



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0137094
(43) 공개일자 2023년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B21D 13/02 (2006.01) *B21D 24/00* (2006.01)
B21D 35/00 (2006.01) *H01M 8/0206* (2016.01)

(52) CPC특허분류

B21D 13/02 (2013.01)
B21D 24/005 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0034816

(22) 출원일자 2022년03월21일

심사청구일자 2022년03월21일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93(무거동)

(72) 발명자

홍성태

서울특별시 강남구 언주로130길 30, 102동 204호
(논현동, 동양파라곤)

김동규

부산광역시 해운대구 좌동순환로433번길 30, 102
동 2905호(중동, 해운대힐스테이트위브)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 제나

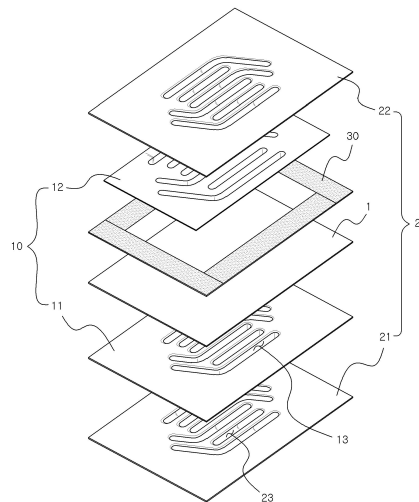
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법 및 이에 사용되는 금형 세트

(57) 요약

본 발명은, 복수의 절곡부에 의해 형성된 채널을 구비하는 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법으로서, 1차 금형을 통해, 상기 금속 박판의 복수의 상기 절곡부들 사이에 위치한 평탄부가 될 부위를 신장시키는 1차 성형 단계와; 상기 1차 금형을 통해 신장된 부위들의 사이 부위를, 2차 금형을 통해 성형하여 상기 절곡부들을 형성하는 2차 성형 단계;를 포함하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법 및 그에 사용되는 금형 세트에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B21D 35/001 (2013.01)

H01M 8/0206 (2013.01)

(72) 발명자

이대호

울산광역시 중구 난곡4길 3, 202호(태화동)

최현석

경상북도 구미시

권중혁

경기도 수원시 영통구 봉영로1482번길 18, 103동
701호(영통동, 영통3차 풍림아이원아파트)

정세용

경기도 고양시 일산동구 하늘마을로 94, 205동
1506호(중산동, 하늘마을2단지아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345341781

과제번호 2021RIS-003

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 지자체-대학 협력기반 지역혁신사업

연구과제명 전기차용 배터리 열관리 시스템 해석 기술 개발

기 여 율 1/1

과제수행기관명 울산대학교

연구기간 2020.03.01 ~ 2022.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 절곡부에 의해 형성된 채널을 구비하는 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법으로서,

1차 금형을 통해, 상기 금속 박판의 복수의 상기 절곡부들 사이에 위치한 평탄부가 될 부위를 신장시키는 1차 성형 단계; 및

상기 1차 금형을 통해 신장된 부위들의 사이 부위를, 2차 금형을 통해 성형하여 상기 절곡부들을 형성하는 2차 성형 단계;를 포함하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 1차 금형은,

상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 요입된 복수의 제1 펀치홈을 구비하는 제1 다이; 및

상기 제1 다이와 함께 상기 금속 박판을 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제1 펀치홈에 대응되는 복수의 제1 돌출부를 구비하는 제1 펀치;를 포함하고,

상기 제1 다이의 지지면과 상기 제1 펀치의 제1 돌출부에는 상기 평탄부가 될 부위를 가압하기 위한 가압 돌부가 형성되는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 2차 금형은,

상기 1차 금형을 통해 성형된 상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 상기 채널에 대응되는 형태로 요입된 복수의 제2 펀치홈을 구비하는 제2 다이; 및

상기 1차 성형이 완료된 상기 금속 박판을 상기 제2 다이와 함께 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제2 펀치홈에 대응되는 복수의 제2 돌출부를 구비하는 제2 펀치;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법.

청구항 4

복수의 절곡부에 의해 형성된 채널을 구비하는 연료전지용 금속 박판을 스탬핑 성형하기 위한 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트로서,

상기 금속 박판의 복수의 상기 절곡부들 사이에 위치한 평탄부가 될 부위를 신장시키기 위한 1차 금형; 및

상기 1차 금형을 통해 신장된 부위들의 사이 부위를 성형하여 상기 절곡부들을 형성하기 위한 2차 금형;을 포함하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 1차 금형은,

상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 요입된 복수의 제1 펀치홈을 구비하는 제1 다이; 및

상기 제1 다이와 함께 상기 금속 박판을 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제1 펀치홈에 대응되는 복수의 제1 돌출

부를 구비하는 제1 펀치;를 포함하고,

상기 제1 다이의 지지면과 상기 제1 펀치의 제1 돌출부에는 상기 평탄부가 될 부위를 가압하기 위한 가압 돌부가 형성되는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제1 돌출부는,

상기 금속 박판의 상면과 평행한 수평 바닥면과, 상기 수평 바닥면의 양측으로부터 수직 방향을 따라 형성되는 한 쌍의 수직 측면을 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 펀치홈은 상기 제1 돌출부의 형태에 대응되는 수평 바닥면과 수직 측면을 갖는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 수평 바닥면과 수직 측면의 사이에는 일정 곡률 반경의 라운드 형상이 구비되는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 다이 및 제1 펀치의 형상 파라미터는 성형 완료된 상기 금속 박판의 두께 최소값이 크고 두께 편차가 최소화되도록 머신 러닝 및 유전자 알고리즘에 의해 최적화되는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 형상 파라미터는 상기 가압 돌부의 곡률 반경, 상기 가압 돌부의 돌출 높이, 상기 제1 다이에서 상기 라운드의 곡률 반경, 상기 제1 펀치에서 상기 라운드의 곡률 반경, 상기 제1 돌출부의 성형 이동 변위, 상기 제1 돌출부와 상기 펀치홈의 측벽 사이의 갭, 상기 갭의 중심 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 11

제5항에 있어서,

상기 가압 돌부는 활꼴의 단면을 가지며, 상기 채널의 길이 방향을 따라 연속적으로 형성되는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

청구항 12

제5항에 있어서, 상기 2차 금형은,

상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 상기 채널에 대응되는 형태로 요입된 복수의 제2 펀치홈을 구비하는 제2 다이; 및

상기 1차 금형을 통한 성형이 완료된 상기 금속 박판을 상기 제2 다이와 함께 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제2 펀치홈에 대응되는 복수의 제2 돌출부를 구비하는 제2 펀치;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 연료전지용 금속 박판에 형성된 복수개의 채널을 성형하기 위한 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법 및 이에 사용되는 금형 세트에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 연료전지용 금속 박판(분리판)에는 수소, 공기 등의 반응 가스를 이동시키기 위한 복수개의 채널(마이크로 채널)이 형성되며, 도 1은 연료전지용 금속 박판의 단면 형상을 나타내고 있다.

[0004] 도 1을 참조하면, 연료전지용 금속 박판(1)은 평평한 베이스면에 복수개의 채널(2)이 반복적으로 형성된 형태를 갖는다. 이와 같이 채널(2)이 형성된 연료 전지용 금속 박판을 형성하기 위하여, 평평한 금속 박판을 상하부 금형의 사이에 두고 프레스하여 채널을 성형하는 스탬핑 성형 방법이 일반적으로 사용되고 있다.

[0005] 이와 같은 스탬핑 공정을 위한 금형은, 채널(2)에 대응되는 형태의 돌출부가 형성된 상부 금형(펀치)과, 돌출부에 대응되는 형태의 펀치홈이 구비된 하부 금형(다이)를 포함하며, 상부 금형과 하부 금형의 사이가 프레스됨에 따라 금속 박판이 절곡되어 복수개의 절곡부(3)가 형성되면서 채널(2)의 형태가 만들어지게 된다.

[0006] 이와 같은 스탬핑 성형은 생산 비용이 비교적 저렴하고 대량 생산이 용이한 장점이 있는 반면, 금속 박판(1)의 성형시 절곡부(3)에만 판재의 신장이 집중되어 절곡부(3)에서의 국부적인 두께 감육이 발생하고, 이에 따라 해당 부위에 마이크로 규모의 파단이 발생하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제10-2008-0019452호 (2008.03.04.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 연료전지용 금속 박판에 채널을 형성하기 위한 스탬핑 공정시 절곡부 부위에서 국부적인 두께 감육이 일어나는 것을 방지하고 금속 박판의 두께를 균일화할 수 있는 스탬핑 성형 방법 및 이에 사용되는 금형 세트를 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.

[0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 절곡부에 의해 형성된 채널을 구비하는 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법으로서, 1차 금형을 통해, 상기 금속 박판의 복수의 상기 절곡부들 사이에 위치한 평탄부가 될 부위를 신장시키는 1차 성형 단계와; 상기 1차 금형을 통해 신장된 부위들의 사이 부위를, 2차 금형을 통해 성형하여 상기 절곡부들을 형성하는 2차 성형 단계;를 포함하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법이 개시된다.
- [0013] 또한, 상기 1차 금형은, 상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 요입된 복수의 제1 펀치홈을 구비하는 제1 다이; 및 상기 제1 다이와 함께 상기 금속 박판을 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제1 펀치홈에 대응되는 복수의 제1 돌출부를 구비하는 제1 펀치;를 포함하고, 상기 제1 다이의 지지면과 상기 제1 펀치의 제1 돌출부에는 상기 평탄부가 될 부위를 가압하기 위한 가압 돌부가 형성될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 2차 금형은, 상기 1차 금형을 통해 성형된 상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 상기 채널에 대응되는 형태로 요입된 복수의 제2 펀치홈을 구비하는 제2 다이; 및 상기 1차 성형이 완료된 상기 금속 박판을 상기 제2 다이와 함께 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제2 펀치홈에 대응되는 복수의 제2 돌출부를 구비하는 제2 펀치;를 포함할 수 있다.
- [0015] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 복수의 절곡부에 의해 형성된 채널을 구비하는 연료전지용 금속 박판을 스탬핑 성형하기 위한 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트로서, 상기 금속 박판의 복수의 상기 절곡부들 사이에 위치한 평탄부가 될 부위를 신장시키기 위한 1차 금형; 및 상기 1차 금형을 통해 신장된 부위들의 사이 부위를 성형하여 상기 절곡부들을 형성하기 위한 2차 금형;을 포함하는, 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트가 개시된다.
- [0016] 또한, 상기 1차 금형은, 상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 요입된 복수의 제1 펀치홈을 구비하는 제1 다이와; 상기 제1 다이와 함께 상기 금속 박판을 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제1 펀치홈에 대응되는 복수의 제1 돌출부를 구비하는 제1 펀치;를 포함하고, 상기 제1 다이의 지지면과 상기 제1 펀치의 제1 돌출부에는 상기 평탄부가 될 부위를 가압하기 위한 가압 돌부가 형성될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제1 돌출부는, 상기 금속 박판의 상면과 평행한 수평 바닥면과, 상기 수평 바닥면의 양측으로부터 수직 방향을 따라 형성되는 한 쌍의 수직 측면을 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제1 펀치홈은 상기 제1 돌출부의 형태에 대응되는 수평 바닥면과 수직 측면을 가질 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 수평 바닥면과 수직 측면의 사이에는 일정 곡률 반경의 라운드 형상이 구비될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 가압 돌부는 활꼴의 단면을 가지며, 상기 채널의 길이 방향을 따라 연속적으로 형성될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 제1 다이 및 제1 펀치의 형상 파라미터는 성형 완료된 상기 금속 박판의 두께 최소값이 크고 두께 편차가 최소화되도록 머신 러닝 및 유전자 알고리즘에 의해 최적화될 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 형상 파라미터는 상기 가압 돌부의 곡률 반경, 상기 가압 돌부의 돌출 높이, 상기 제1 다이에서 상기 라운드의 곡률 반경, 상기 제1 펀치에서 상기 라운드의 곡률 반경, 상기 제1 돌출부의 성형 이동 변위, 상기 제1 돌출부와 상기 펀치홈의 측벽 사이의 갭, 상기 갭의 중심 위치를 포함할 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 2차 금형은, 상기 금속 박판이 지지되는 지지면으로부터 상기 채널에 대응되는 형태로 요입된 복수의 제2 펀치홈을 구비하는 제2 다이; 및 상기 1차 금형을 통한 성형이 완료된 상기 금속 박판을 상기 제2 다이와 함께 스탬핑하도록 구성되며, 상기 제2 펀치홈에 대응되는 복수의 제2 돌출부를 구비하는 제2 펀치;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명의 실시예에 따르면, 절곡부들 사이에 위치한 평탄부가 될 부위를 1차로 신장시키는 1차 성형과, 평탄부 사이의 절곡부를 2차로 신장시키는 2차 성형을 포함하는 다단 성형 공정을 통하여, 금속 박판의 절곡부 부위에서 국부적인 두께 감육이 일어나는 것을 방지하고 금속 박판의 전반에 걸쳐 두께 감육이 발생하도록 하여 금속

박판의 전체적인 두께를 균일화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일반적인 연료전지용 금속 박판의 단면도.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법을 순차적으로 나타낸 도면.
 도 4는 도 3에 도시된 스탬핑 성형 방법에 의해 제조된 연료전지용 금속 박판의 단면도.
 도 5는 도 2에 도시된 제1 금형의 구체적인 구성을 나타낸 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0030] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0031] 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, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 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.
- [0032] 이하, 본 발명에 의한 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법 및 이에 사용되는 금형 세트의 실시예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법을 순차적으로 나타낸 도면이다. 그리고, 도 4는 도 3에 도시된 스탬핑 성형 방법에 의해 제조된 연료전지용 금속 박판의 단면도이다.
- [0034] 도 1 내지 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형용 금형 세트는, 복수의 절곡부(3)에 의해 형성된 채널(2)을 구비하는 연료전지용 금속 박판(1)을 스탬핑 성형하기 위한 것으로서, 1차 금형(10) 및 2차 금형(20)을 포함한다.
- [0035] 1차 금형(10)은 금속 박판(1)의 복수의 절곡부들 사이에 위치한 평탄부(4)가 될 부위를 신장시키도록 구성되며, 금속 박판(1)을 사이에 두고 프레스되는 제1 다이(11) 및 제1 펀치(12)를 포함한다.
- [0036] 제1 다이(11)는 금속 박판(1)이 지지되는 지지면(11a)으로부터 요입된 복수의 제1 펀치홈(13)을 구비한다. 그리고, 제1 펀치(12)는 제1 다이(11)와 함께 금속 박판(1)을 스탬핑하도록 구성되며, 제1 펀치홈(13)에 대응되는 복수의 제1 돌출부(14)를 포함한다. 제1 돌출부(14)는 제1 펀치(12)의 박판 지지면(12a)로부터 하향 돌출되게 형성된다.
- [0037] 제1 펀치홈(13)과 제1 돌출부(14)는 금속 박판(1)의 폭 방향을 따라 일정 간격을 두고 반복하여 형성될 수 있다. 그리고 제1 펀치홈(13)과 제1 돌출부(14)는 도 2에 도시된 바와 같이 일정 방향을 따라 길쭉한 형태를 가질 수 있다. 제1 펀치홈(13)과 제1 돌출부(14)의 구체적인 구성에 대해서는 추후 상세히 설명하기로 한다.
- [0038] 2차 금형(20)은 1차 금형(10)을 통해 신장된 부분들의 사이 부분을 성형하여 절곡부(3)를 형성하도록 구성되며, 금속 박판(1)을 사이에 두고 프레스되는 제2 다이(21) 및 제2 펀치(22)를 포함한다.

- [0039] 제2 다이(21)는 1차 성형이 완료된 금속 박판(1a)이 지지되는 지지면으로부터 채널(2)에 대응되는 형태로 요입된 복수의 제2 펀치홈(23)을 구비한다.
- [0040] 제2 펀치(22)는 제2 다이(21)와 함께 1차 성형이 완료된 금속 박판(1a)을 스탬핑하도록 구성되며, 제2 펀치홈(23)에 대응되는 복수의 제2 돌출부(24)를 구비한다.
- [0041] 제2 펀치홈(23)과 제2 돌출부(24)는 금속 박판(1)의 폭 방향을 따라 일정 간격을 두고 반복하여 형성될 수 있고, 일정 방향을 따라 길쭉한 형태를 가질 수 있다. 제2 펀치홈(23)과 제2 돌출부(24)는 최종적으로 성형하고자 하는 채널(2)의 형태에 대응되는 형태를 가지며, 이들은 기존의 1단 스탬핑 공정에 사용되는 금형과 동일한 형태를 가질 수 있다.
- [0042] 도 3을 참조하여 본 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법을 설명하면, 본 실시예에 따른 연료전지용 금속 박판의 스탬핑 성형 방법은, 1차 금형(10)을 통해 금속 박판(1)의 복수의 절곡부(3)들 사이에 위치한 평탄부(4)가 될 부위를 신장시키는 1차 성형(S10) 단계와, 1차 금형(10)을 통해 신장된 부분들의 사이 부분을, 2차 금형(20)을 통해 성형하여 절곡부(3)들을 형성하는 2차 성형(S20) 단계를 포함한다.
- [0043] 1차 성형 단계(S10)로서, 제1 다이(11)와 제1 펀치(12) 사이에 금속 박판(1)을 위치시킨 후, 제1 다이(11)와 제1 펀치(12)에 압력을 가하여 금속 박판(1)을 성형한다. 금속 박판(1) 위에 테두리 부분을 지지하는 홀더(30)를 지지한 상태로 스탬핑 공정을 수행하여, 제1 금형(10)이 금속 박판(1)에 가하는 힘에 의해 금속 박판(1)이 안쪽으로 말려 들어가지 않게 할 수 있다.
- [0044] 이와 같은 1차 성형(S10)을 통해 금속 박판(1)의 평탄부(4)가 될 부위를 선제적으로 신장시키게 되어 중간 성형품인 금속 박판(1a)의 성형이 완료된다.
- [0045] 그리고, 1차 성형(S10)을 완료한 금속 박판(1a)을 제2 다이(21)와 제2 펀치(12)의 사이에 위치시킨 후 2차 성형(S20) 단계를 수행한다. 2차 성형(S20)의 경우에도 홀더(30)를 금속 박판(1) 위에 설치한 상태로 수행할 수 있다. 이와 같은 2차 성형을 통해 1차 성형시 신장된 부분들의 사이 부분을 성형하며, 이에 따라 절곡부(3)들의 최종 형상의 성형을 완료할 수 있게 된다. 이에 따라 최종 성형품인 연료전지용 금속 박판(1b)의 제조가 완료되게 된다.
- [0046] 이상과 같이 1차 성형(S10)을 통해 절곡부(3)들 사이에 위치한 평탄부(4)가 될 부위를 선제적으로 신장시키고, 2차 성형(S20)을 통해 코너 부위, 즉, 평탄부(4) 사이의 위치를 절곡 및 신장시킴으로써, 금속 박판(1)의 전반에 걸쳐 두께 감육이 발생하도록 하여 금속 박판(1)의 전체적인 두께를 균일화할 수 있게 된다.
- [0047] 도 5는 도 2에 도시된 제1 금형의 구체적인 구성을 나타낸 단면도이다.
- [0048] 도 5를 참조하여 제1 금형(10)의 구성에 대하여 구체적으로 설명하면, 제1 다이(11)의 지지면(11a)과, 제1 펀치(12)의 제1 돌출부(14)에는, 평탄부(4)가 될 부위를 가압하기 위한 가압 돌부(15)가 형성된다. 가압 돌부(15)는 활꼴의 단면을 가질 수 있고, 채널(2)의 길이 방향을 따라 연속적으로 형성될 수 있다.
- [0049] 제1 돌출부(14)는, 금속 박판(1)의 상면과 평행한 수평 바닥면(14c)과, 수평 바닥면(14c)의 양측으로 수직 방향을 따라 형성되는 한 쌍의 수직 측면(14a, 14b)를 포함한다. 수평 바닥면(14c)과 수직 측면(14a, 14b)의 사이에는 일정 곡률 반경의 라운드 형상(17)이 형성될 수 있다.
- [0050] 제1 펀치홈(13)은 제1 돌출부(14)의 형태에 대응되는 수평 바닥면(13c)과 수직 측면(13a, 13b)을 가질 수 있고, 이들 수평 바닥면(13c)과 수직 측면(13a, 13b)의 사이에도 라운드 형상이 형성될 수 있다.
- [0051] 금속 박판(1)을 사이에 두고 제1 다이(11)와 제1 펀치(12) 사이가 프레스됨에 따라 금속 박판(1)에 소정의 절곡 변형이 일어나게 되며, 그 후 가압 돌기(15)가 수평 바닥면에 지지된 금속 박판(1)의 부위를 가압하여 해당 부분이 신장되게 된다. 가압 돌기(15)에 의해 신장되는 부분은 도 4에 도시된 평탄부(9) 중에 가운데에 해당하는 부분이며, 그 양측에 위치한 평탄부(9)는 제1 돌출부(14)의 수직 측면(14a, 14b)과, 제1 펀치홈(13)의 수직 측면(13a, 13b)에 의해 신장되게 된다.
- [0052] 제1 다이(11) 및 제1 펀치(12)의 형태는 머신 러닝 및 유전자 알고리즘에 의해 최적화된 형상 파라미터로서 도출될 수 있고, 이와 같은 형상 파라미터는 가압 돌부(15)의 곡률 반경(a), 가압 돌부(15)의 돌출 높이(b), 제1 다이(11)에서 라운드(17)의 곡률 반경(c1), 제1 펀치(12)에서 라운드(17)의 곡률 반경(c2), 제1 돌출부(14)의 성형 이동 변위(d), 제1 돌출부(14)와 펀치홈(13)의 측벽 사이의 갭(f), 갭의 중심 위치(e) 등을 포함할 수 있다.

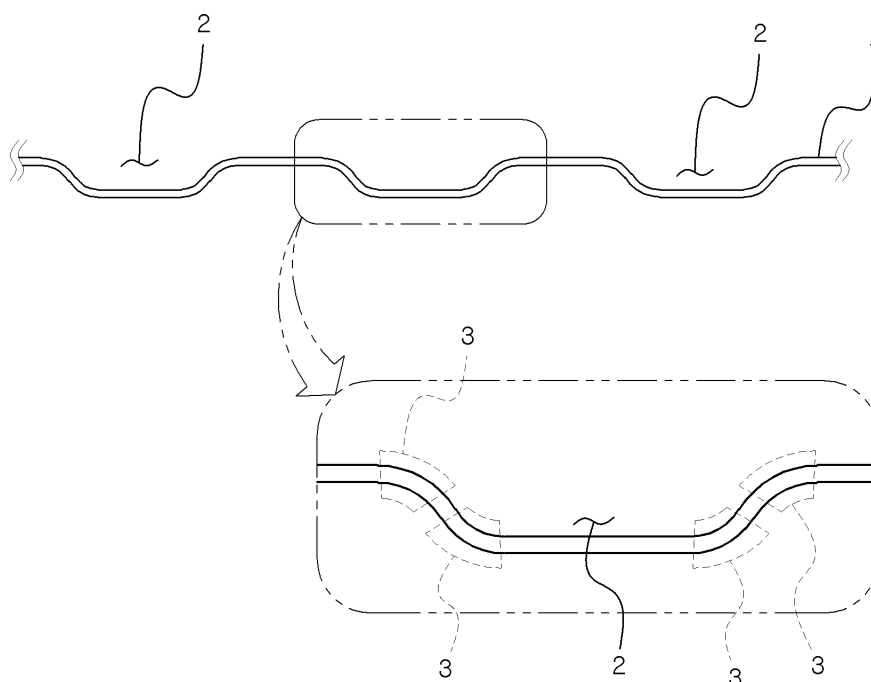
- [0053] 머신 러닝 및 유전자 알고리즘은, 성형 완료된 금속 박판(1)의 두께 최소값이 크고 두께 편차가 최소화되게 하는 것을 목적 함수로 하여 수행될 수 있다.
- [0054] 본 실시예에 따르면, 상기 7개의 형상 파라미터를 근거로 2187개의 유한 요소 해석 데이터를 도출하였고, 이를 기반으로 학습된 ANN 모델과, 유전자 알고리즘을 통한 최적화 기법을 활용하여 최적의 형상 조건을 도출하였다. 이에 따르면, 채널이 코너 부위, 즉, 절곡부(3)에서 잔류 응력 및 유효 변형률 최대값이 기존 공정 대비 13.9%와 8.3%가 감소하고, 금속 박판(1)의 국부적인 두께 감육이 기존 공정 대비 4.4% 감소함을 확인할 수 있었다. 또한 금속 박판(1) 두께의 표준 편차가 기존 공정 대비 약 57.4%가 감소함을 확인할 수 있었다.
- [0055] 상기에서는 본 발명의 특징의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

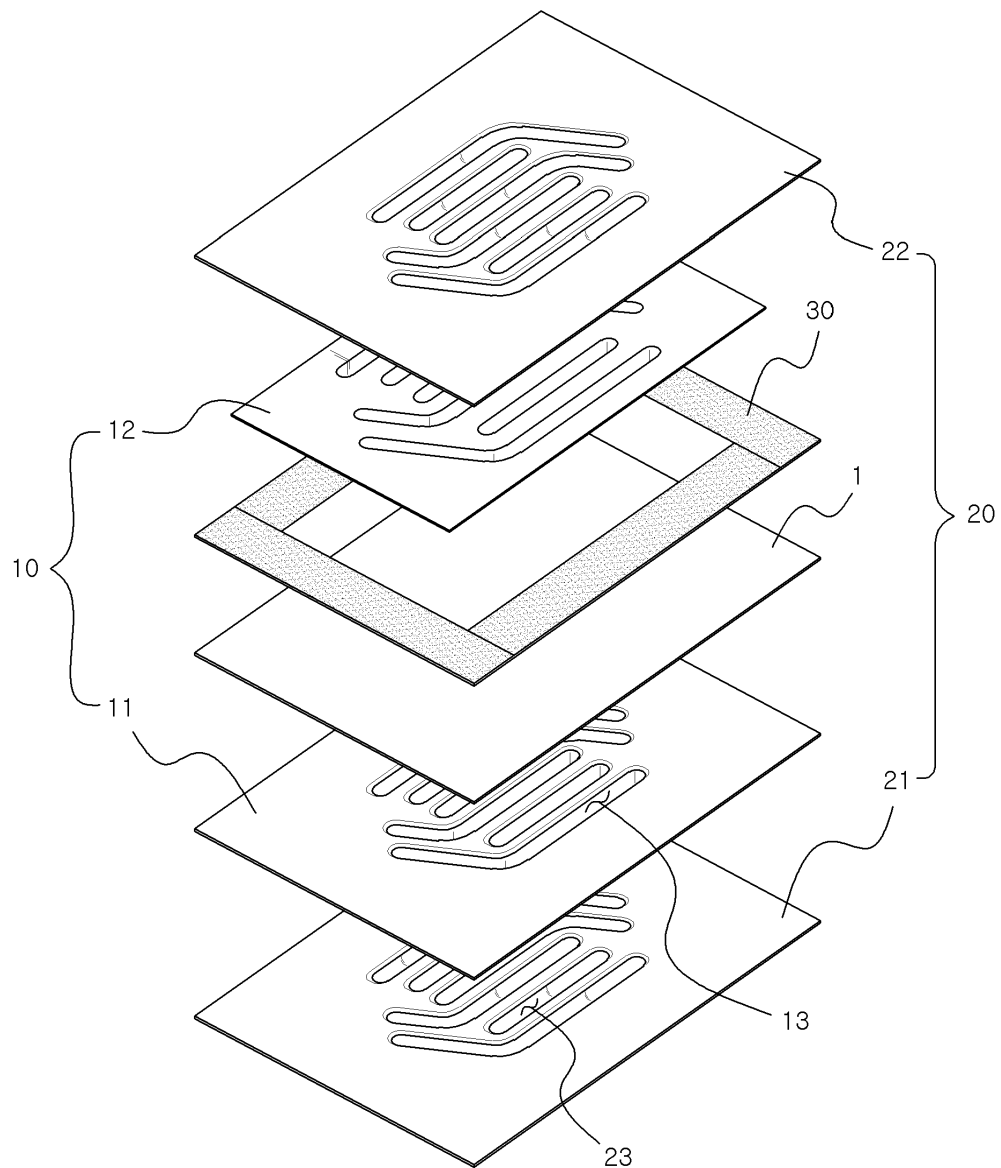
- [0057] 1: 금속 박판 2: 채널
3: 절곡부 4: 평탄부
10: 제1 금형 11: 제1 다이
12: 제1 펀치 13: 제1 펀치홈
14: 제1 돌출부 15: 가압 돌부
20: 제2 금형 21: 제2 다이
22: 제2 펀치 23: 제2 펀치홈
24: 제2 돌출부 30: 홀더

도면

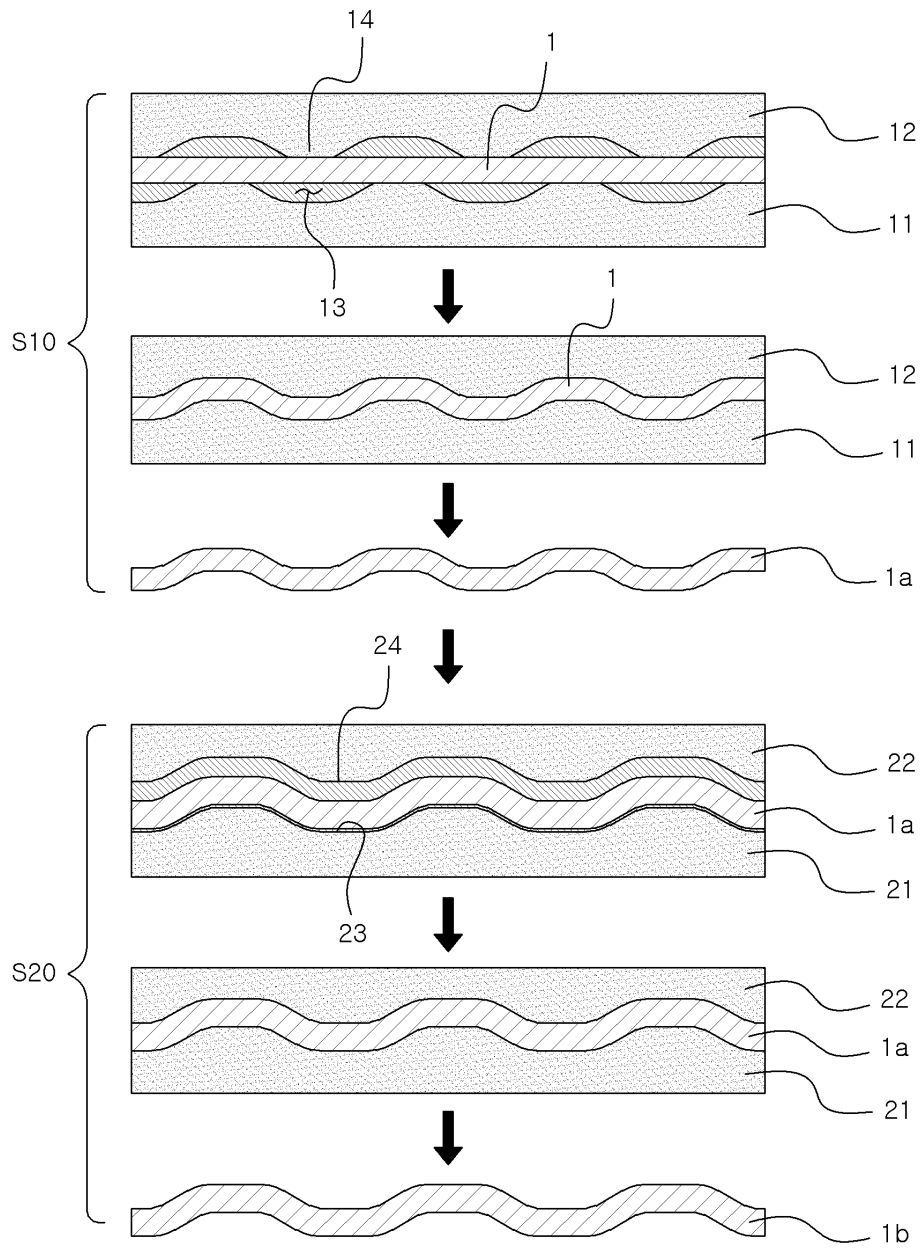
도면1



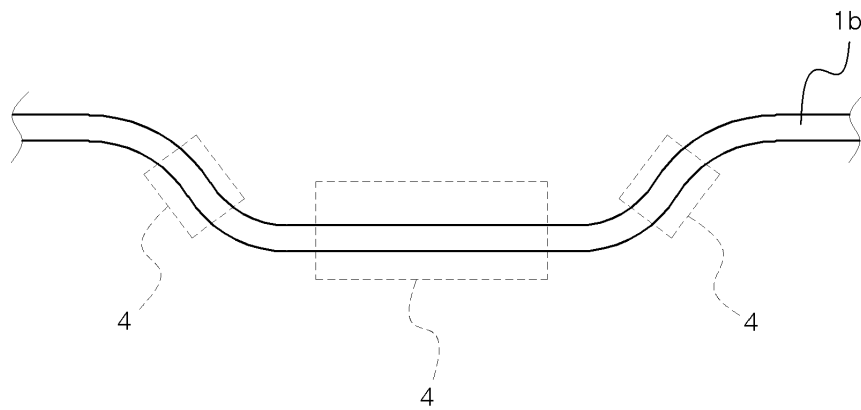
도면2



도면3



도면4



도면5

