준 주파수로 사용될 변조 주파수를 제공하는 것이 바람직하다.

[0018] 제1 특징에 따른 바이오센서 측정 시스템에 있어서, 상기 위치변조소자는 피에조 액츄에이터인 것이 바람직하다.

[0019] 제1 및 제2 특징에 따른 바이오센서 측정 시스템에 있어서, 상기 바이오센서는, 입사광을 수직으로 반사시켜 상기 어레이형 광검출부로 출사시키는 투명 재질의 본체부; 상기 본체부의 반사면에 장착되는 금속 박막; 측정하고자 하는 시료가 내부로 주입될 수 있으며, 상기 금속 박막의 일면에 장착된 시료 유동 채널; 을 구비하고, 상기 바이오센서의 본체부는 삼각형 또는 반원형의 단면을 갖는 프리즘으로 구성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따른 바이오센서 측정 시스템은 어레이형 광검출부를 사용하면서 어레이형 광검출부를 움직이거나 광원의 출력 광의 세기를 변화시켜 측정 신호를 변조시킨 후 복조함으로써, 측정신호의 SNR을 향상시킬 수 있다.

[0021] 본 발명에 따른 바이오센서 측정 시스템은 어레이형 광검출부를 구성하는 광검출소자 중 반사율의 변화 기울기가 가장 큰 광검출소자를 추출하고, 추출된 광검출소자로부터 출력되는 측정 신호만을 복조시키게 된다. 그 결과, 모든 광검출소자로부터 출력되는 모든 측정 신호를 복조시키는 것이 아니라, 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 입사각에 대응되는 픽셀의 측정 신호만을 복조함으로써, 신호 처리를 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 상대적으로 SNR을 향상시킬 수 있게 된다.

[0022] 도 5는 표면 플라즈몬 공명에 의하여 반사율의 변화를 설명하기 위하여 입사각에 대한 반사율을 도시한 그래프이다. 도 5를 참조하면, 공명각('a')에서의 반사율 변화는 다른 입사각들에 비하여 매우 작으며, 입사각('b')에서의 반사율 변화 기울기는 매우 크다. 기울기가 큰 입사각('b')에서의 신호 변화는 매우 크게 나타나게 된다. 따라서, 반사율 변화의 기울기가 큰 입사각('b')에 대응되는 픽셀로부터 출력되는 측정 신호는 다른 입사각에

대응되는 픽셀들로부터 출력되는 측정신호들보다 상대적으로 SNR이 향상된다.

[0023] 도 6은 원형의 레이저빔과 선형의 레이저빔을 사용하는 경우를 설명하기 위하여 도시한 그림이다. 도 6의 (b)와 같이, 본 발명에 따른 바이오센서 측정 시스템은 선형의 레이저빔을 제공하는 광원을 사용함으로써, 선형의 레이저빔이 바이오센서에서 반사되어 어레이형 광검출부로 진행한다. 도 6의 (a)와 같이 원형의 레이저빔을 사용하는 경우, 선형의 어레이형 광검출부에서 빔의 손실이 발생하게 된다. 하지만, 도 6의 (b)와 같이, 선형의 레이저빔을 사용하는 경우 어레이형 광검출부에서의 빔의 손실을 최소화시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.

도 2는 광원으로부터 출력되는 선형의 레이저빔을 예시적으로 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 바이오센서 측정 장치의 동작을 순차적으로 설명하는 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다.

도 5는 표면 플라즈몬 공명에 의하여 반사율이 변화되는 것을 설명하기 위하여 도시한 입사각에 대한 반사율을 도시한 그래프이다.

도 6은 원형의 레이저빔과 선형의 레이저빔을 사용하는 경우의 빔 손실을 설명하기 위하여 도시한 그림이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 제1 실시예

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 장치의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 바이오센서 측정 장치(10)는 바이오센서(100), 광원(110), 렌즈부(120), 어레이형 광검출부(130), 위치변조소자(140), 제어부(150) 및 복조 장치(160)를 구비한다.

[0028] 상기 바이오센서(100)는 본체부(102), 금속 박막(104) 및 시료 유동 채널(106)을 구비한다. 상기 바이오센서의 본체부(102)는 투명 매질의 프리즘이나 회절 격자 등이 채용될 수 있다. 상기 본체부로 채용되는 프리즘은 굴절률이 높은 투명 매질로 구성되고, 그 단면이 삼각형이나 반원형의 형태로 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 본체부는 입사면, 반사면, 출사면을 구비하며, 광원으로부터 제공된 광이 입사면으로 입사하여 반사면에서 수직으로 반사되어 출사면을 통해 어레이형 광검출부(130)로 진행한다. 상기 금속 박막(104)은 금(Au) 또는 은(Ag) 등의 금속으로 구성되며, 상기 본체부의 반사면에 장착된다. 상기 시료 유동 채널(106)은 시료가 주입되어 유동하는 채널로서, 주입될 시료에 해당하는 생체 물질과 항원 및 항체 반응으로 결합되는 반응체가 시료 유동 채널의 내부에 고정 장착될 수 있다. 상기 시료 유동 채널은 상기 금속 박막의 일면에 장착된다.

[0029] 전술한 구조를 갖는 바이오센서는 시료주입채널에 주입된 시료들에 따라 금속 박막에 발생된 표면 플라즈몬에 의한 반사 강도 및 공명각이 변화하게 되고, 이러한 변화를 어레이형 광검출부(130)를 통해 검출하게 된다.

[0030] 상기 광원(110)은 바이오센서로 제공할 광을 출력한다. 본 발명에 따른 바이오센서 측정 시스템은 광의 손실을 최소화시키기 위하여 선형의 레이저빔을 출력하는 광원을 사용하는 것이 바람직하다. 도 2는 광원으로부터 출력되는 선형의 레이저빔을 예시적으로 도시한 것이다. 선형의 레이저빔을 출력하는 광원은 기존의 광원의 전면에 포커싱 렌즈와 중심 영역에 선형의 개구부(aperture)을 갖는 광학 렌즈를 적절하게 배치함으로써 구현할 수 있다.

[0031] 상기 렌즈부(120)는 볼록렌즈 등으로 구성되며 광원과 바이오센서의 사이에 배치되어, 상기 광원으로부터 제공되는 광을 바이오센서의 본체부로 집속시킨다.

[0032] 상기 어레이형 광검출부(130)는 다수 개의 픽셀들이 배열 형태로 배치되며, 각 픽셀은 포토다이오드, 광증폭기, CCD와 같은 촬상 소자 등이 사용될 수 있다.

[0033] 상기 복조 장치(150)는 상기 어레이형 광검출부의 픽셀들 중 단일의 픽셀로부터 측정 신호를 입력받고, 입력된 측정 신호를 기준 주파수인 변조 주파수(ω)로 복조하여 출력하게 된다. 상기 복조 장치(150)는 록인앰프(Lock-In Amplifier) 등으로 구성될 수 있다.

[0034] 상기 위치변조소자(140)는 상기 어레이형 광검출부에 결합되어 어레이형 광검출부를 길이방향을 따라 좌우로 이동시키는 소자로서, 피에조 액츄에이터 등으로 구성될 수 있다. 상기 위치변조소자는 상기 제어부(150)로부터 제공되는 구동 신호에 따라 변조 주파수(ω)로 어레이형 광검출부를 진동시키게 된다. 상기 제어부는 상기 위치변조소자 및 복조 장치로 동일한 변조주파수(ω)에 대한 정보를 제공한다.

[0035] 상기 제어부(150)는 위치변조소자(140), 어레이형 광검출부(130) 및 복조 장치(150)의 동작을 제어한다. 상기 제어부는 상기 위치변조소자(140)의 ON/OFF를 제어하거나, 위치변조소자를 변조주파수(ω)에 따라 구동시키기 위한 구동 신호를 위치변조소자로 제공한다. 또한, 상기 제어부는 어레이형 광검출부 및 복조 장치의 동작을 제어하여, 상기 어레이형 광검출부들로부터 출력되는 측정신호들을 이용하여 실시간으로 반응하는 시료의 변화를 확인할 수 있도록 한다.

[0036] 이하, 도 3을 참조하여 상기 제어부(150)의 동작을 구체적으로 설명한다. 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 바이오센서 측정 장치의 동작을 순차적으로 설명하는 흐름도이다. 도 3을 참조하면, 바이오센서 측정 장치는 초기에 위치변조소자를 OFF 시키고(단계 300), 어레이형 광검출부가 고정된 상태에서 어레이형 광검출부의 모든 픽셀들로부터 측정 신호를 수신하고, 수신된 측정 신호들을 분석하여 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 입사각에 대응되는 픽셀을 선택하여 기준 픽셀로 설정한다(단계 310). 다음, 위치변조소자를 ON시켜 사전에 설정된 변조주파수(ω)에 따라 구동시킨다(단계 320). 어레이형 광검출부가 변조주파수에 따라 진동됨과 동시에, 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 전송한다(단계 330). 복조 장치는 변조 주파수를 이용하여 측정 신호를 복조시켜 제어부로 제공한다(단계 340). 이러한 과정을 통해, 복조된 측정 신호의 변화를 관찰하여, 시료의 반응에 따른 신호의 변화를 실시간으로 확인할 수 있게 된다.

[0037] 제2 실시예

[0038] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 표면 플라즈몬 공명을 이용한 바이오센서 측정 시스템을 개략적으로 도시한 구성도이다. 이하, 도 4를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 바이오센서 측정 시스템의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 바이오센서 측정 시스템(40)은 바이오센서(400), 광원(410), 렌즈부(420), 어레이형 광검출부(430), 광세기 변조소자(440), 제어부(450) 및 복조 장치(460)를 구비한다. 제2 실시예에 따른 바이오센서, 광원, 렌즈부, 어레이형 광검출부 및 복조 장치는 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다.

[0039] 본 실시예에 따른 바이오센서 측정 시스템은 광세기 변조 소자(440)를 사용하여 광원으로부터 출력되는 광의 세기를 변조주파수(ω)에 따라 변조시키는 것을 특징으로 한다. 상기 제어부(450)는 광세기 변조 소자(440)를 제어하여 광원으로부터 출력되는 광의 세기가 변조주파수로 변조되도록 한다. 상기 광세기 변조 소자는 제어부로부터 제공되는 변조주파수에 따라 광원의 전원의 세기를 조절함으로써, 광원의 출력 광의 세기를 변조시키게 된다.

[0040] 이하, 제어부(450)의 동작을 순차적으로 설명한다. 상기 제어부(450)는 초기에 광원의 출력 광의 세기가 변조되지 않은 상태에서 어레이형 광검출부의 모든 픽셀들로부터 출력되는 측정 신호를 검출한다. 검출된 측정 신호들을 이용하여, 반사율 변화의 기울기가 가장 큰 입사각에 대응되는 픽셀을 추출한다. 추출된 픽셀을 기준 픽셀로 설정한다. 다음, 광세기 변조 소자를 구동하여 광원의 출력 광세기를 변조 주파수로 변조시킨다. 광 세기를 변조시키면서, 기준 픽셀로부터 출력되는 측정 신호를 복조 장치로 제공하여 변조주파수로 복조시킨다. 상기 제어부는 상기 복조된 측정 신호들을 실시간으로 출력한다. 그 결과, 본 발명에 따른 바이오센서 측정 시스템은 바이오센서의 시료유동채널에 주입된 시료의 변화를 실시간으로 확인할 수 있게 된다.

[0041] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0042] 본 발명에 따른 바이오센서 측정 시스템은 바이오센서에 주입되는 다양한 종류의 생체 물질들을 표면 플라즈몬 공명을 이용하여 정확하게 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 바이오센서에 주입되는 생체 물질 등의 시료의 반응상태 및 변화상태를 실시간으로 확인할 수 있게 된다.

부호의 설명

[0043] 10, 40 : 바이오센서 측정 장치

100, 400 : 바이오센서

110, 410 : 광원

120, 420 : 렌즈부

130, 430 : 어레이형 광검출부

140 : 위치변조소자

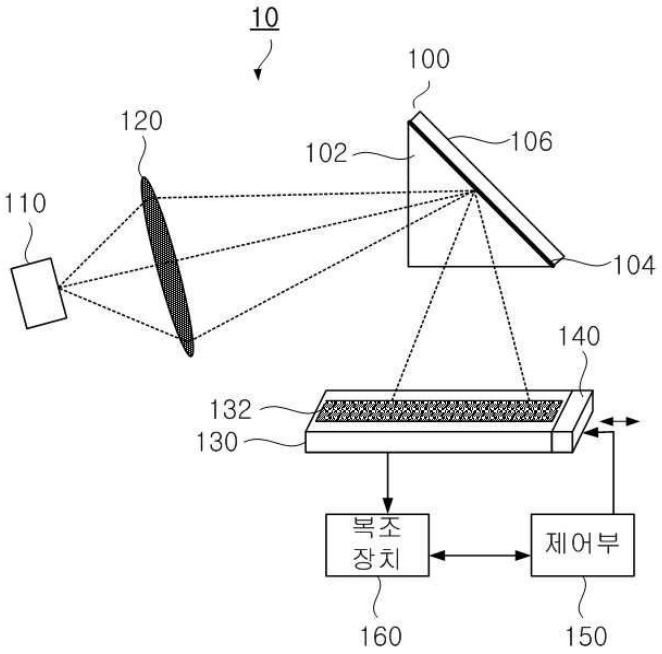
150, 450 : 제어부

160, 460 : 복조 장치

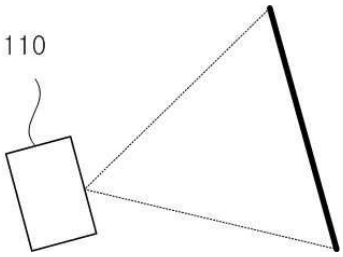
440 : 광세기 변조 소자

도면

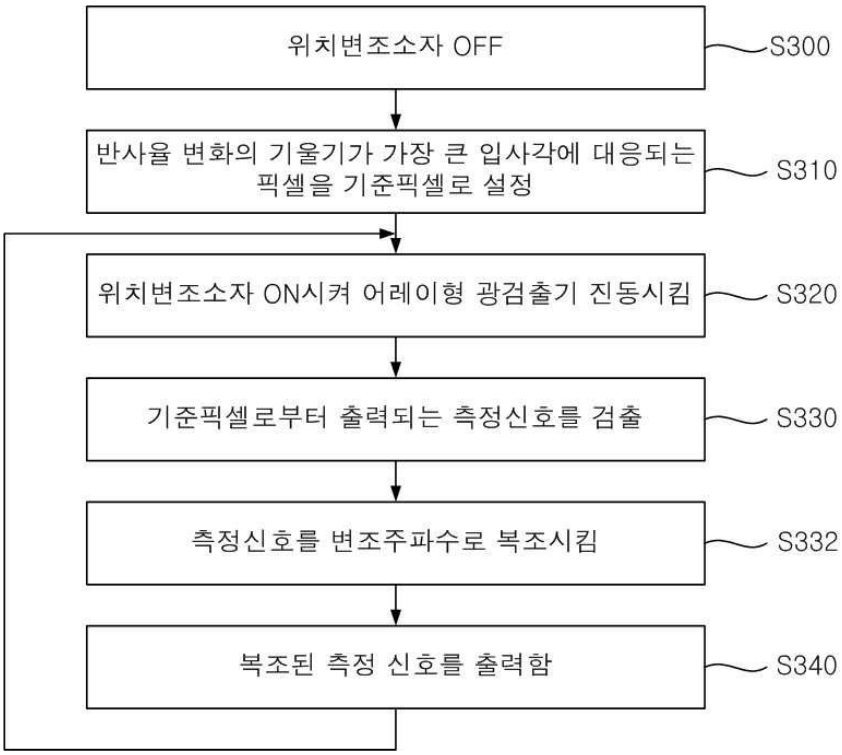
도면1



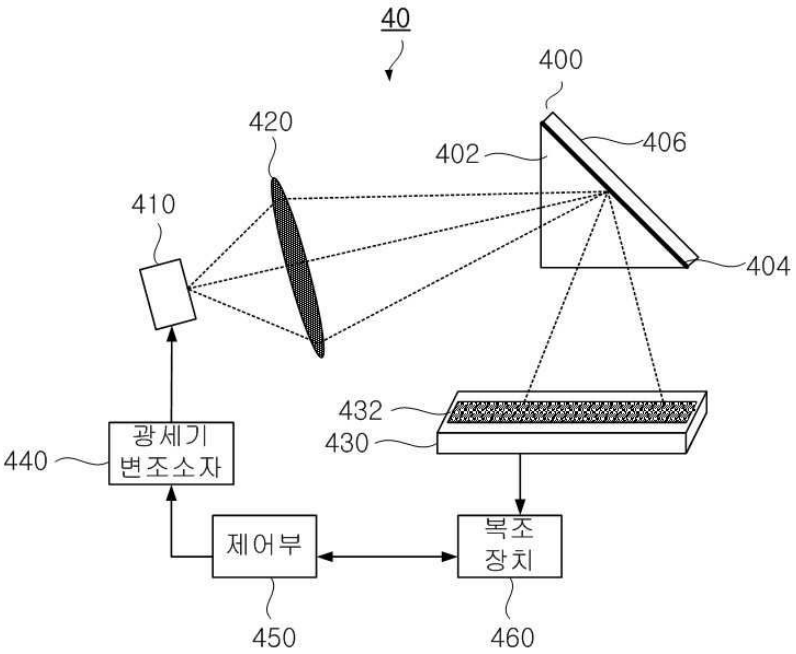
도면2


110

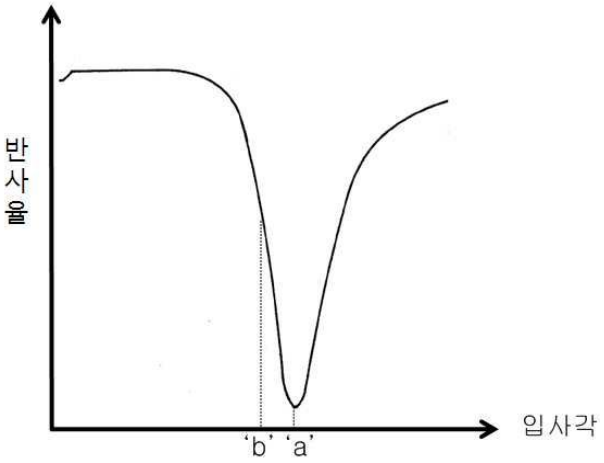
도면3


위치변조소자 OFF
S300
반사율 변화의 기울기가 가장 큰 입사각에 대응되는 픽셀을 기준픽셀로 설정
S310
위치변조소자 ON시켜 어레이형 광검출기 진동시킴
S320
기준픽셀로부터 출력되는 측정신호를 검출
S330
측정신호를 변조주파수로 복조시킴
S332
복조된 측정 신호를 출력함
S340

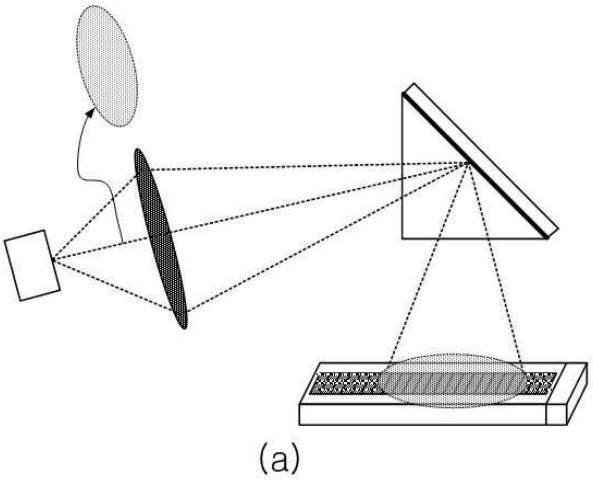
도면4


40
400
420
402
406
410
404
432
430
광세기
변조소자
440
제어부
복조
장치
450
460

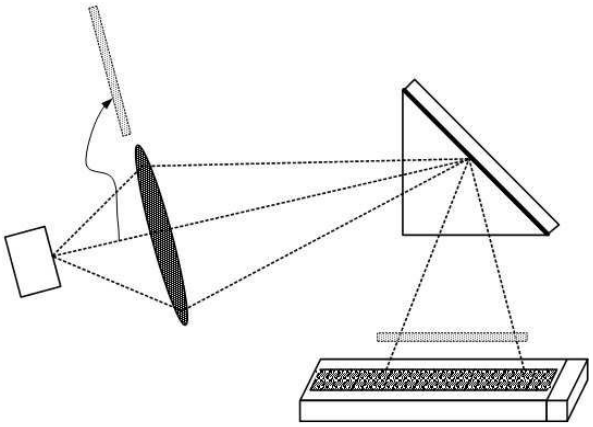
도면5


반사율
입사각
'b'
'a'

도면6



(a)



(b)