



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|                                         |                                     |                                          |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| (51) 。 Int. Cl.<br>B22D 27/00 (2006.01) | (45) 공고일자<br>(11) 등록번호<br>(24) 등록일자 | 2006년11월23일<br>10-0648199<br>2006년11월14일 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|

|                                  |                                               |                        |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|
| (21) 출원번호<br>(22) 출원일자<br>심사청구일자 | 10-2005-0068939<br>2005년07월28일<br>2005년07월28일 | (65) 공개번호<br>(43) 공개일자 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|

(73) 특허권자                      경상대학교산학협력단  
                                          경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자                        임수근  
                                          경남 진주시 평거동 들말한보아파트 110-401호

                                          엄정필  
                                          경남 창원시 남양동 20번지 성원1차아파트 105동 101호

                                          심성용  
                                          경남 진주시 미천면 향양리 414

(74) 대리인                        이덕록

(56) 선행기술조사문헌  
JP08318349 A                      JP57001542 A  
JP63268553 A \*  
\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 나동규

전체 청구항 수 : 총 2 항

## (54) 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조방법

### (57) 요약

본 발명은 무교반 방식으로 경사냉각판에 주철 용탕을 흘려줌으로써 입상 초정을 생성시켜 미세하고 균일한 초정을 가지는 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 하부의 보호케이싱 내에 냉각수 순환관이 삽입되고, 상부가 원호형상을 이루고 있는 경사냉각판을 사용하여 주철 제조시 용탕을 흘려 보내어 냉각처리되면서 미리 예열처리된 금형을 통과시켜서 반고체 주철을 제조하는 것을 특징으로 하고 있다.

### 대표도

도 2

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

삭제

### 청구항 2.

하부의 보호케이싱 내에 냉각수 순환관이 삽입되고, 상부가 원호형상을 이루고 있는 경사 냉각판을 사용하여 주철 제조시 용탕을 흘려 보내어 냉각처리되면서 미리 예열처리된 금형을 통과시켜서 반고체 주철을 제조하며,

주입시에 용탕의 온도를 1300℃ 내지 1340℃로 하고, 경사 냉각판의 각도를 5° 내지 15°를 주어 상기 용탕이 경사 냉각판 위를 흐르도록 한 후, 500℃ 내지 700℃의 온도로 예열시킨 금형을 통과시켜서 반고체 주철을 제조하는 것을 특징으로 하는 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조방법.

### 청구항 3.

제 1항 또는 2항에 있어서, 용탕주입 온도는 1320℃이고, 경사 냉각판의 경사각도는 10°를 유지하게 하고, 예열된 금형은 600℃로 예열시킨 것을 사용하는 것을 특징으로 하는 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조방법.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 금속 가공이 용이한 반고체 주철의 제조방법에 관한 것으로, 무교반법을 사용하여 차가운 수냉식 냉각판 위에 용융된 주철 용탕을 흘려줌으로써 그 경사냉각판의 표면에 결정이 생성, 유리되기 쉽게 처리하여 생성되는 구형(공모양)의 초정(초기 결정)을 가지는 반고체 주철을 제조할 수 있는 반고체 주철의 제조방법에 관한 것이다..

특히 본 발명에서는 교반법에 적용하기 어려운 고용점 금속인 주철을 이용하여 냉각판의 각도에 따른 영향, 용탕 주입 온도에 대한 영향, 금형의 예열온도의 영향 등의 변수를 실험적 방법으로 검정하여 최적의 주철 반고체 금속 제조 방법을 제공하고 있다.

최근 고정도, 내마모성 등의 특성을 가지는 재료의 성형 방법에 있어 반고체 금속 가공법에 관한 연구가 진행중인데, 이러한 반고체 가공법을 실시하기 위해서는 입상의 초정을 가진 금속재료가 필수적이며 이 금속합금의 슬러리(slurry)와 빌렛(billet)을 생산하는 방법에는 기계적인 교반법과 전자기적 교반법이 있다. 이러한 소재의 제조방법으로는 주로 고체와 액체가 공존하는 영역에서 용탕을 교반하여, 수지상정(Dendrite)의 형성을 억제시키고 입상(Granular)의 결정을 활성화하여 비교적 미세한 입상조직을 갖는 슬러리(Slury)를 제조하는 것이다.

그러나 이 방법은 교반과정에서의 용융금속의 오염과 산화를 방지하기 위하여 로 내의 분위기조절과 입상의 결정을 얻기 위한 긴 시간의 교반 및 고, 액 공존 유지를 위한 온도조절 등 많은 부대장치와 시간이 필요함으로 인하여 제조 단가가 고가인 단점이 있으며, 현재까지는 Al, Mg 합금 등 비철금속에 관한 반고체 금속 재료가 주종을 이루고 있다.

그러나 금속재료의 90%를 차지하는 철계 합금에 대한 반고체 금속제조는 고온의 고액 공존 영역으로 인하여 그 활용에 어려움을 겪고 있다.

반고체금속의 제조 방법에는 크게 교반법과 무교반법이 있으며, 용탕을 교반하는 방법으로 기계적 교반법과 전자기 교반법으로 나눌 수 있다.

기계적인 교반법은 비교적 간단하게 높은 변형속도에 의한 미세하고도 구형화된 조직을 얻을 수 있다는 장점에도 불구하고, 용탕 내에서의 교반자의 침식에 의한 용탕의 오염과, 제반 공정제어의 어려움 및 경제적인 측면에서도 생산성이 낮다는 단점을 가지고 있다.

전자기적 교반법은 액상의 금속과 교반자간의 접촉이 없으므로 불순물의 개입을 방지할 수 있으며, 교반의 강도조절이 용이하고 용융금속 전체가 액상의 흐름을 갖게 되어, 고액공존영역(Mush Zone)에서의 교반을 효율적으로 행할 수 있다는 장점을 가지고 있지만, 전자기적인 교반작용이 교반 용기안의 용탕내부까지 충분히 전달되기 위해서는 막대한 량의 전력 소모를 요구하게 되어 반고체금속의 제조원가가 너무 높아진다는 문제점이 있다.

또한 이러한 반고체금속 제조는 상술한 바와 같이 비철 금속 등 비교적 낮은 용점을 가지는 금속에 집중되어 왔으며, 용점이 1000℃ 이상인 철계 합금에는 그 적용이 어려웠다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이와같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 무교반 방식으로 일반 상용 주철을 제조할 수 있는 냉각관을 이용한 반고체 주철의 제조방법을 제공하는 데 있다.

### 삭제

본 발명의 다른 목적은 경사냉각관을 사용하여 매우 경제적으로 반고체 성형이 용이하며 인성이 양호한 반고체 주철을 제조할 수 있는 냉각관을 이용한 반고체 주철의 제조방법을 제공하는 데 있다.

또 본 발명의 다른 목적은 기존의 주철에 비하여 수지상정이 없이 구형의 초정을 가지는 미세조직을 가지고 있어 경도 및 기계적 성질이 향상되며, 인성이 높은 부품 제조가 가능한 반고체 주철을 제조할 수 있는 냉각관을 이용한 반고체 주철의 제조방법을 제공하는 데 있다.

상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 하부의 보호케이싱 내에 냉각수 순환관이 삽입되고, 상부가 원호형상을 이루고 있는 경사 냉각관을 사용하여 주철 제조시 용탕을 흘려 보내어 냉각처리되면서 미리 예열처리된 금형을 통과시켜서 반고체 주철을 제조하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 용탕주입시 온도를 1300℃ 내지 1340℃로 하고, 경사 냉각관의 각도를 5°내지 15°를 주어 상기 용탕이 경사 냉각관 위를 흐르도록 한 후 500℃ 내지 700℃의 온도로 예열된 금형을 통과시켜서 반고체 주철을 제조하는 것을 특징으로 한다.

또한, 본 발명은 상기 용탕주입 온도는 1320℃이고, 경사 냉각관의 경사각도는 10°를 유지하게 하고, 예열된 금형은 600℃로 예열시킨 것을 특징으로 한다.

### 발명의 구성

이하, 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

본 발명은 일반 상용 주철 합금으로 생성되는 반고체 주철 합금 제조에 관한 것으로 경사 냉각관을 이용하여 반고체 주철 합금을 제조하면, 구형의 초정을 가지는 미세조직을 얻을 수 있다.

이러한 구형의 초정은 용탕이 경사 냉각관(40)을 통과하면서 결정이 유리되어 구형의 초정으로 성장하게 되어 구형의 초정을 가지는 반고체 주철을 제조한다.

경사 냉각관의 구조는 도 1에 상세히 도시되어 있다.

도 1은 본 발명의 입상초정 생성제어용 수냉식 경사냉각관의 부분 단면 사시도이다.

도 1에 도시한 바와 같이 이 경사 냉각관(40)은 단면적을 크게 하기 위하여 반원호 형상을 이루고 있으며, 냉각수 순환관(403)이 하부에 부착 설치되어 있으며, 지그재그 구조로 냉각관 아래에 고르게 고정되어 있다.

또한 냉각수 순환관(403)을 보호하기 위한 보호 케이싱(405)이 경사 냉각판 (40)과 일체로 형성되어 있으며, 이 경사 냉각판(40)은 열전도율이 우수한 구리로 제작된다.

상기 경사 냉각판(40)을 이용하여 반고체 주철의 제조시 경사 냉각판(40)의 각도, 용탕 주입 온도, 금형예열 온도가 증가함에 따라 초정의 크기가 증가한다.

반고체 금속 제조 장치는 용해로, 경사냉각판, 몰드로 나누어지며, 경사냉각판은 350mm 길이로 재질은 구리로 제작하였다.

이러한 반고체 금속제조장치를 이용하여 일반 주철을 용해한 후 경사 냉각판(40)에 용탕의 접촉 길이를 30cm, 용탕주입 온도는 1320℃, 금형 예열 온도를 600℃로 고정하고 경사 냉각판(40)의 각도를 5°~15°로 5°씩 변화시켜 경사 냉각판(40)의 각도에 따른 미세 조직 변화를 관찰하였다.

그리고 용탕 주입온도의 영향을 알아보기 위하여 냉각판의 각도 10°, 금형예열 온도를 600℃로 유지하고, 1300℃~1340℃까지 20℃의 변화를 주었으며, 마지막으로 금형예열온도의 영향을 알아보기 위하여 500℃~700℃ 사이에서 100℃ 간격으로 변화시키어 다음의 표 1과 같은 데이터를 얻었다.

(표 1)

|                |       | 초정의 크기( $\mu\text{m}$ ) | 고상율(%) | 구형화율 | 경도(HRC) |
|----------------|-------|-------------------------|--------|------|---------|
| 냉각판<br>각도      | 5°    | 31                      | 45     | 1.7  | 39      |
|                | 10°   | 40                      | 53     | 1.41 | 44      |
|                | 15°   | 45.5                    | 52     | 1.53 | 40      |
| 용탕<br>주입<br>온도 | 1300℃ | 35                      | 48     | 1.45 | 39      |
|                | 1320℃ | 40                      | 53     | 1.41 | 44      |
|                | 1340℃ | 48                      | 46     | 1.88 | 40      |
| 금형<br>예열<br>온도 | 500℃  | 36                      | 48     | 1.59 | 38      |
|                | 600℃  | 40                      | 53     | 1.41 | 44      |
|                | 700℃  | 46                      | 53     | 1.49 | 41      |

이와 같은 데이터에 의하여 수집한 결과로 본 발명에서는 경사 냉각판(40)을 이용한 반고체 주철 제조 조건은 용탕을 용탕 주입시 온도를 1320℃로 하고, 경사 각도가 10°로 유지된 냉각판에 흘려주어, 600℃로 예열된 금형을 사용하는 것이 바람직한 것이었다.

상기 표 1에 각 제조 조건에 대한 반고체 주철의 초정의 크기 및 고상율, 구형화율을 나타내고 있다.

이와 같은 조건으로 경사 냉각판(40)을 사용하여 반고체 형태로 형성되는 결정은 냉각판을 통과시 초정의 생성 유리 성장이 연속적으로 발생하게 되는데, 냉각판을 이용한 반고체 금속 제조할 때 주요 인자는 용탕 주입온도, 경사 냉각판(40)의 경사각도, 금형의 예열온도이다.

또한 용탕주입온도를 1320℃, 금형 예열 온도를 600℃로 설정한 조건에서 경사 냉각판(40)의 각도가 작을수록 용탕이 경사 냉각판(40)에서 흘러내리는 속도가 감소하게 되어 상대적으로 긴 시간에 걸친 접촉으로 경사 냉각판(40)에 의한 냉각 효과가 증가되며, 큰 각도의 경우에는 경사 냉각판(40)과의 접촉 시간의 단축으로 인한 냉각효과가 감소된다.

이와 같이 용탕주입 온도의 영향은 주입 온도가 높을수록 냉각 속도의 감소로 인한 초정의 조대화가 발생하게 되고, 결과적으로 조대화된 초정의 불규칙 성장이 일어날 수 있으며, 낮은 주입 온도의 경우 빠른 냉각속도로 인한 초정의 성장이 짧아지기 때문에 고상율의 감소가 일어나게 된다.

각 제조 조건에 대한 경도값은 고상율과 구상화율이 높을수록 증가한다.

즉 고상율이 높을수록 기지조직 보다 경도가 높은 초정 오스테나이트(Austenite)의 양이 상대적으로 많기 때문이다.

본 실시예에서 경도값은 제조한 반고체 주철을 로커웰 경도기(하중 150kg, C scale)로 각각 5회 측정한 후 산술평균하여 나타내었으며, 충격시험은 10mm×100mm×10mm 크기의 시편 중간 지점에 45°의 V-노치를 가지는 시험편을 제작하여 표면을 정밀 연마하여 샤르피 충격기로 측정하였다.

삭제

도 2는 일반주철 공정과 본 발명에 의한 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조방법에 의하여 제조된 주철의 미세조직의 비교도로서, (a)는 일반주조 주철의 현미경 사진이며, (b)는 본 발명의 실시예에 의해 제조한 반 고체 주철을 나타낸 현미경 사진이다.

이 사진에서 알 수있는 바와 같이 (b) 반고체 주철의 단면은 기질내에 구형의 초정 결정이 고르게 분포되어 있어 경도 및 기계적인 성질이 일정하게 향상되며, 인성이 우수함을 알 수 있다.

다음의 표 2의 비교표는 일반적인 공정에 의하여 주조된 주철과 본 발명의 실시예에 의하여 제조된 주철의 경도값 및 충격치를 비교하고 있는 것으로, 그 경도값 및 충격치가 2배정도 향상되어 있음을 알 수 있었다.

(표 2)

|       | 경도값(HRC) | 충격치 (J/cm <sup>2</sup> ) |
|-------|----------|--------------------------|
| 실시예 1 | 44       | 4.8                      |
| 비교예 1 | 21       | 2.03                     |

주) 실시예 1은 본 발명의 제조방법에 따라 용탕 주입 온도 1320℃조건으로 제조한 반고체 주철이며, 비교예 2는 냉각판을 사용하지 않고 주입온도 1320℃, 금형예열온도 600℃ 조건으로 제조한 주철이다.

삭제

실시예 1과 비교예 1은 주방상태(주철을 제조후 별도의 가공을 하지 아니한상태)에서 시험을 실시하였다.

### 발명의 효과

이상에서와 같이 본 발명은 무교반 방식을 사용하여 주철 용탕을 경사 냉각판에 흘려줌으로써 수지상정(Dendrite) 조직이 아닌 구형의 균일한 미세 조직을 가지는 반고체 주철을 생성할 수가 있다는 효과가 있으며, 이와 같이 경사 냉각판을 사용하면 주철 응고시 등축결정을 생성시켜 구형의 초정을 가지는 반고체 금속을 제조함으로써 인성을 향상시킬 수 있어 기계적 성질 향상, 내마모성, 가공성이 우수한 주철을 제조할 수 있다는 효과가 있다.

삭제

### 도면의 간단한 설명

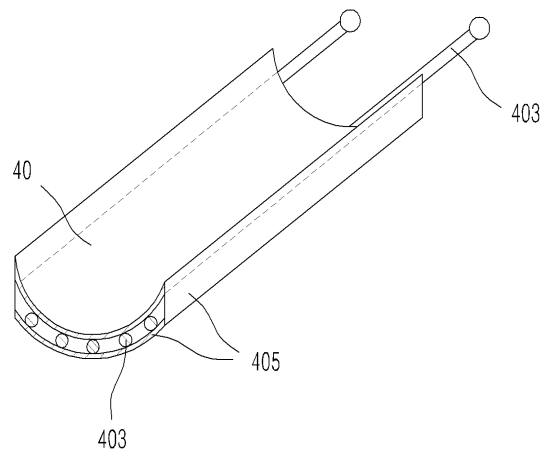
도 1는 본 발명의 일실시예에 적용되는 입상 초정 생성용 경사 냉각판의 부분 단면 사시도,

도 2는 일반주철 공정과 본 발명에 의한 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조공정에 의하여 생성된 주철의 미세조직의 비교도로서,

(a)는 일반주조 주철의 현미경사진이며, (b)는 본 발명의 냉각판을 이용한 반고체 주철의 제조방법에 의해 제조한 반고체 주철을 나타낸 현미경 사진이다.

도면

도면1



도면2

