(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0083812
(43) 공개일자 2017년07월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01G 3/12 (2006.01) *G01B 11/16* (2006.01)
G01B 9/02 (2006.01) *G02B 26/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01G 3/125 (2013.01)
G01B 11/161 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0003145
(22) 출원일자 2016년01월11일
심사청구일자 2016년01월11일

(71) 출원인
주식회사 카스
경기도 양주시 광적면 그루고개로 262
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김동진
경기도 양주시 광적면 그루고개로 262
이장호
서울특별시 도봉구 도봉로159길 9 1층
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인남촌

전체 청구항 수 : 총 4 항

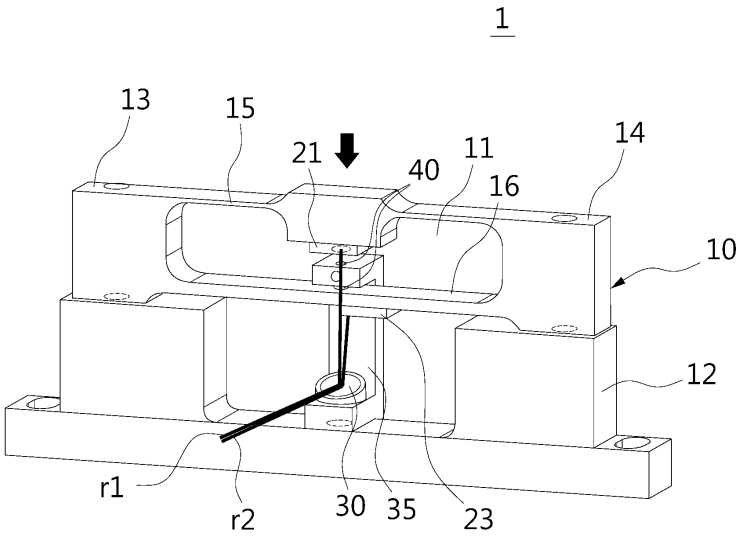
(54) 발명의 명칭 **무게 측정 장치**

(57) 요 약

본 발명은 무게 측정 장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 무게 측정 장치는 몸체를 관통하는 중공부가 형성되며, 상기 몸체의 양단의 제1 고정부와 제2 고정부의 상부를 연결하는 상부 연결부와 하부를 연결하는 하부 연결부를 포함하는 로드셀; 상기 상부 연결부의 하중이 인가되는 위치에 대응하여 상기 상부 연결부의 저면에 부착되는 타겟 반사판; 상기 하부 연결부의 저면에 부착되는 기준 반사판; 상기 타겟 반사판에 입사하여 반사된 제1 빛살과 상기 기준 반사판에 입사하여 반사된 제2 빛살의 간섭된 광에 따른 경로 길이를 기준 경로 길이와 비교하여 하중의 인가에 따른 광의 경로 변위를 산출하는 광 경로 변위 산출부; 및 상기 광의 경로 변위에 상응하는 상기 로드셀의 변위를 기초로 무게를 산출하는 무게 산출부를 포함한다.

이를 통하여, 레이저를 활용한 고정밀도의 측정범위가 큰 무게 측정이 가능하다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01B 9/02 (2013.01)
G01B 9/0201 (2013.01)
G01B 9/02021 (2013.01)
G02B 26/08 (2013.01)

(72) 발명자
조규만
서울특별시 강북구 인수봉로79길 93, 현대빌라4-201
박준규
서울특별시 영등포구 여의대방로45길 20 102호
박종현
서울특별시 도봉구 도봉산길 35 가든아파트, 2동 506호
윤승현
서울특별시 성북구 숭인로2길 61 동부센트레빌아파트
임효섭
인천광역시 서구 검암로20번길 47 풍림1차아파트, 201동1603호
최재우
경기도 동두천시 거북마루로 64 대방샤인힐7단지아파트, 703동301호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 10046935
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원
연구사업명 World Class 300 프로젝트 R&D
연구과제명 분해능 1/100,000,000의 실험실용 무게계량기 공급을 위한 광기반 계량센서 원천기술 개발
기 여 율 1/1
주관기관 주식회사 카스
연구기간 2013.09.01 ~ 2017.08.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

몸체를 관통하는 중공부가 형성되며, 상기 몸체의 양단의 제1 고정부와 제2 고정부의 상부를 연결하는 상부 연결부와 하부를 연결하는 하부 연결부를 포함하는 로드셀;

상기 상부 연결부의 하중이 인가되는 위치에 대응하여 상기 상부 연결부의 저면에 부착되는 타겟 반사판;

상기 하부 연결부의 저면에 부착되는 기준 반사판;

상기 타겟 반사판에 입사하여 반사된 제1 빛살과 상기 기준 반사판에 입사하여 반사된 제2 빛살의 간섭된 광에 따른 경로 길이를 기준 경로 길이와 비교하여 하중의 인가에 따른 광의 경로 변위를 산출하는 광 경로 변위 산출부; 및

상기 광의 경로 변위에 상응하는 상기 로드셀의 변위를 기초로 무게를 산출하는 무게 산출부를 포함하는 무게 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기준 반사판은 상기 제1 빛살의 경로를 방해하지 않도록 상기 타겟 반사판과의 일직선 위치로부터 측방향으로 이격된 위치에 부착되는 무게 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 로드셀의 하부 연결부에는 상기 타겟 반사판에 수직방향으로 상기 제1 빛살의 경로를 형성하기 위하여 상기 타겟 반사판의 일직선상 위치에 관통홀이 형성되는 무게 측정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 로드셀 하부에 측방향으로 입사되는 상기 제1 빛살과 상기 제2 빛살의 진행방향을 변경하여, 상기 제1 빛살은 상기 관통홀을 통하여 상기 타겟 반사판에 입사되고, 상기 제2 빛살은 상기 기준 반사판에 입사되도록 하는 거울을 더 포함하는 무게 측정 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무게 측정에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 로드셀을 이용한 무게 측정에서 간섭계를 이용해 로드셀 상에 놓이는 피측정물의 무게를 측정하는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 저울은 피측정물의 하중을 측정하는 장치로, 기존에는 측정 방식으로 전자력 평형식 측정 방식, 전기 저항선식

측정 방식 등이 사용되어 왔다.

[0004] 전자력 평형식 측정 방식은 하중과 평형을 이룰만큼의 전자력이 인가될 때 요구되는 전기량을 측정함으로써 무게를 측정하는 방식으로 측정 용량은 수 mg 내지 수 kg에 이르며, 상대 정밀도가 상당히 높다는 장점은 있으나, 주변 잡음의 혼입이 용이하여 정밀도 및 안정도에 악영향을 미칠 수 있고 측정 범위가 지나치게 작고 비교적 구조가 복잡하다는 문제점이 있다.

[0005] 전기저항선식 방식은 로드셀 방식이라고도 하는데, 하중에 의한 로드셀의 비틀림을 스트레인 게이지를 이용하여 전기적 신호로 변환시켜 무게를 측정하는 방식이다. 로드셀 저울은 측정하고자 하는 영역의 하중 범위에서 안전하게 변형되도록 제작된 로드셀, 로드셀에 부하를 인가하는 부하인가 수단, 피측정물이 올려지는 안착판, 외장케이스, 제어부 등이 구비된 구조로 제작된다. 로드셀 저울은 내장된 로드셀에 의해 측정할 수 있는 특정 영역의 하중만을 측정할 수 있어, 복수 영역의 하중을 선택적으로 측정할 수 있도록 2 개의 로드셀이 내장된 형태의 저울도 제안되어 있다.

[0006] 전기저항선식 방식의 상대 정밀도는 전자력 평형식 전자 저울에 비하여 낮고, 로드셀이 많아질 경우 A/D 변환 속도가 저하되어 정밀도가 떨어지며 로드셀의 경년 변화에 따른 정기적인 교정을 해야 하는 문제점 또한 존재한다.

[0007] 따라서, 전자력 평형식 측정 방식 또는 전기저항선식 방식의 문제점을 해결할 수 있는 정밀한 무게 측정을 위한 새로운 방안이 요구된다 할 것이다.

[0008] 빛의 경로의 길이를 측정하는 간섭계의 경우, 정밀도는 우수하나 일반적으로 동적범위가 빛의 파장의 제약을 받는다는 문제점이 존재한다. 따라서, 간섭계를 저울로 활용하기 위해서는 측정범위를 높일 수 있는 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 상술한 문제점을 극복하기 위한 본 발명의 목적은 측정범위가 크고 정밀도가 높은 간섭계를 이용해 로드셀 상에 놓이는 피측정물의 무게를 측정하는 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 목적은 본 발명의 일 양태에 따른 몸체를 관통하는 중공부가 형성되며, 상기 몸체의 양단의 제1 고정부와 제2 고정부의 상부를 연결하는 상부 연결부와 하부를 연결하는 하부 연결부를 포함하는 로드셀; 상기 상부 연결부의 하중이 인가되는 위치에 대응하여 상기 상부 연결부의 저면에 부착되는 타겟 반사판; 상기 하부 연결부의 저면에 부착되는 기준 반사판; 상기 타겟 반사판에 입사하여 반사된 제1 빛살과 상기 기준 반사판에 입사하여 반사된 제2 빛살의 간섭된 광에 따른 경로 길이를 기준 경로 길이와 비교하여 하중의 인가에 따른 광의 경로 변위를 산출하는 광 경로 변위 산출부; 및 상기 광의 경로 변위에 상응하는 상기 로드셀의 변위를 기초로 무게를 산출하는 무게 산출부를 포함하는 무게 측정 장치에 의하여 달성될 수 있다.

[0013] 이때, 상기 기준 반사판은 상기 제1 빛살의 경로를 방해하지 않도록 상기 타겟 반사판과의 일직선 위치로부터 측방향으로 이격된 위치에 부착될 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 로드셀의 하부 연결부에는 상기 타겟 반사판에 수직방향으로 상기 제1 빛살의 경로를 형성하기 위하여 상기 타겟 반사판과 일직선상 위치에 관통홀이 형성될 수 있다.

[0015] 아울러, 상기 로드셀 하부에 측방향으로 입사되는 상기 제1 빛살과 상기 제2 빛살의 진행방향을 변경하여, 상기 제1 빛살은 상기 관통홀을 통하여 상기 타겟 반사판에 입사되고, 상기 제2 빛살은 상기 기준 반사판에 입사되도록 하는 거울을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상술한 바와 같은 무게 측정 장치에 따르면 레이저를 활용한 고정밀도의 측정범위가 큰 무게 측정이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명에 따른 무게 측정 장치의 일부에 대한 사시도;

도 2는 본 발명에 따른 무게 측정 장치의 무게 산출을 위한 프로세싱을 수행하는 구성에 대한 블록도;

도 3은 본 발명에 적용 가능한 간섭계의 일 실시예를 도시한 구조도;

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 무게 측정 장치에서 무게 산출을 위해 활용하는 기준 테이블의 일 실시예; 및

도 5는 도 1의 무게 측정 장치를 통한 무게 측정 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0021] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0022] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는 데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0023] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0024] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0027] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0028] 본 발명의 실시예에 따른 무게 측정 장치는 로드셀을 포함하는 하드웨어적인 모듈과 간섭계를 통한 간섭광을 프로세싱하여 피측정물의 무게를 산출하는 모듈을 포함한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무게 측정 장치(1)의 일부에 대한 사시도이고, 도 2는 무게 측정 장치(1)의 무게 산출을 위한 프로세싱을 수행하는 구성에 대한 블록도이다. 이하, 도 1과 도 2를 함께 참조하여, 무게 측정 장치(1)의 외관 구성 및 무게 산출 처리를 위한 구성을 살펴본다.

[0030] 도 1과 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 무게 측정 장치(1)는 로드셀(10), 간섭계(20), 거울(30), 관

통홀(40), 광 경로 변위 산출부(50), 및 무게 산출부(60)를 포함한다.

[0031] 로드셀(10)은 대략 직사각 막대 형상을 갖는 몸체의 중심에 측면을 향해 관통되는 중공부(11)가 형성되고, 로드셀 지지 수단(12)의 상단에 고정 부착되어 설치된다. 로드셀(10)은 중공부(11)를 기준으로 몸체 양측단에 위치하는 제1 고정부(13)와 제2 고정부(14)를 포함하며, 제1 고정부(13)와 제2 고정부(14)는 로드셀(10)의 상부를 연결하는 브리지(bridge)인 상부 연결부(15)와 하부를 연결하는 브리지인 하부 연결부(16)를 통해 서로 연결된다.

[0032] 로드셀(10)은 제1 고정부(13)와 제2 고정부(14) 사이에 인가되는 피측정물의 하중으로 인하여 변위가 발생하는 구조로서, 도 1에서는 상부 연결부(15)의 중심에 돌출된 영역에 하중이 인가되는 것을 화살표로 나타내고 있다. 한편, 위와 같은 본 발명에 따른 로드셀(10)은 바람직하게는 정밀 측정용 로드셀로 구현될 수 있다.

[0033] 간섭계(20)는 피측정물의 하중으로 인하여 비틀림이 생기는 로드셀(10)의 변위를 광 경로의 길이 변화에 따라 검출하기 위함으로, 도 1에 도시된 타겟 반사판(21)과 기준 반사판(23)은 간섭계(20)의 일부 구성에 해당한다.

[0034] 타겟 반사판(21)은 하중 인가에 따른 로드셀(10)의 변위가 일어나는 상부 연결부(15)의 저면에 부착되며, 기준 반사판(23)은 하중 인가와 무관하게 변위가 발생하지 않는 하부 연결부(16)의 저면에 부착된다. 한편, 기준 반사판(23)은 타겟 반사판(21)으로의 광 경로를 방해하지 않도록, 타겟 반사판(21)과의 일직선상으로부터 측방향으로 이격된 곳에 위치한다.

[0035] 거울(30)은 도 1에 도시된 바와 같이 로드셀(10) 하부에 측방향으로 입사되는 제1 빛살(r1)과 제2 빛살(r2)을 반사하여 진행방향을 바꿈으로써 각각 제1 빛살(r1)은 타겟 반사판(21)으로, 제2 빛살(r2)은 기준 반사판(23)으로 입사되도록 한다.

[0036] 한편, 거울(30)은 로드셀 지지수단(12)에 고정되는 거울 지지수단(35)에 의하여 지지된다. 거울 지지수단(35)은 'ㄷ' 형태를 취하여, 타겟 반사판(21)의 위치에 대응하는 하부 연결부(16)의 일부 영역을 덮는 구조로 마련된다.

[0037] 관통홀(40)은 하부 연결부(16)와 거울 지지수단(35)을 관통하여 형성되는 홀로서, 타겟 반사판(21)으로의 광 경로를 형성한다. 관통홀(40)은 제1 빛살(r1)이 하중이 인가되는 방향과 수평하게, 즉, 제1 빛살(r1)이 타겟 반사판(21)에 수직으로 입사되도록 타겟 반사판(21)과 일직선상에 위치한다.

[0038] 위와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 무게 측정 장치(1)는 로드셀 저울에 간섭계의 구성을 채용하기 위한 효과적인 구조를 갖는다.

[0039] 한편, 본 발명에 따른 무게 측정 장치(1)는 도 2에 도시된 바와 같이, 간섭계(20)를 통해 검출되는 간섭광을 기초로 피측정물의 무게를 산출하기 위한 프로세싱을 수행하는 구성인 광 경로 변위 산출부(50)와 무게 산출부(60)를 더 포함한다.

[0040] 로드셀(10)에 하중이 인가되면, 로드셀(10)의 휨으로 타겟 반사판(21)의 위치가 변하므로 타겟 반사판(21)과 기준 반사판(23)에서 반사된 두 빛살에 의한 간섭광의 경로 길이에 변화가 생긴다.

[0041] 이를 이용하여, 광 경로 변위 산출부(50)는 타겟 반사판(21)과 기준 반사판(23)으로부터 각각 반사된 두 빛살의 간섭광이 포함하는 프린지(fringe)를 카운팅하여 간섭계(20)의 광 경로 길이를 산출하며, 산출된 광의 경로 길이를 로드셀(10)에 하중이 인가되기 전의 광의 경로 길이에 해당하는 기준 경로 길이와 비교하여 하중 인가로 발생된 광의 경로 변위를 산출한다. 이를 위하여, 광 경로 변위 산출부(50)는 간섭계(20)로부터 변환된 전기 신호의 증폭, A/D(Analog-to-Digital) 변환, 신호 필터링을 위한 신호 처리 구성을 포함하여 구현된다.

[0042] 무게 산출부(60)는 하중 인가에 따른 광의 경로 변위에 상응하는 로드셀(10)의 변위를 기초로 피측정물의 무게를 산출한다. 이때, 로드셀의 변위와 무게의 상관관계를 나타낸 데이터테이블로서, 로드셀(10)의 변위에 상응하는 무게 정보를 기록한 기준 테이블을 이용할 수 있다.

[0043] 도 3은 하중 산출시 활용되는 무게와 거리의 상관관계를 나타낸 기준 테이블의 일 예를 보여준다.

[0044] 도 3의 기준 테이블은 피측정물을 올려놓고 로드셀(10)에 무게가 가해질 때의 휨의 정도, 즉 로드셀(10)의 가운데가 휘어서 지면 방향으로 내려오는 길이를 ㎜ 단위로 나타낸 것이다. 또한, 도 3의 테이블에서 gf는 무게의 단위를 나타낸다.

[0045] 기준 테이블에 로드셀(10)의 변위에 대응하는 무게값이 없는 경우에는 무게 산출부(60)는 spline과 같은 다양한

regression 방법으로 테이블에 존재하지 않은 무게값들을 예측한다.

[0046] 한편, 도 1에서는 간섭계(20)의 구성으로서, 타겟 반사판(21)과 기준 반사판(23)만 도시되었으나, 무게 측정 장치(1)가 광원(미도시)을 포함하여 이 밖의 통상적인 간섭계에 포함되는 구성을 포함하고 있음은 물론이다.

[0047] 이하에서는 본 발명에 활용 가능한 간섭계(20)의 일 예에 대해 살펴본다. 간섭계(20)로는 마이켈슨(Michelson) 간섭계, 마하-젠더 간섭계 등 다양한 간섭계가 활용될 수 있으나, 이하에서는, 마이켈슨 간섭계의 계통을 간섭계(20)의 일 예로 들어 설명한다.

[0048] 두 개의 빛살을 이용하는 마이켈슨 간섭계는 탐사 빛살(probe beam)과 기준 빛살(reference beam)로 구성되는데 측정하고자 하는 물리적인 변화에 의해 탐사 빛살에 유도된 위상변화나 진폭 변화를 기준 빛살과의 간섭을 통해 복조시킴으로써 해당 물리량을 매우 높은 정밀도로 측정할 수 있다.

[0049] 이와 같은 두개의 빛살을 이용하는 간섭계에서 탐사 빛살과 기준 빛살의 주파수가 같은 경우를 호모다인(homodyne) 간섭계라고 하고 두 빛살의 주파수가 다른 경우를 헤테로다인(heterodyne) 간섭계라고 한다. 호모다인 간섭계의 경우 위상 및 진폭변화를 직접 베이스밴드(baseband)로 복조시킬 수 있는 반면, 헤테로다인 간섭계의 경우는 두 빛살의 주파수가 다르기 때문에 위상 및 진폭변화를 측정하기 위해서는 탐사 빛살과 기준 빛살의 믹싱에 의해 주어지는 IF(Intermediate Frequency) 신호에 대한 추가 복조과정이 필요하다.

[0050] 이와 같이 추가 복조 과정이 필요하지만 RF 통신에서 널리 사용되고 있는 I/Q-복조 기술을 적용할 경우 복잡한 광학계를 사용하지 않더라도 쉽게 위상과 진폭변화를 구분해서 정밀하게 측정할 수 있기 때문에 헤테로다인 I/Q 간섭계가 센서 응용에 적합하다.

[0051] 도 4는 본 발명에 적용 가능한 간섭계(20)의 일 예를 도시한 구조도이다.

[0052] 도 4를 참조하면, 본 발명에 적용되는 AOM 헤테로다인 간섭계(20)는 광원 (200), 편광 빔스플리터 (PBS: Polarizing Beam Splitter)(210), 거울(211), 음향광 변조기(AOM)(220), AOM 구동부(221), λ/4-위상지연판인 QWP(Quater-Wave Plate)(230), 콜리메이션 렌즈(colimation lens)(240), 타겟 반사판(250), 기준 반사판(251), 제1 광검출기(260), 제2 광검출기(261), 차동 증폭기(270) 및 복조부(280)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0053] 광원(200)은 단일 모드의 선형 편광 상태로 이루어지는 빛살을 제공하며 PBS의 광축 입사면에 수평으로 정렬된 상태의 빛살을 제공한다.

[0054] 편광 빔스플리터(PBS)(210)는 입사되는 빛살을 편광 상태에 따라 투과시키거나 반사시키는 소자로서, P파는 그대로 투과하고 S파는 입사각과 수직되게 반사시킨다. 따라서, 편광 빔스플리터(PBS)(210)는 광원(200)으로부터 제공되는 P 파를 그대로 투과시켜 음향광 변조기(AOM)(220)로 제공한다.

[0055] 음향광 변조기(AOM)(220)는 AOM 구동부(221)에 의해 구동 주파수(f_{RF})로 진동하게 되고, 그 결과 입사되는 빛살의 일부는 변조 없이 원래 주파수(f_0)를 그대로 갖는 영차(Zero-order) 빛살로 출력되고, 입사되는 빛살의 일부는 구동 주파수(f_{RF})에 의해 변조되어 1차(First-order) 빛살으로 출력된다. 이때, f_0의 주파수를 갖는 영차 빛살과 ($f_0 + f_{RF}$)의 주파수를 갖는 1차 빛살은 서로 일정 각도로 분리하여 출력된다. 콜리메이션 렌즈(241)는 일정 각도로 분리되어 출력되는 상기 영차 빗살과 1차 빛살을 평행하게 출력한다. 음향광 변조기 (220)로 입사된 P파의 빛살들은 AOM(220)을 통과함에 따라 AOM(220)의 특성에 의해 P파로부터 90° 회전된 선형 편광 상태인 S파가 된다.

[0056] 한편, AOM 구동부(221)는 구동 주파수에 따라 AOM(220)을 구동시키고, 신호빛의 검출을 위하여 구동 주파수(f_{RF})에 대한 정보를 복조부(270)로 제공한다.

[0057] λ/4-위상지연판인 QWP(230)는 45° 로 정렬되어 있기 때문에, S파의 선형 편광이 입사되면 원형 편광으로 변환시켜 출력하게 되며, 원형 편광이 입사되면 P파의 선형 편광으로 변환시켜 출력한다. QWP(230)는 타겟 반사판(250) 및 기준 반사판(251)과 AOM(220)의 사이에 배치되어, 타겟 반사판(250) 및 기준 반사판(251)에서 반사되어 다시 되돌아온 제1 및 제2 빛살을 원래의 편광 방향과 90도가 되도록 편광 상태를 회전시켜 출력한다.

[0058] 타겟 반사판(250)은 AOM(220)으로부터 출력된 빛살 중 하나가 진행하는 경로상에 수직되게 배치된다. 타겟 반사판(250)은 입사된 빛살을 재반사시켜 입사된 경로를 따라 출력하는데 타겟 반사판(250)의 위치가 이동하여 타겟 반사판(250)까지의 거리가 변화하면 변화한 거리 정보를 위상 변화 정보에 포함시킨 탐사 빛살(probe beam)을

제공한다.

[0059] 본 실시예에 따른 광간섭계의 타겟 반사판(250)의 역할은 도 1에 도시된 로드셀(10)의 상부 연결부(15)의 저면에 부착된 타겟 반사판(21)이 담당하게 되고, 기준 반사판(251)의 역할은 로드셀(10)의 하부 연결부(16)의 저면에 부착된 기준 반사판(23)이 담당하게 된다.

[0060] 기준 반사판(251)은 AOM(220)으로부터 출력된 빛살 중 다른 하나가 진행하는 경로상에 수직하게 배치된다. 그 결과, AOM(220)으로부터 출력된 빛살은 기준 반사판(251)으로 진행하고 다시 AOM으로 재입사되어, 기준 빛살(reference beam)을 제공한다.

[0061] 타겟 반사판(250) 및 기준 반사판(251)으로부터 반사된 탐사 빛살과 기준 빛살은 콜리메이션 렌즈(240)와 QWP(230)를 통과한 후 AOM(220)에서 재변조되어 PBS(210)로 진행한다. 타겟 반사판(250) 및 기준 반사판(251)에서 반사된 두 빛살은 QWP(230)를 통과하면서 원형 편광에서 P 편광상태가 된다. 또한, AOM(220)으로 재입사한 각각의 빛살들은 다시 변조되지 않은 영차 빛살과 구동 주파수에 의해 변조된 일차 빛살으로 나뉘어 출력된다. 따라서, 이미 한번 주파수 변조된 빛살이 다시 주파수 변조됨에 따라, AOM으로부터 출력되는 두 빛살의 주파수 차이 값, 즉 비트 주파수(beat frequency)는 AOM의 변조 주파수(f_{RF})의 2배가 된다. 또한, AOM을 통과한 빛살은 90° 회전하여 S파로 변환된다.

[0062] PBS(210)로 입사된 빛살들은 모두 S 편광상태로서, 제1 경로('a')를 따라 입사한 빛살은 PBS에 의해 반사되어 제1 광검출기(260)로 진행하며, 제2 경로('b')를 따라 입사한 빛살은 PBS에 의해 반사되어 제2 광검출기(261)로 입력된다.

[0063] 차동증폭기(270)는 제1 광검출소자(260) 및 제2 광검출소자(261)로부터 각각 제1 및 제2 간섭신호들이 입력되고, 입력된 간섭신호들의 차이값(i_1-i_2)을 검출하여 복조기(280)로 출력한다.

[0064] AOM 구동부(221)를 통해 AOM(220)으로 제공된 구동 주파수(f_{RF})는 2배의 주파수($2f_{RF}$)로 변환되어 복조부(280)로 제공된다. 복조부(280)는 2배의 주파수를 이용하여 상기 광검출기로부터 제공되는 간섭신호를 복조하여 신호 빛살에 대한 위상과 진폭 변화를 검출한다.

[0065] 간섭신호를 복조하는 방법은 여러가지가 있으며, 그 중 한 방법은 I/Q(In-phase/Quadrature-phase) 복조방법으로, 복조기로부터 출력되는 간섭신호의 I 신호 및 Q 신호를 이용하여 위상 및 진폭변화를 검출할 수 있다. 복조부(280)는 간섭 신호 및 변조 주파수 정보를 입력받아 복조하여, I 값 및 Q 값으로 출력한다.

[0066] 복조기(280)으로부터 출력되는 I 값 및 Q 값은 광 경로 변위 산출부(50)로 제공되어, 위상변화를 수학식 1에 의해 산출하게 된다.

수학식 1

[0067]
$$\mathbf{Phase} = \tan^{-1}\left(\frac{Q}{I}\right)$$

[0068] 수학식 1의 위상변화는 프린지(fringe)라 불리는 입사광 파장(l)의 1/4 미만의 미세한 경로 길이의 변화를 측정한다. 이때 하나의 프린지가 입사광 파장의 1/4인 이유는 빛살이 타겟 반사판(250) 및 기준 반사판(251)으로부터 반사되어 돌아오고 위상 불분명성(phase ambiguity)이 존재하기 때문이다. 하나의 프린지 이상의 큰 변위는 프린지 카운팅(fringe counting)을 통하여 검출된다.

[0069] 프린지 카운팅은 하나의 프린지를 복수의 구역으로 나누어 빛의 경로 길이의 변화가 특정 방향으로 변하면서 하나의 프린지 범위를 넘어갈 때마다 타겟 반사판(250)의 변위에 입사광 파장의 1/4을 더하거나 빼주는 기술이다.

[0070] 복조기(280)는 광 경로 변위 산출부(50)와 연결되며, 본 실시예에 따른 광 경로 변위 산출부(50)는 하나의 프린지를 세 개의 구역으로 나누어 빛의 경로의 변화의 방향을 검출하고 프린지의 개수를 산출할 수 있다.

[0071] 도 5는 도 1과 도 2를 참조하여 앞서 설명된 무게 측정 장치(1)에 의한 무게 측정 방법의 흐름도이다.

[0072] 이하의 실시예 설명에서 본 발명의 무게 측정 방법을 구성하는 각 단계들이 도 1과 도 2를 통하여 설명된 본 발명의 무게 측정 장치(1)의 대응되는 구성요소에서 수행되는 동작으로 이해될 수 있으나, 방법을 구성하는 각 단

계들은 각 단계를 정의하는 기능 자체로서 한정되어야 한다. 즉, 각 단계를 수행하는 것으로 예시된 구성요소의 명칭에 의해서 각 단계의 수행주체가 한정되지 않음에 유의하여야 한다.

[0073] 본 발명의 실시예에 따른 무게 측정 방법에 따르면, 우선 간섭계(20)를 통한 간섭광을 프로세싱한다(S610).

[0074] 광의 경로를 살펴보면, 광원(미도시)으로부터의 두 빛살(r1, r2)은 거울(30)에 의하여 반사되어, 하나의 빛살(r1)은 로드셀(10)의 하부 연결부(16)와 거울 지지수단(35)에 마련되는 관통홀(40)을 통하여 진행되어 타겟 반사판(21)에 입사되고, 나머지 빛살(r2)은 기준 반사판(23)에 입사된다. 두 반사판(21, 23)으로부터 반사되어 간섭된 간섭광에 대한 프로세싱은 약한 전기 신호를 증폭하고, 증폭된 신호에 대해 A/D(Analog-to-Digital) 변환을 수행하고, 변환된 신호를 LPF(Low Pass Filter), HPF(High Pass Filter) 등을 사용하여 필터링을 수행하는 절차를 모두 포함한다. 한편, 본 발명에 따른 간섭계는 마이켈슨(Michelson) 간섭계, 그 중 헤테로다인 간섭계, AOM을 활용한 헤테로다인 간섭계뿐 아니라 마하-젠더 간섭계를 포함함은 전술된 바와 같다.

[0075] 이후, 간섭광의 형태 정보를 활용해 간섭계(20)의 광 경로의 길이를 산출한다(S620). 이때, 간섭광의 형태 정보는 간섭광이 포함하는 프린지의 개수 및 위상차 정보를 포함한다.

[0076] 광 경로 길이가 산출되면, 산출된 광 경로의 길이를 기준 경로 길이와 비교하여 광 경로 변위를 도출한다(S630). 여기서, 기준 경로 길이는 로드셀(10)에 어떤 하중도 가해지지 않았을 때의 광 경로 길이가 된다.

[0077] 광 경로 변위가 도출되면 광 경로 변위에 대응하는 로드셀(10)의 휨 정도와 관련된 로드셀의 변위인 길이 값을 기준 테이블을 활용하여 검색하고(S640), 검색된 로드셀의 휨 정도와 관련된 길이 값에 상응하는 무게를 피측정물의 무게로 정의한다(S650).

[0078] 상술한 실시예를 통해 설명한 바와 같은 본 발명의 무게 측정 장치(1)에 따르면, 로드셀 저울에 간섭계를 채용하기 위한 효과적인 구조를 마련한 것으로, 단순히 실험 단계를 넘어서 상용화될 수 있는 구조를 제공한다는 점에서 종래 기술을 넘어서는 기술적 의의가 존재한다.

[0079] 이상 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

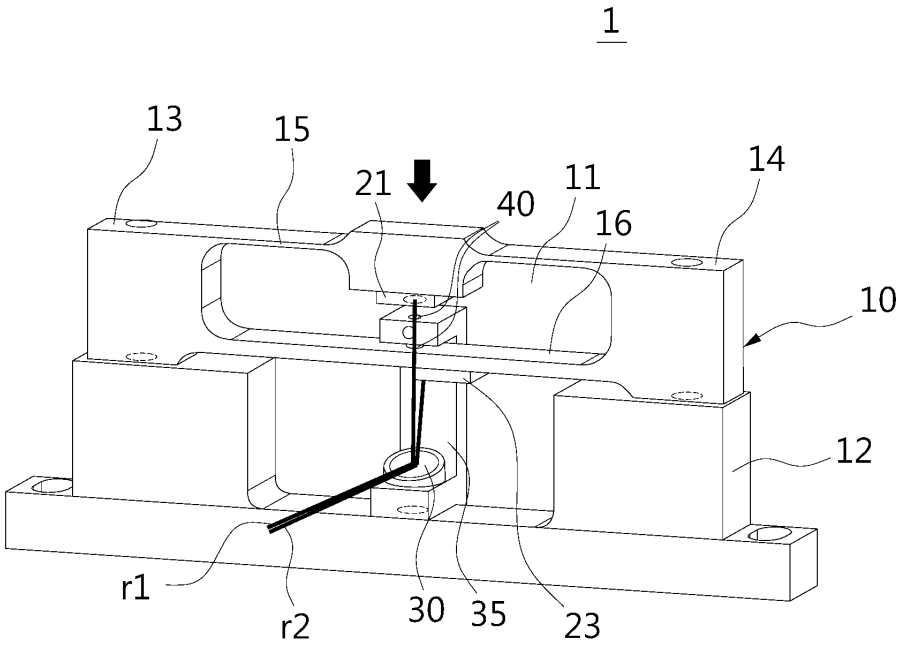
부호의 설명

[0081]

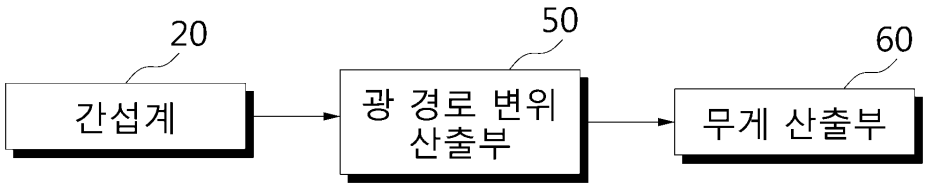
10: 로드셀	15: 상부 연결부
16: 하부 연결부	20: 간섭계
21: 타겟 반사판	23: 기준 반사판
30: 거울	40: 관통홀
50: 광 경로 변위 산출부	60: 무게 산출부
200: 광원	210: 편광 빔스플리터
220: AOM	221: AOM 구동부
230: QWP	240: 콜리메이션 렌즈
250: 타겟 반사판	251: 기준 반사판
260: 제1 광검출기	261: 제2 광검출기
270: 차동증폭기	280: 복조부

도면

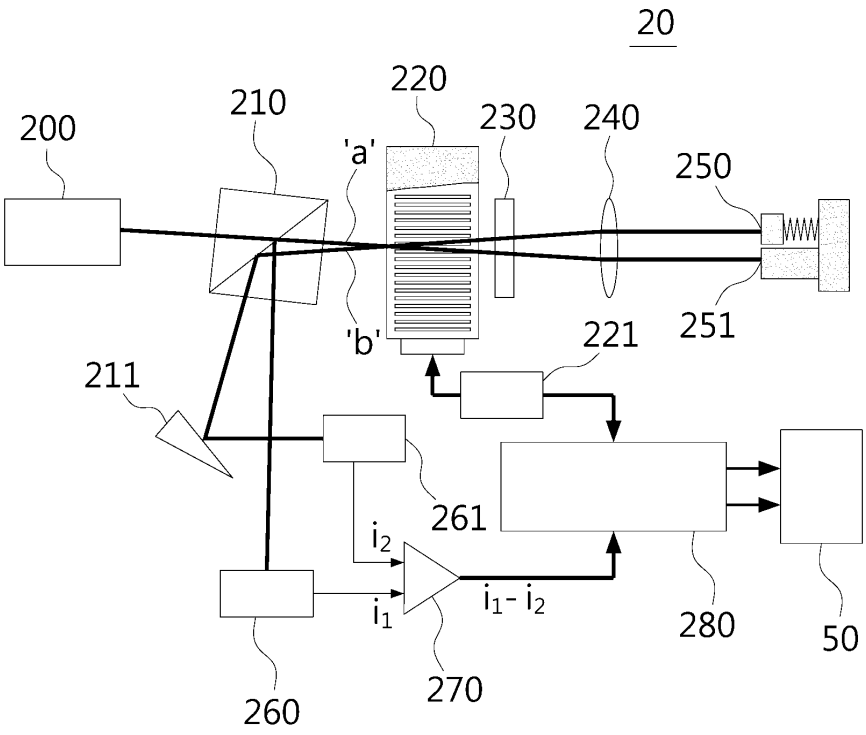
도면1


1
13
15
21
40
11
16
14
10
12
r1
r2
30
35
23

도면2


20
간섭계
50
광 경로 변위 산출부
60
무게 산출부

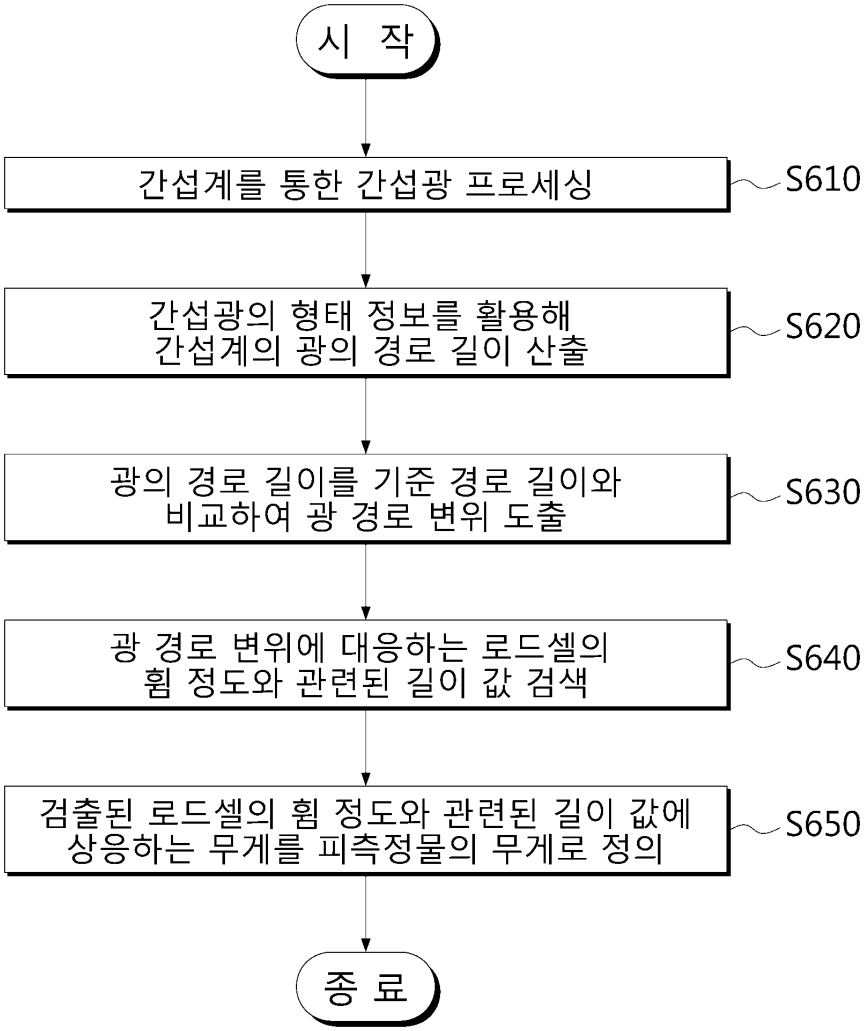
도면3



도면4

변위	
gf	mm
0	0.0101
0.15	0.0112
0.3	0.0124
0.45	0.0136
0.6	0.0148
0.75	0.016
200	1.6

도면5


시 작
간섭계를 통한 간섭광 프로세싱
S610
간섭광의 형태 정보를 활용해
간섭계의 광의 경로 길이 산출
S620
광의 경로 길이를 기준 경로 길이와
비교하여 광 경로 변위 도출
S630
광 경로 변위에 대응하는 로드셀의
휨 정도와 관련된 길이 값 검색
S640
검출된 로드셀의 휨 정도와 관련된 길이 값에
상응하는 무게를 피측정물의 무게로 정의
S650
종 료