



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년03월04일
(11) 등록번호 10-2642837
(24) 등록일자 2024년02월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 18/02 (2006.01) B22D 27/08 (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01) C22C 38/44 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22D 18/02 (2013.01)
B22D 27/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0103308
(22) 출원일자 2023년08월08일
심사청구일자 2023년08월08일
(56) 선행기술조사문헌
JP03124359 A
JP평성10094868 A

(73) 특허권자
더보파워텍(주)
부산광역시 사하구 다산로 107 (다대동)
(72) 발명자
강현기
부산광역시 수영구 남천동로 46, 남천 자이아파트
105동 404호
변삼섭
부산광역시 강서구 명지국제5로 59 명지1차금강펜
테리움센트럴파크106동 403호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정주석

전체 청구항 수 : 총 5 항

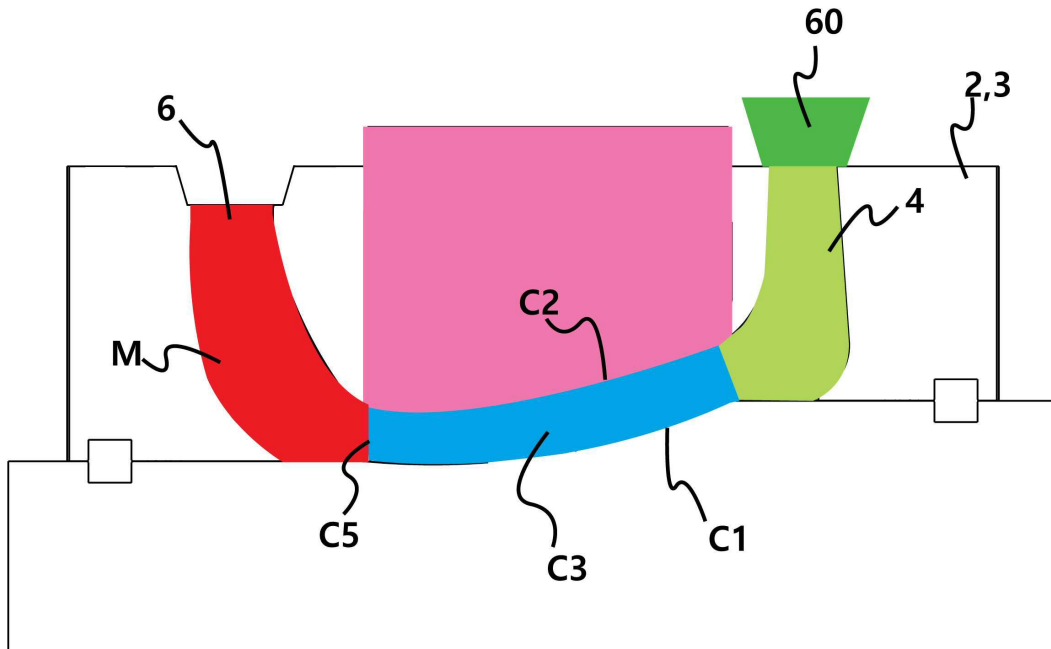
심사관 : 백진욱

(54) 발명의 명칭 스테인리스강 용탕 가압주조방법

(57) 요약

본 발명은 스테인리스강 용탕 가압주조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 용탕 주입을 주입부에 하지 않고, 반대로 압탕부에 용탕을 장입함으로써 압탕부에 장입된 용탕은 차례로 주물제품이 형성되는 공간인 제품부로 채워지고 동시에 금형에 의해 열을 빼기게 되어 식으면서 주입부쪽으로 채워짐으로 인해 결국에는 주입부에서 먼저
(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



응고가 완료되고 다음에는 제품부가 응고 되고 마지막에는 압탕부에 용탕이 채워지면서 결국에는 압탕부가 최종 응고지점이 되어 계재물 및 액상이 남게 되어 결함이 없는 건전한 제품을 제조할 수 있도록 한 스테인리스강 용탕 가압주조방법에 관한 것이다.

상술한 바와 같이 스테인리스강 용탕 가압주조방법은 주물제품에 발생하는 수축공(Shrinkinage, Cavity), 잔류응력에 의한 균열, 표면거칠기 등의 문제점을 극복하며, 또한 기존 스테인리스 주조 방식(중력 주조, 원심 주조 등) 대비 높은 물성과 회수율을 확보할 수 있으며, 특히 주물의 금속조직을 미세화시키고, 이에 따라 주물의 표면정밀도 및 재료강도를 향상시킬 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

또한, 본 발명에서는 용탕 주입을 주입부에 하지 않고, 반대로 압탕부에 용탕을 장입함으로써 압탕부에 장입된 용탕은 차례로 제품부로 채워지고 동시에 금형에 의해 열을 빼기게 되어 식으면서 주입부쪽으로 채워지면서 결국에는 주입부에서 먼저 응고가 완료되고 다음에는 제품부가 응고 되고 마지막에는 압탕부에 용탕이 채워지면서 결국에는 압탕부가 최종 응고지점이 되어 계재물 및 액상이 남게 되어 결함이 없는 건전한 제품을 제조할 수 있다. 특히 주입부, 제품부, 압탕부에 진동을 부가함으로써 최종 응고부인 압탕의 효율을 증가시킬 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

- (52) CPC특허분류
C22C 38/42 (2013.01)
C22C 38/44 (2013.01)
C21D 2211/001 (2013.01)
C21D 2211/008 (2013.01)

이종업

부산광역시 강서구 명지오션시티10로 16 영어도시
 쿼덤1차214동 1003호

- (72) 발명자

손재화

부산광역시 사하구 다대낙조2길 100 다대동롯데캐
 슬물운대아파트103동 1603호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	3141191
과제번호	S3141191
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	중소기업기술혁신개발사업(강소기업100)
연구과제명	가압주조 공정을 적용한 발전터빈용 Stainless SteelSealing Divided 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	터보파워텍(주), 한국생산기술연구원
연구기간	2021.09.01 ~ 2025.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

주물제품의 형상이 만들어지는 금형의 내부공간인 제품부(C3)와, 상기 제품부(C3)로 용탕(첫물)(M)을 투입하는 주입부(6)와, 상기 주입부(6)의 반대편 금형의 일단에 제품부(C3)로 주입된 용탕(M)의 압력을 증가하기 위해 제품부(C3)와 연통되게 형성되는 있는 압탕부(C4)로 이루어져 있는 스테인리스강을 용탕 가압주조 방법에 있어서, 상기 제품부(C3)는 압탕부(C4)로부터 제품부(C3)의 저점으로 하향하는 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성되어 있는 것으로, 상기 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 주입부(6)의 거리가 상대적으로 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 압탕부(C4)의 거리보다 길게 형성되어 있기에 주입부(6)와 압탕부(C4)의 역할이 서로 바뀌도록 주입부(6)를 통해 용탕(첫물)(M)을 주입하지 않고 상기 압탕부(C4)를 통해 용탕(M)을 주입하여 용탕(M)의 응고 순서가 주입부(6), 제품부(C3), 압탕부(C4)의 순서로 응고되도록 함으로써 제품부(C3)에 충전된 용탕(M)의 압탕 효율을 향상시킨 것이 특징인 스테인리스강 용탕 가압주조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금형은

프레스장치(D)의 볼스터(B)에 안착되는 제1금형(1); 상기 제1금형(1)의 상부에 안착되는 인서트(5); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되는 제2금형(2); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되며, 상기 제2금형(2)과 밀착되었을 때 소정의 수용공간(S)이 형성되도록 구성되는 제3금형(3); 및 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)이 밀착된 상태에서, 상부로부터 이송되어 수용공간(S)에 삽입됨으로써 소정의 캐비티(C)를 형성하는 제4금형(4);을 포함하고 있는 것이 특징인 스테인리스강 용탕 가압주조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 용탕(M)이 주입되도록 주입컵(60)은 압탕부(C4) 측에 장착되는 것이 특징인 스테인리스강 용탕 가압주조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에는 진동자를 장착하여 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성된 캐비티(C) 내에서 형성되는 주물제품의 잔류응력을 제거하기 위해 용탕(M)이 응고될 때, 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 초음파 진동을 가하는 것으로, 상기 초음파 진동은 제4금형(4)의 가압후 3초 후부터 진동을 가하되, 초음파의 주파수는 1000~100MHz이고, 진폭은 10~100 μ m인 것이 특징인 스테인리스강 용탕 가압주조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1금형 내지 제4금형(1, 2, 3, 4)은:

탄소(C) 0.01 내지 0.07 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.50 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.50 중량%; 황(S) 0.01

내지 0.040 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 19.0 내지 22.0 중량%; 니켈(Ni) 27.5 내지 30.5 중량%; 몰리브덴(Mo) 2.0 내지 3.0 중량%; 구리(Cu) 3.0 내지 4.0 중량%;와

나머지는 철(Fe)을 포함하는 오스테나이트 스테인리스강(Austenitic stainless steel)으로 구성되고,

상기 용탕(M)은:

탄소(C) 0.03 내지 0.15 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.00 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.00 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.030 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 10 내지 13.5 중량%; 니켈(Ni) 0.01 내지 0.75 중량%;와

나머지는 철(Fe)을 포함하는 마르텐사이트 스테인리스강(Martensitic stainless steel)으로 구성되는 것이 특징인 스테인리스강 용탕 가압주조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스테인리스강 용탕 가압주조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 용탕 주입을 주입부에 하지 않고, 반대로 압탕부에 용탕을 장입함으로써 압탕부에 장입된 용탕은 차례로 주물제품이 형성되는 공간인 캐비티로 채워지고 동시에 금형에 의해 열을 빼기게 되어 식으면서 주입부쪽으로 채워짐으로 인해 결국에는 주입부에서 먼저 응고가 완료되고 다음에는 캐비티가 응고 되고 마지막에는 압탕부에 용탕이 채워지면서 결국에는 압탕부가 최종 응고지점이 되어 게재물 및 액상이 남게 되어 제품부에는 결함이 없는 건전한 제품을 제조할 수 있도록 한 스테인리스강 용탕 가압주조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 주조(Casting)는 액체 상태의 재료를 형틀에 부어 넣어 균형 모양을 만드는 가공방법이다, 즉 각종의 로(furnace) 안에서 고철, 선철, 합금철 또는 비철금속 원료를 가열해서 용해하고 적정 성분으로 조정된 쇳물을 모래 또는 금속재의 거푸집(Mould) 속에 부어 넣은 후 냉각 응고시켜 만드는 방법으로서, 원하는 모형으로 만들어진 거푸집의 공동에 용융금속을 주입하여 성형시킨 뒤 용융금속이 굳으면 모형과 동일한 금속물체가 된다. [네이버 지식백과]

[0004] 이러한 주조(Casting)는 사형주조, 가압주조, 중력주조, 원심주조, 연속주조 등이 있다.

[0005] 이중, 가압주조는 금형틀에 용탕(쇳물)을 붓고 프레스와 같은 기구로서 압력을 가하여 주물을 만드는 주조방법이다.

[0006] 특히, 알루미늄 가압 주조는 일반적인 알루미늄 주조 대비 용탕의 냉각속도가 빠르고, 금속조직 미세화에 따른 표면정밀도 및 재료강도의 향상 등의 효과가 있어 알루미늄 주조 분야에서는 널리 사용되고 있는 기술이다.

[0007] 한편, 알루미늄에 비해 용해 온도가 1495℃ 이상인 스테인리스(STS 410) 주조에 있어서, 일반적인 주조는 용탕의 급속한 응고를 제어하면서 중력을 이용한 사형주조가 널리 적용되고 있으나, 금형을 사용하는 경우 응고 속도가 매우 빨라서 주조품 내부에 수축공(Shrinkage Cavity), 잔류응력에 의한 균열, 표면 거칠기 등의 문제로 금형을 이용한 가압주조의 기술적 한계점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2186138호(탄성부재를 이용한 가압 원심 주조 장치 및 그의 용탕 가압방법, 등록일자 2020년 11월 27일)
- (특허문헌 0002) 대한민국 공고특허공보 제1992-0002106호(주물의 가압주조 방법 및 장치, 1992년 03월 12일)
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 제10-0304493호(금형으로 가압주조 성형된 비정질합금성형품의 제조방법 및 장치, 등록일자 2001년 07월 23일)
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허공보 제10-1724349호(용해로 및 이를 포함하는 가압주조장치, 등록일자 2017년 04월 03일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 스테인리스 주조시 최적의 용탕 주입구(Gate)와 압탕(Riser) 설계를 통해 스테인리스 주물의 금속조직을 미세화하고, 표면정밀도 및 재료강도를 향상시킬 수 있는 가압주조방법을 제공하고자 하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 즉, 스테인리스 가압주조시 중요한 포인트는 금형공간에 주입된 용탕이 응고하기 전에 가압을 함으로써 이전에 제작된 금형이 주입구가 좁아서 주입되는데 시간이 많이 길어져 응고가 진행된 상태에서 가압하여 주조품 외부 내부에 결함이 존재하는 것을 본 발명은 금형주입구를 넓혀 용탕을 주입하기 때문에 주입하는데 시간을 짧게 하여 응고가 되기 전에 가압하므로 주조품 내외부 결함이 없도록 하는 가압주조방법을 제공하고자 하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명 스테인리스강 용탕 가압주조방법은 주물제품의 형상이 만들어지는 금형의 내부공간인 제품부와, 상기 제품부로 용탕(첫물)을 투입하는 주입부와, 상기 주입부의 반대편 금형의 일단에 제품부로 주입된 용탕(M)의 압력을 증가하기 위해 제품부와 연통되게 형성되는 압탕부로 이루어져 있는 스테인리스강을 용탕 가압주조 방법에 있어서, 상기 제품부(C3)는 압탕부(C4)로부터 제품부(C3)의 저점으로 하향하는 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성되어 있는 것으로, 상기 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 주입부(6)의 거리가 상대적으로 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 압탕부(C4)의 거리보다 길게 형성되어 있기에 제품부(C3)에 충전된 용탕(M)의 압탕효율을 향상시키기 위하여 주입부(6)와 압탕부(C4)의 역할이 서로 바뀌도록 주입부(6)를 통해 용탕(첫물)(M)을 주입하지 않고 상기 압탕부(C4)를 통해 용탕(M)을 주입하여 용탕(M)의 응고순서가 주입부(6), 제품부(C3), 압탕부(C4)의 순서로 응고되도록 한 것이 특징이다.

발명의 효과

[0015] 상술한 바와 같이 스테인리스강 용탕 가압주조방법은 주물제품에 발생하는 수축공(Shrinkage, Cavity), 잔류응력에 의한 균열, 표면거칠기 등의 문제점을 극복하며, 또한 기존 스테인리스 주조 방식(중력 주조, 원심 주조 등) 대비 높은 물성과 회수율을 확보할 수 있으며, 특히 주물의 금속조직을 미세화시키고, 이에 따라 주물의 표면정밀도 및 재료강도를 향상시킬 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

[0016] 또한, 본 발명에서는 용탕 주입을 주입부에 하지 않고, 반대로 압탕부에 용탕을 장입함으로써 압탕부에 장입된 용탕은 차례로 제품부로 채워지고 동시에 금형에 의해 열을 빼기게 되어 식으면서 주입부쪽으로 채워지면서 결국에는 주입부에서 먼저 응고가 완료되고 다음에는 제품부가 응고 되고 마지막에는 압탕부에 용탕이 채워지면서 결국에는 압탕부가 최종 응고지점이 되어 게재물 및 액상이 남게 되어 결함이 없는 건전한 제품을 제조할 수 있다. 특히 주입부, 제품부, 압탕부에 진동을 부가함으로써 최종 응고부인 압탕의 효율을 증가시킬 수 있다는 등의 현저한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형을 나타낸 측면도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형을 나타낸 사시도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조방법에 의해 형성되는 주물제품과 이전 주물제품의 비교된 측면도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형의 일부분을 나타낸 단면도.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형을 나타낸 분해사시도.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조 장치를 나타낸 도면.
- 도 7은 비교예와 본 발명의 일 실시 예의 시간에 따른 용탕 온도 분포를 나타낸 도면.

도 8은 비교예와 본 발명의 일 실시 예의 시간에 따른 응고 분율 분포를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명 스테인리스강 용탕 가압주조방법은 주물제품의 형상이 만들어지는 금형의 내부공간인 제품부(C3)와, 상기 제품부(C3)로 용탕(쇳물)(M)을 투입하는 주입부(6)와, 상기 주입부(6)의 반대편 금형의 일단에 제품부(C3)로 주입된 용탕(M)의 압력을 증가하기 위해 제품부(C3)와 연통되게 형성되는 있는 압탕부(C4)로 이루어져 있는 스테인리스강을 용탕 가압주조 방법에 있어서, 상기 제품부(C3)는 압탕부(C4)로부터 제품부(C3)의 저점으로 하향하는 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성되어 있는 것으로, 상기 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 주입부(6)의 거리가 상대적으로 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 압탕부(C4)의 거리보다 길게 형성되어 있기에 제품부(C3)에 충전된 용탕(M)의 압탕효율을 향상시키기 위하여 주입부(6)와 압탕부(C4)의 역할이 서로 바뀌도록 주입부(6)를 통해 용탕(쇳물)(M)을 주입하지 않고 상기 압탕부(C4)를 통해 용탕(M)을 주입하여 용탕(M)의 응고순서가 주입부(6), 제품부(C3), 압탕부(C4)의 순서로 응고되도록 한 것이 특징이다.
- [0020] 상기 금형은 프레스장치(D)의 볼스터(B)에 안착되는 제1금형(1); 상기 제1금형(1)의 상부에 안착되는 인서트(5); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되는 제2금형(2); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되며, 상기 제2금형(2)과 밀착되었을 때 소정의 수용공간(S)이 형성되도록 구성되는 제3금형(3); 및 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)이 밀착된 상태에서, 상부로부터 이송되어 수용공간(S)에 삽입됨으로써 소정의 캐비티(C)를 형성하는 제4금형(4);을 포함하고 있는 것이 특징이다.
- [0021] 그리고 상기 용탕(M)이 주입되도록 주입컵(60)은 압탕부(C4) 측에 장착되는 것이 특징이다.
- [0022] 또한, 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에는 진동자를 장착하여 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성된 제품부(C3) 내에서 형성되는 주물제품의 잔류응력을 제거하기 위해 용탕(M)이 응고될 때, 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 초음파 진동을 가하는 것으로, 상기 초음파 진동은 제4금형(4)의 가압후 3초 후부터 진동을 가하되, 초음파의 주파수는 1000~100MHz이고, 진폭은 10~100 μ m인 것이 특징이다.
- [0023] 또한, 상기 제1금형 내지 제4금형(1, 2, 3, 4)은:
- [0024] 탄소(C) 0.01 내지 0.07 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.50 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.50 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.040 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 19.0 내지 22.0 중량%; 니켈(Ni) 27.5 내지 30.5 중량%; 몰리브덴(Mo) 2.0 내지 3.0 중량%; 구리(Cu) 3.0 내지 4.0 중량%;와 나머지는 철(Fe)을 포함하는 오스테나이트 스테인리스강(Austenitic stainless steel)으로 구성되고,
- [0025] 상기 용탕(M)은:
- [0026] 탄소(C) 0.03 내지 0.15 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.00 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.00 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.030 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 10 내지 13.5 중량%; 니켈(Ni) 0.01 내지 0.75 중량%;와 나머지는 철(Fe)을 포함하는 마르텐사이트 스테인리스강(Martensitic stainless steel)으로 구성되는 것이 특징이다.
- [0028] 본 발명 스테인리스강 용탕 가압주조방법을 첨부된 도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형을 나타낸 측면도, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형을 나타낸 사시도, 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조방법에 의해 형성되는 주물제품과 이전 주물제품의 비교된 측면도. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형의 일부분을 나타낸 단면도, 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조용 금형을 나타낸 분해사시도, 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 스테인리스 가압 주조 장치를 나타낸 도면, 도 7은 비교예와 본 발명의 일 실시 예의 시간에 따른 용탕 온도 분포를 나타낸 도면. 도 8은 비교예와 본 발명의 일 실시 예의 시간에 따른 응고 분율 분포를 나타낸 도면이다.
- [0030] 참고로, 본 발명과 연관된 배경기술과 본 발명의 기술을 비교하여 간략히 설명하면, 용융된 스테인리스강을 금형에 주입하여 완전 응고 전에 프레스로 가압하여 주조하는 것은 우리가 알고 있는 알루미늄을 응고 전에 가압하여 주조하는 알루미늄 다이캐스팅(Die Casting)과는 완전히 다르다.
- [0031] 스테인리스강의 녹는점은 1400~1530 $^{\circ}$ C로 알루미늄의 녹는점 660 $^{\circ}$ C 보다 매우 높고, 스테인레스강 STS410의 인장강도는 약 510 MPa로 알루미늄 다이캐스팅 AC4C 합금의 인장강도 150~200 MPa에 비해 약 3배 정도 높은 강도를 가지기 때문에 일반적으로 STS410 소재를 금형 가압주조로 부품을 제작하는 경우는 없다.

- [0032] 그렇지만 본 발명에서는 스테인레스강 STS410의 열전도도(25W/m[°] K)가 알루미늄 AC4C 열전도도(160W/m[°] K) 보다 낮아 가압 직전 금형에 주입된 용융 STS410의 응고속도가 늦기 때문에 프레스 가압이 가능하다.
- [0033] 이전의 실험에서 금형의 구조를 보면 크게 3가지 부분(주입부, 캐비티, 압탕부)으로 나눌 수 있으며, 일반적으로 주조시 용탕(쇳물)을 주입부(6)의 주입컵을 통해 장입하고 주입된 용탕이 제품부(C3)로 흘러 들어가 결국에는 압탕(C4)까지 채워지고 응고가 진행되는 도중에 프레스의 제4금형(4)을 사용하여 제품부(C3)에 압력을 가하여 반응용 가압 주조로 제품을 제작하게 된다.
- [0034] 여러번의 실험 결과는 주입부로 용탕을 주입한 경우 그림에서 보는 바와 같이 압탕부(C4)가 최종응고지점이 되지 못하는 경우가 있다.
- [0035] 그 이유는 사형에 비해 금형은 열전도도가 매우 빠르기 때문에 주입부(6)를 통해서 주입된 용탕이 식으면서 차례로 제품부(C3) 다음에는 압탕부(C4)로 채워지기 때문에 결국에는 압탕부(C4)에서 최종 응고부로서 역할을 하지 못하게 된다.
- [0036] 반면 주입부가 오히려 압탕부의 역할을 하게 되어 수축공 및 게재물이 주입부에 모이게 되고, 또한 제품부(C3)와 주입부(6) 사이의 통로가 좁아서 일부 액상 및 게재물이 제품부(C3)에도 남게 되는 단점이 있었다.
- [0037] 따라서 본 발명에서는 용탕 주입을 주입부(6)에 하지 않고, 반대로 압탕부(C4)에 용탕을 장입하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 압탕부(C4)에 장입된 용탕은 차례로 제품부(C3)로 채워지고 동시에 금형에 의해 열을 빼기게 되어 식으면서 주입부(6)쪽으로 채워져 결국에는 주입부(6)에서 먼저 응고가 완료되고 다음에는 제품부(C4)가 응고 되고 마지막에는 압탕부(C4)에 용탕이 채워지면서 결국에는 압탕부(C4)가 최종 응고지점이 되어 게재물 및 액상이 남게 되어 결함이 없는 건전한 제품을 제조할 수 있도록 한 것이다.
- [0039] 도 1 내지 도 8에 도시된 바와 같이 본 발명의 스테인리스강 용탕 가압주조방법은 주물제품의 형상이 만들어지는 금형의 내부공간인 압탕부(C3)와, 상기 압탕부(C3)로 용탕(쇳물)(M)을 투입하는 주입부(6)와, 상기 주입부(6)의 반대편 금형의 일단에 제품부(C3)로 주입된 용탕(M)의 압력을 증가하기 위해 제품부(C3)와 연통되게 형성되는 있는 압탕부(C4)로 이루어져 스테인리스강을 용탕 가압주조 방법에 관한 것이다.
- [0040] 더욱 상세하게는, 상기 제품부(C3)는 압탕부(C4)로부터 제품부(C3)의 저점으로 하향하는 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성되어 있는 것으로, 상기 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 주입부(6)의 거리가 상대적으로 제품부(C3)로부터 이어지는 통로인 압탕부(C4)의 거리보다 길게 형성되어 있기에 제품부(C3)에 충전된 용탕(M)의 압탕효율을 향상시키기 위하여 주입부(6)와 압탕부(C4)의 역할이 서로 바뀌도록 주입부(6)를 통해 용탕(쇳물)(M)을 주입하지 않고 상기 압탕부(C4)를 통해 용탕(M)을 주입하여 용탕(M)의 응고순서가 주입부(6), 제품부(C3), 압탕부(C4)의 순서로 응고되도록 하였다.
- [0041] 즉, 제품부(C3)가 연통되는 전후방향의 주입부(6)와 압탕부(C4) 중에서 상대적으로 제품부(C3)와의 거리가 가깝고 경사가 완만하게 형성된 통로인 압탕부(C4) 측에 용탕(쇳물)(M)을 주입함으로써 압탕부(C4)에 장입된 용탕(M)은 차례로 주물제품이 형성되는 공간인 제품부(C3)로 채워지고 동시에 금형에 의해 열을 빼기게 되어 식으면서 주입부(6)측으로 채워짐으로 인해 결국에는 주입부(6)에서 먼저 응고가 완료되고 다음에는 제품부(C3)가 응고 되고 마지막에는 압탕부(C4)에 용탕(M)이 채워지면서 결국에는 압탕부(C4)가 최종 응고지점이 되어 게재물 및 액상이 남게 되어 결함이 없는 건전한 제품을 제조할 수 있도록 하였다.
- [0042] 이에, 용탕(M)이 주입되도록 주입컵(60)은 압탕부(C4) 측에 장착되어야 할 것이다.
- [0043] 한편, 용탕(M)의 주입시 금형의 온도는 180~350℃로 예열하고, 주입시간은 6초 이내가 되도록 주입구의 직경과 길이를 설계함으로써 주물의 금속조직을 미세화하고, 표면정밀도와 재료강도를 향상시킬 수 있도록 하였다.
- [0044] 상기 금형은 제1금형(1) 내지 제4금형(4) 모두 180~350℃로 예열하도록 한다.
- [0045] 본 발명에서의 금형은 프레스장치(D)의 볼스터(B)에 안착되는 제1금형(1); 상기 제1금형(1)의 상부에 안착되는 인서트(5); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되는 제2금형(2); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되며, 상기 제2금형(2)과 밀착되었을 때 소정의 수용공간(S)이 형성되도록 구성되는 제3금형(3); 및 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)이 밀착된 상태에서, 상부로부터 이송되어 수용공간(S)에 삽입됨으로써 소정의 캐비티(C)를 형성하는 제4금형(4);을 포함하도록 하였다.
- [0046] 본 발명에서는 상기 금형을 통해 스테인리스 재질의 터빈용 실링 세그먼트(Sealing Segment)를 제조하는 것에

대하여 상세히 기술하였다.

- [0047] 본 발명에서의 캐비티(C)는: 주입부(6)에서 압탕부(C4) 측으로 저점으로부터 고점까지 상향하도록 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성하였다.
- [0048] 특히, 주입부(6)의 체적은 주물이 형성되는 공간부인 제품부(C3)의 체적대비 1~1.5배 이고, 압탕부(C4)의 체적은 제품부(C3)의 체적대비 80~100% 정도 형성되도록 하였다.
- [0049] 더욱 바람직하게는 상기 금형을 통해 제조되는 스테인리스 재질의 터빈용 실링 세그먼트(Sealing Segment)는 주물의 체적이 1212.248cm³로 형성될 때, 주물이 형성되는 공간부의 전단에 형성되는 주입부(6)의 체적은 1867.953 cm³가 되게 형성되고, 주물이 형성되는 공간부의 후단에 형성되는 압탕부(C4)의 체적은 1171.148cm³가 되게 형성되도록 하였다.
- [0050] 본 발명에서의 용탕(M)은: 주입 온도가 1580℃ 내지 1650℃이고, 주입 용탕(M)의 체적은 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성되는 압탕부(C4), 제품부(C3) 용적 대비 80% 내지 100%의 체적이 되도록 하였다.
- [0051] 또한, 상기 제1금형 내지 제4금형은: 탄소(C) 0.01 내지 0.07 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.50 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.50 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.040 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 19.0 내지 22.0 중량%; 니켈(Ni) 27.5 내지 30.5 중량%; 몰리브덴(Mo) 2.0 내지 3.0 중량%; 구리(Cu) 3.0 내지 4.0 중량%;와 나머지는 철(Fe)을 포함하는 오스테나이트 스테인리스강(Austenitic stainless steel)으로 구성된다.
- [0052] 그리고 본 발명의 용탕(M)은: 탄소(C) 0.03 내지 0.15 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.00 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.00 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.030 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 10 내지 13.5 중량%; 니켈(Ni) 0.01 내지 0.75 중량%;와 나머지는 철(Fe)을 포함하는 마르텐사이트 스테인리스강(Martensitic stainless steel)으로 구성되는 것이 특징으로 하고 있다.
- [0053] 또 다른 실시로서 상기 제1금형 내지 제4금형(1, 2, 3, 4)은: 탄소(C) 0.11 중량%; 실리콘(Si) 0.31 중량%; 망간(Mn) 0.5 중량%; 인(P) 0.025 중량%; 크롬(Cr) 2.25 중량%; 몰리브덴(Mo) 0.9 중량%;와 나머지는 철(Fe)을 포함하도록 구성되고, 상기 용탕(M)은: 탄소(C) 0.08-0.15 중량%; 망간(Mn) 1.0 중량%; 황(S) 0.03 중량%; 인(P) 0.04 중량%; 실리콘(Si) 1.0 중량%; 크롬(Cr) 11.5-13.5 중량%; 니켈 0.75 중량%;와 나머지는 철(Fe)을 포함하도록 구성될 수도 있다.
- [0054] 특히, 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)의 일측면에는 진동자를 장착하여 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성된 제품부(C3) 내에서 형성되는 주물제품의 잔류응력을 제거하기 위해 용탕(M)이 응고될 때, 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 초음파 진동을 가하도록 한다.
- [0055] 이때, 상기 초음파 진동은 제4금형(4)의 가압후 3초 후부터 진동을 가하되, 초음파의 주파수는 1000~100MHz이고, 진폭은 10~100 μ m이내가 되도록 한다.
- [0056] 가압의 시작을 3초후로 하는 것은 용탕(M)이 액상의 상태에서 고상으로 상태가 변하는 시점에 진동을 가하기 위함이다.
- [0057] 그리고 제 1금형의 내부에 발열체를 삽입하여 주입된 용탕이 급속하게 응고 되지 않도록 150~300℃ 유지하는 것이 특징이다.
- [0059] 이하, 본 발명의 금형을 이용한 가압 주조 과정을 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [0060] 본 발명에서 제1금형(1)이 흔들리지 않도록 상기 볼스터(B)에 고정시키고, 제1금형(1)의 중앙부에 형성된 홈에 주조할 주물에 대응되는 인서트(5)를 삽입한다.
- [0061] 상기 제1금형(1)의 상부에 제2금형(2) 및 제3금형(3)을 안착시키고, 제2금형(2) 및 제3금형(3)에 각각 연결된 가압장치(액추에이터 등)를 동작시켜 제2금형(2) 및 제3금형(3)을 서로 밀착시킨다.
- [0062] 이후, 제2금형(2) 또는 제3금형(3)에 형성되거나, 제2금형(2) 및 제3금형(3)의 밀착시킨 후, 압탕부(C4)를 통해 용탕(M)을 주입한다.
- [0063] 상기 압탕부(C4)에는 용탕(M)이 금형의 주변부로 이탈하지 않도록 소정의 주입컵(60)이 체결될 수 있다.
- [0064] 이 때, 상기 캐비티(C)의 형상에 따라 용탕(M)은 도 1에 도시된 화살표 방향으로 주입되어 압탕부(C4), 제품부(C3), 주입부(6) 순으로 충전된다.

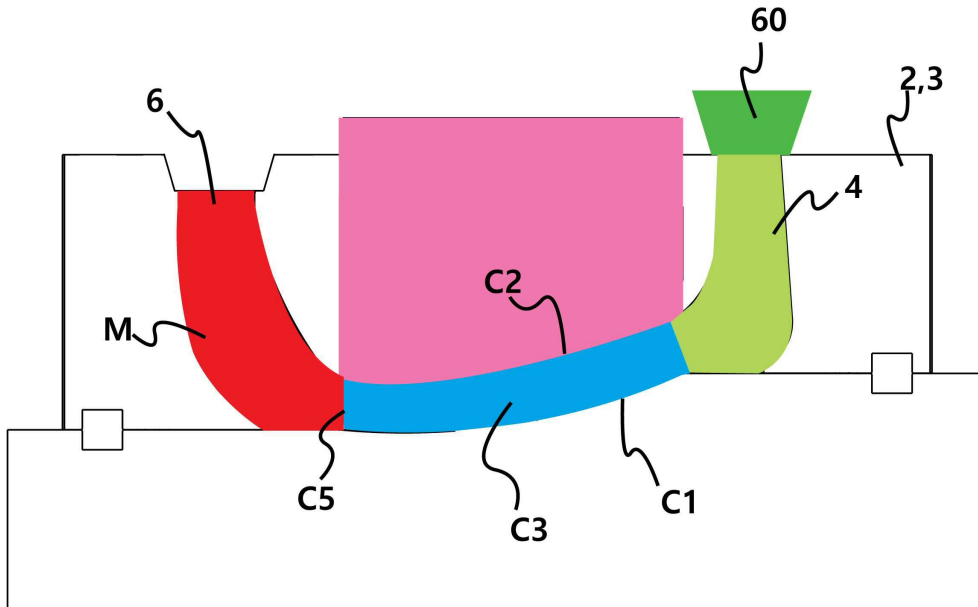
- [0065] 용탕(M)을 주입을 완료한 뒤, 용탕(M)이 완전히 응고되기 전에 상기 제4금형(4)을 하강시키며 제4금형(4)으로 용탕(M)을 가압한다.
- [0066] 하나의 실시예로서 소정의 캐비티(C)가 형성되어 용탕(M)을 주입받는 금형; 및 금형에 소정의 압력을 가하는 프레스장치(D);를 포함하는, 스테인리스 가압 주조 장치에 있어서, 상기 금형은: 프레스장치(D)의 볼스터(B)에 안착되는 제1금형(1); 상기 제1금형(1)의 상부에 안착되는 인서트(5); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되는 제2금형(2); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되며, 상기 제2금형(2)과 밀착되었을 때 소정의 수용공간(S)이 형성되도록 구성되는 제3금형(3); 및 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)이 밀착된 상태에서, 상부로부터 이송되어 수용공간(S)에 삽입됨으로써 소정의 캐비티(C)를 형성하는 제4금형(4);을 포함하고, 상기 캐비티(C)는: 상기 제2금형(2) 또는 제3금형(3)에 형성된 압탕부(C4)를 통해 상부로부터 주입된 용탕(M)이, 상기 캐비티(C)의 저점으로 충전되도록 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성되며, 상기 프레스장치(D)는: 상기 금형이 안착되는 공간을 제공하는 볼스터(B); 상기 금형을 가압하도록 상부로부터 소정의 압력을 가하도록 구비되는 피스톤(P); 및 상기 피스톤(P)에 동력을 전달하는 유압장치;를 포함하는, 스테인리스 가압 주조 장치를 제공하도록 한다.
- [0067] 상기 피스톤은 널리 공지된 관용의 수단이기에 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0068] 여기서, 상기 피스톤(P)에 의해 가압되는 금형은, 제2금형(2) 내지 제4금형(4)일 수 있으며, 상기 유압장치의 유압회로를 제어함에 따라 주조 과정에서 제2금형(2) 내지 제4금형(4) 중 일부분에 대해 가압력을 해제하거나 가압력을 부여할 수 있다.
- [0069] 또 다르게는, 프레스장치(D)의 볼스터(B)에 안착되는 제1금형(1); 상기 제1금형(1)의 상부에 안착되는 인서트(5); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되는 제2금형(2); 상기 제1금형(1)의 상부에서 슬라이딩되도록 배치되며, 상기 제2금형(2)과 밀착되었을 때 소정의 수용공간(S)이 형성되도록 구성되는 제3금형(3); 및 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)이 밀착된 상태에서, 상부로부터 이송되어 수용공간(S)에 삽입됨으로써 소정의 캐비티(C)를 형성하는 제4금형(4);을 포함하고, 상기 캐비티(C)는: 상기 제2금형(2) 또는 제3금형(3)에 형성된 압탕부(C4)를 통해 상부로부터 주입된 용탕(M)이, 상기 캐비티(C)의 저점으로 하향 충전되도록 소정의 경사 또는 곡률을 가지도록 형성되는 스테인리스 가압 주조용 금형을 이용하여 터빈용 패키징 링을 제조하는, 스테인리스 가압 주조 방법에 있어서, 프레스장치(D)의 볼스터(B)에 상기 제1금형(1)을 안착시키는 단계; 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)을 각각 좌측 및 우측으로부터 가압하여 밀착시키는 단계; 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3) 사이에 형성된 수용공간(S)으로 제4금형(4)을 삽입하는 단계; 상기 제2금형(2) 또는 제3금형(3)에 형성된 압탕부(C4)를 통해, 압탕부(C4)의 상부에서 용탕(M)을 부어 캐비티(C) 내부에 용탕(M)을 주입하는 단계; 및 상기 캐비티(C) 내부에 용탕(M)이 충전된 후, 상기 제4금형(4)을 가압하는 단계;를 포함하는, 스테인리스 가압 주조 방법을 제공할 수도 있다.
- [0070] 상기 제4금형(4)을 가압하는 단계 후, 소정의 시간이 경과하여 용탕(M)이 충분히/완전히 응고된 후에는 상기 제4금형(4)을 상승시켜 공정을 종료한다.
- [0071] 이렇게 주조된 주물은 표면가공, 표면처리, 절삭 등 후처리 과정을 거쳐 터빈용 패키징 링으로 제조될 수 있다.
- [0072] 또한, 상기 캐비티(C)는: 상기 제1금형(1) 또는 인서트(5)에 형성되며, 호의 중심각을 이루는 중심점이 상부에 배치되는 형태로 소정의 제1 원호형 프로파일(1)이 형성되는 바닥면(C1); 상기 제4금형(4)에 형성되며, 상기 바닥면(C1)을 형성하는 호가 소정의 거리만큼 평행이동한 형태의 제2 원호형 프로파일(2)이 형성되는 천장면(C2); 상기 제1 원호형 프로파일(1) 및 제2 원호형 프로파일(2)에 의해 둘러싸이는 제품부(C3); 상기 제품부(C3)의 양단에 형성되는 압탕부(C4); 및 상기 제품부(C3)와 압탕부(C4) 사이의, 단면적이 달라지는 지점인 목부(C5);를 포함할 수 있다.
- [0073] 상기 캐비티(C)의 상세 구성은 도 1에 도시되어 있다.
- [0074] 압탕부(C4)에 장착된 주입캡(60)을 통해 상부로부터 하부로 주입되는 용탕(M)은, 캐비티(C)의 저점으로부터 하향 충전되어 다시 주입부(6)까지 채워진다.
- [0075] 그리고, 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)은: 상기 제4금형(4)에 의해 용탕(M)이 가압될 때, 용탕(M)으로부터 압력을 받아 좌우 방향으로 벌어지도록 형성되는 경사면(20, 30);을 포함하고, 상기 제4금형(4)은: 상기 경사면(20, 30)에 대응되도록 형성되는 췌기(40);를 포함할 수 있다.
- [0076] 상기 경사면(20, 30) 및 췌기(40)는 도 5에 도시되어 있다.

- [0077] 상기 제4금형(4)이 하중을 전달받아 용탕(M)을 가압하게 되면, 용탕(M)은 모든 방향으로 압력을 가하게 된다. 이 때, 제4금형(4)으로부터 전달되는 모든 하중을 금형이 버티게 되면 금형이 깨지는 등 문제가 발생할 수 있으므로, 상기와 같이 경사면(20, 30)과 쉘기(40)를 활용하여 하중의 일부가 측면 방향으로 분산되도록 유도할 수 있다.
- [0078] 이 때, 상기 제2금형(2) 및 제3금형(3)이 좌우 방향으로 벌어질 수 있도록 제2금형(2) 및 제3금형(3)에 가해지는 압력/가압은 해제하는 것이 바람직하다.
- [0079] 여기서 가압을 해제한다는 것은, 압력을 0으로 만드는 것이 아니라 의도치 않은 변형은 방지하되 필요 이상의 하중은 분산시킬 수 있도록 제2금형(2) 및 제3금형(3)을 지지하는 정도의 압력만을 잔여시키는 것을 의미할 수 있다.
- [0080] 아울러, 상술한 바와 같이 본 발명의 제1금형(1) 내지 제4금형(4)은: 탄소(C) 0.01 내지 0.07 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.50 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.50 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.040 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 19.0 내지 22.0 중량%; 니켈(Ni) 27.5 내지 30.5 중량%; 몰리브덴(Mo) 2.0 내지 3.0 중량%; 구리(Cu) 3.0 내지 4.0 중량%; 및 철(Fe) 37.35 내지 48.45 중량%;를 포함하는, 오스테나이트 스테인리스강(Austenitic stainless steel)으로 구성되고, 상기 용탕(M)은: 탄소(C) 0.03 내지 0.2 중량%; 망간(Mn) 0.01 내지 1.00 중량%; 규소(Si) 0.01 내지 1.00 중량%; 황(S) 0.01 내지 0.030 중량%; 인(P) 0.01 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 10 내지 13.5 중량%; 니켈(Ni) 0.01 내지 0.75 중량%; 및 나머지는 철(Fe)을 포함하는, 마르텐사이트 스테인리스강(Martensitic stainless steel)으로 구성될 수 있다.
- [0081] 상기와 같은 금형 및 용탕(M)의 조성에 따르면, 종래의 STS410 소재에 비해 탄소 및 크롬함량을 약간 줄일 수 있어 가압주조시 제품의 중심부까지 가압되며, 가압 주조에도 불구하고 용탕(M)이 금형에 눌러붙는 등의 현상이 발생하지 않고, 정상적으로 주물이 취출된다.
- [0082] 이 때, 상기 인서트(5)는 제1금형(1) 내지 제4금형(4)과 동일하게 구성될 수 있다.
- [0083] 상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)은: 탄소(C) 0.035 내지 0.07 중량%; 망간(Mn) 0.75 내지 1.50 중량%; 규소(Si) 0.75 내지 1.50 중량%; 황(S) 0.020 내지 0.040 중량%; 인(P) 0.020 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 19.0 내지 22.0 중량%; 니켈(Ni) 27.5 내지 30.5 중량%; 몰리브덴(Mo) 2.0 내지 3.0 중량%; 구리(Cu) 3.0 내지 4.0 중량%; 및 철(Fe) 46.925 내지 48.45 중량%;를 포함하는, 오스테나이트계 스테인리스강(Austenitic stainless steel)으로 구성되고, 상기 용탕(M)은: 탄소(C) 0.08 내지 0.15 중량%; 망간(Mn) 0.5 내지 1.00 중량%; 규소(Si) 0.5 내지 1.00 중량%; 황(S) 0.015 내지 0.030 중량%; 인(P) 0.02 내지 0.040 중량%; 크롬(Cr) 11.5 내지 13.5 중량%; 니켈(Ni) 0.0375 내지 0.75 중량%; 및 나머지는 철(Fe)을 포함하는, 마르텐사이트계 스테인리스강(Martensitic stainless steel)으로 구성될 수 있다.
- [0084] 또한, 상기 용탕(M)은: 주입 온도가 1580℃ 내지 1650℃이고, 주입 용탕(M) 체적은 [상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성되는 압탕부(C4), 게이트 및 캐비티(C) 용적] 대비 80% 내지 100%의 체적이고, 주입 속도는 제1주입 시간 동안 제1유량으로 유지된 후, 제2주입 시간 동안 제1유량에서 0으로 유량이 감소하도록 제어되고, 상기 용탕(M)이 충전된 후, 상기 제4금형(4)이 0.5mm/sec 내지 1.5mm/sec의 속도로 15sec 내지 25sec 동안 하부로 이송되며 용탕(M)을 가압하도록 제어될 수 있다.
- [0085] 바람직하게는, 상기 주입 온도가 1588℃ 내지 1592℃이고, 주입 용탕(M) 체적은 [상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성되는 압탕부(C4), 게이트 및 캐비티(C) 용적] 대비 87% 내지 89%의 체적이고, 주입 속도는 제1주입 시간 동안 제1유량으로 유지된 후, 제2주입시간 동안 제1유량에서 0으로 유량이 감소하도록 제어되고, 상기 용탕(M)이 충전된 후, 상기 제4금형(4)이 0.9mm/sec 내지 1.1mm/sec의 속도로 15 sec 내지 25 sec 동안 하부로 이송되며 용탕(M)을 가압하도록 제어될 수 있다.
- [0086] 여기서, 상기 주입 온도는, 용탕(M)을 구성하는 합금의 녹는 범위(Melting Range)가 1482℃ 내지 1532℃를 기반으로 산출되었다.
- [0087] 실시 예에서는, 상기 제1주입 시간은 4초, 제2주입 시간은 2초로, 총 6초동안 용탕(M)을 주입하였으며, 제1유량은 500cm³/sec로 제어되었다.
- [0088] 도 7과 도 8은 상기 주입 온도가 1590℃이고, 주입 용탕(M) 체적은 [상기 제1금형(1) 내지 제4금형(4)에 의해 형성되는 압탕부(C4), 게이트 및 캐비티(C) 용적] 대비 88%의 체적이고, 주입 속도는 제1주입 시간 동안 제1유량으로 유지된 후, 제2주입 시간 동안 제1유량에서 0으로 유량이 감소하도록 제어되고, 상기 용탕(M)이 충전된

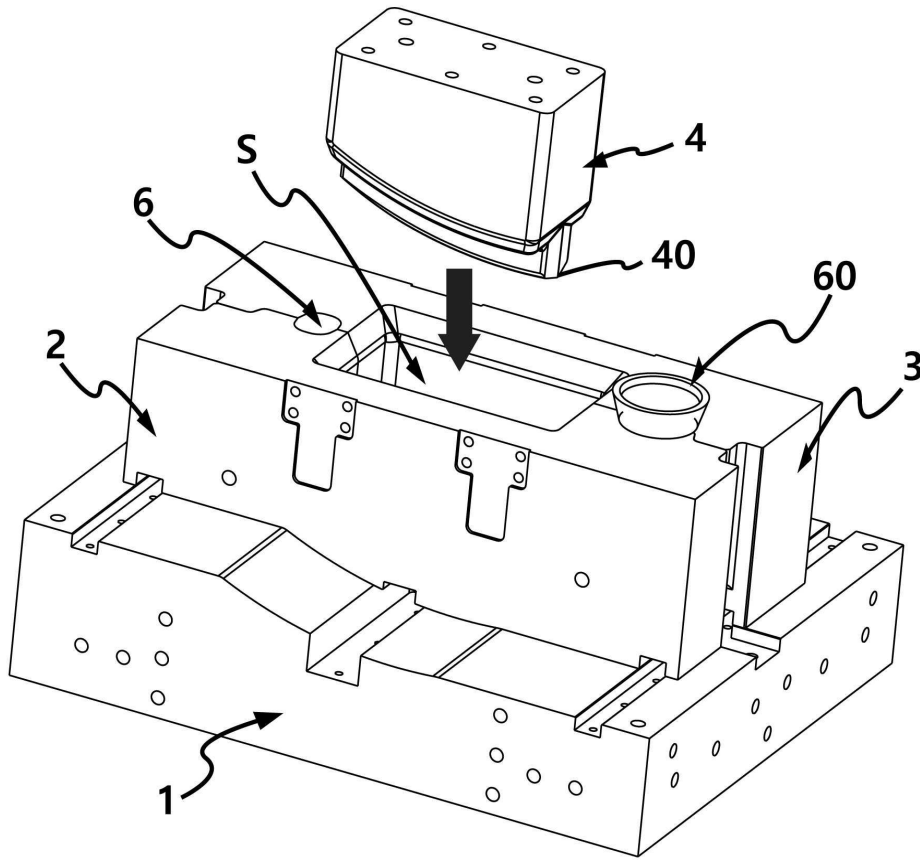
- | | |
|-----------|----------|
| 5 : 인서트 | 6 : 주입부 |
| 60 : 주입컵 | |
| S : 수용공간 | M : 용탕 |
| C : 캐비티 | C1 : 바닥면 |
| C2 : 천장면 | C3 : 제품부 |
| C4 : 압탕부 | C5 : 목부 |
| D : 프레스장치 | B : 볼스터 |
| P : 피스톤 | |

도면

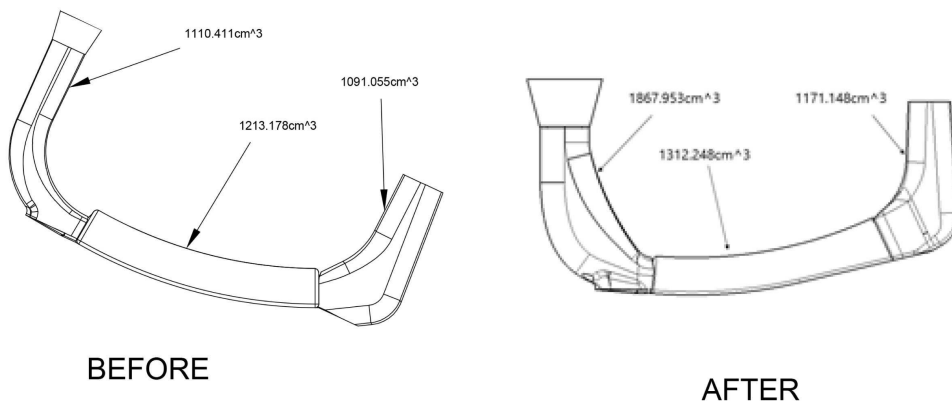
도면1



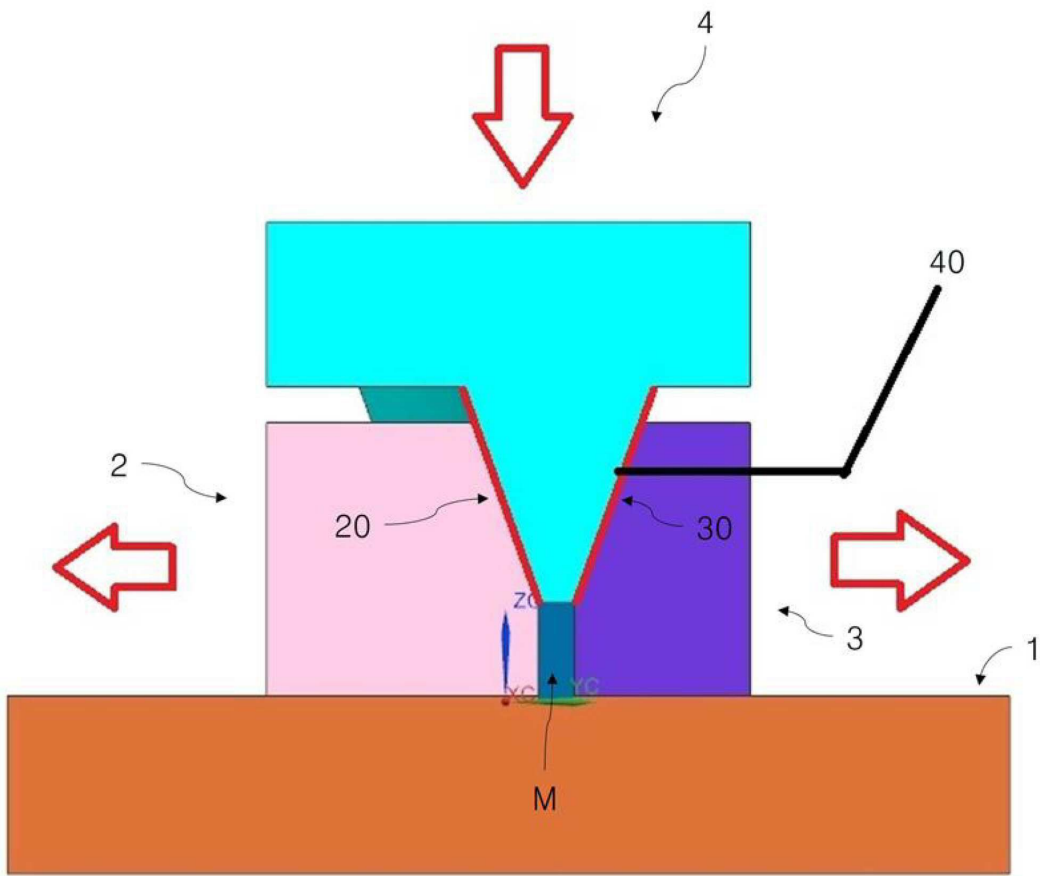
도면2



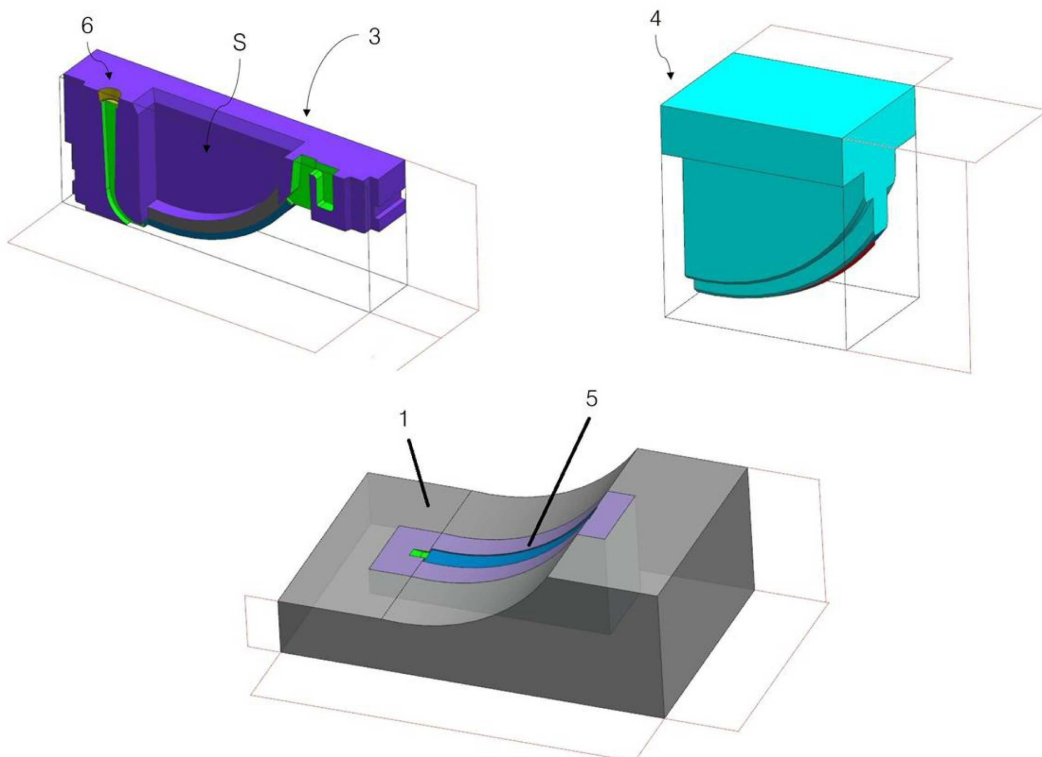
도면3



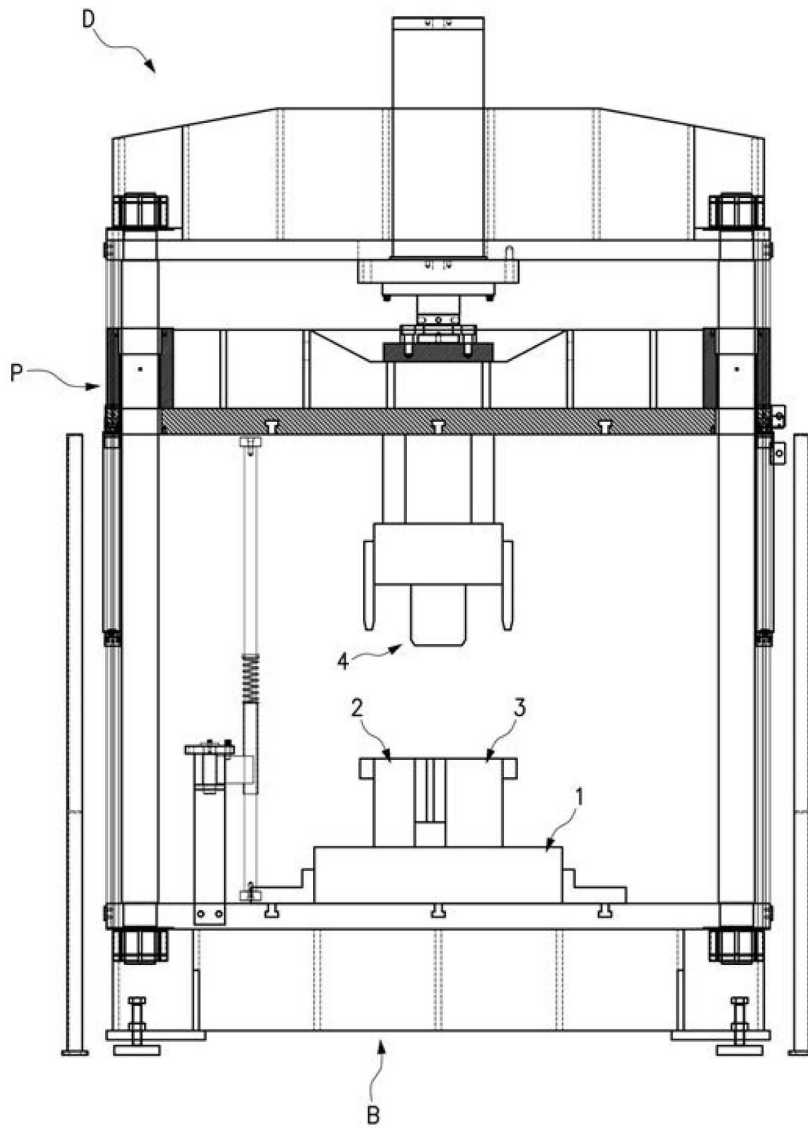
도면4



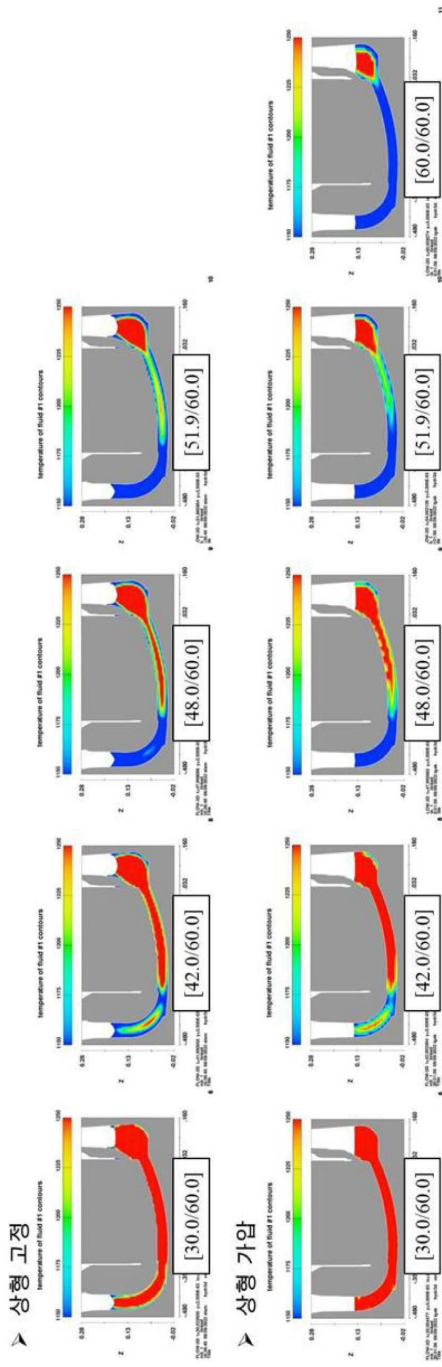
도면5



도면6



도면7



도면8

