



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월19일
(11) 등록번호 10-1737817
(24) 등록일자 2017년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/04 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)
G01N 3/12 (2006.01) G01N 3/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/04 (2013.01)
G01N 21/1717 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0074575
(22) 출원일자 2016년06월15일
심사청구일자 2016년06월15일
(56) 선행기술조사문헌
JP3131611 U9*
JP2004205248 A*
JP2007327894 A
JP10170419 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
김주영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김영천
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김시훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

전체 청구항 수 : 총 9 항

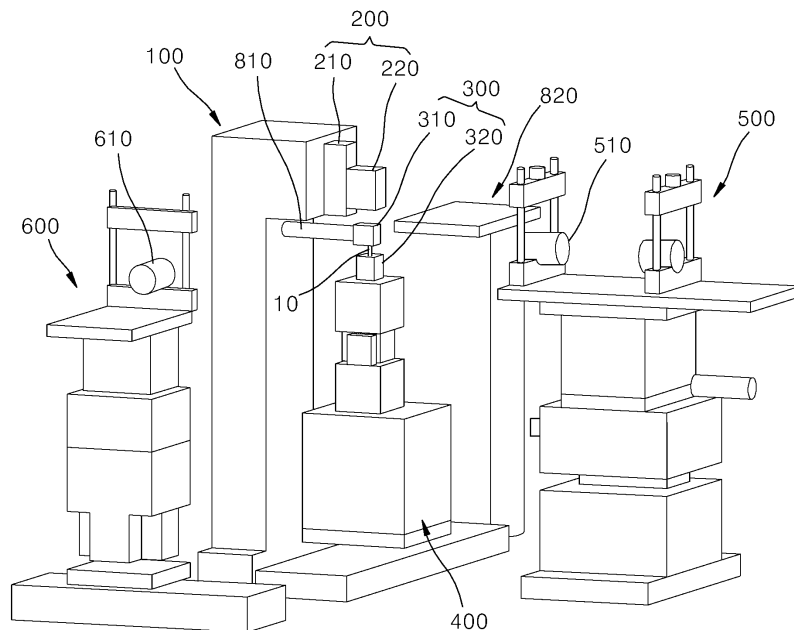
심사관 : 한별

(54) 발명의 명칭 재료 시험 장치 및 이를 이용한 재료 시험방법

(57) 요약

본 발명은 메인프레임, 액추에이터와, 액추에이터와 연결되는 로드셀을 포함하는 시험부, 시험부와 연결되고 나노 재료시편의 상부 일측을 클램핑하는 상부지그와, 상부지그의 하부에 위치하고 나노 재료시편의 하부 일측을 클램핑하는 하부지그를 포함하는 지그부, 하부지그와 연결되어 하부지그를 상방지지하고, 다축방향으로 이동하여 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



하부지그를 다축방향으로 이동시키는 스테이지부, 나노 재료시편의 전면에 이격되게 위치하여 나노 재료시편의 전면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제1얼라인먼트부, 나노 재료시편의 측면에 이격되게 위치하여, 나노 재료시편의 측면 이미지를 통하여 나노 재료시편의 측면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제2얼라인먼트부 및 제어부를 포함하는 재료 시험 장치를 제공한다.

따라서 나노 스케일의 시편도 장작이 용이할 뿐만 아니라, 인장시험을 비롯하여 압축시험 및 벤딩시험도 가능하여 나노 시편의 다양한 물성을 측정할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G01N 3/12 (2013.01)

G01N 3/20 (2013.01)

G01N 2021/177 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345238730

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역혁신창의인력양성사업

연구과제명 플렉서블 전자소자용 신축성 배선 및 전극 소재 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2015.10.01 ~ 2016.09.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2.160482

부처명 울산광역시청

연구관리전문기관 울산광역시청

연구사업명 KIST-UNIST 울산 융합신소재 연구센터 공동연구

연구과제명 VIPV용 이중접합 유연 태양전지 개발

기 여 율 1/2

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2016.07.01 ~ 2017.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

메인프레임;

상기 메인프레임의 상부에 결합되어 나노 재료시편의 변위를 발생시키는 액추에이터와, 상기 액추에이터와 연결되는 로드셀을 포함하는 시험부;

상기 시험부와 연결되고 상기 나노 재료시편의 상부와 연결되는 상부지그와, 상기 상부지그의 하부에 위치하고 상기 나노 재료시편의 하부와 연결되는 하부지그를 포함하는 지그부;

상기 하부지그와 연결되어 상기 하부지그를 상방지지하고, 다축방향으로 이동하여 상기 하부지그를 상기 다축방향으로 이동시키는 스테이지부;

상기 나노 재료시편의 전면에 이격되게 위치하여 상기 나노 재료시편의 전면 이미지를 제공하고, 상기 나노 재료시편의 상기 전면 이미지를 통하여 상기 나노 재료시편의 전면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제1 얼라인먼트부;

상기 나노 재료시편의 측면에 이격되게 위치하여, 상기 나노 재료시편의 측면 이미지를 제공하고, 상기 나노 재료시편의 상기 측면 이미지를 통하여 상기 나노 재료시편의 측면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제2 얼라인먼트부;

일측은 상기 메인프레임에 결합하고 타측은 상기 상부지그와 선택적으로 연결되도록 전후진이 가능하여, 상기 나노 재료시편을 상기 상부지그에 클램핑하는 동안 상기 로드셀에 과하중이 부여되지 않도록 타측이 전진하여 상기 상부지그와 연결되는 로드셀 보호장치;

상기 메인프레임의 일측에 위치하고 작업자가 선택적으로 상기 나노 재료시편의 타측을 클램핑하여, 상기 나노 재료시편을 상기 하부지그에 장착하기 전 상기 나노 재료시편을 일시적으로 고정하는 시편 보조고정장치; 및

상기 로드셀로부터 수신되는 신호를 처리하고, 상기 액추에이터와 상기 스테이지를 구동제어하는 제어부를 포함하되,

상기 상부지그와 상기 하부지그는, 상기 나노 재료시편의 인장시험, 압축시험 및 벤딩시험 각각에 대응하여 교체 가능하며,

상기 나노 재료시편의 인장시험 시, 상기 나노 재료시편은 상기 하부지그의 상면으로 수직된 방향으로 놓아지되, 상기 상부지그는 상기 나노 재료시편의 상부 일측을 클램핑하고, 상기 하부지그는 상기 나노 재료시편의 하부 일측을 클램핑하고 상기 상부지그를 이동시켜 상기 나노 재료시편이 인장 되도록 하고,

상기 나노 재료시편의 압축시험 시, 상기 나노 재료시편은 상기 하부지그의 상면으로 수직된 방향으로 놓아지되, 상기 하부지그의 상면과 상기 나노 재료시편의 하면이 접촉되어 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부 지그의 하면과 상기 나노 재료시편의 상면이 접촉되고 상기 나노 재료시편의 상면을 눌러 주어 상기 나노 재료시편이 압축 되도록 하고,

상기 나노 재료시편의 벤딩시험 시, 상기 나노 재료시편은 상기 하부지그의 상면으로 수평한 방향으로 놓아지되, 상기 하부지그는 서로 이격되게 형성된 하부접촉부들을 통하여 상기 나노 재료시편의 하면이 접촉되어 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부지그는 상기 하부접촉부들 사이에 위치하는 상부접촉부를 통하여 상기 나노 재료시편의 상면이 접촉되고 상기 나노 재료시편의 상면을 눌러 주어 상기 나노 재료시편이 벤딩 되도록 하는 재료 시험 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1얼라인먼트부는,

상기 나노 재료시편의 전면 이미지를 측정하는 제1카메라와, 상기 제1카메라와 연결되어 상기 나노 재료시편의 실시간 전면 변형 이미지를 제공하는 제1측정부를 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1얼라인먼트부는,

상기 제1측정부와 연결되어 상기 나노 재료시편의 상기 전면 이미지를 분석하고, 상기 나노 재료시편의 전면 방향의 변형률을 측정하는 제1분석부를 더 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2얼라인먼트부는,

상기 나노 재료시편의 측면 이미지를 측정하는 제2카메라와, 상기 제2카메라와 연결되어 상기 나노 재료시편의 실시간 측면 변형 이미지를 제공하는 제2측정부를 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제2얼라인먼트부는,

상기 제2측정부와 연결되어 상기 나노 재료시편의 상기 측면 이미지를 분석하고, 상기 나노 재료시편의 측면 방향의 변형률을 측정하는 제2분석부를 더 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 스테이지부는,

전후, 좌우 및 상하로 이동하며, 상기 하부지그를 상방지지하고 XYZR축 방향 및 틸트(Tilt)축 방향으로 미세하게 이동할 수 있는 제1스테이지와, 상기 제1스테이지를 상방지지하고 XYZ축 방향으로 이동하는 제2스테이지를 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 지그부는,

상기 상부지그 또는 상기 하부지그 또는 상기 상부지그와 상기 하부지그에 각각 결합하는 히팅부를 더 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 나노 재료시편과, 상기 나노 재료시편을 클램핑하는 상기 지그부를 밀폐하기 위한 습도챔버를 더 포함하는 재료 시험 장치.

청구항 12

메인프레임의 상부에 결합되어 나노 재료시편의 변위를 발생시키는 액추에이터와, 상기 액추에이터와 연결되는 로드셀을 포함하는 시험부와, 상기 시험부와 연결되고 상기 나노 재료시편의 상부와 연결되는 상부지그와, 상기 상부지그의 하부에 위치하고 상기 나노 재료시편의 하부와 연결되는 하부지그를 포함하는 지그부와, 상기 하부지그를 다축방향으로 이동시키는 스테이지부와, 상기 나노 재료시편의 전면 이미지를 제공하고 상기 나노 재료시편의 전면방향 열라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제1열라인먼트부와, 상기 나노 재료시편의 측면 이미지를 제공하고 상기 나노 재료시편의 측면방향 열라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제2열라인먼트부와, 상기 나노 재료시편의 타측을 선택적으로 클램핑하는 시편 보조고정장치와, 전후진 이동을 하여 상기 상부지그와 선택적으로 연결되는 로드셀 보호장치를 포함하는 재료 시험 장치를 이용하여,

작업자가 상기 시편 보조고정장치에 상기 나노 재료시편을 장착하는 단계;

상기 작업자가 상기 스테이지부를 이동시켜 상기 하부지그를 상기 시편 보조고정장치로 이동시킨 후 상기 나노 재료시편을 상기 하부지그에 옮겨 장착하고, 상기 스테이지부를 이동하여 상기 하부지그를 상기 상부지그의 아래의 위치로 이동시키는 단계;

상기 작업자가 상기 제1열라인먼트부와 상기 제2열라인먼트부를 통하여 상기 나노 재료시편의 열라인먼트를 확인하여 상기 나노 재료시편의 위치를 조정하는 단계;

상기 작업자가 상기 로드셀 보호장치가 상기 상부지그에 연결된 상태에서 상기 나노 재료시편을 상기 상부지그에 장착하는 단계;

상기 작업자가 상기 로드셀 보호장치를 상기 상부지그에서 분리시킨 후 상기 액추에이터를 이동하여 시험을 진행하는 단계; 및

제어부가 시험 중 상기 제1열라인먼트와 상기 제2열라인먼트와 상기 로드셀로부터 수신된 정보를 통하여 상기 나노 재료시편의 변화를 측정하는 단계를 포함하되,

상기 상부지그와 상기 하부지그는, 상기 나노 재료시편의 인장시험, 압축시험 및 벤딩시험 각각에 대응하여 교체 가능하여,

상기 나노 재료시편의 인장시험 시에는 상기 나노 재료시편이 수직한 방향으로 놓여지도록 상기 상부지그에 상기 나노 재료시편의 상부 일측을 클램핑하고, 상기 하부지그에 상기 나노 재료시편의 하부 일측을 클램핑하고 상기 상부지그를 이동시켜 상기 나노 재료시편이 인장 되도록 하여 인장시험을 진행하고,

상기 나노 재료시편의 압축시험 시에는 상기 나노 재료시편이 수직한 방향으로 놓여지도록 상기 하부지그의 상면에 상기 나노 재료시편의 하면을 접촉시켜 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부지그의 하면에 상기 나노 재료시편의 상면을 접촉하여 상기 나노 재료시편의 상면을 눌러 주어 상기 나노 재료시편이 압축 되도록 하여 압축시험을 진행하고,

상기 나노 재료시편의 벤딩시험 시에는 상기 나노 재료시편이 수평한 방향으로 놓여지도록 상기 하부지그의 서로 이격되게 형성된 하부접촉부들에 상기 나노 재료시편의 하면을 접촉시켜 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부지그의 상기 하부접촉부들 사이에 위치하는 상부접촉부에 상기 나노 재료시편의 상면을 접촉하여 상기 나노 재료시편의 상면을 눌러 주어 상기 나노 재료시편이 벤딩 되도록 하여 벤딩시험을 진행하는 재료 시험방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 재료 시험 장치 및 이를 이용한 재료 시험방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 나노 스케일 재료의 기계적 물성을 파악하는 재료 시험 장치 및 이를 이용한 재료 시험방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 재료의 특성을 파악하기 위한 장치로 재료 시험기가 있으며, 이러한 재료 시험기는 재료 시편의 인장 또는 가압하여 각종 기계적 특성을 파악하는 장치로 사용되고 있다.
- [0003] 특히 상기 재료 시험기를 통한 인장시험은 탄성계수, 파괴강도 등을 직접적인 물성치로 구할 수 있는 방법으로, 특히 마이크로 또는 나노스케일의 금속 및 폴리머 같은 소재에 대해서는 일반적인 벌크 스케일 재료시험기로 실험을 할 수 없기 때문에 마이크로 인장시험기 또는 나노 시험기가 적용되고 있다.
- [0004] 즉, 상기와 같은 인장시험들은 매우 작은 하중을 요구하는 제품 및 재료의 기계적 물성을 측정하기 위한 초소형 재료 시험기(인장시험기)에 의해 행해지며, 특히 나노 인장시험은 제품의 기계적 특성을 나노 단위까지 정밀하게 측정할 수 있으므로 나노기술로 개발된 재료 및 제품의 기계적 특성을 나노 단위까지 정밀하게 측정할 수 있으므로 나노기술로 개발된 재료 및 제품의 기계적 특성을 측정하기에 적합하다.
- [0005] 한편, 나노 특성을 파악하기 위한 재료 시험기는 통상의 재료 시험기와 달리 아주 작은 시편을 장착하므로, 그 장착 방식이 다소 어려운 단점이 있다. 이에, 상기와 같은 어려움을 해소하기 위하여 구동기로부터 작동력에 의해 인장되는 시편의 양단을 무빙스테이지측과 클램프측에 고정시킬 수 있게 구성된 인장시험기용 시편장착장치에 있어서, 상기한 무빙스테이지측과 클램프측 사이 중앙의 위치에 그 단부가 배치되는 그립테이블 및 이 그립의 폭 방향으로 가동되는 그리핑수단을 구비하는 등록특허 제613726호가 개시된 바 있다.
- [0006] 그런데, 종래의 나노 재료 시험기는 작은 크기의 시편의 경우 시편장착이 용이하지 않아 시험에 어려움이 있으며, 또한 시편을 수평으로만 장착할 수 있기 때문에 인장시험만 가능하며, 인장을 비롯한 압축, 벤딩 시험 등 다양한 시험을 할 수 없는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0613726호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은, 나노 스케일의 시편도 장착이 용이할 뿐만 아니라, 인장시험을 비롯하여 압축시험 및 벤딩시험도 가능하여 나노 시편의 다양한 물성을 측정할 수 있는 재료 시험 장치 및 이를 이용한 재료 시험방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 측면에 의하면, 본 발명은 메인프레임, 상기 메인프레임의 상부에 결합되어 나노 재료시편의 변위를 발생시키는 액추에이터와, 상기 액추에이터와 연결되는 로드셀을 포함하는 시험부, 상기 시험부와 연결되고 상기 나노 재료시편의 상부 일측을 클램핑하는 상부지그와, 상기 상부지그의 하부에 위치하고 상기 나노 재료시편의 하부 일측을 클램핑하는 하부지그를 포함하는 지그부, 상기 하부지그와 연결되어 상기 하부지그를 상방지지하고, 다축방향으로 이동하여 상기 하부지그를 상기 다축방향으로 이동시키는 스테이지부, 상기 나노 재료시편의 전면에 이격되게 위치하여 상기 나노 재료시편의 전면 이미지를 제공하고, 상기 나노 재료시편의 상기 전면 이미지를 통하여 상기 나노 재료시편의 전면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제1얼라인먼트부, 상기 나노 재료시편의 측면에 이격되게 위치하여, 상기 나노 재료시편의 측면 이미지를 제공하고, 상기 나노 재료시편의 상기 측면 이미지를 통하여 상기 나노 재료시편의 측면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 하는 제2얼라인먼트부 및 상기 로드셀로부터 수신되는 신호를 처리하고, 상기 액추에이터와 상기 스테이지를 구동제어하는 제어부를 포함하는 재료 시험 장치를 제공한다.
- [0010] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 본 발명은 상기 재료 시험 장치를 이용하여, 상기 시편 보조고정장치에 상기 나노 재료시편을 장착하는 단계, 상기 작업자가 상기 스테이지부를 이동시켜 상기 하부지그를 상기 시편 보조고정장치로 이동시킨 후 상기 나노 재료시편을 상기 하부지그에 옮겨 장착하고, 상기 스테이지부를 이동하여 상기 하부지그를 상기 상부지그의 아래의 위치로 이동시키는 단계, 상기 제1얼라인먼트부와 상기 제2얼라인먼트부를 통하여 상기 나노 재료시편의 얼라인먼트를 확인하여 상기 나노 재료시편의 위치를 조정하는 단계, 상기 로드셀

보호장치가 상기 상부지그에 연결된 상태에서 상기 나노 재료시편을 상기 상부지그에 장착하는 단계, 상기 로드셀 보호장치를 상기 상부지그에서 분리시킨 후 상기 액추에이터를 이동하여 시험을 진행하는 단계 및 시험 중 상기 제1얼라인먼트와 상기 제2얼라인먼트와 상기 로드셀로부터 수신된 정보를 통하여 상기 나노 재료시편의 변화를 측정하는 단계를 포함하는 재료 시험방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0011] 본 발명에 따른 재료 시험 장치 및 이를 이용한 재료 시험방법은 다음과 같은 효과를 제공한다.
- [0012] 첫째, 나노 스케일의 시편도 장착이 용이할 뿐만 아니라, 인장시험을 비롯하여 압축시험 및 벤딩시험도 가능하며 나노 시편의 다양한 물성을 측정할 수 있다.
- [0013] 둘째, 제1얼라인먼트부와 제2얼라인먼트부를 통하여 나노 재료시편의 2개 방향에서 이미지를 측정하여 시험 전 나노 재료시편의 얼라인먼트를 정밀하고 용이하게 할 수 있다.
- [0014] 셋째, 제1얼라인먼트부와 제2얼라인먼트부를 통하여 시험 중 나노 재료시편의 길이, 두께 방향 변화를 실시간으로 측정 가능하며, 이와 더불어 나노 재료시편의 길이 및 두께변화와 시편 변형에 따른 표면 변화도 동시에 측정할 수 있다.
- [0015] 넷째, 시편 보조고정장치를 통하여 직접적인 핸들링이 어려운 나노 재료시편의 장착을 용이하게 할 수 있다.
- [0016] 다섯째, 지그부에 히팅부와 챔버를 장착하여 고온 및 습도환경을 선택적으로 조성하면서 시험진행이 가능하다.
- [0017] 여섯째, 로드셀 보호장치를 통하여 나노 재료시편 장착 시 로드셀에 과하중이 부여되지 않도록 하여 로드셀의 파손을 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 재료 시험 장치를 나타내는 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 재료 시험 장치의 제어부의 제어흐름을 나타내는 블록도이다.
- 도 3은 도 1의 재료 시험 장치의 지그부를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 도 1의 재료 시험 장치에서 압축시험 시의 지그부를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 도 1의 재료 시험 장치에서 벤딩시험 시의 지그부를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 도 5의 지그부의 다른 실시 예를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 도 1의 재료 시험 장치에서 인장시험 시의 지그부를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 도 1의 재료 시험 장치를 이용한 재료 시험방법을 나타내는 절차도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0020] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 재료 시험 장치는, 지그부(300)에 부착되는 나노 재료시편(10)이 mm레벨 또는 그 이하로 구성되는 나노 스케일의 나노 재료시편(10)의 기계적 특성을 검사하기 위한 것으로서, 메인프레임(100)과, 시험부(200)와, 지그부(300)와, 스테이지부(400)와, 제1얼라인먼트부(500)와, 제2얼라인먼트부(600)와, 제어부(700)를 포함한다.
- [0021] 상기 메인프레임(100)은, 실험베드 상에 수직인 방향으로 세워져 있으며, 전체 구조를 지지하는 역할을 한다.
- [0022] 상기 시험부(200)는, 상기 메인프레임(100)의 상부 일측에 결합되며, 나노 재료시편(10)의 인장 물성을 측정하기 위하여 변위를 발생시키는 액추에이터(210)와, 상기 액추에이터(210)와 연결되는 로드셀(220)을 포함한다. 상기 액추에이터(210)와 상기 로드셀(220)은 상기 메인프레임(100)의 상부에 수직인 방향으로 결합하여 수직인 방향의 인장 물성 외에 압축, 벤딩과 같은 실험을 통한 다양한 기계적 물성 측정이 가능하도록 되어 있다.
- [0023] 상기 액추에이터(210)는 통상의 선형 액추에이터(210)를 적용할 수 있으며, 이 외 작은 변위를 위하여 피에조 타입으로 구성할 수 있다. 상기 로드셀(220)은 상기 액추에이터(210)의 작동부에 부착되며, 상기 작동부와 동일 선 상에 위치하는 것이 바람직하나 이에 한정하지는 않는다.

- [0024] 상기 지그부(300)는, 상기 시험부(200)와 연결되고 상기 나노 재료시편(10)을 수직한 방향으로 세워진 상태에서 고정시키는 역할을 하며, 상부지그(310)와, 하부지그(320)를 포함한다.
- [0025] 상기 상부지그(310)는, 상기 나노 재료시편(10)의 상부 일측을 클램핑하고 상하방향으로 이동하며, 상기 나노 재료시편(10)의 인장시험, 압축시험 및 벤딩시험 각각에 대하여 교체 가능하도록 상기 시험부(200)에 착탈 가능하게 결합하도록 되어 있다.
- [0026] 상기 하부지그(320)는 상기 나노 재료시편(10)의 하부 일측을 클램핑하고, 상기 나노 재료시편(10)의 인장시험, 압축시험 및 벤딩시험 각각에 대하여 교체 가능하도록 상기 스테이지부(400)에 착탈 가능하게 결합하도록 되어 있다.
- [0027] 여기서, 상기 상부지그(310)와 상기 하부지그(320)는 너트 형태로 이루어지고, 상기 시험부(200)와 상기 스테이지부(400)는 각각 상기 상부지그(310)와 상기 하부지그(320)와 대응되는 볼트형태로 이루어져, 서로가 착탈 가능하게 결합될 수 있으나, 이는 바람직한 실시 예로 상기한 목적을 달성할 수 있다면 다양한 구성이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0028] 여기서, 압축시험 및 벤딩시험에서 상기 상부지그(310)와 상기 하부지그(320) 세부구성에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0029] 한편, 상기 재료 시험 장치는, 상기 상부지그(310) 또는 상기 하부지그(320) 또는 상기 상부지그(310)와 상기 하부지그(320)에 각각 결합하는 히팅부와 단열부를 포함할 수 있다. 상기 히팅부는 상기 나노 재료시편(10)의 온도를 감지할 수 있는 온도센서로부터 감지되는 온도에 대응하여, 상기 온도조절장치를 통하여 상기 나노 재료시편(10)을 설정된 온도로 가열할 수 있으며, 상기 단열부는 상기 지그부(300)로 전도되는 열을 차단하도록 한다.
- [0030] 나아가, 상기 재료 시험 장치는 상기 나노 재료시편(10)과 상기 지그부(300)를 밀폐하여 내부의 습도를 조절 및 유지할 수 있는 습도챔버 포함하여, 상기 습도챔버 내부의 습도를 일정하게 유지한 상태에서 상기 나노 재료시편(10)의 변형을 측정할 수 있도록 할 수 있다.
- [0031] 상기 스테이지부(400)는, 상기 하부지그(320)와 연결되어 상기 하부지그(320)를 상방지지하고, 다축방향으로 이동하여 상기 하부지그(320)를 상기 다축방향으로 이동시키는 역할을 한다.
- [0032] 여기서, 상기 스테이지부(400)는, 전후, 좌우 및 상하로 이동하며, 상기 하부지그(320)를 상방지지하고 XYZ축 방향 및 틸트(Tilt)축 방향으로 미세하게 이동할 수 있는 제1스테이지와, 상기 제1스테이지를 상방지지하고 하부의 레일 스테이지를 포함하여 러프(Rough)하게 XYZ축 방향으로 이동하는 제2스테이지를 적용할 수 있다. 하지만, 이는 바람직한 실시 예로 상기 스테이지부(400)는 공지의 레일형 스테이지 등 상기한 목적을 달성할 수 있다면 다양한 구성이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0033] 상기 제1얼라인먼트부(500)는, 상기 나노 재료시편(10)의 전면에 이격되게 위치하여 상기 나노 재료시편(10)의 전면 이미지를 제공하고, 상기 나노 재료시편(10)의 상기 전면 이미지를 통하여 상기 나노 재료시편(10)의 전면 방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 한다.
- [0034] 상세하게, 상기 제1얼라인먼트부(500)는 상기 나노 재료시편(10)의 전면 이미지를 실시간으로 측정하는 제1카메라(510)와, 상기 제1카메라(510)와 연결되어 상기 나노 재료시편(10)의 실시간 전면 변형 이미지를 실시간으로 제공하는 제1측정부와, 상기 제1측정부와 연결되어 상기 나노 재료시편(10)의 상기 전면 이미지를 실시간으로 분석하고, 상기 나노 재료시편(10)의 전면 방향의 변형률을 측정하는 제1분석부를 포함한다.
- [0035] 상기 제1얼라인먼트부(500)는, 상기 하부지그(320)에 부착된 상기 나노 재료시편(10)을 상기 상부지그(310)에 장착 시 실시간으로 이미지를 제공하여 전면방향으로의 얼라인먼트를 최적화 시킬 수 있으며, 인장 실험 시 실시간 변형 이미지를 측정하여 정확한 변형률을 획득할 수 있게 한다.
- [0036] 상기 제2얼라인먼트부(600)는 상기 메인프레임(100)의 일측에 상기 나노 재료시편(10)의 측면에 이격되게 위치하여, 상기 나노 재료시편(10)의 측면 이미지를 제공하고, 상기 나노 재료시편(10)의 상기 측면 이미지를 통하여 상기 나노 재료시편(10)의 측면방향 얼라인먼트를 확인할 수 있도록 한다.
- [0037] 상세하게, 상기 제2얼라인먼트부(600)는, 상기 나노 재료시편(10)의 측면 이미지를 측정하는 제2카메라(610)와, 상기 제2카메라(610)와 연결되어 상기 나노 재료시편(10)의 실시간 측면 변형 이미지를 제공하는 제2측정부와, 상기 제2측정부와 연결되어 상기 나노 재료시편(10)의 상기 측면 이미지를 분석하고, 상기 나노 재료시편(10)의

측면 방향의 변형률을 측정하는 제2분석부를 포함한다.

- [0038] 상기 제2얼라인먼트부(600)는 상기 하부지그(320)에 부착된 샘플을 상기 상부지그(310)에 장착시 실시간으로 이미지를 제공하여, 측면 얼라인먼트를 최적화 시킬 수 있으며 필요에 따라 샘플의 두께 방향의 변화를 측정 가능하도록 한다.
- [0039] 상기 제1분석부와 상기 제2분석부는 상기 제1얼라인먼트부(500)와 상기 제2얼라인먼트부(600)에 독립적으로 설치되거나, 또는 상기 제어부(700)에 통합설치될 수 있다.
- [0040] 상기 제1카메라(510)와 상기 제2카메라(610)는 각각 CCD카메라(Charge-coupled device camera)를 적용할 수 있으며, 상기 제1분석부와 제2분석부는 각각 DIC(Digital image correlation)분석 기법을 이용할 수 있다.
- [0041] 상기 제어부(700)는, 상기 나노 재료시편(10)의 시험을 위한 전반적인 장치제어 및 분석을 수행하는 역할을 하며, 상기 로드셀(220)과 상기 액추에이터(210)로부터 수신되는 신호를 처리하여 상기 신호에 따라 상기 액추에이터(210)와 상기 스테이지를 구동 및 제어한다. 즉, 상기 제어부(700)는 상기 액추에이터(210)의 작동에 따라 감지되는 상기 로드셀(220)의 신호를 기초로 하여 상기 나노 재료시편(10)의 기계적 특성을 산정한다. 또한, 상기 제어부(700)는 상기 제1얼라인먼트부(500)와 상기 제2얼라인먼트부(600)의 나노 재료시편(10)의 전면 및 측면 이미지를 수신하여 상기 나노 재료시편(10)의 이미지 특성을 파악한다.
- [0042] 한편, 상기 재료 시험 장치는, 상기 나노 재료시편(10) 장착 시 상기 로드셀(220)을 보호하기 위한 로드셀 보호장치(810)를 포함한다. 상기 로드셀 보호장치(810)는 일측은 상기 메인프레임(100)에 결합하고 타측은 상기 상부지그(310)와 선택적으로 연결되도록 전후진이 가능하도록 되어 있다. 상기 로드셀 보호장치(810)는 상기 나노 재료시편(10)을 상기 상부지그(310)에 클램핑하는 동안에는 상기 로드셀(220)에 과하중이 부여되지 않도록 타측이 전진하여 상기 상부지그(310)와 연결되며, 시험 중에는 타측이 후퇴하도록 되어 있다.
- [0043] 또한, 상기 재료 시험 장치는, 상기 제2얼라인먼트부(600)와 마주보는 상기 메인프레임(100)의 타측에 위치하고 작업자가 선택적으로 상기 나노 재료시편(10)의 타측을 클램핑하여, 상기 나노 재료시편(10)을 상기 하부지그(320)에 장착하기 전 상기 나노 재료시편(10)을 고정하는 시편 보조고정장치(820)를 포함한다.
- [0044] 상기 시편 보조고정장치(820)는, 상기 나노 재료시편(10)의 크기가 작아 직접적인 핸들링이 제한되는 나노 재료시편(10)을 상기 하부지그(320)에 장착 시 사용하며, 집게형 고정장치(미도시)가 위치하여 상기 나노 재료시편(10)을 상기 하부지그(320)에 장착 전 일시적으로 상기 나노 재료시편(10)을 고정해주는 역할을 한다.
- [0045] 한편, 상기 상부지그(310, 310a, 310b, 310c)와 상기 하부지그(320, 320a, 320b, 320c)는 전술한 바와 같이 인장시험 뿐만 아니라 압축시험 및 벤딩시험 각각에 대응하도록 교체되어 상기한 각 시험을 실시할 수 있도록 되어 있다. 이에 대하여 도 4를 참조하면, 도 4는 압축시험을 실시한 경우를 나타낸 도면으로, 나노 재료시편(10)과 맞닿는 상부지그(310a)와 하부지그(320a) 각각의 접촉면은 평편한 형상으로 되어 있으며, 이에 상기 상부지그(310a)의 하측면과 상기 하부지그(320a)의 상측면 사이에 나노 재료시편(10)이 접촉되게 끼워지고 이 상태에서 상기 상부지그(310a)를 하방향으로 이동시켜 상기 나노 재료시편(10)의 압축시험을 실시한다.
- [0046] 다음으로, 도 5 및 도 6은 벤딩시험을 실시한 경우를 나타낸 도면으로, 시험의 형태에 따라 상기 상부지그(310b, 310c)와 하부지그(320b, 320c)가 4포인트(Point)벤딩 형태(도 5참조) 및 3포인트 벤딩 형태(도 6참조) 등 다양한 형태를 이룰 수 있으며, 플레이트 형상의 나노 재료시편을 하부지그(320b, 320c)의 상면으로 수평하게 놓인 상태에서 상기 상부지그(310b, 310c)를 상기 나노 재료시편(10)의 상면으로 눌러주어 상기 나노 재료시편(10)이 벤딩이 되도록 한다. 상세하게, 상기 나노 재료시편(10)은 상기 하부지그(320b, 320c)의 상면으로 수평한 방향으로 놓이지되, 상기 하부지그(320b, 320c)는 서로 이격되게 형성된 하부접촉부(321b, 321c)들을 통하여 상기 나노 재료시편의 하면이 접촉되어 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부지그(310b, 310c)는 상기 하부접촉부(321b, 321c)들 사이에 위치하는 상부접촉부(311b, 311c)를 통하여 상기 나노 재료시편(10)의 상면이 접촉되고 상기 나노 재료시편(10)의 상면을 눌러 주어 상기 나노 재료시편(10)이 벤딩되도록 한다. 또한, 도 7은 인장시험을 실시한 경우를 나타낸 도면으로, 인장시험 시 상기 상부지그(310)는 상기 나노 재료시편(10)의 상부 일측을 클램핑하고, 상기 하부지그(320)는 나노 재료시편(10)의 하부 일측을 클램핑하고 상기 상부지그를 상방향으로 이동시켜 상기 나노 재료시편(10)이 인장되도록 한다.
- [0047] 상기한 바에 따르면, 상기 재료 시험 장치는, 수직형으로 나노스케일의 나노 재료시편(10)의 장착이 용이할 뿐만 아니라, 인장시험뿐만 아니라 압축시험 및 벤딩시험도 가능하여 나노 시편의 다양한 물성을 측정할 수 있으며, 표준 인장 시험편의 길이방향 및 두께방향의 변화를 실시간으로 측정할 수 있다.

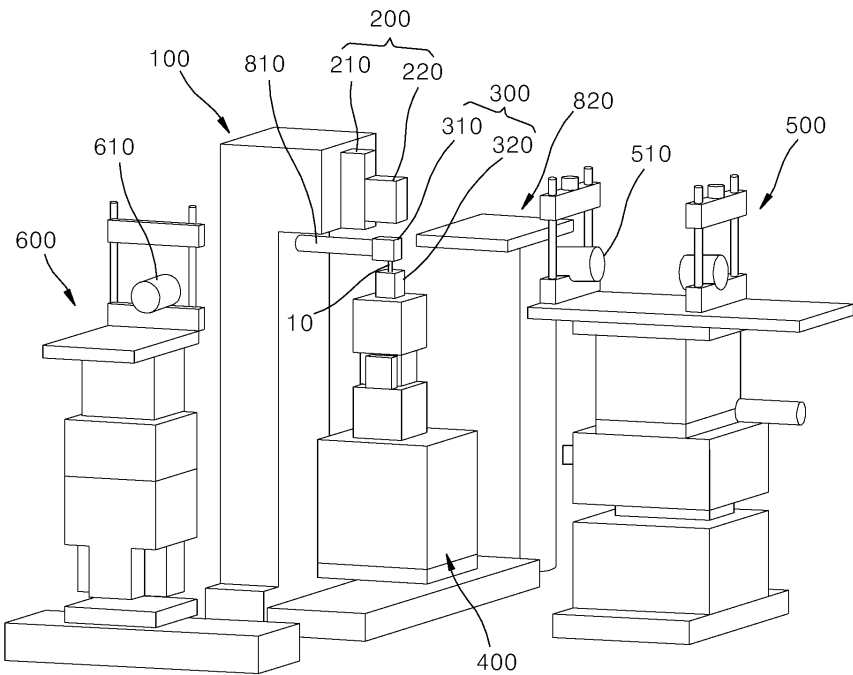
- [0048] 이하에서는, 도 8을 참조하여, 상기 재료 시험 장치를 이용한 재료 시험방법에 대하여 살펴보기로 한다.
- [0049] 먼저, 나노 재료시편(10)을 장착하기 위하여, 상기 시편 보조고정장치(820)에 상기 나노 재료시편(10)을 장착한다(S10).
- [0050] 그런 다음, 작업자가 상기 하부지그(320)가 장착된 상기 스테이지부(400)를 이동시켜 상기 하부지그(320)를 상기 시편 보조고정장치(820)로 이동시키고, 상기 시편 보조고정장치(820)에서 상기 나노 재료시편(10)을 상기 하부지그(320)로 옮겨 장착한 후 상기 스테이지부(400)를 이동하여 상기 하부지그(320)를 상기 상부지그(310)의 아래의 위치로 이동시킨다(S20).
- [0051] 그런 다음, 상기 제1얼라인먼트부(500)와 상기 제2얼라인먼트부(600)를 이용하여 상기 나노 재료시편(10)의 얼라인먼트를 확인하여 상기 나노 재료시편(10)의 위치를 조정한다(S30).
- [0052] 이렇게 상기 나노 재료시편(10)의 하부의 위치를 조정한 후에는 상기 로드셀 보호장치(810)가 상기 상부지그(310)에 연결된 상태에서 상기 나노 재료시편(10)을 상기 상부지그(310)에 장착한다(S40). 여기서, 상기 로드셀 보호장치(810)는 상기 상부지그(310)와 선택적으로 연결되도록 전후진이 가능하며, 상기 나노 재료시편(10)을 상기 상부지그(310)에 클램핑하는 동안 상기 로드셀(220)에 과하중이 부여되지 않도록 타측이 전진하여 상기 상부지그(310)와 연결되는 구조로 되어 있다.
- [0053] 이 후, 상기 로드셀 보호장치(810)를 상기 상부지그(310)에서 분리시킨 후 상기 로드셀(220)이 부착된 상기 액추에이터(210)를 이동하여 인장시험을 진행한다(S50).
- [0054] 인장 시험 시 상기 제1얼라인먼트와 상기 제2얼라인먼트와 상기 로드셀(220)로부터 수신된 정보를 통하여 상기 나노 재료시편(10)의 국부적인 변화를 이미지로 관찰하여 변형률을 측정한다(S60). 이때, 상기 인장 시험은 도 7에 나타난 바와 같이 상기 나노 재료시편(10)이 수직한 방향으로 놓여지도록 상기 상부지그(310)에 상기 나노 재료시편(10)의 상부 일측을 클램핑하고, 상기 하부지그(320)에 상기 나노 재료시편의 하부 일측을 클램핑하고 상기 상부지그를 이동시켜 인장시험을 진행한다. 또한 상기 나노 재료시편(10)의 압축시험 시에는 도 4에 나타난 바와 같이 상기 나노 재료시편(10)이 수직한 방향으로 놓여지도록 상기 하부지그(320a)의 상면에 상기 나노 재료시편(10)의 하면을 접촉시켜 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부지그(310a)에 상기 나노 재료 시편의 상면을 접촉하여 상기 나노재료시편의 상면을 눌러주어 상기 나노 재료 시편이 압축되도록 하여 압축시험을 진행한다. 또한 상기 나노 재료시편(10)의 벤딩시험 시에는 도 5 및 도 6에 나타난 바와 같이 상기 나노 재료시편(10)이 수평한 방향으로 놓여지도록 상기 하부지그(320b,320c)의 서로 이격되게 형성된 하부접촉부(321b,321c)들에 상기 나노 재료시편(10)의 하면을 접촉시켜 상기 나노 재료시편을 지지하고, 상기 상부지그(310b,310c)에서 상기 하부접촉부(321b,321c)들 사이에 위치하는 상부접촉부(311b,311c)에 상기 나노 재료시편의 상면을 접촉하여 상기 나노 재료시편의 상면을 눌러 주어 상기 나노 재료시편이 벤딩되도록 하여 벤딩시험을 진행한다.
- [0055] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

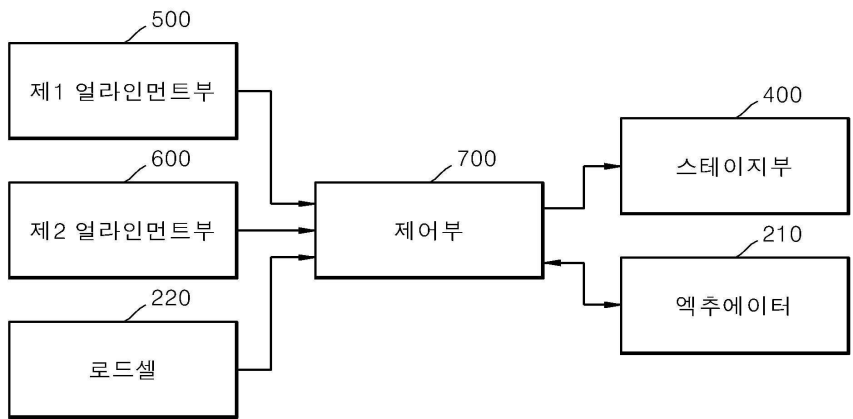
- | | | |
|--------|-----------------|------------------|
| [0056] | 10... 나노 재료시편 | 100... 메인프레임 |
| | 200... 시험부 | 210... 액추에이터 |
| | 220... 로드셀 | 300... 지그부 |
| | 310... 상부지그 | 320... 하부지그 |
| | 400... 스테이지부 | 500... 제1얼라인먼트부 |
| | 510... 제1카메라 | 600... 제2얼라인먼트부 |
| | 610... 제2카메라 | 700... 제어부 |
| | 810... 로드셀 보호장치 | 820... 시편 보조고정장치 |

도면

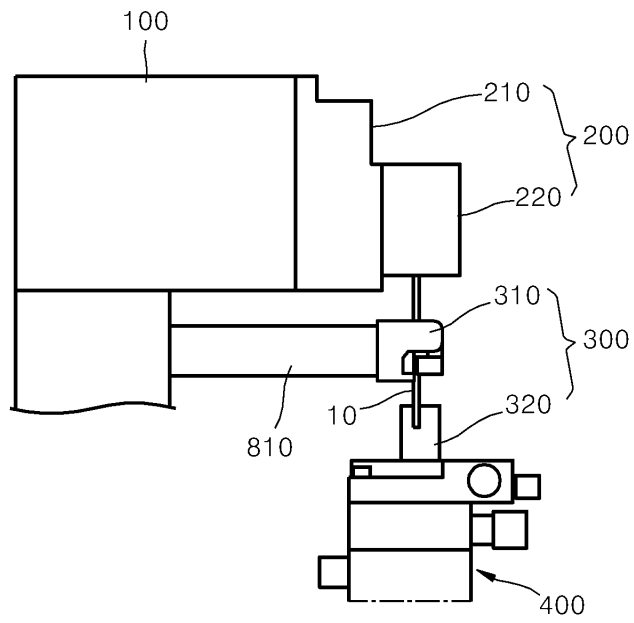
도면1



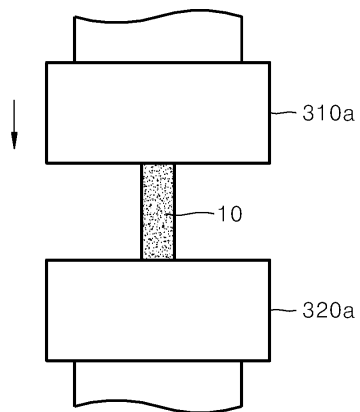
도면2



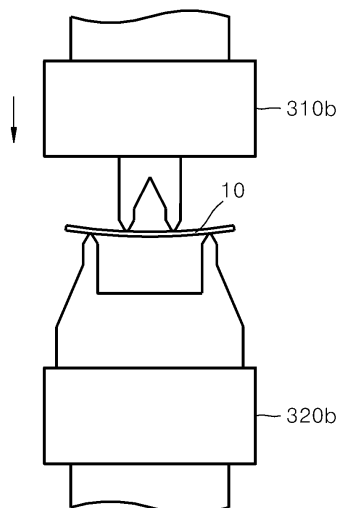
도면3



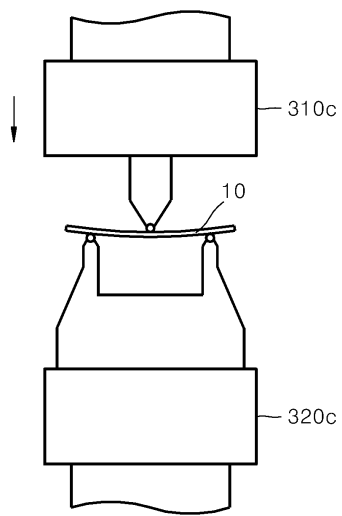
도면4



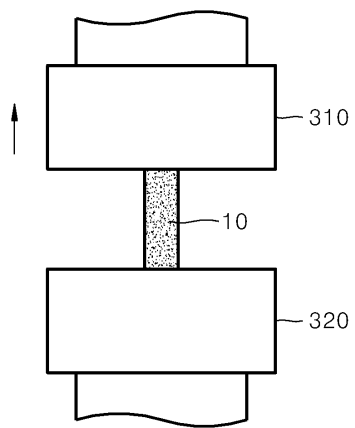
도면5



도면6



도면7



도면8

