



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월21일
(11) 등록번호 10-1235274
(24) 등록일자 2013년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 9/02 (2006.01) G01N 21/45 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0084042
(22) 출원일자 2011년08월23일
심사청구일자 2011년08월23일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090006942 A
KR1019970005500 B1
JP11325815 A
JP2003315006 A

(73) 특허권자
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)
(74) 대리인
이지연

전체 청구항 수 : 총 10 항

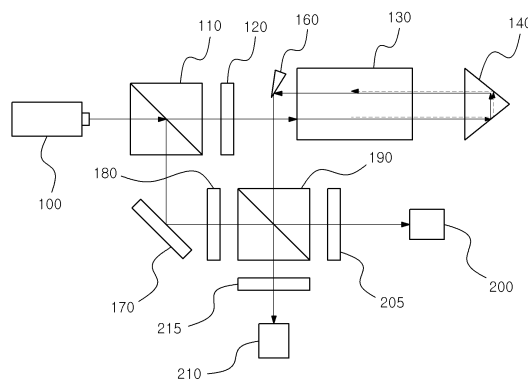
심사관 : 차영란

(54) 발명의 명칭 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계 및 이를 이용한 유체 채널 리드아웃 센서

(57) 요약

본 발명은 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계에 관한 것이다. 상기 헤테로다인 간섭계는, 광원; 제1 주파수(ω_1)의 제1빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살로 분리시켜 출력하는 제1 PBS; 제1 빔살을 편광 상태에 따라 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살로 분리시켜 제2면으로 출사시키는 빔 디스플레이서(beam displacer); 상기 제2면로부터 출사된 제1-1 빔살의 진행 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빔살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제3 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공하는 제1 직각 프리즘; 상기 제2면으로부터 출사된 제1-2 빔살의 진행 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빔살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제4 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공하는 제2 직각 프리즘; 상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살을 서로 분리시켜 제공하고, 상기 제2 빔살을 제2-1 및 제2-2 빔살로 분리시켜 제공하는 빔살 분리부; 상기 빔살 분리부로부터 제공된 제1-1 빔살과 제2-1 빔살의 제1 간섭신호 및 제1-2 빔살과 제2-2 빔살의 제2 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 광검출부;를 구비한다. 본 발명에 따른 헤테로다인 간섭계는 장시간 안정도를 갖는 측정이 가능하다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

광원;

상기 광원으로부터 제공되는 빛살을 주파수가 다르고 편광 방향이 서로 수직한 제1 주파수(ω_1)의 제1 빛살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살로 분리하는 제1 편광빔스플리터(제1 PBS);

상기 제1 PBS로부터 제공되는 제1 빛살이 진행되는 제1 경로에 배치되어, 상기 제1 빛살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력하는 제1 편광회전부;

서로 대향되는 제1면 및 제2면을 구비하고, 상기 제1 편광회전부로부터 출력되어 제1면으로 입사된 제1 빛살을 편광 상태에 따라 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살 및 제1-2 빛살로 분리시키고, 상기 제1-1 빛살은 제1 경로를 따라 제2면으로 출사시키고 제1-2 빛살은 회절되어 제2 경로를 따라 제2면으로 출사시키는 빔 디스플레이서 (beam displacer);

상기 빔 디스플레이서의 제2면로부터 출사된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살의 진행 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빛살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제3 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공하는 제1 직각 프리즘;

상기 빔 디스플레이서의 제2면으로부터 출사된 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살의 진행 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빛살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제4 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공하는 제2 직각 프리즘;

상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살 및 제1-2 빛살을 서로 수직하게 분리시켜 제공하고, 상기 제2 빛살을 편광방향이 서로 수직한 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빛살 및 제2-2 빛살로 분리시켜 제공하는 빛살 분리부;

상기 빛살 분리부로부터 제공된 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빛살의 제1 간섭신호 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빛살의 제2 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 광검출부;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 빛살 분리부는,

상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살 및 제1-2 빛살의 진행 경로상에 배치되어 제1-1 빛살 및 제1-2 빛살을 반사시키는 제1 거울;

상기 제1 PBS로부터 제공되는 제2 빛살의 진행방향을 상기 제1 빛살의 진행 방향과 평행하도록 반사하는 제2 거울;

상기 제2 거울로부터 반사된 제2 빛살이 진행되는 경로에 배치되어, 상기 제2 빛살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력하는 제2 편광회전부;

상기 제1 거울로부터 제공되는 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살을 서로 수직하게 분리시키고, 상기 제2 편광회전부로부터 제공되는 제2 빛살을 편광 방향이 서로 수직한 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빛살 및 제2-2 빛살로 분리시키는 제2 PBS;

을 구비하는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 빛살 분리부는

상기 제1 PBS로부터 제공되는 제2 빛살의 경로를 변경하여 제1 PBS로 다시 제공하는 제3 직각 프리즘; 및 상기 제1 PBS와 상기 제3 직각 프리즘 사이에 배치되어 입사되는 빛살의 위상을 지연시켜 출력하는 위상 지연판;을

구비하고, 상기 제1 PBS와 연동되는 것을 특징으로 하며,

상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살은 제1 PBS로 제공되어 제1 PBS에 의해 서로 분리되어 출력되며, 상기 제1 PBS로 다시 입사된 제2 빔살도 편광방향이 서로 수직한 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살 및 제2-2 빔살로 분리되어 출력되는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 광 검출부는

상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 제1 광검출수단(PD1); 및

상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 제2 광검출수단(PD2);

을 구비하는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 제1 편광회전부는 반파장위상지연판(HWP)으로 구성되거나, 제1 편광회전기(PR) 및 제1 편광판(POL)으로 구성되는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 6

제 2항에 있어서, 상기 제2 편광회전부는 반파장위상지연판(HWP)으로 구성되거나, 반파장 위상지연판(HWP), 제2 편광회전기(PR) 및 제2 편광판(POL)로 구성되는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 헤테로다인 간섭계는

제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살이 신호분리부로부터 광검출부로 진행되는 경로 사이에 제3 편광판을 더 구비하여 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 간섭신호를 생성하고,

제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살이 신호분리부로부터 광검출부로 진행되는 경로 사이에 제4 편광판을 더 구비하여 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 간섭신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 헤테로다인 간섭계를 이용하는 채널 리드아웃 센서에 있어서,

빔 디스플레이서의 제2면과 제1 및 제2 직각 프리즘의 사이에 시료를 통과시킬 수 있는 유체 채널이 형성된 시료 투입장치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용한 채널 리드아웃 센서.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 헤테로다인 간섭계의 제1 및 제2 직각 프리즘은 일체형으로 형성된 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용한 채널 리드아웃 센서.

청구항 10

제 8항에 있어서, 상기 시료 투입장치는 기준빔을 생성할 수 있는 기준 물질을 투입하는 기준물질용 유체 채널을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용한 채널 리드아웃 센서.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계 및 이를 이용한 유체 채널 리드아웃 센서에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 빔 디스플레이서의 특성을 이용하여 광학경로가 동일한 두 개의 간섭계를 구성하고, 두 개의 간섭계로부터 출력되는 두 개의 간섭신호(혹은 beating signal)를 I/Q 복조기의 LO 및 RF 신호로 사용함으로써, 온도변화, 음향노이즈, 진동변화 등의 외부 환경 변화에 의한 노이즈로부터 발생하는 준정적인 위상변화를 제거하고 순수하게 두 간섭계의 광학경로 변화에 따른 위상변화만을 장시간 동안 안정적으로 측정할 수 있는 빔 디스플레이서를 이용한 헤테로다인 간섭계 및 상기 헤테로다인 간섭계를 이용한 유체 채널 리드아웃 센서에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 간섭계에 기반한 변위 측정장치는 간섭계에 사용되는 광원의 파장이하의 높은 분해능으로 변위를 측정할 수 있기 때문에 기본적인 학술 연구와 나노 바이오 산업 개발에 있어서 매우 중요한 기반 기술이다. 또한 이러한 간섭계를 기반으로 주사현미경으로 응용 시 높은 깊이 해상도로 샘플 표면(surface under test; SUT)의 3차원 이미지를 제공할 수 있기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다. 또한 간섭계의 높은 위상 분해능을 이용하여 이를 직접 바이오화학 센서에 응용하거나 혹은 표면 플라즈몬 효과와 결합하여 바이오 화학 센서에서 폭넓게 응용되고 있다.

[0003] 본 발명의 발명자 그룹에 의해 높은 변위 측정 분해능을 가지면서 광학물질(optical material)의 광학적 성질을 복합적으로 분석을 할 수 있는 호모다인 I/Q-간섭계(in-phase and quadrature interferometer)에 대한 자세한 내용과 이를 이용한 표면 현미경에 대한 연구 결과가 참고문헌 1(H.Jeong, J.H.Kim, and K.Cho, "Complete mapping of complex reflection coefficient of a surface using a scanning homodyne multiport interferometer," Opt.Comm.204,45-52(2002))에 나와 있다.

[0004] 또한, 종래에 본 발명의 발명자 그룹에서는 참고문헌 1과 동일하게 위상과 진폭의 변화를 동시에 측정할 수 있는 헤테로다인 I/Q-간섭계 기술을 개발하였고, 이에 대한 연구 결과가 참고문헌 2(K.Kwon, B.Kim, K.cho, "A new scanning heterodyne interferometer scheme for mapping both surface structure and effective local reflection coefficient", Opt.Express 16, 13456-13464(2008))에 나와있다. 도 1에 나타난 구조를 갖는 상기 헤테로다인 I/Q-간섭계 기술을 통해, 약 14pm의 높은 변위측정 분해능을 달성할 수 있었으며, 이를 주사현미경에 응용하여 진폭 신호를 통해 국부 반사계수를 정량적으로 이미징할 수 있었으며, 위상신호를 통해 1nm의 깊이 분해능으로 표면의 실제 3차원 구조 측정할 수 있음을 보였다.

[0005] 간섭계의 높은 깊이 분해능을 효과적으로 다른 분야 특히, 바이오화학 센서에 응용하기 위해서는 상대적으로 바이오화학 상호작용에 의한 굴절률 변화가 상대적으로 천천히 일어나게 되므로 전체적인 측정시간이 장시간 소요될 수 밖에 없게 되어 외부 환경변화에 의한 노이즈 요소들을 차단하기 위한 추가적인 장치들이 사용해야 한다. 그러나 일반적으로 이러한 노이즈 요소들을 완벽히 차단하기란 매우 어려우며 동시에 많은 비용이 요구되기도 한다.

[0006] 도 1에 도시한 것과 같이, 종래의 헤테로다인 I/Q-간섭계 기술을 포함하는 일반적인 간섭계 시스템에는 많은 광학 기구가 사용되어 공간적인 간섭계 전체 구성 반경이 넓어지게 되고, 신호빔과 기준빔의 광학경로가 독립적으로 존재하기 때문에 외부 환경변화에 의한 노이즈 요소들에 의하여 신호빔과 기준빔에 대한 노이즈 요인들이 달라질 수 밖에 없어, 장시간 안정적인 실험을 하는데 한계가 있다. 특히 바이오 화학센서에서는 위와 같은 단점을 극복하기 위하여 표면 플라즈몬 효과와 결합하여 사용되기도 한다. 즉 표면 플라즈몬 효과는 동일경로로 신호빔과 기준빔의 광경로를 구성할 수 있기 때문에 외부 환경변화에 의한 노이즈 요소들을 제거할 수 있어 상대적으로 장시간 안정도를 유지할 수 있다. 그러나 표면 플라즈몬 효과를 발생시키기 위해서는 금, 은과 같은 귀금속류를 사용하여 특정 두께로 코팅된 프리즘을 사용해야 하며, 표면 플라즈몬 공명각 위치를 추종하기 위한 회전모터등 상대적으로 복잡하고 고가의 장치들이 요구되는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 빔 디스플레이서의 특성을 이용하여 광학경로가 동일한 두 개의 간섭계를 구성하고, 두 개의 간섭계로부터 출력되는 두 개의 간섭신호(혹은 beating signal)를 I/Q 복조기의

LO 및 RF 신호로 사용함으로써, 온도변화, 음향노이즈, 진동변화 등의 외부 환경 변화에 의한 노이즈로부터 발생하는 준정적인 위상변화를 제거하고 순수하게 두 간섭계의 광학경로 변화에 따른 위상변화만을 장시간 동안 안정적으로 측정할 수 있는 빔 디스플레이서를 이용한 헤테로다인 간섭계를 제공하고자 하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 전술한 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용하여 유체 채널(fluidic channel)의 시료를 검사할 수 있는 유체 채널 리드아웃 센서를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 제1 특징에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계는, 광원; 상기 헤테로다인 광원으로부터 제공되는 빔살을 주파수가 다르고 편광 방향이 서로 수직한 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살로 분리하는 제1 편광빔스플리터(제1 PBS); 상기 제1 PBS로부터 제공되는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살이 진행되는 제1 경로에 배치되어, 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력하는 제1 편광회전부; 서로 대향되는 제1면 및 제2면을 구비하고, 상기 제1 편광회전부로부터 출력되어 제1면으로 입사된 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살을 편광 상태에 따라 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살로 분리시키고, 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살은 제1 경로를 따라 제2면으로 출사시키고 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살은 반사되어 제2 경로를 따라 제2면으로 출사시키는 빔 디스플레이서(beam displacer); 상기 빔 디스플레이서의 제2면으로부터 출사된 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살의 진행 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빔살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제3 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공하는 제1 직각 프리즘; 상기 빔 디스플레이서의 제2면으로부터 출사된 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살의 진행 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빔살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제4 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공하는 제2 직각 프리즘; 상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살을 서로 수직하게 분리시켜 제공하고,

[0010] 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살을 편광방향이 서로 수직한 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살 및 제2-2 빔살로 분리시켜 제공하는 빔살 분리부; 상기 빔살 분리부로부터 제공된 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 제1 간섭신호 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 제2 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 광검출부; 를 구비한다.

[0011] 전술한 제1 특징에 따른 헤테로다인 간섭계에 있어서, 상기 빔살 분리부는, 상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1-1 빔살과 제1-2 빔살의 진행 경로상에 배치되어 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살을 반사시키는 제1 거울; 상기 제1 PBS로부터 반사되어 제공되는 제2 빔살의 진행방향을 상기 제1 빔살의 진행 방향과 평행하도록 반사하는 제2 거울; 상기 제2 거울로부터 반사된 제2 빔살이 진행되는 경로에 배치되어, 상기 제2 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력하는 제2 편광회전부; 상기 제1 거울로부터 제공되는 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살을 서로 수직하게 분리시키고, 상기 제2 편광회전부로부터 제공되는 제2 빔살을 편광 방향이 서로 수직한 제2 -1 빔살 및 제2-2 빔살로 분리시키는 제2 PBS; 를 구비하여 구성되거나, 상기 빔살 분리부는 상기 제1 PBS로부터 반사되어 제공되는 제2 빔살의 경로를 변경하여 제1 PBS로 다시 제공하는 제3 직각 프리즘; 및 상기 제1 PBS와 상기 제3 직각 프리즘 사이에 배치되어 입사되는 빔살의 위상을 지연시켜 출력하는 위상 지연판; 을 구비하고, 상기 제1 PBS와 연동되는 것을 특징으로 하며, 상기 빔 디스플레이서의 제1면의 동일한 출사지점으로부터 출력된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1-2 빔살은 제1 PBS로 제공되어 제1 PBS에 의해 서로 분리되어 출력되며, 상기 제1 PBS로 다시 입사된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살도 편광 방향이 서로 수직한 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살 및 제2-2 빔살로 분리되어 출력되도록 구성되는 것이 바람직하다.

[0012] 전술한 제1 특징에 따른 헤테로다인 간섭계에 있어서, 상기 광 검출부는 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 제1 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 제1 광검출수단(PD1); 및 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 제2 간섭신호를 검출하여 외부로 제공하는 제2 광검출수단(PD2); 를 구비하는 것이 바람직하다.

[0013] 전술한 제1 특징에 따른 헤테로다인 간섭계에 있어서, 상기 제1 편광회전부는 반파장위상지연판(HWP)으로 구성되거나, 제1 편광회전기(PR) 및 제1 편광판(POL)으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0014] 전술한 제1 특징에 따른 헤테로다인 간섭계에 있어서, 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살이 신호분리부로부터 광검출부로 진행되는 경로 사이에 제3 편광판을 더 구비하여 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 제1 간섭신호를 생성하고,

[0015] 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살 과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살이 신호분리부로부터 광검출부로 진행되는 경로 사이에 제4 편광판을 더 구비하여 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살 과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 제2 간섭 신호를 생성하는 것이 바람직하다.

[0016] 본 발명의 제2 특징은 전술한 헤테로다인 간섭계를 이용하는 채널 리드아웃 센서에 관한 것으로서, 빔 디스플레이서의 제2면과 제1 및 제2 직각 프리즘의 사이에 시료를 통과시킬 수 있는 시료용 유체 채널 및 기준 물질용 유체 채널이 형성된 시료 투입장치를 더 구비하고, 상기 헤테로다인 간섭계의 제1 및 제2 직각 프리즘은 일체형으로 형성된 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 빔 디스플레이서를 이용한 헤테로다인 간섭계는 굉장히 간단한 구성을 구비하면서 검출되는 제1, 2 간섭신호를 생성하는 헤테로다인 간섭계의 광학경로가 완벽하게 동일한 경로로 진행하게 됨으로써, 외부 환경의 변화에 의한 노이즈를 완전히 제거할 수 있어 장시간 안정도를 갖는 측정이 가능하다는 장점을 갖는다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 빔 디스플레이서를 이용한 헤테로다인 간섭계는 제1 편광회전부 및 제2 편광회전부를 편광회전기 및 편광판으로 구성함으로써, 제1 PBS로부터 분리되는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살이 동일한 편광방향을 갖게 되며, 광 고립기(optical isolator)를 구비하지 않아도 되는 구조가 된다.

[0019] 본 발명에 따른 빔 디스플레이서를 이용한 헤테로다인 간섭계는 팔분파장 위상지연판 및 프리즘을 이용함으로써, 제1 및 제2 편광회전부의 구성이 필요없이 출력되는 신호들이 완벽히 동일한 경로를 갖으면서도 좀 더 간단한 구조의 간섭계를 구성할 수 있다는 장점을 갖는다.

[0020] 한편, 본 발명은 전술한 효과를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용하여 유체 채널 리드아웃 센서를 구성함으로써, 장시간 안정도를 갖는 센서를 구현할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 종래 기술에 따른 헤테로다인 간섭계를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계의 구성을 개략적으로 도시한 구조도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계에 사용되는 빔 디스플레이서와 제1 및 제2 직각 프리즘에서의 탐지빔과 기준빔의 진행 경로를 도시한 사시도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계에 있어서, 빔 디스플레이서의 제1면과 제2면을 통과하는 탐지빔과 기준빔의 편광상태 및 위치를 도시한 것이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계의 구성을 개략적으로 도시한 구조도이다.

도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계의 구성을 개략적으로 도시한 구조도이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용한 유체 채널 리드아웃 센서를 도시한 구조도이다.

도 8은 도 7의 유체 채널 리드아웃 센서에 있어서, 빔 디스플레이서, 유체 채널을 갖는 유체 통과 장치, 및 직각 프리즘에서의 탐지빔과 기준빔의 경로를 도시한 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다.

- [0023] 제1 실시예
- [0024] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계의 구성을 개략적으로 도시한 구조도이다. 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계에 사용되는 빔 디스플레이서와 제1 및 제2 직각 프리즘에서의 탐지빔과 기준빔의 진행 경로를 도시한 사시도이며, 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계에 있어서, 빔 디스플레이서의 제1면과 제2면을 통과하는 탐지빔과 기준빔의 편광상태 및 위치를 도시한 것이다.
- [0025] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 광원(100), 제1 직각 프리즘(140), 제2 직각 프리즘(142), 제1 편광빔스플리터(Polarized Beam Splitter, 이하 PBS; 110), 제1 편광회전부(120), 빔디스플레이서(Beam Displacer, 이하 BD; 130), 제1 거울(160), 제2 거울(170), 제2 편광회전부(180), 제2 PBS(190), 제1 광검출수단(210) 및 제2 광검출수단(200)을 구비한다.
- [0026] 상기 광원(100)은 레이저 광원인 것이 바람직하며, 특히 두 개의 모드(ω_1 , ω_2)가 존재하여 서로 수직인 편광 방향 및 주파수를 갖는 광을 출력하는 헤테로다인 광원인 것이 바람직하다. 상기 두 개의 모드는 서로 수직 선형 편광 상태에 있어 하나의 모드가 P 편광이면, 나머지 모드는 S 편광 상태에 있게 된다.
- [0027] 상기 제1 PBS(110)는 상기 광원으로부터 제공되는 빔살을 편광 방향이 서로 수직한 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살로 분리한다. 일반적인 PBS의 경우 P 편광된 빔은 투과시키고, S 편광된 빔은 반사시킨다. 따라서, P 편광 모드의 빔과 S 편광 모드의 빔을 갖는 상기 광원으로부터 편광 방향이 서로 수직한 두개의 빔살로 분리가 가능하며, 본 발명에서는 설명의 편의를 위해 투과되는 P 편광모드의 빔을 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살, 반사되는 S 편광모드의 빔을 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살이라고 임의로 정한다.
- [0028] 상기 제1 편광회전부(120)는 상기 제1 PBS(110)로부터 제공되는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살이 진행되는 제1 경로에 배치되어, 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력한다. 본 발명의 제1 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계에서는 상기 제1 편광회전부(120)를 반파장위상 지연판(Half Wave Plate, 이하 HWP)로 구비하여 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 편광 방향을 45도 기울어진 선형 편광으로 바꾼다. 이렇게 45도 선형 편광된 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살은 다음 BD(130)로 제공된다.
- [0029] 상기 BD(130)는 서로 대향되는 제1면과 제2면을 구비하고, 상기 제1 편광회전부(120)로부터 출력되어 제1면으로 입사된 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살을 편광 상태에 따라 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살로 분리하여 제2면을 통해 출력되어 제1 및 제2 직각 프리즘(140, 142)로 각각 제공한다. 일반적으로 빔 디스플레이서는 상기 빔 디스플레이서의 내부에서 입사하는 빔살의 편광상태에 따라 그대로 진행시키거나, 일정한 각도로 분리시켜 다른 경로로 진행되도록 한다. 한편, 빔 디스플레이서를 빠져나오는 빔은 다시 진행하던 방향과 평행하게 진행되도록 한다. 즉, P 편광된 빔과 S 편광된 빔이 함께 입사되는 경우, S 편광된 빔은 입사되는 경로 그대로 직진시켜 진행되도록 하는 한편, P 편광된 빔은 입사되는 경로로부터 일정 각도로 분리시켜 진행되도록 하며, 외부로 빠져나온 S 편광된 빔과 P 편광된 빔은 서로 평행하게 진행되는 것이다. 본 발명에서는 45도로 기울어진 선형 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살을 S 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 P 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살로 분리하고 각각 제1 및 제2 직각 프리즘으로 제공한다.
- [0030] 제1 및 제2 직각 프리즘(140, 142)은 입사면, 서로 직각으로 배치된 제1 반사면과 제2 반사면을 구비하고, 제1 반사면과 제2 반사면은 코팅처리되어 입사되는 빔을 직각으로 반사시키는 Coated Right Angle Prism(CRAP)를 사용한다. 상기 제1 직각 프리즘은 상기 빔 디스플레이서의 제2면으로부터 출사된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살이 진행되는 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빔살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제3 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공한다. 제2 직각 프리즘은 상기 빔 디스플레이서의 제2면으로부터 출사된 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살이 진행되는 경로상에 배치되고, 입사면으로 입사되는 빔살을 2번 직각 반사시켜 입사 경로와 평행한 제4 경로로 출력시켜 빔 디스플레이서의 제2면으로 다시 제공한다.
- [0031] 상기 제1 및 제2 직각 프리즘은 각각 탐지빔과 기준빔의 광경로차를 변화시키는 것으로 나뉘어 사용될 수 있을 것이다.
- [0032] 한편, 상기 제1 및 제2 직각 프리즘으로부터 출력되어 상기 BD의 제2면으로 재입사되는 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살은 BD를 통과하면서 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 제1 경로와 다른 제2 경로로 제공된다.

- [0033] 도 4를 참조하여 BD의 서로 대향되는 제1면과 제2면을 통과하는 탐지빔과 기준빔의 위치 및 편광 상태를 설명한다. 도 4의 (a)는 BD의 제1면으로 입사되는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살을 도시한 것으로서, 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살은 편광회전부(120)에 의해 45도 편광되어 최초로 입사된다. 도 4의 (b)는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살이 BD를 통과하여 BD의 제2면으로 출사되는 것을 도시한 것으로서, 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살이 편광 방향에 따라 분리되어 BD로부터 출사되어 각각 제1 및 제2 직각 프리즘으로 제공되는 탐지빔과 기준빔이 되는 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살을 나타낸다. 도 4의 (c)는 제1 및 제2 직각 프리즘으로부터 반사되어 BD의 제2면으로 재입사되는 탐지빔과 기준빔을 각각 도시한 것으로서, 탐지빔과 기준빔은 각각 제1 및 제2 직각 프리즘에 의해 2번 직각 반사됨으로써 옆으로 평행 이동됨을 알 수 있다. 도 4의 (d)는 BD의 제1면의 동일한 위치로 출사되는 탐지빔과 기준빔을 도시한 것으로서, 실제로는 탐지빔과 기준빔이 동일한 지점으로 출사되나 도면상에서는 각각의 빔살에 따른 편광상태의 이해를 돕기 위하여 위치를 달리하여 표시한 것이다.
- [0034] 상기 P 편광된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살은 다시 일정각도로 굴절되고, 상기 S 편광된 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살은 그대로 진행되어 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 합쳐져 외부로 제공된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 직각 프리즘들을 거쳐 BD(130)에서 출력된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살은 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 입사경로인 제1 경로와 다른 제2 경로로 진행하게 된다.
- [0035] 상기 제1 거울(160)은 상기 BD(130)로부터 출력된 후, 제2 경로로 진행하는 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살을 제2 PBS로 제공되도록 반사시킨다. 상기 제1 거울(160)은 고정된 D-Shaped 거울로 구성될 수 있다.
- [0036] 한편, 제2 거울(170)은 제1 PBS(110)로부터 반사되어 제공되는 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살의 진행방향을 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 진행 방향과 평행하도록 반사한다. 상기 제2 거울(170)은 판거울(Plane mirror)로 구성되거나, 프리즘 및 반사경 중 어느 하나로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0037] 상기 제2 편광회전부(180)는 상기 제2 거울(170)로부터 반사된 제2 빔살(ω)이 진행되는 경로에 배치되어, 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력한다. 본 발명의 제1 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계에서는 상기 제2 편광회전부(180)를 반파장위상지연판(Half Wave Plate, 이하 HWP)로 구비하여 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살의 편광 방향을 45도 기울어진 선형 편광으로 바꾼다. 이렇게 45도 선형 편광된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살은 다음 제2 PBS(190)로 제공된다.
- [0038] 상기 제2 PBS(190)는 상기 제1 거울(160)로부터 제공되는 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살을 서로 수직하게 분리시키고, 상기 제2 편광회전부(180)로부터 제공되는 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살을 편광 방향이 서로 수직한 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살로 분리시킨다. 전술한 바와 같이, 45도 기울어진 선형 편광된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살은 제2 PBS(190)를 통해 S 편광된 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살 및 P 편광된 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살로 분리시키는데, 이때, 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살은 상기 P 편광된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 동일한 경로로 진행하게 되며, 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살은 상기 S 편광된 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 동일한 경로로 진행하게 된다.
- [0039] 상기 제1 광검출수단(PD1)은 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살이 진행되는 경로에 배치되어, 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 제1 간섭신호를 검출하여 외부로 제공한다. 상기 제1 광검출수단(210)은 포토다이오드로 구성되고, 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빔살의 제1 간섭신호를 생성하기 위하여 상기 제2 PBS(190)와 포토다이오드 사이에 제3 편광판(215)을 배치하는 것이 바람직하다.
- [0040] 또한, 상기 제2 광검출수단(PD2)는 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살이 진행되는 경로에 배치되어, 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 제2 간섭신호를 검출하여 외부로 제공한다. 상기 제2 광검출수단(200)은 제1 광검출수단(210)과 마찬가지로, 포토다이오드로 구성되고, 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빔살의 제2 간섭신호를 생성하기 위하여 상기 제2 PBS(190)와 포토다이오드 사이에 제4 편광판(205)을 배치하는 것이 바람직하다.
- [0041] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 제1 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 굉장히 간단한 구성을 구비하면서 제1, 2 간섭신호를 생성하는 두 개의 헤테로다인 간섭계의 광학경로가 동일한 경로로 진행하게 됨으로써, 외부 환경의 변화에 의한 노이즈를 완전히 제거할 수 있어 장시간 안정도를 갖는 측정이 가능하다는 장점을 갖는다.

[0042] 제2 실시예

[0043] 이하, 본 발명의 제2 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 제2 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 제1 실시예의 헤테로다인 간섭계의 구조와 거의 유사하나, 제1 편광회전부 및 제2 편광회전부의 구성이 다르다는 점에서 제1 실시예의 헤테로다인 간섭계와 차이가 있다. 이러한 차이점으로 인하여 제2 실시예의 헤테로다인 간섭계는 제1 PBS로부터 분리되는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살과 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살이 동일한 편광방향을 갖게 되며, 광 고립기(optical isolator)를 구비하지 않아도 되는 구조가 된다.

[0044] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계의 구성을 개략적으로 도시한 구조도이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 제2 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 광원(100), 제1 및 제2 직각 프리즘(140, 142), 제1 편광빔스플리터(Polarized Beam Splitter, 이하 PBS; 110), 제1 편광회전부(120), 빔디스플레이서(Beam Displacer, 이하 BD; 130), 제1 거울(160), 제2 거울(170), 제2 편광회전부(180), 제2 PBS(190), 제1 광검출수단(210) 및 제2 광검출수단(200)을 구비한다.

[0045] 상기 제1 편광회전부(120) 및 제2 편광회전부(180)을 제외한 나머지 구성은 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다.

[0046] 도 3을 참조하면, 제1 편광회전부(120)는 제1 편광회전기(124) 및 제1 편광판(126)으로 구비되며, 제2 편광회전부(180)는 HWP(182), 제2 편광회전기(184) 및 제2 편광판(186)으로 구비된다.

[0047] 상기 제1 편광회전부(120)의 상기 제1 편광회전기(124)는 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시킨다. 상기 제1 PBS(110)로부터 분리된 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살은 P 편광모드이므로, 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살을 BD(130)를 통해 두 개의 빔으로 분리하기 위해서는 편광방향이 45도 또는 -45도로 회전시켜야 한다. 상기 제1 편광회전기(124)는 P 편광 모드로 진입하는 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시키는 역할을 하며, 상기 사전에 설정된 각도는 45도 및 -45도 중 어느 하나이다. 또한, 45도 또는 -45도의 빔만을 검출하기 위하여 상기 제1 편광회전부(120)는 상기 각도의 광축을 갖는 제1 편광판(126)을 더 구비할 수 있다.

[0048] 상기 제1 PBS(110)와 제1 편광회전기(124)와 제1 편광판(126)으로 이루어지는 구성은 광 고립기(optical isolator)의 역할을 하게 되어 제1 실시예의 HWP만으로 이루어지는 구성에 비하여 광학 되먹임에 의해 레이저로 유입되는 광을 제거할 수 있게 되어, 구성요소를 줄일 수 있다는 장점을 갖게 된다.

[0049] 상기 제2 편광회전부(180)의 HWP(182)는 상기 제2 거울(170)로부터 반사된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살이 진행되는 경로에 배치되어, 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살의 편광 방향을 사전에 설정된 각도로 회전시켜 출력한다. 본 발명의 제2 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계에서는 상기 제2 편광회전부(180)를 반파장위상지연판(Half Wave Plate, 이하 HWP; 182)로 구비하여 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살의 편광 방향을 45도 기울어진 선형 편광으로 바꾼다. 이렇게 45도 선형 편광된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살은 다음 제2 편광회전기(184)에 의해 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1 빔살과 동일한 편광 방향으로 회전되고, 제2 편광판(186)을 더 구비하여 제2 주파수(ω_2)의 제2 빔살과 마찬가지로 45도 또는 -45도의 빔만을 검출할 수 있게 된다.

[0050] 본 발명의 제2 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 상기 제1 편광회전기와 제2 편광회전기가 하나로 형성되어 배치될 수 있으며, 제1 편광판 및 제2 편광판 또한, 하나로 형성되어 배치될 수 있다.

[0051] 제3 실시예

[0052] 이하, 본 발명의 제3 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계의 구조 및 동작을 구체적으로 설명한다. 제3 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 제1 실시예의 헤테로다인 간섭계의 동작원리가 유사하나, 구성이 다르다는 점에서 제1 실시예의 헤테로다인 간섭계와 차이가 있다. 이러한 차이점으로 인하여 제3 실시예의 헤테로다인 간섭계는 제1 실시예의 헤테로다인 간섭계에 비하여 좀 더 간단한 구조의 간섭계를 구성할 수 있다.

[0053] 도 6은 본 발명의 제3 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계의 구성을 개략적으로 도시한 구조도이다. 도 4를 참조하면, 본 발명의 제3 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계는 광원(300), 제1 및 제2 직각 프리즘(340), 편광빔스플리터(Polarized Beam Splitter, 이하 PBS; 310), 빔디스플레이서(Beam Displacer, 이하 BD; 330), 제1 편광 회

전부(320), 제3 직각 프리즘(360), 팔분과장 위상지연판($\lambda/8$ Plate; 370), 제1 광검출수단(210) 및 제2 광검출수단(200)을 구비한다.

- [0054] 상기 광원(300), 제1 및 제2 직각 프리즘, 빔디스플레이서(330), 제1 및 제2 광검출수단(120, 180)는 제1 실시예의 그것들과 동일하므로, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0055] 상기 PBS는 제1 PBS와 제2 PBS로 이루어진다. 설명의 편의상 제1 및 제2 PBS로 나누었지만, 도 6에서와 마찬가지로 제1 PBS와 제2 PBS를 포함하는 하나의 PBS로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0056] 상기 제1 PBS는 상기 광원(300)으로부터 제공되는 빛살을 편광 방향이 서로 수직한 제1 주파수(ω_1)의 제1 빛살 및 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살로 분리한다. 상기 분리된 제1 주파수(ω_1)의 제1 빛살은 제1 실시예의 제1 주파수(ω_1)의 제1 빛살과 마찬가지로 빔 디스플레이서(330)를 거쳐 제2 경로로 합쳐진 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살이 된다. 이때, 상기 제1 편광 회전부(320)는 빛살의 광축을 45도 방향으로 회전시킴으로써, 상기 제1 PBS로부터 투과되어 제공되는 P 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1 빛살을 다시 S 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살과 P 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살로 분리시킬 수 있게 된다.
- [0057] 상기 빔 디스플레이서(330)로부터 출력된 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살 및 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살은 제1 PBS로 다시 입사되어 편광 상태에 따라 투과되거나 반사된다. 즉, P 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살은 그대로 투과하게 되고, S 편광의 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살은 반사하게 된다.
- [0058] 상기 제1 PBS로부터 출력된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살은 진행 경로 상에 놓여있는 제3 직각 프리즘으로 제공되고, 상기 제3 직각 프리즘(360)은 상기 제2 빛살의 경로를 변경하여 반사시킨다. 도 6에서와 같이, 상기 제3 직각 프리즘(360)은 두 번의 반사를 이용하여 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살과 평행한 경로로 변경시키되, 처음 입사되는 경로와는 다른 경로로 제2 빛살을 출력하여, 상기 제1 PBS로 다시 제공한다. 이때, 상기 제1 PBS와 제3 직각 프리즘 사이에 팔분과장 위상지연판을 배치시켜, 입사되는 제2 빛살을 팔분과장($\lambda/8$) 위상지연시키는데, 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살이 제3 직각 프리즘으로 입사되고 출력하면서 두번에 걸쳐 팔분과장 위상지연판을 통과하면서, 상기 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살은 총 사분과장($\lambda/4$) 위상 지연되고, 원형 편광이 된다.
- [0059] 상기 원형편광된 제2 주파수(ω_2)의 제2 빛살은 제1 PBS로 다시 입사하면서, 편광상태에 따라 투과되거나 반사된다. 즉, S 편광의 제2 주파수(ω_2)의 제2-1 빛살은 반사되어 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-1 빛살과 동일한 경로로 진행되고, P 편광의 제2 주파수(ω_2)의 제2-2 빛살은 투과되어 상기 제1 주파수(ω_1)의 제1-2 빛살과 동일한 경로로 진행된다. 이후, 제1 실시예와 마찬가지로 각각 제1 및 제2 광검출수단에 의해 제1, 2 간섭신호를 검출하게 된다.
- [0060] 전술한 구성을 갖는 본 발명의 제3 실시예에 따른 빔 디스플레이서를 이용한 헤테로다인 간섭계는 팔분과장 위상지연판 및 제3 직각 프리즘을 이용함으로써, 제1 및 제2 편광회전부의 구성이 필요없이 출력되는 신호들이 완벽히 동일한 경로를 갖으면서도 좀 더 간단한 구조의 간섭계를 구성할 수 있다는 장점을 갖는다.
- [0061] 전술한 제1 내지 제3 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계를 이용하여 유체 채널 리드아웃 센서를 구성할 수 있다. 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용한 유체 채널 리드아웃 센서를 도시한 구조도이며, 도 8은 도 7의 유체 채널 리드아웃 센서에 있어서, 빔 디스플레이서, 유체 채널을 갖는 유체 통과 장치, 및 직각 프리즘에서의 탐지빛과 기준빛의 경로를 도시한 사시도이다. 도 7 및 도 8을 참조하면, 본 발명에 따른 유체 채널 리드아웃 센서는 전술한 제1 내지 제3 실시예에 따른 헤테로다인 간섭계에서 BD와 직각 프리즘의 사이에 시료용 유체 채널(752)과 기준 물질용 유체 채널(754)이 형성된 시료 투입장치(750)를 더 구비함으로써, 장시간 안정도를 갖는 헤테로다인 간섭계를 이용하여 유체 채널(fluidic channel)을 통과하는 시료의 특성을 검출할 수 있게 된다. 상기 시료 투입장치(750)는 빔 디스플레이서의 제2면과 제1 및 제2 직각 프리즘의 사이에 배치되며, 시료를 통과시킬 수 있는 시료용 유체 채널(752) 및 기준빛을 생성할 수 있는 기준 물질을 투입하는 기준물질용 유체 채널(754)이 형성된다.
- [0062] 상기 헤테로다인 간섭계의 제1 및 제2 직각 프리즘은 일체형으로 형성될 수 있다.

[0063] 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 여러가지의 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

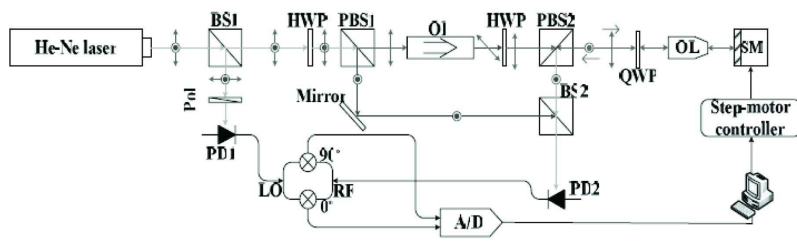
[0064] 본 발명에 따른 헤테로다인 간섭계는 시료로부터 반사된 신호빔에 유도되는 위상과 진폭변화를 동시에 측정하기 때문에 시료의 표면 분석에 널리 이용될 수 있으며, 특히 복합 기능 현미경과 같이 시료의 표면 또는 내부의 구조 및 재질에 대한 분석이 필요한 모든 분야에 적용할 수 있다. 또한, 상기 헤테로다인 간섭계는 유체 채널 리드아웃 센서로도 활용될 수 있다.

부호의 설명

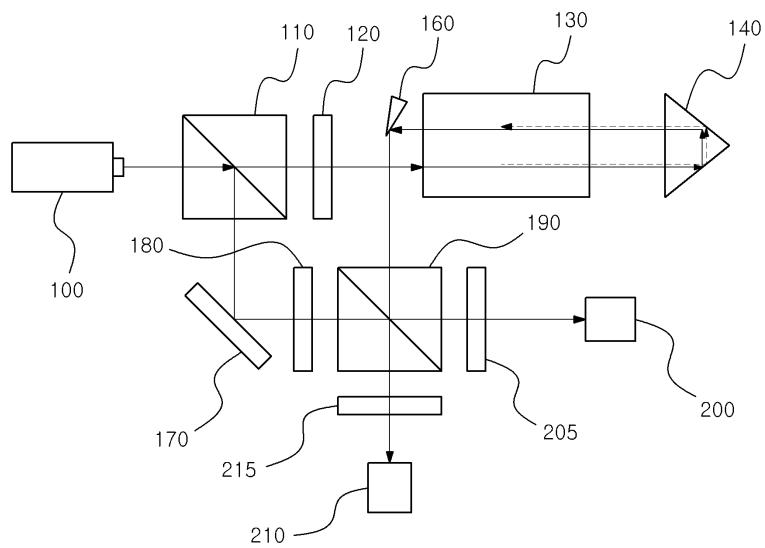
[0065] 100, 300 : 광원
 110, 310 : 제1 PBS
 120 : 제1 편광회전부
 124 : 제1 편광회전기
 126 : 제1 편광판
 130, 330 : 빔 디스플레이서
 140, 340 : 제1 직각 프리즘
 142, 342 : 제2 직각 프리즘
 160 : 제1 거울
 170 : 제2 거울
 180 : 제2 편광회전부
 182 : HWP
 184 : 제2 편광회전기
 186 : 제3 편광판
 190 : 제2 PBS
 200, 300 : 제2 광검출수단
 210, 310 : 제1 광검출수단
 360 : 프리즘
 370 : 팔분파장 위상지연판

도면

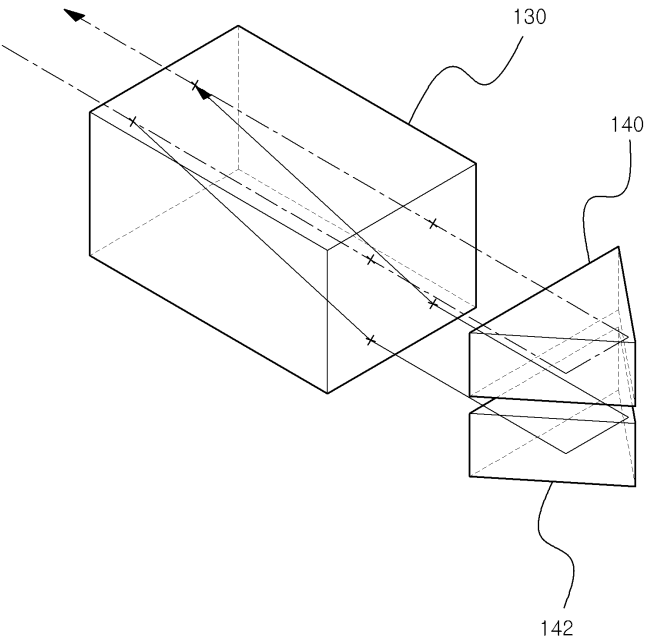
도면1



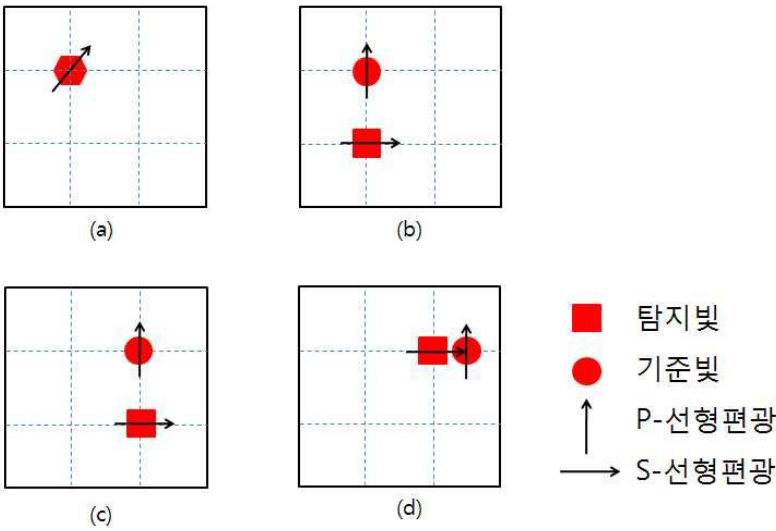
도면2



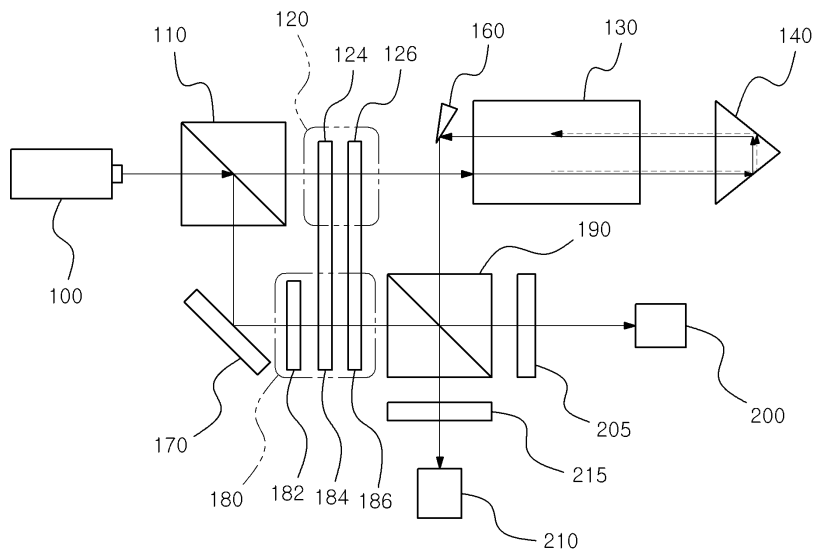
도면3



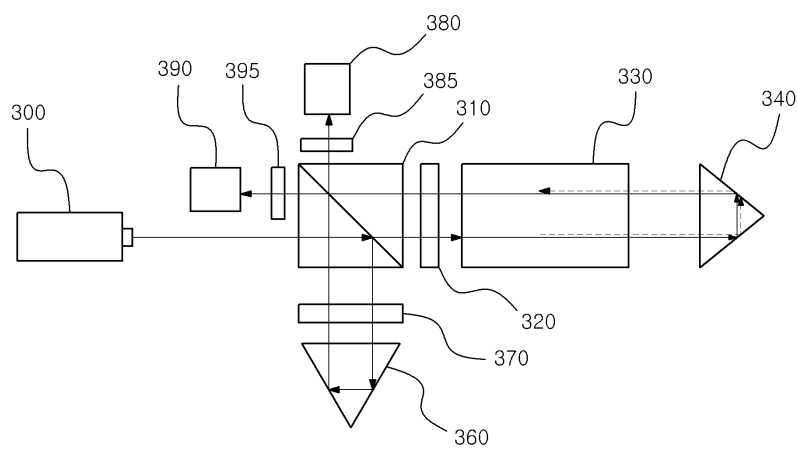
도면4



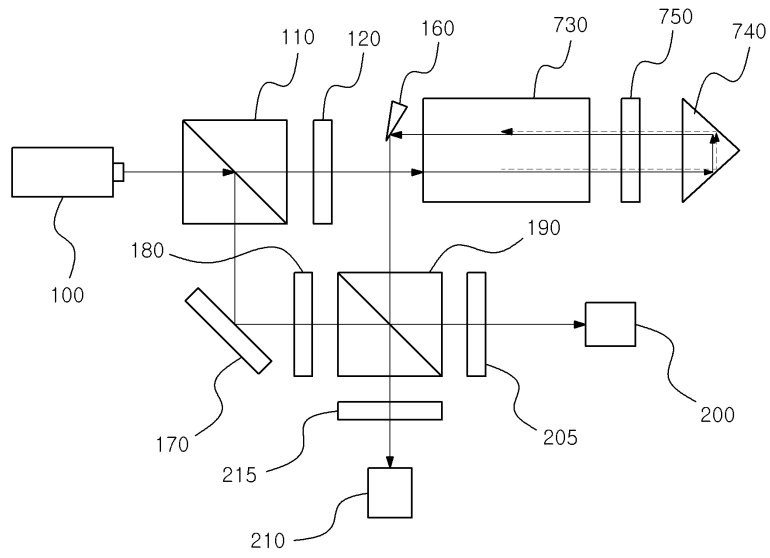
도면5



도면6



도면7



도면8

