



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0131525
(43) 공개일자 2012년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 9/02 (2006.01) G01N 21/45 (2006.01)
G01N 29/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0049744
(22) 출원일자 2011년05월25일
심사청구일자 2011년05월25일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
조규만
서울특별시 강북구 인수봉로79길 93, 현대빌라 4-201 (수유동)
박영규
인천광역시 남구 문화로 23, 삼환2차아파트 201동 408호 (관교동)
최희덕
인천광역시 남구 학익2동 신동아아파트 9동 503호
(74) 대리인
이지연

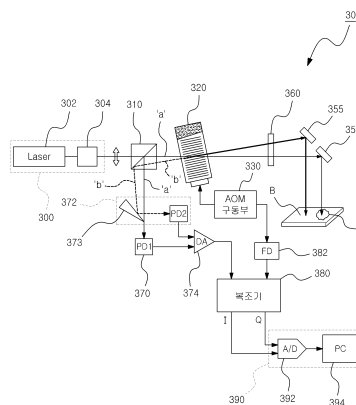
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃 센서

(57) 요약

본 발명은 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 관한 것이다. 본 발명에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃 센서는 광원; 편광빔스플리터(PBS); 입사되는 빔살을 제1 빔살과 제2 빔살로 나누고, 제1 빔살과 제2 빔살을 일정 각도로 분리하여 출력하는 음향 광 변조기(AOM); 변조 주파수(f_{RF})에 따라 AOM을 구동시키는 AOM 구동부; 샘플 스테이지; 상기 제1 및 제2 빔살의 경로를 각각 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준영역으로 제공하고, 상기 샘플영역 및 기준영역로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각의 입사 경로를 따라 다시 진행하도록 하여 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 빔살 경로 유도부; 사분파장 위상지연판(QWP); 상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 진행하는 신호빔과 기준빔의 간섭 신호를 검출하여 출력하는 광검출소자; 상기 AOM 구동부로부터 변조주파수에 대한 정보를 제공받고, 상기 변조주파수를 이용하여 상기 광검출소자로부터 제공되는 간섭 신호를 복조하여 출력하는 복조기;를 구비한다. 본 발명에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 동일한 경로를 갖는 신호빔 및 기준빔을 이용함으로써, 외부환경 변화에 둔감하여 정확한 측정이 가능하게 된다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

빛살을 제공하는 광원;

상기 광원으로부터 제공되는 빛살을 편광 상태에 따라 투과시키거나 반사시키는 편광빔스플리터(PBS);

상기 PBS로부터 제공되는 빛살을 제1 빛살과 제2 빛살로 나누고, 제1 빛살과 제2 빛살을 일정 각도로 분리하여 출력하는 음향 광 변조기(AOM);

변조 주파수(f_{RF})에 따라 상기 AOM을 구동시키는 AOM 구동부;

측정하고자 하는 샘플이 놓여지는 샘플 영역과 샘플이 놓여지지 않은 기준 영역을 구비하는 샘플 스테이지;

상기 AOM으로부터 제공되는 제1 빛살과 제2 빛살의 진행 경로에 배치되고, 상기 제1 및 제2 빛살의 경로를 각각 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준영역으로 제공하고, 상기 샘플영역 및 기준영역로부터 되반사되는 제1 빛살 및 제2 빛살을 각각의 입사 경로를 따라 다시 진행하도록 하여 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 빛살 경로 유도부;

상기 AOM과 상기 빛살 경로 유도부 사이에 배치되고, 입사된 빛살들을 원형 편광으로 변환시켜 출력하는 사분파장 위상지연판(QWP);

상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 진행하는 신호빔과 기준빔의 간섭 신호를 검출하여 출력하는 광 검출소자;

상기 AOM 구동부로부터 변조주파수에 대한 정보를 제공받고, 상기 변조주파수를 이용하여 상기 광검출소자로부터 제공되는 간섭 신호를 복조하여 출력하는 복조기;

상기 복조기에 의해 출력된 신호를 이용하여 샘플에 대한 정보를 검출하는 제어부;

를 구비하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 빛살 경로 유도부는

상기 AOM으로부터 출력된 제1 빛살이 진행하는 경로상에 배치되어, 제1 빛살을 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역으로 제공하고, 상기 샘플로부터 되반사되는 제1 빛살을 상기 제1 빛살의 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 신호빔(Signal beam)을 제공하는 제1 거울; 및

상기 AOM으로부터 출력된 제2 빛살이 진행하는 경로상에 고정되어 배치되며, 제2 빛살을 제1 빛살과 평행하게 상기 샘플 스테이지의 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제2 빛살을 상기 제2 빛살의 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 기준빔(Reference beam)을 제공하는 제2 거울;

로 구비되는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 빛살 경로 유도부는

상기 AOM으로부터 일정 각도로 분리되어 출력된 제1 빛살 및 제2 빛살이 진행하는 경로상에 배치되어, 상기 제1 빛살 및 제2 빛살을 평행하게 투과시켜 각각 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제1 빛살 및 제2 빛살을 각각 입사 경로를 따라 다시 투과시켜 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 시준렌즈(collimating lens);

로 구비되는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 빔살 경로 유도부는

상기 AOM으로부터 일정 각도로 분리되어 출력된 제1 빔살 및 제2 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 투과시켜 각각 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각 입사 경로를 따라 다시 투과시켜 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 루프 프리즘(Roof prisms);

으로 구비되는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 빔살 경로 유도부는

상기 AOM으로부터 일정 각도로 분리되어 출력된 제1 빔살 및 제2 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 반사시켜 각각 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 포물면거울(parabolic mirror);

로 구비되는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광검출소자는

상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 제1 경로를 따라 진행하는 빔살들에 대한 제1 간섭 신호를 검출하여 출력하는 제1 광검출소자로 구비되는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 7

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광검출소자는

상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 제1 경로를 따라 진행하는 빔살들에 대한 제1 간섭신호를 검출하여 출력하는 제1 광검출소자; 및

상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 제2 경로를 따라 진행하는 빔살들에 대한 제2 간섭신호를 검출하여 출력하는 제2 광검출소자;

로 구비되며,

상기 바이오칩 리드아웃센서는 제1 광검출소자 및 제2 광검출소자로부터 제1 간섭신호 및 제2 간섭신호의 차이값을 상기 복조기로 출력하는 차동증폭기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 8

제 2항에 있어서, 상기 바이오칩 리드아웃센서는

제1 거울에 연결되며, 제1 거울을 제1 빔살의 입사 방향을 따라 수평하게 이동시키는 거울 구동부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 광원은

레이저; 및

상기 레이저로부터 출력된 광을 P파로 정렬하여 출력하는 광 분리기(Optical Isolator);

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 AOM으로부터 출력되는 제1 빔살 및 제2 빔살 중 하나는 변조 주파수(f_{RF})에 의해 변조된 1차(First-order) 빔살이며, 다른 하나는 변조되지 않은 영차(Zero-order) 빔살인 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

청구항 11

제 1항에 있어서,

상기 바이오칩 리드아웃센서는 주파수 체배기를 더 구비하고, 상기 주파수 체배기는 AOM 구동부로부터 제공되는 변조 주파수를 2배의 주파수로 변환하여 복조기로 출력하는 것을 특징으로 하는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃 센서로서, 더욱 구체적으로는 더블 패스 음향-광 변조기를 이용하여 기준빔과 신호빔을 동일한 경로로 제공함으로써, 복잡한 광학계의 구성없이도 외부 환경 변화에 둔감하여 정확한 측정이 가능한 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 음향-광 변조기(Acousto-Optic Modulator; 이하 'AOM'이라 한다)는 이산화텔루르나 수정 단결정 등에 초음파를 전 반사시킴으로써, 그 결정내에 주기적으로 굴절 구조를 만드는 소자이다. 이것이 회절 격자의 역할을 하게 되어, 레이저광이 입사되면 굴절 비율 주기에 따라 회절하여 출력되는 특성을 갖는다. 도 1은 일반적인 음향-광 변조기의 동작을 설명하기 위하여 도시한 그림이다. 도 1에 도시된 바와 같이, AOM으로 입사된 빔살(Incident Beam)은 주파수의 변조없는 영차 빔살(Zero-Order Beam), 변조 주파수에 의해 변조된 1차 빔살(First-Order Beam)로 나뉘며, 이들 빔살들은 일정 각도로 분리되어 출력된다.

[0003] 단일의 AOM을 사용하여 간섭계를 구성하는 경우, 이를 복조하기 위하여 고속이면서도 고가의 A/D 컨버터 및 복조기가 필요하다. 따라서, 일반적으로 2개의 AOM을 사용하여 비트 주파수(beat frequency)를 수 kHz로 사용한다. 이와 같이 2개의 AOM을 사용하는 경우 빔 정렬이 어려워질 뿐만 아니라 제작 비용이 증가하는 문제가 있다.

[0004] 한편, 단일의 AOM을 사용하여 간섭계를 구성하는 경우, 빔을 나눈 뒤 다시 합치기 위하여 많은 광학 소자들이 필요하기 때문에 전체 시스템이 복잡해지고 빔정렬이 어려워지며, 그 결과 노이즈가 증가되는 문제점이 발생한다.

[0005] 또한, AOM의 고유 특징으로 AOM의 주파수를 변조할 경우, AOM에서 deflection된 빔의 위치 및 각도가 변하게 되는 문제점이 있다. 또한, AOM으로 입력되는 빔의 파장이 여러 파장이거나 파장이 변하게 되는 경우, deflection 각도가 파장에 따라 달라지므로 다파장 간섭계에서 응용이 어려워지는 문제점이 발생한다.

[0006] 도 2는 종래의 AOM을 이용한 헤테로다인 간섭계를 도시한 것이다. 도 2에 도시된 헤테로다인 간섭계는 K. Kokkonen, 등에 의해 "Scanning heterodyne laser interferometer for phase-sensitive absolute-amplitude measurements of surface vibrations"의 제목으로 제안된 것이다. 도 2의 헤테로다인 간섭계는 AOM에서 나온 빔을 모두 사용하는 Single-Pass 간섭계로서, 추후 두 빔살을 다시 합치기 위하여 3개의 거울 및 PBS가 사용되었으며, 간섭을 시키기 위하여 Polarizer를 사용하고 있다. 또한, AOM에서 나온 빔살의 각도가 수 밀리라디안 정도이므로 중앙에 PBS를 놓기 위해서 상당한 거리를 이격시켜 배치하여야 된다. 전술한 종래의 Single-Pass 헤테로다인 간섭계는 AOM을 통과한 빔살들을 합치기 위하여 다수 개의 광학 소자들을 사용하여야 되므로 그 구조가 복잡할 뿐만 아니라 빔정렬이 용이하지 않은 문제점이 발생한다.

[0007] 특히, 도 2의 헤테로다인 간섭계를 이용하여 바이오칩 리드아웃센서를 구성하는 경우, AOM을 이용하여 분리된 기준빔과 신호빔의 경로가 다르기 때문에, 외부 환경의 변화가 발생했을 경우, 노이즈에 대한 요소를 제거할 수 없어 정확한 측정이 어렵다. 또한, 종래에는 다수 개의 바이오 샘플을 측정하기 위해서는 바이오 샘플이 놓여지

는 스테이지를 이동시켜야 하는데, 스테이지를 직접 이동하는 경우, 스테이지의 미세진동과 같은 변화 요인들이 측정신호에 더해지기 때문에 정확한 측정이 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 더블 패스 음향-광 변조기를 이용하여 기준빔과 신호빔을 동일한 경로로 제공함으로써, 복잡한 광학계의 구성없이도 외부 환경 변화에 둔감하여 정확한 측정이 가능한 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서를 제공하고자 하는 것이다.
- [0009] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, 이동가능한 거울을 신호빔 경로 중에 배치시킴으로써, 거울의 미세한 이동을 이용해 다수 개의 샘플을 용이하면서 정확하게 측정할 수 있는 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 빔살을 제공하는 광원; 상기 광원으로부터 제공되는 빔살을 편광 상태에 따라 투과시키거나 반사시키는 편광빔스플리터(PBS); 상기 PBS로부터 제공되는 빔살을 제1 빔살과 제2 빔살로 나누고, 제1 빔살과 제2 빔살을 일정 각도로 분리하여 출력하는 음향 광 변조기(AOM); 변조 주파수(f_{RF})에 따라 상기 AOM을 구동시키는 AOM 구동부; 측정하고자 하는 샘플이 놓여지는 샘플 영역과 샘플이 놓여지지 않은 기준 영역을 구비하는 샘플 스테이지; 상기 AOM으로부터 제공되는 제1 빔살과 제2 빔살의 진행 경로에 배치되고, 상기 제1 및 제2 빔살의 경로를 각각 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준영역으로 제공하고, 상기 샘플영역 및 기준영역로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각의 입사 경로를 따라 다시 진행하도록 하여 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 빔살 경로 유도부; 상기 AOM과 빔살 경로 유도부 사이에 배치되고, 입사된 빔살들을 원형 편광으로 변환시켜 출력하는 사분광장 위상 지연판(QWP); 상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 진행하는 신호빔과 기준빔의 간섭 신호를 검출하여 출력하는 광검출소자; 상기 AOM 구동부로부터 변조주파수에 대한 정보를 제공받고, 상기 변조주파수를 이용하여 상기 광검출소자로부터 제공되는 간섭 신호를 복조하여 출력하는 복조기; 상기 복조기에 의해 출력된 신호를 이용하여 샘플에 대한 정보를 검출하는 제어부;를 구비한다.
- [0011] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 빔살 경로 유도부는 상기 AOM으로부터 출력된 제1 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 제1 빔살을 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역으로 제공하고, 상기 샘플로부터 되반사되는 제1 빔살을 상기 제1 빔살의 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 신호빔(Signal beam)을 제공하는 제1 거울; 및 상기 AOM으로부터 출력된 제2 빔살이 진행하는 경로상에 고정되어 배치되며, 제2 빔살을 제1 빔살과 평행하게 상기 샘플 스테이지의 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제2 빔살을 상기 제2 빔살의 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 기준빔(Reference beam)을 제공하는 제2 거울;로 구비되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0012] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 빔살 경로 유도부는 상기 AOM으로부터 일정 각도로 분리되어 출력된 제1 빔살 및 제2 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 투과시켜 각각 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각 입사 경로를 따라 다시 투과시켜 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 시준렌즈(collimating lens);로 구비되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0013] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 빔살 경로 유도부는 상기 AOM으로부터 일정 각도로 분리되어 출력된 제1 빔살 및 제2 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 투과시켜 각각 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각 입사 경로를 따라 다시 투과시켜 신호빔(Signal beam) 및 기준빔(Reference beam)을 제공하는 루프 프리즘(Roof prisms);으로 구비되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0014] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 빔살 경로 유도부는 상기 AOM으로부터 일정 각도로 분리되어 출력된 제1 빔살 및 제2 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 반사시켜 각각 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역 및 기준 영역으로 제공하고, 상기 샘플 스테이지로부터 되반사되는 제1 빔살 및 제2 빔살을 각각 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 신호빔(Signal beam) 및 기준빔

(Reference beam)을 제공하는 포물면거울(parabolic mirror);로 구비되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

- [0015] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 광검출소자는 상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 제1 경로를 따라 진행하는 빛살들에 대한 제1 간섭 신호를 검출하여 출력하는 제1 광검출소자로 구비되는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0016] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 광검출소자는 상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 제1 경로를 따라 진행하는 빛살들에 대한 제1 간섭신호를 검출하여 출력하는 제1 광검출소자; 및 상기 AOM으로부터 출력된 후 PBS에서 반사되어 제2 경로를 따라 진행하는 빛살들에 대한 제2 간섭신호를 검출하여 출력하는 제2 광검출소자;로 구비되며, 상기 바이오칩 리드아웃센서는 제1 광검출소자 및 제2 광검출소자로부터 제1 간섭신호 및 제2 간섭신호의 차이값을 상기 복조기로 출력하는 차동증폭기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0017] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 바이오칩 리드아웃센서는 제1 거울에 연결되며, 제1 거울을 제1 빛살의 입사 방향을 따라 수평하게 이동시키는 거울 구동부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0018] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 광원은 레이저; 및 상기 레이저로부터 출력된 광을 P파로 정렬하여 출력하는 광 분리기(Optical Isolator);로 이루어지는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0019] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 AOM으로부터 출력되는 제1 빛살 및 제2 빛살 중 하나는 변조 주파수(f_{RF})에 의해 변조된 1차(First-order) 빛살이며, 다른 하나는 변조되지 않은 영차(Zero-order) 빛살인 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.
- [0020] 전술한 특징에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 상기 바이오칩 리드아웃센서는 주파수 체배기를 더 구비하고, 상기 주파수 체배기는 AOM 구동부로부터 제공되는 변조 주파수를 2배의 주파수로 변환하여 복조기로 출력하는 것을 특징으로 하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 간단한 구조를 가지는 광학계를 이용하여 노이즈와 DC 성분을 모두 제거할 수 있는 Balanced Detection을 구현할 수 있게 된다. 또한, 본 발명에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 동일한 경로를 갖는 신호빛 및 기준빛을 이용함으로써, 외부환경 변화에 둔감하여 정확한 측정이 가능하게 된다. 또한, 이동가능한 제1 거울을 이용함으로써, 바이오칩 혹은 샘플의 크기나 갯수에 따라 평행한 빛살의 간격을 능동적으로 조절할 수 있으므로, 유동적이면서 효과적으로 샘플 측정이 가능해진다.
- [0022] 한편, 본 발명에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 제1 거울 및 제2 거울을 대신하여 루프프리즘, 시준렌즈 또는 포물면 거울을 사용함으로써, 좀 더 간단하면서도 안정적인 광학계를 구성할 수 있다.
- [0023] 한편, 본 발명에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 AOM을 Double-pass로 구성함으로써, 단일의 AOM과 적은 수의 광학계를 사용하여 전체 시스템의 구조를 간단하게 구현할 수 있으며, 빔정렬도 쉽게 구현할 수 있다. 또한, RF 복조기를 사용함으로써, 신호의 복조를 저가로 구현할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 일반적인 음향-광 변조기의 동작을 설명하기 위하여 도시한 그림이다.
- 도 2는 종래의 AOM을 이용한 헤테로다인 간섭계를 도시한 것이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서를 개략적으로 도시한 구조도이다.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 제1 거울의 위치 이동에 따른 빛의 경로 변화를 예시적으로 도시한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 복조기(380)의 입력 및 출력 신호를 도시한 블록도이다.
- 도 6은 AOM으로 입사된 빛살들과 AOM에 의해 변조되어 출력된 빛살들을 설명하기 위하여 도시한 그림이다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다.

도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다.

도 9는 본 발명의 제5 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다.

도 10은 본 발명의 제7 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다.
- [0026] 제1 실시예
- [0027] 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 AOM을 이용한 Double-Pass 헤테로다인 간섭계로 바이오칩 리드아웃센서를 구성한 것으로써, 이동가능한 제1 거울을 이용하여 바이오칩 등의 샘플 간격에 맞추어 측정 샘플을 효과적으로 측정할 수 있도록 한다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서를 개략적으로 도시한 구조도이다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서(30)는 광원(300), PBS(310), AOM(320), AOM구동부(330), 샘플 스테이지(340), 빔살경로유도부(350, 355), QWP(360), 제1 광검출소자(370), 제2 광검출소자(372), 차동증폭기(374), 복조기(380) 및 제어부(390)를 구비한다. 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 AOM으로부터 제공되는 제1 빔살과 제2 빔살의 진행 경로에 배치되는 빔살 경로 유도부를 제1 거울(350) 및 제2 거울(355)로 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 상기 광원(300)은 단일의 선형 편광파로 이루어지는 빔살을 제공하는 것으로서, 레이저(302) 및 상기 레이저로부터 출력된 광을 P파로 정렬하여 출력하는 광분리기(Optical Isolator)(304)로 이루어진다. 따라서, 상기 광원(300)은 P파로 정렬된 빔살을 PBS(410)로 제공한다.
- [0030] 편광빔스플리터(PBS; 310)는 입사되는 빔살을 편광 상태에 따라 투과시키거나 반사시키는 소자로서, P파는 그대로 투과하고 S파는 입사각과 수직되게 반사시킨다. 따라서, PBS는 광원(300)으로부터 제공되는 P파를 그대로 투과시켜 AOM(320)으로 제공한다.
- [0031] 음향 광 변조기(AOM)은 AOM 구동부(330)에 의해 변조 주파수(f_{RF})로 진동하게 되고, 그 결과 입사되는 빔살의 일부는 변조없이 원래 주파수(f_0)를 그대로 갖는 영차(Zero-order) 빔살로 출력되고, 입사되는 빔살의 일부는 변조 주파수(f_{RF})에 의해 변조되어 1차(First-order) 빔살로 출력된다. 이때, 1차 빔살은 회절되어 출력되므로, f_0 의 주파수를 갖는 영차 빔살과 f_0+f_{RF} 의 주파수를 갖는 1차 빔살은 서로 일정 각도로 분리하여 출력된다. AOM으로 입사된 P파의 빔살들은 AOM을 통과함에 따라 AOM의 특성에 의해 P파로부터 90° 회전된 선형 편광상태인 S파가 된다.
- [0032] 한편, 상기 AOM 구동부(330)는 변조 주파수(f_{RF})에 따라 AOM을 구동시키고, 신호빛의 검출을 위하여 변조 주파수(f_{RF})에 대한 정보를 복조기(380)로 제공한다.
- [0033] 샘플스테이지(340)는 측정하고자 하는 샘플이 놓여지는 샘플 영역(A)과 샘플이 놓여지지 않은 기준 영역(B)을 구비한다.
- [0034] 제1 거울(350)은 거울 구동부(358)에 연결되며, 상기 AOM으로부터 출력된 빔살 중 하나인 제1 빔살이 진행하는 경로상에 배치되어, 제1 빔살을 상기 샘플 스테이지의 샘플 영역(A)으로 제공한다. 상기 제1 거울(350)은 상기 샘플로부터 되반사되는 제1 빔살을 재반사시켜 입사된 경로를 따라 출력하게 되는데, 거울 구동부(358)에 의해 움직인 거리 정보를 위상 변화 정보에 포함시킨 신호빛(Signal beam)을 제공한다.
- [0035] 상기 거울 구동부(358)는 상기 제1 거울(350)에 연결되며, 제1 거울을 제1 빔살의 입사 방향에 따라 수평하게 이동시킨다. 이때, 상기 거울 구동부(358)는 제1 거울이 하나의 축으로 미세하게 이동하도록 하는 리니어 스테이지(linear stage) 또는 액츄에이터와 같은 미세구동장치로 구성되는 것이 바람직하다. 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서에 있어서, 제1 거울의 위치 이동에 따른 빛의 경로 변화를 예시적으로 도시한 도면이다. 도 4를 참조하면, 상기 거울구동부(358)에 의해 이동되는 제1 거울(350)은 X축 방향으로 미세 조정이 가능하여 샘플의 특성, 예를 들면 바이오 채널이나 칩 간격에 따라 효과적으로 측정이 가능

하게 된다. 한편, 측정하고자 하는 샘플이 놓여지는 샘플스테이지(340)는 이동이 가능한 XY 스테이지로 구성되어 있는 것이 바람직하다.

[0036] 한편, 제2 거울(355)은 상기 AOM(320)으로부터 출력된 제2 빔살이 진행하는 경로상에 고정되어 배치되며, 제2 빔살을 제1 빔살과 평행하게 상기 샘플 스테이지(340)로 제공하되, 샘플이 놓여지지 않은 기준영역(B)으로 제공한다. 상기 제2 거울(355)은 상기 샘플 스테이지(340)로부터 되반사되는 제2 빔살을 상기 제2 빔살의 입사 경로를 따라 다시 반사시켜 기준빔(Reference beam)을 제공한다.

[0037] 사분파장 위상 지연판인 QWP(Quater-Wave Plate; 360)는 45°로 정렬되어 있기 때문에, S파의 선형 편광이 입사되면 원형 편광으로 변환시켜 출력하게 되며, 다시 상기 원형 편광된 빛이 입사되면 P파의 선형 편광으로 변환시켜 출력한다. 상기 QWP(360)는 상기 AOM과 상기 제1 및 제2 거울 사이에 배치되어, 상기 AOM(320)으로부터 반사된 선형 편광들을 원형 편광으로 변환시켜 출력하거나, 상기 샘플 스테이지로부터 반사된 원형 편광들을 선형 편광으로 변환시켜 출력한다.

[0038] 한편, 상기 샘플스테이지(340)로 제공된 제1 및 제2 빔살은 각각 샘플 영역(A)과 샘플이 놓여지지 않은 영역(B)로 입사되었다가 동일 경로로 되반사되어 제1 및 제2 거울(350, 355)로 재입사하여 반사된다. 상기 제1 빔살은 샘플의 정보를 포함하므로 신호빔의 역할을 하게 되며, 제2 빔살은 샘플 스테이지의 샘플이 놓여지지 않은 영역(B)으로부터 되반사되어 신호빔에 대응되는 기준빔으로서의 역할을 하게 된다. 이렇게 제1 거울 및 제2 거울(350, 355)에 재입사된 제1 및 제2 빔살은 처음 입사되었던 입사경로를 따라 진행하여, 상기 AOM(320)에서 재변조된다. 이때, 상기 AOM(320)으로 재입사한 각각의 빔살들은 다시 변조되지 않은 영차 빔살과 변조 주파수에 의해 변조된 일차 빔살로 나뉘어 출력된다. 따라서, 이미 한번 주파수 변조된 빔살이 다시 주파수 변조에 따라, AOM으로부터 출력되는 두 빔살의 주파수 차이값, 즉 beat frequency는 AOM의 변조 주파수(f_{RF})의 2배가 된다. 또한, QWP(360)을 통과한 빔살은 90° 회전하여 S파로 변환된다.

[0039] 도 6은 AOM으로 입사된 빔살들과 AOM에 의해 변조되어 출력된 빔살들을 설명하기 위하여 도시한 그림으로서, 도 6의 (a)는 AOM을 통과하는 단일 경로(Single Pass)에서의 빔살들을 도시한 것이며, 도 6의 (b)는 AOM을 통과한 후 거울들에 의해 반사되어 다시 AOM으로 입사되는 이중 경로(Double Pass)에서의 빔살들을 도시한 것이다. 도 6의 (a)를 참조하면, 주파수(f_0)를 갖는 P편광의 빔살(a1)이 AOM(60)으로 입사되고, AOM으로 입사된 빔살(a2)로 나뉘어 출력된다. 즉, 0차 빔살(a3)은 주파수(f_0)를 가지며, 1차 빔살(a2)은 변조되어 주파수(f_0+f_{RF})를 가지게 된다. AOM으로부터 출력된 0차 빔살(a3)은 QWP(62)를 통과하면서 45° 회전하여 원형편광으로 변환되어 거울(66)으로 입사하게 되며, AOM으로부터 출력된 1차 빔살(a2)은 QWP(62)를 통과하면서 45° 회전하여 원형편광으로 변환되어 거울(64)로 입사하게 된다.

[0040] 도 6의 (b)를 참조하면, 도 6의 (a)와 동일하게 주파수(f_0)의 0차 빔살(b2) 및 주파수(f_0+f_{RF})의 1차 빔살(b1)이 각각 거울(66 및 64)에서 반사되어 QWP(62)를 통과하여 AOM(60)으로 재입사하게 된다. AOM으로 재입사된 0차 빔살(b2)은 AOM을 그대로 통과하는 0차 빔살(b4)과 AOM의 변조주파수(f_{RF})로 변조된 1차 빔살(b6)로 나뉘어 서로 일정각도 이격되어 출력된다. 즉, 주파수(f_0)의 0차 빔살(b2)은 주파수(f_0)의 0차 빔살(b4)과 주파수(f_0-f_{RF})의 1차 빔살(b6)로 나뉘어 출력된다. 한편, AOM으로 재입사된 1차 빔살(b1)은 AOM을 그대로 통과하는 0차 빔살(b5)과 AOM의 변조주파수(f_{RF})로 변조된 1차 빔살(b3)로 나뉘어 서로 일정 각도 이격되어 출력된다. 즉, 주파수(f_0+f_{RF})의 1차 빔살(b1)은 주파수(f_0+f_{RF})의 0차 빔살(b5)과 주파수(f_0+2f_{RF})의 1차 빔살(b3)로 나뉘어 출력된다. 여기서, 주파수(f_0+2f_{RF})의 1차 빔살(b3)과 주파수(f_0)의 0차 빔살(b4)은 서로 동일한 제1 경로를 따라 진행하며, 주파수(f_0+f_{RF})의 0차 빔살(b5)과 주파수(f_0-f_{RF})의 1차 빔살(b6)도 서로 동일한 제2 경로를 따라 진행하게 되며, 제1 경로와 제2 경로는 서로 일정각도 이격된다.

[0041] PBS(310)로 입사된 빔살들은 모두 S 편광상태로서, 제1 경로('a')를 따라 입사된 빛은 PBS에 의해 반사되어 제1 광검출소자(370)로 진행하며, 제2 경로('b')를 따라 입사한 빛은 PBS에 의해 반사되어 제2 광검출소자(372)로 진행한다.

[0042] 제1 광검출소자(370)는 주파수 f_0+2f_{RF} 의 1차 빔살(b3)과 주파수 f_0 의 0차 빔살(b4)이 입사되고, 입사된 빔살들에 대한 주파수 $2f_{RF}$ 의 간섭신호(I_1)를 복조기(380)로 출력한다. 한편, 제2 광검출소자(372)는 주파수 f_0+f_{RF} 의

0차 빔살(b5)과 주파수 f_0-f_{RF} 의 1차 빔살(b6)이 입사되고, 입사된 빔살들에 대한 주파수 $2f_{RF}$ 의 제2 간섭신호(I_2)를 차동증폭기(Differential Amplifier; 374)로 출력한다. 여기서, 제2 광검출소자(372)는 PBS로부터 반사된 빔살들이 진행하는 경로상에 비스듬히 배치된 D-Shaped 거울 및 상기 D-Shaped 거울로부터 반사된 빔살들이 진행하는 경로 상에 배치된 광검출기로 구성될 수 있다.

[0043] 전술한 제1 간섭 신호 및 제2 간섭 신호는 수학식 1 및 2로 표현될 수 있다.

수학식 1

$$I_1 = I_s + I_L + 2\sqrt{I_s I_L} \sin(\Delta\omega t + \Delta\phi_1)$$

[0044]

수학식 2

$$I_2 = I_s + I_L + 2\sqrt{I_s I_L} \sin(\Delta\omega t + \Delta\phi_2)$$

[0045]

[0046] 여기서, I_s 는 간섭신호의 DC성분이며 I_L 은 간섭신호의 노이즈 성분에 해당한다.

[0047] 차동증폭기(374)는 제1 광검출소자(370) 및 제2 광검출소자(372)로부터 각각 제1 및 제2 간섭신호들이 입력되고, 입력된 간섭신호들의 차이값(I_1-I_2)을 검출하여 복조기(380)로 출력한다. 한편, 일반적으로 AOM으로부터 출력된 변조되지 않은 0차 빔살과 1번 변조된 1차 빔살은 90° 의 위상차를 갖게 된다. 따라서, 전술한 제1 간섭 신호와 제2 간섭 신호의 위상차는 2번 변조에 의하여 180° 의 위상차($\Delta\phi_2 - \Delta\phi_1 = \pi$)를 갖게 되고, 그 결과, 수학식 2는 수학식 3으로 다시 정리할 수 있게 된다.

수학식 3

$$I_2 = I_s + I_L - 2\sqrt{I_s I_L} \sin(\Delta\omega t + \Delta\phi_1)$$

[0048]

[0049] 전술한 수학적 근거에 의해, 차동 증폭기(474)의 출력신호(I_1-I_2)는 수학식 4와 같이 나타나게 된다. 따라서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 차동 증폭기는 Balanced Detection한 것과 동일한 결과로서 DC 신호 및 노이즈 신호가 모두 제거된 2배의 간섭신호를 얻게 된다.

수학식 4

$$I_1 - I_2 = 4\sqrt{I_s I_L} \sin(\Delta\omega t + \Delta\phi_1)$$

[0050]

[0051] AOM 구동부로부터 제공된 변조 주파수(f_{RF})는 체배기(Frequency Doubler; 384)를 통해 2배의 주파수($2f_{RF}$)로 변환되어 복조기(380)로 제공된다. 복조기(380)는 상기 2배의 주파수($2f_{RF}$)를 이용하여 상기 광검출소자로부터 제공되는 간섭 신호를 복조하여 신호빔에 대한 I 신호 및 Q 신호를 검출하여 제어부(390)로 출력한다. 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 복조기(380)의 입력 및 출력 신호를 도시한 블록도이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 복조기(380)는 간섭 신호 및 변조 주파수 정보를 입력받아 복조하여, I 값 및 Q 값으로 출력한다. 여기서, 상기 I 값 및 Q 값은 수학식 5 및 6와 같다.

수학식 5

$$\mathbf{I\ value} \sim R \sin \Delta \varphi$$

수학식 6

$$\mathbf{Q\ value} \sim R \cos \Delta \varphi$$

수학식 7

$$\mathbf{amplitude} = \sqrt{I^2 + Q^2}$$

수학식 8

$$\mathbf{Phase} = \tan^{-1} \left(\frac{Q}{I} \right)$$

복조기로부터 출력된 I 값 및 Q 값은 제어부(390)로 제공되어, 위상과 진폭을 검출하게 된다. 상기 제어부(390)는 복조기로부터 제공되는 아날로그 신호들을 디지털 신호로 변환하는 A/D 컨버터(392) 및 컴퓨터(394)로 구성될 수 있으며, 상기 컴퓨터(394)는 A/D 컨버터로부터 제공되는 디지털 신호의 I값 및 Q값을 저장하고 이들로부터 위상과 진폭을 검출하며, 거울 구동부에 대한 구동 신호를 생성하여 출력함으로써 거울 구동부의 구동을 제어한다.

전술한 구성을 갖는 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 간단한 구조를 가지는 광학계를 이용하여 노이즈와 DC 성분을 모두 제거할 수 있는 Balanced Detection을 구현할 수 있게 된다. 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 동일한 경로를 갖는 신호빔 및 기준빔을 이용함으로써, 외부환경 변화에 둔감하여 정확한 측정이 가능하게 된다. 또한, 이동가능한 제1 거울을 이용함으로써, 샘플의 크기나 갯수에 대해 유동적이면서 효과적으로 샘플 측정이 가능해진다.

제2 실시예

이하, 본 발명의 제2 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 제2 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 제1 실시예의 바이오칩 리드아웃센서의 구조와 거의 유사하나, Balanced Detection을 하지 않는다는 점에서 제1 실시예의 헤테로다인 간섭계와 차이가 있다. 이러한 차이점으로 인하여 제2 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 Balanced Detection을 구현하지 못하나, 구조가 좀 더 간단하다는 특징을 갖는다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다. 도 7을 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(70)는 광원(700), PBS(710), AOM(720), AOM 구동부(730), 샘플스테이지(740), 제1 거울(750), 제2 거울(755), 거울 구동부(758), QWP(760), 광검출기(770), 복조기(780) 및 제어부(790)를 구비한다.

상기 광원(700), PBS(710), AOM 구동부(730), 샘플스테이지(740), 제1 거울(750), 제2 거울(755), 거울 구동부

(758), 복조기(780) 및 제어부(790)는 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다.

[0063] 본 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(70)는 제1 거울 및 제2 거울에서 반사된 신호빛과 참조빛이 AOM(720)을 다시 통과하여 PBS(710)로 진행되는 빛살들 중 동일 경로로 진행되는 빛살들만을 검출하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 광검출 소자(760)는 상기 PBS로부터 주파수 f_0 의 신호빛과 주파수 f_0+2f_{RF} 의 참조빛이 입사되고, 이들에 대한 $2(f_{RF})$ 의 주파수를 갖는 간섭 신호를 검출하고 이를 전기 신호로 변환하여 복조기(780)로 출력한다.

[0064] AOM 구동부로부터 제공된 변조 주파수(f_{RF})는 체배기(Frequency Doubler; 782)를 통해 2배의 주파수($2f_{RF}$)로 변환되어 복조기(780)로 제공된다. 복조기(780)는 상기 2배의 주파수($2f_{RF}$)를 이용하여 상기 광검출소자로부터 제공되는 간섭 신호를 복조하여 신호빛에 대한 I 신호 및 Q 신호를 검출하여 제어부(790)로 출력한다.

[0065] 제3, 4 실시예

[0066] 이하, 본 발명의 제3 및 제4 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 제3 및 제4 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 각각 제1 실시예 및 제2 실시예의 바이오칩 리드아웃센서의 구조와 거의 유사하나, 상기 빛살경로유도부가 제1 및 제2 거울이 아닌 시준렌즈로 구비된다는 점에서 제1 및 제2 실시예의 바이오칩 리드아웃센서와 차이가 있다. 이러한 차이점으로 인하여 제3 및 제4 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 제1 빛살을 샘플의 크기나 갯수에 따라 유동적으로 이동할 수 없고 빛살 간격을 조절하기 위해서는 초점위치가 다른 시준렌즈로 교환해야하는 불편함이 있으나, 구조가 좀 더 간단하고 진동에 강하다는 특징을 갖는다.

[0067] 도 8은 본 발명의 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다. 도 8을 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(80)는 광원(800), PBS(810), AOM(820), AOM구동부(830), 샘플 스테이지(840), 시준렌즈(850), QWP(860), 제1 광검출소자(870), 제2 광검출소자(872), 차동증폭기(874), 복조기(880) 및 제어부(890)를 구비한다. 제1 및 제2 거울에 대응되는 시준렌즈(850)를 이용하는 것을 제외한 나머지 구성요소들은 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 본 발명의 제4 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 Balanced Detection이 가능한 제3 실시예와는 달리, 제2 실시예처럼 간단한 구조로 구성되어 Balanced Detection을 하지 않는다는 점을 제외하고는 제3 실시예와 동일하므로, 여기서는 제3 실시예의 바이오칩 리드아웃센서를 대표로 설명하도록 한다.

[0068] 본 발명의 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(80)의 시준렌즈(850)는 AOM(820)으로부터 일정 각도로 분리되어 출력되는 f_0 의 주파수를 갖는 제1 빛살과 f_0+f_{RF} 의 주파수를 갖는 제2 빛살의 진행경로에 배치되어, 상기 제1 빛살 및 제2 빛살을 평행하게 투과시켜 각각 상기 샘플 스테이지(840)의 샘플 영역 및 샘플이 놓여지지 않은 기준 영역으로 제공한다. 이때, 상기 시준렌즈(850)는 일정 각도로 분리된 제1 빛살 및 제2 빛살을 평행광으로 변환시켜 상기 샘플 스테이지(840)로 제공되도록 한다.

[0069] 또한, 본 발명의 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(80)는 상기 시준렌즈로부터 투과된 빛살들이 진행하는 경로에 거울들을 배치시켜 상기 투과된 빛살들의 진행 경로를 변경할 수 있다. 이때, 본 발명의 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(80)는 상기 투과된 빛살들의 변경된 진행경로에 샘플스테이지를 배치시켜, 상기 시준렌즈(850)로부터 제공되는 제1 빛살 및 제2 빛살을 제공되도록 할 수 있다.

[0070] 특히, 상기 시준렌즈(850)는 자체적으로 초점을 맞춰주는 자체 포커싱(self-focusing) 기능이 있기 때문에, 제1 실시예와는 달리 시준렌즈와 샘플 스테이지의 사이에 볼록렌즈를 더 구비할 필요가 없다. 따라서, 시준 렌즈(850)를 이용한 제3 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(80)는 좀 더 간단한 구조로 바이오칩 리드아웃센서를 구현할 수 있다는 장점을 갖게 된다.

[0071] 제5, 6 실시예

[0072] 이하, 본 발명의 제5 및 제6 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 제5 및 제6 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 각각 제1 실시예 및 제2 실시예의 바이오칩 리드아웃센서의 구조와 거의 유사하나, 상기 빛살경로유도부가 제1 및 제2 거울이 아닌 포물면 거울(parabolic mirror)로 구비된다는 점에서 제1 및 제2 실시예의 바이오칩 리드아웃센서와 차이가 있다. 이러한 차이점으로

인하여 제5 및 제6 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 제1 빔살을 샘플의 크기나 갯수에 따라 유동적으로 이동할 수 없고 빔살 간격을 조절하기 위해서는 초점위치가 다른 포물면 거울로 교환해야하는 불편함이 있으나, 구조가 좀 더 간단하고 진동에 강하다는 특징을 갖는다.

[0073] 도 9는 본 발명의 제5 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다. 도 9를 참조하면, 본 발명의 제5 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(90)는 광원(900), PBS(910), AOM(920), AOM구동부(930), 샘플 스테이지(940), 포물면 거울(950), QWP(960), 제1 광검출소자(970), 제2 광검출소자(972), 차동증폭기(974), 복조기(980) 및 제어부(990)를 구비한다. 제1 및 제2 거울에 대응되는 포물면 거울(950)을 이용하는 것을 제외한 나머지 구성요소들은 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 본 발명의 제6 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 Balanced Detection이 가능한 제5 실시예와는 달리, 제2 실시예처럼 간단한 구조로 구성되어 Balanced Detection을 하지 않는다는 점을 제외하고는 제5 실시예와 동일하므로, 여기서는 제5 실시예의 바이오칩 리드아웃센서를 대표로 설명하도록 한다.

[0074] 본 발명의 제5 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(90)의 포물면 거울(950)은 AOM(920)으로부터 일정 각도로 분리되어 출력되는 f_0 의 주파수를 갖는 제1 빔살과 f_0+f_{RF} 의 주파수를 갖는 제2 빔살의 진행경로에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 반사시켜 각각 상기 샘플 스테이지(940)의 샘플 영역 및 샘플이 놓여지지 않은 영역으로 제공한다. 이때, 상기 포물면 거울(950)은 상기 포물면의 반경에 따라 제1 빔살과 제2 빔살의 거리를 조절하여 상기 샘플 스테이지(940)로 제공할 수 있다.

[0075] 특히, 상기 포물면 거울(950)은 시준렌즈와 마찬가지로 자체적으로 초점을 맞춰주는 자체 포커싱(self-focusing) 기능이 있기 때문에, 제1 실시예와는 달리 포물면 거울과 샘플 스테이지의 사이에 볼록렌즈를 더 구비할 필요가 없다. 따라서, 포물면 거울(950)을 이용한 제5 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(90)는 좀 더 간단한 구조로 바이오칩 리드아웃센서를 구현할 수 있다는 장점을 갖게 된다. 또한, 포물면 거울(950)이 제1 빔살 및 제2 빔살의 진행 경로를 변경하는 역할을 동시에 하므로, 제3 실시예와는 달리 샘플 스테이지로 진행경로를 변경해야 하는 경우, 거울을 추가로 구비할 필요가 없다는 장점을 갖게 된다.

[0076] 제7, 8 실시예

[0077] 이하, 본 발명의 제7 및 제8 실시예에 따른 AOM을 이용한 바이오칩 리드아웃센서의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 제7 및 제8 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 각각 제1 실시예 및 제2 실시예의 바이오칩 리드아웃센서의 구조와 거의 유사하나, 상기 빔살경로유도부가 제1 및 제2 거울이 아닌 루프 프리즘로 구비된다는 점에서 제1 및 제2 실시예의 바이오칩 리드아웃센서와 차이가 있다. 이러한 차이점으로 인하여 제7 및 제8 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 제1 빔살을 샘플의 크기나 갯수에 따라 유동적으로 이동할 수 없고 빔살 간격을 조절하기 위해서는 각도가 다른 루프 프리즘으로 교환해야하는 불편함이 있으나, 구조가 좀 더 간단하고 진동에 강하다는 특징을 갖는다.

[0078] 도 10은 본 발명의 제7 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서를 도시한 구조도이다. 도 10을 참조하면, 본 발명의 제7 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(10)는 광원(1000), PBS(1010), AOM(1020), AOM구동부(1030), 샘플 스테이지(1040), 시준렌즈(1050), QWP(1060), 제1 광검출소자(1070), 제2 광검출소자(1072), 차동증폭기(1074), 복조기(1080) 및 제어부(1090)를 구비한다. 제1 및 제2 거울에 대응되는 루프 프리즘(1050)을 이용하는 것을 제외한 나머지 구성요소들은 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다. 또한, 본 발명의 제8 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서는 Balanced Detection이 가능한 제7 실시예와는 달리, 제2 실시예처럼 간단한 구조로 구성되어 Balanced Detection을 하지 않는다는 점을 제외하고는 제7 실시예와 동일하므로, 여기서는 제7 실시예의 바이오칩 리드아웃센서를 대표로 설명하도록 한다.

[0079] 본 발명의 제7 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(10)의 루프 프리즘(1050)은 AOM(1020)으로부터 일정 각도로 분리되어 출력되는 f_0 의 주파수를 갖는 제1 빔살과 f_0+f_{RF} 의 주파수를 갖는 제2 빔살의 진행경로에 배치되어, 상기 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 투과시켜 각각 상기 샘플 스테이지(1040)의 샘플 영역 및 샘플이 놓여지지 않은 기준 영역으로 제공한다. 이때, 상기 루프 프리즘(1050)은 일정 각도로 분리된 제1 빔살 및 제2 빔살을 평행하게 투과시켜 상기 샘플 스테이지(1040)로 제공되도록 한다.

[0080] 또한, 본 발명의 제7 실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(10)는 상기 루프 프리즘으로부터 투과된 빔살들이 진행하는 경로에 거울들을 배치시켜 상기 투과된 빔살들의 진행 경로를 변경할 수 있다. 이때, 본 발명의 제7

실시예에 따른 바이오칩 리드아웃센서(10)는 상기 투과된 빛살들의 변경된 진행경로에 샘플스테이지를 배치시켜, 상기 루프 프리즘(1050)으로부터 제공되는 제1 빛살 및 제2 빛살을 제공되도록 할 수 있다.

[0081] 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

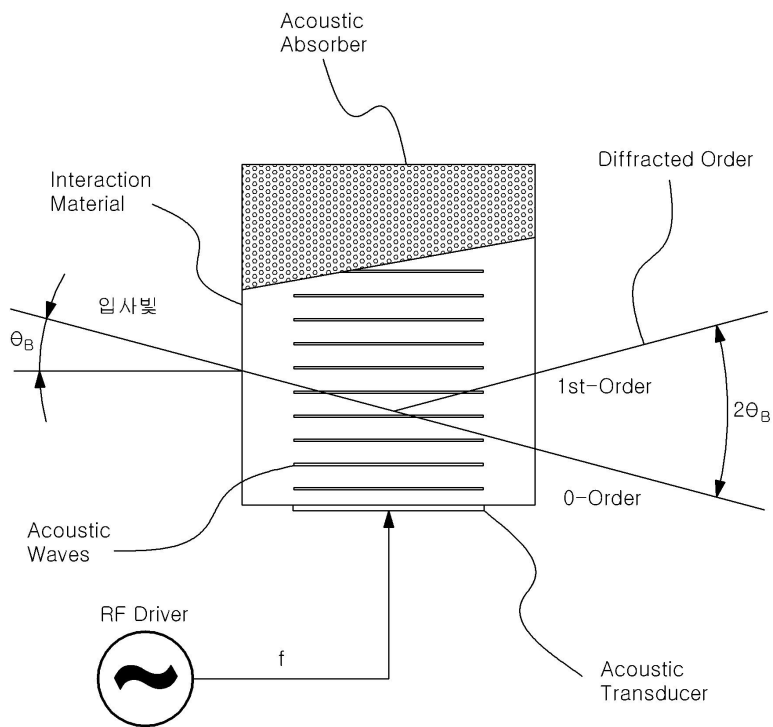
[0082] 본 발명에 따른 음향-광 변조기를 이용한 바이오칩 리드아웃센서는 시료의 표면을 스캐닝하거나 특성을 파악하는 장비로 널리 사용될 수 있다.

부호의 설명

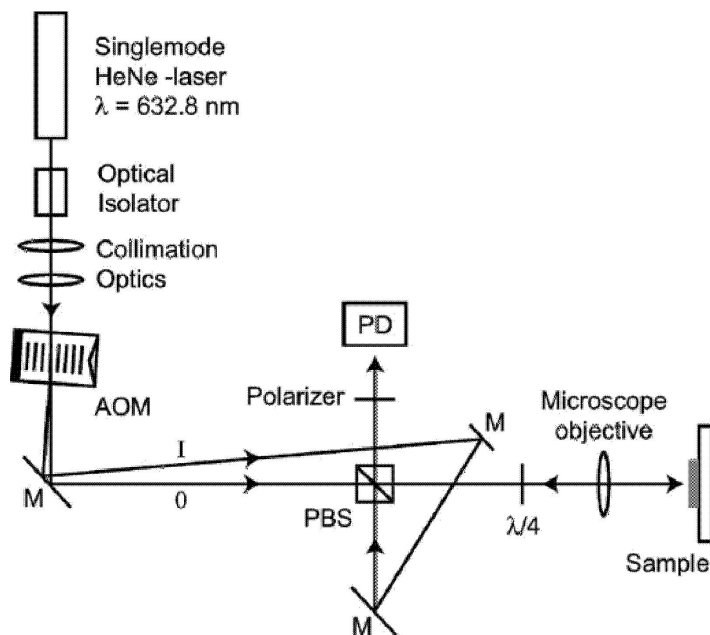
[0083] 10, 30, 70, 80, 90 : 바이오칩 리드아웃센서
 300, 700, 800, 900, 1000 : 광원
 310, 710, 810, 910, 1010 : PBS
 320, 720, 820, 920, 1020 : AOM
 330, 730, 830, 930, 1030 : AOM 구동부
 340, 740, 840, 940, 1040 : 샘플 스테이지
 350, 750 : 제1 거울
 355, 755 : 제2 거울
 358, 758 : 거울 구동부
 360, 760, 860, 960, 1060 : QWP
 370, 770, 870, 970, 1070 : 제1 광검출소자
 372, 872, 972, 1072 : 제2 광검출소자
 374, 874, 974, 1074 : 차동증폭기
 380, 780, 880, 980, 1080 : 복조기
 390, 790, 890, 990, 1090 : 제어부
 850 : 시준렌즈
 950 : 포물면 거울
 1050 : 루프프리즘

도면

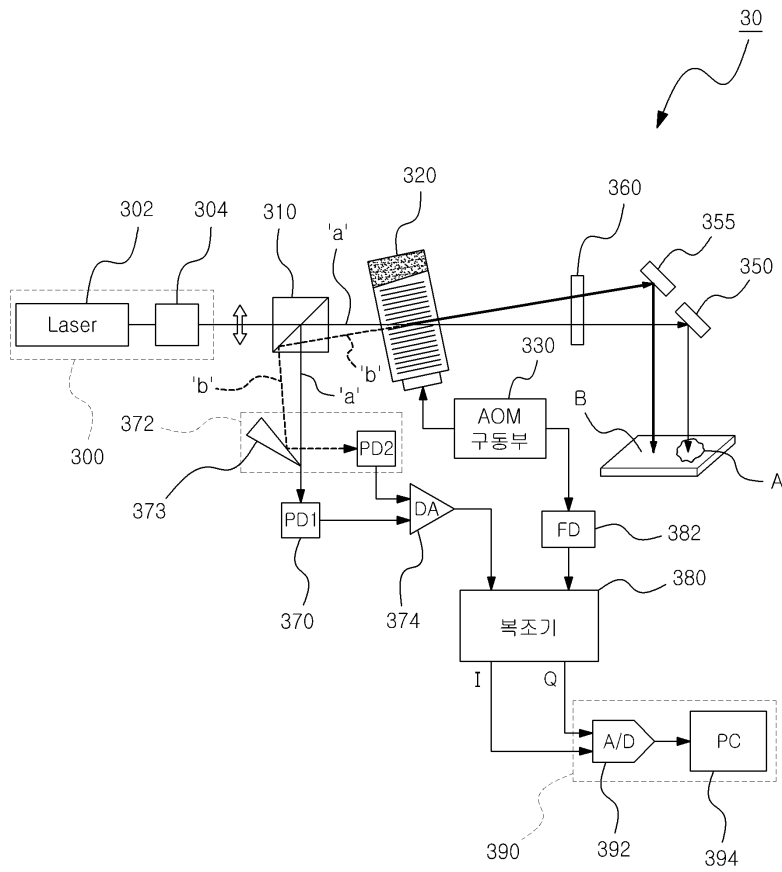
도면1



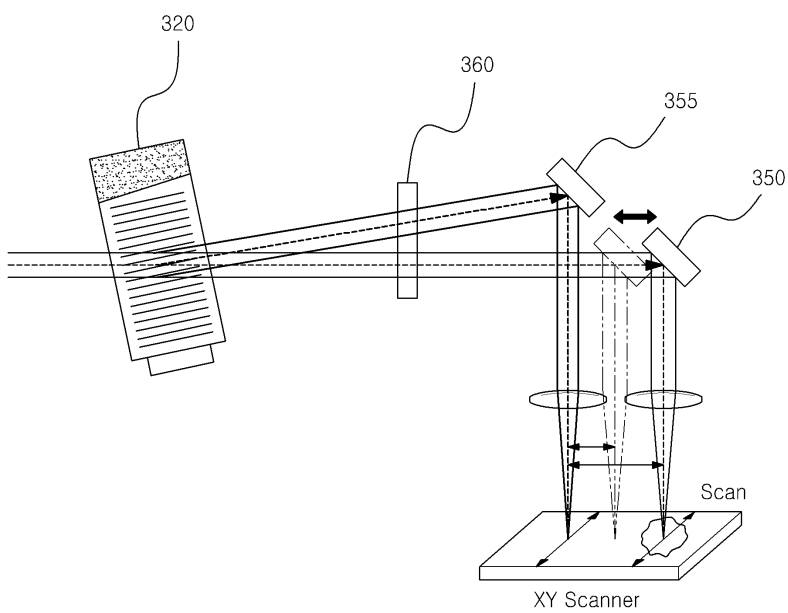
도면2



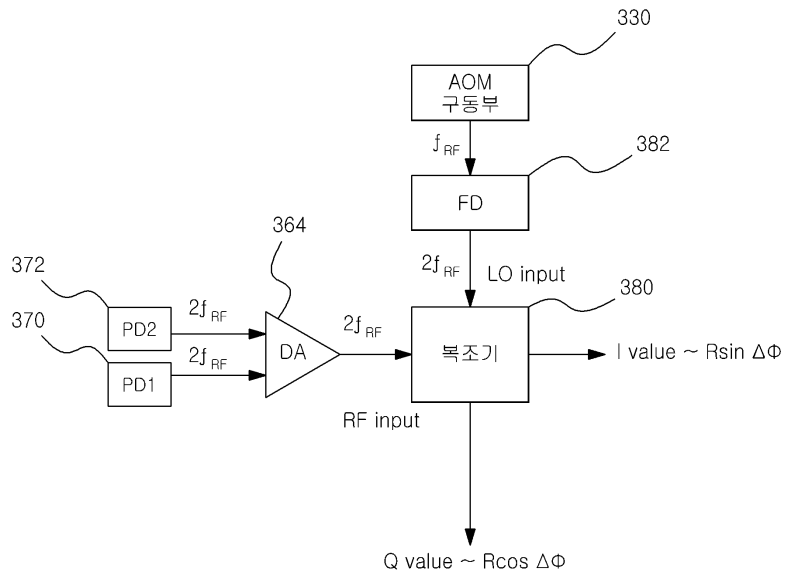
도면3



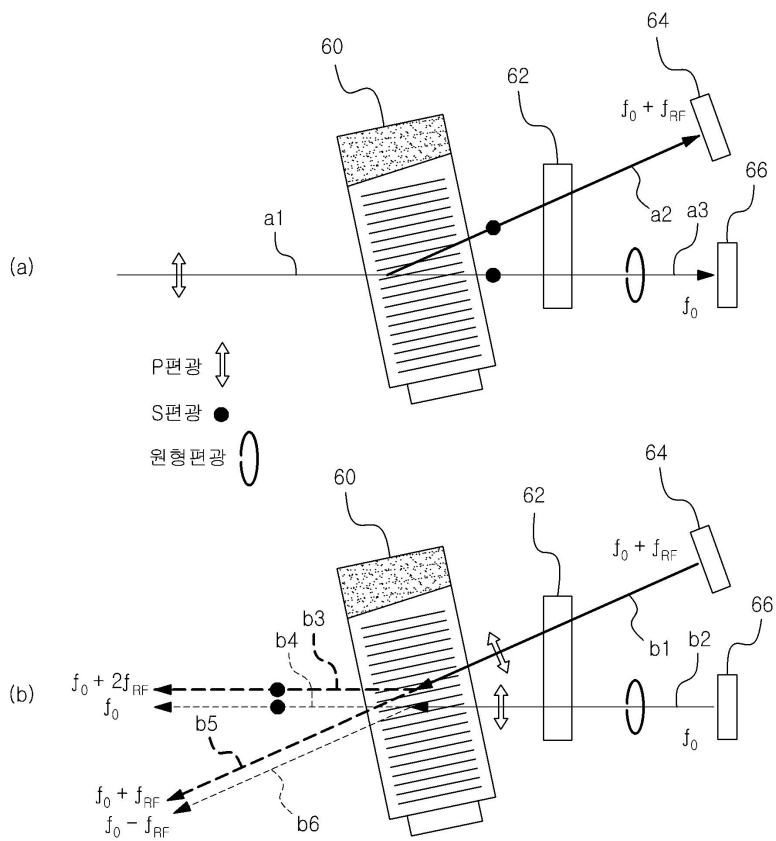
도면4



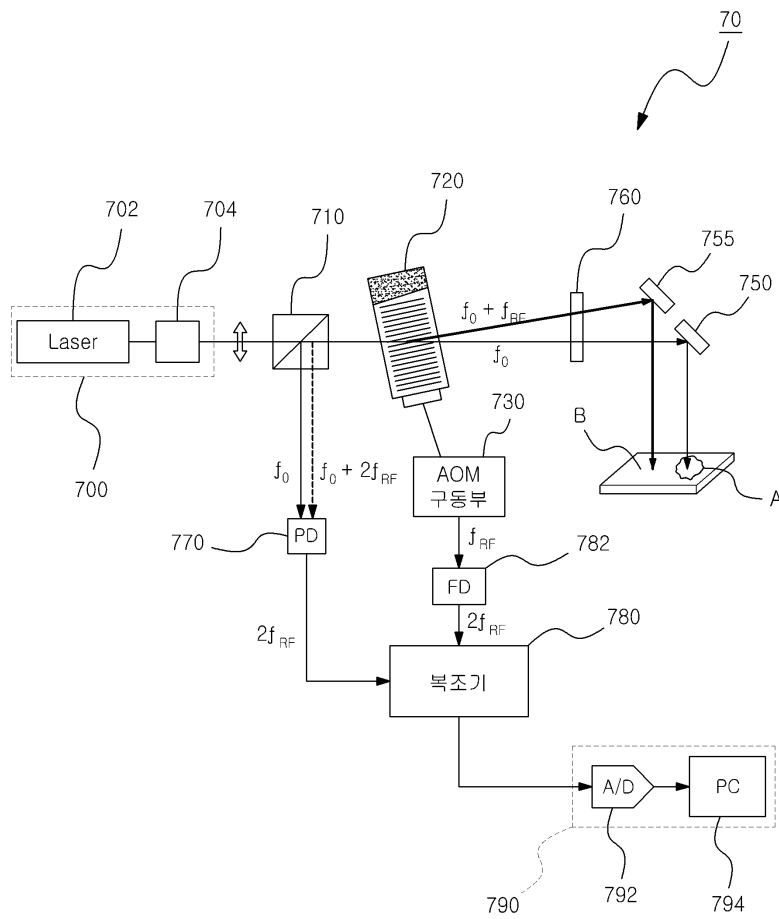
도면5



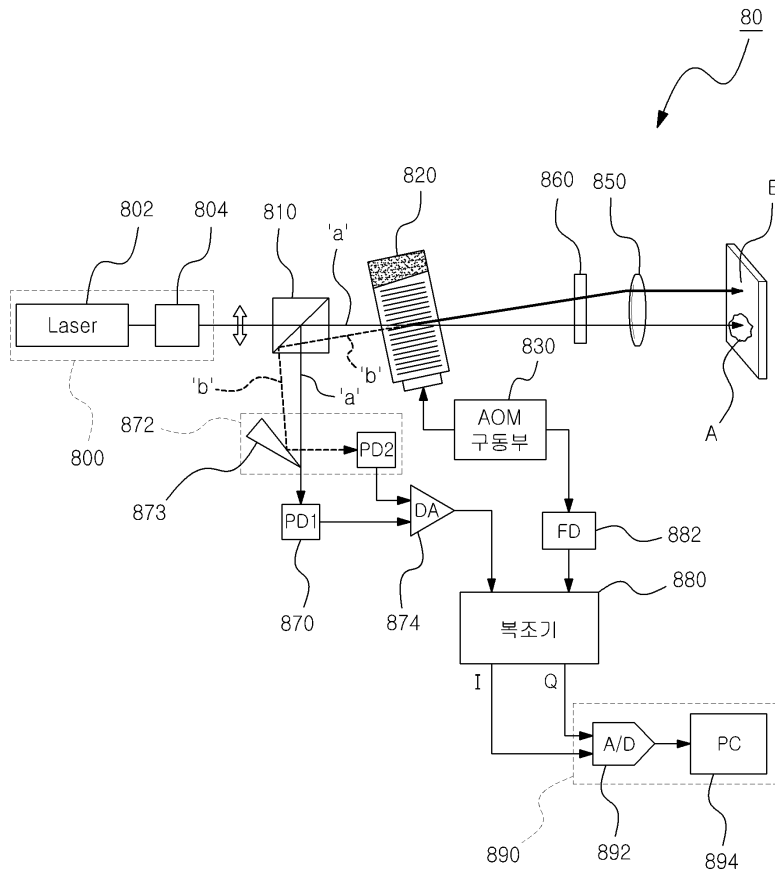
도면6



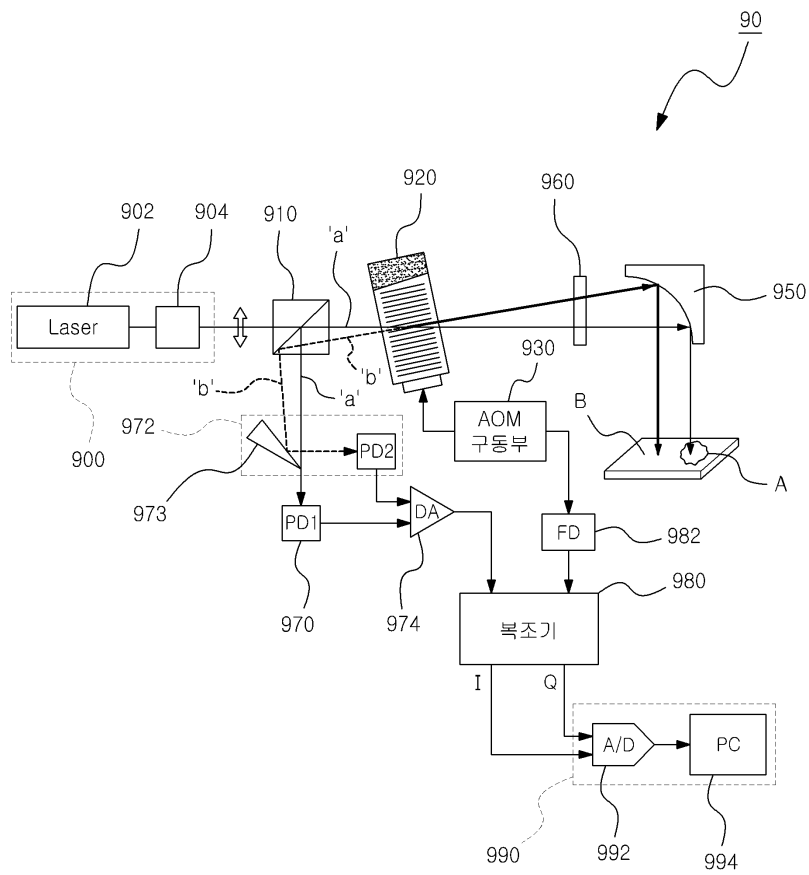
도면7



도면8



도면9



도면10

