

|                                                                                                                                                                      |                                    |                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | (19) 대한민국특허청(KR)<br>(12) 공개특허공보(A) | (11) 공개번호 10-2013-0009028<br>(43) 공개일자 2013년01월23일                                                                                                                                      |
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>C21D 9/00 (2006.01) C21D 1/40 (2006.01)<br>B22D 17/00 (2006.01)<br>(21) 출원번호 10-2011-0069807<br>(22) 출원일자 2011년07월14일<br>심사청구일자 2011년07월14일 |                                    | (71) 출원인<br>경상대학교산학협력단<br>경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)<br>(72) 발명자<br>임수근<br>경상남도 진주시 이현동 이현웰가아파트 105동 2502호<br>김대환<br>경상남도 창원시 마산합포구 구산면 난포리 308번지<br>(뒷면에 계속)<br>(74) 대리인<br>권혁수, 오세준, 송윤호 |

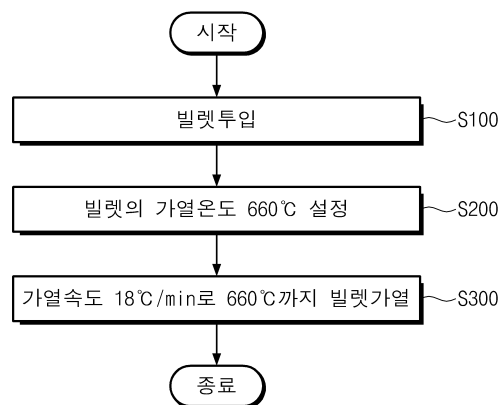
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 반응용 가공의 재가열 방법 및 합금소재

(57) 요약

본 발명의 일실시예는 반응용 가공에서 재가열 방법에 관한 것으로서, 빌렛을 전기저항로에 투입하는 단계, 상기 빌렛을 8℃/min ~ 15℃/min의 속도로 550℃ ~ 630℃가 되도록 가열하는 단계를 포함한다. 또한 본 발명의 다른 실시예는 반응용 가공에서 재가열 방법에 관한 것으로서, 빌렛을 전기저항로에 투입하는 단계, 상기 빌렛을 17℃/min ~ 20℃/min의 속도로 660℃ ~ 690℃가 되도록 가열하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

**최승화**

경상남도 진주시 집현면 덕오리 310번지

**심성용**

경상남도 진주시 미천면 향양리 620

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

빌렛을 전기저항로에 투입하는 단계;

상기 빌렛을 8℃/min ~ 15℃/min의 속도로 550℃ ~ 630℃가 되도록 가열하는 단계를 포함하는 반응용 가공의 재가열 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 빌렛을 9℃/min ~ 10℃/min의 속도로 가열하는 것을 특징으로 하는 반응용 가공의 재가열 방법

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 빌렛을 580℃ ~ 600℃가 되도록 가열하는 것을 특징으로 하는 반응용 가공의 재가열 방법.

### 청구항 4

빌렛을 전기저항로에 투입하는 단계;

상기 빌렛을 17℃/min ~ 20℃/min의 속도로 660℃ ~ 690℃가 되도록 가열하는 단계를 포함하는 반응용 가공의 재가열 방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 빌렛을 18℃/min ~ 19℃/min의 속도로 가열하는 것을 특징으로 하는 반응용 가공의 재가열 방법.

### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 빌렛을 670℃ ~ 680℃가 되도록 가열하는 것을 특징으로 하는 반응용 가공의 재가열 방법.

### 청구항 7

제1항 또는 제4항의 방법으로 제조된 합금소재.

## 명세서

## 기술분야

[0001] 본 발명의 일실시예는 반응용 가공의 재가열 방법 및 이 방법으로 제조된 합금소재에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 반고체 가공에서는 고/액 공존영역에서 부품을 가공하기 때문에 낮은 가공력으로 부품을 near net shape로 제조할 수 있고, 높은 유동 특성으로 높아 다이의 수명 연장, 빠른 생산성을 확보할 수 있다. 또한 액체 상태가 아닌 고체와 액체가 공존하기 때문에 기포에 의한 주조결함을 줄일 수 있다. 이러한 반고체 가공의 분류에는 고/액상태 용탕으로부터 직접 부품을 제조하는 반응고 가공법과 반고체 금속을 이용하여 부품을 제조하는 반응용 가공법으로 분류된다. 반고체 금속을 제조하는 방법에는 미세한 구형의 초정을 가지도록 하기 위하여 교반자 혹은 전자기를 이용하여 용탕을 교반하여 고/액 공존영역에서 성장하는 수지상정을 파괴하는 교반법이 있고, 냉각판에 용탕을 흘려 주어 유리된 결정이 구형화 되거나, 낮은 냉각속도로 포정반응에 의한 초정의 생성과 성장이 이루어져 구형화 되는 무교반법으로 나누어진다.

[0003] 반응고가공법(Rheo-forming)은 용탕을 서서히 고/액 공존온도까지 냉각시켜 성장하는 수지상정을 기계적 혹은 전자기적인 방법으로 파괴하여 구형의 초정을 가지는 슬러리(Slurry)를 이용하여 단조, 압출, 가압주조 등의 가공법으로 부품을 제조하는 가공법이다. 반응고 가공법은 제품제조 생산성이 우수하나, 교반에 의한 용탕의 오염과 제조에 필요한 전력 사용량이 매우 크며, 대형의 부품의 제조에는 적합하지 않다. 이와 달리 반응용가공(Thixo-forming)은 고/액 공존온도에서 구형의 초정을 가지도록 소정의 과정을 거친 후 고체상태로 굳혀 반응고 빌렛을 제조하고, 부품의 중량에 따라 절단한 후 이를 다시 재가열 공정을 통해 고/액 공존영역까지 가열하여 슬러리 상태에서 소성가공을 행함으로써 부품을 제조하는 제조법이다. 이 방법에서는 고/액 공존 상태로 다시 재가열하는 공정이 추가되는 단점이 있지만, 반응고 소재의 보관이 쉽고, 현 생산설비에 바로 적용할 수 있을 뿐만 아니라 대형부품의 제조에 적용될 수 있다.

[0004] 반응용 가공에서 재가열 공정은 반응고 초정이 성장하게 되고 부품의 기계적 물성에 영향을 미치게 되어 단시간 균일한 가열이 중요하다. 이를 위해서 고주파가열 등 다양한 방법을 사용한다. 그러나 공정의 추가는 재료원가가 상승하는 요인이 되고, 특히 고주파를 이용하는 방법에서 사용하는 반응용 빌렛 재가열은 유도 코일의 제작과 권선 방법 등의 기술이 요구된다. 그리고 대형의 빌렛을 재가열하는데에는 균일한 가열과 단시간의 재가열 공정을 위해 추가적인 설비의 설계와 개발이 요구된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일실시예에 의하면 추가적인 설비 없이, 반응용가공용 빌렛을 이용하지 않고도 반응용 가공(Thixo-forming)이 가능한 재가열 방법이 제공된다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일실시예인 반응용가공에서 재가열 방법은 빌렛을 전기저항로에 투입하는 단계, 상기 빌렛을 8℃/min ~ 15℃/min의 속도로 550℃ ~ 630℃가 되도록 가열하는 단계를 포함한다.

[0007] 실시예로서, 상기 빌렛을 9℃/min ~ 10℃/min의 속도로 가열할 수 있으며, 상기 빌렛을 580℃ ~ 600℃가 되도록 가열할 수 있다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예인 반응용가공에서 재가열방법은 빌렛을 전기저항로에 투입하는 단계, 상기 빌렛을 17℃/min ~ 20℃/min의 속도로 660℃ ~ 690℃가 되도록 가열하는 단계를 포함한다.

[0009] 실시예로서, 상기 빌렛을 18℃/min ~ 19℃/min의 속도로 가열할 수 있으며, 상기 빌렛을 670℃ ~ 680℃가 되도록 가열할 수 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 실시예인 합금소재는 본 발명의 방법으로 제조될 수 있다.

## 발명의 효과

- [0011] 본 발명의 일실시예에 의한 효과는 다음과 같다.
- [0012] 첫째, 추가 설비 없이 기존의 공정에서 반응용 가공을 위한 빌렛의 재가열을 수행할 수 있어 제조 비용을 줄일 수 있다.
- [0013] 둘째, 반응고 빌렛 뿐만 아니라 연속주조재를 이용할 수 있다.
- [0014] 셋째, 성형성 향상을 통한 가공력을 감소할 수 있으며, 다이스의 수명 연장 등의 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0015] 도1은 일반 연속주조빌렛의 미세조직이다.
- 도2는 본 발명의 제1실시예인 반응용가공의 재가열 방법의 순서도이다.
- 도3은 본 발명의 제1실시예인 반응용가공의 재가열 방법에 의한 빌렛의 미세조직이다.
- 도4는 본 발명의 제2실시예인 반응용가공의 재가열 방법의 순서도이다.
- 도5는 본 발명의 제2실시예인 반응용가공의 재가열 방법에 의한 빌렛의 미세조직이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

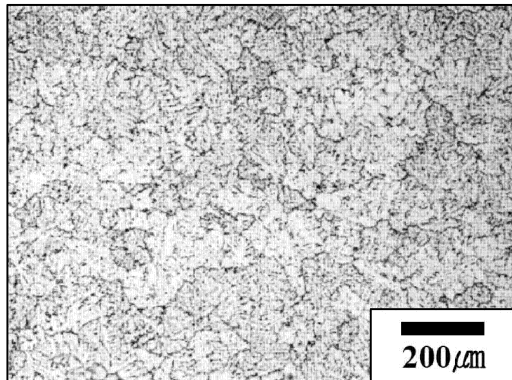
- [0016] 실시예들은 여러 가지 다른 형태들로 구체화될 수 있고, 여기에서 설명되는 양태들로 한정되는 것으로 해석되지 않는다. 오히려, 상기 양태들은 실시예들을 더욱 철저하고 완전하게 되도록 해주며, 당업자에게 실시예들의 영역을 충분히 전달할 수 있도록 해준다.
- [0017] 일반적으로 반응용가공에서의 재가열 단계는 전기저항로의 온도를 반응고 빌렛의 용점 혹은 그보다 10℃ 이하의 온도로 설정한 후 재가열 시간에 따라 액상율의 변화를 확인하여 소정의 액상을 가지는 온도까지 도달하였을 때 소성가공을 수행한다. 이 때 반응고 빌렛을 사용해야 하는 기존의 방법과는 달리 본 발명의 일실시예에서는 일반 연속주조 빌렛과 무교반 반응고 빌렛을 사용하여 전기저항로에서 가열속도를 증가시켜 공정상의 우선적인 부분용융을 일으키게 하고 생성된 액상과 초정의 계면 사이의 상호작용에 의해 초정을 구상으로 변화 시킨다.
- [0018] 이하 도면을 참고하여 상세히 설명한다.
- [0019] 도1은 일반 연속주조빌렛의 미세조직이다.
- [0020] 앞서 설명한 바와 같이 일반적으로 반응용가공을 위해서 구상화된 조직을 가진 빌렛을 사용해야 한다. 이와 달리 도1에 도시된 연속주조빌렛을 사용하여 반응용 가공을 수행하는 경우에는 수지상정이 발생하여 가공을 위한 재가열시에 초정 텐드라이트의 생성을 방해하게 된다.
- [0021] 또한 초정텐드라이트의 생성을 방해하는 것을 막기 위해 반응용 가공에서 구상화된 조직을 가진 빌렛을 별도로 제작하여 반응용 가공에 사용하는 것은 별도의 공정을 추가해야 하며, 알루미늄, 마그네슘과 같은 난가공성 합금을 제작하는데 있어서 제품의 단가가 상승하게 되는 요인이 된다.
- [0022] 본 발명의 일실시예에 의하면 도1에 도시되어 있는 일반적인 연속주조빌렛을 이용하고 반응용 가공의 재가열을 수행하여 특성이 향상된 부품을 생산 하는 방법이 제시된다.
- [0023] 도2는 본 발명의 제1실시예인 반응용가공에서 재가열 방법의 순서도이다.
- [0024] 도2에 도시된 바와 같이 빌렛을 전기저항로에 투입한다(S10). 전기저항로는 전기저항이 크고 내열성이 좋은 도체재료에 전류를 통하여 그 열로 목적물을 가열하거나 건조하는 장치이다. 전기저항로와 같은 열처리 설비는 전기저항로, 연속가열로, 염욕로 등 다양하나 본 발명의 일실시예와 같이 연속주조빌렛의 반응용 가공을 위해서는 전기저항로를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0025] 전기저항로에 투입된 빌렛은 가열된다. 먼저 빌렛의 가열온도를 590℃로 설정한다(S20). 전기저항로에 부착되어 있는 온도조절기를 590℃로 설정한다.
- [0026] 또한 가열속도를 9℃/min으로 설정하여 전기저항로에 투입된 빌렛을 가열한다(S30). 이와 같은 단계로 빌렛을

가열하게 되면 빌렛은 공정상의 우선적인 부분용융을 일으키게 되고 생성된 액상과 초정의 계면사이의 상호작용에 의해 초정이 구상으로 변화된다.

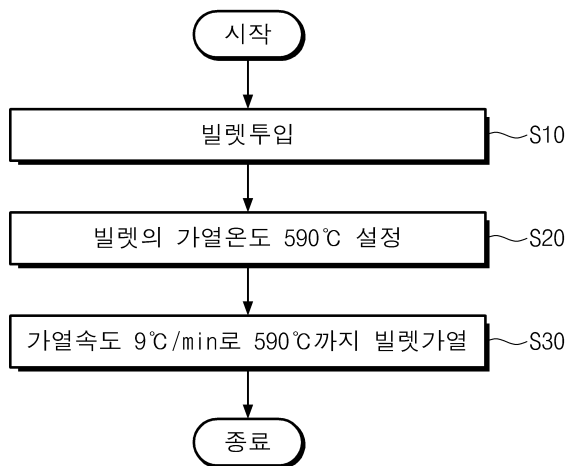
- [0027] 도3은 본 발명의 제1실시예인 반응용가공의 재가열 방법에 의한 빌렛의 미세조직도면이다.
- [0028] 도3에 도시된 바와 같이 본 발명의 제1실시예에 의해서 제조된 가공된 빌렛의 미세조직크기는  $207\mu\text{m}$ 이고 구형의 정도를 나타내는 기준척도인 형상계수는 0.4이다.
- [0029] 본 발명의 제1실시예에 의해서 일반적인 연속주조빌렛을 설정된 온도와 가열속도로 가공하게 되면 반응용가공용 빌렛을 이용하여 재가열하는 것과 유사한 입자크기, 형상계수 특성을 갖는다. 본 발명의 제1실시예와 같은 반응용가공의 재가열 단계를 거침으로서 우수한 특성의 제품을 수득하게 된다.
- [0030] 이하 본 발명의 제2실시예에 대해서 설명한다.
- [0031] 본 발명의 제1실시예와 중복되는 구성에 대해서는 설명을 생략하도록 한다.
- [0032] 도4는 본 발명의 제2실시예인 반응용가공에서 재가열 방법의 순서도이다.
- [0033] 도4에 도시된 바와 같이 먼저 일반적인 연속주조빌렛을 전기저항로에 투입한다(S100).
- [0034] 전기저항로에 투입된 빌렛은 가열된다. 먼저 빌렛의 가열온도를  $660^{\circ}\text{C}$ 로 설정한다(S200). 전기저항로에 부착되어 있는 온도조절기를  $660^{\circ}\text{C}$ 로 설정한다.
- [0035] 또한 가열속도를  $18^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 으로 설정하여 전기저항로에 투입된 빌렛을 가열한다(S300).
- [0036] 도5는 본 발명의 제2실시예인 반응용가공의 재가열 방법에 의한 빌렛의 미세조직도면이다.
- [0037] 도5에 도시된 바와 같이 본 발명의 제2실시예에 의해서 제조된 가공 빌렛의 입자크기는  $109\mu\text{m}$ 이고 구형의 정도를 나타내는 기준척도인 형상계수는 0.6이다.
- [0038] 본 발명의 제2실시예에 의해서 일반적인 연속주조빌렛을 설정된 온도와 가열속도로 가공하게 되면 반응용가공용 빌렛과 유사한 입자크기, 형상계수 특성을 갖는 가공된 연속주조빌렛을 수득하게 된다.
- [0039] 본 발명의 제1실시예와 비교해 보면 제2실시예의 빌렛 설정온도와 가열속도로 가공을 한 경우 반응용가공용 빌렛과 보다 유사한 특성을 갖는 가공된 연속주조빌렛을 얻을 수가 있다.
- [0040] 또한 본 발명의 제1, 2실시예에 의해서 제조된 합금소재는 반응용가공용 빌렛과 유사한 특성을 갖게 된다. 결국 고가의 반응용가공용 빌렛을 사용하지 않고 또한 새로운 공정을 추가하지 않으면서도 온도와 가열속도를 조절함으로써 일반 연속주조빌렛을 이용하여 반응용가공공정의 재가열 단계를 거침으로서 우수한 특성의 제품의 생산이 가능하다.
- [0041] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시 예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시 예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

## 도면

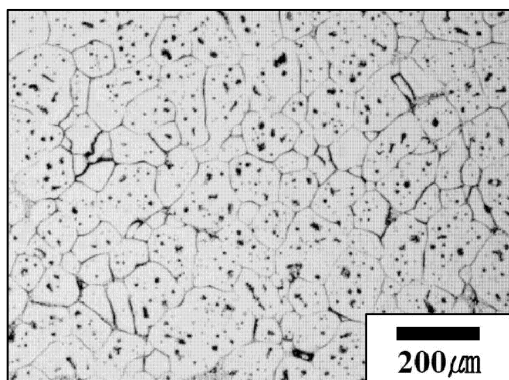
### 도면1



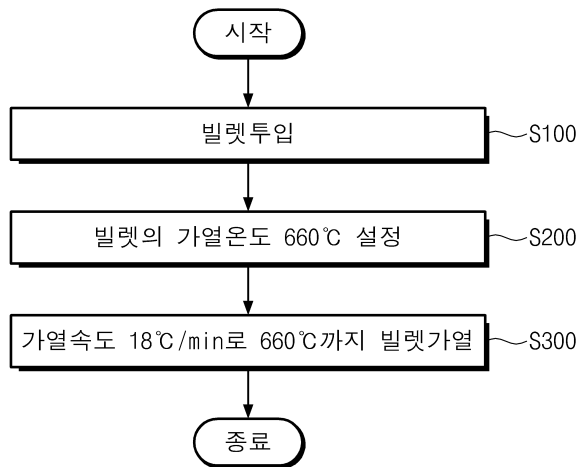
### 도면2



### 도면3



도면4



도면5

