(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0082835
(43) 공개일자 2024년06월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21J 9/02 (2006.01) *B21J 9/04* (2006.01)
B21K 1/76 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21J 9/022 (2013.01)
B21J 9/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0166894
(22) 출원일자 2022년12월02일
심사청구일자 2022년12월02일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
이영선
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 9, 104동 2102호
우영윤
경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 9, 102동 204호
윤은유
경상남도 창원시 성산구 토월로27번길 18, 103동 1002호
(74) 대리인
이인행

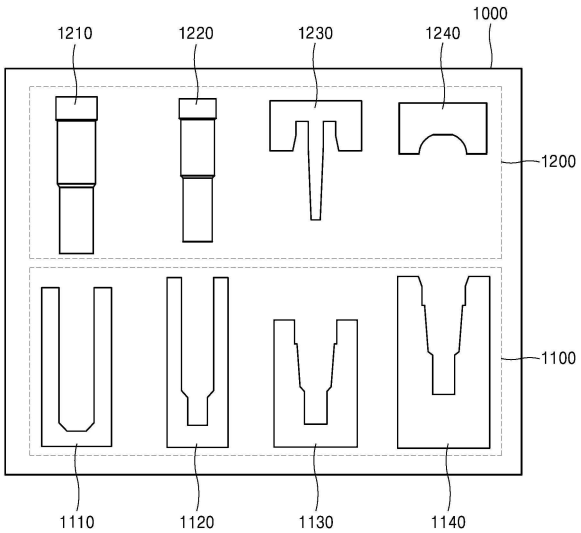
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **중공형 볼 스터드 성형 장치, 중공형 볼 스터드 성형 방법 및 중공형 볼 스터드**

(57) 요 약

본 발명은, 중공형 볼 스터드 성형 장치로써, 피성형체를 볼 스터드로 다단 단조 가공할 수 있도록 적어도 일부분이 상기 피성형체의 외주면 또는 상기 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 제 1 금형 세트; 및 상기 제 1 금형 세트와 대향되게 배치되어 상기 피성형체의 일면을 가압하는 제 2 금형 세트; 를 포함하고, 상기 제 2 금형 세트는, 상기 피성형체를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형을 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B21K 1/76 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415178525
과제번호	20015140
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	철강산업재도약기술개발
연구과제명	자동차 구조부품용 기가급 저항복비 냉간 비조질강 선재 제조기술개발(1단계)(2/3)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	부곡스텐레스(주)
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

피성형체를 볼 스터드로 다단 단조 가공할 수 있도록 적어도 일부분이 상기 피성형체의 외주면 또는 상기 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 제 1 금형 세트; 및

상기 제 1 금형 세트와 대향되게 배치되어 상기 피성형체의 일면을 가압하는 제 2 금형 세트; 를 포함하고,

상기 제 2 금형 세트는,

상기 피성형체를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형;

을 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 금형 세트는,

적어도 상기 피성형체에 예비 테이퍼부를 성형할 수 있는 예비 테이퍼 금형, 상기 피성형체에 꼬리부를 성형할 수 있는 꼬리 금형, 상기 피성형체에 테이퍼부를 성형할 수 있는 테이퍼 금형, 상기 피성형체의 적어도 일부분을 곡면으로 성형할 수 있는 제 1 볼 금형 및 이들의 조합 중 어느 하나 이상을 포함하고,

상기 제 2 금형 세트는,

적어도 상기 피성형체의 일면을 가압할 수 있는 제 1 프레스 금형 및 제 2 프레스 금형, 상기 피성형체의 일면을 곡면으로 성형할 수 있는 제 2 볼 금형, 및 이들의 조합 중 어느 하나 이상을 더 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 펀치 금형은,

상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형할 수 있도록 상기 제 2 금형 세트를 향해서 돌출되게 형성되는 펀치 헤드; 및

상기 피성형체의 일측 모서리에 곡면을 형성하기 위한 예비 곡면 테이퍼부를 성형할 수 있도록 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 증가하는 예비 곡면 테이퍼홈부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 펀치 헤드는,

상기 중공홀부의 최심부가 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 형성될 수 있도록 상기 제 2 금형 세트를 향해서 제 1 길이만큼 돌출되게 형성되는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 예비 테이퍼 금형은,

상기 피성형체의 외주면과 대응되는 형상의 제 1 성형공; 및

상기 제 1 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 1 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 1 각도로 경사지게 형성되는 제 1 테이퍼 성형부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 꼬리 금형은,

상기 피성형체의 외주면과 대응되는 형상의 제 2 성형공;

상기 제 2 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 2 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 2 각도로 경사지게 형성되는 제 2 테이퍼 성형부; 및

상기 제 2 테이퍼 성형부에 따라 감소한 직경으로 상기 제 2 테이퍼 성형부의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 2 꼬리 성형부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 테이퍼 금형은,

상기 피성형체의 외주면과 대응되되, 상기 피성형체의 직경보다 큰 형상의 제 3 성형공;

상기 제 3 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 3 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 3 각도로 경사지게 형성되는 제 3 테이퍼 성형부; 및

상기 제 3 테이퍼 성형부에 따라 감소한 직경으로 상기 제 3 테이퍼 성형부의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 3 꼬리 성형부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 볼 금형은,

상기 피성형체의 외주면과 대응되는 형상의 제 4 성형공;

상기 제 4 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 4 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 4 각도로 경사지게 형성되는제 4 테이퍼 성형부;

상기 제 2 예비 테이퍼 성형부에 따라 감소한 직경으로 상기 제 4 테이퍼 성형부의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 4 꼬리 성형부; 및

상기 제 4 성형공의 일측 단부 모서리에 제 1 직경으로 라운드지게 형성되는 제 1 볼 성형부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 볼 금형은,

상기 제 1 볼 금형에 삽입된 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 일측 단부에 구면을 형성할 수 있도록, 적어도 일부분에 상기 제 1 직경을 가지며 상기 제 1 볼 성형부와 동심인 오목홈부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 프레스 금형은,

상기 예비 테이퍼 금형의 제 1 성형공의 직경과 대응되도록, 전체적으로 원기둥 형상으로 형성되는 프레스부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 프레스 금형은,

상기 꼬리 금형의 제 2 성형공의 직경과 대응되도록, 전체적으로 원기둥 형상으로 형성되는 프레스부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 장치.

청구항 12

(a) 피성형체의 외주면 또는 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 복수개의 금형을 포함하는 제 1 금형 세트 중 어느 하나의 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계;

(b) 상기 제 1 금형 세트와 대향되게 배치되는 제 2 금형 세트 중 상기 피성형체가 삽입된 금형과 대응되는 어느 하나의 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하는 단계; 및

(c) 상기 a 단계 및 상기 b 단계를 복수회 반복하여 상기 피성형체를 상기 볼 스터드로 다단 단조 가공하는 단계; 를 포함하고,

상기 제 2 금형 세트는,

상기 피성형체를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형을 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

(c-1) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 예비 테이퍼를 성형하는 단계;

(c-2) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 꼬리부를 성형하는 단계;

(c-3) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 중공홀부를 성형하는 단계; 및

(c-4) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 머리부를 성형하는 단계;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 (c-1) 단계는,

(c-1a) 상기 제 1 금형 세트 중 예비 테이퍼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및

(c-1b) 상기 제 2 금형 세트 중 프레스 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 타측 단부에 상기 예비 테이퍼를 성형하는 단계;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 (c-2) 단계는,

(c-2a) 상기 제 1 금형 세트 중 꼬리 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및

(c-2b) 상기 제 2 금형 세트 중 프레스 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 타측 단부에 상기 꼬리부를 성형하는 단계;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 (c-3) 단계는,

(c-3a) 상기 제 1 금형 세트 중 테이퍼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및

(c-3b) 상기 제 2 금형 세트 중 펀치 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 일면에 상기 중공홀부를 성형하고, 동시에, 상기 피성형체의 외주면에 테이퍼부를 성형하고, 동시에, 상기 피성형체의 일측 단부 모서리에 예비 곡면 테이퍼부를 성형하는 단계;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 단계는,

상기 중공홀부의 최심부가 상기 피성형체에 성형된 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 위치하도록 제 1 깊이만큼 상기 중공홀부를 성형하는 단계인, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 (c-4) 단계는,

(c-4a) 상기 제 1 금형 세트 중 제 1 볼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및

(c-4b) 상기 제 2 금형 세트 중 제 2 볼 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 일측 단부에 머리부를 성형하는 단계;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드 성형 방법.

청구항 19

전체적으로 구 형상으로 형성되는 머리부;

상기 머리부의 적어도 일부분에 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되는 목부;

상기 목부의 일단으로부터 상기 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되어, 상기 일방향으로 갈수록 직경이 감소하도록 경사지게 형성되는 테이퍼부;

상기 테이퍼부의 일단으로부터 상기 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되는 꼬리부; 및

상기 머리부를 관통하여 상기 일방향으로 제 1 깊이만큼 깊게 형성되는 중공홀부;

를 포함하는, 중공형 볼 스터드.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 중공홀부는,

최심부가 상기 피성형체에 성형된 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 위치하도록 깊게 형성되는, 중공형 볼 스터드.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 중공형 볼 스터드 성형 장치, 중공형 볼 스터드 성형 방법 및 중공형 볼 스터드에 관한 것으로써, 내부에 공동을 포함하고 있는 중공형 볼 스터드를 성형하기 위한 성형 장치와 성형 방법 및 중공형 볼 스터드에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 볼 스터드(Ball stud)는 바퀴의 상하운동 및 조향을 위해 암과 너클 앗세이를 연결해 주는 부품으로 기능에 따라 현가장치를 연결하여 차량 선회 시 자체의 기울기를 최소화시켜 흔들림 발생을 억제하는 역할을 수행한다. 일반적으로 볼 스터드는 조질강 소재를 이용하여 목표 형상으로 성형한 뒤, 후열처리를 통해 부품의 요구 경도를 만족시키고 있다.

[0003] 그러나, 후열처리 공정이 생략되는 비조질강 소재를 볼 스터드 제조에 적용할 경우, 공정 특성상 부품 중심부에 많은 변형을 부가할 수 없고, 이로 인하여 요구 경도 수준까지 가공경화가 일어나지 않아 볼 스터드의 요구 경도를 만족시키지 못하는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 후열처리 공정이 생략되는 비조질강 소재를 이용하여 볼 스터드를 성형할 수 있도록, 볼 스터드의 내부에 중공부를 성형하여 부품 중심부에 많은 변형을 부가함으로써 요구 경도를 만족시킬 수 있는 중공형 볼 스터드 성형 장치, 중공형 볼 스터드 성형 방법 및 중공형 볼 스터드를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 중공형 볼 스터드 성형 장치가 제공된다. 상기 중공형 볼 스터드 성형 장치는, 피성형체를 볼 스터드로 다단 단조 가공할 수 있도록 적어도 일부분이 상기 피성형체의 외주면 또는 상기 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 제 1 금형 세트; 및 상기 제 1 금형 세트와 대향되게 배치되어 상기 피성형체의 일면을 가압하는 제 2 금형 세트; 를 포함하고, 상기 제 2 금형 세트는, 상기 피성형체를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형을 포함할 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 금형 세트는, 적어도 상기 피성형체에 예비 테이퍼부를 성형할 수 있는 예비 테이퍼 금형, 상기 피성형체에 꼬리부를 성형할 수 있는 꼬리 금형, 상기 피성형체에 테이퍼부를 성형할 수 있는 테이퍼 금형, 상기 피성형체의 적어도 일부분을 곡면으로 성형할 수 있는 제 1 볼 금형 및 이들의 조합 중 어느 하나 이상을 포함하고, 상기 제 2 금형 세트는, 적어도 상기 피성형체의 일면을 가압할 수 있는 제 1 프레스 금형 및 제 2 프레스 금형, 상기 피성형체의 일면을 곡면으로 성형할 수 있는 제 2 볼 금형, 및 이들의 조합 중 어느 하나 이상을 더 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 펀치 금형은, 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형할 수 있도록 상기 제 2 금형 세트를 향해서 돌출되게 형성되는 펀치 헤드; 및 상기 피성형체의 일측 모서리에 곡면을 형성하기 위한 예비 곡면 테이퍼부를 성형할 수 있도록 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 증가하는 예비 곡면 테이퍼홈부;

를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 펀치 헤드는, 상기 중공홀부의 최심부가 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 형성될 수 있도록 상기 제 2 금형 세트를 향해서 제 1 길이만큼 돌출되게 형성될 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 예비 테이퍼 금형은, 상기 피성형체의 외주면과 대응되는 형상의 제 1 성형공; 및 상기 제 1 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 1 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 1 각도로 경사지게 형성되는 제 1 테이퍼 성형부; 를 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 꼬리 금형은, 상기 피성형체의 외주면과 대응되는 형상의 제 2 성형공; 상기 제 2 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 2 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 2 각도로 경사지게 형성되는 제 2 테이퍼 성형부; 및 상기 제 2 테이퍼 성형부에 따라 감소한 직경으로 상기 제 2 테이퍼 성형부의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 2 꼬리 성형부; 를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 테이퍼 금형은, 상기 피성형체의 외주면과 대응되되, 상기 피성형체의 직경보다 큰 형상의 제 3 성형공; 상기 제 3 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 3 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 3 각도로 경사지게 형성되는 제 3 테이퍼 성형부; 및 상기 제 3 테이퍼 성형부에 따라 감소한 직경으로 상기 제 3 테이퍼 성형부의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 3 꼬리 성형부; 를 포함할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 볼 금형은, 상기 피성형체의 외주면과 대응되는 형상의 제 4 성형공; 상기 제 4 성형공의 타측에 형성되어, 상기 제 4 성형공의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 4 각도로 경사지게 형성되는제 4 테이퍼 성형부; 상기 제 2 예비 테이퍼 성형부에 따라 감소한 직경으로 상기 제 4 테이퍼 성형부의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 4 꼬리 성형부; 및 상기 제 4 성형공의 일측 단부 모서리에 제 1 직경으로 라운드지게 형성되는 제 1 볼 성형부; 를 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 2 볼 금형은, 상기 제 1 볼 금형에 삽입된 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 일측 단부에 구면을 형성할 수 있도록, 적어도 일부분에 상기 제 1 직경을 가지며 상기 제 1 볼 성형부와 동심인 오목홈부; 를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 1 프레스 금형은, 상기 예비 테이퍼 금형의 제 1 성형공의 직경과 대응되도록, 전체적으로 원기둥 형상으로 형성되는 프레스부; 를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제 2 프레스 금형은, 상기 꼬리 금형의 제 2 성형공의 직경과 대응되도록, 전체적으로 원기둥 형상으로 형성되는 프레스부; 를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 중공형 볼 스터드 성형 방법이 제공된다. 상기 중공형 볼 스터드 성형 방법은, (a) 피성형체의 외주면 또는 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 복수개의 금형을 포함하는 제 1 금형 세트 중 어느 하나의 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; (b) 상기 제 1 금형 세트와 대향되게 배치되는 제 2 금형 세트 중 상기 피성형체가 삽입된 금형과 대응되는 어느 하나의 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하는 단계; 및 (c) 상기 a 단계 및 상기 b 단계를 복수회 반복하여 상기 피성형체를 상기 볼 스터드로 다단 단조 가공하는 단계; 를 포함하고, 상기 제 2 금형 세트는, 상기 피성형체를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형을 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 중공형 볼 스터드가 제공된다. 상기 중공형 볼 스터드는, 전체적으로 구 형상으로 형성되는 머리부; 상기 머리부의 적어도 일부분에 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되는 목부; 상기 목부의 일단으로부터 상기 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되어, 상기 일방향으로 갈수록 직경이 감소하도록 경사지게 형성되는 테이퍼부; 상기 테이퍼부의 일단으로부터 상기 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되는 꼬리부; 및 상기 머리부를 관통하여 상기 일방향으로 제 1 깊이만큼 깊게 형성되는 중공홀부; 를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 중공홀부는, 최심부가 상기 피성형체에 성형된 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 위치하도록 깊게 형성될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 단조 후 최종 제품이 성형되는 비조질강을 이용하여

별도의 열처리 후공정이 필요하지 않으며, 내부에 형성된 빈 공간에 따라 소재의 양이 적어 전체 볼 스터드의 무게가 가볍고, 성형에 필요한 재료의 양이 적어 경제적이고, 다단 단조 공정을 이용하여 종래의 볼 스터드의 취약한 부분인 테이퍼부에 충분한 유효 응력을 인가하여 변형경화에 의한 요구 경도를 만족시킬 수 있으며, 보다 적은 성형하중으로 목표 형상을 성형할 수있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1a은 종래의 중실형 볼 스터드의 단면상 응력 분포를 시뮬레이션한 결과를 나타낸 이미지이다.

도 1b는 도 1의 시뮬레이션 결과를 도표로 정리한 표이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치를 개략적으로 나타낸 개념도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 예비 테이퍼 금형과 제 1 프레스 금형을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 꼬리 금형과 제 2 프레스 금형을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 테이퍼 금형과 펀치 금형을 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 6a 내지 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 제 1 볼 금형과 제 2 볼 금형과 그 결합상태를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 방법을 순서대로 나타낸 순서도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 방법의 (c) 단계를 구체적으로 나타낸 순서도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 방법의 (c-1) 단계 내지 (c-4) 단계를 구체적으로 나타낸 순서도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치 또는 성형 방법에 따라 피성형체가 볼 스터드로 성형되는 과정을 나타낸 정면도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 12 내지 13은 중실형 볼 스터드와 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드의 유효응력과 성형하중을 비교한 이미지 및 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 여러 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려 이들 실시예들은 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 또한, 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이다.

[0023] 이하, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들을 개략적으로 도시하는 도면들을 참조하여 설명한다. 도면들에 있어서, 예를 들면, 제조 기술 및/또는 공차(tolerance)에 따라, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명 사상의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 되며, 예를 들면 제조상 초래되는 형상의 변화를 포함하여야 한다.

[0024] 도 1a 내지 도 1b는 후열처리 공정이 필요한 조질강 소재를 사용하여 제조된 종래의 중실형 볼 스터드(1)의 단면에 대하여 응력 분포를 해석한 이미지이다. 후술할 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드(2000)와 구분하기 위하여, 중실형 볼 스터드(1)의 각 부재의 말미에 '(중실)'을 삽입하여 설명하도록 한다.

[0025] 도 1a에 도시된 바와 같이, 중실형 볼 스터드(1)는, 꼬리부(중실)(10), 테이퍼부(중실)(20), 목부(중실)(30) 및 머리부(중실)(40)을 포함할 수 있다.

[0026] 중실형 볼 스터드(1)는 중실형의 단면을 형성하고 있으며, 단면 상의 0 내지 3의 유효 응력 분포를 청색으로부터 적색의 스펙트럼으로 나타내었을 때 도 1의 중실형 볼 스터드(1) 우측에 나타난 바와 같이 다양한 응력 분포

를 나타내었다. 이때, 중실형 볼 스터드(1)의 단면 상에서 중심축을 기준으로 절반의 단면 상에 복수개의 포인트들을 선정하여 각각의 응력 상태를 도 1b에 도표화하였다.

[0027] 도 1a 내지 도 1b에 따르면, 중실형 볼 스터드(1)의 테이퍼부(중실)(20)와, 머리부(중실)(40)의 중심 부분에서 초록색, 즉 경도가 217 내지 269 HV인 영역이 나타나 요구되는 적정 경도를 확보하지 못하는 것을 확인할 수 있다.

[0028] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치(1000)는, 피성형체(M)를 볼 스터드로 다단 단조 가공할 수 있도록 적어도 일부분이 피성형체(M)의 외주면 또는 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 제 1 금형 세트(1100), 및 제 1 금형 세트(1100)와 대향되게 배치되어 피성형체(M)의 일면을 가압하는 제 2 금형 세트(1200)를 포함할 수 있다. 피성형체(M)은 도 13에 도시되어 있으며 도 2에서는 생략하였다.

[0029] 보다 구체적으로, 제 1 금형 세트(1100)는, 적어도 피성형체(M)에 예비 테이퍼부를 성형할 수 있는 예비 테이퍼 금형(1110), 피성형체(M)에 꼬리부를 성형할 수 있는 꼬리 금형(1120), 피성형체(M)에 테이퍼부를 성형할 수 있는 테이퍼 금형(1130), 피성형체(M)의 적어도 일부분을 곡면으로 성형할 수 있는 제 1 볼 금형(1140) 및 이들의 조합 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0030] 또한, 제 2 금형 세트(1200)는, 적어도 피성형체(M)의 일면을 가압할 수 있는 제 1 프레스 금형(1210) 및 제 2 프레스 금형(1220), 피성형체(M)를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 피성형체(M)의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형(1130), 피성형체(M)의 일면을 곡면으로 성형할 수 있는 제 2 볼 금형(1140), 및 이들의 조합 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0031] 이하에서는 도 3 내지 도 6b를 참조하여 본 발명의 제 1 금형 세트(1100) 및 제 2 금형 세트(1200)의 금형들을 상세하게 설명하도록 한다. 본 명세서에서 '일측'은 도면상의 상측을 기준으로 하며, '타측'은 하측을 기준으로 하여 설명하도록 한다. 또한, 본 명세서의 도면에 기재된 각도들은 도면상 각 부재들의 가상의 수평 기준선을 기준으로 한 각도로써 설명하도록 한다.

[0032] 먼저, 도 3에 도시된 바와 같이, 제 1 금형 세트(1100)는 예비 테이퍼 금형(1110)을 포함하고, 제 2 금형 세트(1200)는 제 1 프레스 금형(1210)을 포함할 수 있다.

[0033] 보다 구체적으로, 예비 테이퍼 금형(1110)은, 피성형체(M)의 외주면과 대응되는 형상의 제 1 성형공(1111) 및 제 1 성형공(1111)의 타측에 형성되어, 제 1 성형공(1111)의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 1 각도(A1)로 경사지게 형성되는 제 1 테이퍼 성형부(1112)를 포함할 수 있다.

[0034] 또한, 제 1 프레스 금형(1210)은, 예비 테이퍼 금형(1110)의 제 1 성형공(1111)의 직경과 대응되도록, 전체적으로 원기둥 형상으로 형성되는 프레스부(1211)를 포함할 수 있다. 따라서, 예비 테이퍼 금형(1110)과 제 1 프레스 금형(1210)은 하나의 조합으로써 사용될 수 있다.

[0035] 이어서, 도 4에 도시된 바와 같이, 제 1 금형 세트(1100)는 꼬리 금형(1120)을 포함하고, 제 2 금형 세트(1200)는 제 2 프레스 금형(1220)을 포함할 수 있다.

[0036] 보다 구체적으로, 꼬리 금형(1120)은, 피성형체(M)의 외주면과 대응되는 형상의 제 2 성형공(1121), 제 2 성형공(1121)의 타측에 형성되어, 제 2 성형공(1121)의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 2 각도(A2)로 경사지게 형성되는 제 2 테이퍼 성형부(1122) 및 제 2 테이퍼 성형부(1122)에 따라 감소한 직경으로 제 2 테이퍼 성형부(1122)의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 2 꼬리 성형부(1123)를 포함할 수 있다. 이때, 제 2 각도(A2)는 요구되는 경도를 달성하기 위한 변형경화 정도에 따라서 제 1 각도(A1)보다 크거나 작은 각도로 형성될 수 있다.

[0037] 또한, 제 2 프레스 금형(1220)은, 꼬리 금형(1120)의 제 2 성형공(1121)의 직경과 대응되도록, 전체적으로 원기둥 형상으로 형성되는 프레스부(1221)를 포함할 수 있다. 따라서, 꼬리 금형(1120)과 제 2 프레스 금형(1220)은 하나의 조합으로써 사용될 수 있다. 이때, 꼬리 금형(1120)의 제 2 성형공(1121)의 직경은 제 1 성형공(1111)의 직경과 동일하게 형성되어 꼬리 금형(1120)과 제 1 프레스 금형(1210)을 조합하는 것 또한 가능하다.

[0038] 이어서, 도 5에 도시된 바와 같이, 제 1 금형 세트(1100)는 테이퍼 금형(1130)을 포함하고, 제 2 금형 세트(1200)는 펀치 금형(1230)을 포함할 수 있다.

[0039] 보다 구체적으로, 테이퍼 금형(1130)은, 피성형체(M)의 외주면과 대응되되, 피성형체(M)의 직경보다 큰 형상의

제 3 성형공(1131), 제 3 성형공(1131)의 타측에 형성되어, 제 3 성형공(1131)의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 3 각도(A3)로 경사지게 형성되는 제 3 테이퍼 성형부(1132) 및 제 3 테이퍼 성형부(1132)에 따라 감소한 직경으로 제 3 테이퍼 성형부(1132)의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 3 꼬리 성형부(1133)를 포함할 수 있다.

[0040] 또한, 펀치 금형(1230)은 피성형체(M)를 중공형의 볼 스터드로 가공하기 위해, 피성형체(M)의 일면에 중공홀부를 성형할 수 있도록 제 2 금형 세트(1200)를 향해서 돌출되게 형성되는 펀치 헤드(1231) 및 피성형체(M)의 일측 모서리에 곡면을 형성하기 위한 예비 곡면 테이퍼부를 성형할 수 있도록 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 증가하는 예비 곡면 테이퍼홈부(1232)를 포함할 수 있다. 테이퍼 금형(1130)과 펀치 금형(1230)은 하나의 조합으로써 사용될 수 있다.

[0041] 이때, 펀치 헤드(1231)는, 중공홀부의 최심부가 테이퍼부와 대응되는 위치에 형성될 수 있도록 상기 제 2 금형 세트를 향해서 제 1 길이만큼 돌출되게 형성

[0042] 이어서, 도 6a 내지 6b에 도시된 바와 같이, 제 1 금형 세트(1100)는 제 1 볼 금형(1140)을 포함하고, 제 2 금형 세트(1200)는 제 2 볼 금형(1240)을 포함할 수 있다.

[0043] 보다 구체적으로, 제 1 볼 금형(1140)은, 피성형체(M)의 외주면과 대응되는 형상의 제 4 성형공(1141), 제 4 성형공(1141)의 타측에 형성되어, 제 4 성형공(1141)의 일측에서 타측으로 갈수록 직경이 감소하도록 제 4 각도(A4)로 경사지게 형성되는 제 4 테이퍼 성형부(1142), 제 4 테이퍼 성형부(1142)에 따라 감소한 직경으로 제 4 테이퍼 성형부(1142)의 타측으로부터 소정 거리만큼 연장되는 동공으로 형성되는 제 4 꼬리 성형부(1143) 및 제 4 성형공(1141)의 일측 단부 모서리에 제 1 직경(D)으로 라운드지게 형성되는 제 1 볼 성형부(1144)를 포함할 수 있다.

[0044] 또한, 제 2 볼 금형(1240)은, 제 1 볼 금형(1140)에 삽입된 피성형체(M)를 가압하여 피성형체(M)의 일측 단부에 구면을 형성할 수 있도록, 적어도 일부분에 오목홈부(1241)를 포함할 수 있다. 이때, 오목홈부(1241)는 제 1 직경(D)을 가지며 제 1 볼 성형부(1144)와 동심인 곡률로 형성되어 도 6b에 도시된 바와 같이 제 1 볼 금형(1140)과 결합 시 구면을 형성할 수 있다.

[0045] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치(1000)는, 다양한 금형의 제 1 금형 세트(1100)와 제 2 금형 세트(1200)에서 적절한 순서대로 금형들을 조합하여 피성형체(M)를 중공형 볼 스터드로 성형할 수 있다.

[0046] 이하에서는 도 7 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 방법을 설명하도록 한다.

[0047] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 방법은, (a) 피성형체의 외주면 또는 볼 스터드의 외주면과 대응되는 형상의 공동이 형성되는 복수개의 금형을 포함하는 제 1 금형 세트 중 어느 하나의 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; (b) 상기 제 1 금형 세트와 대향되게 배치되는 제 2 금형 세트 중 상기 피성형체가 삽입된 금형과 대응되는 어느 하나의 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하는 단계; 및 (c) 상기 a 단계 및 상기 b 단계를 복수회 반복하여 상기 피성형체를 상기 볼 스터드로 다단 단조 가공하는 단계; 를 포함하고, 상기 제 2 금형 세트는, 상기 피성형체를 중공형의 볼 스터드로 가공할 수 있도록 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 펀치 금형을 포함할 수 있다.

[0048] 보다 구체적으로, 도 8에 도시된 바와 같이, 상기 (c) 단계는, (c-1) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 예비 테이퍼를 성형하는 단계; (c-2) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 꼬리부를 성형하는 단계; (c-3) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 중공홀부를 성형하는 단계; 및 (c4) 상기 피성형체의 적어도 일부분에 머리부를 성형하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0049] 도 9를 참조하여 상기 (c-1) 단계 내지 상기 (c-4) 단계를 보다 더욱 구체적으로 설명하도록 한다.

[0050] 상기 (c-1) 단계는, (c-1a) 상기 제 1 금형 세트 중 예비 테이퍼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및 (c-1b) 상기 제 2 금형 세트 중 프레스 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 타측 단부에 상기 예비 테이퍼를 성형하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0051] 또한, 상기 (c-2) 단계는, (c-2a) 상기 제 1 금형 세트 중 꼬리 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및 (c-2b) 상기 제 2 금형 세트 중 프레스 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 타측 단부에

상기 꼬리부를 성형하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0052] 또한, 상기 (c-3) 단계는, (c-3a) 상기 제 1 금형 세트 중 테이퍼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및 (c-3b) 상기 제 2 금형 세트 중 펀치 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 일면에 상기 중공홀부를 성형하고, 동시에, 상기 피성형체의 외주면에 테이퍼부를 성형하고, 동시에, 상기 피성형체의 일측 단부 모서리에 예비 곡면 테이퍼부를 성형하는 단계; 를 포함할 수 있다. 이때, 상기 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하는 단계는, 상기 중공홀부의 최심부가 상기 피성형체에 성형된 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 위치하도록 제 1 깊이만큼 상기 중공홀부를 성형하는 단계일 수 있다.

[0053] 또한, 상기 (c-4) 단계는, (c-4a) 상기 제 1 금형 세트 중 제 1 볼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계; 및 (c-4b) 상기 제 2 금형 세트 중 제 2 볼 금형을 이용하여 상기 피성형체를 가압하여 상기 피성형체의 일측 단부에 머리부를 성형하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0054] 도 10을 참조하면, 피성형체(M, M1, M2, M3)는 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치(1000) 또는 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 방법에 따라 도 10(a)에서 최종 제품인 도 10(b)의 중공형 볼 스터드(2000)로 성형될 수 있다.

[0055] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드(2000)는, 전체적으로 구 형상으로 형성되는 머리부(2100), 머리부(2100)의 적어도 일부분에 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되는 목부(2200), 목부(2200)의 일단으로부터 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되어, 일방향으로 갈수록 직경이 감소하도록 경사지게 형성되는 테이퍼부(2300), 테이퍼부(2300)의 일단으로부터 일방향으로 소정 거리만큼 연장되게 형성되는 꼬리부(2400), 및 머리부(2100)를 관통하여 일방향으로 제 1 깊이(L)만큼 깊게 형성되는 중공홀부(2500)를 포함할 수 있다. 이때, 중공홀부(2500)는 최심부가 상기 피성형체에 성형된 상기 테이퍼부와 대응되는 위치에 위치하도록 깊게 형성될 수 있다.

[0056] 이하에서는 도 12 내지 도 13을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치(1000) 또는 중공형 볼 스터드 성형 방법에 의해 성형된 중공형 볼 스터드의 내부 응력을 종래의 중실형 볼 스터드와 비교하여 설명하도록 한다.

[0057] 도 10(a)와 도 11(a)에는 중실형 볼 스터드와 중공형 볼 스터드 각 단면 상의 0 내지 3의 유효 응력 분포를 청색으로부터 적색의 스펙트럼으로 나타내었다.

[0058] 도 10(a)에 도시된 바와 같이, 중실형 볼 스터드는 좌측에 나타난 바와 같은 응력 분포를 나타내었으며, 중공형 볼 스터드 성형 방법의 (c-1)단계 내지 (c-3)단계에 의해 내부에 중공홀부가 제조된 중공형 볼 스터드는 도 10(a)의 우측에 나타난 바와 같은 응력 분포를 나타내었다.

[0059] 이 두 종류의 볼 스터드에 도시한 점선을 따라서 거리에 따른 유효 응력을 비교하였을 때, 도 10(b)와 같이 나타났다. 중실형 볼 스터드의 거리에 따른 유효 응력(Ref.)은 1미만으로 충분한 변형경화를 일으킬 수 있는 응력이 인가되지 않았으나, 본 발명의 중공형 볼 스터드의 거리에 따른 유효 응력(Modify)은 충분한 변형경화를 일으킬 수 있는 응력이 인가된 것을 확인할 수 있다.

[0060] 또한, 시간에 따른 성형 하중을 비교하였을 때, 도 10(c)와 같이 나타났다. 중실형 볼 스터드의 시간에 따른 성형 하중은 최대 143.9톤까지 도달하였으나, 중공형 볼 스터드의 시간에 따른 성형 하중은 최대 94.0톤으로 보다 더 적은 성형 하중으로 성형이 가능함을 알 수 있었다.

[0061] 또한 도 11(a)에 도시된 바와 같이, 중실형 볼 스터드는 좌측에 나타난 바와 같은 응력 분포를 나타내었으며, 중공형 볼 스터드 성형 방법의 (c-1)단계 내지 (c-4)단계에 의해 내부에 중공홀부가 제조된 중공형 볼 스터드는 도 11(a)의 우측에 나타난 바와 같은 응력 분포를 나타내었다.

[0062] 이 두 종류의 볼 스터드에 도시한 점선을 따라서 거리에 따른 유효 응력을 비교하였을 때, 도 11(b)와 같이 나타났다. 중실형 볼 스터드의 거리에 따른 유효 응력(Ref.)은 1미만으로 충분한 변형경화를 일으킬 수 있는 응력이 인가되지 않았으나, 본 발명의 중공형 볼 스터드의 거리에 따른 유효 응력(Modify)은 충분한 변형경화를 일으킬 수 있는 응력이 인가된 것을 확인할 수 있다.

[0063] 또한, 시간에 따른 성형 하중을 비교하였을 때, 도 11(c)와 같이 나타났다. 중실형 볼 스터드의 시간에 따른 성형 하중은 최대 198.8톤까지 도달하였으나, 중공형 볼 스터드의 시간에 따른 성형 하중은 최대 108.0톤으로 보다 더 적은 성형 하중으로 성형이 가능함을 알 수 있었다.

[0064] 결론적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 중공형 볼 스터드 성형 장치 및 중공형 볼 스터드 성형 방법 및 중공형 볼 스터드는, 단조 후 최종 제품이 성형되는 비조질강을 이용하여 별도의 열처리 후공정이 필요하지 않으며, 내부에 형성된 빈 공간에 따라 소재의 양이 적어 전체 볼 스터드의 무게가 가볍고, 성형에 필요한 재료의 양이 적어 경제적이고, 다만 단조 공정을 이용하여 종래의 볼 스터드의 취약한 부분인 테이퍼부에 충분한 유효 응력을 인가하여 변형경화에 의한 요구 경도를 만족시킬 수 있으며, 보다 적은 성형하중으로 목표 형상을 성형할 수 있다.

[0065] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0066] 1: 중실형 볼 스터드

1000: 중공형 볼 스터드 성형 장치

1100: 제 1 금형 세트

1110: 예비 테이퍼 금형

1120: 꼬리 금형

1130: 테이퍼 금형

1140: 제 1 볼 금형

1200: 제 2 금형 세트

1210: 제 1 프레스 금형

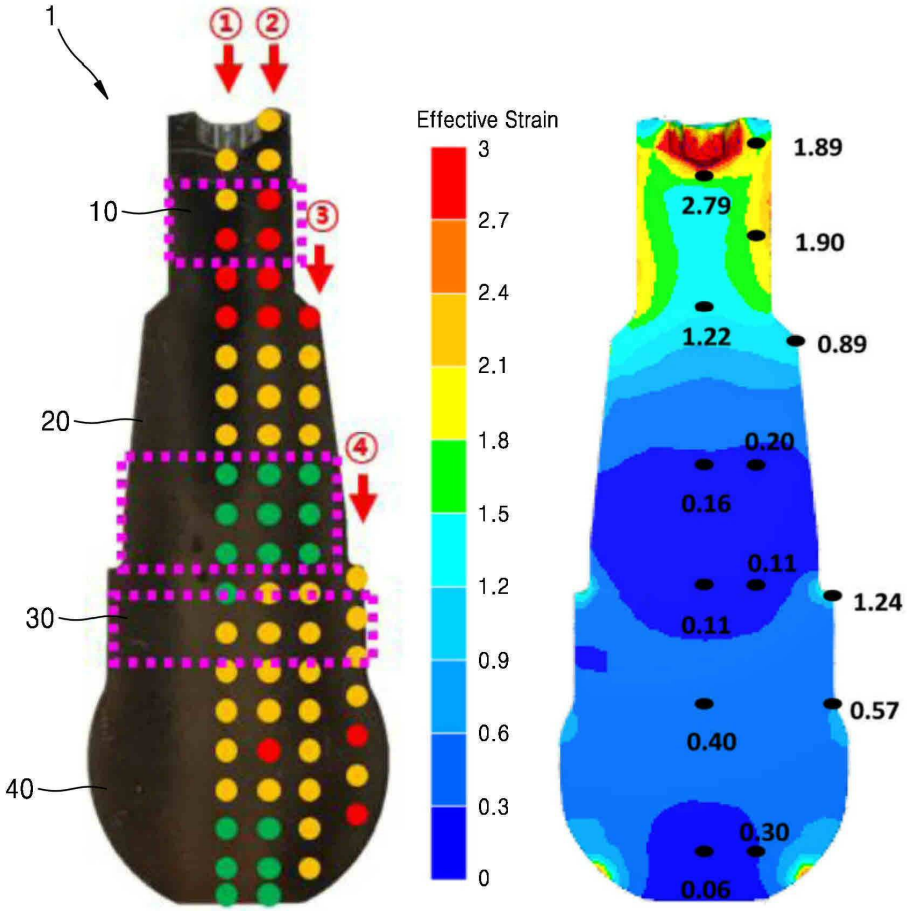
1220: 제 2 프레스 금형

1230: 펀치 금형

1240: 제 2 볼 금형

도면

도면1a

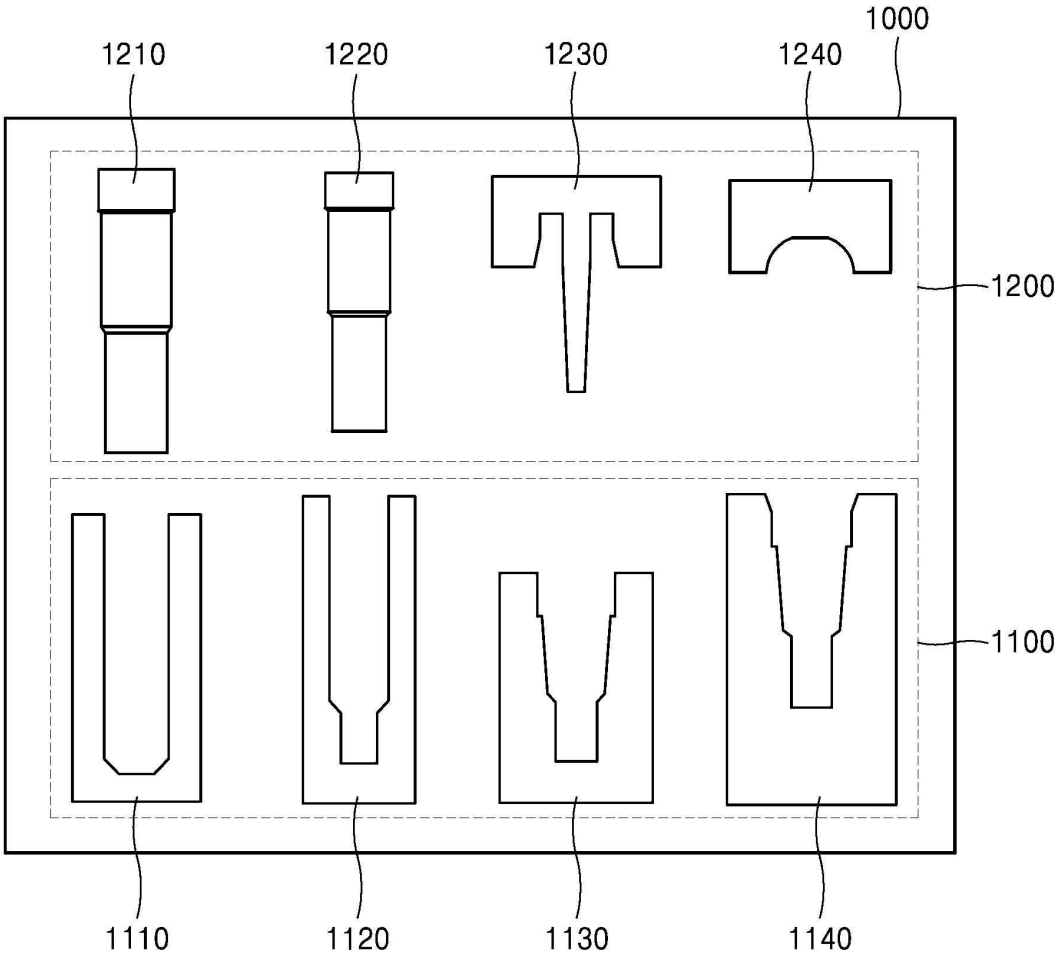

1
①
②
10
③
20
④
30
40
Effective Strain
3
2.7
2.4
2.1
1.8
1.5
1.2
0.9
0.6
0.3
0
1.89
2.79
1.90
1.22
0.89
0.20
0.16
0.11
0.11
1.24
0.57
0.40
0.30
0.06

도면1b

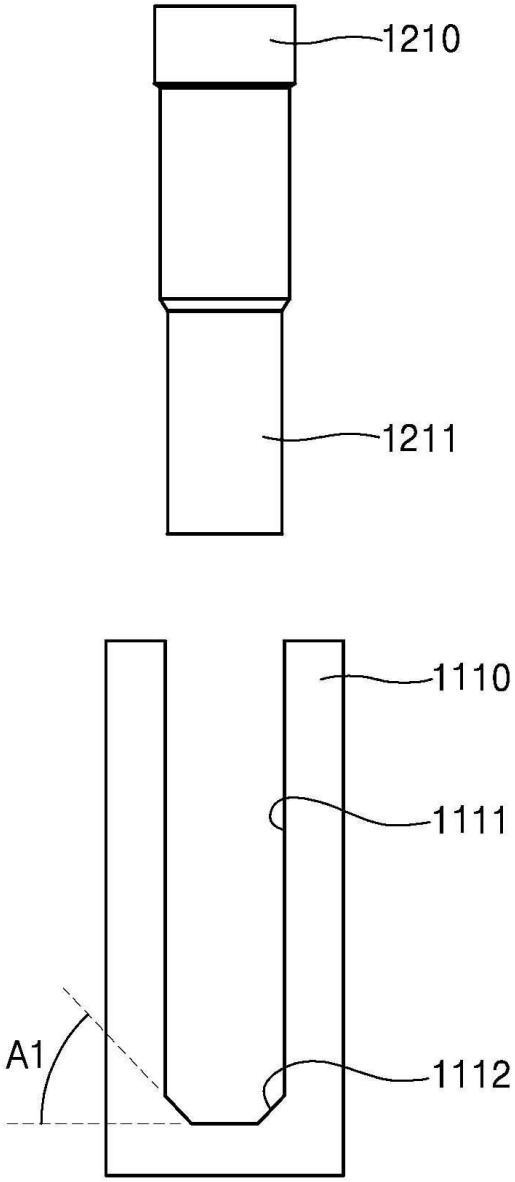
경도분포, Hv			
①	②	③	④
	320.6		
315.1	320.6		
321.4	354.8		
341.5	370		
343.1	367.2		
339.8	371.9	333.2	
280.6	316.1	292.8	
294.8	307.3	288.9	
296.2	281.2	285.6	
252.3	267.3	266.2	
235.1	236.5	257.1	
236.5	247.6	250.2	317.6
256.1	276.2	313.1	303.1
282.5	290.2	296.9	306.6
303.8	305.9	297.5	316.9
288.9	311.7	307.3	327.6
317.6	359.8	317.6	315.4
316.9	309.5	303.8	327.6
250.2	262.7	308.8	
232.7	240.0	311.0	
217.0	231.8		

217 – 269 Hv
270 – 322 Hv
323 – 372 Hv

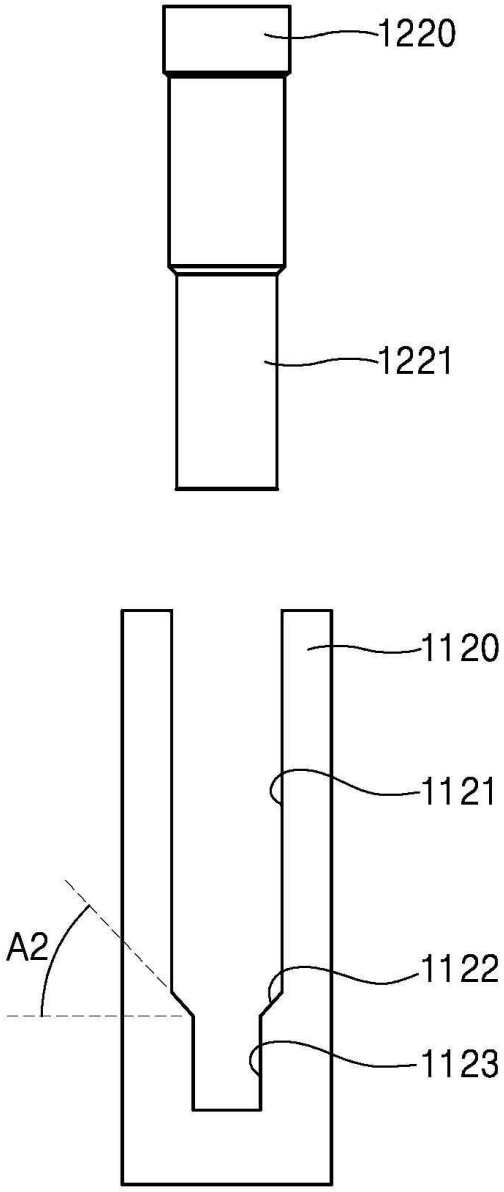
도면2



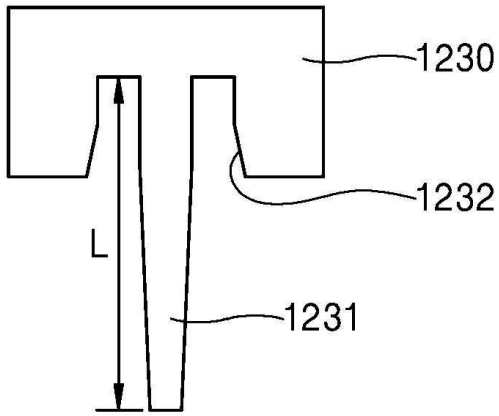
도면3

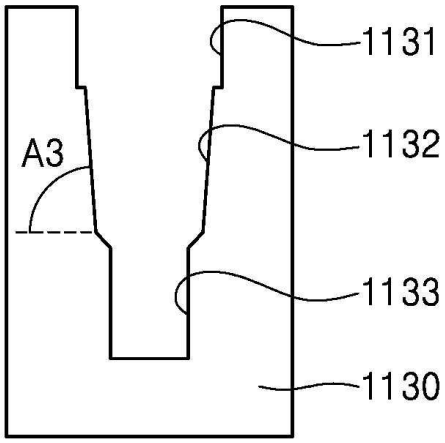


도면4

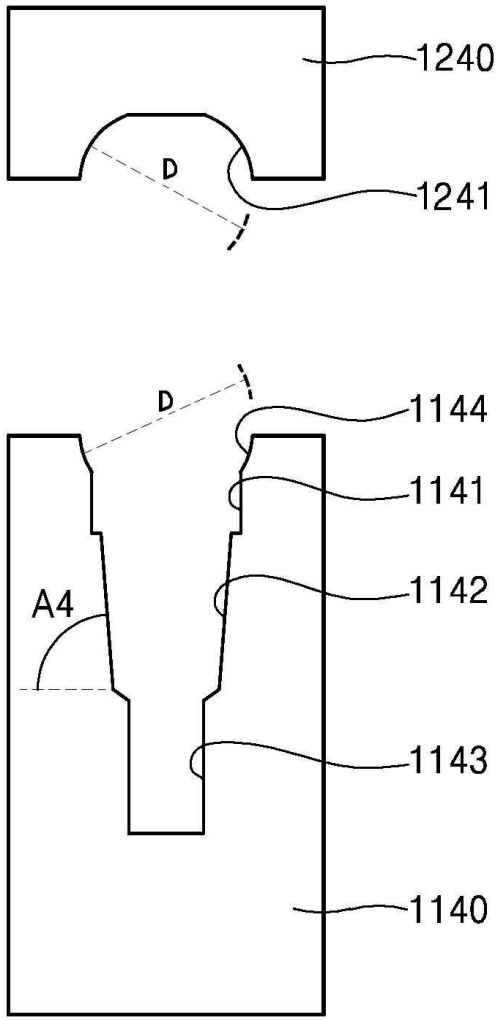


도면5

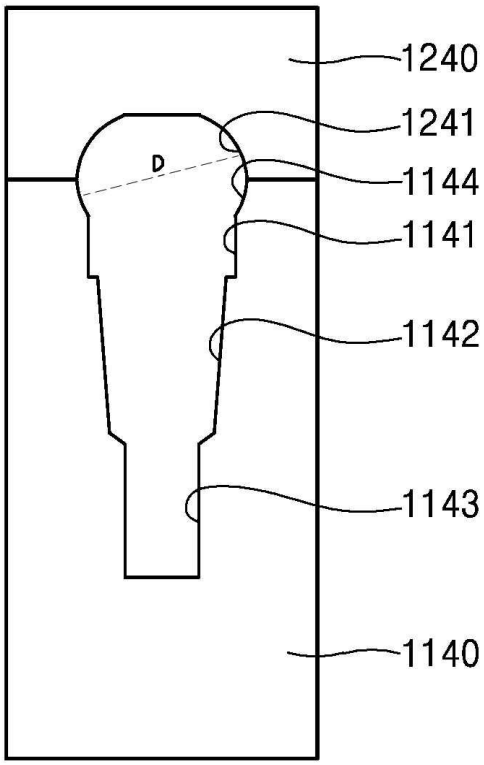




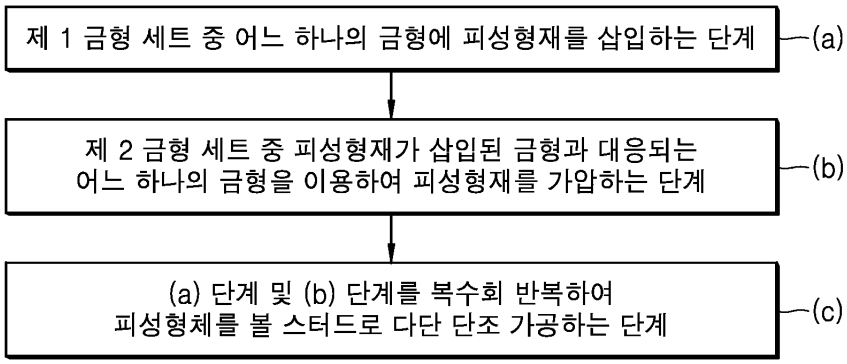
도면6a



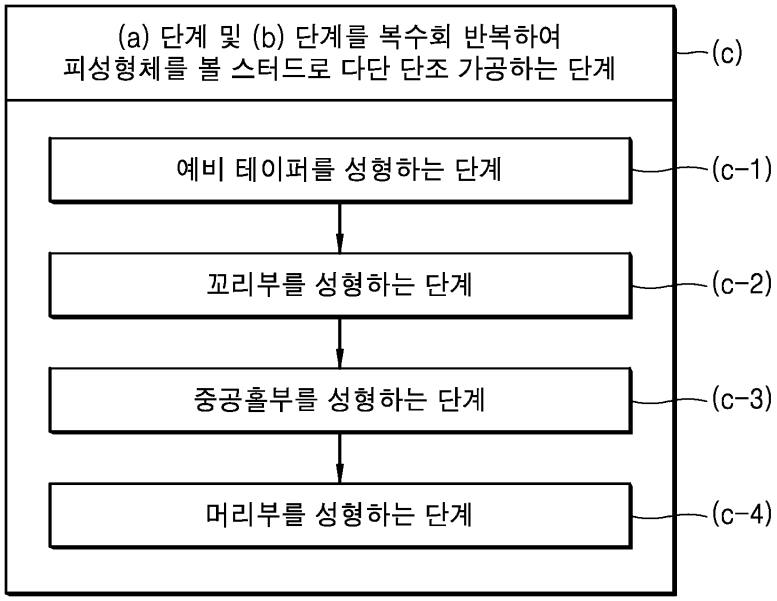
도면6b


1240
1241
D
1144
1141
1142
1143
1140

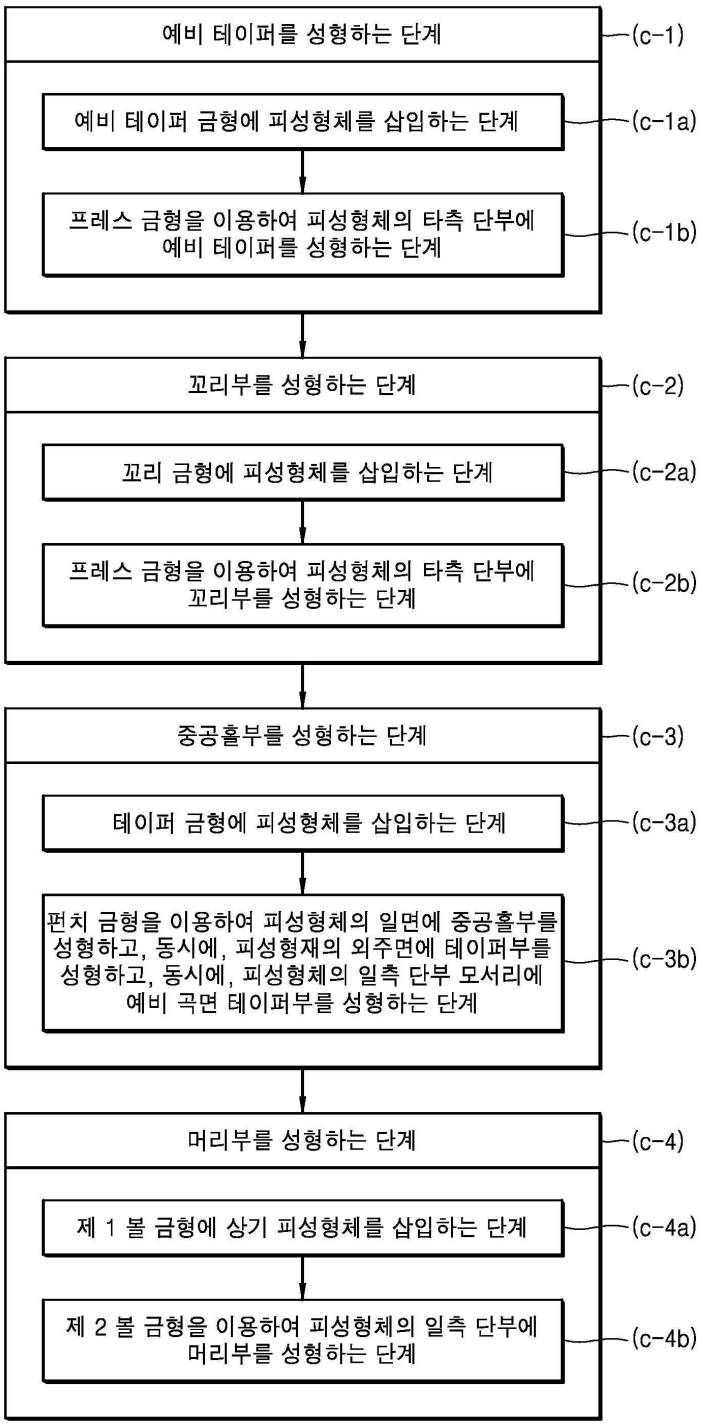
도면7


제 1 금형 세트 중 어느 하나의 금형에 피성형재를 삽입하는 단계
(a)
제 2 금형 세트 중 피성형재가 삽입된 금형과 대응되는
어느 하나의 금형을 이용하여 피성형재를 가압하는 단계
(b)
(a) 단계 및 (b) 단계를 복수회 반복하여
피성형체를 볼 스터드로 다단 단조 가공하는 단계
(c)

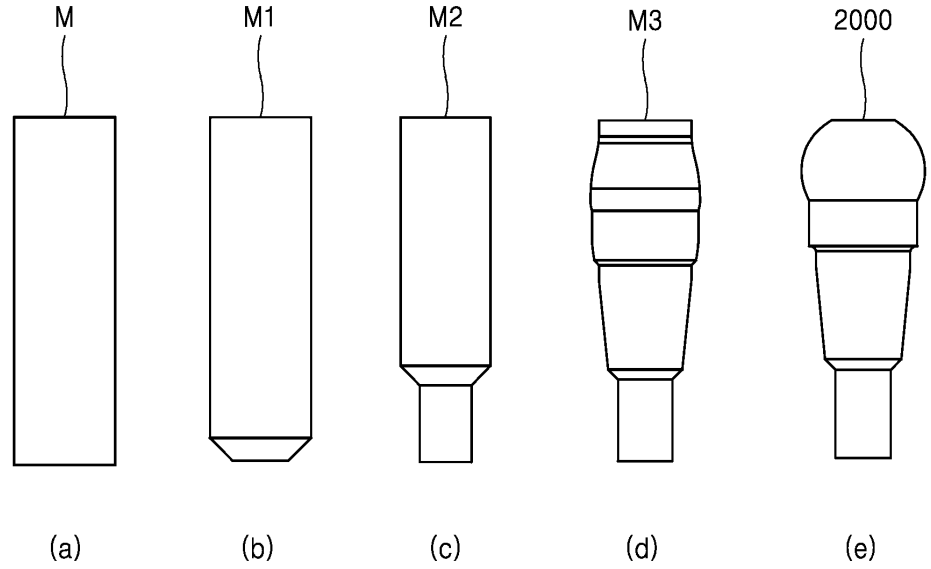
도면8


(a) 단계 및 (b) 단계를 복수회 반복하여
피성형체를 볼 스터드로 다단 단조 가공하는 단계
(c)
예비 테이퍼를 성형하는 단계
(c-1)
꼬리부를 성형하는 단계
(c-2)
중공홀부를 성형하는 단계
(c-3)
머리부를 성형하는 단계
(c-4)

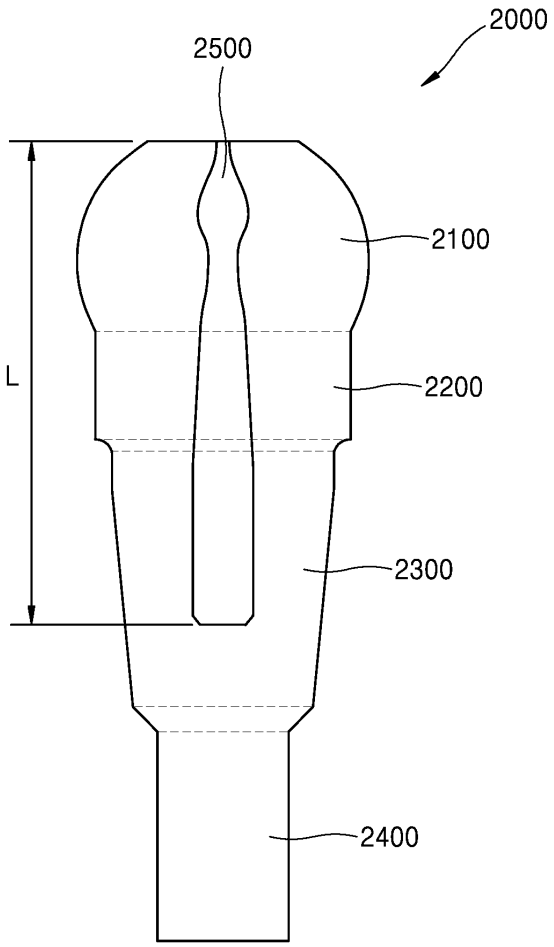
도면9


예비 테이퍼를 성형하는 단계
(c-1)
예비 테이퍼 금형에 피성형체를 삽입하는 단계
(c-1a)
프레스 금형을 이용하여 피성형체의 타측 단부에 예비 테이퍼를 성형하는 단계
(c-1b)
꼬리부를 성형하는 단계
(c-2)
꼬리 금형에 피성형체를 삽입하는 단계
(c-2a)
프레스 금형을 이용하여 피성형체의 타측 단부에 꼬리부를 성형하는 단계
(c-2b)
중공홀부를 성형하는 단계
(c-3)
테이퍼 금형에 피성형체를 삽입하는 단계
(c-3a)
펀치 금형을 이용하여 피성형체의 일면에 중공홀부를 성형하고, 동시에, 피성형재의 외주면에 테이퍼부를 성형하고, 동시에, 피성형체의 일측 단부 모서리에 예비 곡면 테이퍼부를 성형하는 단계
(c-3b)
머리부를 성형하는 단계
(c-4)
제 1 볼 금형에 상기 피성형체를 삽입하는 단계
(c-4a)
제 2 볼 금형을 이용하여 피성형체의 일측 단부에 머리부를 성형하는 단계
(c-4b)

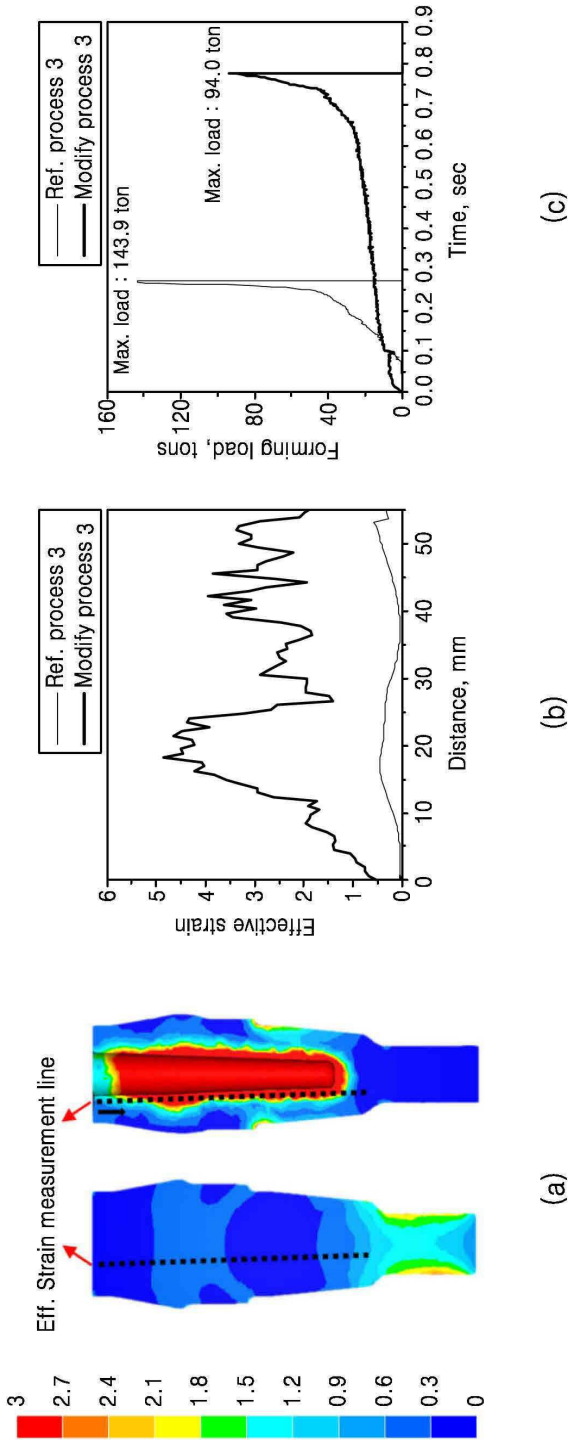
도면10



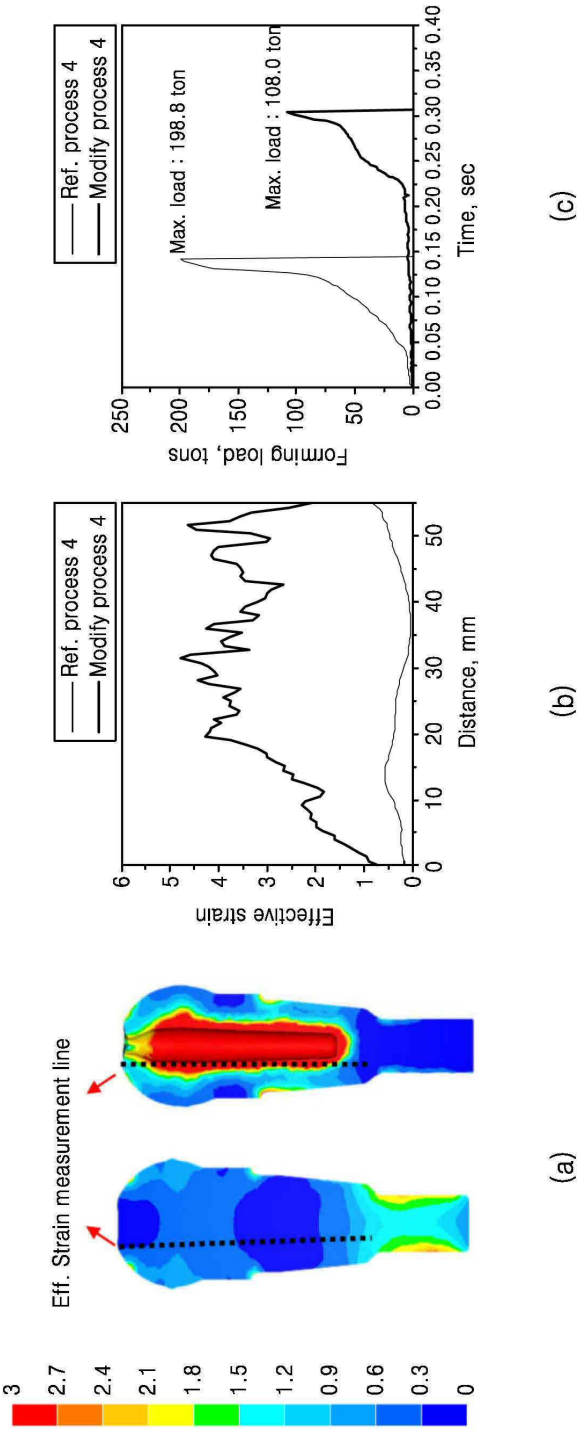
도면11



도면12


Eff. Strain measurement line
3
2.7
2.4
2.1
1.8
1.5
1.2
0.9
0.6
0.3
0
(a)
Effective strain
Distance, mm
Ref. process 3
Modify process 3
(b)
Forming load, tons
Time, sec
Max. load : 143.9 ton
Max. load : 94.0 ton
Ref. process 3
Modify process 3
(c)

도면13


Eff. Strain measurement line
3
2.7
2.4
2.1
1.8
1.5
1.2
0.9
0.6
0.3
0
(a)
Effective strain
Distance, mm
Ref. process 4
Modify process 4
(b)
Forming load, tons
Time, sec
Max. load : 198.8 ton
Max. load : 108.0 ton
Ref. process 4
Modify process 4
(c)