



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0066089
(43) 공개일자 2010년06월17일

(51) Int. Cl.

B22D 21/04 (2006.01) B22D 27/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0124740

(22) 출원일자 2008년12월09일

심사청구일자 2008년12월09일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

임수근

경상남도 진주시 평거동 들말홍한아파트 110-401

김태훈

경상남도 밀양시 삼문동 113-12

심성용

경상남도 진주시 미천면 향양리 620

(74) 대리인

특허법인 씨엔에스·로고스

전체 청구항 수 : 총 4 항

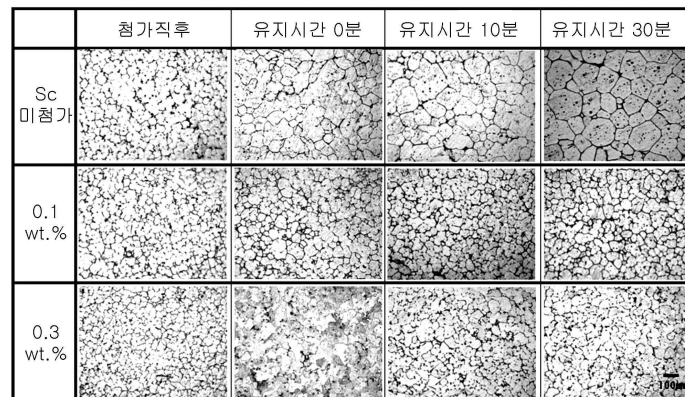
(54) 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장 억제 방법

(57) 요약

본 발명은 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장을 억제하는 방법을 제공한다. 본 발명은 용탕에 0.05~0.15%의 Sc를 첨가하는 Sc 첨가 단계 및 상기 용탕으로 부터 주조된 빌렛에 대하여 3단계 이상의 승온 처리 과정을 포함하는 승온 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이 경우, Sc는 용탕에 Al-2중량% Sc 모합금 상태로 Sc를 첨가할 수 있으며, 각 승온 과정이 종료된 후 5~10분의 유지시간을 가질 수 있다. 본 발명의 방법으로 제조된 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장률은 초기 결정립 면적을 기준으로 10% 이하이다.

본 발명에 의하면 별도의 설비나 비용을 추가하지 않고 반응용 압출 방법으로 결정립 성장률이 작은 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛을 제조할 수 있어 경제적이며, 내외부의 결정립이 미세하고 균일한 빌렛을 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장을 억제하는 방법에 있어서, 상기 방법은 용탕에 Sc를 0.05~0.15% 첨가하는 Sc 첨가 단계; 및 상기 용탕으로 부터 주조된 빌렛에 대하여 3단계 이상의 승온 처리를 하는 승온 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장 억제 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 Sc 첨가 단계는 용탕에 Al-2중량% Sc 모합금 상태로 Sc를 첨가하는 것임을 특징으로 하는 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장 억제 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 승온 단계는 상기 빌렛에 대한 각 승온 처리 과정이 종료된 후 5~10분의 온도 유지 시간을 갖는 것을 특징으로 하는 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장 억제 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장률은 초기 결정립 면적을 기준으로 10% 이하임을 특징으로 하는 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장 억제 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 Al-Zn-Mg계 합금의 반응용 압출시 결정립 성장을 억제하는 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Al-Zn-Mg계 합금을 반응용 압출 방법에 의해 빌렛으로 제조할 때, 적정량의 스칸듐(Scandium)을 첨가하고 가열 방법을 제어함으로써 가열 시간에 따른 결정립 성장을 억제할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 알루미늄 합금, 특히 Al-Zn-Mg를 주원소로 하는 고강도 알루미늄 합금은 우수한 고강도 특성으로 항공기, 철도, 차량 등 수송 기기의 구조재로서 널리 사용되고 있다. 하지만, 기본적으로 높은 강도를 가지는 특성으로 인하여 압출성이 현저히 낮아 이를 개량하기 위한 노력이 다방면에서 진행 중이다.

[0003]

[0004] 종래에 이러한 문제를 해결하기 위하여 반응고 압출 방법(Rheo-extrusion process), 반응용 압출 방법(Thixo-extrusion process) 방법 등이 제안된 바 있다. 이들 압출 방법은 압출 빌렛을 고/액 공존 영역 온도까지 가열하여 압출을 행하는 것으로, 일반 압출에 비하여 현저히 낮은 압력과 빠른 속도로 압출을 실시할 수 있다는 장점이 있다.

[0005] 상기 반응고 압출 방법은 용융 금속에서 바로 압출재를 생산할 수 있고, 낮은 압력에서 압출을 수행할 수 있다

는 장점이 있으나, 용탕을 직접 압출기에 장착하여야 하기 때문에 기존 압출기에서는 적용이 불가능하여 새로운 압출 설비의 증설이 요구되며, 또한 제조 특성상 액상과 고상의 분리로 인하여 압출 초기 액상의 유출이 발생할 수 있는데 이 때에 주 강화원소가 유출될 수 있어 압출재의 강도가 현저히 저하될 수 있는 문제가 있다.

[0006] 반면 반응용 압출 방법의 경우에는 제조된 압출 빌렛을 다시 고/액 공존 영역으로 재가열하는 하는 공정을 수반하는데, 이는 별도의 공정이 추가되는 것이어서 다소 비효율적일 수 있다. 그러나 높은 고상율에서 압출이 수행되므로 기존 압출 장비를 그대로 사용할 수 있고, 재가열시 공정상이 액상 변화를 통하여 고상 사이에서 Musyzone 상태로 존재하므로, 고상과 액상의 완전한 분리가 일어나지 않고 낮은 압출 압력에서도 압출성이 향상되어 높은 압출 생산성을 확보할 수 있다는 장점이 있다.

[0007] 그런데 상기 반응용 압출 방법에서 필요한 재가열 공정에서는 보통 일반가열로를 이용하여 장시간에 걸쳐 균일 가열을 하는데, 재가열시 빌렛의 결정립은 지속적으로 성장할 수 밖에 없어 조대한 조직이 형성되고 이는 빌렛의 물성에 악영향을 끼칠 수 있다. 이를 해결하기 위하여 고주파유도 가열을 이용하여 압출용 빌렛을 목적한 온도까지 순간적으로 가열하는 방식이 나타난 바 있으나, 고주파유도 가열 방식은 소재의 표면과 내부를 균일하게 가열하기 어렵고, 기존의 압출 공정에서 사용되는 가열 방식을 적용할 수 없어 추가 설비가 요구된다는 문제점이 여전히 존재한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 반응용 압출 방법에서 나타나는 문제점을 해결하고 아울러 알루미늄 합금의 압출시, 균일가열법을 보다 효율적이고 안정적으로 실시하여 재가열 공정에서의 결정립 성장을 억제함으로써 미세결정립을 가지는 압출 소재를 제공할 수 있는 결정립 성장 억제 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

[0009] 본 발명은 반응용 압출용 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장을 억제하는 방법으로, 용탕에 0.05~0.15%의 Sc를 첨가하는 Sc 첨가 단계 및 상기 용탕으로 부터 주조된 빌렛을 3단계 이상의 승온 처리를 통해 승온시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이 경우, Sc는 Al-2중량% Sc 모합금 상태로 Sc를 첨가할 수 있으며, 각 승온 과정이 종료된 후 5~10분의 유지시간을 가질 수 있다. 나아가 이렇게 제조된 알루미늄 합금 빌렛의 결정립 성장률은 초기 결정립 면적을 기준으로 10% 이하일 수 있다.

효 과

[0010] 본 발명에 의하면 별도의 설비나 비용을 추가하지 않고 반응용 압출 방법으로 결정립 성장률이 작은 Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금 빌렛을 제조할 수 있어 경제적이며, 내외부의 결정립이 미세하고 균일한 빌렛을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명자들은 상기와 같은 목적을 이루고자 연구를 거듭한 결과, 알루미늄 합금, 특히 Al-Zn-Mg계 합금에 스칸듐(Sc)을 첨가하는 것을 고려하였다. 일반적으로 스칸듐(Scandium)이 알루미늄 합금에 포함되는 경우, 알루미늄 결정입계에 Al_3Sc 석출상이 생성된다. 상기 Al_3Sc 석출상은 입계에서 결정립계 피닝(Grain-boundary pinning) 효과를 통한 고온안정 특성이 우수하여 알루미늄 합금의 고온 특성 향상은 물론, 재결정 온도를 상승시켜 고온에서도 결정립 성장을 억제할 수 있으므로 미세 입자 강화를 통한 강도 향상을 기대할 수 있다.

- [0012] 본 발명자들이 실험에 의하여 얻은 바에 의하면, Al-Zn-Mg계 합금에 Sc를 미량으로 첨가하면 균일 재가열 과정에서 반응고 빌렛의 결정립을 성장을 효과적으로 억제시킬 수 있어 미세한 미세한 결정립을 가지는 빌렛을 반응용 압출 방법(Thixo-extrusion)으로 생산할 수 있게 된다.
- [0013] 이하 본 발명의 재결정 성장 억제 방법을 보다 상세히 설명한다.
- [0014] Sc의 함량 : 0.05~0.15중량%
- [0015] 본 발명에서는 Al-Zn-Mg계 합금에 최소량으로 최적의 효과를 나타낼 수 있는 Sc의 양을 실험에 의하여 도출하였다. 이 경우, Sc의 함량은 0.05~0.15중량%로 첨가할 수 있다. Sc의 함량이 0.05중량% 미만으로 존재하는 경우, Al_3Sc 의 생성이 적어지고 고온안정 특성이 충분치 않아 재결정 온도 상승 효과가 낮고 이로 인하여 결정립 성장이 쉽게 일어나 조대 조직이 성장하게 될 수 있다. 반면, 0.15중량%를 초과하여 과다한 Sc가 첨가되면 고용점으로 인한 편석 및 주조 결함이 나타날 수 있으며 경제성도 낮아지는 문제점이 나타날 수 있으므로 Sc의 함량은 0.05~0.15중량%로 한정한다.
- [0016] Sc 첨가 방법 : Al-2중량% Sc 모합금을 이용한 첨가
- [0017] Sc는 용탕에 직접 단일 원소로 첨가할 수도 있으나 바람직하게는 Al-2중량%Sc 모합금을 이용하여 용탕 상태의 Al포함 합금에 첨가하는 것이 보다 효과적일 수 있다. Sc를 직접 첨가하는 것보다 Al-2중량% Sc 모합금 형태로 첨가하면 편석이 발생하지 않으며, Sc를 단독으로 첨가하는 경우보다 용점이 낮아 조업이 더 용이해지기 때문이다.
- [0018] 재가열 조건 : 빌렛을 3단계 이상의 승온 단계에 의하여 재가열
- [0019] 본 발명에서 Al-Zn-Mg계 합금 빌렛을 재가열하는 경우, 본 발명에서는 균일 가열법을 이용하게 되는데, 본 발명에서는 승온을 3단계 또는 그 이상의 단계에 걸쳐서 실시할 수 있다. 각 단계의 승온 온도는 조업 조건에 따라 취사선택할 수 있으며, 각 단계별로 5~10분간 유지한다. 이는 승온 과정에서 빌렛의 내부와 외부의 온도편차를 줄이기 위한 것이다.
- [0020] 결정립 성장률 : 초기 결정립 면적을 기준으로 10% 이하
- [0021] 본 발명에 의하여 결정립 성장을 억제시, 초기 결정립의 면적을 기준으로 결정립 성장률은 10% 이하로 성장하게 된다. 결정립이 10% 이상 성장하는 경우, 조대 조직이 다량 발생할 수 있으므로 물성에 좋지 않으므로 결정립 성장률은 초기 결정립의 면적 대비 10% 이하로 제어한다.
- [0022] 이하 실시예를 통해 본 발명을 보다 상세히 설명한다.
- [0023] (실시예 1)
- [0024] (1) Sc-함유 알루미늄 합금의 제조
- [0025] 본 실시예에서는 출발재료로서 상용 Al-6중량% Zn-2.5중량%Mg 알루미늄 합금을 사용하였다. 우선 전기 저항로를 이용하여 상기 알루미늄 합금을 용해하고, 용탕의 온도를 720℃로 유지하면서 2중량% Sc-Al 모합금을 이용하여 하기 표 1과 같이 전체 중량을 기준으로 Sc를 0.1중량%, 0.15 중량% 및 0.5중량%가 되도록 첨가하였다. 이후, 30분간 유지하여 Sc이 완전히 분산되도록 하고, 반응용 압출 빌렛을 제조하기 위하여 경사냉각관을 이용하여 660℃의 주입온도, 30°의 냉각관 각도 조건으로 상기 스칸듐(Sc)이 첨가된 용탕을 Sc-함유 알루미늄 합

금으로 금형 주조하였다. 그리고 Sc가 포함되지 않은 알루미늄 합금을 역시 같은 방법으로 금형 주조하였다.

표 1

시료	Sc 첨가량(중량%)	기타 원소
비교예1	0	Zn: 6중량%, Mg: 2.5중량%
발명예1	0.1	
발명예2	0.15	
비교예2	0.5	

(2) 재가열 단계

이어서 Sc-함유 알루미늄 합금의 목적 고상율을 가지는 온도에서 재가열시 결정립 성장 억제효과를 알아보기 위하여 전기 저항로에서 본 발명의 3단 가열 방식을 적용하여 도 1과 같이 300℃까지 10℃/min의 승온속도로 제1 승온, 580℃까지 5℃/min으로 제2 승온하고 각 온도에서의 유지 시간은 5분으로 하였다. 마지막으로 최종 목표 온도 610℃까지는 2℃/min의 승온 속도로 균일 가열을 실시하여 최종 온도에서의 유지시간을 0분, 10분 및 30분으로 차이를 두었다.

(3) 온도 측정 및 조직 관찰

이렇게 제조된 발명예 및 비교예들의 내/외부의 가열 속도 차이에 따른 온도 불균일 여부를 알아보기 위하여 합금의 내/외부에 열전대를 설치하여 온도 변화를 나타내었고, 최종 목표 온도인 610℃에서 각각의 유지시간 동안 유지시킨 후 수냉하여 그 미세조직을 관찰하였다.

그 결과, 도 2에 나타난 바와 같이, Sc을 첨가하지 않은 비교예 1의 경우에는 초기의 주조 조직에서 큰 변화는 없는 것으로 나타났으나, 고상율 10%에 해당하는 온도인 590℃까지 승온시, 그 온도에서 유지시간이 증가함에 따라 결정립 조대화가 크게 발생하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

시료	초기 결정립 크기(μm)	최종 결정립 크기(μm)	성장률(%)
비교예1	70	120	약 71.4% 증가
발명예1	69	73	약 5.7% 증가
발명예2	61	75	약 9.9% 증가
비교예2	60	77	약 28.3% 증가

상기 표 2에서 알 수 있듯이, Sc가 첨가되지 않은 비교예 1은 Sc가 적정량 첨가된 발명예 1 및 2보다 결정립 성장률이 현저하여 조대 조직을 형성할 수 있음을 직접적으로 시사하였다. 그에 반하여 발명예 1 및 발명예 2의 경우에는 유지시간이 30분까지 증가하여도 결정립 성장에는 큰 변화가 없었다.

그리고, Sc를 과다하게 첨가한 비교예 2의 경우에는 어느 정도의 결정립의 미세화 효과를 얻을 수는 있었으나, Sc가 입계에 편석되어 주조 결함이 발생하였으며 경제성도 좋지 않아 부적합 하였다.

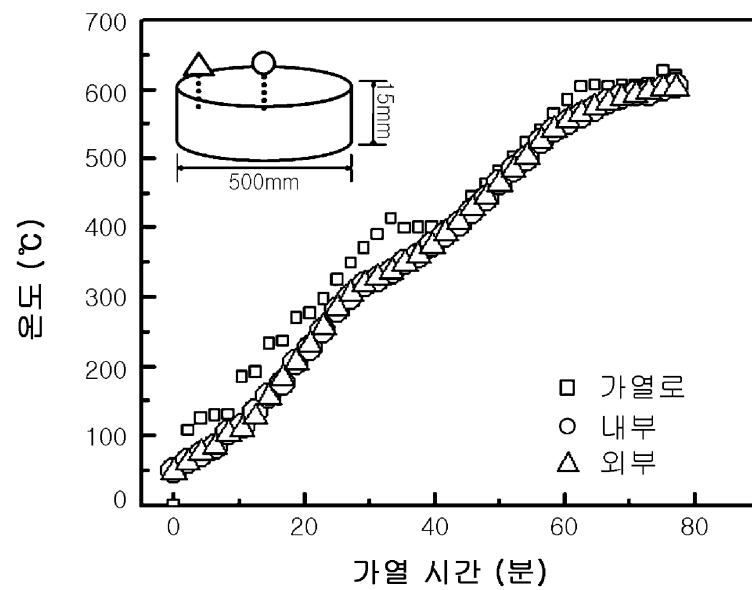
따라서, 본 실시예에 의할 때, 본 발명에 의한 Sc-함유 알루미늄은 적정량으로 첨가된 스칸듐(Sc)에 의해 재가열시 결정립의 성장을 효과적으로 억제할 수 있어, 보다 미세한 조직을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 Al-Zn-Mg계 합금의 균일 가열시 합금 내외부의 온도 분포를 나타내는 그래프.
- [0037] 도 2는 Sc 첨가량에 따른 Al-Zn-Mg계 합금에 대한 600℃ 재가열 온도에서의 결정립 변화를 나타낸 현미경 사진.
- [0038] 도 3은 Sc 첨가량에 따른 Al-Zn-Mg계 합금에 대한 600℃ 재가열 온도에서의 유지 시간에 따른 결정립 크기 변화를 나타낸 그래프.

도면

도면1



도면2

	첨가직후	유지시간 0분	유지시간 10분	유지시간 30분
Sc 미첨가				
0.1 wt. %				
0.3 wt. %				

도면3

