

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0001944

(43) 공개일자 2025년01월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/24 (2006.01) G01N 3/04 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 3/24 (2013.01)
G01N 3/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-0084783
- (22) 출원일자 2024년06월27일
심사청구일자 2024년06월27일
- (30) 우선권주장
1020230084022 2023년06월29일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
- (72) 발명자
김동철
서울특별시 마포구 백범로 35 서강대학교 아담살관 703호 (신수동)
- 신종원
서울특별시 마포구 백범로 35 서강대학교 아담살관 701호 (신수동)
- (74) 대리인
김중선, 이형석

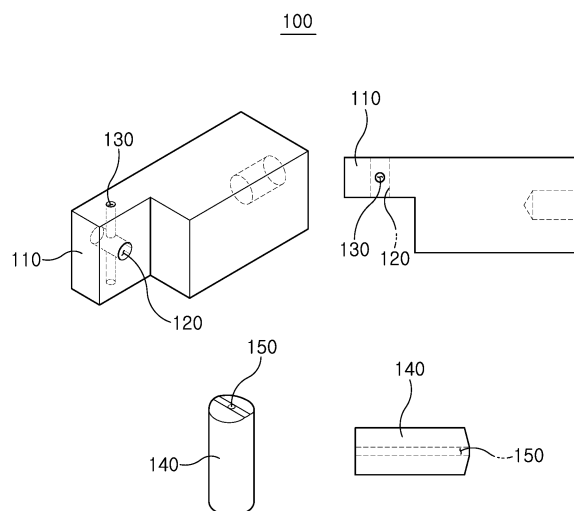
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 비가공 금속 선재 순수 전단 물성 측정 기술

(57) 요약

본 발명은 객체와의 금속 재료의 선형 선재 시편의 순수 전단 물성 측정 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 전단 물성을 측정하기 위한 선재 시편; 제1 돌출영역을 포함하는 상부 지그; 상기 상부지그와 동일한 형태를 가지며 상기 제1 돌출영역과 교차되는 제2 돌출영역을 포함하는 하부 지그; 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역을 관통하는 홀; 및 상기 시편 삽입을 위하여 상기 제1 돌출영역의 상기 홀 및 제2 돌출영역의 상기 홀 내에 각각 위치하는 원통형의 부시를 포함하고, 상기 상부 지그 및 상기 하부 지그는 상기 시편의 방향과 수직하는 방향으로 이동하며 상기 시편의 전단 물성을 측정할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 2203/0025 (2013.01)

G01N 2203/0067 (2013.01)

G01N 2203/0298 (2013.01)

G01N 2203/04 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2022320290
과제번호	2022M3H4A1A04085301
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노소재기술개발
연구과제명	초정밀 튜브 인발, 압출 기술 예측 모델 개발을 통한 생분해성 금속 튜브
과제수행기관명	서강대학교산학협력단
연구기간	2022.04.21 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711192159
과제번호	2020R1A2C2010986
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	나노복합체의 복합 다중 자극에 의한 피로 및 부식 내구성 예측 및 설계 시스템 개
발	
과제수행기관명	서강대학교산학협력단
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

전단 물성을 측정하기 위한 선재 시편;

제1 돌출영역을 포함하는 상부 지그;

상기 상부 지그와 동일한 형태를 가지며 상기 제1 돌출영역과 교차되는 제2 돌출영역을 포함하는 하부 지그;

상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역을 관통하는 관통홀; 및

상기 선재 시편 삽입을 위하여 상기 제1 돌출영역의 상기 홀 및 제2 돌출영역의 상기 관통홀 내에 각각 위치하는 원통형의 부시;

를 포함하고,

상기 상부 지그 및 상기 하부 지그는 상기 선재 시편의 방향과 수직하는 방향으로 이동하며 상기 선재 시편의 전단 물성을 측정하는 것을 특징으로 하는 전단 물성 측정 기술.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역은 상기 관통홀과 수직하는 방향으로 상기 부시를 고정하기 위한 고정홀을 더 포함하고,

상기 고정홀에 볼트를 삽입하여 상기 부시를 고정하는 것을 특징으로 하는 전단 물성 측정 기술.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 선재 시편은 상기 부시 내에 삽입되며, 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역 외측에서 볼트 또는 접착제로 고정하는 것을 특징으로 하는 전단 물성 측정 기술.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 부시는 지그간 마찰을 최소화하기 위한 필릿(Fillet)을 더 포함하고,

상기 필릿은 제1 돌출영역과 상기 제2 돌출영역이 이격되는 틈 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 전단 물성 측정 기술.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 선재 시편은 2mm 이하의 비가공된 금속 재료 선재이며,

상기 상부 지그 및 상기 하부 지그 중 어느 하나 이상의 이동에 따라 상기 선재 시편에 순수 전단력이 가해져 상기 선재 시편이 수직으로 절단되는 것을 특징으로 하는 전단 물성 측정 기술.

청구항 6

제1항에 있어서

상기 상부 지그 및 상기 하부 지그를 이동하기 위한 구동부를 더 포함하며,

상기 상부 지그 및 상기 하부 지그는 각각 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역의 돌출된 방향과 동일한 방

향으로 상기 구동부와 연결을 위한 연결부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전단 물성 측정 기술.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 금속 재료의 전단 물성을 도출하기 위한 기술에 관한 것으로, 구체적으로 금속 선재의 순수 전단 물성 측정을 위한 지그에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전단은 구성 요소나 구조에서 물질에 응력이 가해지는 주요한 방식이므로, 전단에서 측정된 속성이 솔루션을 설계하는 데 필요한 물질 속성을 가장 잘 표현하기 때문에 금속 재료의 전단 물성을 도출하는 것은 금속 가공에서 매우 중요하며, 특히, 전단 물성을 측정하기 위해서는 시편 가공을 통해 응력 집중부를 만드는 것이 필수적이며, 시편에서 발생하는 파단이 전단 응력에 의한 파단인지 확인하기 위해 실험과 수치적인 검증이 중요하다.

[0003] 도 1은 종래의 금속 재료의 인장 전단 물성을 도출하기 위한 시편의 형상으로서 도 1의 (a), (e), (g)에서와 같이 금속 재료의 인장 전단 물성을 도출하기 위하여 시편 중심부를 45° 방향으로 가공하여 시편 중심에서의 응력 집중을 통한 전단 파단을 유도하는 방식으로 설계되거나, 도 1의 (d), (h)와 같이 압축 및 인장 방향에 수직 한 노치(Notch)를 가공하여 중심부에서의 전단 응력을 유도하는 방식으로 설계되거나, 도 1의 (f), (j)와 같이 복잡한 커브 형태로 가공하는 방식을 제시하였다.

[0004] 그러나, 도 1에서 제시되는 시편들은 봉재 및 판재 등의 형상에 제한되며, 직경 2 mm 이하의 선재 시편의 경우 CNC 선반을 사용한 가공이 불가능하다는 문제가 있다. 직경 2 mm 이하의 선재의 경우 종횡비(Aspect ratio)가 매우 높아 가공 도중 휘어짐이나 깨짐 등 다양한 결함이 생길 확률이 높기 때문에 정밀 가공을 위해선 레이저 가공을 해야 하지만 레이저 가공의 경우 CNC 선반 대비 시간당 이용료가 매우 높기 때문에 다양한 시편을 사용하는 시편 실험 특성상 비용적인 측면에서 부담이 클 수밖에 없다.

[0005] 또한, 레이저 가공을 통해 선재 시편을 가공하였다더라도 가공부가 변형에 취약하다는 문제점이 있다. 선재 전단 파단 물성 측정의 경우 미세한 파괴변위(Failure Strain)의 변화에도 파단 경향이 크게 달라지게 되는데, 그림 1과 같이 가공된 선재 시편의 경우 가공부의 직경이 1 mm 이하로 줄어든다. 이는 실험 장비에서 발생하는 노이즈나 시편 설치 과정에서 발생하는 외력 등에 의해 가공부에서의 변형이 발생할 수 있으며, 때문에 정확한 파단 물성을 측정하기가 어려워지게 된다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0006] (비특허문헌 0001) (논문 1) Nizolek, T. J., Mourad, H. M., Liu, C., Valdez, J. A., Torrez, M. A., & Gray III, G. T. (2021). Compact forced simple shear specimen: Design improvement based on quasi-static experiments and finite element simulations. International Journal of Solids and Structures, 233, 111195.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 기술적 과제에 대한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 금속 재료의 선형 선재 시편의 순수 전단 물성 측정 기술을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 다른 측면에서 본 발명은 순수 전단에 의한 파단 물성을 도출하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정 기술은 전단 물성을 측정하기

위한 선재 시편; 제1 돌출영역을 포함하는 상부 지그; 상기 상부지그와 동일한 형태를 가지며 상기 제1 돌출영역과 교차되는 제2 돌출영역을 포함하는 하부 지그; 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역을 관통하는 홀; 및 상기 시편 삽입을 위하여 상기 제1 돌출영역의 상기 홀 및 제2 돌출영역의 상기 홀 내에 각각 위치하는 원통형의 부시를 포함하고, 상기 상부 지그 및 상기 하부 지그는 상기 시편의 방향과 수직하는 방향으로 이동하며 상기 시편의 전단 물성을 측정할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역은 상기 관통홀과 수직하는 방향으로 상기 부시를 고정하기 위한 고정홀을 더 포함하고, 상기 고정홀에 볼트를 삽입하여 상기 부시를 고정할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 시편은 상기 부시 내에 삽입되며, 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역 외측에서 볼트 또는 접착제로 고정할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 부시는 지그간 마찰을 최소화하기 위한 필릿(Fillet)을 더 포함하고, 상기 필릿은 제1 돌출영역과 상기 제2 돌출영역이 이격되는 틈 사이에 위치할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 시편은 2mm 이하의 비가공된 시편이며, 상기 상부 지그 및/또는 상기 하부 지그의 이동에 따라 상기 시편에 순수 전단력이 가해져 수직으로 절단할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 상부 지그 및 상기 하부 지그를 이동하기 위한 구동부를 더 포함하며, 상기 상부 지그 및 상기 하부 지그는 각각 상기 제1 돌출영역 및 상기 제2 돌출영역의 돌출된 방향과 동일한 방향으로 상기 구동부와 연결을 위한 연결부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 상기한 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정 기술은 선재 시편에 순수 전단력을 가하여 접촉 부위의 벤딩(bending) 현상 없이 수직으로 절단할 수 있다.

[0016] 또한, 선재 전단 전산모사 해석 결과 응력 삼축비(Stress Triaxiality) 역시 0에 수렴하는 모습을 보여 순수 전단에 의한 파단 물성을 도출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 종래 금속 재료의 인장 전단 물성을 도출하기 위한 시편 형상을 도시하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정을 위한 지그의 구조를 도시하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 전단 물성 측정을 위한 장치 및 시편의 형상을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[0019] 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.

[0020] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 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.

[0021] 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 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0022] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시 예를 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.

- [0023] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정을 위한 지그의 구조를 도시하는 도면이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정을 위한 장치 및 시편의 형상을 도시하는 도면이다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정 기술은 두 개의 동일한 형태의 지그(상부 지그 및 하부 지그)가 교차하여 위치하며, 교차되는 영역에 선재 시편을 고정된 뒤 상부 지그 및/또는 하부 지그를 이동하여 선재 시편의 전단 물성을 측정하는 기술에 대한 것으로서, 상부 지그 및 하부 지그가 동일한 형상을 가지므로, 이하의 설명에서 지그(100)는 상부 지그 또는 하부 지그 중 어느 하나 또는 둘 모두를 의미할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정을 위한 지그(100)는 돌출영역(110), 관통홀(120), 고정홀(130), 부시(140), 시편홀(150)을 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정을 위한 지그(100)는 상부 지그와 하부 지그가 교차하는 형태로 위치할 수 있으며, 상부 지그와 하부 지그는 동일한 형상을 가지고 있으므로, 본 명세서에서는 지그(100)로 설명을 수행하나, 이에 제한되지 않고, 상부 지그 및 하부 지그 각각을 의미할 수 있다.
- [0027] 이하의 설명에서 지그(100)는 상부 지그 또는 하부 지그를 의미할 수 있으며,
- [0028] 돌출영역(110)은 지그(100)의 일 측에 돌출되는 영역을 의미할 수 있다. 돌출영역(110)의 외측은 지그(100)와 직선 형태를 가지며, 내측은 계단 형상으로서 지그(100)의 일부 영역만 돌출되는 형상으로 형성될 수 있다.
- [0029] 상부 지그와 하부 지그 각각 위치하는 제1 돌출 영역 및 제2 돌출영역이 상호 교차하여 선재 시편을 고정 후 전단 물성을 측정하기 때문에 안정적으로 교차하기 위해서는 지그(100)의 절반 이하의 길이를 가지는 것이 유리하기 때문이다.
- [0030] 달리 말하면, 상부 지그와 하부 지그가 직선 상에 위치함으로써, 상부 지그와 하부 지그가 결합한 뒤에 상부 지그의 윗면에서 관측 시 하부 지그가 보이지 않는 형상으로 위치할 수 있다.
- [0031] 구체적으로, 제1 돌출영역과 제2 돌출영역은 결합 후 직접 접하는 경우 상부 지그 및/또는 하부 지그의 이동에 따라 접촉면에서 마찰이 발생하여 전단 물성 측정의 정확도가 감소하므로 상호 이격하여 위치할 수 있으며, 이를 위하여 돌출영역(110)의 직경은 지그(100)의 직경과 대비하여 50% 미만의 길이를 가져야만 한다.
- [0032] 더하여, 높이 역시 측정 시 정확한 힘 전달을 위하여 돌출영역(110)의 높이가 지그(100) 전체 높이의 50% 미만 이 되도록 함이 바람직하다.
- [0033] 관통홀(120)은 돌출영역(110)의 중심을 기준으로 외측에서 내측으로 돌출영역(110)을 관통하는 원통형의 홀이다.
- [0034] 고정홀(130)은 관통홀(120)의 중심점을 기준으로 돌출영역(110)의 측면에 고정홀(130)과 수직하여 위치할 수 있으며, 고정홀(130)에 볼트(131)를 삽입하여 부시(140)를 고정할 수 있다.
- [0035] 부시(Bush)(140)는 원통형으로 관통홀(120)내에 삽입될 수 있으며, 선재 시편을 삽입하기 위한 시편홀(150)을 포함할 수 있다.
- [0036] 부시(140)의 일측은 평평한 원형일 수 있으나, 타측은 타원형으로 형성되는 필릿(Fillet)(141)을 더 포함할 수 있으며, 필릿(141)은 지그(100)의 중심 방향, 돌출영역(110)의 내측을 향하여 위치할 수 있다.
- [0037] 부시(140)의 길이는 돌출영역(110)보다 길 수 있으며, 이에 따라 필릿(141)은 지그(100)의 중심방향으로 돌출되어 위치할 수 있으나, 이에 제한되지 않고 부시(140)의 길이와 상관없이 필릿(141)이 지그(100)의 중심방향으로 돌출되어 위치함이 바람직하다.
- [0038] 필릿(141)이 돌출영역(110)보다 돌출됨에 따라 돌출영역(110) 간에 직접적인 접촉이 방지될 수 있어 측정 결과가 보다 정확해질 수 있다. 또한, 필릿(141) 간에는 직접 접할 수도 있으나 미세하게 이격시킴으로써 필릿(141) 간에도 직접적인 접촉을 방지하여 측정 결과의 정확도를 향상시킬 수 있음은 물론이다.
- [0039] 시편홀(150)은 선재 시편이 삽입될 수 있도록 선재 시편과 유사한 직경으로 형성될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일 실시예에서의 선재 시편(wire specimen)은 도 3의 (b)에서와 같이 직경 2mm 이하의 비가공된 단면이 원형인 선형 금속일 수 있으나, 이에 제한되지 않고 선형의 금속 선재라면 단면의 형태에 제한 없이 이용가능하다.

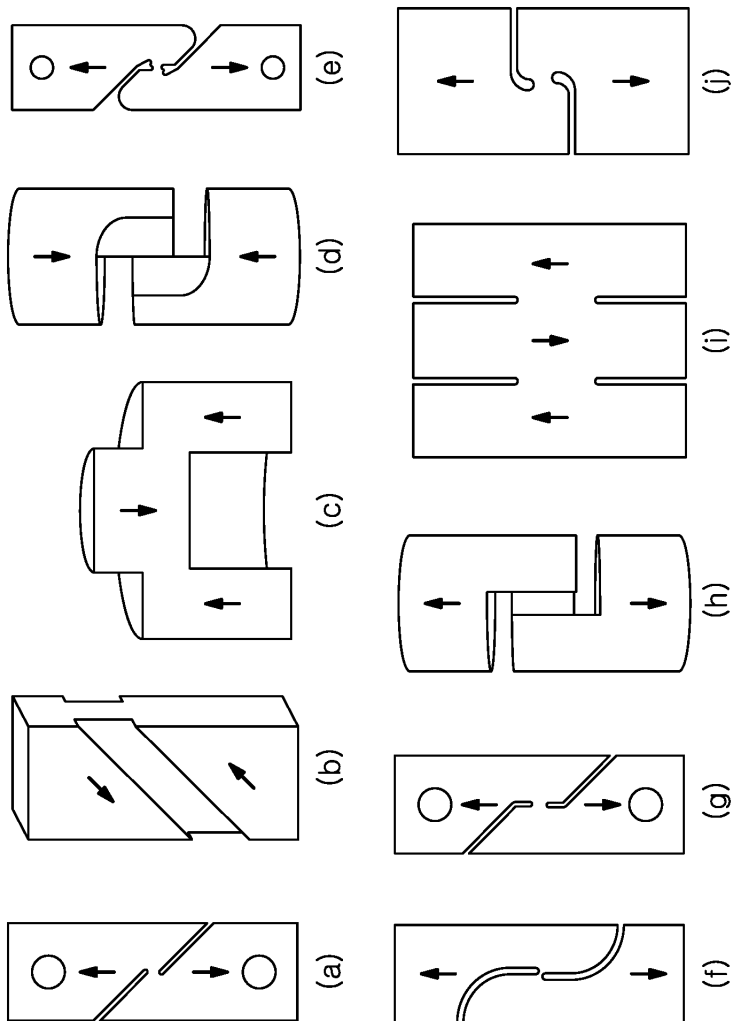
- [0041] 선재 시편은 시편홀(150) 내에 삽입되더라도 지그(100)의 움직임에 따라 실험 도중 휘어짐이나 깨짐 등 결합이 생길 확률이 있기 때문에 고정할 필요가 있으며, 본 발명의 일 실시예에서는 돌출영역(110)의 외측에서 볼트(151)를 이용하여 고정하거나 시편홀(150) 내에 접착제를 주입하여 선재 시편을 고정할 수 있다.
- [0042] 도 3의 (a)를 참조하면, 지그(100)가 교차하여 상부 지그 및 하부 지그의 역할을 수행하는 것을 확인할 수 있으며, 필릿(141)이 미세하게 이격하여 선재 시편의 일부를 확인할 수 있다.
- [0043] 상부 지그 및 하부 지그는 구동부(미도시)에 의해 선재 시편과 수직하는 방향으로 이동할 수 있으며, 필요에 따라 상부 지그 또는 하부 지그 중 하나만을 이동시켜 전단 물성을 측정할 수도 있다.
- [0044] 상부 지그 및/또는 하부 지그를 선재 시편과 수직한 방향으로 이동함으로써 지그(100)는 선재 시편에 순수 전단력을 가할 수 있다.
- [0045] 지그(100)는 구동부와 결합을 위하여 상측에 연결부를 더 포함할 수 있으며, 결합부의 구성은 종래의 지그와 구동부(미도시)를 연결하는 방식과 유사하여 구체적으로 본 발명의 일 실시예에서는 설명을 생략하도록 한다.
- [0046] 도 3의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정 기술을 이용하여 선형 선재 시편을 절단한 결과를 보여주는 도면으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정 기술은 선재 시편이 접촉 부위의 벤딩(bending)현상 없이 수직으로 정확하게 절단됨을 확인할 수 있으며, 전산모사 해석 결과 응력 삼축비(Stress Triaxiality)역시 0에 수렴하는 모습을 보여 순수 전단에 의한 파단 물성을 도출할 수 있다.
- [0047] 이상에서와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 전단 물성 측정 기술은 선재 시편에 순수 전단력을 가하여 접촉 부위의 벤딩(bending) 현상 없이 수직으로 절단할 수 있다.
- [0048] 또한, 선재 전단 전산모사 해석 결과 응력 삼축비(Stress Triaxiality) 역시 0에 수렴하는 모습을 보여 순수 전단에 의한 파단 물성을 도출할 수 있다.
- [0049] 상술한 실시 예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 예에 포함되며, 반드시 하나의 실시 예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다.
- [0050] 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다. 또한, 이상에서 실시 예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시 예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

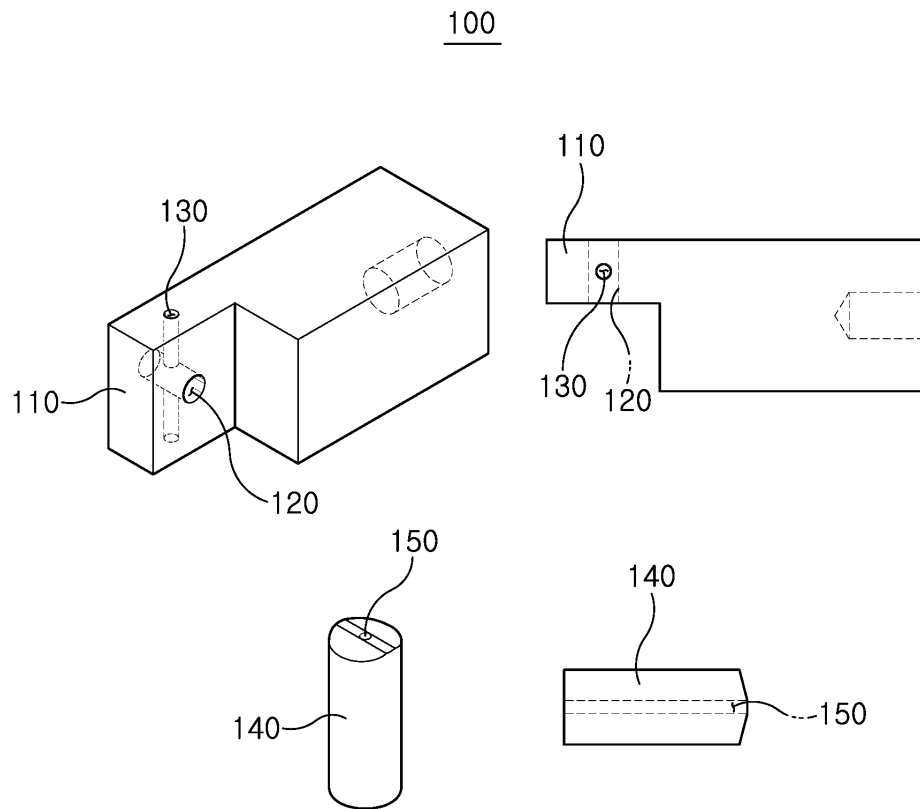
- [0051] 100: 지그
110: 돌출영역
120: 관통홀
130: 고정홀
140: 부시
150: 시편홀

도면

도면1



도면2



도면3

