



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

C22C 1/02 (2006.01)

B22D 27/20 (2006.01)

B22D 17/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0089221

(43) 공개일자 2007년08월30일

(21) 출원번호 10-2007-7015645

(22) 출원일자 2007년07월09일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년07월09일

(86) 국제출원번호 PCT/SE2005/001889

(87) 국제공개번호 WO 2006/062482

국제출원일자 2005년12월09일

국제공개일자 2006년06월15일

(30) 우선권주장 0403001-1 2004년12월10일 스웨덴(SE)

(71) 출원인 베쎈 마그누스  
스웨덴 에스-554 46 원피핑 노라 바가탄 9  
카오 하이핑  
스웨덴 556 11 원피핑 하브죄른스카탄 107/57

(72) 발명자 베쎈 마그누스  
스웨덴 에스-554 46 원피핑 노라 바가탄 9  
카오 하이핑  
스웨덴 556 11 원피핑 하브죄른스카탄 107/57

(74) 대리인 양영준  
안국찬

전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 액체-고체 금속 합성물을 제조하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 용융 금속 또는 합금(3)으로 용기(2)를 충전하는 단계와, 고체 금속 또는 합금(6)으로 용기(2)를 충전하는 단계와, 용융 금속 또는 합금(3)을 냉각시 교반하는 단계를 포함하는 액체-고체 금속 합성물(8)을 제조하는 방법에 관한 것이다. 고체 금속 또는 합금(6)의 양은 고체 금속 또는 합금(6)과 용융 금속 또는 합금(3) 사이의 엔탈피 교환으로 인해 상당량의 고체 입자(7)가 용융물(3)에 형성되도록 선택되고, 추가된 고체 금속 또는 합금(6)의 적어도 일부는 용융 금속 또는 합금(3)에 의해 고체 금속 또는 합금(6)으로 전달되는 열에 의해 용융된다.

대표도

도 1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

용융 금속 또는 합금(3)으로 용기(2)를 충전하는 단계와,

고체 금속 또는 합금(6)으로 용기(2)를 충전하는 단계와,

용융 금속 또는 합금(3)을 냉각시 교반하는 단계를 포함하는 액체-고체 금속 합성물(8)을 제조하는 방법에 있어서,

고체 금속 또는 합금(6)의 양은 고체 금속 또는 합금(6)과 용융 금속 또는 합금(3) 사이의 엔탈피 교환으로 인해 상당량의 고체 입자(7)가 용융물(3)에 형성되도록 선택되고, 추가된 고체 금속 또는 합금(6)의 적어도 일부는 용융 금속 또는 합금(3)에 의해 고체 금속 또는 합금(6)으로 전달되는 열에 의해 용융되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 2.

제1항에 있어서, 추가된 고체 금속 또는 합금(6) 모두는 기본적으로 용융 금속 또는 합금(3)에 의해 상기 추가된 고체 금속 또는 합금(6)으로 전달되는 열에 의해 용융되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 고체 금속 또는 합금(6)의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 고체 입자(7)의 양이 적어도 1 중량%이도록 선택되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 4.

제1항 또는 제2항에 있어서, 고체 금속 또는 합금(6)의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 고체 입자(7)의 양이 적어도 5 중량%이도록 선택되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 5.

제1항 또는 제2항에 있어서, 고체 금속 또는 합금(6)의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 고체 입자(7)의 양이 적어도 10 중량%이도록 선택되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 6.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 고체 금속 또는 합금(6)의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 고체 입자(7)의 양이 65 중량% 이하이도록 선택되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 7.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 고체 금속 또는 합금(6)의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 고체 입자(7)의 양이 50 중량% 이하이도록 선택되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 8.**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 용기(2)로 충전되는 고체 금속 또는 합금(6)은 적어도 하나의 개별 편으로서 용기(2) 내로 충전되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 9.**

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 교반은 기계식 교반기(5)에 의해 수행되고, 고체 금속 또는 합금(6)은 교반기(5)를 통해 용기(2)로 충전되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 10.**

제9항에 있어서, 고체 금속 또는 합금은 교반기(5)에 부착되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 11.**

제9항에 있어서, 고체 금속 또는 합금은 교반기(5)의 채널을 통해 용융 금속 또는 합금으로 공급되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 12.**

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 교반은 전자기식 교반기에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 13.**

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 용융 금속 또는 합금과 고체 금속 또는 합금(6)의 혼합물은 고체 금속 또는 합금(6)의 냉각 작용 외에도 추가적으로 외부 냉각되는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 14.**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 충전된 고체 금속 또는 합금(6)은 충전된 용융 금속 또는 합금과 동일한 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 15.**

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 충전된 고체 금속 또는 합금(6)은 충전된 용융 금속 또는 합금과 다른 조성을 갖는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

**청구항 16.**

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 충전된 고체 금속 또는 합금(6)은 충전된 용융 금속 또는 합금(3) 내에서 용해될 수 있는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 17.

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 추가된 고체 금속 또는 합금(6)의 냉각 작용으로 인해 용융물(3)의 냉각시 용융물(3)에 형성되는 고체 입자(7)의 양은 더 추가되는 임의의 고체 금속 또는 합금(6)의 도움없이 액체-고체 금속 합성물(8)의 추가 냉각시 액체-고체 금속 합성물(8) 내의 수지상 구조의 성장을 실질적으로 방지할 만큼 많은 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 18.

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 제조된 액체-고체 금속 합성물은 아공정 액체-고체 금속 합성물(8)이고, 용융 금속 또는 합금은 아공정 용융 금속 또는 합금(3)이고, 고체 금속 또는 합금(6)은 상기 용융 금속 또는 합금(3)과 동일한 합금 시스템으로부터의 공용 또는 과공정 고체 금속 또는 합금(6)인 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 19.

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 제조된 액체-고체 금속 합성물은 과공정 액체-고체 금속 합성물(8)이고, 용융 금속 또는 합금은 과공정 용융 금속 또는 합금(3)이고, 고체 금속 또는 합금(6)은 상기 용융 금속 또는 합금(3)과 동일한 합금 시스템으로부터의 공용 또는 과공정 고체 금속 또는 합금(6)인 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 20.

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 고체 금속 또는 합금(6)은 상기 용융 금속 또는 합금(3)의 합금 시스템과 다른 합금 시스템에서 유래하는 것을 특징으로 하는 액체-고체 금속 합성물 제조 방법.

### 청구항 21.

제1 내지 제20항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실시하는 장치에 있어서,

용기(2)와,

적어도 하나의 교반기(5)를 포함하고,

고체 금속 또는 합금(6)은 상기 교반기(6) 또는 적어도 하나의 교반기(5)에 부착되는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 22.

제21항에 있어서, 교반기(5)는 용기(2)에 충전될 액체 금속 또는 합금의 용점보다 실질적으로 높은 용점을 갖는 재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 23.

제21항 또는 제22항에 있어서, 교반기(5)는 용기(2)에 충전될 고체 금속 또는 합금에 의해 전체적으로 형성되는 것을 특징으로 하는 장치.

## 청구항 24.

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실시하는 장치이며,

용기(2)와,

적어도 하나의 교반기(5)를 포함하고,

적어도 하나의 교반기(5)는 채널을 가지며, 고체 금속 또는 합금은 채널을 통해 용융 금속 또는 합금으로 공급되는 것을 특징으로 하는 장치.

## 명세서

### 기술분야

본 발명은 용융 금속 또는 합금으로 용기를 충전하는 단계와, 고체 금속 또는 합금으로 용기를 충전하는 단계와, 용융 금속 또는 합금을 냉각시 교반하는 단계를 포함하는 액체-고체 금속 합성물을 제조하는 방법에 관한 것이다.

또한, 본 발명은 본 발명의 방법을 실시하는 장치에 관한 것이다.

용융 금속 또는 합금의 합성물은 다양한 금속 또는 합금으로 형성될 수 있지만, 특히, 교반되지 않고 액체 상태에서부터 동결될 때, 이들은 수지상(dendritic) 또는 각진(faceted) 성장 형태가 되는 경향이 있다.

용융 금속 또는 합금은 용기에 적재될 때 액체 상태일 필요는 없다. 또한, 용융 금속 또는 합금은 고체 상태에서 적재된 후, 액체 상태 또는 거의 액체 상태를 달성하도록 용융될 수 있다. 이 경우, 고체 금속 또는 합금은 용융상(molten phase)이 생성된 후에 적재된다.

또한, 일반적으로 용융 금속 또는 합금과 고체 금속 또는 합금이 용기 내로 충전되는 순서는 선택적이다.

### 배경기술

반고체 재료로 제조되는 구성요소는 종래의 방법에 따라 제조되는 대응하는 구성요소에 비해 많은 장점이 있다는 것이 주지되어 있다. "반고체"는 용융물의 냉각시 생성되는 임의의 중량%의 고체 입자를 포함하는 용융물을 지칭한다. 이러한 재료의 주조시 제조되는 주물 구성요소의 장점은 결점이 적고, 더 양호한 기계적 특성을 갖는 것 등일 수 있다.

반고체 재료에 기초한 금속 구성요소의 제조는 일반적으로 용기 내의 금속 또는 합금을 가열하여 액체가 되게 한 후, 반고체 상태에 도달할 때까지 용융 재료를 냉각시키는 단계를 포함한다. 반고체 상태에 도달되면, 재료는 제품 또는 반제품을 형성하도록 주형이나 연속 주조용 장치에서 통상적으로 주조될 수 있다.

이들이 고화될 때, 많은 금속 및 합금은 소위 말하는 수지상 구조를 형성하는 경향이 있다. 그러나, 이러한 구조는 반고체 재료의 요변성 특성(thixotropic property)에 부정적인 영향을 미치기 때문에, 가능하다면 이러한 구조를 방지해야만 한다. 예컨대, 미국 특허 제6,645,323호에 개시된 바와 같은 최근 종래 기술에 따르면, 용융물을 교반함으로써 냉각 및 고형화시 이러한 수지상 구조의 형성을 피할 수 있다.

미국 특허 제6,645,323호에 따르면, 액체 용융 금속은 원하는 요변성 슬러리를 형성하기 위해 회전 기계 장치에 의해 교반되는 동시에 제어되는 조건하에서 신속히 냉각된다. 예컨대, 전자기식 교반기로 교반을 유도하는 다른 방식도 또한 가능하다. 교반은 소정의 작은 분율의 고체 재료가 용융물에 형성된 임의의 시점까지 계속된다. 그 후, 더 이상의 교반 없이 냉각이 이어진다. 슬러리 내에 소정 분율의 고체 금속이 얻어질 때, 이는 주조 작업에 사용된다.

그러나, 이러한 종래 기술에 따른 방법은 용기의 외부에 제공되는 냉각 수단 또는 용융물 내에, 예컨대 교반기에 제공되는 냉각 수단에 의한 용융물의 외부 냉각이 필요하다. 따라서, 종래 기술은 얻어진 고체 금속 분율을 제어할 목적으로, 온도 제어를 포함하는 냉각 제어를 필요로 한다. 이로 인해, 이러한 종래 기술의 방법은 비교적 느리고 비용이 많이 든다.

또한, 종래 기술은 핵형성 촉진용 주입물(inoculant) 또는 합금 형성 수단으로서 용융물에 고체 금속 또는 합금을 추가하는 것도 교시하고 있다.

국제 공개 공보 제WO 2004/027101호에는 과공정 합금(hypereutectic alloy)과 고체/반고체 아공정 합금(hypoeutectic alloy)을 혼합함으로써 과공정 합금의 1차 실리콘을 정제하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법은 1차 Si 입자의 형성으로 인해 바람직한 기계적 특성을 부여하도록 아공정 Al-Si 액체와 과공정인 Al-Si 액체를 혼합함으로써 과공정 Al-Si 주물의 1차 Si의 형태, 크기 및 분포를 제어하는 방법을 제공한다. 이 종래 기술에 따르면, 이러한 방법도 반고체 금속을 형성하는 기간 동안 과공정 합금-아공정 합금 혼합물을 냉각하는 것을 제어할 필요가 있다. 1차 Si 입자의 대체로 균일한 분포는 혼합하는 동안에 더 신속하게 온도를 강하시키는 것에 의해 제어된다. 용융물의 냉각 중에 용융물을 교반하는 것은 시사되어 있지 않다.

미국 특허 제6,880,613호에 따르면, 고체/반고체 아공정 슬러리에 적어도 2개의 아공정 합금을 혼합함으로써 아공정 합금의 1차 알루미늄을 정제하는 방법이 개시되어 있다. 이 방법은 바람직한 기계적 특성을 부여하도록 아공정 Al-Si 액체와 고체 아공정 Al-Si 입자를 혼합함으로써 과공정 Al-Si 주물의 1차 Al의 형태, 크기 및 분포를 제어하는 방법을 제공한다. 이 종래 기술의 일 실시예에서는, 아공정 Al-Si 합금의 작은 고체 덩어리가 액체 아공정 Al-Si 합금과 혼합되어 아공정 Al-Si 슬러리를 형성하도록 사용되었다. 1차 Al 입자의 대체로 균일한 분포는 혼합하는 동안에 더 신속하게 온도를 강하시키는 것으로 제어된다. 냉각 중에 용융물을 교반하는 것은 시사되어 있지 않다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명의 주목적은 고체 입자가 액체-고체 금속 합금의 체적 내에 균질하게 분산되어 있는 액체-고체 합성물을 신속하게 형성하는 방법을 제공하는 것이다. 액체-고체 금속은 액체-고체 금속의 추가 냉각시 그리고 추가적인 교반이 없을 때 고체 수지상 네트워크를 형성하는 특성을 갖게 되는 것이 회피된다.

본 발명의 다른 목적은 용융 금속 또는 합금에 대한 외부 냉각의 필요성을 감소시키거나 완전히 제거하지만, 예컨대 제품 또는 반제품이 제조되는 후속 주조 공정에서 사용될 수 있는 액체-고체 슬러리를 여전히 신속하게 생성하는 액체-고체 금속 합성물을 제조하는 방법을 제공하는 것이다. 또한, 본 발명은 액체-고체 슬러리를 마련하는 동안 용융물의 온도를 제어하는 것에 대한 필요성도 감소시킨다.

본 발명의 또 다른 목적은 액체-고체 금속 합성물이 액체 금속 또는 합금과 고체 금속 또는 합금의 새로운 성분 조합으로부터 신속히 생성될 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 실시하기가 용이하고 비용 효과적인 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 목적은 고체 금속 또는 합금의 양은 상당량의 고체 입자가 고체 금속 또는 합금과 용융 금속 또는 합금 사이의 엔탈피 교환으로 인해 혼합물 내에 형성되도록 선택되고, 추가된 고체 금속 또는 합금의 적어도 일부는 용융 금속 또는 합금에 의해 추가된 고체 금속 또는 합금으로 전달되는 열에 의해 용융되는 것을 특징으로 하는 처음에 규정된 방법에 의해 달성된다. 즉, 본 발명은 외부 냉각 대신 내부 냉각의 사용법을 제시한다. 추가된 고체 금속 또는 합금의 양은 용융 금속의 일정 부분의 고형화를 야기하고, 이러한 고형화는 고체 금속 또는 합금의 추가로부터 직접 유도될 수 있다는 것이 본 발명의 기본이다. 즉, 고체 금속 또는 합금의 양은 고체 금속 또는 합금과 용융 금속 또는 합금 사이의 엔탈피 교환으로 인해 용융 액체 또는 합금의 고형화가 개시되어 액체-고체 슬러리가 생성되는 양이어야 한다. 따라서, 충전된 고체 금속 또는 합금은 용융 금속 또는 합금의 온도보다 낮은 온도, 바람직하게는 실온이어야 한다. 충전된 고체 금속 또는 합금은 필수적이지는 않지만, 용융 금속 또는 합금과 동일한 조성을 가질 수 있다. 대체로, 혼합은 하나 이상의 단계 또는 순서로 수행된다. 고체 금속 또는 합금은 용융물, 즉 용융 금속 또는 합금 내에서 용해될 수 있어야 한다. 즉, 고체 금속 또는 합금은 혼합하는 동안 전체적으로 또는 부분적으로 용융되어 용융물에 분산될 수 있다. 바람직하게는, 혼합과 교반은 동시에 수행되며, 용융물은 고체 금속 또는 합금이 충전되고 엔탈피 교환이 일어나는 동안에 교반된다.

용융물에서의 최초 고형화 및 핵 형성은 고체 금속 또는 합금의 추가로 인한 것이며, 기본적으로 임의의 외부 냉각으로 인한 것이 아니라는 점이 본 발명의 기본 태양이다. 그러나, 이로 인해 추가적인 냉각 수단으로서 외부 냉각을 사용하는 가능성이 배제되는 것은 아니다.

본 발명의 양호한 실시예에 따르면, 고체 금속 또는 합금의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 금속 입자의 양이 적어도 1 중량%, 바람직하게는 적어도 5 중량%, 더 바람직하게는 적어도 10 중량%, 가장 바람직하게는 적어도 15 중량%이거나, 오히려 더 바람직하게는 적어도 20 중량%이도록 선택된다. 고체 입자의 양 또는 부분과, 용융물에서의 고체 입자의 분포는 고체 입자의 추가적인 냉각 및 고형화시 수지상 네트워크 또는 구조의 생성을 억제하는 것을 보장하도록 되는 것이 매우 중요하다. 본 발명에 따른 고체 금속 또는 합금의 추가와 함께하는 교반 동안의 고형화로 인해 직접적으로 발생하는 고체 입자의 최초 생성 후, 슬러리의 추가적인 교반이 없더라도 슬러리의 추가 냉각시 수지상 결정의 현저한 형성이 없는 조대화(coarsening)를 통한 고체 입자의 추가 성장이 이루어진다는 것을 인지하여야 한다.

양호한 실시예에 따르면, 고체 금속 또는 합금의 양은 상기 엔탈피 교환으로 인해 형성된 금속 입자의 양이 65 중량% 이하, 바람직하게는 50 중량% 이하, 가장 바람직하게는 30 중량% 이하이도록 선택된다. 고체 부분의 퍼센트가 더 높을수록 슬러리를 덜 변형시키는 것 및 임의의 추가 공정 예컨대 주조 공정에서 사용하는 것이 보다 어려워지는 경향이 있다.

일 실시예에 따르면, 용기로 충전되는 고체 금속 또는 합금은 용기 내에 적재되는 적어도 하나의 개별 편으로서 충전된다. 고체 금속 또는 합금은 단계적으로 충전될 수 있으며, 각각의 단계마다 다른 금속 조성을 사용하여서도 충전될 수 있다. 또한, 용기로 충전되는 액체 금속 또는 합금도 단계적으로 충전될 수 있으며, 각각의 단계마다 다른 금속 조성을 사용하여서도 충전될 수 있다.

다른 양호한 실시예에 따르면, 교반은 기계식 교반기 또는 몇몇 기계식 교반기들에 의해 수행되고, 용기로 충전되는 고체 금속 또는 합금은 교반기 또는 교반기들 중 적어도 하나에 연결된다. 예컨대, 고체 금속 또는 합금은 용접 등에 의해 교반기에 연결되는 하나 이상의 편으로 형성될 수 있다. 또한, 예컨대 고체 금속 또는 합금은 교반기를 통해 연장되는 채널 등을 거쳐 교반기나 교반기들을 통해, 또는 교반기나 교반기들로부터 용융물로 연속적으로 또는 단계적으로 공급될 수 있다. 교반기 자체는 용융물로부터의 열로 인해 용융되지 않도록 액체 금속 또는 합금보다 실질적으로 높은 용점을 갖는 재료로 형성될 수 있다. 고체 금속 또는 합금은 바람직하게는 교반기의 작동부가 됨으로써, 엔탈피 교환과 같은 그 기능 이외에도 교반 작용에 실제로 기여할 수 있다. 대체로, 교반기는 본 발명에 따라 엔탈피 교환 중에 용융되는 고체 금속 또는 합금으로 전체적으로 형성될 수 있다. 교반은 기계식 교반으로 수행되는 것이 바람직하다. 그러나, 교반은 전자기식 교반에 의해 수행되거나 기계식 교반과 전자기식 교반의 조합에 의해 수행될 수도 있다. 예컨대, 이는 고체 금속 또는 합금이 슬러리를 마련하는 동안 교반기나 교반기들을 통해 또는 교반기나 교반기들로부터 용융물로 연속적으로 제공될 때의 경우일 수 있다.

본 발명에 따르면, 아공정 반고체 금속 슬러리는 액체 아공정 금속 합금과, 동일한 합금 시스템으로부터의 공융(eutectic) 또는 과공정 고체 금속 합금을 혼합하고, 충전된 액체와 고체 금속 또는 합금의 초기 온도 및 양을 제어함으로써 생성될 수 있다. 이러한 예는 아공정 Al-Si 합금(예컨대, 5% Si)에 과공정 Al-Si 합금(예컨대, 13% Si)을 추가하여 아공정 Al-Si 슬러리를 형성하는 것일 수 있다. 슬러리 내 고체 입자의 균질한 분포를 달성하기 위해 교반이 필요하다. 과공정 반고체 금속 슬러리는 액체 과공정 합금과, 동일한 합금 시스템으로부터 공융 또는 과공정 고체 합금을 혼합하고, 충전된 액체와 고체 금속 또는 합금의 초기 온도 및 양을 제어함으로써 생성될 수 있다. 이러한 예는 과공정 Al-Si 합금(예컨대, 20% Si)에 과공정 Al-Si 합금(예컨대, 13% Si)을 추가하여 과공정 Al-Si 슬러리를 형성하는 것일 수 있다. 또한, 슬러리 내 고체 입자의 균질한 분포를 달성하기 위해 교반이 필요하다. 또한, 반고체 금속 슬러리는 액체 금속 또는 합금과, 다른 합금 시스템으로부터의 고체 금속 또는 합금을 혼합하고, 충전된 액체와 고체 금속 또는 합금의 초기 온도 및 양을 제어함으로써 생성될 수 있다. 이러한 예는 액체 Mg-Al 합금(예컨대, 9% Al)에 고체 Mg-Zn 합금(예컨대, 7% Zn)을 추가하여 Mg-Al-Zn 슬러리를 형성하는 것일 수 있다. 슬러리 내 고체 입자의 균질한 분포를 달성하기 위해 교반이 필요하다.

또한, 본 발명은 용기와, 교반기를 포함하고, 고체 금속 또는 합금은 교반기에 부착되는 것을 특징으로 하는 본 발명에 따른 방법을 실시하는 장치에 관한 것이다.

또한, 본 발명은 용기와, 적어도 하나의 교반기를 포함하고, 적어도 하나의 교반기는 채널을 가지며, 고체 금속 또는 합금은 채널을 통해 용융 금속 또는 합금으로 공급되는 것을 특징으로 하는 본 발명에 따른 방법을 실시하는 장치에 관한 것이다.

본 발명의 다른 구성요소 및 효과는 본 발명에 대한 이하의 상세한 설명과 첨부된 청구의 범위에 나타날 것이다.

## 실시예

도1은 본 발명의 양호한 실시예의 개별적인 세 단계를 도시한다. 단계 1은 용융로(1)와, 본 발명에 따른 용기를 형성하는 턴디시(2)를 도시한다. 용융 금속 또는 합금의 용융물(3)은 용융로(1)에서 생성된 후, 턴디시(2)로 부어진다. 턴디시(2)의 벽은 단열재를 포함하거나 단열재로 덮인다.

단계 2는 본 발명의 방법의 다음 단계와, 본 발명의 장치의 양호한 실시예를 도시한다. 단계 2는 단계 1의 턴디시 또는 용기(2)를 도시한다. 턴디시(2)는 덮개(4)와, 덮개(4)를 통해 연장되어 용융물(3)에 침지되는 기계식 교반기(5)를 갖는다.

고체 금속 또는 합금(6)의 적어도 일 편이 교반기(5)에 부착된다. 고체 금속 또는 합금(6)은 용융물(3) 내에서 용해될 수 있다. 즉, 고체 금속 또는 합금(6)은 용융물로부터의 열에 의해 전체적으로 또는 부분적으로 용융되어 용융물(3) 내에서 분산된다. 또한, 고체 금속 또는 합금(6)은 금속 합성물일 수 있다. 즉, 고체 금속 또는 합금(6)은 금속 매트릭스 내부에 일정량의 비금속 입자를 포함한다. 한편, 고체 금속 또는 합금(6)의 더 낮은 온도로 인해 용융 금속 또는 합금(3)과 엔탈피 교환이 일어나 용융물(3) 내에 핵이 형성된다. 핵 형성은 고체 금속 편 또는 합금 편(6)의 외부면 근방에서 또는 외부면에서 일어난다. 그러나, 교반기(5)의 회전으로 인해, 새로이 형성된 이들 핵(7)은 고체 금속 편 또는 합금 편(6)의 표면으로부터 떨어져 나가 용융물 내에서 비교적 균일하게 분산되어, 대체로 균질한 슬러리를 형성한다. 또한, 교반기가 충전된 액체 금속 또는 합금과 고체 금속 또는 합금 사이의 열 교환율을 증가시켜, 짧은 시간에 많은 양의 슬러리를 생성하는 것을 가능케 한다.

단계 3은, 교반기(5)는 용융물(3)로부터 제거되어 있고, 용융물(3)은 용융상뿐만 아니라 고체 입자(7)를 포함하는 액체-고체 금속 합성물 또는 반고체 슬러리(8)인 상태를 도시한다.

충전된 용융 금속 또는 합금(3)과 충전된 고체 금속 또는 합금(6) 사이의 엔탈피 교환으로 인해 용융물 내에 형성된 고체 입자(7)의 양은 주조 공정과 같은 임의의 후속 처리 단계 동안의 추가 냉각시 액체-고체 금속 합성물(8)에 수지상 구조가 성장하는 것을 실질적으로 방지할 만큼 많다.

슬러리(8)의 고체 부분은 충전된 액체 금속 또는 합금과 충전된 고체 금속 또는 합금의 조성, 초기 온도뿐만 아니라 충전된 액체 금속 또는 합금과 고체 금속 또는 합금 사이의 질량비를 조정함으로써 제어될 수 있다. 많은 경우에, 20% 내지 30% 범위의 슬러리(8)의 고체 부분을 제어하는 것이 바람직하다. 이러한 슬러리(8)의 고체 부분에는 임의의 수지상 성장을 방지하기에 충분한 양의 고체 입자 또는 그래인이 사전에 존재하지만, 턴디시(2)로부터 주조 장치로 부어지기에 충분한 유동성이 여전히 존재한다. 그 후, 슬러리(8)는 공급 재료 생산용 연속 주조 장치(도시 안됨) 내로 부어질 수 있다. 또한, 슬러리(8)는 예컨대, 반응고 주조(rheocasting) 또는 반고체 스트립 주조라고 불리는 임의의 다른 유형의 주조 작업에도 사용될 수 있다.

## 예들

다음의 예들은 본 발명을 예시하지만 본 발명을 이에 한정하고자 하는 것이 아니다.

### 예1

용융물과, 다른 조성의 고체를 혼합함으로써 생성된 Al-7%Si 합금 슬러리.

도2를 참조하여, 이하에서는 수지상 구조가 감소된 약 7 중량% Si를 포함하는 Al-Si 합금 슬러리를 제조하는 방법을 상세히 기술한다.

약 6.5 중량% Si를 포함하는 2013g의 Al-Si 합금 스톱이 저장로 내의 점토-흑연 도가니에서 용융되었다. 도가니는 약 165mm의 높이, 110mm의 내경과, 15mm 벽 두께를 갖는다. Al-6.5% Si 합금이 모두 용융되어 그 액상선 온도보다 약 10°C 높은 630°C에 도달되었을 때, 노의 동력이 끊어졌다. 약 12 중량% Si를 포함하는 197g의 고체 Al-Si 합금이 기계식 스테인레스 강 교반기에 부착되었다. 초기에는 양자 모두 실온 상태로 있던 교반기에 부착된 Al-12% Si 합금이 용융물에 침지되었다. 37초 동안 교반기가 계속되었다. 더 이상 교반기에 부착되지 않는 Al-12% Si 합금이 원래의 용융물과 균질하게 혼합되었다. 그 후, 교반기가 용융물로부터 제거되었다. 그 결과, 7 중량% Si를 포함하는 새로운 Al-Si 합금이 형성되었다. 주로 액체와 추가된 고체 사이의 엔탈피 교환으로 인해, 교반 후 Al-7% Si 합금의 최종 온도는 593°C였다. 소량의 슬러리가 도가니로부터 추출되어 냉수에서 담금질되었다. 얻어진 미세 구조가 도2에 도시되어 있다.



## 예2

용융물과, 동일한 조성의 금속을 혼합함으로써 생성된 Mg-9%Al 합금 슬러리.

도3을 참조하여, 이하에서는 수지상 구조가 감소된 약 9 중량% Al을 포함하는 Mg-Al 합금 슬러리를 제조하는 방법을 상세히 기술한다.

9 중량% Al을 포함하는 101g의 Mg-Al 합금 스톱이 저항로 내의 강철 도가니에서 용융되었다. 도가니는 약 150mm의 높이, 30mm의 내경과, 1.5mm 벽 두께를 갖는다. Mg-9% Al 합금이 모두 용융되어 그 액상선 온도보다 약 10°C 높은 605°C에 도달되었을 때, 노의 동력이 끊어졌다. 9 중량% Al을 포함하는 실온 상태의 총 15g의 고체 Mg-Al 합금이 개별 편으로서 세 번 추가되었고, 추가하는 사이 사이마다 얇은 강철 로드를 사용하여 손으로 교반하였다. 전체 교반 시간은 약 2분이었다. 주로 액체와 추가된 고체 사이의 엔탈피 교환으로 인해, 교반 후 Mg-9% Al 합금의 최종 온도는 576°C였다. 소량의 슬러리가 도가니로부터 취출되어 냉수에서 담금질되었다. 얻어진 미세 구조가 도3에 도시되어 있다.

## 예3

용융물과, 다른 합금 시스템으로부터의 고체를 혼합함으로써 생성된 (소량의 Mg도 포함하는) Al-20%Si 합금 슬러리.

도4를 참조하여, 이하에서는 약 20 중량% Si와 비수지상 1차 실리콘 입자를 갖는 소량의 Mg를 포함하는 Al-Si 합금 슬러리를 제조하는 방법을 상세히 기술한다.

약 21 중량% Si를 포함하는 1913g의 Al-Si 합금 스톱이 저항로 내의 점토-흑연 도가니에서 용융되었다. 도가니는 약 165mm의 높이, 110mm의 내경과, 15mm 벽 두께를 갖는다. Al-21% Si 합금이 모두 용융되어 721°C에 도달된 후, 노의 동력이 끊어졌다. 약 1 중량% Mg를 포함하는 101g의 고체 Al-Mg 합금 편이 기계식 스테인레스 강 교반기에 부착되었다. 초기에는 양자 모두 실온 상태로 있던 교반기에 부착된 Al-1Mg 합금 편이 용융물에 침지되었다. 27초 동안 교반이 계속되었다. 더 이상 교반기에 부착되지 않는 Al-1Mg 합금 편이 원래의 용융물과 균질하게 혼합되었다. 그 후, 교반기가 용융물로부터 제어되었다. 그 결과, 20 중량% Si와 소량의 Mg를 포함하는 새로운 Al-Si 합금이 형성되었다. 주로 액체와 추가된 고체 사이의 엔탈피 교환으로 인해, 교반 후 Al-20% Si 합금 슬러리의 최종 온도는 약 630°C였다. 그 후, 소량의 슬러리가 도가니로부터 취출되어 냉수에서 담금질되었다. 얻어진 미세 구조가 도4에 도시되어 있다.

당업자는 본 발명에 대한 다른 추가의 실시예를 착안할 수 있을 것이다. 그러나, 본 발명의 범주는 본 명세서에 개시된 특정 실시예에 한정되는 것이 아니며, 첨부된 청구의 범위에 기재된 사항에 의해서만 한정된다.

예컨대, 용융 금속 또는 합금에 혼합될 고체 금속 또는 합금의 양뿐만 아니라 고체 금속 또는 합금과 용융 금속 또는 합금의 초기 온도, 교반 시간 및 유지 시간 등이 본 발명에 따른 방법의 결과에 중요한 것임을 알아야 한다. 통상, 효과적인 핵 형성을 촉진시키기 위해, 용융 금속 또는 합금의 초기 온도는 그 액상선 온도보다 약간 높아야 하지만, 고체 금속 또는 합금의 초기 온도는 실온에 가까워야 한다. 또한, 시스템이 열역학적 평형에 접근할 때의 확산 과정으로 인해, 본 발명의 방법에 수반되는 시간도 슬러리 내의 고체 입자의 형태뿐만 아니라 최종 부분에 영향을 미칠 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

첨부한 도면에 기초하여 본 발명의 방법 및 장치의 양호한 실시예에 대한 상세한 설명이 뒤따른다.

도1은 본 발명의 방법의 공정을 도시하는 개략도이다.

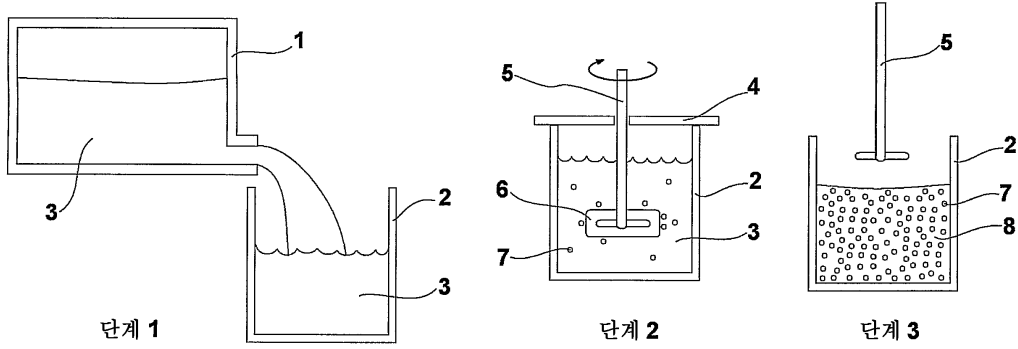
도2는 혼합 중에 형성된 1차 고체와, 교반 후 담금질하는 동안 형성된 2차 고체상을 포함하는 예1의 금속 혼합물의 마이크로 사진이다.

도3은 혼합 중에 형성된 1차 고체와, 교반 후 담금질하는 동안 형성된 2차 고체상을 포함하는 예2의 금속 혼합물의 마이크로 사진이다.

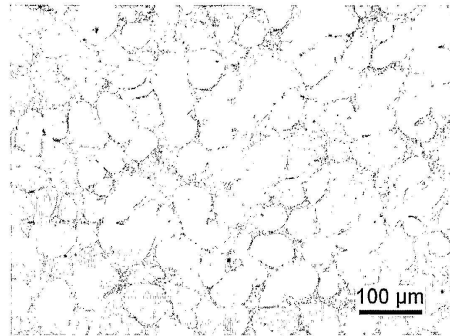
도4는 혼합 중에 형성된 1차 고체와, 교반 후 담금질하는 동안 형성된 2차 고체상을 포함하는 예3의 금속 혼합물의 마이크로 사진이다.

도면

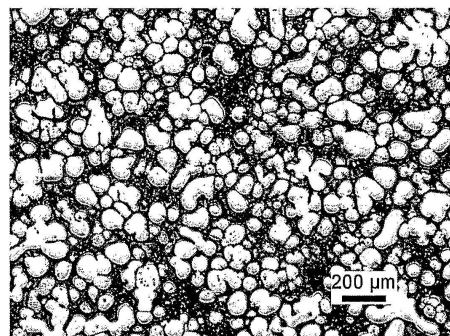
도면1



도면2



도면3



도면4

