



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0060313  
(43) 공개일자 2025년05월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C22C 21/10 (2006.01) C22F 1/053 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
C22C 21/10 (2013.01)  
C22F 1/053 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2025-7013127(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2017년11월28일  
심사청구일자 없음  
(62) 원출원 특허 10-2023-7007308  
원출원일자(국제) 2017년11월28일  
심사청구일자 2023년03월30일  
(85) 번역문제출일자 2025년04월21일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/063481  
(87) 국제공개번호 WO 2018/118350  
국제공개일자 2018년06월28일  
(30) 우선권주장  
62/437,489 2016년12월21일 미국(US)

(71) 출원인  
아르코닉 테크놀로지스 엘엘씨  
미국 펜실베이니아 15212, 피츠버그, 이사벨라 스트리트 201  
(72) 발명자  
유넬 알리  
미국 펜실베이니아주 15632 엑스포트 매너데일 드라이브 2208  
뉴먼 존  
미국 펜실베이니아주 15146 먼로빌 스톤클리프 드라이브 1210  
(74) 대리인  
(뒷면에 계속)  
제일특허법인(유)

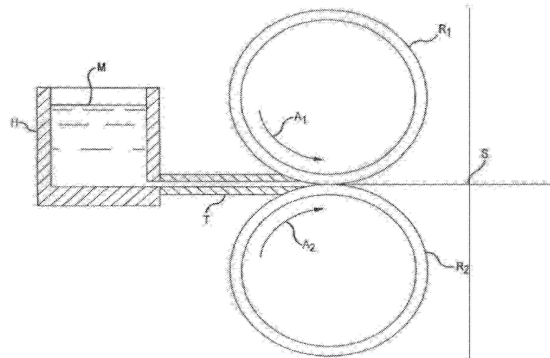
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 고 아연 알루미늄 합금 제품

(57) 요약

본 발명은, 일 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립 형태의 주조 제품이다. 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하고, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 상기 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.

대표도



(72) 발명자

**툼스 데이비드**

미국 텍사스주 78261 샌 안토니오 모닝 라이트  
23711

**와이어트-메이어 개빈**

미국 캘리포니아주 94549 라파예트 폴린 레인 20

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품으로서,

상기 알루미늄 합금 스트립은

4 중량% 내지 28 중량%의 아연;

임의적으로, 1 중량% 내지 3 중량%의 Cu 및 1 중량% 내지 3 중량%의 Mg;

임의적으로, 0.1 중량% 내지 1.0 중량%의 Mn;

임의적으로, 0.05 중량% 내지 0.3 중량%의 Cr;

임의적으로, 0.04 중량% 내지 0.25 중량%의 Zr;

나머지의 알루미늄, 임의적인 이차 원소 및 불순물

을 포함하고;

상기 알루미늄 합금 스트립은 두께(T)를 갖고;

상기 알루미늄 합금 스트립은 알루미늄 합금 스트립의 표면(S)과 알루미늄 합금 스트립의 중심(T/2) 사이에서 측정 시 15% 이하의 아연 편차를 구현하고,

상기 아연 편차는 하기 식에 따라서 계산되고:

$$\{((\text{상기 표면(S)로부터 상기 두께 중심(T/2)까지의 아연의 최대 중량\%} - \text{상기 표면(S)로부터 상기 두께 중심(T/2)까지의 아연의 최소 중량\%}) / (\text{상기 표면(S)로부터 상기 두께 중심(T/2)까지의 아연의 평균 중량\%})\} * 100$$

이 때 상기 아연의 중량%는 발명의 설명에 개시된 방법에 따라 측정되는 것인, 주조 제품.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 8 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 10 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 8 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

## 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함하는, 주조 제품.

## 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 구리, 또는 1 중량% 내지 2.0 중량%의 구리, 또는 1 중량% 내지 1.5 중량%의 구리를 포함하는, 주조 제품.

## 청구항 11

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 마그네슘, 또는 1 중량% 내지 2.0 중량%의 마그네슘, 또는 1 중량% 내지 1.5 중량%의 마그네슘을 포함하는, 주조 제품.

## 청구항 12

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 아연 편차는 12% 이하이거나, 상기 아연 편차는 10% 이하이거나, 상기 아연 편차는 8% 이하이거나, 상기 아연 편차는 6% 이하이거나, 상기 아연 편차는 5% 이하인, 주조 제품.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 주조 알루미늄 합금 제품, 및 그로부터 유도된 제품에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 관련 출원

[0003] 본 출원은 "High Zinc Aluminum Alloy Products"라는 명칭으로 2016년 12월 21일에 출원된 미국 특허 번호 제 62/437,489호에 개시되어 있으며, 이는 모든 목적을 위해 그 전체가 본원에 참조로 포함된다.

[0004] 주조 알루미늄 합금 제품을 형성하기 위한 주조용 알루미늄 합금이 공지되어 있다.

### 발명의 내용

[0005] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 본 발명은 알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품이며; 알루미늄 합금 스트립은, 4 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하고; 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.

[0006] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 8 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 10 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 8 중량%의 아연을 포함한다.

[0007] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 12% 이하이다.

[0008] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 본 발명은 알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품이며; 알루미늄 합금 스트립은, (i) 4 중량% 내지 28 중량%의 아연; (ii) 1 중량% 내지 3 중량%의 구리; 및 (iii) 1 중량% 내지 3 중량%의 마그네슘을 포함하며; 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.

[0009] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 12 중량%의 아



연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다.

[0010] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.0 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 1.5 중량%의 구리를 포함한다.

[0011] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 마그네슘을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.0 중량%의 마그네슘을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 1.5 중량%의 마그네슘을 포함한다.

[0012] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 주조 제품은 알루미늄 합금 스트립을 포함하고; 알루미늄 합금 스트립은, 4 중량% 내지 28 중량%의 아연 및 1 중량% 내지 3 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 주조 제품을 제조하는 비제한적인 방법의 개략도이고;

도 2는 도 1에 나타난 용융된 금속 전달 팁 및 물의 확대된 횡단면 개략도이고;

도 3은 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 4는 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 5는 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 6은 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 7은 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 8은 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 9는 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 10은 주조 제품에서 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 11은 직접 냉각 주조(direct chill casting)에 의한 종래 기술의 잉곳 주괴의 깊이에 대한 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 12는 종래 기술의 주조 제품의 깊이에 대한 아연 중량%의 편차를 나타내고;

도 13은 본 발명의 일 구현예에 따른 주조 제품 내의 표면으로부터 200  $\mu\text{m}$  두께 깊이까지의 결정립을 가로지르는 아연, 마그네슘 및 구리의 중량%를 나타낸다.

도 14는 직접 냉각 주조 종래 기술 제품의 두께 깊이에 대한 결정립을 가로지르는 아연, 마그네슘 및 구리의 중량%를 나타내고;

도 15는 본 발명의 일 구현예에 따른 주조 제품의 조직을 나타내고;

도 16은 본 발명의 일 구현예에 따른 주조 제품의 조직을 나타내고;

도 17는 본 발명의 일 구현예에 따른 주조 제품의 조직을 나타낸다.

도면들은 본 명세서의 일부를 구성하고, 본 발명의 예시적인 구현예를 포함하고, 다양한 물체 및 특징부를 도시한다. 또한, 도면들은 반드시 실제 축적을 갖는 것은 아니며, 일부 특징부는 특정 구성 요소의 상세를 나타내도록 과장될 수 있다. 또한, 도면들에 나타난 임의의 측정, 사양 등은 예시하기 위한 것이며, 제한하기 위한 것은 아니다. 따라서, 본원에 개시된 특정 구조적 및 기능적 세부사항은 제한하는 것으로 해석되어서는 안되며, 단지 당업자가 본 발명을 다양하게 적용하도록 교시하기 위한 대표적인 기초로서만 해석되어야 한다.

본 발명은 첨부된 도면들을 참조하여 추가로 설명될 것이며, 여기에서 유사한 구조들은 여러 보기 전체에 걸쳐

유사한 번호로 지칭된다. 나타난 도면들은 반드시 실제 축적을 갖는 것은 아니며, 대신 본 발명의 원리를 예시할 때 강조된다. 또한, 일부 특징부는 특정 구성 요소의 상세를 나타내도록 과장될 수 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 개시된 이점 및 개선들 중에서, 본 발명의 다른 목적 및 이점들은 첨부된 도면들과 함께 취해진 다음의 설명으로부터 명백해질 것이다. 본 발명의 상세한 구현예가 본원에 개시된다; 그러나, 개시된 구현예는 다양한 형태로 실시될 수 있는 본 발명의 단지 예시적인 것임을 이해해야 한다. 또한, 본 발명의 다양한 구현예와 관련하여 주어진 예들 각각은 예시하기 위한 것이며, 제한하기 위한 것은 아니다.
- [0015] 명세서 및 청구범위 전체에 걸쳐, 다음의 용어들은 문맥상 달리 언급하지 않는 한, 본원에서 명시적으로 연관된 의미를 취한다. 본원에서 사용된 문구, "일 구현예에서" 및 "일부 구현예에서"는 반드시 동일한 구현예(들)를 지칭하지는 않지만, 동일한 구현예(들)를 지칭할 수도 있다. 또한, 본원에서 사용된 문구, "다른 실시예에서" 및 "일부 다른 실시예에서"는 반드시 다른 실시예를 지칭하지는 않지만, 다른 실시예를 지칭할 수도 있다. 따라서, 후술하는 바와 같이, 본 발명의 다양한 구현예는 본 발명의 범주 또는 사상을 벗어나지 않고 쉽게 조합될 수 있다.
- [0016] 또한, 본원에서 사용된 용어, "또는"은, 포괄적인 "또는" 연산자이며, 문맥상 달리 언급하지 않는 한 "및/또는"이라는 용어와 동등하다. 용어 "기초한"은 배타적이지 않으며, 문맥상 달리 언급하지 않는 한, 설명되지 않은 추가 인자들에 기초할 수 있다. 또한, 명세서 전체에 걸쳐, "한" 및 "하나의"의 의미는 복수의 참조를 포함한다. "내"의 의미는 "내" 및 "위"를 포함한다.
- [0017] 본원에서 사용된 용어, "적어도 하나의 A, B, 또는 C"등은 "단지 A", "단지 B", "단지 C" 또는 "A, B, 및 C의 임의의 조합"이다.
- [0018] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 본 발명은 알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품이며; 알루미늄 합금 스트립은, 4 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하며; 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.
- [0019] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 8 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 10 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 8 중량%의 아연을 포함한다.
- [0020] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 12% 이하이다.
- [0021] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 본 발명은 알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품이며; 알루미늄 합금 스트립은, (i) 4 중량% 내지 28 중량%의 아연; (ii) 1 중량% 내지 3 중량%의 구리; 및 (iii) 1 중량% 내지 3 중량%의 마그네슘을 포함하며; 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.
- [0022] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다.
- [0023] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.0 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 1.5 중량%의 구리를 포함한다.
- [0024] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 마그네슘

을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.0 중량%의 마그네슘을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 1.5 중량%의 마그네슘을 포함한다.

- [0025] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 주조 제품은 알루미늄 합금 스트립을 포함하고; 알루미늄 합금 스트립은, 4 중량% 내지 28 중량%의 아연 및 1 중량% 내지 3 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 두께 중심 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.
- [0026] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 본 발명은 알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품이며; 알루미늄 합금 스트립은, 4 중량% 내지 25 중량%의 아연을 포함하며; 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.
- [0027] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 25 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 8 중량% 내지 25 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 10 중량% 내지 25 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 8 중량%의 아연을 포함한다.
- [0028] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 12% 이하이다.
- [0029] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 본 발명은 알루미늄 합금 스트립을 포함하는 주조 제품이며; 알루미늄 합금 스트립은, (i) 4 중량% 내지 25 중량%의 아연; (ii) 1 중량% 내지 3 중량%의 구리; 및 (iii) 1 중량% 내지 3 중량%의 마그네슘을 포함하며; 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 15% 이하이다.
- [0030] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 12 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다.
- [0031] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.0 중량%의 구리를 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 1.5 중량%의 구리를 포함한다.
- [0032] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.5 중량%의 마그네슘을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 2.0 중량%의 마그네슘을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 1 중량% 내지 1.5 중량%의 마그네슘을 포함한다.
- [0033] 본원에서 사용된 용어, "알루미늄 합금"은 알루미늄 격자 내 또는 알루미늄 내의 상 내 중 어느 하나에 고용성 원소를 갖는 알루미늄 금속을 의미한다. 원소는 알루미늄, 구리, 철, 마그네슘, 니켈, 실리콘, 아연, 크롬, 망간, 티타늄, 바나듐, 지르코늄, 주석, 스칸디움, 리튬을 포함할 수 있다. 원소는 알루미늄 합금의 물성과 성능 특성에 영향을 미치기 위해 첨가된다.
- [0034] 본원에서 사용된 문구, "7xxx 알루미늄 합금" 등은 알루미늄 협회(Aluminum Association) 및 그의 미등록 변이체에 등록된 7xxx 알루미늄 합금으로부터 선택되는 알루미늄 합금을 의미한다.
- [0035] 본원에서 사용된 용어, "주조 제품"은 미국 특허 제6,672,368호 및 제7,125,612호에 상세히 설명된 바와 같이, 연속 주조와 같은 주조 방법에 의해 제조된 제품을 의미한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 용어 "주조 제품"은 "주조 제품"로부터 제조된 제품을 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 용어 "주조 제품"은 "주조 제품"로부터 제조된 압연된 제품을 포함한다.

- [0036] 본원에서 사용된 용어, 특정 두께 깊이에서의 합금 원소의 중량%의 "편차"는 "%"의 단위를 가지고, 다음의 식에 따라 산출된다:
- [0037] 
$$\left( \text{특정 두께 깊이에서의 합금 원소의 최대 중량\%} - \text{특정 두께 깊이에서의 합금 원소의 최소 중량\%} \right) / \left( \text{특정 두께 깊이에서의 합금 원소의 평균 중량\%} \right) * 100.$$
- [0038] 본원에서 사용된 용어, "중심 편석(centerline segregation)"은 알루미늄 합금 스트립의 중심 부분에서의 합금 원소들의 농축 또는 고갈을 의미한다. 구현예들에서, 중심 편석은 알루미늄 합금 스트립의 특정 두께 깊이에서의 합금 원소의 중량% 편차에 기초하여 결정된다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 중심 편석은 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간 15% 초과 of 합금 원소의 중량% 편차에 기초하여 결정된다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 중심 편석은 표면과 두께 중심 간 15% 초과 of 합금 원소의 중량% 편차에 기초하여 결정된다.
- [0039] 본원에서 사용된, 특정 두께 깊이에서의 "합금 원소의 중량%"는 본원에서 상세히 설명된 "조대편석 분석 절차(macro-segregation procedure)"를 사용하여 결정된다.
- [0040] 본원에서 사용된 용어, "스트립"은 임의의 적절한 두께일 수 있고, 일반적으로 시트 게이지(sheet gauge)(0.006 인치 내지 0.249 인치) 또는 박판 게이지(0.250 인치 내지 0.400 인치)의 두께, 즉 0.006 인치 내지 0.400 인치 범위의 두께를 가질 수 있다. 일 구현예에서, 스트립은 적어도 0.040 인치의 두께를 갖는다. 일 구현예에서, 스트립은 적어도 0.320 인치의 두께를 갖는다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 스트립은 0.0070 내지 0.18 인치의 두께를 갖는다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 스트립은 0.08 내지 0.2 인치의 두께를 갖는다.
- [0041] 본원에서 사용된 "표면"은 주조 제품의 최상부면 또는 최하부면을 의미한다.
- [0042] 본원에서 사용된 "두께 중심"은 주조 제품의 전체 두께의 절반 또는 절반 두께( $t/2$ )의 깊이를 의미한다.
- [0043] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함하는 임의의 알루미늄 합금을 포함할 수 있다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 적어도 하나의 1 중량% 내지 3 중량%의 구리 및 1 중량% 내지 3 중량%의 마그네슘을 포함할 수 있다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금은 7xxx(아연 기반) 알루미늄 합금을 포함할 수 있다.
- [0044] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 27 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 25 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 22 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 20 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 18 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 15 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 13 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 11 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 10 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 9 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 8 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 7 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 6 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 4 중량% 내지 5 중량%의 아연을 포함한다.
- [0045] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 5 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 6 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 7 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 8 중량% 내지 28 중량%의 아연을 포함한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 9















원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 0.1% 내지 4%이다.

[0067] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 1% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 2% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 3% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 4% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 5% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 6% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 7% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 8% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 9% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 10% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 11% 내지 15%이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간의 아연의 중량 퍼센트의 편차는 12% 내지 15%이다.

[0068] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금은 4% 내지 28%의 아연 중량 퍼센트 또는 본원에서 상세히 설명된 임의의 다른 중량%의 범위를 포함하고, 중심 편석을 나타내지 않는다.

#### [0069] 알루미늄 합금 스트립을 제조하기 위한 비제한적 방법

[0070] 구현예들에서, 본원에서 상세히 설명된 알루미늄 합금 스트립의 주조는 높은 응고 속도로 응고되는 연속 주조 제품을 제조할 수 있는 연속 주조 장치를 통해 이루어질 수 있다. 전술한 응고 속도를 달성할 수 있는 연속 주조 장치의 일례는 미국 특허 제6,672,368호 및 제7,125,612호에 기재된 장치이며, 그 전체가 참고 문헌으로 포함된다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 알루미늄 합금 스트립은 미국 특허 제6,672,368호 및 제7,125,612호에 기재된, Micromill<sup>TM</sup> 프로세스를 사용하여 연속적으로 주조된다.

[0071] 구현예들에서, 도 1 또는 도 2에 도시된 바와 같이, 용융된 알루미늄 합금 금속(M)은 호퍼(H)(또는 턴디시)에 저장될 수 있고, 공급 팁(T)을 통해 각각의 방향( $A_1$  및  $A_2$ )으로 회전하는 물 표면( $D_1$  및  $D_2$ )을 가진 한 쌍의 물( $R_1$  및  $R_2$ ) 방향(B)으로 전달되어 고상 주조 제품(S)을 생성한다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 갭( $G_1$  및  $G_2$ )은 용융 금속이 새어 나가는 것을 방지하고 용융 금속의 대기로의 노출을 최소화하기 위해, 공급 팁(T)과 물( $R_1$  및  $R_2$ ) 사이의 분리를 유지하면서, 공급 팁(T)과 각각의 물( $R_1$  및  $R_2$ ) 사이에서 가능한 한 작게 유지될 수 있다. 물( $R_1$  및  $R_2$ )의 중심선을 지나는 평면(L)은 물 넘(N)으로 지칭되는, 물( $R_1$  및  $R_2$ ) 사이의 최소 간극 영역을 통과한다.

[0072] 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 주조 동안, 용융된 금속(M)은 각각 (2 및 4) 영역에서 냉각된 물( $R_1$  및  $R_2$ )과 직접 접촉한다. 물( $R_1$  및  $R_2$ )과 접촉 시, 금속(M)은 냉각되고 응고하기 시작한다. 냉각 금속은 물( $R_1$ )에 인접한 응고 금속의 상부 쉘(6) 및 물( $R_2$ )에 인접한 응고된 금속의 하부 쉘(8)을 생성한다. 쉘(6 및 8)의 두께는 금속(M)이 넘(N) 방향으로 전진함에 따라 증가한다. 응고된 금속의 큰 수지상(10)(축척대로 도시되지 않음)은 각각의 상부 및 하부 쉘(6 및 8)과 용융 금속(M) 사이의 계면에서 생성될 수 있다. 큰 수지상(10)은 깨지거나 용융 금속(M)의 보다 느리게 움직이는 유동의 중심부(12) 내로 끌려갈 수 있고, 화살표( $C_1$  및  $C_2$ )의 방향으로 이동될 수 있다. 유동의 끌기 작용은 큰 수지상(10)이 더 작은 수지상(14)(축척대로 도시되지 않음)으로 더 깨질 수 있게 한다. 영역(16)으로 지칭되는 넘 N의 상류의 중심부(12)에서, 금속(M)은 반고체이며 고상 성분(응고된 작은 수지상(14)) 및 용융 금속 성분을 포함할 수 있다. 영역(16)의 금속(M)은 그 안의 작은 수지상(14)의 분산에 부분적으로 기인하여 완전한 일관성을 가질 수 있다. 넘(N)의 위치에서, 용융된 금속의 일부는

화살표( $C_1$  및  $C_2$ )의 반대 방향으로 역박향으로 압착될 수 있다. 닙(N)에서의 물( $R_1$  및  $R_2$ )의 정방향 회전은 실질적으로 금속의 고상부(중심부(12)의 상부 쉘(6), 하부 쉘(8) 및 작은 수지상(14))만을 전진시키고, 닙(N)으로부터의 상류 중심부(12)의 용융 금속을 압박하여 금속이 닙(N) 지점을 떠날 때 완전히 응고될 수 있게 한다. 이러한 방식 및 본 명세서에 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 금속의 응고 지점은 닙(N)에서 형성될 수 있다. 닙(N)의 하류에서, 중심부(12)는 상부 쉘(6)과 하부 쉘(8) 사이에 끼워진 작은 수지상(14)을 함유하는 고상 중심부(18)일 수 있다. 중심부(18)에서, 작은 수지상(14)은 크기가 20  $\mu\text{m}$  내지 50  $\mu\text{m}$ 일 수 있고, 대체로 구형의 형상을 가질 수 있다. 상부 쉘(6), 하부 쉘(8) 및 응고된 중심부(18)의 3개의 부분은 단일의 고상 주조 제품(도 1의 S 및 도 2의 요소(20))을 구성한다. 따라서, 알루미늄 합금 주조 제품(20)은 중간 부분(응고된 중심부(18))을 사이에 두고 (쉘(6 및 8)에 상응하는) 알루미늄 합금의 제1 부분 및 알루미늄 합금의 제2 부분을 포함할 수 있다. 고상 중심부(18)는 주조 제품(20)의 총 두께의 20% 내지 30%를 구성할 수 있다.

[0073] 물( $R_1$  및  $R_2$ )은 용융 금속(M)의 열에 대한 히트 싱크(heat sink)로서 기능할 수 있다. 일 구현예에서, 열은 용융 금속(M)으로부터 물( $R_1$  및  $R_2$ )로 균일한 방식으로 전달되어 주조 제품(20) 표면의 균일성을 보장할 수 있다. 각각의 물( $R_1$  및  $R_2$ )의 표면( $D_1$  및  $D_2$ )은 강철, 구리, 니켈, 또는 다른 적합한 재료로 제조될 수 있고, 질감이 형성될 수 있으며, 용융된 금속(M)과 접촉할 수 있는 표면 요철(미도시)을 포함할 수 있다.

[0074] 물( $R_1$  및  $R_2$ )의 적절한 속도의 제어, 유지 및 선택은 연속 주조 제품 제조 능력에 영향을 미칠 수 있다. 물 속도는 용융 금속(M)이 닙(N)을 향하여 전진하는 속도를 결정한다. 속도가 너무 느린 경우, 큰 수지상(10)이 중심부(12)에 혼입되어 작은 수지상(14)으로 깨지기에 충분한 힘을 받지 못할 것이다. 본원에서 상세히 설명된 하나 이상의 구현예에서, 물 속도는 용융 금속(M)의 응고점, 또는 완전 응고점이 닙(N)에서 형성될 수 있도록 선택될 수 있다. 따라서, 본 주조 장치 및 방법은 25 내지 500 피트/분; 대안적으로 40 내지 500 피트/분; 대안적으로 40 내지 400 피트/분; 대안적으로 100 내지 400 피트/분; 및 대안적으로 150 내지 300 피트/분 범위와 같은 고속에서의 작동에 적합할 수 있다. 용융 알루미늄이 물( $R_1$  및  $R_2$ )로 전달되는 단위 면적당 선행 속도는 물( $R_1$  및  $R_2$ )의 속도보다 낮거나 물 속도의 약 1/4 일 수 있다.

[0075] 본 발명에 따른 알루미늄 합금의 연속 주조는 주조 제품(S)의 목적하는 게이지에 상응하는 닙(N)의 목적하는 치수를 초기에 선택함으로써 이를 수 있다. 물( $R_1$  및  $R_2$ )의 속도는 목적하는 제조 속도, 또는 물 분리력이 물( $R_1$  및  $R_2$ ) 사이에서 물링이 발생하고 있음을 나타내는 수준까지 증가하는 것을 야기하는 속도까지 증가될 수 있다. 본 발명의 구현예에 의해 고려되는 속도(즉, 25 내지 400 피트/분)에서의 주조는 알루미늄 합금 주조 제품을 잉곳 주조에 의한 알루미늄 합금 주조보다 약 1000배 빠르고, 잉곳으로 주조된 알루미늄 합금보다 주조 제품의 특성을 향상시킨다. 용융 금속이 냉각되는 속도는 금속의 외부 영역의 신속한 응고를 이루도록 선택될 수 있다. 실제로, 금속의 외부 영역의 냉각은 적어도 1000  $^{\circ}\text{C}$ /초의 속도로 발생할 수 있다.

[0076] 스트립은 임의의 적절한 두께일 수 있고, 일반적으로 시트 게이지(sheet gauge)(0.006 인치 내지 0.249 인치) 또는 박판 게이지(0.250 인치 내지 0.400 인치)의 두께, 즉 0.006 인치 내지 0.400 인치 범위의 두께를 가질 수 있다. 일 구현예에서, 스트립은 적어도 0.040 인치의 두께를 갖는다. 일 구현예에서, 스트립은 적어도 0.320 인치의 두께를 갖는다.

#### [0077] 조대편석 분석 절차

[0078] 샘플은 알루미늄에 대한 표준 메탈로그래픽 준비 기술을 사용하여 루사이트(Lucite) 내에 먼저 장착하고 연마한다. 전자 탐침 미량 분석기("EPMA")는 합금 원소의 조대편석을 나타내기 위하여 두께를 가로지르는 합금 원소의 분포를 분석하는데 사용된다.

[0079] EPMA 라인 스캔은, 샘플 표면으로부터 약 50  $\mu\text{m}$ 에서 약 100  $\mu\text{m}$ 의 직경의 초기 스폿으로 설정되어 다른 표면에 도달할 때까지 두께 방향으로 이동한다. 디포커스된 빔 스폿은 50  $\mu\text{m}$ 의 분리를 유지하도록 계산되어 분석 포인트 간 50%의 겹침을 제공한다.

[0080] 4 Wave 분산 분광계를 장착한 JEOL JXA 8530F Field Emission Electron Probe Microanalyzer Hyperprobe 및 JEOL SDD-EDS를 사용하여 데이터를 수집하였다. 작동 조건은 다음과 같다.

[0081] 가속 전압: 15 Kv

[0082] 빔 강도: 100 nA

[0083] 디포커스된 전자 빔: 100  $\mu\text{m}$

[0084] 라인 스캔 분석 단계 50  $\mu\text{m}$

[0085] 분석된 원소는 다음을 포함할 수 있다: Ti, Zr, Mg, Si, Mn, Fe, Cu, Zn 및 Al

**표 1**

[0086] 사용된 파장 분산 분광계(WDS) 결정 및 분광계는 표 1에서 상세히 설명된다.

분광계	회절 결정	카운터	원소
1	PETJ	가스 유동(P-10)	Ti, Zr
2	TAP	가스 유동(P-10)	Mg, Si
3	LIFH	밀봉된 제논 가스	Mn, Fe
4	LIFL	밀봉된 제논 가스	Cu, Zn
5		SDD-EDS	Al

[0087] 카운팅 시간은 모든 원소에 대해 10초이다. 백그라운드 측정은 포지티브 및 네거티브 백그라운드 위치에서 5초 동안 50개 스폿마다 수집된다. 측정된 원소는 Philibert-Tixier 방법에 의한 원자 번호 보정이 있는 금속에 대한 JEOL quant ZAF 분석 패키지 및 Reed 방법에 의한 형광 여기 보정을 사용하여 정량 분석된다. 대안적으로, 샘플의 깊이에 대한 합금 원소의 농도는 미국 특허 제6,672,368호의 샘플을 분석하는데 사용된 방법과 일치하는 콰ن토미터(quantometer)를 사용하여 결정되었다.

**[0088] 미세편석 분석 절차**

[0089] 샘플은 알루미늄에 대한 표준 메탈로그래픽 준비 기술을 사용하여 루사이트(Lucite) 내에 먼저 장착하고 연마한다. EPMA는 합금 원소의 미세편석을 나타내기 위하여 두께를 가로지르는 합금 원소의 분포를 분석하는데 사용된다.

[0090] EPMA 라인 스캔은, 여러 결정립에 걸쳐 1  $\mu\text{m}$  단계로 이동하는 포커스된 스폿으로 설정되어 다수의 결정립에 대한 중첩된 분석 포인트를 제공한다.

[0091] 4 Wave 분산 분광계를 장착한 JEOL JXA 8530F Field Emission Electron Probe Microanalyzer Hyperprobe 및 JEOL SDD-EDS를 사용하여 데이터를 수집하였다. 작동 조건은 다음과 같다.

[0092] 가속 전압: 15 Kv

[0093] 빔 강도: 100 nA

[0094] 포커스된 전자 빔

[0095] 라인 스캔 분석 단계 1  $\mu\text{m}$

[0096] 분석된 원소는 다음을 포함할 수 있다: Ti, Zr, Mg, Si, Mn, Fe, Cu, Zn 및 Al

[0097] WDS 결정 및 분광계는 표 1에서 상세히 설명된다.

[0098] 백그라운드 측정은 포지티브 및 네거티브 백그라운드 위치에서 5초 동안 50개 스폿마다 수집된다. 측정된 원소는 Philibert-Tixier 방법에 의한 원자 번호 보정이 있는 금속에 대한 JEOL quant ZAF 분석 패키지 및 Reed 방법에 의한 형광 여기 보정을 사용하여 정량 분석된다.

**[0099] 비제한적인 예**

[0100] 알루미늄 합금 샘플은, 미국 특허 제6,672,368호에 상세히 설명된 장치를 사용하여 55 피트/분 내지 85 피트/분의 속도로 주조하였으며, 아래의 표에 상세히 기술된 최종 두께를 가진다. 각각의 샘플에서의 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연, 마그네슘, 및 구리의 평균 중량 퍼센트는 본원에 상세히 설명된 "조대편석" 분석 절차 또는 콰ن토미터계를 사용하여 결정되었다. 아래의 표 2는 각각의 주조 샘플에서의 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연, 구리, 및 마그네슘의 평균 중량 퍼센트 및 각각의 샘플에서의 중량 퍼센트를 결정하기 위한 방법을 나타낸다.

표 2

[0101]

샘플	두께(mm)	평균 Zn 중량%	평균 Mg 중량%	평균 Cu 중량%	방법
1	3.5	4.26	1.50	1.59	조대편석 분석 절차
2	3.3	5.60	1.85	2.28	관토미터
3	3.9	6.38	1.47	1.53	조대편석 분석 절차
4	3.4	7.34	2.13	1.90	관토미터
5	3.4	7.56	1.94	2.42	관토미터
6	4.1	8.71	1.68	1.43	조대편석 분석 절차
7	3.9	15.98	1.21	1.53	조대편석 분석 절차
8	3.6	27.46	0.97	1.64	조대편석 분석 절차

[0102]

아래의 표 3은 각각의 샘플에서의 표면으로부터 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연 중량 퍼센트의 편차를 나타낸다.

표 3

[0103]

샘플	최소 Zn 중량%	최대 Zn 중량%	평균 Zn 중량%	편차(%)
1	3.91	4.52	4.26	14.40
2	5.40	5.75	5.60	6.25
3	6.17	6.66	6.38	7.68
4	7.11	7.54	7.34	5.86
5	6.95	7.71	7.56	10.05
6	8.34	8.96	8.71	7.12
7	15.10	17.09	15.98	12.45
8	25.53	29.70	27.46	15.19

[0104]

각각의 샘플에서의 표면으로부터 두께 중심까지의 아연, 마그네슘, 및 구리의 평균 중량 퍼센트는 본원에 상세히 설명된 "조대편석" 분석 절차 또는 관토미터계를 사용하여 결정되었다. 표 4는 각각의 주조 샘플에서의 표면으로부터 두께 중심까지의 아연, 구리 및 마그네슘의 평균 중량 퍼센트 및 각 샘플에서의 중량 퍼센트를 결정하는 데 사용되는 방법을 나타낸다:

표 4

[0105]

샘플	두께(mm)	평균 Zn 중량%	평균 Mg 중량%	평균 Cu 중량%	방법
1	3.5	4.27	1.50	1.61	조대편석 분석 절차
2	3.3	5.64	1.86	2.28	관토미터
3	3.9	6.36	1.47	1.52	조대편석 분석 절차
4	3.4	7.33	2.12	1.88	관토미터
5	3.4	7.54	1.93	2.42	관토미터
6	4.1	8.71	1.70	1.42	조대편석 분석 절차
7	3.9	15.97	1.21	1.52	조대편석 분석 절차
8	3.6	27.54	0.99	1.70	조대편석 분석 절차

[0106]

아래의 표 5는 각각의 샘플에서의 표면으로부터 두께 중심까지의 아연 중량%의 편차를 보여준다:

표 5

[0107]

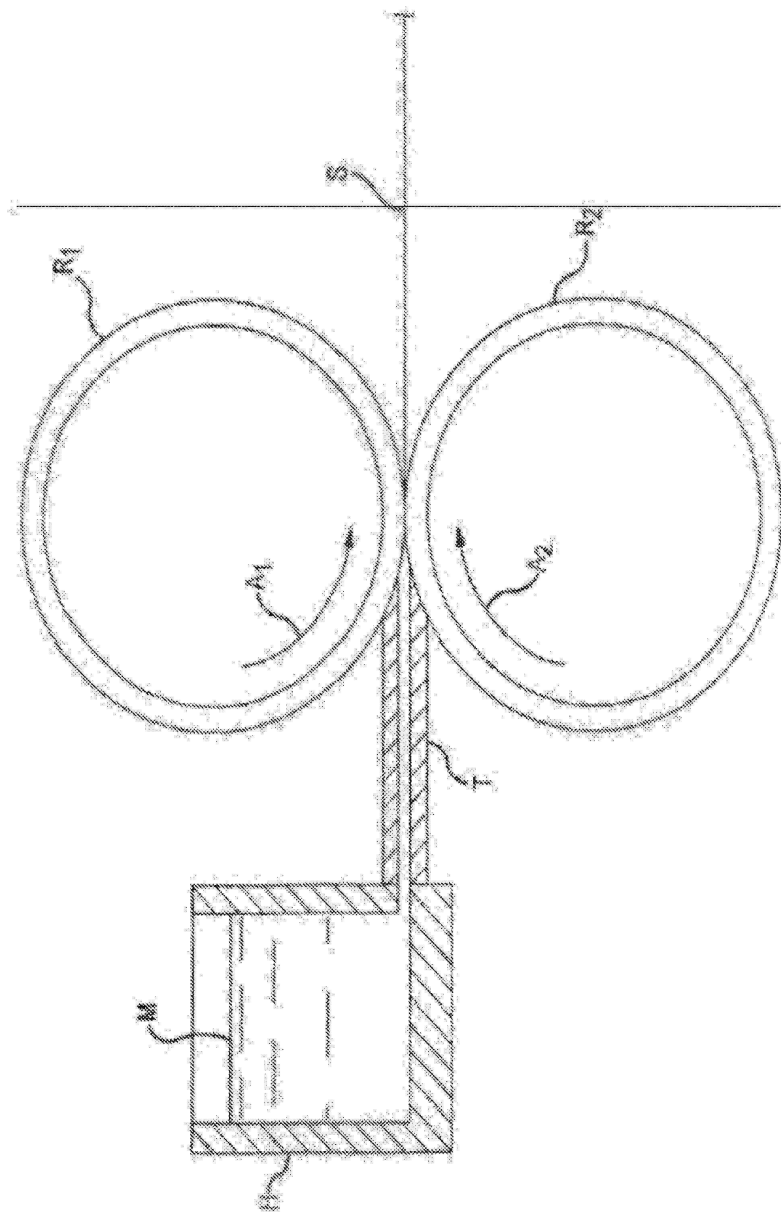
샘플	최소 Zn 중량%	최대 Zn 중량%	평균 Zn 중량%	편차(%)
1	3.91	4.52	4.27	14.29
2	5.48	5.75	5.64	4.79
3	6.17	6.57	6.36	6.29
4	7.11	7.54	7.33	5.87
5	6.95	7.71	7.54	10.08
6	8.44	8.96	8.71	5.97
7	15.10	17.09	15.97	12.46

8	25.96	29.70	27.54	13.58
---	-------	-------	-------	-------

- [0108] 각각의 샘플에 대해 생성된 데이터를 도 3 내지 도 10에 나타내었다. 비교를 위하여, 직접 냉각 주조 종래 기술 제품 및 미국 특허 제6,672,368호의 연속 주조 종래 기술 제품의 두께에 대한 아연, 마그네슘 및 구리의 중량 퍼센트 비교 역시 도 11 또는 도 12에 포함하였다. 도 3 내지 도 10 및 위의 표에 나타난 바와 같이, 본 발명자들은 놀랍게도 본 발명에 따른 샘플 1 내지 7에서 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간 아연 중량 퍼센트의 편차가 15% 미만인 것을 발견하였다. 또한, 샘플 8의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간 아연 중량 퍼센트의 편차는 15%를 초과한다. 마찬가지로, 도 11 또는 도 12의 육안 검사에 기초하여, 직접 냉각 주조 종래 기술 제품 및 연속 주조 종래 기술 제품에서의 표면과 3,000  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이 간 아연 중량 퍼센트의 편차는 15%를 초과한다. 도 3 내지 도 10 및 위의 표에 나타난 바와 같이, 본 발명자들은 놀랍게도 본 발명에 따른 샘플 1 내지 8에서 표면과 두께 중심 간 아연 중량 퍼센트의 편차가 15% 미만인 것을 발견하였다. 또한, 도 11 또는 도 12의 육안 검사에 기초하여, 직접 냉각 주조 종래 기술 제품 및 연속 주조 종래 기술 제품에서의 표면과 두께 중심 간 아연 중량 퍼센트의 편차는 15%를 초과한다.
- [0109] 샘플 6의 표면으로부터 200  $\mu\text{m}$ 의 두께 깊이까지의 아연, 마그네슘, 및 구리의 평균 중량 퍼센트는 본원에 상세히 설명된 "미세분석" 분석 절차를 사용하여 결정되었다. 데이터를 도 13에 나타내었다. 비교를 위하여, 직접 냉각 주조 종래 기술 제품의 두께에 대한 결정립을 가로지르는 아연, 마그네슘 및 구리의 중량 퍼센트를 도 14에 나타내었다. 도 13에 나타난 바와 같이, 발명자들은 놀랍게도 일차 합금 원소, Zn, Cu 및 Mg의 중량 퍼센트는, 결정립계 및 결정립 내 이차상 입자의 위치에서의 합금 원소의 중량 퍼센트 증가와, 매트릭스 내의 결정립 전체에 걸쳐 실질적으로 균일하다는 것을 발견하였다.
- [0110] 도 15는 샘플 6의 조직을 나타낸다. 미국 특허 제6,672,368호에서 상세히 기술된 장치를 사용하여 55 피트/분의 속도로 주조된 16% 및 25%의 평균 아연 함량을 가진 알루미늄 합금 샘플의 조직을 도 16 및 도 17에 각각 나타내었다. 도 15 내지 도 17은 구상 결정립 조직을 가지며 실질적으로 미세편석이 없는 본 발명의 제품을 나타낸다. 또한, 도 15 내지 도 17에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제품은 실질적으로 수지상이 없을 수 있고, 주로 구상 비-수지상 결정립, 즉 구상 결정립 조직으로 이루어질 수 있다. 또한, 샘플이 편광된 빛으로 관찰될 경우에도 도 15 내지 도 17의 결정립 내의 음영이 없는 것으로 나타내어지는 바와 같이, 제품은 실질적으로 미세편석 효과를 가지지 않는다.
- [0111] 본 발명의 다수의 구현예가 설명되었지만, 이들 구현예는 단지 예시적인 것이고 제한적인 것은 아니며, 많은 변형들이 당업자에게 명백할 수 있음이 이해될 것이다. 또한, 다양한 단계는 임의의 원하는 순서로 수행될 수 있다(그리고 임의의 원하는 단계들이 추가될 수 있고/있거나 임의의 원하는 단계가 제거될 수 있다).

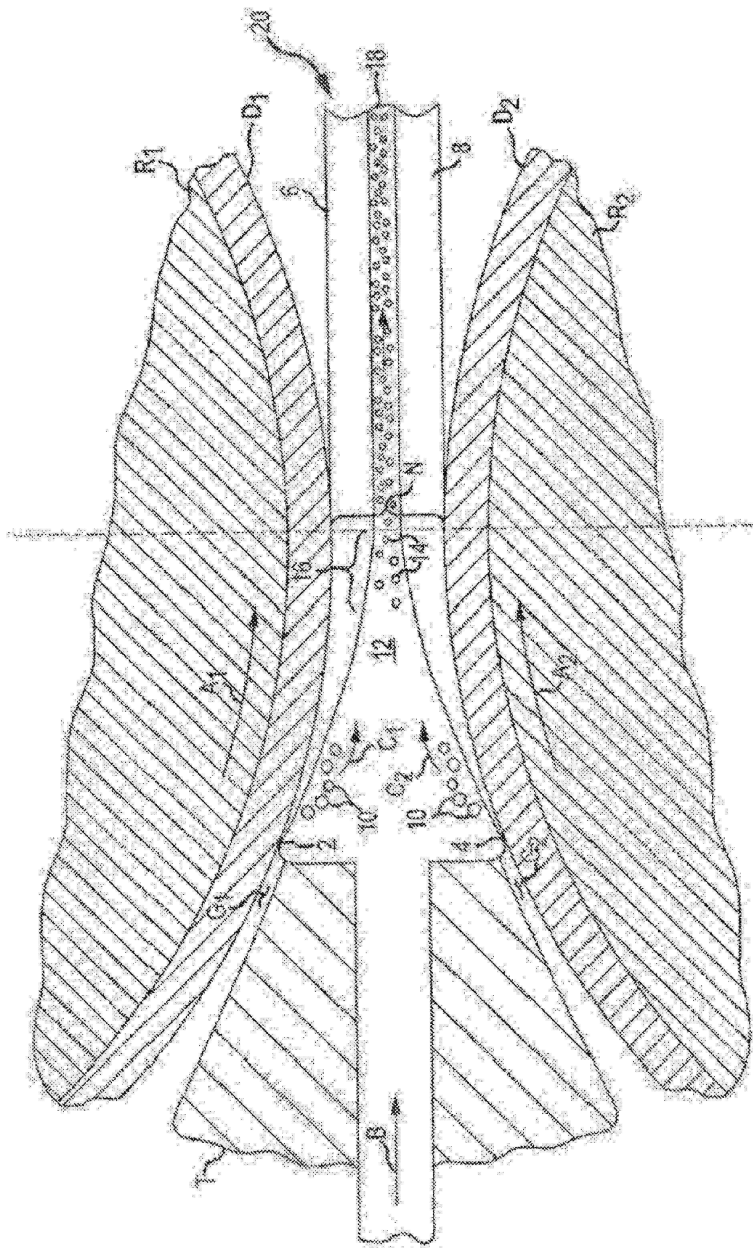
도면

도면1



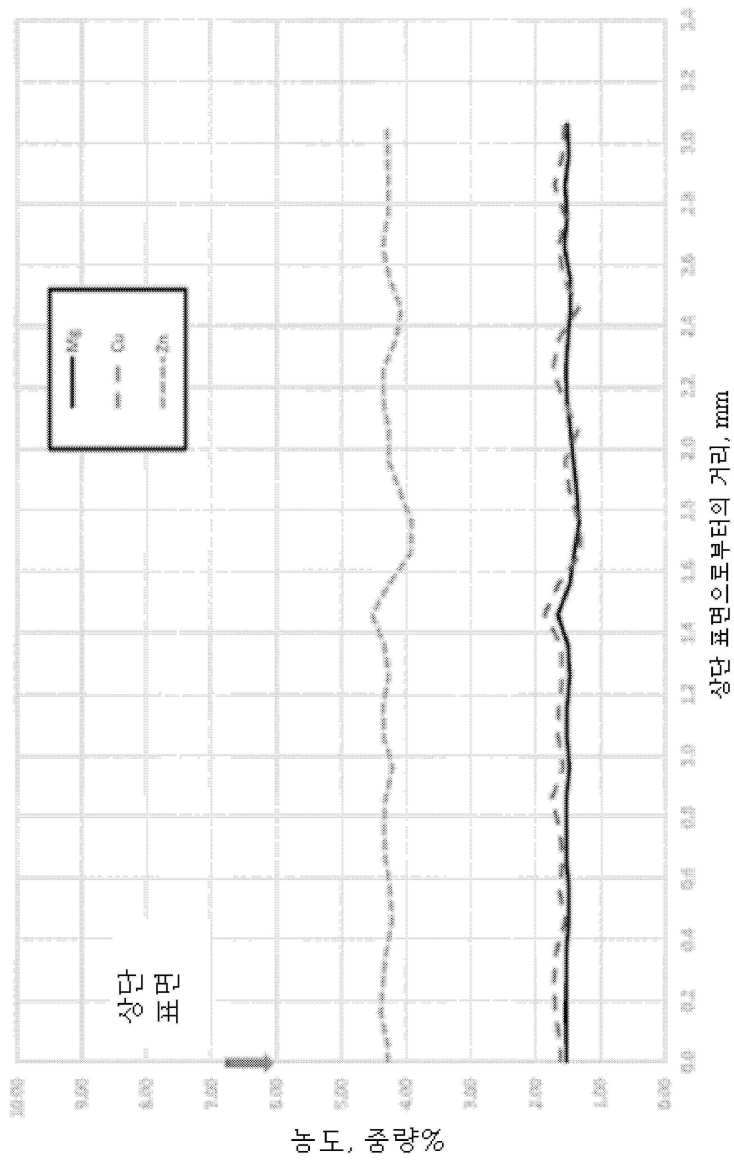


도면2



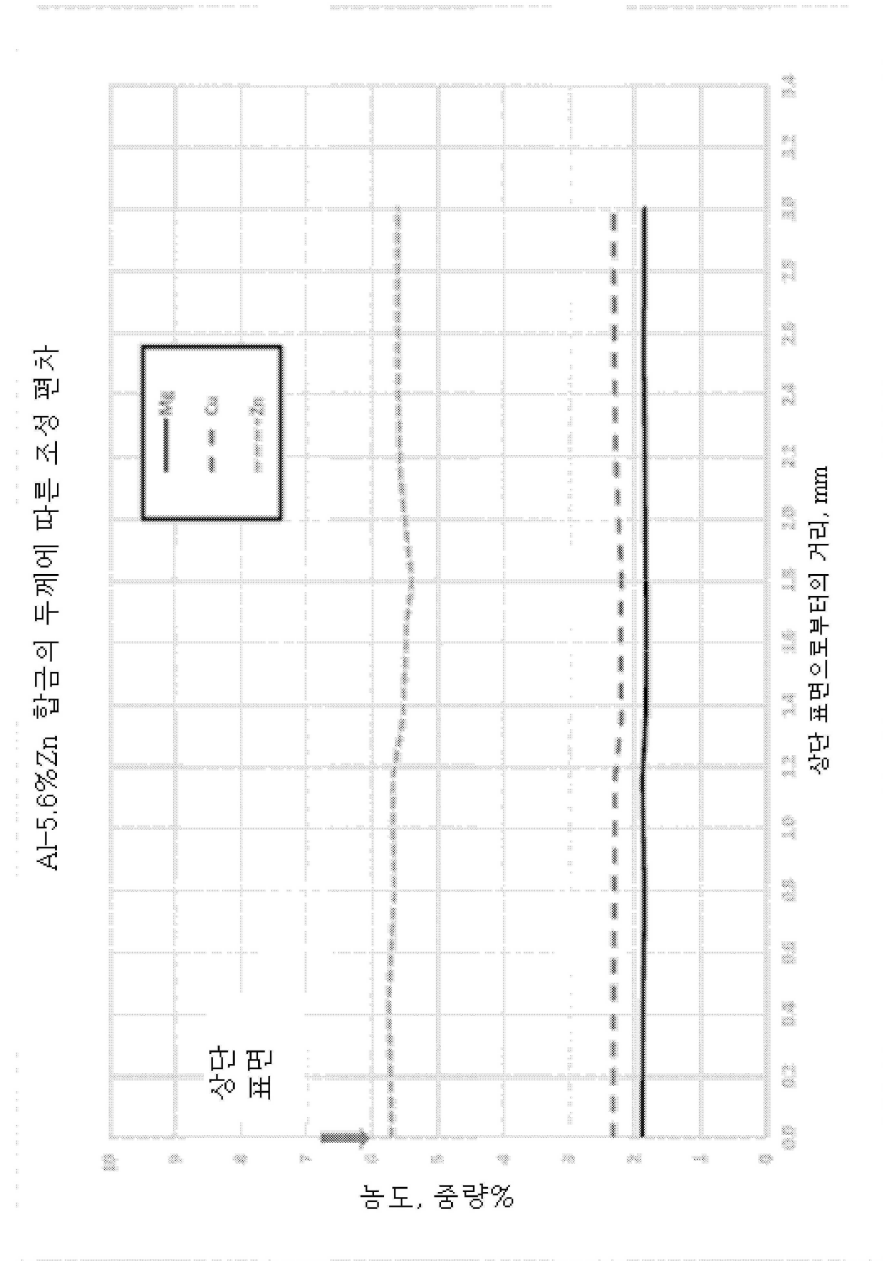
도면3

Al-4.3%Zn 합금의 두께에 따른 조성 변화

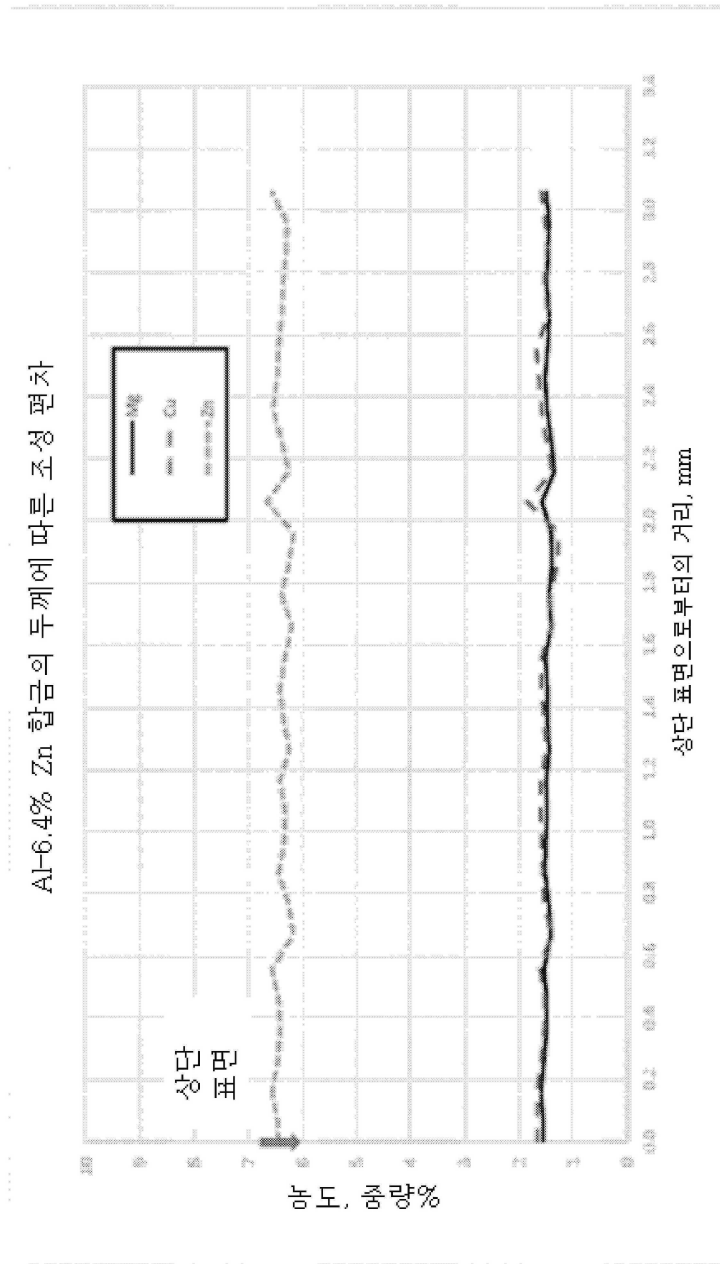




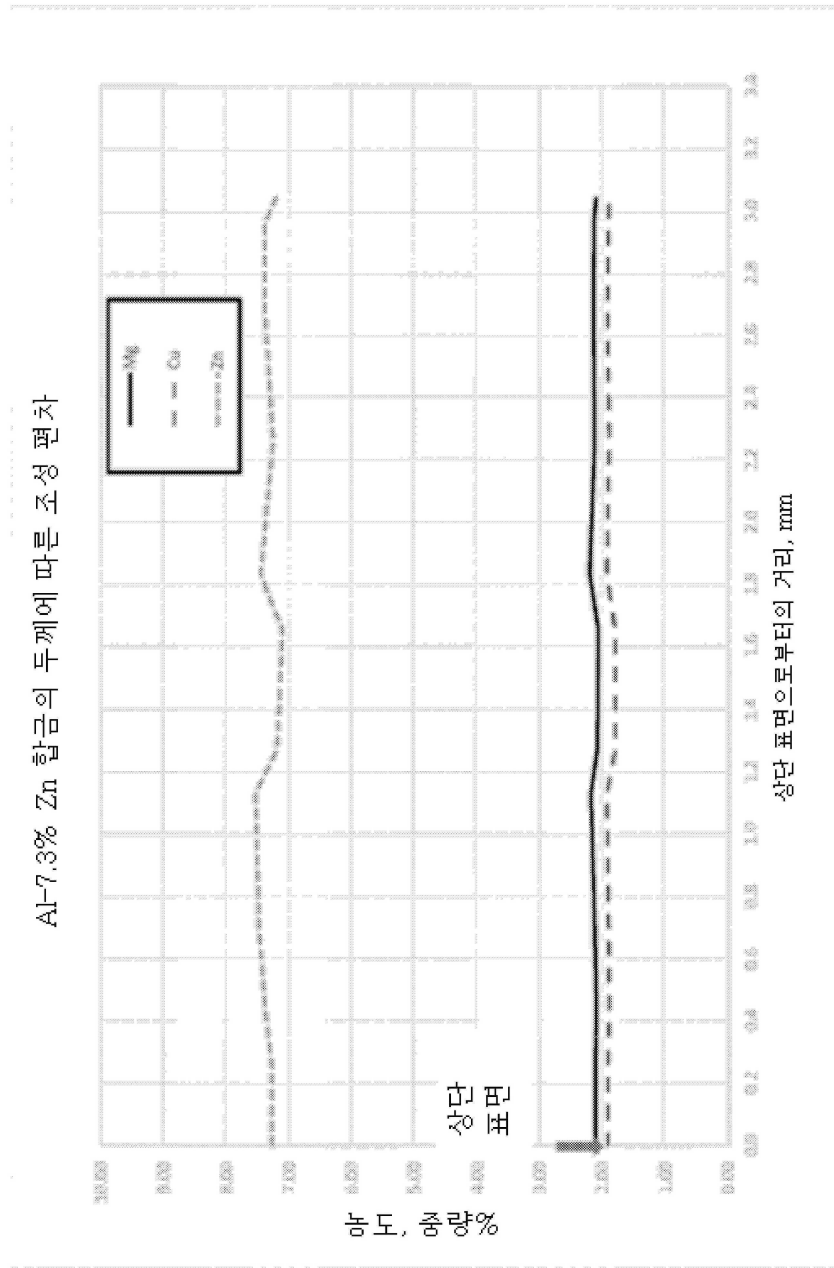
도면4



도면5

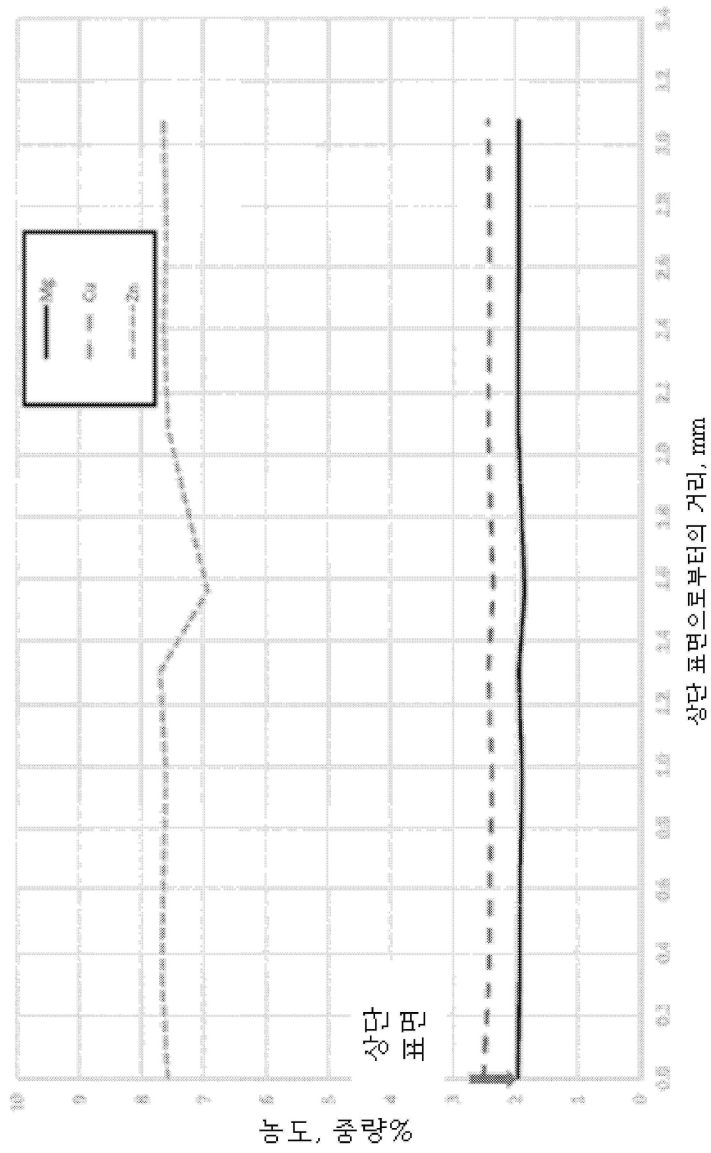


도면6

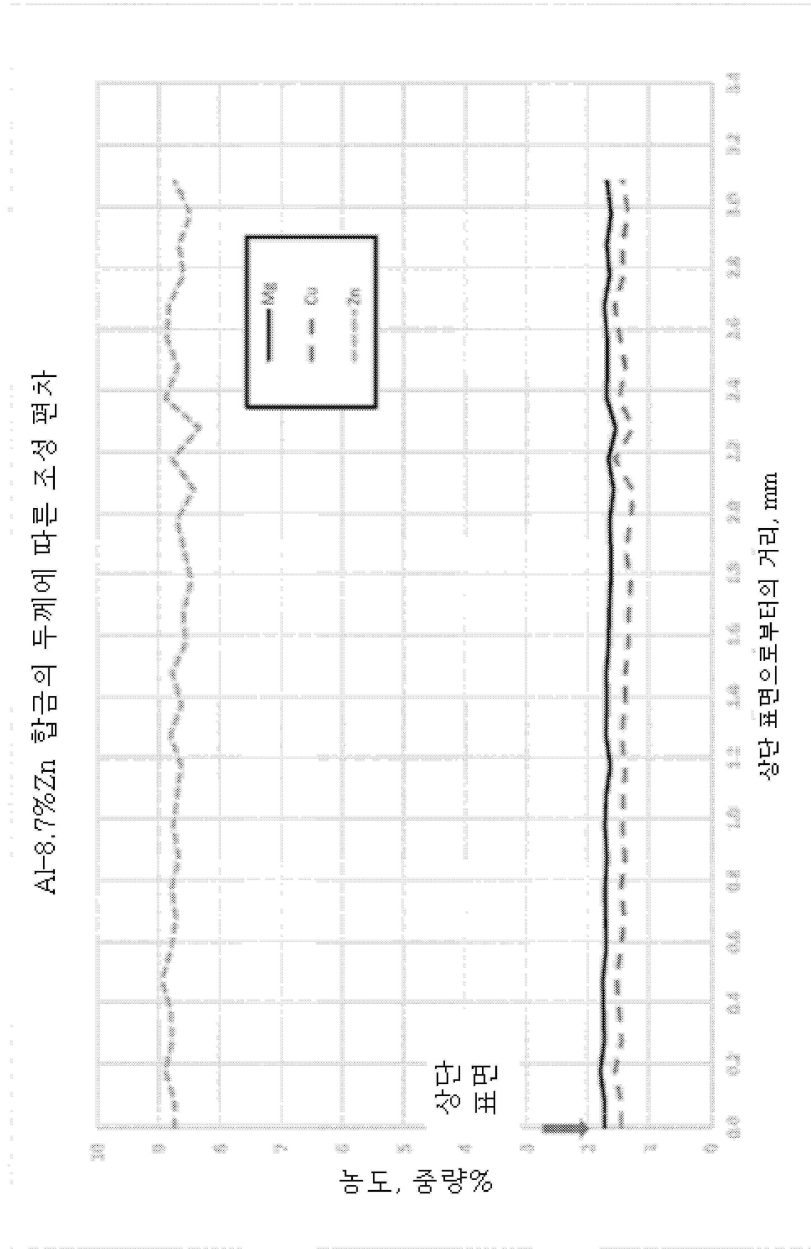


도면7

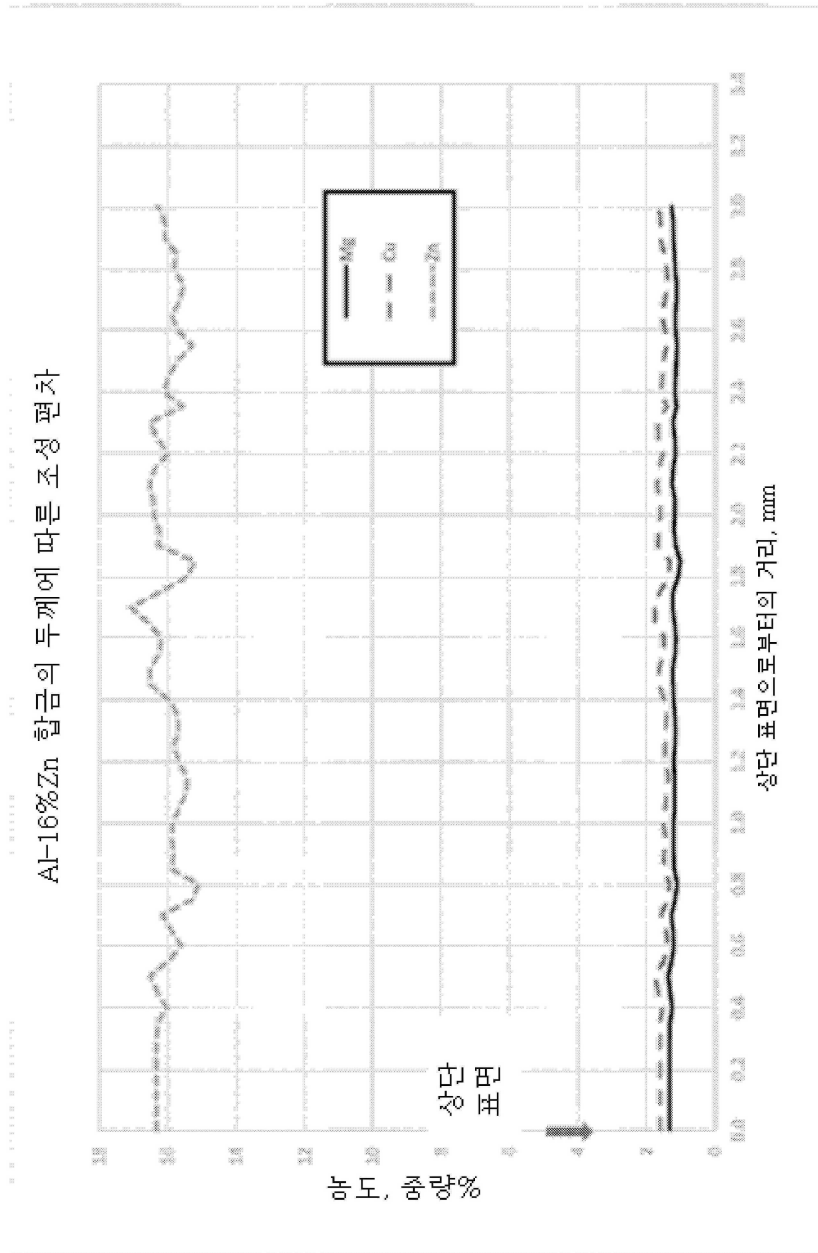
Al-7.6%Zn 합금의 두께에 따른 조성 편차



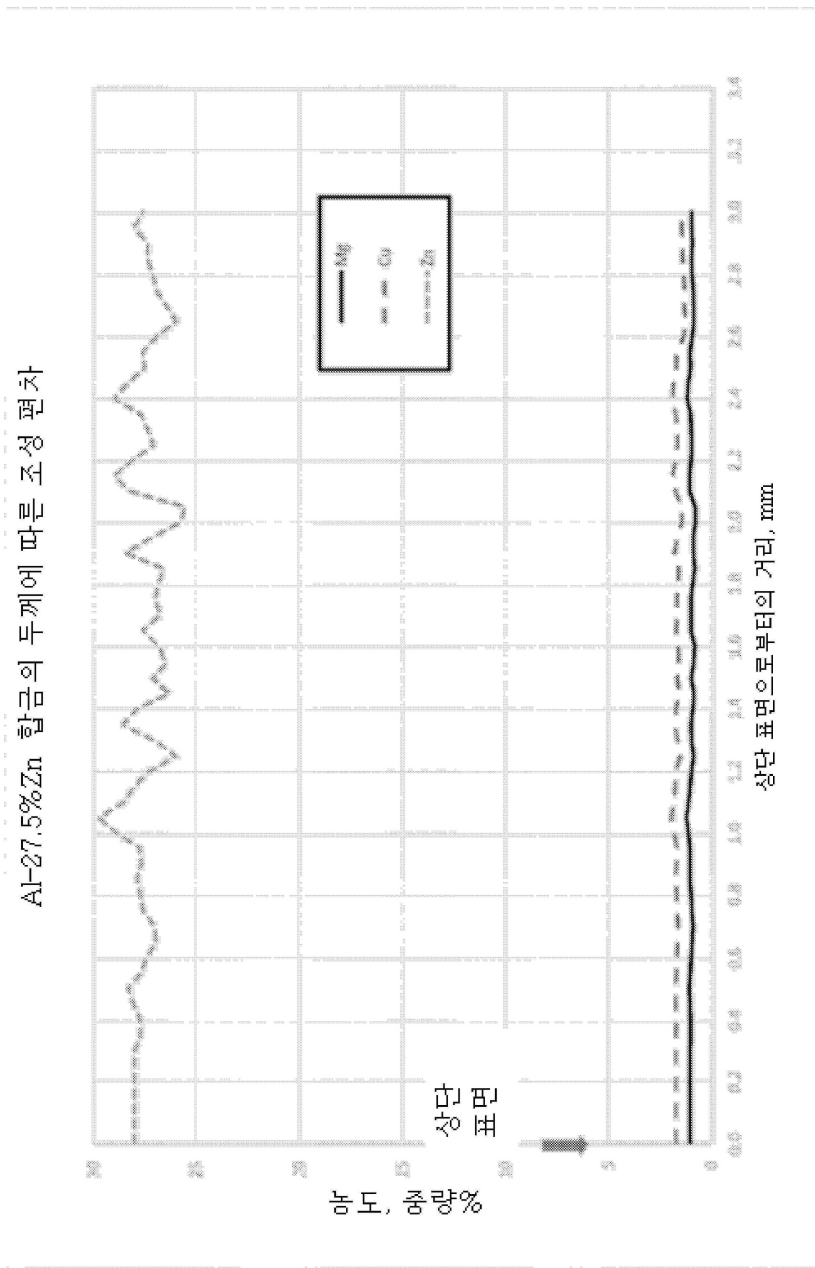
도면8



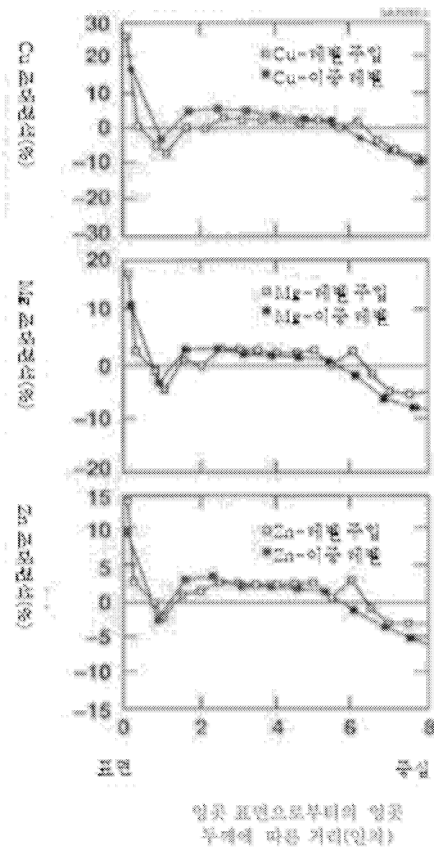
도면9



도면10



도면11



종래 기술

M. G. Chu 및 J. E. Jacoby:  
Macrosegregation characteristics of  
commercial size aluminum alloy ingot  
cast by the directchill method, Light  
Metals 1990, ed. C. M. Bickert, The  
Minerals, Metals and Materials Society,  
1990., pp. 925-930.

16" x 50" Al-Zn-Mg-CU 양극의 조대편석 프로파일  
이중 레벨(Bi-level) 및 레벨 주입(Level Pour) 방법에  
의해 주조함.

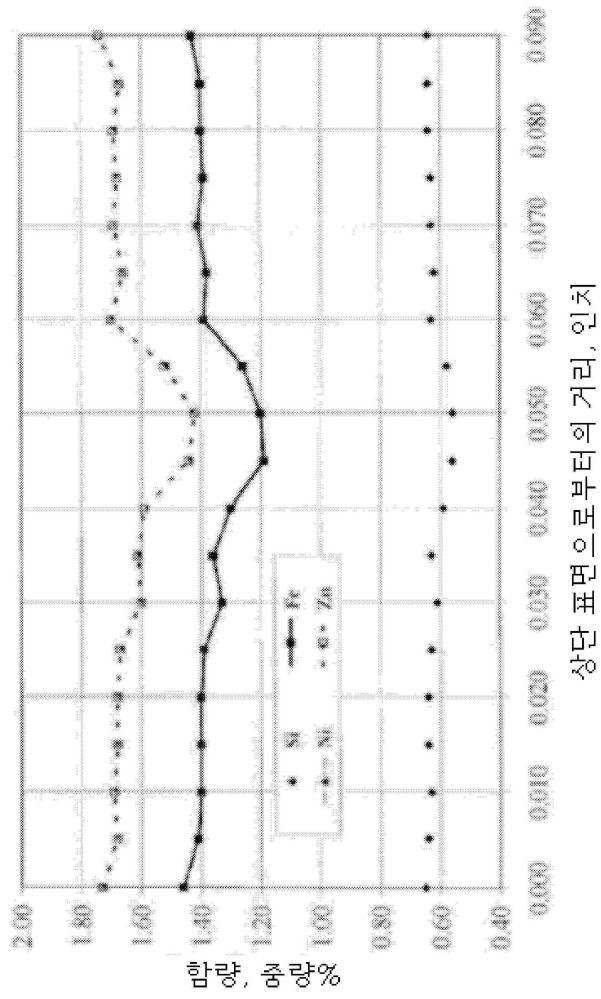
y 축은 용해 화학으로부터 각 주요 합금 원소의 편차를  
나타냄.



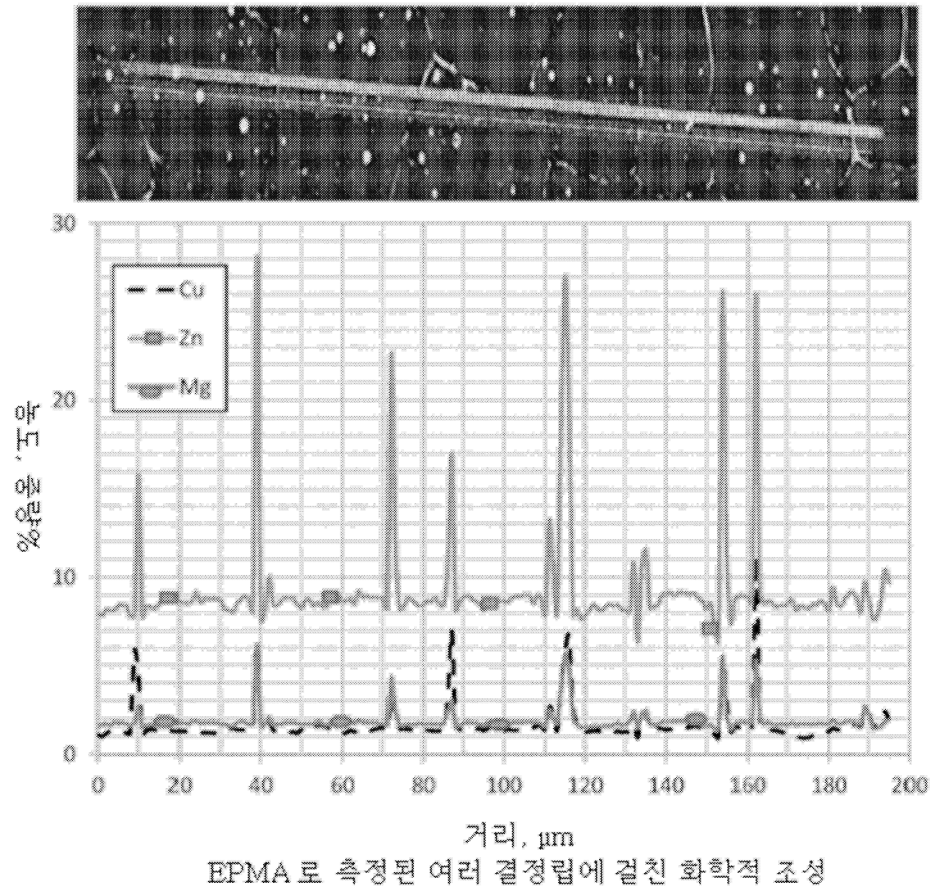
도면12

종래 기술

공정(eutectic) 형성 원소 Si, Fe, Ni 및 Zn의 편석

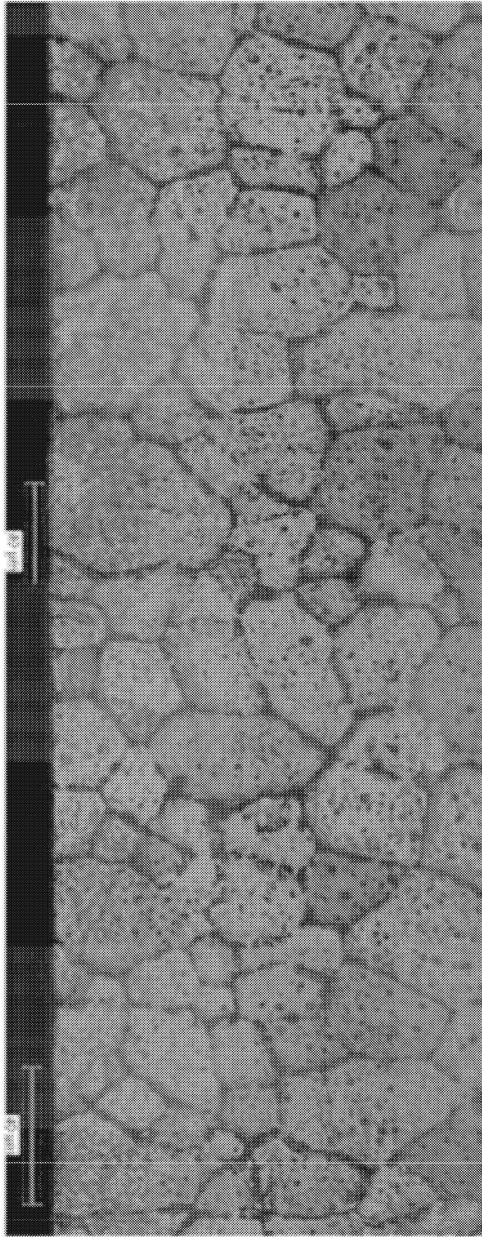


도면13





도면15





도면16



도면17

