



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0018571  
(43) 공개일자 2008년02월28일

(51) Int. Cl.

C22C 1/03 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0080892

(22) 출원일자 2006년08월25일

심사청구일자 2006년08월25일

(71) 출원인

경상대학교산학협력단

경상남도 진주시 가좌동 900

(72) 발명자

임수근

경남 진주시 평거동 들말홍한아파트 110-401

심성용

경남 진주시 미천면 향양리 414

(74) 대리인

이민영

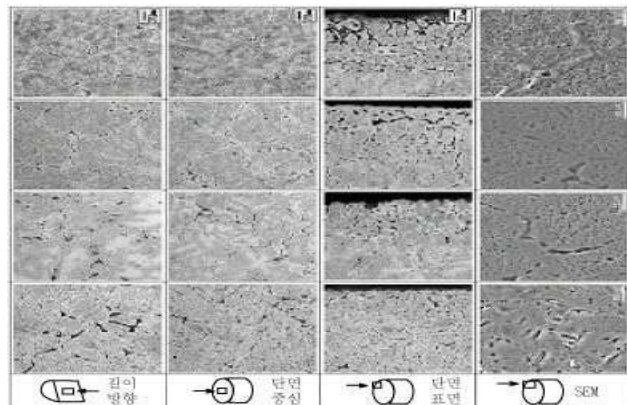
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 알루미늄합금 압출 소재

### (57) 요약

본 발명은 고성능 알루미늄합금 압출소재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Al5083 합금을 710℃에서 완전용해 후 Al-2wt.%Sc 모합금을 이용하여 240℃로 예열된 금형에 0.3wt.%Sc의 조성비를 가지도록 제조한 것이 특징인 고성능 알루미늄합금 압출소재에 관한 것이다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

고성능 알루미늄합금 압출소재에 있어서,

Al5083합금을 710℃에서 완전용해 후 Al-2wt%Sc 모합금을 이용하여 240℃로 예열된 금형에 0.3wt%Sc의 조성비를 가지도록 제조한 것이 특징인 고성능 알루미늄합금 압출 소재

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <7> 본 발명은 고성능 알루미늄합금 압출소재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Al5083 합금을 710℃에서 완전용해 후 Al-2wt.%Sc 모합금을 이용하여 240℃로 예열된 금형에 0.3wt.%Sc의 조성비를 가지도록 제조한 것이 특징인 고성능 알루미늄합금 압출소재에 관한 것이다.
- <8> 일반적으로 알루미늄 압출사업은 신 압출기술, 금형기술에 대한 신기술이 개발을 필요로 하고 있으며, 특히 경량 고강도의 특성으로 성장성이 가장 큰 분야가 자동차, 항공기에 대한 적용이며 이산화탄소가스 발생 억제를 위한 자동차 연비 개선노력으로 적용 가능성이 증가되고 있다.
- <9> 특히 스칸듐(Sc)의 첨가는 알루미늄합금의 특성향상에 많은 영향을 주며, Al-Mg-Sc합금의 경우 스칸듐(Sc)의 첨가를 통한 강도, 재결정온도 상승으로 인한 고온특성 등의 특성이 향상되는 것으로 알려져 있다.
- <10> Al-Sc합금의 강도는 2XXX계 합금 수준 이상 가능하며 경량화, 접합부위 및 부품 수 절감으로 인한 경량화, 경제성 향상, 연비절감 등의 측면에서 기존 2XXX 및 7XXX계 소재를 대체 가능한 고성능 재료 국내 항공기 분야의 지속적인 발전으로 국산화의 범위가 점차 넓어지고 있으나 알루미늄 기체 및 동체용 구조재의 연구개발은 거의 전무한 상태로 실제 적용을 위한 합금의 특성 파악이 필요한 실정이다.
- <11> 알루미늄(Al)에 소량 스칸듐(Sc)첨가에 따른 주조 발렛의 특성, 입자미세화 효과, 용접부 편석억제 효과, 조직 변화 및 제어, 압출소재 제조기술, 압출조건 및 시스템에 대한 체계적인 개발이 필요하다. 선진국에서도 이에 대한 기술적 내용의 공개를 제한하고 있어 스칸듐(Sc) 함유 고용접성, 고연성, 고내식성 알루미늄합금 압출소재 및 성형기술 개발이 필요하다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <12> 따라서 상기와 같은 목적을 이루기 위해서는 알루미늄합금 자체의 경도, 미세조직과 같은 물성조건 뿐만아니라 경제성을 고려한 최적의 스칸듐(Sc) 함유량을 찾는 데 그 목적이 있다.

#### 발명의 구성 및 작용

- <13> 본 발명은 고성능 알루미늄합금 압출소재에 관한 것으로, 보다 상세하게는 Al5083 합금을 710℃에서 완전용해 후 Al-2wt.%Sc 모합금을 이용하여 240℃로 예열된 금형에 0.3wt.%Sc의 조성비를 가지도록 제조한 것이 특징인 고성능 알루미늄합금 압출소재에 관한 것이다.
- <14> 본 발명을 첨부한 도면에 의해 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <15> 도 1은 Al-Sc합금 주조재의 미세조직을 나타낸 사진으로서, 도 1의 사진에서 처럼 가장 우수한 스칸듐(Sc)조성비의 합금제조를 위하여 Al5083합금을 710℃에서 완전용해 후 Al-2wt.Sc 모합금을 이용하여 0.1, 0.3, 0.5wt.%Sc로 합금을 제조하였으며, 금형을 240℃로 예열하여 합금을 제조하였다.
- <16> 스칸듐(Sc)의 단독 첨가의 고용점으로 인한 편석과 주조결함이 발생하였으며, 주조재의 건전성을 확보하기 위하여 주조 온도에 따른 영향으로 스칸듐(Sc)의 함량이 증가할수록 차이가 발생하였다.
- <17> 도 2는 제조된 0.3wt.%Sc합금의 EPMA를 이용하여 관찰한 사진으로서, 도 2에서와 같이 응고시 스칸듐(Sc)함량이

증가할수록 주조제의 결정립 미세화 효과가 나타났으며, 고가의 스칸듐(Sc)첨가에 따른 제조비용 증가에 따라 경제성을 고려한 적정 스칸듐(Sc)함량을 도출한 결과 0.3wt.%의 함량이 적정할 것으로 판단된다.

- <18> 도 2에서 스칸듐(Sc)분포로 나타난 아래의 붉은점을 미루어 볼때  $Al_3Sc$  석출상의 위치를 유추할 수 있으며, 이 부분에서  $Al_3Sc$ 상의 분포가 합금에 균일하게 분포하고 있음을 알 수 있다.
- <19> 또한,  $Al_3Sc$  석출상은 응고시 생성되며, 이는 Sc의 Al에 대한 낮은 고용도로 인한 결과로 볼 수 있다.
- <20> 도 3은 스칸듐(Sc)첨가에 따른 경도변화를 나타낸 도표이며, 도 4는  $Al5083+Xwt.\%Sc$ 에 따른 응력변형률 곡선을 나타낸 도표이다.
- <21> 따라서, 도 3과 도4는  $Al5083$ 합금에 스칸듐(Sc)을 첨가에 따른 기계적 성질을 나타내는 것으로 스칸듐(Sc)의 첨가에 따라 경도의 미세하게 증가하는 것으로 나타났으며, 0.5wt.%의 경우 스칸듐(Sc)의 편석발생으로 인한 국부적인 스칸듐(Sc) free 현상에 의한 경도감소가 발생한 것으로 생각된다. 특히 균질화 이전의 주방상태에서 측정된 결과로 경도값의 편차가 비교적 크게 나타나는 경향이 있어 적정 균질화 처리조건 설정 후의 제조된 합금의 건전성을 확보할 수 있을 것으로 본다.
- <22>  $Al5083$ 합금의 경우 그 경도는 94Hv로 나타났으며 최대 경도를 나타내는 0.3wt.%Sc합금의 경우 그 경도값은 105Hv로 나타났다.
- <23> 도 4는 0.1wt.%Sc, 0.3wt.%Sc, 0.5wt.%Sc합금의 기계적 성질을 알아보기 위하여 최대하중 10ton으로 측정한 응력변형률 곡선을 나타내는 것으로 도 3의 경도 변화와 일치하는 결과를 얻었으며, 0.3wt.%Sc을 함유한 합금의 경우 최대인장강도 320MPa로 가장 높게 나타남을 알 수 있다.
- <24> 그러나 연신율의 경우 세 합금 중 가장 낮게 나타나고 있다. 이는 생성된  $Al_3Sc$ 합금의 석출상에 의한 전위 고착에 따른 강도가 증가하나 석출상의 고착전위에 의한 응력집중으로 연신율은 감소하는 것으로 생각된다.
- <25> 대부분의 알루미늄(Al)합금은 연신율이 우수한 것으로 평가되고 있으나, 고강도 특히  $Al7075$ 합금의 경우 연신율이 10%이하로 나타나는데, 일반적으로 7% 이상의 연신율의 경우 압출성 및 소성가공에서 무난한 것으로 평가되고 있다.
- <26> 도 5는 균질화 처리에 따른 경도변화를 나타낸 도표로서, 합금의 제조 특히 빌렛의 제조에 있어 가장 먼저 행해지는 열처리가 균질화 처리로서 이는 재료 내부의 응고시 생성된 잔류응력의 제거 및 고용원소들의 편석제거를 목적으로 이루어 진다.
- <27> 특히 균질화 처리를 통하여 재료의 기초 물성의 기준으로 하게 됨으로서 균질화 처리에 따른 재료의 특성 변화를 알아보았다.
- <28> 도 5에서처럼  $Al5083$ 과  $Al5083$ 에 각각 0.3wt.%Sc와 0.5wt.%Sc를 첨가한 세 합금을 이용하여 350℃, 450℃, 550℃의 세 온도에서 균질화 처리 시 시간에 따른 경도 변화를 나타내었다.
- <29> 각 균질화 온도에서 24시간 처리 후인 세 합금의 경도는 90Hv정도로 나타났으며, 350℃의 경우 균질화 처리 초기인 4시간에서 스칸듐(Sc)을 첨가한 합금의 경우 경도 증가현상이 발생함을 알 수 있다.
- <30> 이는 응고시 생성된  $Al_3Sc$ 상 뿐만 아니라, 350℃의 온도에서  $Al_6Mg_{17}$ ,  $Al_3Sc$  석출상의 시효현상으로 인한 초기 경도증가로 생각되며, 이러한 초기 시효 강화 효과로 증가된 경도는 균질화 시간이 길어짐에 따라 석출상의 정합성 상실로 인한 경도 감소가 발생하여 16시간 이후에는 일정한 경도값을 가지는 것으로 생각된다.
- <31> 450℃의 경우 고온에서의 균질화 처리로 초기 경도 증가는 발생하지 않고 있으며, 이는 석출상의 빠른 성장으로 인한 부정합 석출상의 빠른 출현이 그 이유이다.
- <32> 그런 450℃의 경우 빠른 균질화 처리시간에서의 일정경도를 나타내는 현상으로 균질화 처리시간을 단축할 수 있을 것으로 본다.
- <33> 550℃의 경우 24시간까지 지속적인 경도 감소현상을 볼 수 있으며, 이는 500℃이상에서의 고온으로 인한 석출상의 빠른 조대화 및 결정립 성장에 따른 경도감소가 발생하는 것으로 생각된다.
- <34> 이러한 온도의 경우 재료내의 미세조직 변화로 인한 기계적 성질이 현저히 감소하는 것으로 나타나 압출공정전에 이루어지는 균질화 처리 조건으로는 부적합 할 것으로 생각된다.

- <35> 도 6은 균질화 처리에 따른 미세조직 변화를 나타낸 사진으로서, 350℃에서의 균질화 처리에서 스칸듐(Sc)의 첨가하지 않은 합금에서의 경우 수지상정 관찰할 수 있는 반면, 스칸듐(Sc)의 첨가에 따라 수지상정은 없어져 있음을 알 수 있고, 특히 균질화 처리가 진행됨에 따라 결정입계의 성장 및 석출상의 조대화는 스칸듐(Sc)의 함량에 따라 크게 감소하였음을 알 수 있다.
- <36> 결정립의 크기는 0.5Sc합금이 가장 미세하게 나타나 24시간의 균질화 처리 시간까지 그 성장이 억제되어 있음을 알 수 있다.
- <37> 550℃의 경우 균질화 처리온도의 고온으로 인한 결정립의 성장이 일어난 것을 알 수 있으며, 0.5Sc합금의 경우 그 크기는 50 $\mu$ m로 나타났으나 0.3Sc합금과 비교하여 그 크기의 변화는 현저하지 않음을 알 수 있다.
- <38> 따라서 0.3Sc합금의 경우 경제적 고려를 포함한 특성면에서 가장 우수할 것으로 나타났다.

### 발명의 효과

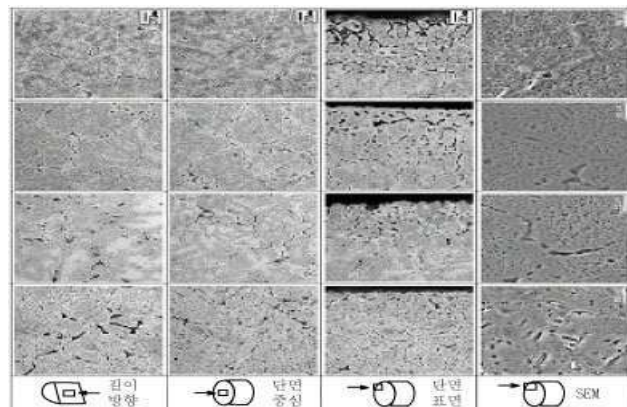
- <39> 상술한 바와 같이 0.3wt%Sc의 조성비를 가지는 알루미늄합금은 물성조건에서 다른 기타 조성비 0.1wt.%Sc 또는 0.5wt.%Sc에 비해 압출소재로서 전혀 뒤떨어지지 않을뿐더러 경제성을 고려할 때 가장 우수한 조성비의 합금이다.

### 도면의 간단한 설명

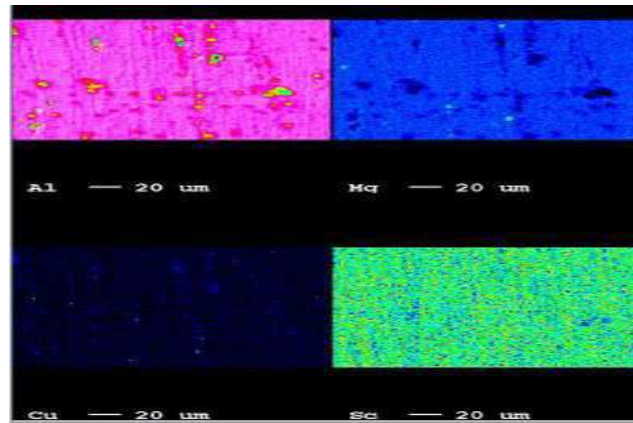
- <1> 도 1은 Al-Sc합금 주조재의 미세조직을 나타낸 사진.
- <2> 도 2는 Al-0.3wt.%Sc합금의 EPMA 관찰을 나타낸 사진.
- <3> 도 3은 스칸듐(Sc)첨가에 따른 경도변화를 나타낸 도표.
- <4> 도 4는 Al5083+Xwt.%Sc에 따른 응력변형률 곡선을 나타낸 도표.
- <5> 도 5는 균질화 처리에 따른 경도변화를 나타낸 도표.
- <6> 도 6은 균질화 처리에 따른 미세조직 변화를 나타낸 도표.

### 도면

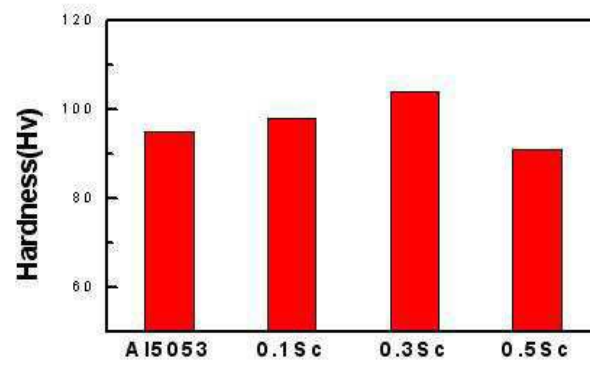
#### 도면1



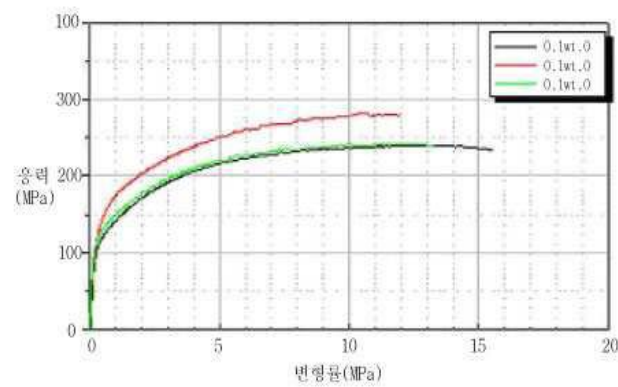
도면2



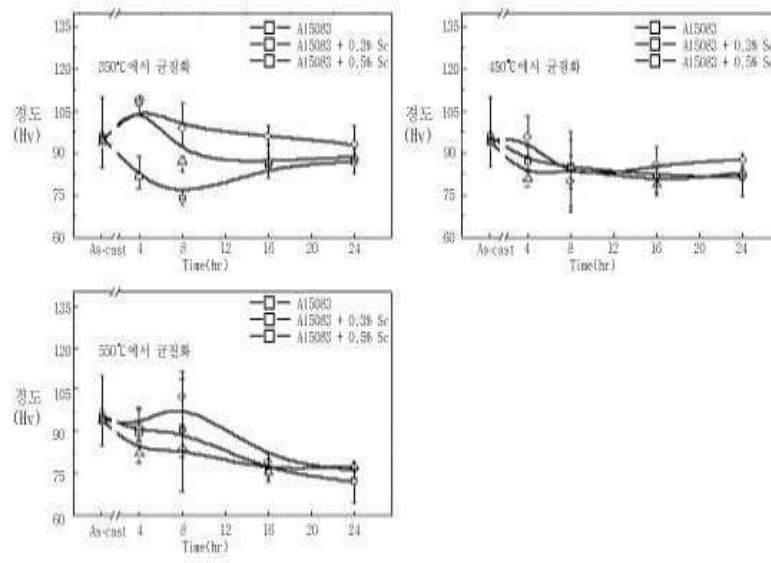
도면3



도면4



도면5



도면6

