



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월21일
(11) 등록번호 10-2341759
(24) 등록일자 2021년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/08 (2006.01) G01N 3/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 3/08 (2013.01)
G01N 3/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0089754
(22) 출원일자 2017년07월14일
심사청구일자 2020년05월11일
(65) 공개번호 10-2018-0008344
(43) 공개일자 2018년01월24일
(30) 우선권주장
15/211,891 2016년07월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
CN203643279 U*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
더 보잉 컴파니
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자
(72) 발명자
스위트, 윌리엄 제이.
미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드
드 플라자
호우센, 케빈 리차드
미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드
드 플라자
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 12 항

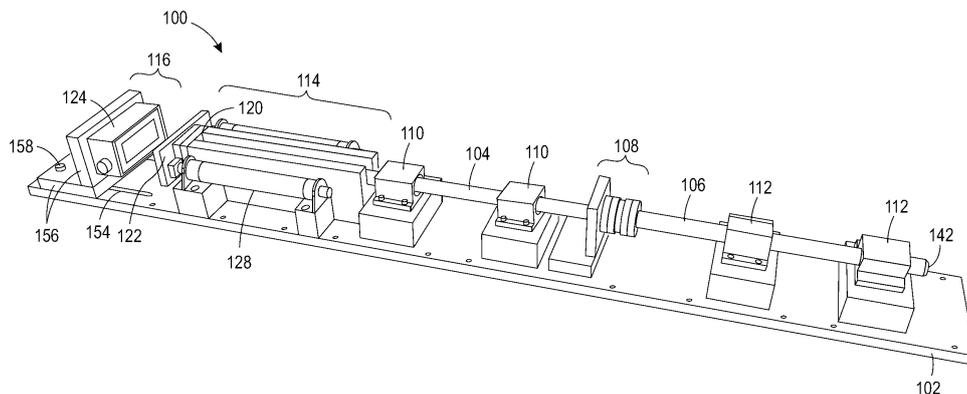
심사관 : 한별

(54) 발명의 명칭 연성 재료들의 동적 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 디바이스

(57) 요약

탄성 재료 및/또는 연성 재료와 같은 재료의 동적 인장 응력 및/또는 인장 스트레인 응답을 측정하기 위한 방법 및 장치가 개시된다. 장치는 스트라이커 바, 스트레처 바, 및 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키도록 구성된 구동 조립체를 포함할 수 있다. 장치는, 테스트 샘플을 수용하는 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트를 더 포함할 수 있다. 장치의 스트라이커 바 및 스트레처 바는 테스트 샘플 상에 연속적인 응력을 제공하며, 정확한 인장 응력/스트레인 측정을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

데이, 아서 씨.

미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드 플라자

다마조, 제이슨 스코트

미국 일리노이스 60606 시카고 100 노스 리버사이드 플라자

(56) 선행기술조사문헌

JP2011033579 A*

US20030079552 A1

US20150308932 A1

JP2000511643 A

JP2001013059 A

CN104678853 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치로서,

스트라이커 바(104);

스트레처 바(106);

상기 스트라이커 바(104)를 상기 스트레처 바(106) 쪽으로 추진시키도록 구성된 구동 조립체(114);

테스트 샘플(600, 1100)의 제 1 부분을 수용하며, 상기 테스트 샘플(600, 1100)의 제 1 부분을 고정된 위치선으로 유지시키도록 구성된 고정 시편 마운트(132); 및

상기 테스트 샘플(600, 1100)의 제 2 부분을 수용하며, 상기 테스트 샘플(600, 1100)의 테스트 또는 측정 동안 상기 고정 시편 마운트(132)로부터 멀어지게 이동하도록 구성되며, 상기 스트레처 바(106)에 부착되는 이동가능 시편 마운트(134)

를 포함하고,

상기 스트라이커 바(104)는 상기 스트레처 바(106)에 맞춰 정렬되며, 상기 스트레처 바(106)는, 상기 이동가능 시편 마운트(134)와 상기 스트라이커 바(104)의 충돌로, 상기 고정 시편 마운트(132)로부터 멀어지게 이동하도록 구성되며,

상기 스트라이커 바(104)는, 상기 이동가능 시편 마운트(134)와 상기 스트라이커 바(104)의 충돌로 인해, 상기 스트레처 바(106)를 통과하는 압력파를 생성하도록 구성되고;

상기 스트라이커 바(104) 및 상기 스트레처 바(106)는, 상기 압력파가 상기 스트레처 바(106)의 제 1 단부로부터 상기 스트레처 바(106)의 제 2 단부로, 그리고 다시 상기 스트레처 바(106)의 상기 제 1 단부로 횡단하도록 구성되고;

상기 스트라이커 바(104) 및 상기 스트레처 바(106)는, 상기 스트레처 바(106)와 상기 스트라이커 바(104)의 물리적 접촉 동안 상기 압력파가 상기 스트레처 바(106)의 제 1 단부로부터 상기 스트라이커 바(104)로 횡단하도록 구성되며; 그리고

상기 스트라이커 바(104) 및 상기 스트레처 바(106)는, 상기 압력파가 상기 스트레처 바(106)의 제 1 단부로부터 상기 스트라이커 바(104)로 횡단한 후에 물리적으로 서로 분리되어서, 상기 테스트 샘플(600, 1100)의 테스트 또는 측정 동안 상기 압력파가 상기 스트라이커 바(104) 내에 트래핑되도록 구성되는,

재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 스트라이커 바(104)는 제 1 재료로 형성되고;

상기 스트레처 바(106)는 상기 제 1 재료로 형성되고;

상기 스트라이커 바(104)는 제 1 길이를 갖고;

상기 스트레처 바(106)는 제 2 길이를 가지며; 그리고
 상기 제 1 길이는 상기 제 2 길이보다 더 긴,
 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,
 상기 스트라이커 바(104)는 제 1 재료로 형성되고;
 상기 스트레처 바(106)는 상기 제 1 재료와 상이한 제 2 재료로 형성되며; 그리고
 상기 제 1 재료 및 상기 제 2 재료는, 상기 압력파가 상기 제 2 재료를 통해서보다 상기 제 1 재료를 통해 더 느린 레이트로 이동하도록 구성되는,
 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 6

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,
 상기 고정 시편 마운트(132)를 수용하는 시편 마운트 지지부
 를 더 포함하는,
 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
 상기 시편 마운트 지지부는 상기 시편 마운트 지지부를 관통하는 제 1 애퍼처를 포함하고, 상기 고정 시편 마운트(132)는 상기 고정 시편 마운트(132)를 관통하는 제 2 애퍼처를 포함하며, 상기 스트라이커 바(104)는 상기 이동가능 시편 마운트(134)에 충돌하기 전에 상기 제 1 애퍼처 및 상기 제 2 애퍼처를 통해 연장되도록 구성되는,
 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 구동 조립체(114)는 채널 조립체 내에 포지셔닝된 스프링을 포함하며; 그리고
 상기 스프링은 상기 스트라이커 바(104)를 상기 스트레처 바(106) 쪽으로 추진시키도록 구성되는,
 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 9

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,
 상기 고정 시편 마운트(132)는 상기 테스트 샘플(600, 1100)의 제 1 부분을 수용하도록 구성된 제 1 그루브를 그 안에 포함하고;
 상기 이동가능 시편 마운트(134)는 상기 테스트 샘플(600, 1100)의 제 2 부분을 수용하도록 구성된 제 2 그루브를 그 안에 포함하며; 그리고
 상기 고정 시편 마운트(132) 및 상기 이동가능 시편 마운트(134) 중 적어도 하나는 리세스를 그 안에 포함하며, 상기 리세스는, 상기 테스트 샘플(600, 1100)의 테스트 또는 측정 동안 상기 테스트 샘플(600, 1100)이 상기 리세스에 걸쳐 있도록 구성되는,
 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 10

제 1 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 스트라이커 바(104)를 준비 포지션으로 유지시키며, 상기 테스트 또는 측정을 개시하기 위해 상기 스트라이커 바(104)를 해제하도록 구성된 해제 조립체를

를 더 포함하는,

재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 해제 조립체는 전력원과 전기적으로 커플링된 전자석을 포함하고;

상기 해제 조립체는, 상기 전자석에 전력이 공급될 때 상기 스트라이커 바(104)를 준비 포지션으로 유지시키도록 구성되며; 그리고

상기 해제 조립체는, 상기 전자석으로부터 전력을 제거할 때 상기 테스트 또는 측정을 개시하도록 구성되는,

재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치.

청구항 12

테스트 샘플(600, 1100)을 테스트링 또는 측정하기 위한 방법으로서,

스트라이커 바(104)를 스트레처 바(106) 쪽으로 추진시키는 단계;

이동가능 시편 마운트(134)를 상기 스트라이커 바(104)와 충돌시키는 단계;

상기 스트라이커 바(104)가 상기 이동가능 시편 마운트(134)에 충돌하는 것으로 인해, 고정 시편 마운트(132)로부터 멀어지게 상기 이동가능 시편 마운트(134)를 이동시키는 단계;

상기 고정 시편 마운트(132)로부터 멀어지게 상기 이동가능 시편 마운트(134)가 이동하는 것으로 인해, 동적 인장 응력 및/또는 스트레인을 상기 고정 시편 마운트(132) 및 상기 이동가능 시편 마운트(134)에 부착된 테스트 샘플(600, 1100)에 인가하는 단계;

상기 스트라이커 바(104)가 상기 이동가능 시편 마운트(134)에 충돌하는 것으로 인해, 상기 스트레처 바(106) 내에 압력파를 생성하는 단계 -상기 압력파는 상기 스트레처 바(106)의 제 1 단부로부터 상기 스트레처 바(106)의 제 2 단부로, 그리고 다시 상기 스트레처 바(106)의 상기 제 1 단부로 횡단함-;

상기 이동가능 시편 마운트(134)와 상기 스트라이커 바(104)의 물리적 접촉 동안, 상기 이동가능 시편 마운트(134)로부터 상기 스트라이커 바(104)로 상기 압력파를 전달하는 단계; 및

상기 이동가능 시편 마운트(134)로부터의 상기 압력파를 전달한 후에, 상기 이동가능 시편 마운트(134)로부터 상기 스트라이커 바(104)를 물리적으로 분리시켜 상기 이동가능 시편 마운트(134)와 상기 스트라이커 바(104) 간에 갭이 형성되게 하여서, 상기 스트레처 바(106)로부터 상기 압력파를 제거하며, 상기 압력파를 상기 스트라이커 바(104) 내에 트래핑하는 단계

를 포함하는,

테스트 샘플을 테스트링 또는 측정하기 위한 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

제 12 항에 있어서,

구동 조립체(114)를 사용하여, 상기 스트라이커 바(104)를 상기 스트레처 바(106) 쪽으로 추진시키는 단계

를 더 포함하는,

테스트 샘플을 테스트링 또는 측정하기 위한 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 스트라이커 바(104)와 상기 이동가능 시편 마운트(134)의 충돌 전에, 상기 고정 시편 마운트(132)를 관통하는 애퍼처 안으로 상기 스트라이커 바(104)를 연장시키는 단계

를 더 포함하는,

테스트 샘플을 테스트링 또는 측정하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 교시들은 재료 계량 분야에 관한 것이며, 더욱 구체적으로는, 가요성의 유연한 재료 또는 다른 재료의 응력 및 스트레인(strain) 특성들을 측정하기 위한 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 본 섹션은 본 개시내용에 관련된 배경 정보를 제공하며, 이 배경 정보가 반드시 선행 기술인 것은 아니다.

[0003] 구조의 설계 및 제조는 구조적 컴포넌트들 또는 디바이스 하위구조들에 대한 적절한 재료들의 선택을 요구한다. 적절한 재료를 선택하기 위해, 과학자들, 엔지니어들, 설계자들, 건축가들 등은 재료가 파손되기 전까지 견딜 수 있는 응력 및 스트레인과 같은, 재료에 대한 특정 지식을 요구한다. 대부분의 재료들은 레이트-중속적 성질들을 나타내며, 많은 애플리케이션들은 재료들을 낮은 스트레인 레이트 로딩 및 높은 스트레인 레이트 로딩 둘 모두에 노출시킨다.

[0004] 재료들의 물리적 성질들 및 응력 특성들을 테스트링 및 정량화하기 위해 다양한 측정 디바이스들이 개발되었다. 예컨대, 재료들의 동적 응력-스트레인 응답을 테스트하기 위해 Split-Hopkinson 압력 바가 사용될 수 있다. Split-Hopkinson 압력 바의 사용 동안, 시편 또는 테스트 샘플이 입사 바와 전송 바 간에 배치되며, 이 입사 바와 전송 바에 물리적으로 접촉한다. 스트라이커 바를 사용하여, 시편으로부터 떨어져 있는 입사 바의 제 1 단부에, 응력과, 압력파(pressure wave), 또는 입사파가 생성된다. 입사파는 입사 바를 통해 제 1 단부로부터, 시편에 물리적으로 접촉하는 제 2 단부 쪽으로 전파된다. 시편에 도달할 때, 입사파로부터의 에너지의 제 1 부분이 시편을 통해 이동하는 반면에, 제 2 부분은 시편으로부터, 그리고 다시 입사 바를 통해 반사된다. 파의 제 1 부분은 시편을 통해 이동하고, 시편에 응력을 가하고, 시편을 변형시키며, 이후, 시편에 물리적으로 접촉하는 전송 바에 전달된다. 전송 바의 이동은 모멘텀 바 및 모멘텀 트랩에 의해 중지될 수 있다.

[0005] 입사파의 제 1 부분 및 제 2 부분이 입사 바 및 전송 바의 단부들에 각각 도달할 때, 입사파의 부분들은 바들의 단부들에서 반사되며, 바들을 통해 여러 번 전후로(back and forth) 신속하게 이동한다. 입사파가 바들의 시편 단부에 도달할 때마다, 입사파 에너지의 일부가 시편에 전달되며, 이 시편은 증가된 응력들을 다시 겪는다. 입사 바 및 전송 바를 통해, 그리고 그에 따라 시편을 통해 전후로 입사파의 이들 트랜짓(transit)들은, 시편에서 스텝핑 모션(steping motion) 및 일정하지 않은 스트레인 레이트를 초래한다. 그러므로, Split-Hopkinson 압력 바 측정은 제 1 모션 단계 동안에만 유효하지만, 많은 재료들은 그 제 1 모션 단계 동안에는 파손되지 않았을 것이다.

[0006] 부가적으로, 가황물들(예컨대, 천연 고무들), 엘라스토머들(예컨대, 실리콘들, 폴리머들) 등과 같은 탄성 재료들의 동작 및 파손 특성들은, 실러들, 배리어들, 진동 댐퍼들, 쇼크 업소버들 및 쿠션(cushioner)들, 뿐만 아니라 다른 용도들로서 사용하기 위한 재료들을 선택할 때 중요한 고려사항들이다. Split-Hopkinson 압력 바는 입사 바와 전송 바 간의 테스트 샘플이, 입사파가 이 테스트 샘플을 통해 이동할 때 압축력을 겪게 한다. 따라서, Split-Hopkinson 압력 바는 인장에 관하여 재료들을 테스트할 수 있지만, 파손에 대한 높은 스트레인을 갖는 시편들에 대해서는 제대로 기능하지 않는다. 추가로, Split-Hopkinson 압력 바를 사용하는 시편의 테스트는, 입사파가 입사 바 및 전송 바를 통해 전후로 전파될 때, 재료가 일정하지 않은 스트레인 레이트를 겪게 한다. 따라서, Split-Hopkinson 압력 바는 높은 스트레인 레이트를 제공하지만, 높은 스트레인을 제공하지

는 않는다. 서보-기계적 방법들을 사용하는 다른 디바이스들은 높은 스트레인을 제공할 수 있지만, 높은 스트레인 레이트를 제공하는 것은 아닐 수 있다.

[0007] 개요성의, 유연한, 및 연성 재료들과 같은 다양한 재료들, 뿐만 아니라 높은 스트레인 레이트 및 높은 스트레인들 모두를 제공하는 다른 재료들의 일정한 스트레인 레이트에서, 인장 강도 및 파손 응력들과 같은 다양한 특성들을 측정하기에 적절한 디바이스는 기술분야에 대한 환영받는 추가일 것이다.

발명의 내용

[0008] 다음은, 본 교시들의 하나 또는 그 초과와 실시예들의 일부 양상들의 기본적인 이해를 제공하기 위하여 간략한 요약의 제시한다. 이 요약은 광범위한 개요가 아니며, 본 교시들의 핵심적인 또는 중대한 엘리먼트들을 식별하는 것으로 의도되지도 본 개시내용의 범위를 기술하는 것으로 의도되지도 않는다. 오히려, 그 일차 목적은 단지, 이후에 제시되는 상세한 설명에 대한 서두로서, 하나 또는 그 초과와 개념들을 간략한 형태로 제시하는 것이다.

[0009] 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치는, 스트라이커 바, 스트레처 바, 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키도록 구성된 구동 조립체, 및 테스트 샘플의 제 1 부분을 수용하며, 테스트 샘플의 제 1 부분을 고정된 포지션으로 유지시키도록 구성된 고정 시편 마운트를 포함한다. 장치는, 테스트 샘플의 제 2 부분을 수용하며, 테스트 샘플의 테스트 또는 측정 동안 고정 시편 마운트로부터 이동하도록 구성된 이동가능 시편 마운트를 더 포함한다. 실시예에서, 스트라이커 바는 스트레처 바에 맞춰 정렬되며, 스트레처 바는, 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바의 충돌로, 고정 시편 마운트로부터 이동하도록 구성된다. 스트라이커 바는, 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바의 충돌로 인해, 스트레처 바를 통과하는 압력파를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0010] 실시예에서, 스트라이커 바 및 스트레처 바는, 압력파가 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트레처 바의 제 2 단부로, 그리고 다시 스트레처 바의 제 1 단부로 횡단하도록 구성될 수 있다. 스트라이커 바 및 스트레처 바는, 스트레처 바와 스트라이커 바의 물리적 접촉 동안 압력파가 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트라이커 바로 횡단하도록 추가로 구성될 수 있다. 부가적으로, 스트라이커 바 및 스트레처 바는, 압력파가 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트라이커 바로 횡단한 후에 물리적으로 서로 분리되어서, 테스트 샘플의 테스트 또는 측정 동안 압력파가 스트라이커 바 내에 트래핑(trapping)되도록 구성될 수 있다.

[0011] 실시예에서, 스트라이커 바 및 스트레처 바는 제 1 재료로 형성될 수 있고, 스트라이커 바는 제 1 길이를 가질 수 있고, 스트레처 바는 제 2 길이를 가질 수 있으며, 제 1 길이는 제 2 길이보다 더 길 수 있다. 다른 실시예에서, 스트라이커 바는 제 1 재료로 형성될 수 있고, 스트레처 바는 제 1 재료와 상이한 제 2 재료로 형성되며, 제 1 재료 및 제 2 재료는, 압력파가 제 2 재료를 통해서보다 제 1 재료를 통해 더 느린 레이트로 이동하도록 구성된다.

[0012] 장치는 고정 시편 마운트를 수용하는 시편 마운트 지지부를 더 포함할 수 있다. 시편 마운트 지지부는 이 시편 마운트 지지부를 관통하는 제 1 애퍼처를 포함할 수 있고, 고정 시편 마운트는 이 고정 시편 마운트를 관통하는 제 2 애퍼처를 포함할 수 있으며, 스트라이커 바는 이동가능 시편 마운트에 충돌하기 전에 제 1 애퍼처 및 제 2 애퍼처를 통해 연장되도록 구성될 수 있다.

[0013] 실시예에서, 구동 조립체는 채널 조립체 내에 포지셔닝된 스프링을 포함할 수 있으며, 스프링은 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키도록 구성될 수 있다.

[0014] 고정 시편 마운트는 테스트 샘플의 제 1 부분을 수용하도록 구성된 제 1 그루브를 그 안에 포함할 수 있다. 이동가능 시편 마운트는 테스트 샘플의 제 2 부분을 수용하도록 구성된 제 2 그루브를 그 안에 포함할 수 있다. 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트 중 적어도 하나는 리세스를 그 안에 포함할 수 있으며, 이 리세스는 테스트 샘플의 테스트 또는 측정 동안 테스트 샘플이 이 리세스에 걸쳐 있도록(span) 구성된다.

[0015] 장치는, 스트라이커 바를 준비 포지션으로 유지시키며, 테스트 또는 측정을 개시하기 위해 스트라이커 바를 해제하도록 구성된 해제 조립체를 더 포함할 수 있다. 해제 조립체는 전력원과 전기적으로 커플링된 전자석을 포함할 수 있으며, 해제 조립체는, 전자석에 전력이 공급될 때 스트라이커 바를 준비 포지션으로 유지시키도록 구성될 수 있다. 추가로, 해제 조립체는, 전자석으로부터 전력을 제거할 때 테스트 또는 측정을 개시하도록 구성될 수 있다.

[0016] 테스트 샘플을 테스트 또는 측정하기 위한 방법은, 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키는 단계, 스트

라이커 바를 이동가능 시편 마운트에 충돌시키는 단계, 스트라이커 바가 이동가능 시편 마운트에 충돌하는 것으로 인해, 고정 시편 마운트로부터 이동가능 시편 마운트를 이동시키는 단계, 및 고정 시편 마운트로부터 이동가능 시편 마운트의 이동으로 인해, 동적 인장 응력 및/또는 스트레인을 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트에 부착된 테스트 샘플에 인가하는 단계를 포함한다.

[0017] 방법은, 스트라이커 바가 이동가능 시편 마운트에 충돌하는 것으로 인해, 스트레치 바 내에 압력파를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 압력파는 스트레치 바의 제 1 단부로부터 스트레치 바의 제 2 단부로, 그리고 다시 스트레치 바의 제 1 단부로 횡단한다. 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바의 물리적 접촉 동안, 방법은, 이동가능 시편 마운트로부터 스트라이커 바로 압력파를 전달하는 단계, 및 이동가능 시편 마운트로부터의 압력파를 전달한 후에, 이동가능 시편 마운트로부터 스트라이커 바를 물리적으로 분리시켜 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바 간에 갭이 형성되게 하여서, 스트레치 바로부터 압력파를 제거하며, 압력파를 스트라이커 바 내에 트래핑하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 방법은, 구동 조립체를 사용하여, 스트라이커 바를 스트레치 바 쪽으로 추진시키는 단계를 더 포함할 수 있다. 스트라이커 바와 이동가능 시편 마운트의 충돌 전에, 스트라이커 바는 고정 시편 마운트를 관통하는 애퍼처 안으로 연장될 수 있다.

[0019] 테스트 재료의 직사각형 스트립을 형성하는 단계, 제 1 부착 스트립 및 제 2 부착 스트립을 제공하기 위해, 테스트 재료의 직사각형 스트립의 둘 또는 그 초과와 에지들에 지지 재료를 부착시키는 단계, 제 1 부착 스트립을 고정 시편 마운트의 제 1 그루브에 배치하는 단계, 제 2 부착 스트립을 이동가능 시편 마운트의 제 2 그루브에 배치하는 단계, 및 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트 중 적어도 하나에 의해 형성되는 리세스에 걸쳐 테스트 재료를 포지셔닝시켜서, 테스트 재료가 리세스에 걸쳐 있게 하는 단계를 포함하는 방법을 사용하여, 테스트 샘플이 준비될 수 있다. 테스트 재료는 스펙클 패턴을 갖게 코팅될 수 있다. 실시예에서, 테스트 샘플로의 동적 인장 응력 및/또는 스트레인의 인가는, 초당 100회 내지 2500회의 스트레인들의 동적 인장 스트레인을 테스트 샘플에 인가할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 본 명세서에 통합되며 본 명세서의 일부를 구성하는 첨부된 도면들은 본 교시들의 실시예들을 예시하며, 설명과 함께, 본 개시내용의 원리들을 설명하는 역할을 한다. 도면들에서:

도 1은 시편의 특성들 및 응답들을 측정 및 테스트하기 위해 사용될 수 있는, 본 교시들의 실시예에 따른 디바이스의 사시적 묘사이다.

도 2는 도 1의 구조를 묘사하는 평면도이다.

도 3은 도 1의 구조를 묘사하는 측면도이다.

도 4는 본 교시들의 실시예에 따른 시편 장착 조립체를 묘사하는 투명 평면도이다.

도 5는 본 교시들의 실시예에 따른 시편 장착 조립체를 포함하는 사시적 묘사이다.

도 6은 본 교시들의 실시예에 따른 시편 장착 조립체 및 테스트 샘플을 묘사하는 측면도이다.

도 7은 준비 포지션의 도 1의 디바이스의 사시적 묘사이다.

도 8은 스트라이커 바가 이동가능 시편 마운트에 접촉할 때, 도 6의 구조의 측면도이다.

도 9는 스트라이커 바에 의한 이동가능 시편 마운트에 대한 충돌 후, 그리고 인장 응력 및/또는 스트레인에 대한 테스트 샘플의 노출 동안, 도 8의 구조의 측면도이다.

도 10은 본 교시들의 실시예에 따른, 테스트 샘플을 테스트 또는 측정하기 위한 방법의 흐름도이다.

도 11은 본 교시들의 실시예에 따른 테스트 샘플, 고정 시편 마운트, 및 이동가능 시편 마운트의 측면도이다.

도 12는 테스트 샘플을 부착한 후, 도 11의 구조의 측면도이다.

도면들의 일부 세부사항들이 단순화되었으며, 엄격한 구조적 정확성, 세부사항, 및 스케일을 유지시키는 것보다는 본 교시들의 이해를 가능하게 하도록 도시된다는 것이 주목되어야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 교시들의 예시적 실시예들에 대한 참조가 이제 상세히 이루어질 것이며, 본 교시들의 예들은 첨부된 도면들에서 예시된다. 가능한 경우, 동일한 참조 번호들이 도면들 전체에 걸쳐 동일한 또는 같은 부분들을 지칭하기 위해 사용될 것이다.
- [0022] 본 교시들은, 탄성 또는 비-탄성 재료 샘플과 같은 테스트 시편에 관한 성능 데이터를 테스트 및/또는 획득하기 위한 방법 및 구조를 제공한다. 방법은, 비교적 일정한 스트레인 레이트에 대한 재료 샘플의 인장 강도의 동적 측정을 포함할 수 있다. 일부 통상적인 측정 기술들이 다양한 디바이스 구조들 뿐만 아니라 테스트 시편을 통해 여러 번 전후로 압력파를 전파시키며, 이것이 테스트 시편 상에 일정하지 않은 응력/스트레인을 야기하는 반면에, 본 교시들의 디바이스 또는 테스트 구조는, 일부 실시예들에서, 다양한 디바이스 구조들 및 테스트 샘플을 통과하는 감소된 압력과 전파를 가져서, 더욱 정확한 응력 및/또는 스트레인 데이터가 야기되게 할 수 있다.
- [0023] 테스트 샘플의 인장 특성들, 성능 데이터, 또는 다른 물리적 성질들을 테스트 및/또는 측정하기 위한 디바이스 또는 장치(100)에 대해, 도 1은 사시적 묘사이고, 도 2는 평면도이며, 도 3은 측면도이다. 도 1-도 3이 예시적 구조를 묘사한다는 것, 그리고 본 교시들에 따른 측정 디바이스가 단순성을 위해 묘사되지 않은 다른 디바이스 하위구조들을 포함할 수 있는 한편, 다양한 묘사된 디바이스 구조들이 제거되거나 또는 수정될 수 있다는 것이 인식될 것이다.
- [0024] 디바이스(100)는 베이스(102)를 포함할 수 있으며, 하나 또는 그 초과와 패스너들, 예컨대, 하나 또는 그 초과와 나사들, 볼트들, 못들, 클립들, 클램프들, 접착제들 등(단순성을 위해, 개별적으로 묘사되지 않음)을 사용하여, 다른 측정 디바이스 하위구조들이 이 베이스(102)에 부착되며 그리고/또는 장착된다. 측정 디바이스(100)는 스트라이커 바(104), 스트레처 바(106), 및 시편 장착 조립체(108)를 더 포함한다.
- [0025] 디바이스(100)는 베이스(102)에 부착되는 하나 또는 그 초과와 스트라이커 바 지지부들(110)을 더 포함할 수 있으며, 이 스트라이커 바 지지부들(110)은 스트라이커 바(104)를 안내 및 지지하며, 사용 동안, 스트레처 바(106) 쪽으로의, 그리고 스트레처 바(106)로부터의 스트라이커 바(104)의 축방향 이동을 허용한다. 각각의 스트라이커 바 지지부(110)는 하나 또는 그 초과와 베어링들(500)(도 5), 이를테면, 하나 또는 그 초과와 부싱들(예컨대, 솔리드 슬리브 부싱들 또는 분할 부싱들), 롤러 베어링들, 또는 스트라이커 바(104)의 저-마찰 축방향 이동을 지지 및 허용하는 다른 저-마찰 지지부들을 포함할 수 있다. 유사하게, 디바이스(100)는 또한, 베이스(102)에 부착되는 하나 또는 그 초과와 스트레처 바 지지부들(112)을 포함할 수 있으며, 이 스트레처 바 지지부들(112)은 스트레처 바(106)를 안내 및 지지하며, 사용 동안, 스트라이커 바(104)로부터의 스트레처 바(106)의 축방향 이동을 허용한다. 각각의 스트레처 바 지지부(112)는 하나 또는 그 초과와 베어링들, 이를테면, 하나 또는 그 초과와 부싱들(예컨대, 솔리드 슬리브 부싱들 또는 분할 부싱들), 롤러 베어링들, 또는 스트레처 바(106)의 저-마찰 축방향 이동을 지지 및 허용하는 다른 저-마찰 지지부들을 포함할 수 있다.
- [0026] 도 1-도 3의 디바이스(100)는 구동 조립체(114) 및 해제 조립체(116)를 더 포함한다. 구동 조립체(114)는, 예컨대, 하나 또는 그 초과와 스프링들, 압축 가스, 또는 다른 방법을 사용하여, 스트라이커 바(104)를 스트레처 바(106) 쪽으로 추진시키도록 구성된다. 구동 조립체(114)가 스트라이커 바(104)를 추진시키는 힘은, 예컨대, 상이한 테스트 샘플 재료들 및 테스트 조건들을 수용하도록 조절가능할 수 있다. 해제 조립체(116)는, 스트라이커 바(104)를 준비되거나, 맞물리거나, 또는 코킹된 포지션으로 유지시키거나 또는 홀딩시키며, 테스트 샘플의 테스트 또는 측정(이후에, 총괄하여 "테스트")을 개시하기 위해 스트라이커 바(104)를 해제하도록 구성된다. 스프링을 포함하는 구동 조립체(114)에서는, 디바이스(100)가 준비 포지션으로 있을 때, 스프링은 인장 하에서 홀딩될 수 있다. 고속 작동 가스 밸브를 포함하는 구동 조립체(114)에서는, 디바이스(100)가 준비 포지션으로 있을 때, 가스는 캐니스터 내에 가압될 수 있다. 본원에서 설명된 것들 이외에, 구동 조립체(114) 및 해제 조립체(116), 뿐만 아니라 디바이스(100)의 다른 조립체들의 다른 구현들이 고려된다.
- [0027] 도 1-도 3의 디바이스(100)의 구동 조립체(114)는 스프링(118)을 포함하며, 스프링(118)은 이 스프링(118)의 제 1 단부(119)에 부착되는 리테이너(120) 및 스트라이커 바(104)를 둘러싼다. 스프링(118)의 제 2 단부(121)는 채널 조립체(123) 내에서 스트라이커 바(104)에 고정될 수 있으며, 적어도, 스프링(118)의 일부 및 스트라이커 바(104)의 일부는 채널 조립체(123)의 채널 내에 포지셔닝되며 그리고/또는 에워싸인다. 구동 조립체(114)는 리테이너(120)에 인접한 플레이트(122)를 더 포함할 수 있다. 플레이트(122)는 강자성 재료, 이를테면, 철, 철 합금, 또는 다른 강자성 재료이거나, 또는 이를 포함하도록 제조될 수 있다. 실시예에서, 플레이트(122)는 스트라이커 바(104)의 제 1 단부에 부착될 수 있으며, 스트라이커 바(104)의 제 1 단부는 리테이너(120)의 홀을 통해 연장될 수 있다.
- [0028] 해제 조립체(116)는 전력원(126)에 부착되는 전자석(124)을 포함할 수 있다. 전자석(124)은, 플레이트(122)를

후퇴(retracting)시킨 후에, 플레이트(122)가 전자석(124)에 의해 준비 포지션으로 홀딩될 수 있도록 포지셔닝 된다.

- [0029] 디바이스(100)는, 구동 조립체(114)를 유희 포지션으로부터 준비 포지션으로 후퇴시키는 것을 돕기 위해 하나 또는 그 초과 리트랙터(retractor)들(128)을 더 포함할 수 있다. 리트랙터들(128)은, 플레이트(122), 스프링(118), 및 스트라이커 바(104)를 준비 포지션으로 포지셔닝시키기 위해, 채널 조립체(123)로부터 플레이트(122)를 후퇴시킨다. 리트랙터들(128)은 전력, 가스, 또는 유압 유체 소스(130)와 유체 연통하는 하나 또는 그 초과 전기, 가스, 또는 유압 피스톤들(128)을 포함할 수 있다.
- [0030] 시편 장착 조립체(108)는 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134)를 포함할 수 있으며, 이 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134) 각각은 테스트 동안 시편(즉, 테스트 샘플)을 수용한다. 고정 시편 마운트(132)가 시편 마운트 지지부(136)에 부착될 수 있는 반면에, 이동가능 시편 마운트(134)는 스트레처 바(106)의 제 1 단부에 부착될 수 있다. 시편 장착 조립체는 도 4 및 도 5를 참조하여 아래에서 더욱 상세히 설명된다.
- [0031] 테스트 동안 데이터를 수집하기 위해, 하나 또는 그 초과 데이터 수집 디바이스들이 사용될 수 있다. 데이터 수집 디바이스들은 테스트 동안 예컨대 시편 장착 조립체(108)에 초점이 맞춰지는 예컨대 고속 카메라(140)를 포함할 수 있다. 데이터 수집은 또한, 스트레처 바(106)의 제 2 단부 상에, 또는 테스트 동안 스트레처 바(106)의 가속도 및/또는 힘을 모니터링하기에 적절한 다른 위치에 포지셔닝되는 가속도계(142)를 포함할 수 있다.
- [0032] 디바이스(100)는, 스트라이커 바(104)가 스트레처 바(106)와 축방향으로 정렬되게 타겟팅되도록 어셈블링될 수 있다. 다시 말해서, 스트라이커 바(104)의 축은 스트레처 바(106)의 축에 맞춰 정렬된다. 디바이스(100) 하위 구조들의 정렬을 설정하기 위해, 채널 조립체(123), 스트라이커 바 지지부들(110), 시편 마운트 지지부(136), 스트레처 바 지지부들(112) 중 하나 또는 그 초과와 베이스(102) 간에, 그리고/또는 필요하거나 또는 원하는 다른 위치들에, 임의의 개수의 스페이서들(150)이 포지셔닝될 수 있다.
- [0033] 베이스(102)는 테이블이거나, 또는 테이블 또는 다른 장착 표면에 고정되는 표면일 수 있다. 가장 정확한 테스트 결과들을 위해, 디바이스(100)의 진동과 같은 고의가 아닌 이동은 테스트 동안 최소화될 수 있다. 이는 진동들, 그리고 다른 장비와 같은 외부 소스들로 인한 고의가 아닌 다른 이동을 포함한다. 디바이스(100)의 컴포넌트들 및 하위조립체들은 다양한 재료들, 이를테면, 폴리머들, 강 또는 알루미늄과 같은 금속들, 및/또는 다른 천연 또는 합성 재료들로 제조될 수 있다.
- [0034] 시편 장착 조립체(108)의 구역의 디바이스(100)에 대해, 도 4는 평면도이며, 도 5는 사시적 묘사이다. 도 4 및 도 5는, 두 개의 상이한 포지션들로 있지만 시편 장착 조립체(108)에 부착된 테스트 샘플이 없는 디바이스(100)를 묘사한다. 묘사된 바와 같이, 시편 마운트 지지부(136)는 애퍼처(400)를 포함하며, 테스트 동안 스트라이커 바(104)는 애퍼처(400)를 통해 연장된다. 부가적으로, 고정 시편 마운트(132)는 애퍼처(402)를 또한 포함하며, 테스트 동안 스트라이커 바(104)는 애퍼처(402)를 통해 연장되며, 여기서 애퍼처(400)가 애퍼처(402)에 맞춰 정렬되어, 이들을 통한 스트라이커 바(104)의 통과가 허용된다. 애퍼처들(400, 402)은, 스트라이커 바(104)로 하여금, 시편 마운트 지지부(136) 및 고정 시편 마운트(132)를 통해 연장되거나 또는 이들을 통과하여 이동가능 시편 마운트(134)의 노출면(404)에 물리적으로 접촉하며, 테스트 동안, 스트레처 바(106) 및 부착된 이동가능 시편 마운트(134)를 추진시키도록 허용한다. 도 5는 또한, 위에서 설명된 바와 같이 스트라이커 바 지지부(110) 및 스트레처 바 지지부(112)의 베어링들(500)을 묘사한다.
- [0035] 묘사된 바와 같이, 패스너(406), 이를테면, 하나 또는 그 초과 볼트들 또는 퀵 릴리즈 패스너(quick release fastener)들을 사용하여, 고정 시편 마운트는 시편 마운트 지지부(136)에 제거가능하게 또는 영구적으로 장착될 수 있다. 패스너(408), 이를테면, 하나 또는 그 초과 볼트들 또는 퀵 릴리즈 패스너들을 사용하여, 이동가능 시편 마운트(134)는 스트레처 바(106)에 제거가능하게 또는 영구적으로 장착될 수 있다. 다른 실시예에서, 고정 시편 마운트(132) 및 시편 마운트 지지부(136)는 재료의 단일 피스로 제작될 수 있으며, 따라서 고정 시편 마운트(132)는 시편 마운트 지지부(136)의 일부이다. 추가로, 스트레처 바(106) 및 이동가능 시편 마운트(134)는 재료의 단일 피스로 제작될 수 있으며, 따라서 이동가능 시편 마운트(134)는 스트레처 바(106)의 일부이다.
- [0036] 도 6은 하나 또는 그 초과 패스너들(602), 이를테면, 타이프, 예폭시, 클램프들 등을 사용하여 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134)에 장착되거나 또는 부착된 테스트 샘플(600)을 갖는 시편 장착 조립체

(108)의 구역의 단면이다. 테스트 샘플(600)은, 예컨대, 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134) 둘 모두의 둘레 주위에서 적어도 부분적으로 또는 완전히 랩핑(wrapping)되는, 가요성 재료의 직사각형 스트립 일 수 있다. 도 6에 묘사된 바와 같이, 테스트 샘플(600)은 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134) 중 하나 또는 둘 모두에 의해 형성되는 리세스(604)에 걸쳐 있으며, 따라서 리세스(604)에 걸쳐 있는 테스트 샘플(600)의 일부분은 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134)에 의해 물리적으로 지지되지 않는다. 도 6은 테스트 샘플(600)을 테스트하기 전의 시편 장착 조립체(108)를 묘사한다. 스트라이커 바(104)는, 이동가능 시편 마운트(134)의 노출면(404)에 부딪히기 전에, 준비 포지션으로 있다.

[0037] 테스트를 수행하기 위해, 도 1의 디바이스(100)는 먼저, 준비 포지션으로 배치된다. 묘사된 실시예에서, 도 7에 묘사된 바와 같이, 각각의 가스 피스톤(128)의 아암(152)을 연장시키기 위해 가스 소스(130)를 사용하여 하나 또는 그 초과인 가스 피스톤들(128)을 가압함으로써, 플레이트(122)는 전자석(124) 쪽으로 이동되며, 따라서 플레이트(122)는 전자석(124)에 맞물리거나 또는 물리적으로 접촉한다. 플레이트(122)를 준비 포지션으로 유지시키기 위해 전자석(124)에는 전력이 공급되며, 가스 피스톤들(128)이 감압되어, 플레이트(122)로부터 아암들(152)이 후퇴된다. 이 포지션에서, 포텐셜 에너지가 채널 조립체(123) 내의 스프링(118)에 전해진다.

[0038] 예시의 목적들을 위해, 도 7은, 테스트 시편이 시편 장착 조립체(108) 내에 포지셔닝되지 않은 상태에서, 고정 시편 마운트(132)로부터 떨어져 포지셔닝된 이동가능 시편 마운트(134)를 묘사한다. 통상적으로, 디바이스(100)를 준비 포지션으로 포지셔닝시키기 전에, 테스트 샘플(600)은 도 6에 묘사된 바와 같이 시편 장착 조립체(108) 내에 포지셔닝될 것이다.

[0039] 테스트 샘플(600)을 디바이스(100)의 시편 장착 조립체(108)에 배치하고, 디바이스(100)를 준비 포지션으로 포지셔닝시킨 후에, 전자석(124)으로부터 전력을 제거함으로써, 테스트가 개시될 수 있다. 스프링(118)에 전해진 포텐셜 에너지가 방출되어 운동 에너지로 변환되며, 이 운동 에너지는 스트라이커 바(104)를 스트레처 바(106) 쪽으로 추진시킨다. 테스트 단계 동안, 스트라이커 바(104)의 제 2 단부가 시편 마운트 지지부(136)를 관통하는 애퍼처(400) 안으로, 그리고 고정 시편 마운트(132)를 관통하는 애퍼처(402) 안으로 연장되어, 이동가능 시편 마운트(134)의 노출면(404)에 물리적으로 접촉할 수 있다. 도 8은 스트라이커 바(104)가 이동가능 시편 마운트(134)의 면(404)과 접촉하게 되는 바로 그 때의 스트라이커 바(104)를 묘사한다.

[0040] 후속하여, 스트라이커 바(104)로부터의 에너지는 스트레처 바(106)에 부착되는 이동가능 시편 마운트(134)에 전달되며, 스트레처 바(106) 및 이동가능 시편 마운트(134)는 예컨대 도 9에서 묘사된 바와 같이 고정 시편 마운트(132)로부터 추진된다. 이로써, 고정 시편 마운트(132)로부터 이동가능 시편 마운트(134)의 이동은, 묘사된 바와 같이, 테스트 샘플(600) 상에 인장 응력 및 인장 스트레인을 가한다. 스트라이커 바(104)가 충분한 힘으로 추진되면, 테스트 샘플(600)은 인장 응력 또는 스트레인으로 부분적으로 또는 완전히 파손될 수 있다.

[0041] 이동가능 시편 마운트(134)의 노출면(404) 상에 가해지는 스트라이커 바(104)의 힘은, 예컨대, 더 높은 압축력 스프링(즉, 강성의 스프링)을 갖는 스프링(118)을 사용함으로써, 그리고/또는 채널 조립체(123)로부터 멀리 전자석(124)을 이동시켜서 증가될 수 있으며, 따라서 스프링(118)이 더 높은 포텐셜 에너지 하에서 준비 포지션으로 배치된다. 실시예에서, 베이스(102)는, 전자석 마운트(158)를 관통하는 하나 또는 그 초과인 조절 볼트들(156)을 수용하는 하나 또는 그 초과인 슬롯들(154)을 포함할 수 있다. 조절 볼트들(156)은 전자석 마운트(158) 및 이 전자석 마운트(158)에 부착된 전자석(124)의 리포지셔닝을 위해 느슨해지며, 이후, 전자석 마운트(158) 및 전자석(124)을 고정시키기 위해 조여질 수 있다.

[0042] 테스트 샘플의 테스트 동안, 데이터는 임의의 개수의 원하는 데이터 수집 디바이스들, 이를테면, 고속 카메라(140) 및/또는 가속도계(142)에 의해 수집될 수 있다.

[0043] 스트라이커 바(104)가 이동가능 시편 마운트(134)에 접촉할 때, 압력파가 생성되며, 이 압력파는 이동가능 시편 마운트(134)를 통해 그리고 스트레처 바(106)로 전파된다. 압력파가 스트레처 바(106)의 제 2 단부(즉, 이동가능 시편 마운트(134) 반대편 단부)에 도달할 때, 이 압력파는 제 2 단부에서 반사되며, 다시 스트레처 바(106) 및 이동가능 시편 마운트(134)를 통해 전파된다. 위에서 설명된 바와 같이, Split-Hopkinson 압력 바에서는, 압력파가 바들 및 테스트 샘플을 통해 여러 번 전후로 계속해서 전파되며, 이로써 테스트 샘플 내에 그리고 이 테스트 샘플을 통해, 연속적이지 않은 응력 및 연속적이지 않은 스트레인이 생성된다. Split-Hopkinson 압력 바의 동작에 반해서, 디바이스(100)의 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)는 테스트 샘플(600) 상에 더욱 연속적인 응력을 제공하도록 설계될 수 있다.

[0044] 실시예에서, 디바이스(100)의 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)는, 스트레처 바(106)를 통과하는 압력파

의 단 하나의 주기 후에 압력파를 스트라이커 바(104) 내에 트래핑하도록 설계되거나 또는 선택될 수 있다. 도 8에 묘사된 바와 같이 스트라이커 바(104)와 스트레처 바(106) 간의 초기 접촉 시, 제 1 압력파가 생성되며, 이 제 1 압력파는 스트레처 바(106)를 통해 스트레처 바(106)의 제 2(반대 편) 단부로 전파되며, 제 2 단부에서 다시 제 1 단부로 반사된다. 유사하게, 이러한 초기 접촉 시, 제 2 압력파가 생성되며, 이 제 2 압력파는 스트라이커 바(104)를 통해 스트라이커 바(104)의 제 1(반대 편) 단부로 전파되며, 제 1 단부에서 다시 제 2 단부로 반사된다.

[0045] 스트레처 바(106)를 통과하는 제 1 압력파의 횡단 동안, 스트라이커 바(104)는 노출면(404)과 물리적으로 접촉된 채로 유지된다. 일단 제 1 압력파가 스트레처 바(106)의 제 1 단부로 되돌아가면, 제 1 압력파는 스트라이커 바(104)에 들어간다. 이 지점에서, 도 9에 묘사된 바와 같이 스트라이커 바(104)와 스트레처 바(106)가 분리되어서, 스트라이커 바(104)의 제 2 단부와 이동가능 시편 마운트(134)의 노출면(404) 간에 갭(900)이 존재하며, 따라서 제 1 압력파가 스트라이커 바(104)의 제 1 단부에서 반사되어 스트라이커 바(104)의 제 2 단부로 되돌아갈 때, 제 1 압력파는 스트레처 바(106)에 다시 들어갈 수 없다. 유사하게, 제 2 압력파는 스트레처 바(106)에 들어갈 수 없다. 갭(900)은, 테스트 샘플(600)의 테스트가 완료될 때까지 유지된다. 따라서, 테스트 샘플이 압력파를 여러 번 겪게 하는 Split-Hopkinson 압력 바에 반해서, 테스트 샘플(600)은 압력파를 더 적은 횟수로 겪으며, 이로써 테스트 동안 더욱 연속적인 응력이 테스트 샘플에 전해진다. 그에 반해서, Split-Hopkinson 압력 바는, 테스트 디바이스 및 테스트 시편을 통해 계속해서 전파 및 반사되는 파를 갖는다. 이는 스텝 모션(step motion) 및 일정하지 않은 스트레인을 생성한다. 적어도 이러한 이유로, Split-Hopkinson 압력 바 측정은 제 1 단계 동안에만 유효하다.

[0046] 실시예에서, 스트라이커 바(104)가 스트레처 바(106)에 충돌할 때, 압축파가 바들(104, 106) 둘 모두에서 생성된다. 압축파들은 충돌 위치로부터 전파된다. 압축파들이 각각의 바(104, 106)의 반대 편 단부들에 도달할 때, 압축파들은 두 개의 바들(104, 106) 간의 인터페이스 쪽으로(즉, 테스트 샘플(600) 쪽으로) 다시 이동하는 인장파로서 반사된다. 순 결과(net result)는, 인장파 및 다가오는 압축파가 결합되어 0의 순 응력(net stress)이 생성된다는 것이다. 그러나, 스트라이커 바(104)로부터의 인장파 및 스트레처 바(106)로부터의 인장파가 만날 때, 이 인장파들이 결합되어 순 인장 응력이 형성된다. 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)가 동일한 길이를 가지면, 두 개의 바들(104, 106) 간의 인터페이스에 인장 응력이 먼저 형성된다. 이 인터페이스는 인장을 지지할 수 없으며, 따라서 바들(104, 106)은 분리된다. 이후, 이 경우, 스트레처 바(106)를 통해 계속해서 전파 및 반사되는 응력파와 함께 스트레처 바(106)는 떠난다. 이러한 파 트랜짓은 스트레처 바(106)로 하여금 테스트 시편(600)에서 바람직하지 않은 스텝-모션 및 그에 따른 일정하지 않은 스트레인을 갖게 한다. 그러나, 스트레처 바(106)가 스트라이커 바(104)보다 더 짧으면, 반사되는 인장파들이 만나며, 스트라이커 바(104) 내에서 결합된다. 이 인장파가 두 개의 바들(104, 106) 간의 인터페이스에 도달할 때, 이 인장파는 두 개의 바들(104, 106)의 분리를 유발하며, 이로써 파들이 스트라이커 바(104) 내에 트래핑되어, 매끄러운 선형 모션으로 스트레처 바(106)가 떠난다.

[0047] 실시예에서, 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)는 동일한 재료, 예컨대, 스테인리스 강, 알루미늄, 다른 금속들 또는 금속 합금들, 또는 다른 적절한 재료로 제조될 수 있다. 이 실시예에서, 압력파들은 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106) 둘 모두를 통해 동일한 레이트로 이동한다. 스트라이커 바(104)와 스트레처 바(106) 간의 접촉의 타이밍(즉, "접촉 타이밍")은, 제 1 길이를 갖는 스트라이커 바(104) 및 제 2 길이를 갖는 스트레처 바(106)(이동가능 시편 마운트(134)를 포함함)를 제공함으로써 선택될 수 있으며, 여기서 제 1 길이는 제 2 길이보다 더 길다. 이 실시예에서, 제 2 파가 스트라이커 바(104)를 횡단하기 전에, 제 1 압력파는 스트레처 바(106)를 횡단하고 스트라이커 바(104)에 들어가는데, 그 이유는 스트라이커 바(104)의 제 2 파가 이동하기에 더 긴 거리를 갖기 때문이다. 제 2 파가 스트라이커 바(104)의 제 2 단부에 도달하기 전에, 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)가 분리되어, 갭(900)이 형성된다.

[0048] 다른 실시예에서, 스트라이커 바(104)는 제 1 재료로 제조될 수 있고, 스트레처 바(106)는 제 2 재료로 제조될 수 있으며, 여기서 제 1 재료는 제 2 재료보다 더 느린 레이트 또는 더 느린 스피드로 압력파를 전파시킨다. 따라서, 이 실시예에서, 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)는 동일한 길이를 가질 수 있으며, 접촉 타이밍은 바들이 형성되는 재료들에 의해 제어된다. 이 실시예에서, 스트라이커 바(104)가 황동으로 형성될 수 있는 반면에, 스트레처 바(106)는 강으로 형성되며, 여기서 강에서의 파 스피드는 황동에서의 파 스피드의 대략 1.7배이다. 따라서, 접촉 타이밍 자체는 위에서 설명된 것과 유사할 수 있으며, 따라서 두 개의 바들(104, 106)이 분리되고 갭(900)이 발생할 때, 제 1 압력파 및 제 2 압력파는 스트라이커 바(104) 내에 트래핑된다. 어느 경우이든, 재료들은, 스트라이커 바(104) 및 스트레처 바(106)가 충돌 시 변형되지 않도록, 또는 변형으로

인한 샘플(600)의 임의의 측정 오류가 용인가능한 공차들 내에 있도록 선택되었다.

[0049] 도 10은 본 교시들의 실시예에 따른, 테스트 샘플을 테스트링 또는 측정하기 위한 예시적 방법(1000)을 묘사하는 흐름도이다. 설명된 방법이 예시적 방법이라는 것이 이해될 것이다. 구현될 때, 본 교시들에 따른 방법은, 설명되며 그리고/또는 묘사된 것들보다 더 적은 개수의 또는 추가적인 프로세싱 단계들을 포함할 수 있으며, 설명된 프로세싱 단계들은 본원에서 설명된 것과는 상이한 순서로 구현될 수 있다. 부가하여, 방법(1000)은 도 1-도 9, 도 11, 및 도 12의 장치의 하나 또는 그 초과와 부분들의 동작에 의해 진행될 수 있으며, 따라서 이를 참조로 설명된다. 그러나, 달리 명시적으로 진술되지 않는 한, 방법(1000)이 어떠한 특정 구조로도 제한되지 않는다는 것이 인식될 것이다.

[0050] 실시예에서, 1002에서 묘사된 바와 같이, 하나 또는 그 초과와 테스트 샘플들이 측정을 위해 준비될 수 있다. 테스트 샘플은 탄성 재료, 예컨대, 실리콘 또는 다른 폴리머일 수 있거나, 또는 테스트 샘플은 고체, 이를테면, 세라믹, 금속, 금속 합금, 천연 또는 합성 복합물 등일 수 있다. 실시예에서, 예컨대, 액체 또는 겔을 균일한 또는 균일하지 않은 두께로 분배함으로써, 테스트 재료의 시트가 준비될 수 있다. 테스트 재료는, 열적 프로세싱, 자외선 광, 또는 다른 적절한 프로세스를 사용하여 경화될 수 있다. 테스트 재료에는 테스트를 위해 바람직한 형상으로 형성, 몰딩, 절단 등이 이루어질 수 있다. 예컨대, 테스트 재료의 시트는 복수의 테스트 샘플들, 이를테면, 복수의 직사각형 스트립들로 구획될 수 있다. 실시예에서, 고체 재료는 테스트를 위해 예컨대 시트로 프레싱되거나 또는 스탬핑될 수 있거나, 또는 와이어로 늘려질 수 있다. 테스트 샘플은 재료의 단일 층, 또는 하나 또는 그 초과와 재료들의 둘 또는 그 초과와 층들을 포함할 수 있다.

[0051] 실시예에서, 테스트 샘플은, 테스트 재료의 하나 또는 그 초과와 직사각형 스트립들을 형성함으로써 준비될 수 있다. 예컨대, 도 11은 시편 장착 조립체(108)의 일부의 분해 확대 단면이며, 테스트 샘플(110)을 묘사한다. 도 11의 단면은 테스트 샘플(110)의 폭을 통하는 섹션이며, 테스트 샘플(110)은 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134) 둘 모두의 둘레 주위에서 부분적으로 또는 완전히 연장될 수 있다. 테스트 샘플(110)은 테스트 재료(1102) 뿐만 아니라 지지 재료, 이를테면, 에폭시, 다른 합성 또는 천연 접착제, 또는 부착 스트립들(1104)을 제공하기 위해 테스트 재료(1102)의 둘 또는 그 초과와 에지들에 부착되는 다른 지지 재료를 포함할 수 있다. 테스트 또는 측정 동안 테스트 재료(1102)로부터 부착 스트립들(1104)의 분리를 방지하기 위해, 테스트 재료(1102)로의 부착 스트립들(1104)의 인장 부착은 테스트 재료(1102)가 파손되는 인장 응력을 초과해야 한다. 추가로, 테스트 재료(1102)의 파손 전에 부착 스트립들(1104)의 파손을 방지하기 위해, 부착 스트립들(1104)의 인장 강도는 테스트 재료(1102)의 인장 강도를 초과해야 한다. 실시예에서, 부착 스트립들(1104)은, 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134)의 둘레 내에 그리고 그 주위에 형성되는 테스트 샘플 그루브들(1106) 내에 맞춰지도록 크기가 결정되며 구성된다. 이로써, 고정 시편 마운트(132)는 테스트 샘플(110)의 제 1 부분을 수용하며, 테스트 또는 측정 동안, 테스트 샘플의 제 1 부분을 고정된 포지션으로 유지시킨다. 추가로, 이동가능 시편 마운트(134)는 이로써, 테스트 샘플(110)의 제 2 부분을 수용하며, 테스트 샘플(110)의 테스트 또는 측정 동안, 고정 시편 마운트(132)로부터 이동한다. 실시예에서, 테스트 샘플(110)의 준비는, 예컨대 디지털 이미지 상관과 함께 사용하기 위해, 테스트 재료(1102)를 스펙클 패턴(1108)을 갖게 코팅하는 것을 포함할 수 있다. 스펙클 패턴(1108)은, 예컨대, 광-반사 폴리머, 실버 플레이크와 같은 금속 플레이크, 또는 다른 광-반사 재료를 포함할 수 있다.

[0052] 1004에서 묘사된 바와 같이, 테스트 샘플은 시편 장착 조립체에 장착된다. 이는, 예컨대, 도 12에서 묘사된 바와 같이 부착 스트립들(1104)을 테스트 샘플 그루브들(1106) 내에 포지셔닝시키는 것을 포함할 수 있다. 테스트 샘플(110)은, 하나 또는 그 초과와 패스너들(1200), 이를테면, 하나 또는 그 초과와 접착제들, 테이프 스트립들, 에폭시들, 또는 다른 패스너(1200)를 사용하여 시편 장착 조립체(108)에 부착될 수 있다. 도 12에 묘사된 바와 같이, 테스트 재료(1102)는 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134) 중 하나 또는 둘 모두에 의해 형성되는 리세스(604)에 걸쳐 있으며, 따라서 테스트 재료(1102)의 적어도 일부는 리세스(604)에 걸쳐 있으며, 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134)에 의해 물리적으로 지지되지 않는다. 위에서 묘사되며 설명된 시편 장착 조립체(108)는 단지 장착 조립체의 하나의 설계이며, 다른 것들이 고려된다.

[0053] 실시예에서, 방법은, 1006에서 묘사된 바와 같이, 일정 위치(이는 디바이스(100)의 나머지 부분으로부터 떨어져 있음)에, 테스트 샘플을 시편 장착 조립체(또는 하위조립체)에 부착시키는 단계를 포함할 수 있으며, 이후, 시편 장착 조립체는 후속하여, 디바이스(100)의 나머지 부분에 부착될 수 있다.

[0054] 다음 차례로, 1008에서 묘사된 바와 같이, 구동 조립체(114)는 휴식 또는 유휴 포지션으로부터 코킹 또는 준비 포지션으로 이동될 수 있다. 도 2의 디바이스(100)에서, 이는, 아암들(152)을 연장시켜서 전자석(124)에 붙는

포지션으로 플레이트(122)를 이동시키기 위해, 가스 소스(130)로부터의 가스로 가스 피스톤들(128)을 채우는 것을 포함할 수 있다. 전력원(126)으로부터의 전력이 결합될 때, 플레이트(122)는, 스프링(118)을 포함하는 구동 조립체(114)를 준비 포지션으로 유지시키는 자성을 사용하는 전자석(124)에 붙어 홀딩된다. 위에서 묘사되며 설명된 구동 조립체(114)는 단지 하나의 가능한 구동 조립체이며, 다른 전기적, 기계적, 전자기적, 공압적, 및 화학적 구동 조립체들이 고려된다.

[0055] 구동 조립체(114)를 준비 포지션으로 배치한 후에, 구동 조립체(114)가 해제되거나 또는 파이어링(firing)되어 테스트 또는 측정이 개시된다. 예컨대, 도 2의 디바이스에서, 전력이 전자석(124)으로부터 제거되어서, 플레이트(122) 및 스프링(118)이 해제될 수 있다. 이로써, 1012에서 묘사된 바와 같이, 구동 조립체(114)는 스프링(118)에 의해 인가되는 힘을 사용하여 스트레처 바(106)를 스트라이커 바(104) 쪽으로 추진시킨다. 스트라이커 바(104)가 시편 마운트 지지부(136)의 애퍼처(400) 및 고정 시편 마운트(132)의 애퍼처(402)를 통해 연장되어 이동가능 시편 마운트(134)의 노출면(404)에 충돌한다. 이는, 1014에서 묘사된 바와 같이, 고정 시편 마운트(132) 및 이동가능 시편 마운트(134)의 물리적 분리를 유발하며, 시편 장착 조립체의 이동을 사용하여 인장 응력을 테스트 샘플 상에 가한다. 1016에서 묘사된 바와 같이, 인장 응력 동안, 인장 응력의 효과들은, 예컨대, 고속 카메라(140), 가속도계(142), 또는 다른 측정 기술을 사용하여 측정될 수 있다. 실시예에서, 고속 카메라(140)로부터의 이미지들은 시편(600), 그리고 특히 스펙클 패턴(1108)을 캡처링할 수 있다. 시편(600) 내의 스트레인을 계산하기 위해, 디지털 이미지 상관(DIC:digital image correlation)이 사용될 수 있다. 예컨대, 고속 비디오 프레임들은, 예컨대 스펙클 패턴(1108)의 추적 및 샘플(600)의 스트레인의 계산을 허용하기 위해, 입자 이미지 유속계(PIV;particle image velocimetry) 기술들을 사용하여, 포스트 프로세싱될 수 있다.

[0056] 따라서, 본 교시들의 실시예는 연성 재료들, 탄성 재료들, 또는 다른 재료들의 동적 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 디바이스 또는 장치를 포함할 수 있다. 동적 강도를 측정할 때, 일정한 레이트 로딩은, 정확한 테스트 또는 측정 결과들을 획득하는데 있어 중요한 팩터이다. 비교적 짧은 임팩터 바, 전송 바, 및 수용 바를 갖는 Split-Hopkinson 압력 바와 같은 통상적인 디바이스들에 반해서, 본 교시들에 따른 디바이스는 단지 스트라이커 및 스트레처 바만을 포함할 수 있다. 실시예에서, 예컨대, 스트레처 바보다 더 긴 길이를 갖도록 스트라이커 바를 형성함으로써 또는 스트레처 바보다 더 느린 레이트로 압력파를 전파하는 스트라이커 바를 형성함으로써, 압력파는 스트레처 바를 통해서보다 스트라이커 바를 통해 이동하기 위해 더 긴 시간을 요구한다. 그 결과, 스트레처 바와 스트라이커 바의 충돌 후에, 두 개의 바들은, 압력파가 스트레처의 가장 멀리 있는 단부에서 반사되어 다시 스트라이커로 이동(run)하도록 충분히 길게 접촉된 채로 유지된다. 이 지점에서, 파가 스트라이커 바에 있는 동안, 바들이 분리되어, 시편이 파손될 때까지 매끄러운 전방향 모션으로 스트레처 바가 떠난다. 서보-유압적 테스트 프레임들은 낮은 스트레인 레이트들에서 제대로 작동하지만, 높은 스트레인 레이트 로딩을 제공할 수 없다. 본 교시들의 실시예에서, 디바이스(100)는 초당 2회를 초과하는 스트레인들, 예컨대, 초당 약 100회 내지 약 2500회의 스트레인들의 범위의 스트레인 레이트 로딩을 제공할 수 있다. Split-Hopkinson 압력 바가 잘 부러지는 재료들에 대해 제대로 작동하는 반면에, 이 Split-Hopkinson 압력 바는, 큰 거리에 걸쳐 일정한 스트레인 레이트를 제공할 수 없으며, 적어도 이러한 이유로, 매우 연성인 재료들을 파손 지점까지 테스트하기에는 적절하지 않다.

[0057] 추가로, 본 개시내용은 다음의 조항들에 따른 실시예들을 포함한다:

[0058] 조항 1. 재료의 동적 인장 응력/스트레인 응답을 측정하기 위한 장치는,

[0059] 스트라이커 바;

[0060] 스트레처 바;

[0061] 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키도록 구성된 구동 조립체;

[0062] 테스트 샘플의 제 1 부분을 수용하며, 테스트 샘플의 제 1 부분을 고정된 포지션으로 유지시키도록 구성된 고정 시편 마운트; 및

[0063] 테스트 샘플의 제 2 부분을 수용하며, 테스트 샘플의 테스트 또는 측정 동안 고정 시편 마운트로부터 이동하도록 구성된 이동가능 시편 마운트를 포함한다.

[0064] 조항 2. 조항 1의 장치에서, 스트라이커 바는 스트레처 바에 맞춰 정렬되며, 스트레처 바는, 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바의 충돌로, 고정 시편 마운트로부터 이동하도록 구성된다.

[0065] 조항 3. 조항 2의 장치에서,

- [0066] 스트라이커 바는, 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바의 충돌로 인해, 스트레처 바를 통과하는 압력파를 생성하도록 구성되고;
- [0067] 스트라이커 바 및 스트레처 바는, 압력파가 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트레처 바의 제 2 단부로, 그리고 다시 스트레처 바의 제 1 단부로 횡단하도록 구성되고;
- [0068] 스트라이커 바 및 스트레처 바는, 스트레처 바와 스트라이커 바의 물리적 접촉 동안 압력파가 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트라이커 바로 횡단하도록 구성되며; 그리고
- [0069] 스트라이커 바 및 스트레처 바는, 압력파가 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트라이커 바로 횡단한 후에 물리적으로 서로 분리되어서, 테스트 샘플의 테스트 또는 측정 동안 압력파가 스트라이커 바 내에 트래핑되도록 구성된다.
- [0070] 조항 4. 조항 3의 장치에서,
- [0071] 스트라이커 바는 제 1 재료로 형성되고;
- [0072] 스트레처 바는 제 1 재료로 형성되고;
- [0073] 스트라이커 바는 제 1 길이를 갖고;
- [0074] 스트레처 바는 제 2 길이를 가지며; 그리고
- [0075] 제 1 길이는 제 2 길이보다 더 길다.
- [0076] 조항 5. 조항 3의 장치에서,
- [0077] 스트라이커 바는 제 1 재료로 형성되고;
- [0078] 스트레처 바는 제 1 재료와 상이한 제 2 재료로 형성되며; 그리고
- [0079] 제 1 재료 및 제 2 재료는, 압력파가 제 2 재료를 통해서보다 제 1 재료를 통해 더 느린 레이트로 이동하도록 구성된다.
- [0080] 조항 6. 조항 2의 장치는, 고정 시편 마운트를 수용하는 시편 마운트 지지부를 더 포함한다.
- [0081] 조항 7. 조항 6의 장치에서, 시편 마운트 지지부는 이 시편 마운트 지지부를 관통하는 제 1 애퍼처를 포함하고, 고정 시편 마운트는 이 고정 시편 마운트를 관통하는 제 2 애퍼처를 포함하며, 스트라이커 바는 이동가능 시편 마운트에 충돌하기 전에 제 1 애퍼처 및 제 2 애퍼처를 통해 연장되도록 구성된다.
- [0082] 조항 8. 조항 7의 장치에서,
- [0083] 구동 조립체는 채널 조립체 내에 포지셔닝된 스프링을 포함하며; 그리고
- [0084] 스프링은 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키도록 구성된다.
- [0085] 조항 9. 조항 1의 장치에서,
- [0086] 고정 시편 마운트는 테스트 샘플의 제 1 부분을 수용하도록 구성된 제 1 그루브를 그 안에 포함하고;
- [0087] 이동가능 시편 마운트는 테스트 샘플의 제 2 부분을 수용하도록 구성된 제 2 그루브를 그 안에 포함하며; 그리고
- [0088] 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트 중 적어도 하나는 리세스를 그 안에 포함하며, 이 리세스는 테스트 샘플의 테스트 또는 측정 동안 테스트 샘플이 이 리세스에 걸쳐 있도록 구성된다.
- [0089] 조항 10. 조항 1의 장치는, 스트라이커 바를 준비 포지션으로 유지시키며, 테스트 또는 측정을 개시하기 위해 스트라이커 바를 해제하도록 구성된 해제 조립체를 더 포함한다.
- [0090] 조항 11. 조항 10의 장치에서,
- [0091] 해제 조립체는 전력원과 전기적으로 커플링된 전자석을 포함하고;
- [0092] 해제 조립체는, 전자석에 전력이 공급될 때 스트라이커 바를 준비 포지션으로 유지시키도록 구성되며; 그리고
- [0093] 해제 조립체는, 전자석으로부터 전력을 제거할 때 테스트 또는 측정을 개시하도록 구성된다.

- [0094] 조항 12. 테스트 샘플을 테스트링 또는 측정하기 위한 방법은,
- [0095] 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키는 단계;
- [0096] 스트라이커 바를 이동가능 시편 마운트에 충돌시키는 단계;
- [0097] 스트라이커 바가 이동가능 시편 마운트에 충돌하는 것으로 인해, 고정 시편 마운트로부터 이동가능 시편 마운트를 이동시키는 단계; 및
- [0098] 고정 시편 마운트로부터 이동가능 시편 마운트의 이동으로 인해, 동적 인장 응력 및/또는 스트레인을 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트에 부착된 테스트 샘플에 인가하는 단계를 포함한다.
- [0099] 조항 13. 조항 12의 방법은,
- [0100] 스트라이커 바가 이동가능 시편 마운트에 충돌하는 것으로 인해, 스트레처 바 내에 압력파를 생성하는 단계 - 압력파는 스트레처 바의 제 1 단부로부터 스트레처 바의 제 2 단부로, 그리고 다시 스트레처 바의 제 1 단부로 횡단함 -;
- [0101] 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바의 물리적 접촉 동안, 이동가능 시편 마운트로부터 스트라이커 바로 압력파를 전달하는 단계; 및
- [0102] 이동가능 시편 마운트로부터의 압력파를 전달한 후에, 이동가능 시편 마운트로부터 스트라이커 바를 물리적으로 분리시켜 이동가능 시편 마운트와 스트라이커 바 간에 갭이 형성되게 하여서, 스트레처 바로부터 압력파를 제거하며, 압력파를 스트라이커 바 내에 트래핑하는 단계를 더 포함한다.
- [0103] 조항 14. 조항 13의 방법은, 구동 조립체를 사용하여, 스트라이커 바를 스트레처 바 쪽으로 추진시키는 단계를 더 포함한다.
- [0104] 조항 15. 조항 14의 방법은, 스트라이커 바와 이동가능 시편 마운트의 충돌 전에, 고정 시편 마운트를 관통하는 애퍼처 안으로 스트라이커 바를 연장시키는 단계를 더 포함한다.
- [0105] 조항 16. 조항 12의 방법은,
- [0106] 테스트 재료의 직사각형 스트립을 형성하는 단계;
- [0107] 제 1 부착 스트립 및 제 2 부착 스트립을 제공하기 위해, 테스트 재료의 직사각형 스트립의 둘 또는 그 초과에 에지들에 지지 재료를 부착시키는 단계;
- [0108] 제 1 부착 스트립을 고정 시편 마운트의 제 1 그루브에 배치하는 단계;
- [0109] 제 2 부착 스트립을 이동가능 시편 마운트의 제 2 그루브에 배치하는 단계; 및
- [0110] 고정 시편 마운트 및 이동가능 시편 마운트 중 적어도 하나에 의해 형성되는 리세스에 걸쳐 테스트 재료를 포지셔닝시켜서, 테스트 재료가 리세스에 걸쳐 있게 하는 단계
- [0111] 를 포함하는 방법을 사용하여, 테스트 샘플을 준비하는 단계를 더 포함한다.
- [0112] 조항 17. 조항 16의 방법은, 테스트 재료를 스펙클 패턴을 갖게 코팅하는 단계를 더 포함한다.
- [0113] 조항 18. 조항 12의 방법에서, 테스트 샘플로의 동적 인장 응력 및/또는 스트레인의 인가는, 초당 100회 내지 2500회의 스트레인들의 동적 인장 스트레인을 테스트 샘플에 인가한다.
- [0114] 본 교시들의 넓은 범위를 제시하는 수치 범위들 및 파라미터들이 근사치들이지만, 특정 예들에서 제시되는 수치 값들은 가능한 한 정확하게 보고된다. 그러나, 임의의 수치 값은 내재적으로, 반드시 개개의 테스트 측정들에서 발견되는 표준 편차로 인해 발생하는 특정 오류들을 포함한다. 게다가, 본원에서 개시된 모든 범위들은, 그 안에 포함되는 임의의 그리고 모든 하위-범위들을 포괄하는 것으로 이해되어야 한다. 예컨대, "10 미만"의 범위는 0의 최소 값과 10의 최대 값 간의(그리고 이들을 포함하는) 임의의 그리고 모든 하위-범위들, 즉, 0과 동일하거나 또는 그 초과와 최소 값, 그리고 10과 동일하거나 또는 그 미만의 최대 값, 예컨대, 1 내지 5를 갖는, 임의의 그리고 모든 하위-범위들을 포함할 수 있다. 특정 경우들에서, 파라미터에 대해 진술된 수치 값들은 음의 값들을 떨 수 있다. 이 경우, "10 미만"인 것으로서 진술된 범위의 예시적 값은 음의 값들, 예컨대, -1, -2, -3, -10, -20, -30 등을 취할 수 있다.
- [0115] 본 교시들이 하나 또는 그 초과와 구현들에 대하여 예시되었지만, 첨부된 청구항들의 사상 및 범위로부터 벗어

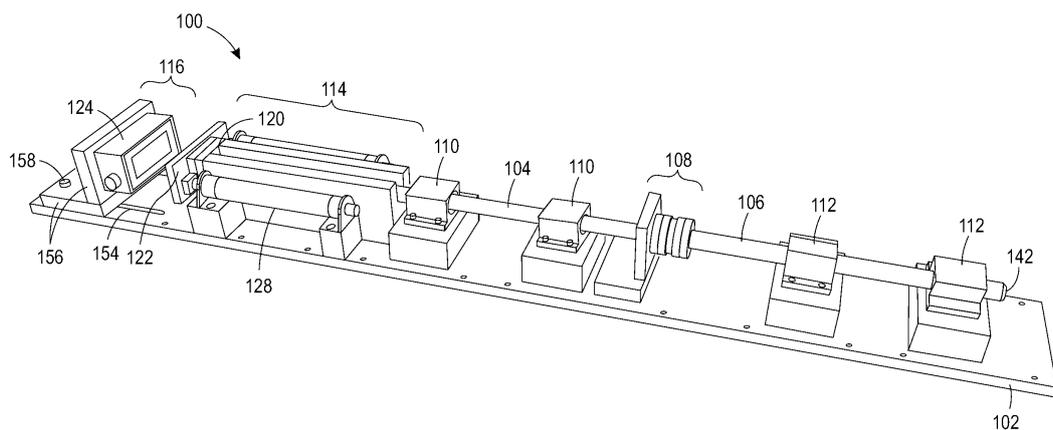
나지 않고, 예시된 예들에 대한 변경들 및/또는 수정들이 이루어질 수 있다. 예컨대, 프로세스가 일련의 동작들 또는 이벤트들로서 설명되지만, 본 교시들이 그러한 동작들 또는 이벤트들의 순서화에 의해 제한되지 않는다는 것이 인식될 것이다. 일부 동작들은 본원에서 설명된 것들 이외의 다른 동작들 또는 이벤트들과 동시에 그리고/또는 상이한 순서들로 발생할 수 있다. 또한, 본 교시들의 하나 또는 그 초과와 양상들 또는 실시예들에 따라 방법론을 구현하기 위해 모든 프로세스 단계들이 요구되는 것은 아닐 수 있다. 구조적 컴포넌트들 및/또는 프로세싱 단계들이 추가될 수 있거나, 또는 기존의 구조적 컴포넌트들 및/또는 프로세싱 단계들이 제거되거나 또는 수정될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 추가로, 본원에서 설명된 동작들 중 하나 또는 그 초과는, 하나 또는 그 초과와 별개의 동작들 및/또는 단계들에서 수행될 수 있다. 또한, 용어들 "구비하는", "구비한다", "가지는", "갖는다", "갖는", 또는 이들의 변형들이 상세한 설명 및 청구항들 중 어느 한 쪽에서 사용되는 한, 그러한 용어들은 용어 "포함하는"과 유사한 방식으로 포괄적인 것으로 의도된다. "중 적어도 하나"란 용어는 열거된 아이템들 중 하나 또는 그 초과가 선택될 수 있다는 것을 의미하기 위해 사용된다. 추가로, 본원의 논의 및 청구항들에서, 두 개의 재료들에 대하여 사용되는 "상에"란 용어(하나가 다른 하나 "상에" 있음)가 재료들 간의 적어도 어떤 접촉을 의미하는 반면에, "위에"는 재료들이 근접하게 있지만, 어쩌면 하나 또는 그 초과와 추가적인 중간 재료들을 가져서, 접촉이 가능하지만 요구되지 않는 것을 의미한다. "상에"도 "위에"도 본원에서 사용되는 바와 같이 어떠한 지향성도 암시하지 않는다. "컨포멀(conformal)"이란 용어는, 밑에 있는 재료의 각도들이 컨포멀 재료에 의해 보존되는 코팅 재료를 설명한다. "약"이란 용어는, 변경이 예시된 실시예에 대한 프로세스 또는 구조의 부적합성을 야기하지 않는 한, 열거된 값이 다소 변경될 수 있다는 것을 표시한다. 마지막으로, "예시적"은, 설명이 이상적임을 암시하는 것이 아니라, 설명이 예로서 사용된다는 것을 표시한다. 본 교시들의 다른 실시예들은, 본원의 개시내용의 명세서 및 실무의 고려로부터, 기술분야의 당업자들에게 명백할 것이다. 본 명세서 및 예들이 단지 예시적인 것으로서 간주된다는 것이 의도되며, 본 교시들의 진정한 범위 및 사상은 다음의 청구항들에 의해 표시된다.

[0116]

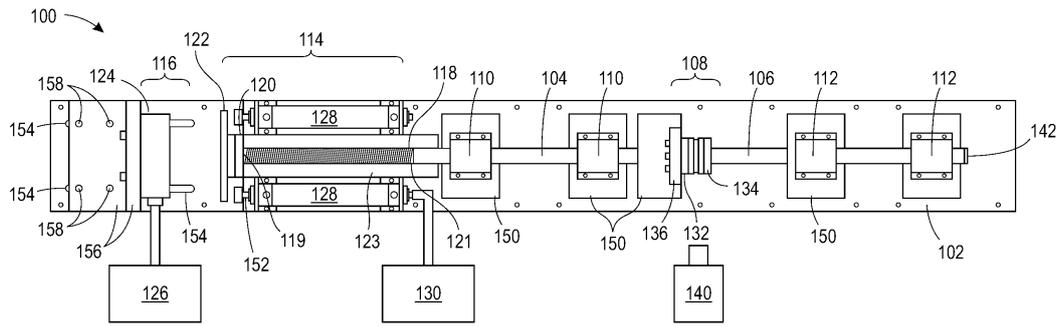
본 출원에서 사용되는 상대적 위치의 용어들은, 워크피스의 배향에 관계없이, 워크피스의 작업 표면 또는 통상적인 평면에 평행한 평면에 기반하여 정의된다. 본 출원에서 사용되는 "수평" 또는 "측방향"이란 용어는, 워크피스의 배향에 관계없이, 워크피스의 작업 표면 또는 통상적인 평면에 평행한 평면으로서 정의된다. "수직"이란 용어는 수평에 직교하는 방향을 지칭한다. "상에", "측"("측벽"에서와 같음), "더 높은", "더 낮은", "위에", "상부", 및 "아래에"와 같은 용어들은, 워크피스의 배향에 관계없이, 워크피스의 상부 표면 상에 있는 작업 표면 또는 통상적인 평면에 대하여 정의된다.

도면

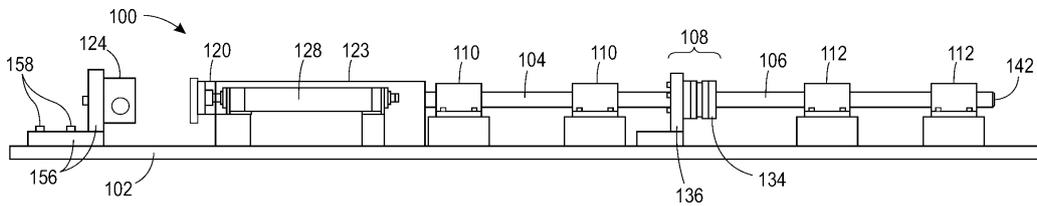
도면1



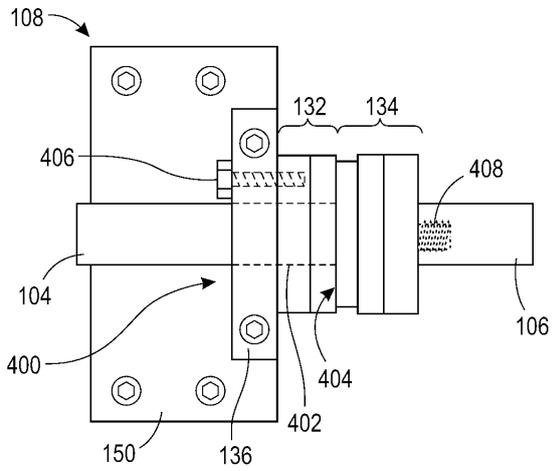
도면2



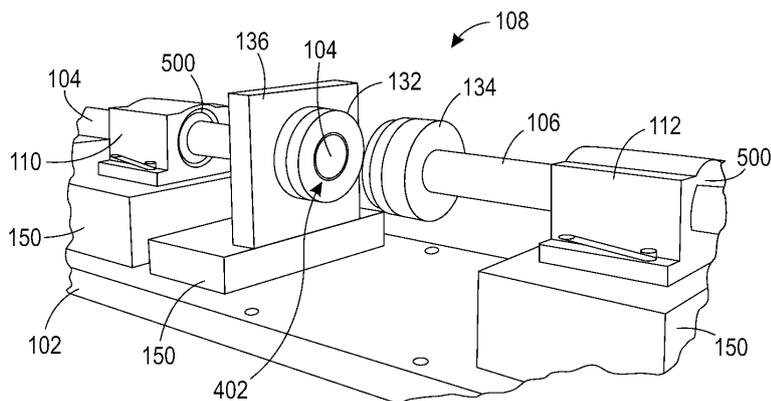
도면3



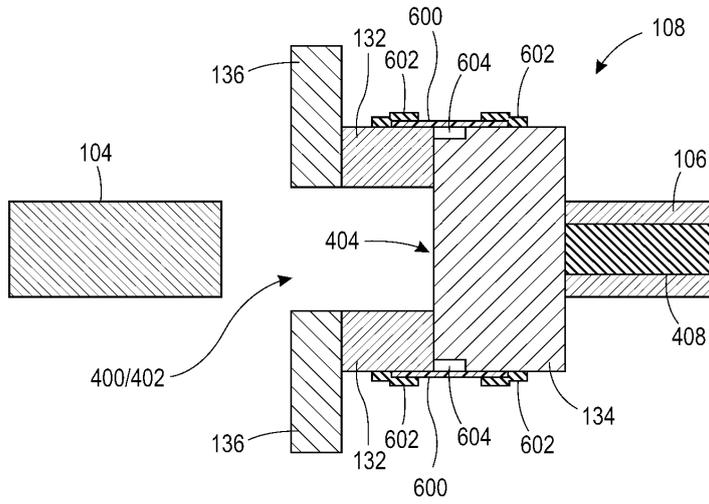
도면4



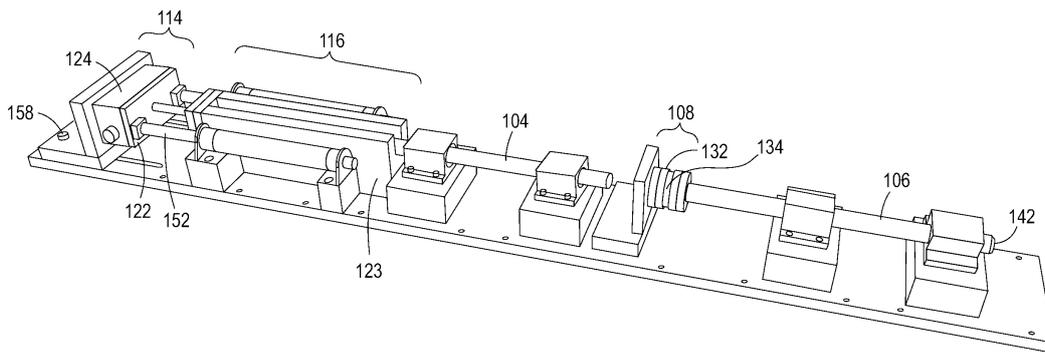
도면5



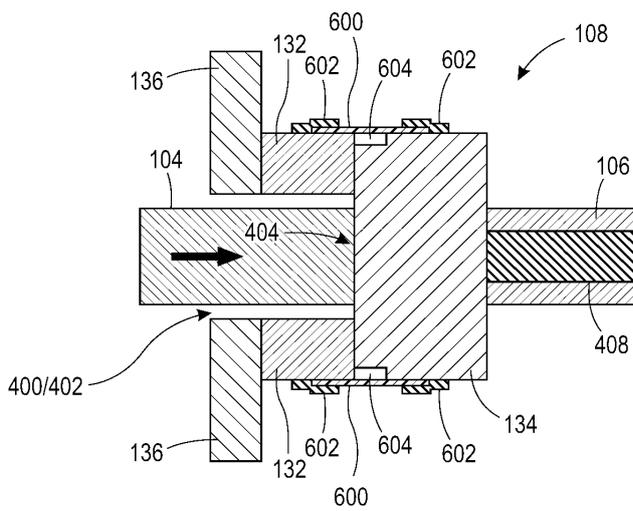
도면6



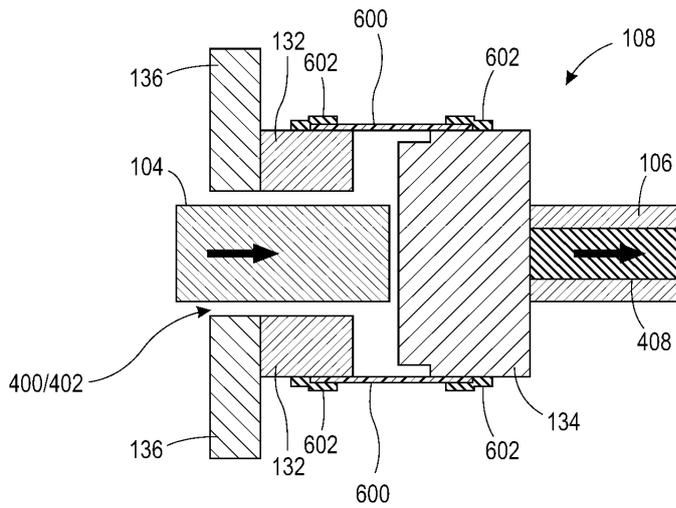
도면7



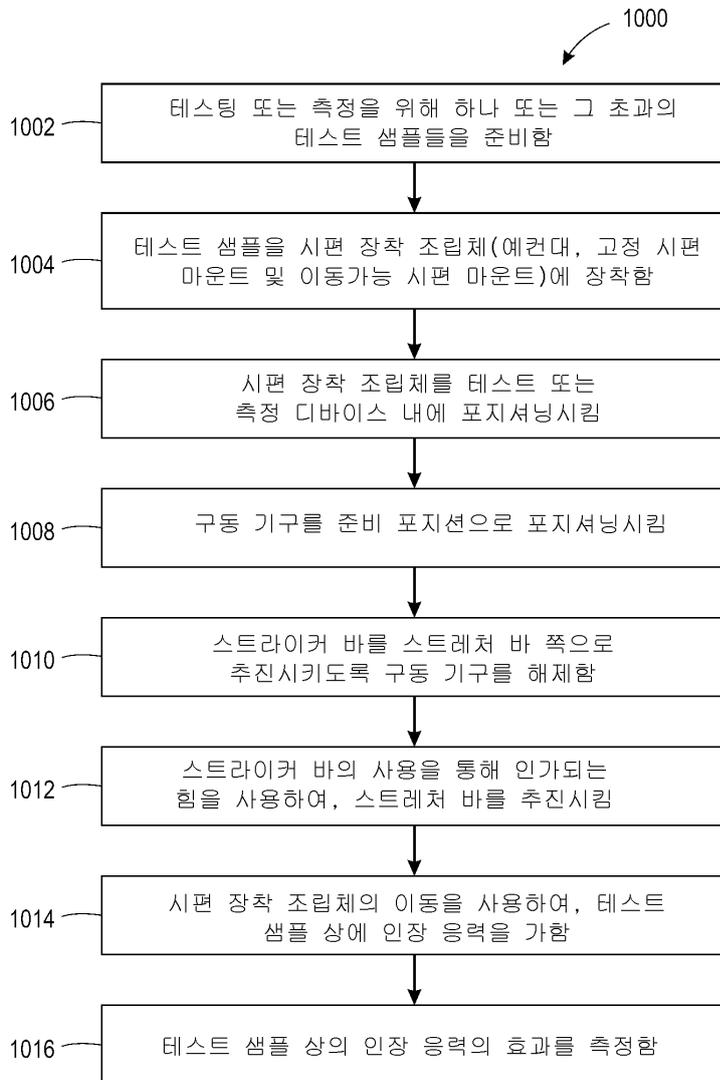
도면8



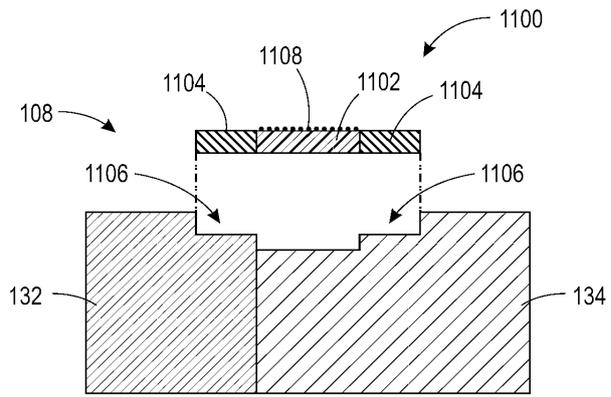
도면9



도면10



도면11



도면12

