



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월13일

(11) 등록번호 10-1511632

(24) 등록일자 2015년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22D 11/06 (2006.01) B22D 11/124 (2006.01)

B22D 21/04 (2006.01) C22C 21/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0106431

(22) 출원일자 2013년09월05일

심사청구일자 2013년09월05일

(65) 공개번호 10-2015-0027961

(43) 공개일자 2015년03월13일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005254329 A\*

JP07314098 A\*

KR100861563 B1\*

JP2010179363 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

김형욱

경남 창원시 성산구 대암로 253, 104동 402호 (성주동, 일신대동프리빌리지아파트)

이윤수

경남 창원시 성산구 상남로 35, 606호 (상남동, 새롭아이포빌)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이정엽

(54) 발명의 명칭 **쌍롤 구조법을 이용한 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재**

**(57) 요약**

본 발명은 쌍롤 구조법을 이용한 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재에 관한 것으로, 상세하게는 아연 0.5 내지 10 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및 상기 단계 1에서 제조

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도3



된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재를 제공한다.

본 발명은 열전도도가 높은 냉각롤을 사용하고 롤의 회전속도로 압하력을 제어함으로써 고액공존영역이 넓어 쌍롤 주조가 어려운 것으로 알려진 알루미늄-아연계 합금 판재를 쌍롤 주조를 통해 제조할 수 있다. 또한, 제조된 판재의 물성 저하를 야기하는 크랙, 주조무늬 등의 결함이 나타나지 않는 효과가 있다. 나아가, 상기 제조방법에 따라 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조하는 경우 단순한 제조공정으로 인하여 종래보다 더욱 저렴한 비용으로 알루미늄-아연계 합금 판재를 공급할 수 있다.

(72) 발명자

**임차용**

경남 창원시 성산구 원이대로 774, 513동 1102호  
(상남동, 성원아파트)

**조재형**

경남 창원시 성산구 창이대로 737, 110동 2105호  
(사파동, 사파동성아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	PNK3250
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	주요사업
연구과제명	경량금속소재의 중간재 제조기술개발(2/3)
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2013.01.01 ~ 2013.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

아연 3 내지 10 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및

상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하고,

상기 냉각롤의 압하력은 10 내지 100kg/mm이며, 냉각롤의 회전속도는 2 내지 10 m/min 인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

#### 청구항 2

아연 3 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및

상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하고,

상기 냉각롤의 압하력은 10 내지 100kg/mm이며, 냉각롤의 회전속도는 2 내지 10 m/min 인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

#### 청구항 3

아연 3 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 구리 0.05 내지 3중량 %, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및

상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하고,

상기 냉각롤의 압하력은 10 내지 100kg/mm이며, 냉각롤의 회전속도는 2 내지 10 m/min 인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 냉각롤은 구리합금 롤 또는 구리 롤인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 구리합금은 Cu-Cr 또는 Cu-Be인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

#### 청구항 6

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 1의 용탕은 타이타늄 0.005 내지 0.2 중량 %를 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

**청구항 7**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 1의 용탕은 지르코늄 0.01 내지 0.3 중량 %를 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

**청구항 8**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 1의 용탕은 크롬 0.01 내지 0.3 중량 %를 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

**청구항 9**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 2의 상기 냉각롤의 간격은 2 내지 10 mm 인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 단계 2의 상기 냉각롤은 수냉각 롤을 포함하는 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법.

**청구항 13**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항의 제조방법에 따라 제조되며, 결정립의 크기가 5 내지 40  $\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 쌍롤 주조법을 이용한 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법 및 이에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재에 관한 것으로, 상세하게는 쌍롤 주조법을 이용하여 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조하는 방법 및 이에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 최근 전 세계적으로 수송기기 부품의 경량화를 통하여 연비 효율성을 향상시키려는 추세에 따라 경량·고강도 소재에 대한 요구가 증가하며, 이 중 알루미늄 합금은 우수한 주조성, 가공성, 기계적 특성, 내구한도, 재활용성 등으로 인하여 그 사용량이 급격하게 증가하고 있다.
- [0003] 특히 알루미늄 합금 중 주요 합금원소로서 아연, 마그네슘을 첨가하는 7000계 알루미늄 합금은 주로 항공기 소재로 적용되었으나, 높은 기계적 특성으로 인하여 최근 자동차, 전자기기용 케이스 등으로의 적용이 확대되고 있다.
- [0004] 그러나, 7000계 알루미늄 합금은 아연 등 첨가원소의 함량이 증가함에 따라 강도는 증가한 반면, 고액공존영역의 확장으로 주조결함의 발생이 쉽고, 가공성이 감소하여 여러 단계의 가공을 거쳐야만 하기 때문에 기존 철강 소재에 비하여 최종 소재의 단가가 높다는 단점이 있다.
- [0005] 이러한 단점을 극복하기 위하여, 간결한 제조공정으로 7000계 알루미늄 합금의 제조비용을 현실화시키고자 하는 연구가 다양하게 진행되고 있으며, 그 중 하나가 용탕으로부터 직접 판재를 생산할 수 있는 박판주조법이다. 하지만 현재까지 개발된 박판주조법은 저합금계 알루미늄합금 제조기술에 국한되어 있으며, 강도가 우수한 고합금계 알루미늄합금에 대한 제조기술 확보는 전무한 실정이다.
- [0006] 한편, 알루미늄 합금 판재 제조에 관련된 종래의 기술로서, 대한민국 등록특허 제10-0933385호에서는 알루미늄 합금판 및 그의 제조방법이 개시된 바 있다. 구체적으로는, 쌍롤식 연속 주조 방법에 의해, 회전하는 한 쌍의 쌍롤 사이에 알루미늄 합금용탕을 주탕하고 주조하여, 질량%로, Mg: 8% 초과 14% 이하, Fe: 1.0% 이하 및 Si: 0.5% 이하를 포함하고, 판 두께가 1 내지 13mm인 알루미늄 합금 판상 주괴를 수득하고, 이 주괴를 냉간 압연하여 판 두께 0.5 내지 3mm의 알루미늄 합금 박판을 제조하는 방법에 있어서, 상기 쌍롤에 주탕 후에 상기 판상 주괴 중심부가 응고하기까지의 평균 냉각 속도를 50℃/s 이상으로 하여 주조하고, 또한 그 후의 공정에서 상기 판상 주괴 또는 박판을 400℃ 이상의 온도로 가열하는데 있어서는, 상기 판상 주괴 또는 박판의 중심부의 온도가 200℃로부터 400℃까지의 범위일 때의 평균 승온 속도를 5℃/s 이상으로 하고, 200℃를 초과하는 온도로부터 판상 주괴 또는 박판을 냉각하는데 있어서는, 200℃의 온도까지의 평균 냉각 속도를 5℃/s 이상으로 하여 냉각하는 것을 특징으로 하는, 알루미늄 합금판의 제조방법이 개시된 바 있다.
- [0007] 그러나, 상기 알루미늄 합금은 Al-Mg계 합금, 즉 5000계 알루미늄 합금으로서, 상기 선행특허에서는 알루미늄 합금 중 가장 높은 강도를 갖는 7000계 합금에 대한 기재는 전혀 개시된 바가 없다.
- [0008] 또한, 대한민국 등록특허 제10-1251235호에서는 알루미늄 합금 후판 및 그 제조 방법이 개시된 바 있으며, 구체적으로는, Zn : 3.0 내지 9.0 질량%, Mg : 0.4 내지 4.0 질량%를 함유하고, 또한 Si : 0.7 질량% 이하, Fe : 0.8 질량% 이하, Cu : 3.0 질량% 이하, Mn : 0.8 질량% 이하, Cr : 0.5 질량% 이하, Ti : 0.1 질량% 이하, Zr : 0.25 질량% 이하 중 1종 이상을 함유하고, 잔부가 Al 및 불가피적 불순물로 이루어지는 알루미늄 합금을 용해하여 알루미늄 합금 용탕으로 하는 용해 공정과, 상기 알루미늄 합금 용탕으로부터 수소가스를 제거하는 탈수소 공정과, 상기 수소 가스가 제거된 알루미늄 합금 용탕으로부터 개재물을 제거하는 여과공정과, 상기 개재물이 제거된 알루미늄 합금 용탕을 주조하여 주괴를 제조하는 주조 공정과, 상기 주괴를 소정 두께로 열간 압연하여 열간 압연판을 제조하는 열간 압연 공정과, 상기 열간 압연판을 절단하여 소정의 압연 방향 길이 및 폭으로 하는 절단 공정과, 상기 절단된 열간 압연판의 표면을 평활화하는 평활화 처리 공정을 실행하며, 상기 평활화 처리 공정에 있어서, 상기 열간 압연판의 표면의 제거 두께가 편면 당 2mm 내지 5mm인 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 후판의 제조 방법이 개시된 바 있다.
- [0009] 상기 선행 특허에 의해 제조되는 알루미늄 합금 후판은 알루미늄-아연계 알루미늄 합금이지만, 본 발명과 같은 쌍롤 박판주조법이 아니라 먼저 주괴를 제조한 후, 이를 압연하는 공정을 거치므로 경제적이지 못한 단점이 있다.

[0010] 이에, 본 발명의 발명자들은 쌍롤 주조법으로 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조하는 방법에 대한 연구를 수행하던 중, 열전도성이 우수한 냉각롤을 사용하고, 롤 속도를 통해 압하력을 제어함으로써 결함이 없는 알루미늄-아연계 알루미늄 합금 판재를 제조하는 방법을 개발하고 본 발명을 완성하였다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명의 목적은  
[0012] 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은  
[0014] 상기 방법에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재를 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0015] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,  
[0016] 아연 0.5 내지 10 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및  
[0017] 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법을 제공한다.

[0018] 또한, 본 발명은,  
[0019] 아연 0.5 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및  
[0020] 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법을 제공한다.

[0021] 나아가, 본 발명은,  
[0022] 아연 0.5 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 구리 0.05 내지 3중량 %, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및  
[0023] 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법을 제공한다.

[0024] 더욱 나아가, 본 발명은,  
[0025] 상기 제조방법에 따라 제조되는 알루미늄-아연계 합금 판재를 제공한다.

**발명의 효과**

[0026] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금 판재 제조방법은 열전도도가 높은 냉각롤을 사용하고 롤의 회전속도로 압하력을 제어함으로써 고액공존영역이 넓어 쌍롤 주조가 어려운 것으로 알려진 알루미늄-아연계 합금 판재를 쌍롤 주조를 통해 제조할 수 있다. 또한, 제조된 판재의 물성 저하를 야기하는 크랙, 주조무늬 등의 결함이 나타

나지 않는 효과가 있다.

[0027] 나아가, 상기 제조방법에 따라 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조하는 경우 단순한 제조공정으로 인하여 종래보다 더욱 저렴한 비용으로 알루미늄-아연계 합금 판재를 공급할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0028] 도 1은 실시예 1 내지 실시예 3에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재를 나타낸 사진이고;  
 도 2는 실시예 1 내지 실시예 3에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 조성을 나타낸 그래프이고;  
 도 3은 실시예 4에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재를 나타낸 사진이고;  
 도 4는 실시예 4에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 미세조직을 나타낸 사진이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0029] 본 발명은  
 [0030] 아연 0.5 내지 10 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및  
 [0031] 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법을 제공한다.

[0032] 이하, 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법을 각 단계별로 상세히 설명한다.

[0033] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법에 있어서, 상기 단계 1은 아연 0.5 내지 10 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계이다.

[0034] 상기 단계 1에서 제조하는 용탕은 알루미늄-아연계 합금 조성의 용탕으로서, 상기 알루미늄-아연계 합금은 강도가 높으면서도 가벼워 항공기 소재뿐만 아니라 자동차, 전자기기용 케이스 등으로 널리 쓰일 수 있는 장점이 있다.

[0035] 이때, 상기 단계 1의 용탕 제조시에는 아연의 함량이 0.5 내지 10 중량 % 인 것이 바람직하며, 판재의 주조성 및 편석 발생을 고려하였을 때, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 6 중량 %의 함량일 수 있다.

[0036] 상기 단계 1의 용탕에서 아연이 0.5 내지 6 중량%로 포함되는 경우에는 주조성이 더 좋으며, 편석이 더 발생하지 않는 장점이 있다.

[0037] 만약, 알루미늄-아연계 합금 용탕이 아연을 0.5 중량 % 미만으로 포함하는 경우에는 강도 향상의 효과가 없으며, 알루미늄-아연계 합금 용탕이 아연을 10 중량 %를 초과하여 포함하는 경우에는 용탕의 유동도가 감소하여 주조성이 불량하고 쌍롤주조가 어려우며, 제조되는 합금 판재의 중심부에 편석이 생겨 기계적 특성을 저하시키는 문제점이 있다.

[0038] 한편, 상기 단계 1의 용탕은 타이타늄, 지르코늄 및 크롬 중 1종 이상의 금속을 결정립 미세화 원소로써 포함할 수 있다.

[0039] 상기 용탕은 0.005 내지 0.2 중량 %의 타이타늄을 포함할 수 있다.

[0040] 또한, 상기 타이타늄은 타이타늄을 포함하는 미세화제로 첨가될 수 있으며, 상기 타이타늄을 포함하는 미세화제로써는 타이타늄이 포함된 알루미늄 모합금, 예를 들어 Al-5Ti-1B 등을 사용할 수 있으나, 상기 미세화제가 이

에 제한되는 것은 아니다.

- [0041] 만약, 상기 타이타늄이 0.005 중량% 미만으로 알루미늄-아연계 합금 용탕에 첨가되는 경우에는 결정립 미세화의 효과가 없고, 상기 타이타늄이 0.2 중량%를 초과하여 용탕에 포함되는 경우에는 조대한 금속간 화합물을 형성하여 연성이 저하되는 문제점이 있다.
- [0042] 상기 용탕은 0.01 내지 0.3 중량 %의 지르코늄을 포함할 수 있다.
- [0043] 상기 지르코늄은 재결정을 억제하여 결정립을 미세화할 수 있는 효과가 있다.
- [0044] 또한, 상기 지르코늄은 지르코늄을 포함하는 미세화제로 첨가될 수 있으며, 상기 지르코늄을 포함하는 미세화제로써는 지르코늄이 포함된 알루미늄 모합금을 사용할 수 있으나, 상기 미세화제가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 만약, 상기 지르코늄이 0.01 중량% 미만으로 알루미늄-아연계 합금 용탕에 첨가되는 경우에는 결정립 미세화의 효과가 없고, 상기 지르코늄이 0.3 중량%를 초과하여 용탕에 포함되는 경우에는 조대한 금속간 화합물을 형성하여 연성이 저하되는 문제점이 있다.
- [0046] 상기 용탕은 0.01 내지 0.3 중량%의 크롬을 포함할 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 크롬은 크롬을 포함하는 미세화제로 첨가될 수 있으며, 상기 크롬을 포함하는 미세화제로써는 크롬이 포함된 알루미늄 모합금을 사용할 수 있으나, 상기 미세화제가 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0048] 상기 크롬은 재결정을 억제하여 결정립을 미세화할 수 있는 효과가 있다.
- [0049] 만약, 상기 크롬이 0.01 중량% 미만으로 알루미늄-아연계 합금 용탕에 첨가되는 경우에는 결정립 미세화의 효과가 없고, 상기 크롬이 0.3 중량%를 초과하여 용탕에 포함되는 경우에는 조대한 금속간 화합물을 형성하여 연성이 저하되는 문제점이 있다.
- [0050] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 구조하는 단계이다.
- [0051] 종래 알루미늄-아연 합금은 우수한 강도를 나타냄과 동시에 가벼운 장점이 있어, 항공기 소재 등으로 널리 사용되어 왔으나, 그 제조공정이 복잡하여 가격이 비싼 문제가 있었다. 또한, 알루미늄-아연계 합금은 고액공존영역이 넓어 쌍롤 구조법으로는 생산이 불가능한 것으로 알려져 있다.
- [0052] 본 발명의 제조방법은 상기한 바와 같이 쌍롤 구조법으로 적용될 수 없는 것으로 알려진 알루미늄-아연계 합금을 쌍롤 구조하는 것으로써, 이를 위해 상기 단계 2에서는 열전도성이 우수한 냉각롤을 사용하여 쌍롤 구조를 수행한다.
- [0053] 상기한 바와 같이, 알루미늄-아연계 합금은 고액 공존구간이 상당히 넓기 때문에, 롤을 통과하는 짧은 시간 동안 용탕을 응고시키기 위해서는 용탕의 냉각속도가 상당히 빨라야 한다. 이에, 냉각속도가 빠른 냉각롤을 알루미늄-아연계 알루미늄 합금의 구조에 사용한다.
- [0054] 상기 냉각롤은 구리합금 롤 또는 구리 롤을 사용할 수 있고, 상기 구리합금은 Cu-Cr 또는 Cu-Be일 수 있으나, 상기 냉각롤이 이에 제한되는 것은 아니며, 용탕을 빠른 시간내에 응고시키는 열전도도가 높은 냉각롤을 적절히 선택하여 사용할 수 있다.
- [0055] 일례로, 알루미늄-아연계 알루미늄 합금의 구조에 있어서 상기 구리합금(Cu-Cr) 롤을 사용하는 경우, 높은 열전도도로 인해 빠른 시간 내에 용탕을 응고시켜 관재의 제조가 가능하다.

- [0056] 이때, 상기 냉각롤은 수냉각 홀을 포함할 수 있다.
- [0057] 상기 냉각롤에 냉각 홀이 구비되는 경우에는 용탕의 냉각을 더욱 촉진시키기 때문에, 고액 공존구간이 넓어 빠른 냉각속도가 요구되는 알루미늄-아연계 합금 판재 제조시, 알루미늄-아연계 용탕을 더욱 빠르게 냉각할 수 있다.
- [0058] 한편, 상기 단계 2의 상기 냉각롤의 간격은 2 내지 10 mm 일 수 있다.
- [0059] 만약, 한 쌍의 냉각롤의 간격이 2mm 미만일 경우에는 제조되는 판재의 두께가 얇아 후속 가공 열처리 공정을 수행하기 어려운 문제점이 있고, 한 쌍의 냉각롤의 간격이 10mm를 초과하는 경우에는 판재의 두께가 두꺼워 후속 가공 열처리 공정을 많이 수행해야 하기 때문에 공정 생략형 쌍롤 주조법의 장점이 사라지는 문제점이 있다.
- [0060] 상기 단계 2의 상기 냉각롤의 회전속도는 2 내지 10 m/min 인 것이 바람직하다.
- [0061] 만약, 상기 냉각롤의 회전속도가 2 m/min 미만인 경우에는 너무 낮은 롤 속도로 인하여 용탕이 응고되고 난 뒤에 롤을 빠져나가게 되기 때문에 압하력이 높아지고, 이에 따라 제조된 판재에 많은 크랙이 발생하는 문제점이 있다. 또한, 상기 냉각롤의 회전속도가 10 m/min 를 초과하는 경우에는 용탕이 흘러내리는 문제점이 있어 판재가 제조되지 못하는 문제점이 있다.
- [0062] 한편, 상기 단계 2의 쌍롤 주조를 수행함에 있어서, 냉각롤로부터 용탕에 가해지는 압하력은 10 내지 100 kg/mm 일 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 구리합금 롤이 사용되는 경우, 직경 300mm 의 구리합금(Cu-Cr) 롤이 사용되는 조건하에서, 압하력이 10 kg/mm 미만인 경우에는 판재의 주조가 이루어지지 않거나 주조무늬 등의 결함이 형성되는 문제점이 있고, 상기 냉각롤의 압하력이 100kg/mm를 초과하는 경우에는 판재에 크랙을 형성하여 기계적 특성을 저하시키는 문제점이 있다.
- [0064] 그러나, 상기 압하력의 범위는 직경 300mm 의 구리합금(Cu-Cr) 롤이 사용된 경우를 일례로 하여 설명한 것으로서, 이는 쌍롤 주조가 수행되는 조건 (예를 들어, 롤의 직경, 재질, 7000계열의 합금 조성 등)에 따라 적절히 변경될 수 있다.
- [0065] 또한, 본 발명은,
- [0066] 아연 0.5 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및
- [0067] 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 판재의 제조방법을 제공한다.
- [0068] 이하, 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법을 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0069] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법에 있어서, 상기 단계 1은 아연 0.5 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계이다.
- [0070] 이때, 상기 단계 1의 용탕 제조시에는 아연의 함량이 0.5 내지 10 중량 % 인 것이 바람직하며, 판재의 주조성 및 편석 발생을 고려하였을 때, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 6 중량 %의 함량일 수 있다.

- [0071] 상기 단계 1에서 마그네슘은 0.5 내지 5 중량%로 용탕에 포함될 수 있다.
- [0072] 알루미늄-아연계 합금에 마그네슘이 첨가되는 경우에는 강도 및 성형성이 향상되는 효과가 있다.
- [0073] 만약, 알루미늄-아연계 합금 용탕이 마그네슘을 0.5 중량 % 미만으로 포함하는 경우에는 강도 및 성형성 향상의 정도가 미미한 문제점이 있고, 알루미늄-아연계 합금이 마그네슘을 5 중량 %를 초과하여 포함하는 경우에는 쌍롤 주조시 열간 균열을 형성하여 건전한 관재의 제조가 어려운 문제점이 있다.
- [0074] 한편, 상기 단계 1의 용탕은 타이타늄, 지르코늄 및 크롬 중 1종 이상의 금속을 결정립 미세화 원소로써 포함할 수 있으며, 상기 결정립 미세화 원소가 포함된 알루미늄 모합금을 미세화제로 용탕에 첨가할 수 있다.
- [0075] 일례로서, 상기 용탕은 0.005 내지 0.2 중량 %의 타이타늄을 포함할 수 있고, 상기 용탕은 0.01 내지 0.3 중량 %의 지르코늄을 포함할 수 있으며, 상기 용탕은 0.01 내지 0.3 중량 %의 크롬을 포함할 수 있다.
- [0076] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계이다.
- [0077] 상기 단계 2에서는 열전도도가 높은 냉각롤을 사용하여 쌍롤 주조를 수행하며, 상기 냉각롤은 구리합금 롤 또는 구리 롤 중 하나를 사용할 수 있고, 상기 구리합금은 Cu-Cr 또는 Cu-Be일 수 있으나, 상기 냉각롤이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 구리합금 롤은 더욱 냉각속도를 빠르게 촉진시킬 수 있는 수냉각 홀을 포함할 수 있다.
- [0078] 한편, 상기 단계 2의 상기 냉각롤의 간격은 2 내지 10 mm 일 수 있고, 롤의 회전속도는 2 내지 10 m/min 인 것이 바람직하며, 롤의 압하력은 10 내지 100 kg/mm 일 수 있으나, 상기 압하력의 범위는 직경 300mm 의 구리합금 (Cu-Cr) 롤이 사용된 경우를 일례로 하여 설명한 것으로서, 이는 쌍롤 주조가 수행되는 조건 (예를 들어, 롤의 직경, 재질, 7000계열의 합금 조성 등)에 따라 적절히 변경될 수 있다.
- [0079] 나아가, 본 발명은,
- [0080] 아연 0.5 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 구리 0.05 내지 3중량 %, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계(단계 1); 및
- [0081] 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계;(단계 2)를 포함하는 알루미늄-아연계 합금 관재의 제조방법을 제공한다.
- [0082] 이하, 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법을 각 단계별로 상세히 설명한다.
- [0083] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법에 있어서, 상기 단계 1은 아연 0.5 내지 10 중량%, 마그네슘 0.5 내지 5 중량%, 구리 0.05 내지 3중량 %, 기타 불가피한 불순물 및 나머지 알루미늄으로 이루어지는 알루미늄 합금에 해당하는 원소를 용해하여 용탕을 제조하는 단계이다.
- [0084] 이때, 상기 단계 1의 용탕 제조시에는 아연의 함량이 0.5 내지 10 중량 % 인 것이 바람직하며, 관재의 주조성 및 편석 발생을 고려하였을 때, 더욱 바람직하게는 0.5 내지 6 중량 %의 함량일 수 있다. 또한, 상기 단계 1에서 마그네슘은 0.5 내지 5 중량%로 용탕에 포함될 수 있다.
- [0085] 상기 단계 1에서 구리는 0.05 내지 3 중량%로 용탕에 포함될 수 있다.

- [0086] 구리는 Al-Zn-Mg계 합금과 Al-Zn-Cu-Mg계 합금을 구별하게 하는 원소로써, 알루미늄-아연계 합금이 구리를 포함하는 경우에는 고강도의 알루미늄 합금의 구현이 가능하며, 구리를 포함하지 않는 경우라도 용접성, 압출 가공성, 부식성을 높인 중강도 계열의 알루미늄 합금의 구현이 가능하다.
- [0087] 만약, 알루미늄-아연계 합금 용탕이 구리를 0.05 중량 % 미만으로 포함하는 경우에는 강도 및 연성 향상의 효과가 저조한 문제점이 있고, 알루미늄-아연계 합금 용탕이 구리를 3 중량 % 을 초과하여 포함하는 경우에는 쌍롤 주조시 편석에 의한 균열을 형성하여 건전한 판재의 제조가 어려운 문제점이 있다.
- [0088] 한편, 상기 단계 1의 용탕은 타이타늄, 지르코늄 및 크롬 중 1종 이상의 금속을 결정립 미세화 원소로써 포함할 수 있으며, 상기 결정립 미세화 원소가 포함된 알루미늄 모합금을 미세화제로 용탕에 첨가할 수 있다.
- [0089] 일례로서, 상기 용탕은 0.005 내지 0.2 중량 %의 타이타늄을 포함할 수 있고, 상기 용탕은 0.01 내지 0.3 중량 %의 지르코늄을 포함할 수 있으며, 상기 용탕은 0.01 내지 0.3 중량 %의 크롬을 포함할 수 있다.
- [0090] 본 발명에 따른 알루미늄-아연계 합금의 제조방법에 있어서, 상기 단계 2는 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 회전하는 한 쌍의 냉각롤 사이에 주입하여 쌍롤 주조하는 단계이다.
- [0091] 상기 단계 2에서는 열전도도가 높은 냉각롤을 사용하여 쌍롤 주조를 수행하며, 상기 냉각롤은 구리합금 롤 또는 구리 롤 중 하나를 사용할 수 있고, 상기 구리합금은 Cu-Cr 또는 Cu-Be 일 수 있으나, 상기 냉각롤이 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 구리합금 롤은 더욱 냉각속도를 빠르게 촉진시킬 수 있는 수냉각 홀을 포함할 수 있다.
- [0092] 한편, 상기 단계 2의 상기 냉각롤의 간격은 2 내지 10 mm 일 수 있고, 롤의 회전속도는 2 내지 10 m/min 인 것이 바람직하며, 롤의 압하력은 10 내지 100 kg/mm 일 수 있으나, 상기 압하력의 범위는 직경 300mm 의 구리합금 (Cu-Cr) 롤이 사용된 경우를 일례로 하여 설명한 것으로서, 이는 쌍롤 주조가 수행되는 조건 (예를 들어, 롤의 직경, 재질, 7000계열의 합금 조성 등)에 따라 적절히 변경될 수 있다.
- [0093] 더욱 나아가, 본 발명은,
- [0094] 상기 제조방법으로 제조되며, 결정립의 크기가 5 내지 40  $\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 알루미늄-아연계 합금 판재를 제공한다.
- [0095] 알루미늄-아연계 합금은 강도가 높으면서도 가벼운 장점에도 불구하고, 고액공존영역이 넓기 때문에 상대적으로 저렴하고 적은 시간이 소모되는 판재 주조 방법인 쌍롤 주조법으로 생산하는 것이 불가능하였으나, 본 발명에서는 알루미늄-아연계 합금 용탕을 쌍롤 주조로 제조하는 데 있어서, 구리합금(Cu-Cr)롤을 사용하고, 롤 회전속도로 압하력을 제어함으로써 결함이 없는 알루미늄-아연계 알루미늄 합금의 쌍롤 주조에 성공하였다.
- [0096] 상기 제조방법으로 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재는 결정립의 크기가 5 내지 40  $\mu\text{m}$ 로 미세하여 판재의 주조 결함이 감소하며 기계적 성질이 향상된다.
- [0097] 또한, 상기 판재는 저렴하고 단순한 공정으로 제조 가능하므로, 항공기 소재, 자동차 및 전자기기용 케이스 등의 용도로서 종래보다 더욱 저렴한 가격에 판재를 공급할 수 있는 장점이 있다.
- [0098] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 더욱 구체적으로 설명한다. 단, 하기 실시예들은 본 발명의 설명을 위한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

- [0099] <실시예 1>
- [0100] 단계 1: 알루미늄 용탕에 Al-15중량%Zn 모합금을 첨가하여, Zn 1중량 %를 포함하는 알루미늄 합금(Al-1Zn) 용탕을 740도의 온도로 용해하고, 입자 미세화제인 Al-5Ti-1B를 알루미늄 대비 0.4중량 %(Ti 0.02중량 %)로 첨가하여 완전히 용해하였다. 상기 용탕에 10분간 아르곤(Ar)가스를 주입하고 교반하여 탈가스처리하였다.
- [0101] 단계 2: 상기 단계 1에서 제조된 용탕을 직경 300mm인 Cu-Cr 재질의 상/하부 롤을 이용하여 쌍롤 주조하여, 약 4 mm 두께의 알루미늄-아연 판재를 제조하였다.
- [0102] 이때, 상기 쌍롤 주조를 수행한 조건은 하기와 같다.
- [0103] 롤 중심부로부터 세라믹 노즐 팁까지의 거리가 35mm이고, Cu-Cr 재질의 상/하부롤은 수분 제거를 위해 100도로 예열하였다. 턴디쉬 내부의 세라믹 노즐은 용탕의 온도저하를 방지하기 위해 설치되었다.
- [0104] 롤의 수냉각홀에는 80L/min의 속도로 냉각수가 흐르고, 40 내지 55kg/mm 수준의 압하력 유지를 위하여, 롤 속도를 5.652m/min 내지 6.123m/min 로 유지해준다.
- [0105] 680도로 준비된 용탕을 예열된 폭 150mm의 세라믹 보드로 이루어진 턴디쉬에 주입하였다.
- [0106] <실시예 2>
- [0107] 상기 실시예 1의 단계 1에서 알루미늄 합금 용탕이 아연 3중량 % 포함하는 것을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄-아연계 합금판재를 제조하였다.
- [0108] <실시예 3>
- [0109] 상기 실시예 1의 단계 1에서 알루미늄 합금 용탕이 아연 5중량 % 포함하는 것을 사용하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄-아연계 합금판재를 제조하였다.
- [0110] <실시예 4>
- [0111] 상기 실시예 1의 단계 1에서 7075 합금 잉곳을 740도의 온도로 용해하는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄-아연계 합금판재를 제조하였다.
- [0112] <비교예 1>
- [0113] 상기 실시예 4의 단계 2에서 1 내지 5 kg/mm 수준의 압하력 유지를 위하여 롤 속도를 10.5 m/min 내지 11 m/min 로 유지한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조하였다.
- [0114] <비교예 2>
- [0115] 상기 실시예 4의 단계 2에서 120 내지 140 kg/mm 수준의 압하력 유지를 위하여 롤 속도를 1 m/min 내지 1.5 m/min 로 유지한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조하였다.
- [0116] <비교예 3>
- [0117] 상기 실시예 4의 단계 2에서 강철(steel) 롤을 사용한 것을 제외하고는 상기 실시예 4와 동일하게 수행하여 알

루미늄-아연계 합금 판재를 제조하였다.

- [0118] <실험예 1>
- [0119] 상기 실시예 1 내지 실시예 4에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 외관을 관찰한 사진을 도 1 및 도 3에 나타내었다.
- [0120] 도 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 1 내지 실시예 3에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재도 결함 없는 건전한 판재의 제조가 가능하며, 판재의 모서리 또한 굴곡 없이 고르게 나타나는 것을 알 수 있다.
- [0121] 또한, 도 3에 나타낸 바와 같이, 실시예 4에 의해 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 경우 상하부의 결함이 거의 없는 건전한 판재의 제조가 가능한 것으로 나타났다.
- [0122] 이를 통해, 기존 저합금계에만 적용되었던 쌍롤 주조 공정이 알루미늄-아연계 합금에도 적용하여 판재의 생산이 가능하며, 이로써 보다 경제적으로 알루미늄-아연계 합금 판재를 제조할 수 있음을 알 수 있다.
- [0123] <실험예 2>
- [0124] 상기 실시예 4에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 미세구조를 관찰하기 위하여, 알루미늄-아연계 합금 판재의 측면(압연방향과 판면에 수직한 방향이 이루는 면)을 광학 현미경으로 관찰하고 이를 도 4에 도시하였다.
- [0125] 도 4에 도시한 바와 같이, 알루미늄-아연계 합금 판재는 표면부터 중심부까지 5 내지 40  $\mu\text{m}$  의 미세한 결정립으로 이루어지는 것으로 나타났다.
- [0126] 이를 통해, 알루미늄-아연계 합금을 쌍롤 주조를 통하여 미세한 결정립을 갖는 판재로 주조 가능함을 확인할 수 있다.
- [0127] <실험예 3>
- [0128] 상기 실시예 1 내지 실시예 3에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 두께 방향으로 아연 함량을 분석하기 위하여, SEM-EDS(X-선 분광분석)으로 관찰하고 그 결과를 도 2에 도시하였다.
- [0129] 도 2에 나타낸 바와 같이, 실시예 1의 경우에는 약 0.8 내지 1.4 중량 %, 실시예 2의 경우에는 약 2.3 내지 5.6 중량 %, 실시예 3의 경우에는 약 4.8 내지 6.2 중량 %로 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 두께에 따른 아연 함량이 고르게 나타났다.
- [0130] 이를 통해, 알루미늄-아연계 합금 판재를 쌍롤 주조를 통해 제조한 경우, 표면부터 중심부까지 비교적 균질한 조성분포를 가지며 편석이 없는 건전한 판재의 제조가 가능함을 확인할 수 있다.
- [0131] <실험예 4>
- [0132] 상기 실시예 4 및 비교예 3에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 상태를 표 1에 도시하였다.

**표 1**

	물의 재질	판재 외관
[0133] 실시예 4	구리합금(Cu-Cr) 물	건전한 판재의 제조가 가능
비교예 3	강철(steel) 물	용탕이 응고되지 않고 흘러내려 판재 제조가 불가능

- [0134] 표 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 4과 같이 구리합금 물을 사용하는 경우에는 건전한 판재의 제조가 가능하였지만, 비교예 3과 같이 강철 물을 사용하는 경우에는 용탕이 응고되지 않고 흘러내려 판재의 제조가 불가능함을 확인할 수 있다.
- [0135] 이를 통해, 알루미늄-아연계 합금은 고액공존구간이 넓기 때문에 빠르게 용탕을 냉각해줄 수 있는 실시예 4와

같은 구리합금 롤을 사용해야 건전한 판재의 제조가 가능함을 알 수 있고, 비교예 3과 같이 구리합금보다 열전도도가 낮은 강철 롤을 사용하는 경우에는, 알루미늄-아연계 합금 용탕이 응고되지 못하고 흘러내려 판재의 제조가 불가능하며, 이와 같은 강철 롤을 사용하여 판재를 제조하기 위해서는 느린 응고속도에 따라 천천히 주조해야하기 때문에 공정시간이 매우 오래 걸린다는 것을 알 수 있다.

[0136] <실험예 5>

[0137] 상기 실시예 4 및 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 알루미늄-아연계 합금 판재의 상태를 표 2에 도시하였다.

표 2

[0138]

	롤 속도	압하력	판재 외관
실시예 4	5.652 내지 6.123 m/min	40 내지 55kg/mm	건전한 판재의 제조가 가능
비교예 1	10.5 내지 11 m/min	1 내지 5kg/mm	판재의 주조가 이루어지지 않음
비교예 2	1 내지 1.5 m/min	120 내지 140kg/mm	판재에 많은 크랙이 형성되어 기계적 특성이 저하

[0139]

표 2 및 도 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 4와 같이 압하력이 40 내지 55kg/mm, 롤 속도가 5.652 내지 6.123m/min 인 경우에는 건전한 판재의 제조가 가능하였으나, 비교예 1 및 비교예 2와 같이 압하력이 1 내지 5 kg/mm, 롤 속도가 10.5 내지 11 m/min 이거나 압하력이 120 내지 140 kg/mm, 롤 속도가 1 내지 1.5 m/min인 경우에는, 판재의 주조가 이루어지지 않거나 판재에 많은 크랙이 형성되어 기계적 특성이 저하되는 것으로 나타났다.

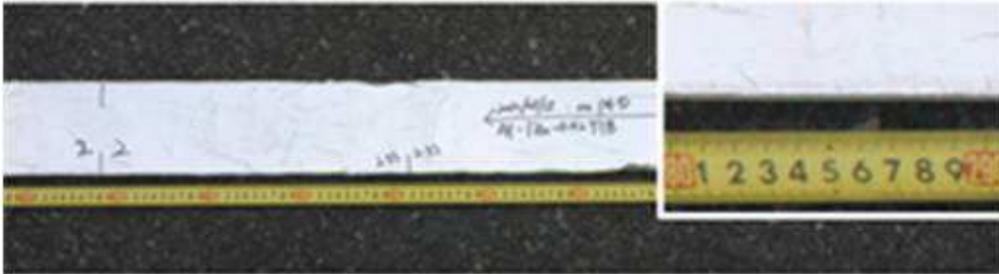
[0140]

이를 통해, 실시예 4와 같이 적절한 압하력 및 롤 속도 하에서만 건전한 판재의 제조가 가능함을 알 수 있고, 압하력이 너무 작거나 큰 경우에는 주조가 이루어지지 않거나 건전한 판재의 제조가 불가능함을 알 수 있다.

도면

도면1

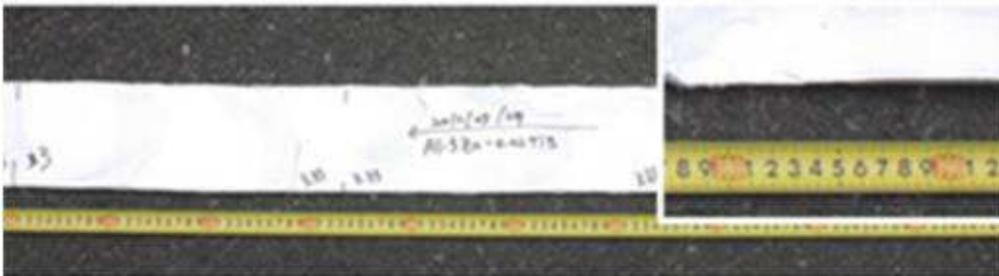
### 실시예 1



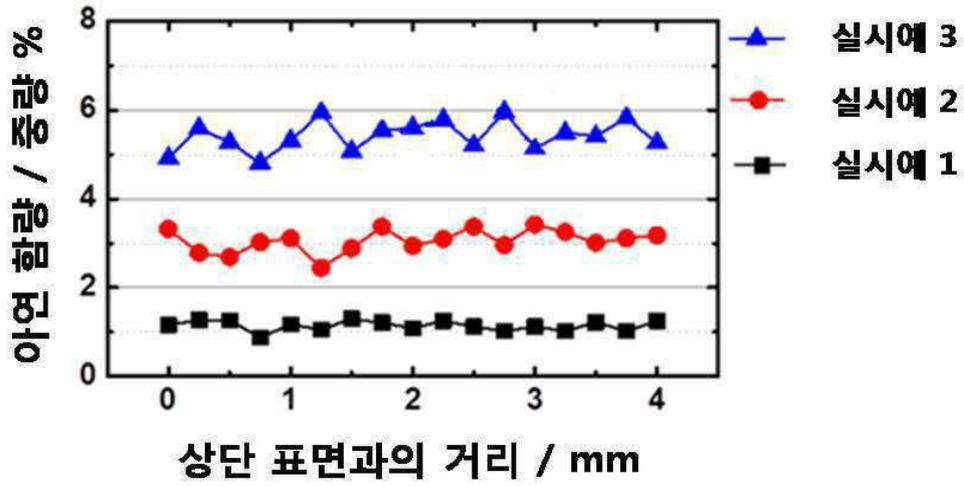
### 실시예 2



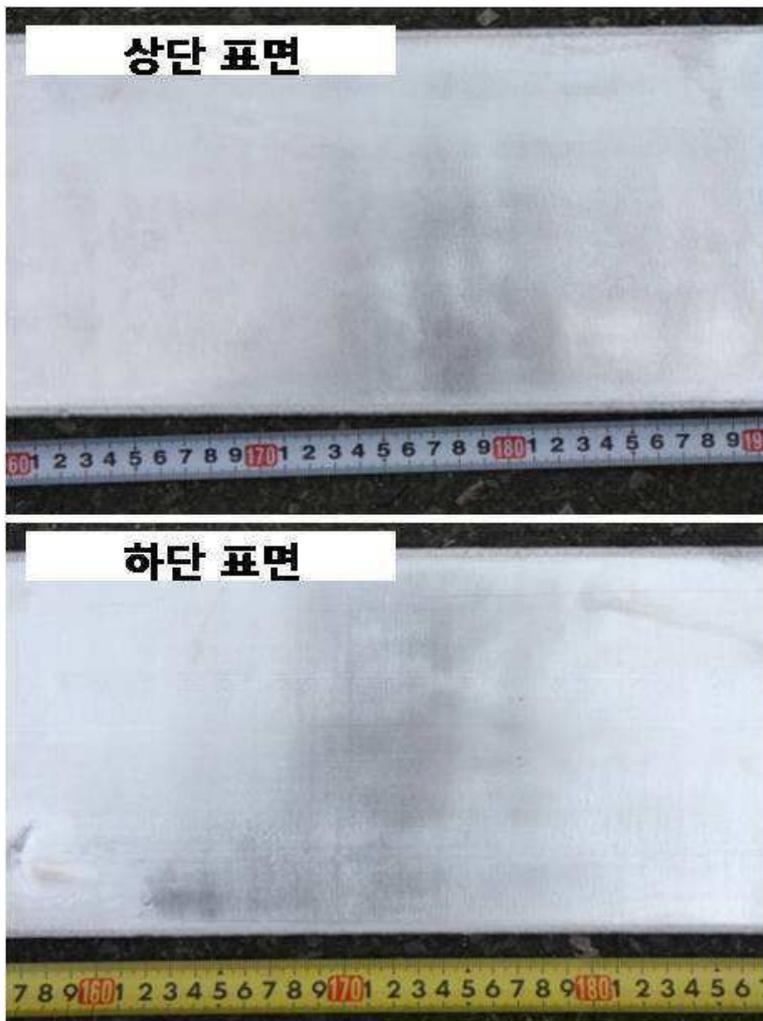
### 실시예 3



도면2



도면3



도면4

