



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0078769

(43) 공개일자 2015년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B21D 22/02 (2006.01) B21D 26/12 (2006.01)

B21D 37/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0168467

(22) 출원일자 2013년12월31일

심사청구일자 2013년12월31일

(71) 출원인

주식회사 엠에스 오토텍

경상북도 경주시 내남면 포석로 16-9

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93

(72) 발명자

김장수

경기 과천시 별양로 12, 313동 1402호 (원문동, 래미안슈르)

양대호

경기 수원시 영통구 에듀타운로 35, 5104동 803호 (이의동, 자연앤자이)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 19 항

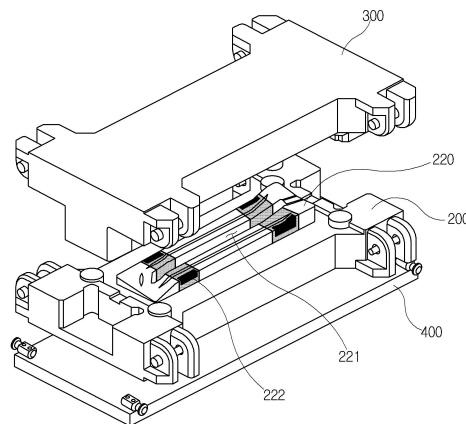
(54) 발명의 명칭 통전 소성 가공용 프레스 금형

(57) 요약

본 발명은 통전소성(electroplasticity) 현상을 이용하여 소재를 가공할 때 사용되는 통전 소성 가공용 프레스 금형에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 전류 통전에 의해 상온에서 소재의 강도를 연화시켜 소성 가공하는 통전 소성 가공용 프레스 금형에 있어서, 일측에 전류 인가를 위한 전극이 적어도 하나 이상 구비되고, 상기 소재와의 접촉 영역에 절연 코팅부가 형성되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형이 제공된다.

대표도 - 도2

100



(72) 발명자

이현우

경기 수원시 장안구 덕영대로445번길 96, 401호 (울전동)

홍성태

부산 해운대구 마린시티2로 38, 1-3304 (우동, 해운대1PARK)

명세서

청구범위

청구항 1

소재에 전류를 인가하였을 때 소재 내부의 유동 응력이 저하되는 현상(통전소성 현상; electroplasticity effect)을 이용하여, 열간가공에 비해 상대적으로 낮은 온도에서 소성 가공이 이루어지는 통전 소성 가공에 있어서,

일측에 전류 인가를 위한 전극이 적어도 하나 이상 구비되고,

상기 소재와의 접촉 영역에 절연 코팅부가 형성되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 소재를 지지하며, 일측에 가이드 홀이 형성되는 블랭크 홀더;

상기 블랭크 홀더의 상부에 설치되며, 상기 소재를 가압하는 다이; 및

상기 블랭크 홀더의 하부에 설치되며, 상기 가이드 홀을 통해 상기 소재를 가압하는 펀치를 포함하는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 블랭크 홀더는,

제1 베이스부와, 상기 제1 베이스부에서 상기 소재와 접촉하는 영역에 형성되는 제1 절연 코팅부를 포함하는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1 베이스부는 상기 제1 베이스부의 상측에 돌출 형성되어 상기 소재를 지지하는 소재 지지부를 포함하며, 상기 소재 지지부의 상측에 상기 제1 절연 코팅부가 형성되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 제1 절연 코팅부의 상측 테두리를 따라 적어도 하나 이상의 전극이 구비되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 제1 절연 코팅부는 상기 소재 지지부에 탈착 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프

레스 금형.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 전극은 상기 제1 절연 코팅부에 탈착 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 8

청구항 2에 있어서, 상기 다이는,

제2 베이스부와, 상기 제2 베이스부에서 상기 소재와 접촉하는 영역에 형성되는 제2 절연 코팅부를 포함하는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제2 베이스부는 상기 제2 베이스부의 하측에 돌출 형성되는 소재 가압부를 포함하며, 상기 소재 가압부의 상측에 상기 제2 절연 코팅부가 형성되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 제2 절연 코팅부의 하측 테두리를 따라 적어도 하나 이상의 전극이 구비되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 제2 절연 코팅부는 상기 소재 가압부에 탈착 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 전극은 상기 제2 절연 코팅부에 탈착 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 13

청구항 2에 있어서,

상기 펀치의 상단부에 제3 절연 코팅부가 형성되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제3 절연 코팅부는 상기 펀치의 상단부에 탈착 가능하게 결합되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 전극에 펄스 전류가 인가되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 16

청구항 1에 있어서, 상기 전극은,

프레스 성형시 상기 소재의 응력 집중부에 인접하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 절연 코팅부의 폭 방향 양측에 서로 다른 극성을 가지는 한 쌍의 전극이, 상기 절연 코팅부의 길이 방향으로 서로 이격하여 적어도 하나 이상 배치되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 절연 코팅부의 길이 방향 일측 테두리를 따라, 동일한 극성의 전극이 배치되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

청구항 19

청구항 1에 있어서, 상기 절연 코팅부는,

테프론(Teflon), DLC(Diamond Like Carbon), 실리카(SiO_2) 코팅 중에서 선택되는 어느 하나에 의해 이루어진 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 프레스 금형에 관한 것으로, 특히 통전소성(electroplasticity) 현상을 이용하여 소재를 가공할 때 사용되는 통전 소성 가공용 프레스 금형에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

- [0002] 최근 자동차 산업은 연비 효율의 향상을 위한 경량화에 주력하면서도, 충분한 강성을 확보하기 위해 점차 초고강도화된 차체 부품을 사용하고 있는 추세이다.
- [0003] 즉, 무게는 상대적으로 적게 나가면서도 보다 강한 강성을 가진 제품을 성형하기 위해, 보다 고강도의 소재를 사용하여 제품을 성형하는 경향이 증가하고 있다.
- [0004] 그런데, 이러한 초고강도 소재의 경우, 일반적인 철강 합금이나 알루미늄 합금에 비해 상당히 높은 강도를 가지며, 상온 환경에서 제한된 성형성 때문에 산업적 활용에 어려움이 따른다.
- [0005] 이에 따라, 초고강도 소재의 성형성을 향상시키기 위한 연구가 계속되어 왔는데, 전형적인 방법으로는 높은 온도에서 금속을 가공하는 핫포밍, 워밍포밍을 예로 들 수 있다. 그러나, 이러한 방법에는 고온 환경을 거침에 따른 소재의 물성 변화, 금형과 재료 사이의 점착, 윤활의 어려움, 그리고 가열과 냉각에 필요한 시간 소모와 같은 필연적인 문제들이 뒤따른다.
- [0006] 최근에는 핫포밍(hot forming)과 워밍포밍(warm forming)을 대체하여 성형성 향상을 꾀하면서도 앞서 언급한 결점을 보완할 수 있는 하이드로포밍, 인크리멘탈포밍 등의 기술이 시도된 바 있다. 그러나, 이러한 최신의 대체 기술들은 다양한 기술적 이점들을 가지고 있음에도 불구하고 여전히 완벽히 만족스럽지는 못하다. 주된 이유로는 제조시설의 초기 비용이 비싸며, 제조공정에 많은 시간이 소모되기 때문이다.
- [0007] 따라서, 초고강도 소재의 성형성을 향상시킬 수 있는 새로운 방법이 요구되고 있는데, 기존의 핫포밍이나 워밍포밍과는 달리, 소재의 온도 상승 효과가 주된 원리가 아니어야 함은 물론, 제조 공정을 위한 제조시설 설치에 막대한 비용이 소요되지 않아야 한다.
- [0008] 도 1은 통전시 전류밀도에 따른 스테인레스 스틸의 응력-변형률 곡선 선도이다.
- [0009] 최근에는, 도 1에 도시된 바와 같이 금속소재가 외력에 의해 변형되는 동안 전류를 통전시키면, 그 금속재료 내부의 유동응력이 저하되어 더 작은 힘으로도 소성가공이 가능해지는 현상(통전소성 현상; electroplasticity effect)을 이용한 통전 성형(EAM; Electrically Assisted Manufacturing) 기술이 연구되고 있다.
- [0010] 이러한 연구에서, 비록 통전소성 현상의 원리가 완전하게 설명되지는 못하였지만, 통전 성형시 소재의 융점은 물론 열간가공 온도에도 미치지 않는 온도에서 유동응력이 크게 저하됨에 비추어, 통전소성 현상은 발열 및 온도상승에 따른 효과로 설명될 수 없음이 밝혀졌다(비특허문헌 1 참조).
- [0011] 또한, 본 출원인의 선출원인 한국공개특허공보 제10-2013-0076486호(특허문헌 1)는, 통전소성 현상을 이용하여 고강도 부품의 강도를 순간적으로 약화시킨 상태에서 트림을 수행하는 장치 및 방법이 개시되고 있다.
- [0012] 그런데, 이러한 통전소성 현상을 이용하여 제품을 성형할 때, 금속재료의 금형 또는 가공툴과 소재가 서로 접촉함에 따라, 공급된 전류가 소재를 통해 금형이나 가공툴로 누설되는 문제가 있다.
- [0013] 이처럼 소재에 공급된 전류가 금형이나 가공툴로 누설되는 경우, 소재의 전류밀도 등 전류분포가 변화하게 되어, 성형 제품의 품질을 보장할 수 없거나 원하는 성형 하중을 얻기가 어렵게 되는 문제가 있다. 또한, 낭비되는 에너지로 인해 제조비용의 상승을 초래할 뿐만 아니라, 누설 전류에 의한 장비의 고장이나 감전사고 발생의 위험성도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) KR 10-2013-0076486 A (2013.07.08 공개)

비특허문헌

- [0015] (비특허문헌 0001) Roth, J.T., Loker, I., Mauck, D., Warner, M., Golovashchenko, S.F., Krause, A., 2008. Enhanced formability of 5754 aluminum sheet metal using electric pulsing. Trans. NAMRI/SME 36, 405-412.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 일 실시예는, 통전 성형시 소재로부터 금형이나 가공틀로의 전류 누설을 방지할 수 있는 통전 소성 가공용 프레스 금형의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 바람직한 일 실시예는, 소재에 전류를 인가하였을 때 소재 내부의 유동 응력이 저하되는 현상(통전소성 현상; electroplasticity effect)을 이용하여, 열간가공에 비해 상대적으로 낮은 온도에서 소성 가공이 이루어지는 통전 소성 가공에 있어서, 일측에 전류 인가를 위한 전극이 적어도 하나 이상 구비되고, 상기 소재와의 접촉 영역에 절연 코팅부가 형성되는 것을 특징으로 하는 통전 소성 가공용 프레스 금형을 제공한다.

[0018] 여기서, 상기 통전 소성 가공용 프레스 금형은, 상기 소재를 지지하며, 일측에 가이드 홀이 형성되는 블랭크 홀더; 상기 블랭크 홀더의 상부에 설치되며, 상기 소재를 가압하는 다이; 및 상기 블랭크 홀더의 하부에 설치되며, 상기 가이드 홀을 통해 상기 소재를 가압하는 펀치를 포함한다.

[0019] 상기 블랭크 홀더는, 제1 베이스부와, 상기 제1 베이스부에서 상기 소재와 접촉하는 영역에 형성되는 제1 절연 코팅부를 포함한다.

[0020] 이때, 상기 제1 베이스부는 상기 제1 베이스부의 상측에 돌출 형성되어 상기 소재를 지지하는 소재 지지부를 포함하며, 상기 소재 지지부의 상측에 상기 제1 절연 코팅부가 형성된다.

[0021] 아울러, 상기 제1 절연 코팅부의 상측 테두리를 따라 적어도 하나 이상의 전극이 구비된다.

[0022] 이때, 상기 제1 절연 코팅부는 상기 제1 베이스부에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 전극은 상기 제1 절연 코팅부에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.

[0024] 한편, 상기 다이는, 제2 베이스부와, 상기 제2 베이스부에서 상기 소재와 접촉하는 영역에 형성되는 제2 절연 코팅부를 포함한다.

[0025] 이때, 상기 제2 베이스부는 상기 제2 베이스부의 하측에 돌출 형성되어 상기 소재를 가압하는 소재 가압부를 포함하며, 상기 소재 가압부의 하측에 상기 제2 절연 코팅부가 형성된다.

[0026] 아울러, 상기 제2 절연 코팅부의 하측 테두리를 따라 적어도 하나 이상의 전극이 구비된다.

[0027] 이때, 상기 제2 절연 코팅부는 상기 제2 베이스부에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 상기 전극은 상기 제2 절연 코팅부에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.

[0029] 또한, 상기 펀치의 상단부에 제3 절연 코팅부가 형성된다.

[0030] 이때, 상기 제3 절연 코팅부는 상기 펀치의 상단부에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.

[0031] 한편, 상기 전극에는 펄스 전류가 인가되는 것이 바람직하다.

[0032] 이때, 상기 전극은, 프레스 성형시 상기 소재의 응력 집중부에 인접하도록 배치되는 것이 바람직하다.

[0033] 이때, 상기 절연 코팅부의 폭 방향 양측에 서로 다른 극성을 가지는 한 쌍의 전극이, 상기 절연 코팅부의 길이 방향으로 서로 이격하여 적어도 하나 이상 배치되는 것이 바람직하다.

[0034] 또한, 상기 절연 코팅부의 길이 방향 일측 테두리를 따라, 동일한 극성의 전극이 배치되는 것이 바람직하다.

[0035] 이때, 상기 절연 코팅부는, 테프론(Teflon), DLC(Diamond Like Carbon), 실리카(SiO₂) 코팅 중에서 선택되는 어느 하나에 의해 이루어지는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0036] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 통전 소성 가공용 프레스 금형에 의하면, 금형과 소재의 접촉 영역에 절연 코팅부가 형성되고, 상기 절연 코팅부에 전극이 배치되므로, 소재에 인가된 전류가 금형으로 누설되는 것을 방지할 수 있다.
- [0037] 또한, 절연 코팅부와 전극은 교체 가능하게 장착되므로, 손상 발생시 용이하게 교체하여 사용할 수 있으므로 유지 보수 비용이 절감되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 통전시 전류밀도에 따른 스테인레스 스틸의 응력-변형을 곡선 선도.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 통전 소성 가공용 프레스 금형의 사시도.
 도 3은 도 2의 A-A 방향 단면도.
 도 4는 절연 코팅부가 없을 때 금형을 통한 전류 누설을 보여주는 개략 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본 발명인 통전 소성 가공용 프레스 금형의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 이 과정에서 도면에 도시된 선들의 두께나 구성요소의 크기 등은 설명의 명료성과 편의상 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- [0040] 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로, 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.
- [0041] 아울러, 아래의 실시예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

실시예

- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 통전 소성 가공용 프레스 금형의 사시도이고, 도 3은 도 2의 A-A 방향 단면도이다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 도 2와 도 3에 도시된 바와 같이, 프레스 가공 대상인 소재(10)에 전류를 인가하기 위한 전극(222)이 통전 소성 가공용 프레스 금형(이하, '금형')(100)의 일측에 적어도 하나 이상 구비된다.
- [0045] 이때, 금형(100)에서 프레스 가공시 소재(10)와 접촉하게 되는 영역에는 절연 코팅부(220,320,430)가 형성되며, 상기 전극(222)은 절연 코팅부(220,320,430)의 일측에 구비되어, 전극(222)을 통해 소재(10)에 인가된 전류가 금형(100)을 통해 누설되는 것이 방지된다.
- [0046] 전극(222)은 소재(10)와 전기적으로 접촉하여 외부의 전원공급장치(미도시)로부터 공급받은 전류를 소재(10)에 인가하게 되며, 소재(10)에 전류가 인가되는 동안, 또는 전류 인가가 종료된 직후에, 상온에서 소재(10)의 프레스 성형이 이루어진다.
- [0047] 여기서 '통전 소성 가공'이라 함은, 소재(10)에 전류를 인가하였을 때 소재(10) 내부의 유동 응력이 저하되는 현상(통전소성 현상; electroplasticity effect)을 이용하여, 냉간가공에 비해 상대적으로 낮은 성형 하중으로 소성 가공하는 것을 말한다.
- [0048] 즉, 통전 소성 가공시에는, 소재(10)에 전류가 인가됨에 따라 저항열에 의한 소재(10)의 온도 상승이 일부 있을 수도 있으나, 열처리(heat treatment)나 핫포밍 또는 웜포밍에 필요한 온도까지는 이르지 않는다. 따라서 본 명

세서에서 '상온'이라 함은, 소재(10)의 종류별로 각각 서로 다른 열처리 온도나 핫포밍 온도 또는 워밍 온도 보다 상대적으로 더 낮은 온도를 가리킨다.

- [0049] 예를 들어, 스틸(steel)의 핫스탬핑(hot stamping) 온도가 930℃ 이상이고, 온간성형의 경우 분위기 가열을 통해 600~900℃까지 가열되는 반면에, 통전 소성 가공시 발열 온도는 300℃ 미만이다.
- [0050] 또한, 알루미늄의 온간성형 온도 200~300℃임에 반해 통전 소성 가공시 온도는 200℃ 미만이며, 마그네슘 합금의 온간성형 온도가 300~400℃임에 반해 통전 소성 가공시 온도는 200℃ 미만에 그친다.
- [0051] 본 발명의 일 실시예에 따른 금형(100)은, 소재(10)를 지지하며 중앙에 길이방향으로 길게 가이드 홀(221)이 형성되는 블랭크 홀더(200)와, 블랭크 홀더(200)의 상부에 설치되며 소재(10)를 가압하는 다이(300)와, 블랭크 홀더(200)의 하부에 설치되며 가이드 홀(221)을 통해 소재(10)를 가압하는 펀치(400)를 포함한다.
- [0052] 여기서, 블랭크 홀더(200)는 블록 형태의 제1 베이스부(210)와, 제1 베이스부(210)의 상측 중앙부에 형성되어 소재(10)로부터 제1 베이스부(210)로 전류의 누설을 방지하는 제1 절연 코팅부(220)를 포함한다.
- [0053] 제1 절연 코팅부(220)는 예컨대, 소재(10)와 접촉하게 되는 제1 베이스부(210)의 상측면 일정 영역에 절연 코팅재가 표면 코팅됨으로써 형성되는 것도 가능하고, 바람직하게는 제1 베이스부(210)와 별도로 제작된 제1 절연 코팅부(220)가 제1 베이스부(210)에 탈착 가능하게 결합된다.
- [0054] 이처럼 제1 절연 코팅부(220)가 제1 베이스부(210)에 탈착 가능하게 결합되는 경우, 제1 절연 코팅부(220)의 표면 손상시 용이하게 교체할 수 있으며, 따라서 유지 보수에 필요한 시간과 비용을 절감할 수 있다.
- [0055] 이때, 코팅 재료로는 DLC(Diamond Like Carbon), 테프론(Teflon), 실리카(SiO₂)가 사용될 수 있으며, 바람직하게는 열처리 및 질화처리를 통한 표면 경도 향상 후에 DLC를 코팅하여 사용한다.
- [0056] 제1 베이스부(210)는 제1 베이스부(210)의 상측에 돌출 형성되어 소재(10)를 지지하는 소재 지지부(211)를 포함할 수 있으며, 이 경우 제1 절연 코팅부(220)는 소재 지지부(211)의 상측에 형성된다.
- [0057] 바람직하게는, 소재 지지부(211)의 상측에 제1 절연 코팅부(220)가 탈착 가능하게 결합되며, 이때 소재 지지부(211)는 소재(10)와 블랭크 홀더(200)의 접촉 면적을 제한하는 역할과 함께, 제1 절연 코팅부(220)의 결합위치를 규정하는 역할을 한다.
- [0058] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 제1 절연 코팅부(220)의 중앙에 길이방향으로 길게 가이드 홀(221)이 형성된다. 이 가이드 홀(221)은 후술하는 펀치(400)의 승강 방향을 안내하기 위한 것으로, 제1 베이스부(210)를 관통하여 하부의 펀치(400) 방향으로 수직 연장된다. 가이드 홀(221)의 형태와 폭 및 길이 등의 규격은 프레스 성형에 의해 얻고자 하는 최종 제품의 형상에 따라 적절히 선택될 수 있다.
- [0059] 제1 절연 코팅부(220)의 상측 테두리를 따라 적어도 하나 이상의 전극(222)이 구비된다. 이 전극(222)은 외부의 전원공급장치로부터 공급되는 전류를 소재(10)에 인가하기 위한 것으로, 소재(10)와 전기적으로 접촉된 상태에서 소재(10)에 전류를 인가한다.
- [0060] 이때, 소재(10)에 인가되는 전류는 소정의 지속시간(duration)과 펄스 주기(period)를 갖는 펄스 전류(pulse current)인 것이 바람직하며, 펄스 전류의 형태는 전원공급장치와 전극(222) 사이에 설치되는 별도의 컨트롤러(미도시)를 통해 조절될 수 있다.
- [0061] 연속 전류(continuous current)의 인가도 물론 가능하나, 소재(10) 자체의 고유저항에 따른 발열 방지와 에너지 절감 및 통전소성 효과에 의한 성형성 극대화를 위해서는 짧은 시간에 큰 전기적 에너지를 가할 수 있는 펄스 전류를 이용하는 것이 유리하다.
- [0062] 아울러, 전극(222)과 가까울수록 전류 밀도가 높게 형성되므로, 전극(222)은 프레스 성형시 상기 소재(10)에서 응력이 집중되는 부분 즉, 크랙이나 주름 발생이 예측되는 부분과 인접하게 배치되는 것이 바람직하다.
- [0063] 다른 예로서, 소재(10)의 응력 집중부에 인접하게 배치된 전극(222)에는 다른 전극(222)보다 더 큰 전류가 인가되도록 하거나, 더 오랜 시간 동안 더 많은 전류가 인가되도록 하는 것도 가능하다. 즉, 소재(10)의 응력 집중부와 인접하게 배치된 전극(222)에는 더 큰 전기적 에너지가 공급될 수 있다.
- [0064] 이때, 제1 절연 코팅부(220)의 폭 방향으로 서로 다른 극성을 가지는 한 쌍의 전극(222)이, 제1 절연 코팅부(220)의 길이 방향으로 서로 이격하여 적어도 하나 이상 배치되는 것이 바람직하다.

- [0065] 이는, 프레스 성형을 위해서는 소재(10)의 전체 영역으로 전류가 통전될 필요가 있을 뿐더러, 전류의 통전 방향(예컨대, 도면상 좌우방향)과 소재(10)의 변형 방향(예컨대, 도면상 상하방향)이 수직일 때, 통전소성 현상에 따른 성형 하중의 저감 효과가 가장 뚜렷하였기 때문이다.
- [0066] 예컨대, 제1 절연 코팅부(220) 전방의 폭 방향 양측 테두리에 서로 다른 극성을 가지는 한 쌍의 전극(222)이 배치되고, 제1 절연 코팅부(220) 후방의 폭 방향 양측 테두리에 서로 다른 극성을 가지는 한 쌍의 전극(222)이 배치될 수 있다. 이때, 제1 절연 코팅부(220)의 길이 방향 일측 테두리에는 동일한 극성의 전극(222)이 배치되는 것이 바람직하다.
- [0067] 아울러, 전극(222)은 고장이나 손상 발생, 또는 전류 인가량의 변화에 따라 용이하게 교체할 수 있도록, 제1 절연 코팅부(220)에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.
- [0068] 다이(300)는 블록 형태의 제2 베이스부(310)와, 제2 베이스부(310)의 하측 중앙부에 형성되어 소재(10)로부터 제2 베이스부(310)로 전류의 누설을 방지하는 제2 절연 코팅부(320)를 포함한다.
- [0069] 제2 절연 코팅부(320)는 예컨대, 소재(10)와 접촉하게 되는 제2 베이스부(310)의 하측면 일정 영역에 절연 코팅재가 표면 코팅됨으로써 형성되는 것도 가능하고, 바람직하게는 제2 베이스부(310)와 별도로 제작된 제2 절연 코팅부(320)가 제2 베이스부(310)에 탈착 가능하게 결합된다.
- [0070] 이처럼 제2 절연 코팅부(320)가 제2 베이스부(310)에 탈착 가능하게 결합되는 경우, 제2 절연 코팅부(320)의 표면 손상시 용이하게 교체할 수 있으며, 따라서 유지 보수에 필요한 시간과 비용을 절감할 수 있다.
- [0071] 제2 베이스부(310)는 제2 베이스부(310)의 하측에 돌출 형성되어 프레스 성형시 소재(10)를 가압하는 소재 가압부(311)를 포함할 수 있으며, 이 경우 제2 절연 코팅부(320)는 소재 가압부(311)의 하측에 형성된다.
- [0072] 바람직하게는, 소재 가압부(311)의 하측에 제2 절연 코팅부(320)가 탈착 가능하게 결합되며, 이때 소재 가압부(311)는 소재(10)와 다이(300)의 접촉 면적을 제한하는 역할과 함께, 제2 절연 코팅부(320)의 결합위치를 규정하는 역할을 한다.
- [0073] 본 발명의 다른 실시예로서, 상술한 바와 같이 블랭크 홀더(200)의 제1 절연 코팅부(220)에 전극(222)이 구비되는 대신에, 다이(300)의 제2 절연 코팅부(320)에 전극(222)이 구비될 수 있다.
- [0074] 이 경우, 제2 절연 코팅부(320)의 하측 테두리를 따라 적어도 하나 이상의 전극(222)이 구비되며, 전술한 실시예의 경우와 마찬가지로, 전극(222)은 소재(10)의 응력 집중부에 인접하게 배치되는 것이 바람직하다.
- [0075] 또한, 제2 절연 코팅부(320)의 폭 방향으로 서로 다른 극성을 가지는 한 쌍의 전극(222)이, 제2 절연 코팅부(320)의 길이 방향으로 서로 이격하여 적어도 하나 이상 배치되는 것이 바람직하다.
- [0076] 아울러, 전극(222)은 고장이나 손상 발생, 또는 전류 인가량의 변화에 따라 용이하게 교체할 수 있도록, 제2 절연 코팅부(320)에 탈착 가능하게 결합되는 것이 바람직하다.
- [0077] 펀치(400)는 소정의 두께를 가진 플레이트 형태의 제3 베이스부(410)와, 제3 베이스부(410)의 중앙에서 상향 돌출 형성되며 프레스 성형시 전술한 블랭크 홀더(200)의 가이드 홀(221)을 따라 승강하는 승강부(420)를 포함한다.
- [0078] 소재(10)와 접촉하는 펀치(400)의 상단부에는 제3 절연 코팅부(430)가 형성된다. 즉, 승강부(420)의 상단부에 소재(10)로부터 펀치(400)로 전류의 누설을 방지하기 위한 제3 절연 코팅부(430)가 형성된다.
- [0079] 이때, 제3 절연 코팅부(430)는 승강부(420)의 상단부에 절연 코팅재가 표면 코팅됨으로써 형성되는 것도 가능하고, 바람직하게는 승강부(420)와 별도로 제작된 제3 절연 코팅부(430)가 승강부(420)에 탈착 가능하게 결합된다.
- [0080] 이처럼 제3 절연 코팅부(430)가 승강부(420)에 탈착 가능하게 결합되는 경우, 제3 절연 코팅부(430)의 표면 손상시 용이하게 교체할 수 있으며, 따라서 유지 보수에 필요한 시간과 비용을 절감할 수 있다. 한편, 본 발명의 또 다른 실시예로서, 펀치(400)의 제3 절연 코팅부(430)에 전극(222)이 탈착 가능하게 결합되는 것도 물론 가능하다.
- [0081] 도 4는 절연 코팅부가 없을 때 금형(100')을 통한 전류 누설을 보여주는 개략 단면도로서, 도 4에 도시된 화살표는 소재(10)로부터 블랭크 홀더(200')나 다이(300'), 그리고 펀치(400')를 통해 누설되는 전류의 방향을 가리킨다.

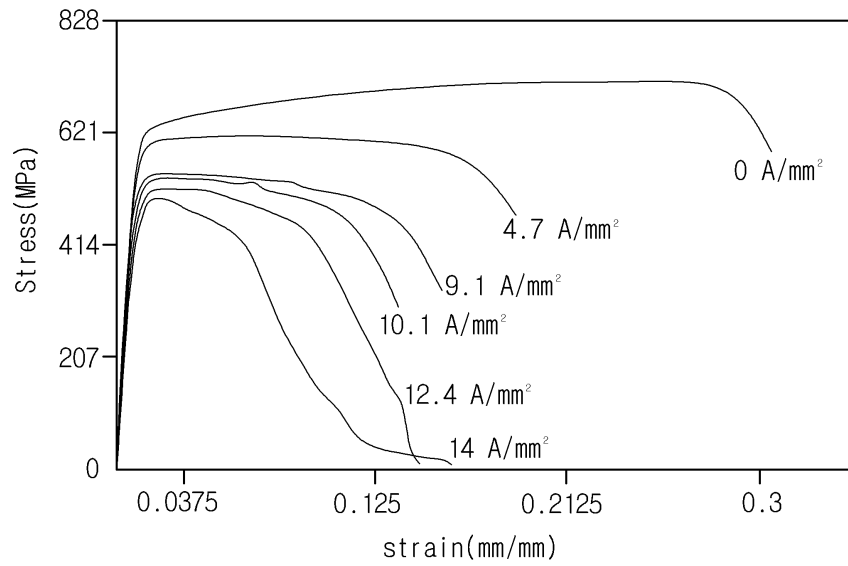
- [0082] 상술한 바와 같은 금형(100)을 사용하여 소재(10)를 프레스 가공하는 경우, 다음과 같이 통전소성 프레스 가공이 진행된다.
- [0083] 먼저, 소재 지지부(211)에 소재(10)가 안착되고, 외부의 전원공급장치로부터 전극(222)으로 전원이 공급된다. 이때 소재(10)에는 컨트롤러에 의한 펄스 전류가 통전될 수 있으며, 통전소성 효과(electroplasticity effect)에 의해 상온에서 소재(10)의 내부 유동응력이 저하된다.
- [0084] 전류 인가중, 또는 전류 인가 후 즉시, 소재(10)의 내부 유동응력이 저하된 상태에서 프레스 작동에 의해 다이(300)와 펀치(400)가 블랭크 홀더(200) 방향으로 승강하며, 그 가압력에 의해 소재(10)가 제품의 형태로 성형된다.
- [0085] 이때, 성형 하중은 그 소재(10)의 냉간성형시 하중보다 훨씬 더 작으며, 절연 코팅부(220,320,430)에 의해, 소재(10)에 인가된 전류가 금형(100)으로 누설되는 것이 방지된다.
- [0086] 아울러, 본 발명에서 전류는 저항열 발생에 의해 소재(10)의 온도를 통상의 열처리나 핫포밍 또는 워밍포밍에서 필요로 하는 온도로 상승시키기 위해 공급되는 것이 아니라, 통전소성 효과의 발생을 위해 인가되는 것임을 다시 한번 밝혀둔다.

부호의 설명

- [0087]
- | | |
|-----------------|---------------|
| 10 : 소재 | 100 : 금형 |
| 200 : 블랭크 홀더 | 210 : 제1 베이스부 |
| 220 : 제1 절연 코팅부 | 222 : 전극 |
| 300 : 다이 | 310 : 제2 베이스부 |
| 320 : 제2 절연 코팅부 | 400 : 펀치 |
| 410 : 제3 베이스부 | 420 : 승강부 |
| 430 : 제3 절연 코팅부 | |

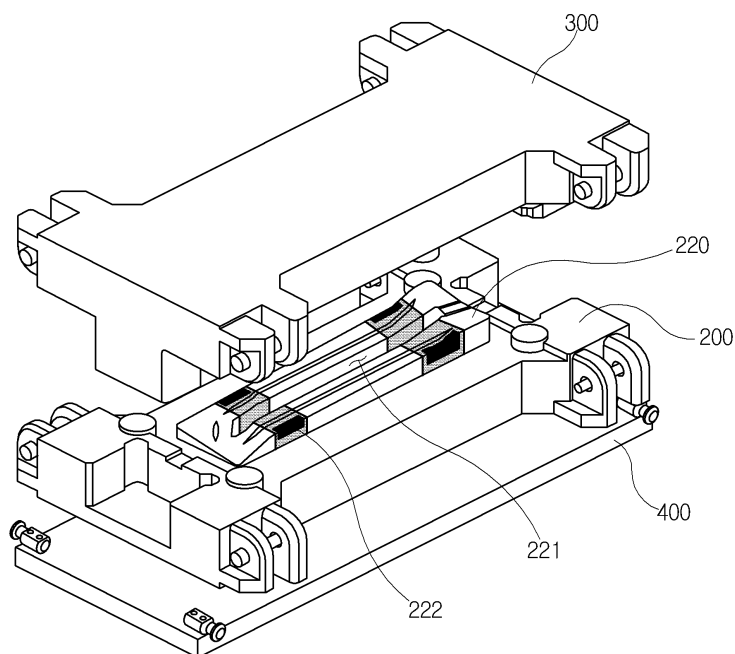
도면

도면1

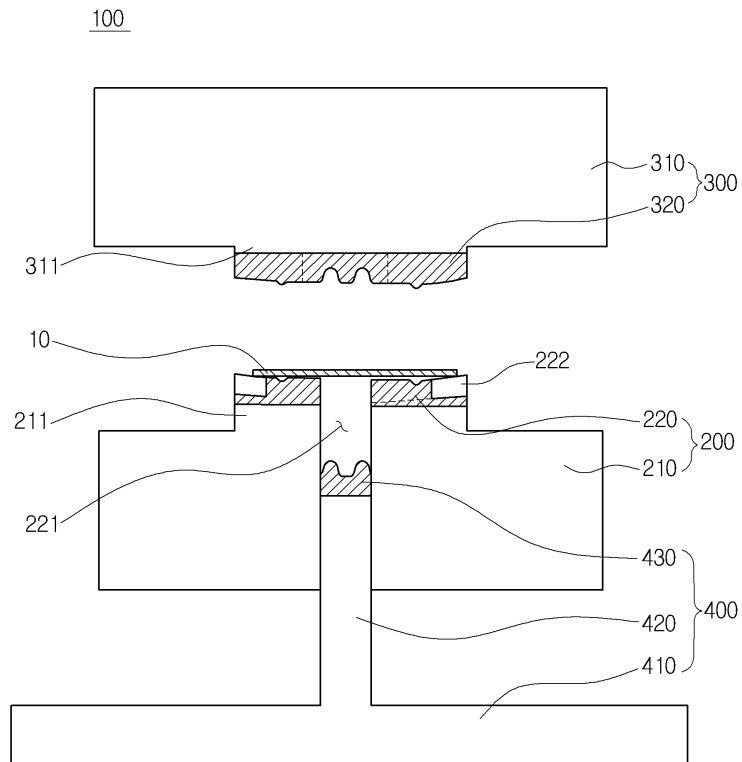


도면2

100



도면3



도면4

