



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0109347
 (43) 공개일자 2008년12월17일

(51) Int. Cl.

C22C 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0057548
 (22) 출원일자 2007년06월13일
 심사청구일자 2008년06월30일

(71) 출원인

현대자동차주식회사
 서울 서초구 양재동 231
기아자동차주식회사
 서울특별시 서초구 양재동 231

(72) 발명자

정유동
 경기 수원시 영통구 망포동 동수원엘지빌리지114
 동 804호

(74) 대리인

백남훈, 이학수

전체 청구항 수 : 총 2 항

(54) 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의제조방법

(57) 요약

본 발명은 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 인성을 증가시켜 충격에 대한 저항성을 높일 수 있는 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

이를 위해, 본 발명은 알루미늄을 주성분으로 하고, 여기에 규소 0.1중량%이하, 철 0.2중량%이하, 구리 0.45~0.60중량%, 망간 0.1~0.20중량%, 마그네슘 1.3~1.5중량%, 크롬 0.1중량%이하, 아연 4.5~5.1중량%, 티탄 0.04중량%이하, 지르코늄 0.08~0.12중량%, 불가피한 불순물 0.15중량% 이하가 함유된 알루미늄 합금을 빌렛으로 주조하는 단계; 주조된 빌렛을 소정 형상으로 압출하여 압출품을 형성하는 단계; 상기 압출품을 용체화 처리를 시행하여 담금질(Quenching)하는 단계; 120℃의 온도로 24시간 가열하여 인공시효 경화시키는 단계; 170~185℃의 온도로 1시간~3시간 동안 가열하여 과시효 경화시키는 오버에이징(Overaging) 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

알루미늄을 주성분으로 하고, 여기에 규소 0.1중량%이하, 철 0.2중량%이하, 구리 0.45~0.60중량%, 망간 0.1~0.20중량%, 마그네슘 1.3~1.5중량%, 크롬 0.1중량%이하, 아연 4.5~5.1중량%, 티탄 0.04중량%이하, 지르코늄 0.08~0.12중량%, 불가피한 불순물 0.15중량% 이하가 함유된 것을 특징으로 하는 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재.

청구항 2

알루미늄을 주성분으로 하고, 여기에 규소 0.1중량%이하, 철 0.2중량%이하, 구리 0.45~0.60중량%, 망간 0.1~0.20중량%, 마그네슘 1.3~1.5중량%, 크롬 0.1중량%이하, 아연 4.5~5.1중량%, 티탄 0.04중량%이하, 지르코늄 0.08~0.12중량%, 불가피한 불순물 0.15중량% 이하가 함유된 알루미늄 합금을 빌렛으로 주조하는 단계;

주조된 빌렛을 소정 형상으로 압출하여 압출품을 형성하는 단계;

상기 압출품을 용체화 처리를 시행하여 담금질(Quenching)하는 단계;

120℃의 온도로 24시간 가열하여 인공시효 경화시키는 단계;

170~185℃의 온도로 1시간~3시간 동안 가열하여 과시효 경화시키는 오버에이징(Overaging) 단계;

로 이루어지는 것을 특징으로 하는 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <3> 본 발명은 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 인성을 증가시켜 충격에 대한 저항성을 높일 수 있는 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.
- <4> 자동차, 항공기 등 수송 기계의 경량화를 위해 경량 소재에 대한 연구가 진행되고 있으며, 경량 소재로서 대표적으로 알루미늄 합금이 사용되고 있다.
- <5> 알루미늄 합금은 가벼우면서 비강도가 높아 재료의 경량화 및 고강도를 요구하는 항공기, 차량 등의 구조용 재료 및 건축용 재료로 널리 사용되고 있으며, 최근에는 통신 장비, 반도체 및 컴퓨터의 전기·전자 부품, 레이저용품 및 자동차의 일부 구성부품 등 소형 제품에도 사용됨으로써 그 사용범위가 확대되어가는 추세이다.
- <6> 알루미늄 합금은 크게 주물용 알루미늄 합금과 가공용 알루미늄 합금으로 나눌 수 있으며, 가공용 알루미늄 합금을 크게 나누면 두랄루민(duralumin)계의 Al-Cu-Mg계, Al-Zn-Mg계를 주체로 하는 고강도 합금계와 Al-Mn계, Al-Mg-Si계를 주체로 하는 내식성 합금계로 나눌 수 있다.
- <7> 또한, 알루미늄 협회에 의해 4자리 숫자로 알루미늄 합금의 종류가 구별되어 사용되는데, 1000계열 번호부터 8000계열 번호까지 사용되며, 이 중에서 2000계열과 7000계열이 고강도 합금계에 해당한다.
- <8> 최근에는 알루미늄 합금 계열 중 최고의 강도를 가진 7000계열 합금에 대한 연구가 활발하며, 이 계열의 합금은 Al-Zn-Mg계로서 합금 내에 MgZn₂가 함유되어 시효 경화성이 현저하므로 고강도 합금으로 주목받고 있다.
- <9> 7000계열 합금 중에 대표적인 것들은 A17003, A17021 등이 있으며, 이러한 합금들은 압출가공 후 열처리를 추가로 진행해야 고강도의 특성을 얻을 수 있는 석출 경화형 합금으로서, Mg와 Zn에 의한 석출 형성으로 강화 효과를 발휘할 수 있도록 열처리를 필수적으로 요하는 열처리형 합금계이다.
- <10> 상기 열처리 방법은 알루미늄 합금 종류에 따라서 다양한 방법이 있는데, 7000계열 합금에는 일반적으로 T6 방법이 이용되고 있으며, T6 열처리 방법은 합금을 400℃ 내지 500℃의 온도로 가열하여 고용체화 한 후 물속에서

급랭시키고, 급랭시킨 합금을 다시 약 120℃ 정도의 온도로 약 24시간 가열하여 인공 시효 경화시키는 방법이다.

- <11> 상기 시효 경화란, 금속재료가 일정한 시간 동안 소정 온도에 방치되는 경우 단단해지는 현상으로 상온에 방치해 두어도 단단해지는 경우와, 어느 정도 가열하지 않으면 단단해지지 않는 경우가 있는데, 상온에서 단단해지는 것을 자연시효라 하고, 어느 정도 가열해야만 단단해지는 경우를 인공시효라 한다.
- <12> 이때, 시효 경화가 일어나는 이유는 하나의 고체 속에 다른 고체가 별개의 상으로 되어 나오는 석출 현상 때문이다.
- <13> 상기 알루미늄 7000계열 합금은 Mg과 Zn의 함량을 늘려서 MgZn₂가 석출되도록 인공 시효 경화 처리함으로써 강도가 증가되지만, 동시에 입계 취성과 입계 응력 부식에 대한 저항성이 낮아진다.
- <14> 상기 알루미늄 7000계열 합금에서, Zn/Mg의 원자비는 2~2.5 정도인데 Zn의 함량은 일반적으로 약 3~7.5중량% 범위로 설정하고, Mg의 함량은 MgZn₂의 정량 반응 수준 또는 다소 Zn이 많은 쪽으로 설정되는 바, 그 이유는 Mg과 Zn이 고용 강화 효과에 있어서 거의 차이가 없고, Mg이 과량인 합금에서는 열처리 조건에 따라 나타날 수 있는 Al₃Mg₂가 응력 부식에 매우 유해하기 때문이다.
- <15> 이와 같이, 알루미늄은 다양한 합금 형태로 제조되어 사용되고 있으며, 특히 7000계열 합금은 고강도 특성을 갖도록 Mg과 Zn을 주성분으로 기타 다른 천이원소들을 소량 첨가하여 무게가 무거운 철강 재료를 대신하여 고강도 특성을 요구하는 부품에 사용되고 있다.
- <16> 일반적으로, 알루미늄 7000계열 합금을 이용하여 소정 제품을 생산하는 공정을 살펴보면 다양한 천이원소들이 특성에 맞는 성분비로 함유된 알루미늄 합금 빌렛을 주조하고, 주조 빌렛을 소정의 제품 형상으로 압출 형성한 후, T6에 의한 열처리를 행하여 즉, 고용체화 처리 후, 인공 시효 경화시킴으로써, 강도를 향상시키는 공정으로 소정 제품을 제작하고 있다.
- <17> 그러나, 이러한 7000계 고강도 알루미늄 합금소재는 비교적 높은 신율에도 불구하고 충격치(인성)가 낮아, 충돌시 충분히 변형하지 못하고 파단되기 때문에 자동차의 알루미늄 범퍼빔에 적용하는데 여의치 않은 문제점을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로서, Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금을 기본 조성으로 하고, 여기에 Mn, Cu가 첨가되는 동시에 Zn과 Mg과 Zr이 소정 범위로 한정된 알루미늄 합금 빌렛을 주조하는 과정, 합금원소들을 완전히 고용시키기 위하여 충분히 용체화처리를 시행하여 담금질(Quenching)하는 과정, 약 120℃의 온도에서 약 24시간 가열하는 인공시효 경화 과정, 약 185℃의 온도로 1시간 내지 1시간30분동안 가열하여 과시효 경화시키는 과정(Overaging, T7 열처리)을 통하여, 범퍼빔의 인성을 증가시켜 충격에 대한 저항성을 높일 수 있는 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <19> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 알루미늄 합금소재는: 알루미늄을 주성분으로 하고, 여기에 규소 0.1중량%이하, 철 0.2중량%이하, 구리 0.45~0.60중량%, 망간 0.1~0.20중량%, 마그네슘 1.3~1.5중량%, 크롬 0.1중량%이하, 아연 4.5~5.1중량%, 티탄 0.04중량%이하, 지르코늄 0.08~0.12중량%, 불가피한 불순물 0.15중량% 이하가 함유된 것을 특징으로 한다.
- <20> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 알루미늄 합금소재의 제조 방법은: 알루미늄을 주성분으로 하고, 여기에 규소 0.1중량%이하, 철 0.2중량%이하, 구리 0.45~0.60중량%, 망간 0.1~0.20중량%, 마그네슘 1.3~1.5중량%, 크롬 0.1중량%이하, 아연 4.5~5.1중량%, 티탄 0.04중량%이하, 지르코늄 0.08~0.12중량%, 불가피한 불순물 0.15중량% 이하가 함유된 알루미늄 합금을 빌렛으로 주조하는 단계; 주조된 빌렛을 소정 형상으로 압출하여 압출품을 형성하는 단계; 상기 압출품을 용체화 처리를 시행하여 담금질(Quenching)하는 단계; 120℃의 온도로 24시간 가열하여 인공시효 경화시키는 단계; 170~185℃의 온도로 1시간~3시간 동안 가열하여 과시효 경화시키는 오버에이징(Overaging) 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 고강도 고인성 알루미늄 합금소재의 제조 방법을 제공한다.
- <21> 이하, 본 발명을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

<22> 잘 알려진 바와 같이, 7000계 알루미늄 합금의 주요 합금 성분인 Mn, Mg, Zn은 기존 A17021합금의 경우 Mn:0.1중량%이하, Mg:1.2~1.8중량%, Zn:5~6중량%의 성분비로 구성되며, 알루미늄 협회에 의해 공시된 물성치는 인장강도 약 420 MPa, 연신율 약 13%에 해당한다.

<23> 따라서, A17021-T6 합금의 경우, 높은 인장강도에도 불구하고 낮은 연신율 및 충격치로 인해 충돌시 파단이 발생하기 쉬워 자동차용 범퍼빔으로는 부적합한 단점이 있다.

<24> 이에, 아래의 표 1에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따른 범퍼빔 제조용 알루미늄 합금은 기존의 7000계 알루미늄 합금인 A17021과 달리, 망간(Mn), 구리(Cu), 아연(Zn) 및 마그네슘(Mg)의 함량을 조절하여 인성을 증가시켜 내충격성을 갖도록, 알루미늄을 주성분으로 하고, 여기에 규소 0.1중량%이하, 철 0.2중량%이하, 구리 0.45~0.60중량%, 망간 0.1~0.20중량%, 마그네슘 1.3~1.5중량%, 크롬 0.1중량%이하, 아연 4.5~5.1중량%, 티탄 0.04중량%이하, 지르코늄 0.08~0.12중량%, 불가피한 불순물 0.15중량% 이하가 함유된 것이다.

표 1

구분	합금원소 조성 (중량%)								
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr
본발명	0.1↓	0.2↓	0.45~0.6	0.1~0.2	1.3~1.5	0.1↓	4.5~5.1	0.04↓	0.08~0.12

<25> <26> 본 발명의 알루미늄 합금에 함유된 주요 원소에 대한 첨가 이유 및 그 함량비 한정 이유를 설명하면 다음과 같다.

<27> (1) 망간(Mn) 0.1~0.20중량%

<28> 본 발명에 따른 알루미늄 합금을 빌렛으로 주조시에 신율이 증대되도록 Mn을 첨가하게 되며, 천이원소 Mn은 합금 내에서 입자를 구상화시켜 신율 향상에 영향을 미치지만, 그 성분비가 증가되면 가공성이 낮아져서 금형이 마모되거나 가공 기계의 마모가 발생되므로, 본 발명에서는 신율을 증가시키되 가공성에 영향이 없는 범위로서 Mn의 성분비를 0.1~0.20중량%로 한정하기로 한다.

<29> (2) 마그네슘(Mg) 1.3~1.5중량%

<30> Mg은 합금의 강도에 관련된 원소로서 강도 증가를 위해 첨가하고, Mg 성분의 증가는 합금의 가공 경화현상을 촉진시킴으로써 가공성이 저하되고 제품의 크기나 형상에 따라서는 압출이 불가능한 경우가 발생하므로, 이를 방지하기 위해 Mg의 함량을 1.3~1.5중량%로 한정하는 것이다.

<31> (3) 아연(Zn) 4.5~5.1중량%

<32> Zn도 마찬가지로 합금의 강도에 관련된 원소로서 강도 증가를 위해 첨가하고, 합금의 강도를 위해 그 함량을 최대화하는 것이 바람직하겠으나, 그 성분비가 6중량% 이상인 경우에는 테스트 결과 가공시 크랙이 발생하게 되는데, 이는 Zn이 Mg과 결합하여 MgZn₂를 이루고, Mg과 결합하지 못하고 남은 Zn이 불순물로 합금 내에 존재하게 됨으로써 크랙이 발생되므로, 본 발명에서는 Zn의 함량은 4.5~5.1중량%로 한정하기로 한다.

<33> (4) 구리(Cu) 0.45~0.60중량%

<34> Cu가 첨가되는 경우 압출압력이 증대되고, 부식특성(Stress Corrosion Cracking)이 좋지 않은 단점이 있으나, 범퍼빔의 경우 부식의 영향이 크지 않은 사용 환경이므로, 본 발명에서는 범퍼빔의 신율 및 인성의 증대를 주목적으로 하므로 0.45~0.6중량%를 첨가한다.

<35> (5) 지르코늄(Zr) 0.08~0.12중량%

<36> Zr은 본 발명의 알루미늄 합금 소재에 새롭게 함유시킨 성분으로서, 조직 미세화 및 인성의 증대를 도모하고자 0.08~0.12중량%로 첨가한다.

<37> 여기서, 본 발명에 따른 알루미늄 합금소재의 제조 방법을 설명하면 다음과 같다.

<38> 상기와 같이 조성된 본 발명의 알루미늄 합금을 빌렛으로 통상의 주조 방법으로 주조하고, 이 주조된 빌렛을 원하는 형상으로 압출하여 압출품을 성형한 다음, 열처리 한다.

<39> 본 발명에 따른 열처리 방법은, 합금원소들을 완전히 고용시키기 위하여 충분히 용체화처리를 시행하여 담금질을 한 후, 약 120℃의 온도로 약 24시간 가열하여 인공시효 경화시킨 다음, 170℃~185℃의 온도로 1시간~3시간 동안 가열하는 과시효 경화 과정 즉, 오버에이징(Overaging, T7 열처리)을 더 실시한다.

<40> 이하, 본 발명의 실시예를 비교예와 함께 더욱 상세하게 설명하겠는바, 본 발명이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

<41> **실시예 및 비교예**

<42> 다음 표 1에 나타난 바와 같은 합금조성 및 함량을 갖는 실시예 및 비교예에 따른 알루미늄 합금을 통상의 주조법으로 빌렛으로 주조하고, 주조된 빌렛을 범퍼빔의 형상으로 압출한 후 T6 열처리를 하였으며, 다음으로 180℃의 온도에서 1시간 동안 가열하는 과시효 열처리 과정 즉, 오버 에이징 단계를 실시하여, 범퍼빔으로 제조하였다.

표 2

구분	합금원소 조성 (중량%)								
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr
실시예 (본발명)	0.046	0.078	0.664	0.147	1.356	0.001	4.89	0.034	0.115
비교예 (A7021)	0.081	0.132	0.113	0.095	1.250	0.098	5.75	0.024	-

<43>

<44> **실험예**

<45> 실시예 및 비교예에 따라 제조된 범퍼빔에 대한 인장강도, 항복강도, 연신율, 충격에너지 등을 통상의 측정장비를 이용하여 측정하였는 바, 그 결과는 아래의 표 3에 나타난 바와 같다.

표 3

구분	인장 강도 (MPa)	항복 강도 (MPa)	연신율(%)	충격 에너지 (kgm/cm ²)
실시예(본발명)	404.4	371.2	15.6	8.4
비교예(A7021-T7)	401.2	374.2	16.0	2.0

<46>

<47> 위의 표 3에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따른 과시효 열처리를 추가하여 제조한 고강도 알루미늄 합금 범퍼빔은 기존 재료의 범퍼빔에 비해 강도, 신율 등은 유사하나, 충격에너지(인성)이 4배 이상 향상되었음을 알 수 있었다.

발명의 효과

<48> 이상에서 본 바와 같이, 본 발명에 따른 범퍼빔용 고강도 고인성 알루미늄 합금소재 및 이의 제조방법에 의하면, Al-Zn-Mg계 알루미늄 합금을 기본 조성으로 하되, 기존의 7000계 알루미늄 합금인 A17021과 달리, 망간(Mn), 구리(Cu), 아연(Zn) 및 마그네슘(Mg)의 함량을 인성을 증가시켜 내충격성을 갖도록 조절하고, 이 함량 조절된 알루미늄 합금을 빌렛으로 주조하는 과정, 용체화처리를 시행하여 담금질(Quenching)하는 과정, 인공시효 경화 및 과시효 경화 과정을 거치게 함으로써, 인성을 증가시켜 충격에 대한 저항성을 높일 수 있는 범퍼빔을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

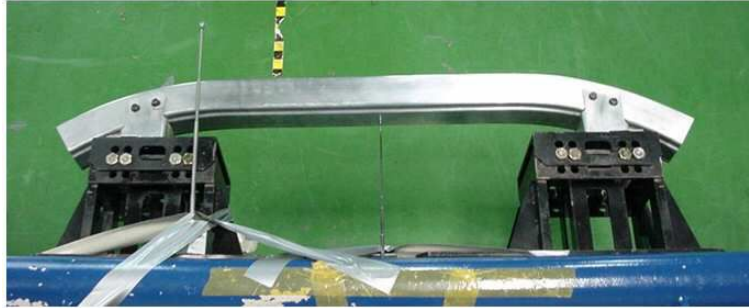
<1> 도 1은 본 발명에 따른 고강도 고인성 알루미늄 합금소재를 이용하여 제조된 범퍼빔 완성품을 나타내는 이미지로서, 대차시험후 범퍼빔이 파단되지 않고 변형된 것을 나타내는 이미지,

<2> 도 2는 대차시험에서 파단된 종래의 고강도 알루미늄 합금소재로 제작된 범퍼빔이 파단된 것을 보여주는

이미지.

도면

도면1



도면2

