

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 6월 9일 (09.06.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/089097 A1

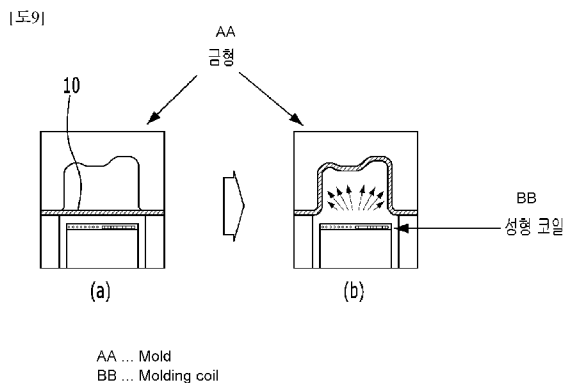
- (51) 국제특허분류:
B21D 26/14 (2006.01) *B21D 26/06* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/013027
- (22) 국제출원일: 2015년 12월 2일 (02.12.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0171808 2014년 12월 3일 (03.12.2014) KR
- (71) 출원인: 부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 46241 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, Busan (KR).
- (72) 발명자: 김정 (KIM, Jeong); 46242 부산시 금정구 금샘로 262, 211 동 1304 호, Busan (KR). 강범수 (KANG, Beom Soo); 46279 부산시 금정구 중앙대로 1617-12, 102 동 2502 호, Busan (KR). 노학권 (NOH, Hak Gon); 46242 부산시 금정구 금샘로 262, 208 동 1502 호, Busan (KR).

- (74) 대리인: 김홍길 (KIM, Hong Ghil); 48009 부산시 해운대구 센텀동로 99 벽산 e 센텀클래스원 407, Busan (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: ULTRA-HIGH-SPEED MOLDING METHOD USING ELECTROPLASTICITY EFFECT

(54) 발명의 명칭 : 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법



(57) Abstract: The present invention relates to an ultra-high-speed molding method and, more specifically, to "an ultra-high-speed molding method using an electroplasticity effect", the method enabling a predetermined pulse current to be applied to a molding material to be processed so as to instantly lower the stress of the molding material to be processed, and then enabling a predetermined force to be applied, at an ultrahigh speed, to the molding material to be processed so as to mold the molding material to be processed. The ultra-high-speed molding method using an electroplasticity effect, according to the present invention, comprises the steps of: (a) performing electroplasticity on a molding material to be processed; and (b) molding the molding material to be processed by providing, at an ultrahigh speed, a predetermined molding force to the molding material to be processed. The present invention has an advantage of molding, at an ultrahigh speed (molding time: 150-300 μ s), a molding material to be processed. In addition, the present invention applies a predetermined molding force to a molding material to be processed, in synchronization with the deterioration of the stress of the molding material to be processed, thereby having an advantage of comparatively saving more energy consumed for the molding force.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2016/089097 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, **공개:**
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 초고속 성형 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 피가공 성형재에 소정의 펄스 전류를 인가하여 피가공 성형재의 응력을 순간적으로 떨어뜨린 후 피가공 성형재에 초고속으로 소정의 힘을 인가하여 피가공 성형재를 성형하기 위한 "전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법"에 관한 것이다. 본 발명에 따른 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법은 (a) 피가공 성형재에 대하여 전기소성을 수행하는 단계; (b) 상기 피가공 성형재에 대하여 소정의 성형력을 초고속으로 제공하여 상기 피가공 성형재를 성형하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다. 이러한 본 발명은 피가공 성형재를 초고속(성형시간: 150~300 μ s)으로 성형할 수 있다는 이점이 있다. 또한 본 발명은 피가공 성형재의 응력이 저하되는 시점에 동기되어 소정의 성형력을 피가공 성형재에 인가하므로 그렇지 않은 경우보다 성형력에 소비되는 에너지를 절감할 수 있다는 이점이 있다.

명세서

발명의 명칭: 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 초고속 성형 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 피가공 성형재에 소정의 전류를 인가하여 피가공 성형재의 응력을 순간적으로 떨어뜨린 후 피가공 성형재에 초고속으로 소정의 힘을 인가하여 피가공 성형재를 성형하기 위한 "전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법"에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 자동차 또는 항공 산업에서는 연료의 효율을 개선하기 위하여 경량금속의 사용이 늘어나고 있다.
- [3] 이 때문에, 고강도강판 (High strength steel) 및 알루미늄 합금의 사용이 두드러지고 있다.
- [4] 그러나 이러한 특수한 목적을 가진 소재들은 일반적인 상온 환경에서 본래의 철강 합금에 비하여 제한된 성형성(난성형성)을 갖기 때문에 산업적 활용에 어려움이 따른다.
- [5] 이러한 이유로 인하여, 난성형 합금의 성형성을 개선하기 위해서는 다양한 기술들이 연구되고 있다.
- [6] 금속의 성형성을 향상시키기 위해서 전형적인 방법으로는 고온에서 성형하는 온간성형(Hot stamping)법이 있다.
- [7] 하지만 온간 성형법은 금형과 재료 사이의 점착, 윤활의 어려움, 그리고 금형의 강도 저하로 인한 수명문제와 같이 고온 처리로 인한 단점들이 발생한다.
- [8] 이 때문에, 고강도강판의 경우, 성형공정 후 스프링백으로 인한 성형치수 정밀도의 불량으로 인해 고강도강판 성형에 적합한 성형공정의 개발이 요구되고 있는 실정이다.
- [9]
- [10] 한편 금속 재료의 속성에 대한 다양한 연구들이 진행되고 있는데 그 중의 하나로 금속에 전기를 통하는 경우 금속 재료의 특성이 변한다는 사실이 밝혀지고 있다. 특히, 금속에 전류를 공급하는 경우 금속의 응력이 변한다는 사실이 다양한 연구들에 의하여 알려지고 있으며 이를 학문적으로는 전기소성이라고 한다.
- [11] 이하에서는 전기소성 기공지된 논문을 참조하여 간단히 설명하기로 한다.
- [12] 울산대학교 자동차선박기술대학원 2013년 5월 "주기적 펄스 전류통전간 5052 알루미늄 합금의 기계적 거동에 관한 연구" 논문에는 다음과 같이 전기소성에 대하여 설명하고 있다.
- [13] 1969년 Troitskii가 나트륨과 같은 특정 물질에 통전된 전류가 물질의 속성을

변화시킨다는 현상을 설명한 이후로, 1984년에는 Klimov 등, 그리고 2000년에 Conrad는 금속재료의 변형간 펄스형태의 전류가 유동응력을 낮춘다는 연구결과를 밝혔다.

- [14] 이러한 연구를 통하여 전류가 가져오는 응력의 변화, 결정구조의 변화는 저항발열이 원인이 아님을 알 수 있었다.
- [15] 2002년 Conrad의 연구에서는 여러 금속과 세라믹에서 연속된 전류 혹은 펄스형태의 전류를 통한 소성현상과 상변태를 유도하였다.
- [16] 이러한 현상을 전기소성(electroplasticity)이라고 정의한 최근의 연구들은 전기소성 현상을 이용하여 성형성을 향상 시킬 수 있는 Electrically Assisted Manufacturing(EAM) 기술을 선보였다.
- [17] 2007년의 Ross와 동료의 연구, 그리고 Perkins와 동료의 연구에 따르면 연속된 전류를 통전시킴으로써 금속의 유동응력을 비약적으로 감소함을 알 수 있었다.
- [18]
- [19] 또한 Ross와 Perkins의 연구결과의 비교를 통하여 금속의 변형간 연속된 통전이 인장시험의 경우에는 최대로 얻을 수 있는 연신율이 저하되는 반면 압축시험의 경우에는 비약적으로 연신율이 향상됨을 알 수 있었다.
- [20] 해당 연구에서 최대 연신율이 저하되는 이유는 인장시험간 시편의 단면이 좁아짐에 따라 단위 면적당 유입된 전기 에너지(electric energy density)가 커지게 되고 이는 시편의 이른 파단을 야기할 정도로 과한 온도상승 효과를 가져왔기 때문이다.
- [21] 이 결과에 따라 연속 전류를 통한 통전 가공기술은 박판 제조 공정에 적용하기에는 최대 연신율의 저하 현상때문에 이용할 수 없었다.
- [22] 통전소성 현상은 전류를 인가하여 소재에 열을 발생시켜 유동응력을 낮추고자 하는 곳으로 금속 성형을 연구기관들과 금속 제품을 다루는 산업분야로부터 집중을 받기 시작했다.
- [23] 그리하여 인장하는 금속의 통전소성간 최대연신율이 감소하는 단점을 극복할 방안이 2008년, 2009년, 2010년 Roth와 Salandro에 의해 시도 되었다.
- [24] 2008년 Roth와 동료는 연속전류가 아닌 주기적 형태의 펄스 전류를 이용하여 5754 알루미늄합금의 최대 연신율을 전형적인 일반 인장시의 파단 연신율에 400% 정도로 향상시킬 수 있었다.
- [25] 2009년의 Salandro 등의 연구에서는 AZ31BO 마그네슘합금을 이용하여 통전펄스의 지속시간과 단위면적당 전류변수의 효과를 조사하고 가장 큰 연신율을 가져오는 공정변수를 제안하기도 하였다.
- [26] 그 뒤를 이은 연구인 Salandro의 2010년 연구에서는 여러 종의 5xxx계열 및 열처리 조건의 알루미늄 합금을 대상으로 주기적 펄스 전류의 성형성 증가 효과를 연구하였다.
- [27] 이 연구를 통해서 통전 성형이 가져오는 성형성 향상에 관한 유효성이 합금의 종류나 열처리조건에 따라 다르다는 사실을 알 수 있었다.

- [28] 추가로 2009년의 Green 등의 연구에 따르면, 단 한번의 높은 전류밀도의 전류를 가공간 하중을 제거하기 직전 혹은 성형의 마지막 단계에 가하여 탄성복원을 제거하거나 그 정도를 줄이기 위한 기술로 활용될 수 있다고 입증하였다.
- [29] 이는 통전성형 기술이 더 많이 늘이기 위한 장점만이 아닌 보다 정확한 치수 및 형상을 위하여 사용될 수 있는 가능성을 보여주는 시도였다.
- [30] 전류가 가져오는 다양한 금속에서 기계적 거동의 변화 효과는 많은 연구자와 산업계의 관심이 증대 함에도 불구하고, 전류의 지속시간, 전류밀도, 전류 주기를 포함한 펄스 변수의 효과에 관한 양적인 평가에 관한 연구는 매우 제한적이다.
- [31] 2011년에 Salandro는 굽힘 공정에 304 스테인리스 합금을 대상으로 펄스 전류를 통해 통전소성 효과를 조사하였고 3점식 굽힘 공정의 하중 및 변형량 구하기 위한 해석기법을 제시하였다.
- [32] 이 연구에서는 electroplastic bending coefficient를 도입하여 EAB (electrically assisted bending) 공정의 설계를 위해 연구결과를 활용할 수 있도록 하였다. 이 모델은 실험의 결과들과 잘 맞아 떨어졌으며 10~15% 차이 내에서 굽힘 하중을 예측할 수 있었다.
- [33] 도 1은 한국생산제조시스템학회 2014년도 춘계학술대회 논문집 61페이지에 게재된 통전 성형을 이용한 1Gpa 이상 초 고강도 강 및 Al5000계 차체제품의 제조 기반 기술 관련 전기소성효과를 보여주는 예시적 그래프이다.
- [34] 도시된 바와 같이, 소정 크기의 펄스 전류를 0.01s 간격으로 통전시킨 경우 금속의 응력(strain)이 일시적으로 소정치 이하로 다운되는 현상이 나타나는 것을 있다. 특히, 응력 저하의 정도는 통전 전류의 크기에 비례하는 것도 알 수 있다.
- [35] 이처럼, 전기소성(Electroplasticity) 효과는 금속이 소성변형을 하는 동안 연속전류를 흘려주면 Flow stress가 확연하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다.
- [36] 하지만 이러한 효과는 도 1의 그래프에서도 알 수 있는 바와 같이 1~2ms 정도의 짧은 시간에 순간적으로 발생하고 금형과의 절연문제로 인해 성형시간이 1~2초인 기존의 일반적인 성형공법을 그대로 적용하기에는 문제점을 안고 있으며 이 때문에 단시간에 소정의 힘을 가할 수 있는 성형 방법이 필요하다.
- [37] 한편, 초고속의 성형 방법으로는 폭발성형(explosive forming), 전자기 성형 공법(electromagnetic forming:EMF) 등이 알려져 있다.
- [38] 폭발성형은 화약의 폭발에 의한 에너지를 이용해서 성형하는 가공법으로, 가공속도가 매우 빠르고 단단한 재료에 임의의 형상으로 성형할 수 있다는 특성이 있다
- [39] 다음, 전자기 성형(electromagnetic forming:EMF)은 고강도의 자기장을 이용하여 고속(15~300m/s)으로 금속을 성형하는 기술로, 자체가 가지는 에너지를 직접 금속의 성형에 이용하는 성형법으로 폭발성형과 더불어 대표적인 고속 성형법 중의 하나이다(high-velocity forming process)[1].
- [40] 이러한 전자기 성형법은 성형코일의 자기장이 작용하는 범위 내에서 성형이

이루어지기 때문에 피가공재의 성형 범위에 제한이 있고, 전기전도도가 낮은 소재는 성형을 위한 충분한 성형력을 얻기 위해 구리와 같은 고전도성 드라이버(driver)를 이용해야 하지만, 성형코일에 의해 발생된 자기압력이 가공물에 직접 가해져 어떠한 물리적 접촉없이 성형이 이루어지므로(비접촉식 성형), 표면 결함, 윤활, 마멸 등의 문제가 발생하지 않으며 반복적인 성형이 가능하다는 장점이 있다.

[41] 또한 전자기 성형은 냉간 가공법으로서 기계적 성질을 그대로 유지하는 것이 가능하다. 따라서, 축관/확관, 평판 성형, 접합 공정 등 다양한 성형공정에 적용이 가능하다.

[42] 뿐만 아니라 전자기 성형은 복잡한 형상도 효과적으로 성형이 가능하기 때문에 가전제품 산업은 물론, 자동차 산업과 항공 산업 등 다양한 분야에 응용 할 수 있다[2].

[43] 국내에서는 1990년대 초에 국외에서 장비를 도입해 수치적 접근과 실험 결과를 비교하는 등의 연구가 진행 되었고 2005년에는 자동차의 spaceframe에 적용하기 위한 단계로서 알루미늄 튜브의 접합공정에 대한 연구가 진행되었으나 기술 기반과 경험의 부족으로 실용화 되지는 못하고 있다[3].

[44] 국외에서도 미국과 유럽, 일본, 중국 등지에서 전자기 성형에 대한 연구가 활발히 진행되고 있지만 부분적으로만 실용화 되고 있는 실정이다[4].

[45]

[46] 이하에서는 이러한 전자기 성형의 원리 및 방법에 대하여 설명하기로 한다.

[47] 임의의 폐회로에서 자속이 시간에 따라 변하게 되면 자속의 시간변화율과 같은 방향은 반대인 유도기전력이 유도된다. 이를 패러데이 법칙(Faraday's law)이라고 하고 식 (1)과 같이 표현된다.

[48]

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt}$$

[49] 식 (1)에서 ε 은 유도 기전력, Φ 는 자속, t 는 시간을 나타낸다. 전자기 성형에서 커패시터를 통해 코일에 순간적으로 도 2와 같이 수백 μs 의 짧은 시간 이내에 감쇠하는 전류를 방전하게 되면 자속의 변화로 인해 주위의 피가공재(workpiece)에 유도 기전력이 발생하게 된다. 이 유도 기전력에 의해 도체인 피가공물에 유도전류(induced current)가 흐르게 된다.

[50] 자기장으로 인하여 전류가 흐르는 도체가 받는 힘을 로렌츠의 힘(Lorentz's force)이라고 하고 식 (2)로 표현된다.

[51] $F = Idl \times B$ (2)

[52] 여기서 I 는 도체에 흐르는 전류, dl 은 도체의 길이, B 는 자속밀도, F 는 로렌츠의 힘이다. 도체의 길이 dl 과 자속밀도 B 에 의해 정의 되는 면에 수직으로 도 3과

- 같이 로렌츠의 힘이 발생하게 된다. 이 힘이 전자기 성형에서 성형력이 된다[5].
- [53] 전자기 성형 장비는 고용량의 커패시터와 성형코일, 커패시터를 충전하기 위한 제어 회로 및 전력공급장치, 충/방전 스위치, 금형으로 구성되어 있으며 기본적인 회로 구성도는 도 4와 같다.
- [54] 도 4와 같이 전력공급장치와 연결된 고용량의 커패시터(capacitor)는 충전 스위치를 통해 충전이 이루어지게 된다.
- [55] 성형을 하기 위한 목표 에너지까지 커패시터가 충전이 되면 방전스위치를 통해 순간적으로 방전시킴으로써 성형코일(forming coil)에 충격전류가 흐르게 된다.
- [56] 코일에 인가되는 입력전류는 도 2과 같이 수백 μs 이내에 감쇠하면서 성형코일에 강력한 자기장을 발생 시키게 된다. 성형코일의 강한 자기장은 패러데이의 법칙에 의해 피가공재에 반대 방향의 유도전류를 발생시키고 로렌츠의 힘에 의해 성형력이 발생되어 성형이 이루어진다.
- [57] 도 5는 전자기 성형에 사용되는 성형 코일의 일예이고, 도 6은 성형코일을 에폭시(Epoxy)를 이용하여 절연을 시킨 상태의 외관 사시도이며, 도 7은 전자기 성형을 실시하기 위하여 피가공 성형재(work piece)를 금형(die)과 전자기 성형 코일 사이에 배치시킨 상태를 보여주는 도면이다.
- [58] 알려진 바와 같이, 전자기 성형을 위해서는 전자기 성형장비의 입력 전압의 조절을 통한 커패시터의 저장 에너지 제어와 충전 및 방전을 위한 시스템, 일정 전류계를 통해 커패시터를 안정적으로 충전하기 위한 제어 시스템의 구축이 필요하며, 입력 전압 조절 장치를 통해 커패시터의 저장 에너지 조절을 가능하도록 하고 이를 전압계를 통해 커패시터의 전압을 확인 할 수도 있다.
- [59]
- [60] 이러한 전자기 성형 공법을 이용한 관련 선행 특허 기술로는
- [61] 1. 한국특허번호 제10-0956027호, "전자기 성형장치 및 이를 이용하여 제작되는 범퍼 스테이션형품", 2010.04.27.
- [62] 2. 한국특허번호 제10-1344867호, "하부 성형 수단을 갖는 전자기 성형 장치", 2013.12.18.
- [63] 3. 한국특허번호 제10-1034592호, "다수의 성형 펀치를 포함하는 판재 성형 장치 및 이를 이용한 판재 성형 방법", 2011.05.04.
- [64] 4. 한국특허번호 제10-1034593호, "다수의 성형 펀치를 포함하는 스트레칭 판재 성형 장치 및 이를 이용한 스트레칭 판재 성형 방법", 2011.05.04. 등이 있다.
- [65] 그런데, 이러한 전자기 성형을 이용한 성형력은 수십 내지 수백 μs 의 짧은 순간에 작용되기 때문에 효과적인 성형이 이루어지기 위해서는 피가공재에 충분한 운동에너지를 줄 수 있을 정도로 소재의 항복응력의 수배 이상이 되는 상당한 성형력이 발생되어야 한다는 문제점을 안고 있다.
- [66] 이 때문에, 전자기 성형시 상당한 양의 전력이 소모된다는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [67] 본 발명은 동일 성형 조건하에서 피가공 성형재에 가해지는 성형력을 감소시킬 수 있는 방법을 제안하고자 한다.
- [68] 이를 위하여, 본 발명에서는 피가공 성형재에 전기소성 현상을 발생시켜 피가공 성형재의 응력을 떨어뜨린 후, 전자기 성형력을 인가하는 방법을 제안한다.
- [69] 참고로, 본 발명에서 제안하는 피가공 성형재에 대한 소성 처리는 피가공 성형재에 대하여 소정 시간 동안 소정의 전류를 통전시키는 방법으로 이루어진다.
- [70] 이를 위하여, 본 발명은 피가공 성형재에 전기소성을 가하여 순간적으로 피가공 성형재의 응력을 떨어뜨린 후 피가공 성형재의 응력이 떨어져 있는 짧은 시간동안 피가공 성형재에 소정의 성형력을 가하여 피가공 성형재를 성형하고자 하는 방법을 제안한다.
- [71] 본 발명에 있어서, 피가공 성형재에 인가되는 성형력은 전기소성에 의하여 피가공 성형재의 응력이 떨어진 시간내에 인가되는 것이 바람직하며, 이러한 성형력은 폭발성형 또는 전자기 성형 공법에 의하여 제공될 수 있다.

과제 해결 수단

- [72] 본 발명에 따른 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법은 (a) 피가공 성형재에 대하여 전기소성을 수행하는 단계; (b) 상기 피가공 성형재에 대하여 소정의 성형력을 초고속으로 제공하여 상기 피가공 성형재를 성형하는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [73] 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법은 (a) 피가공 성형재에 대하여 전류를 흘리는 단계; (b) 상기 피가공 성형재의 응력이 일정치 이하로 떨어지는 단계; (c) 상기 피가공 성형재의 응력이 일정치 이하로 떨어져 있는 시간 동안 상기 피가공재에 소정의 성형력을 가하여 성형하는 단계로 이루어질 수 있다.
- [74] 본 발명에 있어서, 상기 피가공 성형재에 인가되는 상기 소정의 펄스 전류의 세기는 상기 피가공 성형재의 종류에 따라 다르고, 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 떨어지는 시점은 상기 피가공 성형재의 종류에 따라 상이할 수 있다.

발명의 효과

- [75] 본 발명의 효과는 다음과 같다.
- [76] 본 발명은 피가공 성형재를 초고속(성형시간: 150~300 μ s)으로 성형할 수 있다는 이점이 있다.
- [77] 또한 본 발명은 피가공 성형재의 응력이 저하되는 시점에 동기되어 소정의 성형력을 피가공 성형재에 인가하므로 그렇지 않은 경우보다 성형력에 소비되는 에너지를 절감할 수 있다는 이점이 있다.

[78] 또한, 본 발명은 초고속 성형 방법인 폭발 성형 이외에도 비접촉 성형특성을 가지는 초고속 전자기성형공법을 전기소성효과와 접목하여 피가공 성형재의 유동응력을 일시적으로 낮추고 순간적으로 전자기성형을 적용하여 냉간성형에서도 초고강도강과 난성형 소재 성형이 가능하다는 이점이 있다.

[79] 본 발명에서 제안하는 전기소성효과를 고려한 초고속 성형 예컨대 전기소성효과를 고려한 전자기성형기술은 아직까지 국내외 어디에서도 연구되거나 제안된 바 없는 것으로 이러한 본 발명을 산업계에 적용하는 경우 초고강도를 가지는 제품의 냉간성형으로 인하여 기존공법 대비 생산비용을 획기적으로 절감시킬 수 있을 뿐만 아니라 제품의 성형 품질에도 개선시킬 수 있으며, 향후 차세대 초고강도강 판재성형기술의 획기적인 발전에 기여가 가능하다고 보여진다.

도면의 간단한 설명

[80] 도 1은 한국생산제조시스템학회 2014년도 춘계학술대회 논문집 61페이지에 게재된 통전 성형을 이용한 1Gpa 이상 초 고강도 강 및 Al5000계 차체제품의 제조 기반 기술 관련 전기소성효과를 보여주는 예시적 그래프이다.

[81] 도 2 내지 도 4는 전자기 성형의 개념을 설명하기 위한 도면이다.

[82] 도 5는 전자기 성형에 사용되는 성형 코일의 일예이다

[83] 도 6은 성형코일을 에폭시(Epoxy)를 이용하여 절연을 시킨 상태의 외관 사시도이다.

[84] 도 7은 전자기 성형을 실시하기 위하여 피가공 성형재(work piece)를 금형(die)과 전자기 성형 코일 사이에 배치시킨 상태를 보여주는 도면이다.

[85] 도 8은 전자기 성형 장비에 사용되는 충방전 회로의 개념을 보여주는 도면이다.

[86] 도 9 내지 도 10은 본 발명에 따른 전기소성효과를 이용하여 전자기 성형을 수행하는 방법을 설명하는 도면이다.

[87] 도 11은 본 발명에 따른 전자기 성형 방법을 설명하는 도면이다.

[88]

발명의 실시를 위한 형태

[89] 이하, 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.

[90]

[91] 본 발명에 따른 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법은 피가공 성형재에 대한 전기소성 단계 및 피가공 성형재에 대한 초고속 성형 단계로 이루어진다.

[92]

[93] 1. 먼저, 전기소성 단계에 대하여 설명하기로 한다.

[94] 전기소성 단계는 피가공 성형재에 소정의 전류를 흘려 피가공 성형재의 응력을 일정치 이하로 저하시키는 과정이다

[95] 알려진 바와 같이, 피가공 성형재에 대하여 일정 레벨 이상의 전류를 흘리면

피가공 성형재의 응력이 순간적으로 일정치 이하로 저하되는 현상이 발생한다.

[96]

[97] *따라서, 피가공 성형재의 응력이 일정치 이하로 저하된 시간에 동기되어 소정의 성형력을 피가공 성형재에 가하는 경우 전기소성 효과를 가하지 않은 경우보다 더 낮은 성형력으로 피가공 성형재를 성형할 수 있다는 이점이 있다.

[98]

[99] 2. 다음 초고속 성형 단계에 대하여 설명하기로 한다.

[100] 전술한 전기소성 효과에 의하여 피가공 성형재의 응력이 저하되는 시간은 피가공 성형재의 종류에 따라 차이가 있기는 하지만 그 시간은 매우 짧다.

[101] 따라서 전기소성 효과를 이용하기 위해서는 피가공 성형재의 응력이 저하되어 있는 시간내에 소정의 성형력을 피가공 성형재에 인가할 필요가 있다.

[102] 이 때문에 피가공 성형재에 가해지는 성형력은 전기소성 효과에 의하여 응력이 저하되어 있는 시간내에 가해져야 하며 또한 동기화되는 것이 바람직할 것이다.

[103] 예컨대, 전기 소성 효과에 의하여 피가공 성형재의 응력이 저하되어 있는 시간이 약 A[sec] 동안 이라고 하면, 피가공 성형재를 성형하기 위하여 인가되는 소정의 성형력은 A[sec] 이내이어야 할 것이다.

[104]

[105] 통상 전기소성효과가 이루어지는 시간은 매우 짧으므로 일반적인 성형 방법으로는 그 적용이 곤란하다.

[106] 따라서, 본 발명에서는 전기소성효과에 따른 피가공 성형재의 짧은 응력 저하 시간 동안 성형력을 제공할 수 있는 방법을 강구하였다.

[107] 이러한 성형력은 폭발 성형, 전자기 성형 중 적어도 어느 하나가 가능할 수 있다.

[108] 왜냐하면, 이들 폭발 성형, 전자기 성형은 초고속으로 소정의 성형력을 피가공 성형재에 가할 수 있기 때문이다.

[109] 본 발명에서는 이러한 본 발명의 일 실시예 중의 하나로, 전자기 성형을 이용하여 피가공 성형재의 짧은 응력 저하 시간 동안 성형력을 제공할 수 있는 방법에 대하여 설명하기로 한다.

[110] 참고로, 본 발명에서는 전기소성효과에 부응하여 고속 처리 가능한 전자기 성형을 일례로 설명하지만 본 발명의 실시예는 이에 제한되지 아니하며 폭발 성형에도 동일하게 적용 가능할 것이다.

[111]

[112] [본 발명의 실시를 위한 전자기 성형에 대한 설명]

[113] 당업계에 알진 바와 같이 전자기 성형(Electromagnetic forming: EMF)은 고강도의 자기장을 이용하여 고속(15~300m/s)으로 금속을 성형하는 기술이다.

[114] 전자기성형법은 성형 코일에 의해 순간적으로 전류가 방전되고 주위의 자속 변화 때문에 피가공재(workpiece)에 유도기전력이 발생한다.

[115] 이러한 유도전류가 가공물에 흐르게 되면 로렌츠 힘(Lorentz force)으로 피

가공물이 성형된다.

[116] 전자기성형법은 성형코일에 의해 발생된 자기력이 가공물에 직접 가해져 어떠한 물리적 접촉 없이 성형이 이루어지므로, 표면 결함, 윤활, 마멸 등의 문제가 발생하지 않으며 반복적인 성형이 가능하다는 장점이 있다.

[117]

[118] 전자기 성형 장비는 도 8에 도시된 바와 같이 저항, 인덕터, 고용량의 커패시터, 성형코일, 충/방전 스위치를 기본적으로 구비한다. 참고로 도 8에 도시된 전자기 성형 장비 중에서 성형코일을 제외한 나머지 부분은 성형코일에 소정의 전류를 공급하기 위한 충방전 회로이다(도 9의 충방전 회로).

[119] 한편, 도시되지는 않았지만 이러한 전자기 성형 장비는 충방전 스위치를 제어하기 위한 제어 회로는 물론 전력공급장치, 금형을 더 포함하는 포괄적인 개념으로 이해하여야 할 것이다.

[120]

[121] 전력공급장치와 연결되는 고용량의 커패시터(Capacitor)는 충전 스위치를 통해 충전이 이루어지게 되고, 성형하기 위한 목표 에너지까지 커패시터가 충전되면 방전 스위치를 통해 순간적으로 방전시킴으로써 성형 코일(Forming coil)에 충격전류가 흐르게 된다.

[122] 일반적으로 코일에 인가되는 입력전류는 수백 μs 이내에 감쇠하면서 성형 코일에 강력한 자기장을 발생시키게 된다.

[123] 성형 코일의 강한 자기장은 패러데이의 법칙에 의해 피가공재에 반대 방향의 유도전류를 발생시키고 로렌츠의 힘으로 성형력이 발생하여 성형이 이루어지는 과정을 거친다.

[124] 그런데, 이러한 전자기 성형에는 피가공 성형재에 인가되는 성형력이 일정 수준 이상되어야 하며 이 때문에 전자기 성형에는 상당한 양의 에너지가 소비된다.

[125]

[126] 이에 본 발명에서는 피가공 성형재의 응력을 저하시킨 상태에서 전자기 성형을 적용하는 방법을 제안하여 전자기 성형에 필요한 에너지를 상대적으로 감소시킬 수 있는 방안을 제시한다.

[127]

[128] 도 9 및 도 10은 본 발명에 제안하는 전기소성효과를 이용하여 전자기 성형 방법(초고속 성형 방법 중의 일예)을 실시하는 전자기 성형장비의 개념도이다.

[129] 도 9의 (a), (b)는 성형코일에 전류가 공급되면 피가공 성형재(10)가 성형되는 과정을 개념적으로 도시한 도면이고, 도 10의 (a)는 피가공 성형재(10)에 펄스 전류 발생기를 연결시켜 피가공 성형재(10)에 전기소성 효과를 얻기 위한 전류를 공급하는 개념을 도시한 도면이고, 도 10의 (b)는 성형코일에 도 8에 도시된 것과 동일 유사한 충방전 회로를 전기적으로 연결한 개념을 설명하는 도면이다.

[130] 즉, 도 9에서 도시되지는 않았지만 도 9의 피가공 성형재(10)와 성형코일에는

도 10에 도시된 펄스 전류 발생기와 충방전 회로가 각각 연결되어 있다.

[131]

[132] 먼저, 전자기 성형 장비를 준비한다. 도 9와 같이 전자기 성형 장비의 일 구성 요소인 성형 코일은 안착부에 안착되어 있는 상태를 유지하며, 성형 코일 상부에는 도면과 같이 소정 형상의 금형이 위치한다.

[133]

[134] 다음, 가공하고자 하는 피가공 성형재(10)를 성형 코일 상부에 위치시킨다. 이 때, 필요에 따라서는 성형 코일 상부에 강자성 소재의 중간 부재를 안착시킨 후 피가공 성형재(10)를 강자성 소재의 중간 부재 상부에 안착시킬 수 있으나 이는 선택적인 사항일 수 있다.

[135]

[136] 다음, 피가공 성형재에 도 10의 (a)에 도시된 펄스 전류 발생기를 이용하여 소정의 펄스 전류를 도전시켜 전기 소성 효과를 얻는다.

[137]

알려진 바와 같이 피가공 성형재의 종류, 인가된 전류의 세기, 펄스 전류의 듀티비에 따라 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 다운되는 시점에 차이가 있을 수 있다.

[138]

[139] 다음, 본 발명에서는 소정의 펄스 전류를 피가공 성형재에 공급하여 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 떨어지는 시점에 동기화되도록 전자기 성형 장비의 충방전 회로를 제어하여 성형 코일에 소정의 전류를 공급시킨다.

[140]

[141] 도 11은 본 발명에 따른 전자기 성형 코일을 이용하여 피가공 성형재에 소정의 전자기력을 수회 인가하여 피가공 성형재를 소정 형상으로 가공하는 개념을 도시하였다.

[142]

[143] 따라서, 본 발명에서와 같이 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 떨어지는 시점에 동기화시켜 충방전 회로를 작동시킴으로써 피가공 성형재의 성형을 보다 용이하게 구현할 수 있다.

[144]

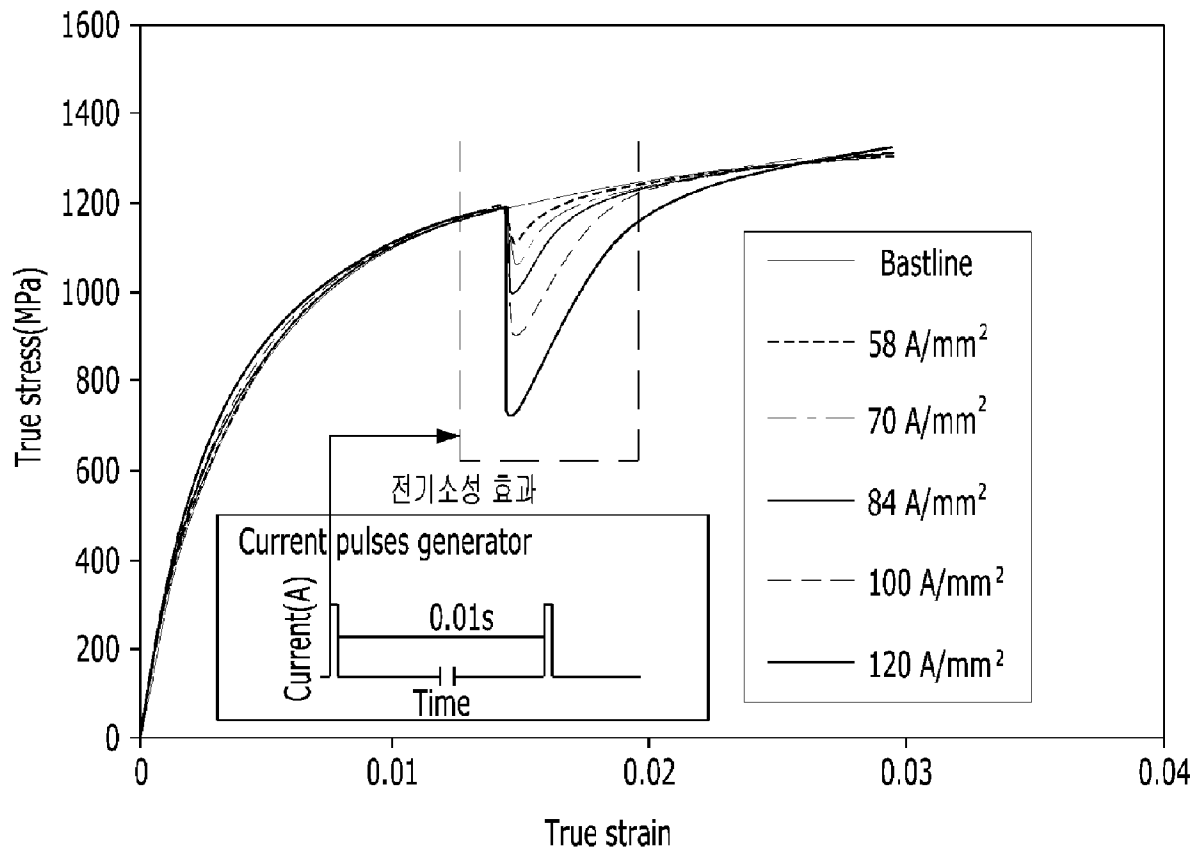
[145] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법은 전자기 성형력을 인가하는 실시예로 설명되었으나 본 발명은 폭발 성형 등과 같이 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 다운되는 시점에 동기화되어 소정의 힘을 피가공 성형재에 가할 수 있는 모든 종류의 성형 방법에도 동일하게 적용되며 본 발명의 보호범위는 이러한 기술 분야에까지 미치는 것으로 해석되어야 한다.

[146]

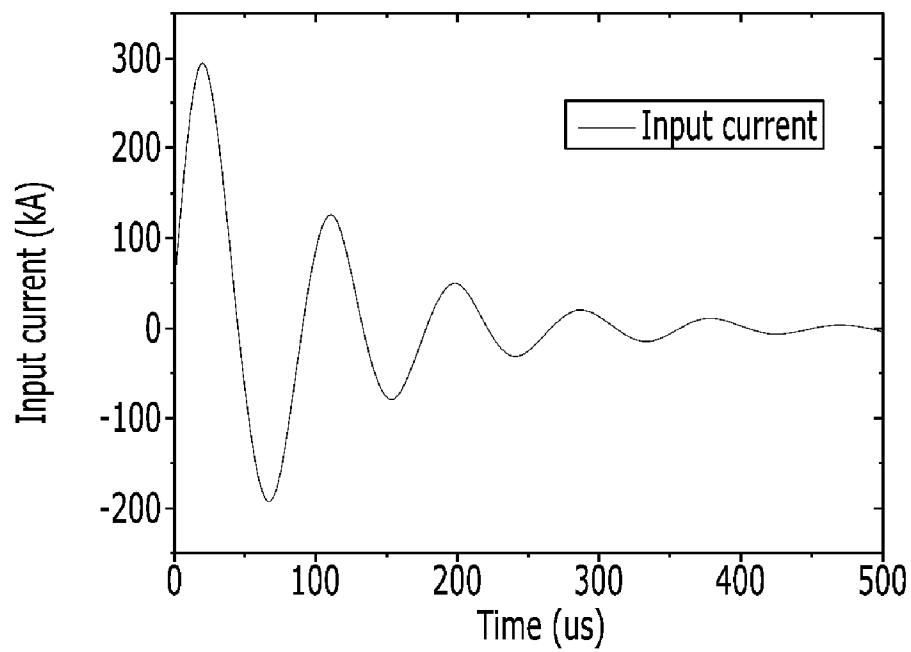
청구범위

- [청구항 1] 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법으로서,
 (a) 소정의 펄스 전류를 피가공 성형재에 인가하여 상기 피가공 성형재의 응력을 소정치 이하로 순간적으로 다운시키는 전기소성효과를 일으키는 단계;
 (b) 상기 피가공 성형재의 응력이 상기 소정치 이하로 떨어져 있는 시간동안 동기되어 상기 피가공 성형재에 대하여 전자기 성형력을 초고속으로 제공하여 상기 전기소성효과가 없을 때보다 더 낮은 성형력으로 상기 피가공 성형재를 성형하는 단계로 이루어지고, 상기 전자기 성형력이 제공되는 시점은 상기 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 떨어지는 시점을 포함하여 150~300 μ s 범위내인 것을 특징으로 하는 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 피가공 성형재에 인가되는 상기 소정의 펄스 전류의 세기는 상기 피가공 성형재의 종류에 따라 변하는 것을 특징으로 하는 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
 상기 피가공 성형재의 응력이 소정치 이하로 떨어지는 시점은 상기 피가공 성형재의 종류에 따라 상이한 것을 특징으로 하는 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
 상기 전자기 성형력은 로렌쯔 힘을 이용하는 성형 코일을 이용하여 생성하는 것을 특징으로 하는 전기소성효과를 이용한 초고속 성형 방법.

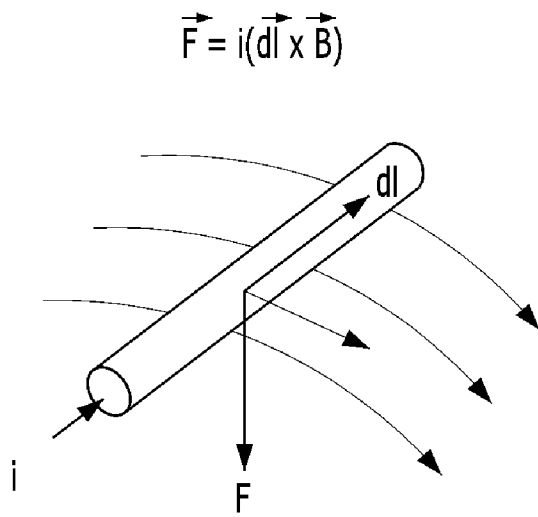
[도1]



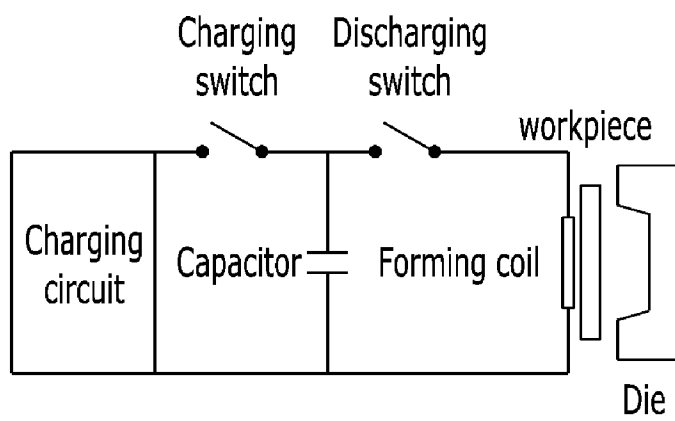
[도2]



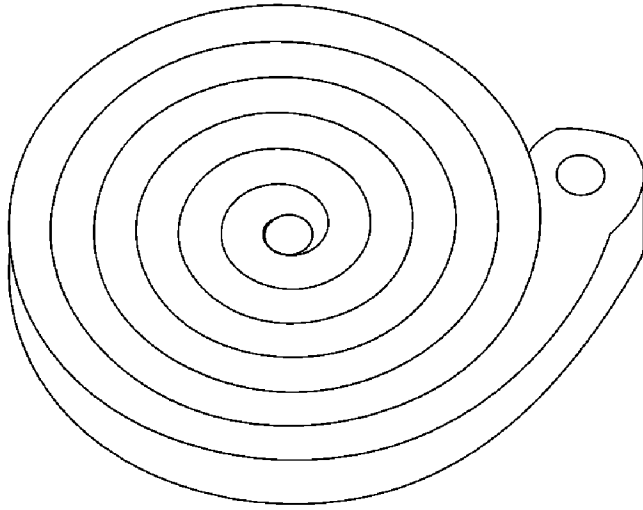
[도3]



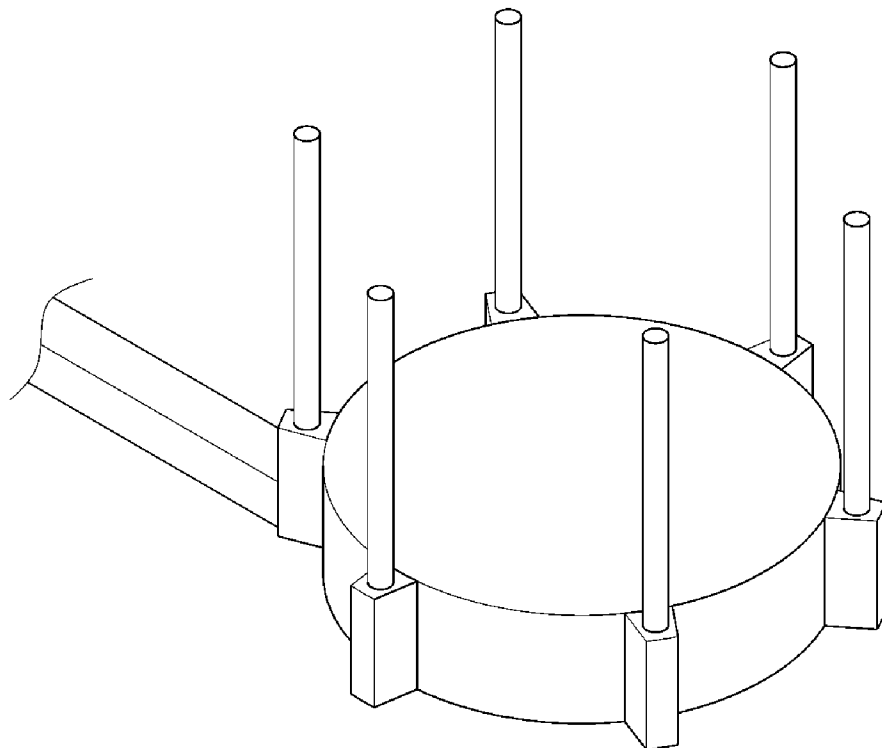
[도4]



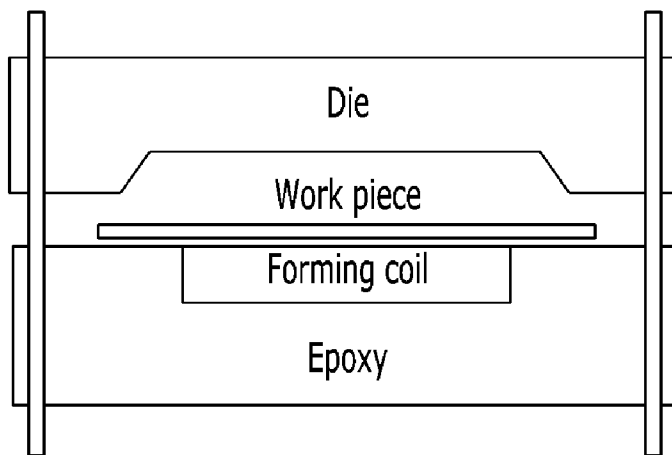
[도5]



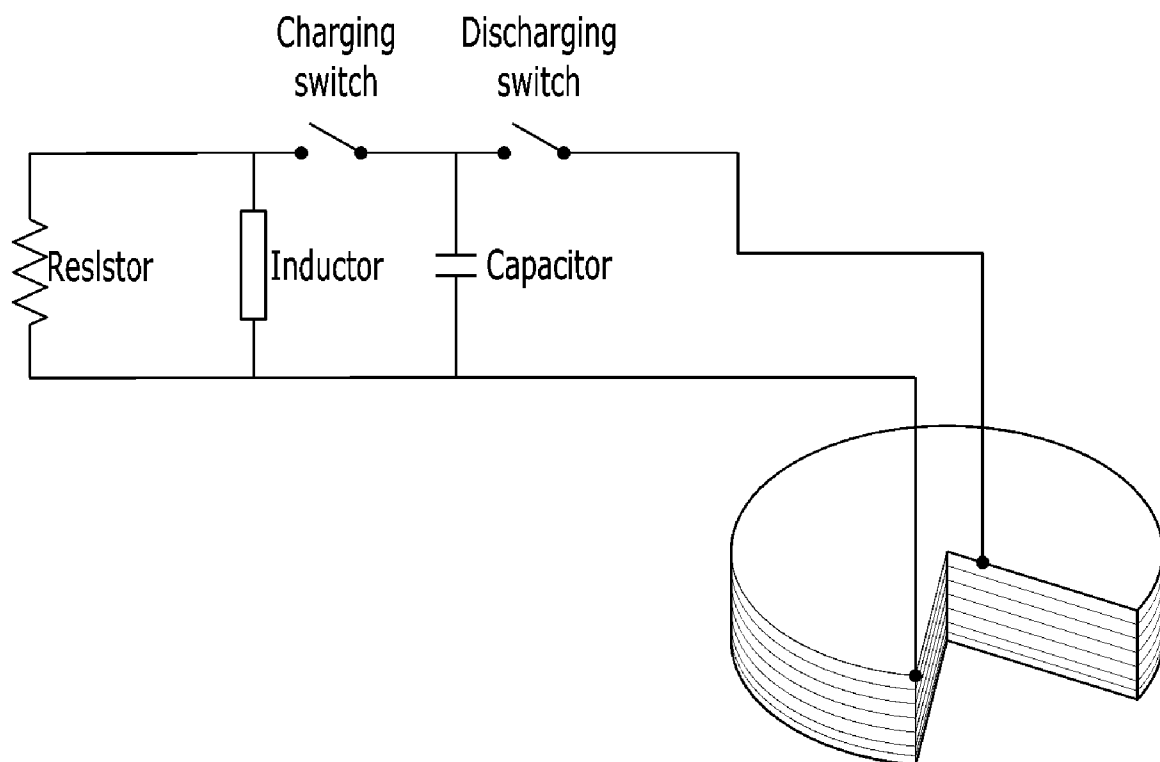
[도6]



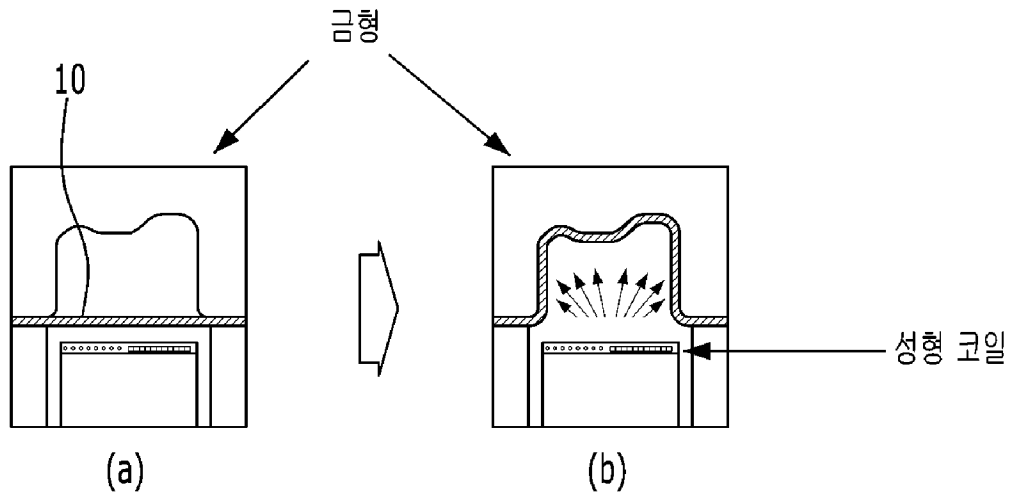
[도7]



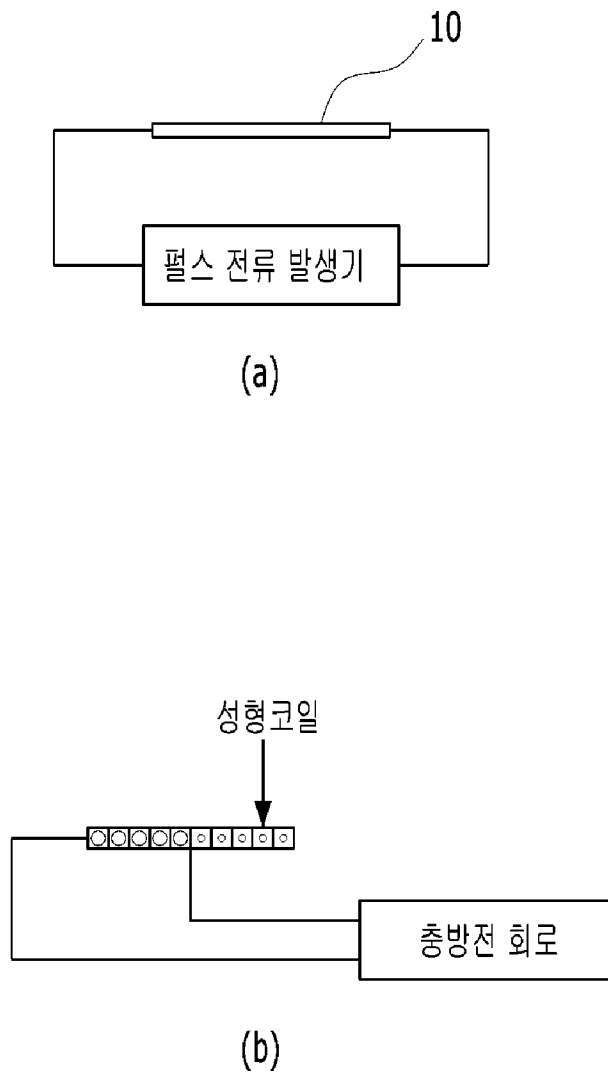
[도8]



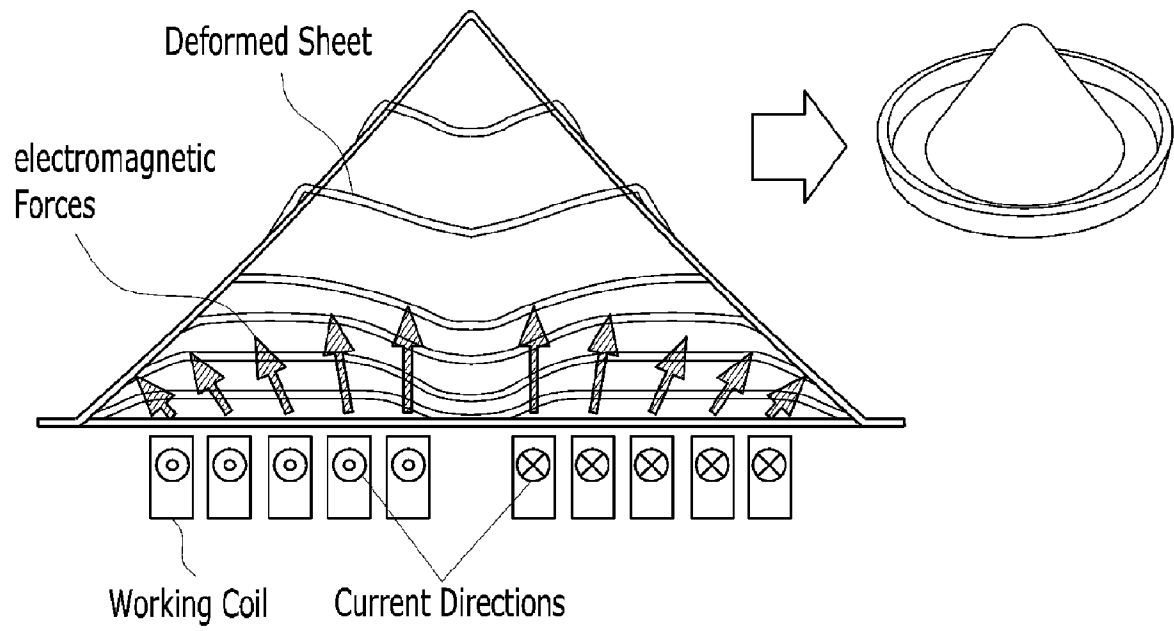
[도9]



[도10]



[도11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/013027**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B21D 26/14(2006.01)i, B21D 26/06(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21D 26/14; B21D 22/20; B21D 26/02; H01F 5/00; H01F 41/02; B29C 45/00; B21D 26/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: electroplasticity, molding, stress, electromagnetic, pulse, coil

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-321847 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 20 November 2001 See abstract, paragraphs [0017]-[0020] and figure 1.	1-4
A	KR 10-1458345 B1 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 04 November 2014 See abstract, paragraphs [0023]-[0028] and figure 1.	1-4
A	KR 10-2012-0032968 A (HYUNDAI STEEL COMPANY) 06 April 2012 See abstract, paragraphs [0041]-[0051] and figure 1.	1-4
A	KR 10-1344867 B1 (WELMATE CO., LTD. et al.) 24 December 2013 See abstract, paragraphs [0051]-[0058] and figures 3-4.	1-4
A	KR 10-1465464 B1 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) 26 November 2014 See abstract, paragraphs [0030]-[0049] and figure 3.	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 MARCH 2016 (12.03.2016)

Date of mailing of the international search report

17 MARCH 2016 (17.03.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/013027

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2001-321847 A	20/11/2001	JP 04437595 B2	24/03/2010
KR 10-1458345 B1	04/11/2014	KR 10-1494137 B1	16/02/2015
KR 10-2012-0032968 A	06/04/2012	NONE	
KR 10-1344867 B1	24/12/2013	NONE	
KR 10-1465464 B1	26/11/2014	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) B21D 26/14(2006.01)i, B21D 26/06(2006.01)i																				
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) B21D 26/14; B21D 22/20; B21D 26/02; H01F 5/00; H01F 41/02; B29C 45/00; B21D 26/06 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 전기소성, 성형, 응력, 전자기, 펄스, 코일																				
C. 관련 문헌 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">카테고리*</th> <th style="width: 70%;">인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th style="width: 20%;">관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP 2001-321847 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 2001.11.20 요약, 단락 [0017]-[0020] 및 도면 1 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>KR 10-1458345 B1 (부산대학교 산학협력단) 2014.11.04 요약, 단락 [0023]-[0028] 및 도면 1 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>KR 10-2012-0032968 A (현대제철 주식회사) 2012.04.06 요약, 단락 [0041]-[0051] 및 도면 1 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>KR 10-1344867 B1 (헬메이트 주식회사 등) 2013.12.24 요약, 단락 [0051]-[0058] 및 도면 3-4 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>KR 10-1465464 B1 (한국생산기술연구원) 2014.11.26 요약, 단락 [0030]-[0049] 및 도면 3 참조.</td> <td style="text-align: center;">1-4</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	A	JP 2001-321847 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 2001.11.20 요약, 단락 [0017]-[0020] 및 도면 1 참조.	1-4	A	KR 10-1458345 B1 (부산대학교 산학협력단) 2014.11.04 요약, 단락 [0023]-[0028] 및 도면 1 참조.	1-4	A	KR 10-2012-0032968 A (현대제철 주식회사) 2012.04.06 요약, 단락 [0041]-[0051] 및 도면 1 참조.	1-4	A	KR 10-1344867 B1 (헬메이트 주식회사 등) 2013.12.24 요약, 단락 [0051]-[0058] 및 도면 3-4 참조.	1-4	A	KR 10-1465464 B1 (한국생산기술연구원) 2014.11.26 요약, 단락 [0030]-[0049] 및 도면 3 참조.	1-4
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항																		
A	JP 2001-321847 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 2001.11.20 요약, 단락 [0017]-[0020] 및 도면 1 참조.	1-4																		
A	KR 10-1458345 B1 (부산대학교 산학협력단) 2014.11.04 요약, 단락 [0023]-[0028] 및 도면 1 참조.	1-4																		
A	KR 10-2012-0032968 A (현대제철 주식회사) 2012.04.06 요약, 단락 [0041]-[0051] 및 도면 1 참조.	1-4																		
A	KR 10-1344867 B1 (헬메이트 주식회사 등) 2013.12.24 요약, 단락 [0051]-[0058] 및 도면 3-4 참조.	1-4																		
A	KR 10-1465464 B1 (한국생산기술연구원) 2014.11.26 요약, 단락 [0030]-[0049] 및 도면 3 참조.	1-4																		
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																				
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																				
국제조사의 실제 완료일 2016년 03월 12일 (12.03.2016)		국제조사보고서 발송일 2016년 03월 17일 (17.03.2016)																		
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140		심사관 이종경 전화번호 +82-42-481-3360 																		

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2015/013027

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2001-321847 A	2001/11/20	JP 04437595 B2	2010/03/24
KR 10-1458345 B1	2014/11/04	KR 10-1494137 B1	2015/02/16
KR 10-2012-0032968 A	2012/04/06	없음	
KR 10-1344867 B1	2013/12/24	없음	
KR 10-1465464 B1	2014/11/26	없음	