



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098965
(43) 공개일자 2018년09월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 18/04 (2006.01) C22C 1/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 18/04 (2013.01)
C22C 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0025824
(22) 출원일자 2017년02월28일
심사청구일자 2017년02월28일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
한승전
경상남도 창원시 성산구 외리34번길 13, 106동
202호 (성주동, 한림푸르지오아파트)
정해창
경상남도 창원시 의창구 의창대로156번길 15-14,
B동 611호(팔용동, 국제빌라)
(74) 대리인
박지호

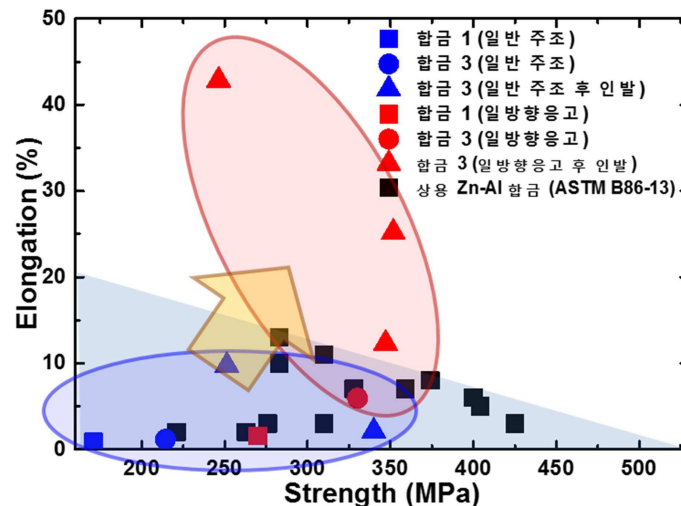
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 방향성 결정립을 갖는 아연-알루미늄 합금 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 아연-알루미늄은, 주조방식을 통하여 아연-알루미늄 모합금을 얻는 단계; 및 상기 아연-알루미늄 모합금을 재용해하여 450 ~ 700℃인 용탕에서 1 ~ 500 μ m/초의 일방향 성장 속도로 일방향 응고시켜 조직이 방향성을 갖도록 성장시키는 단계;를 포함하여 제조됨으로써, 결정립의 평균 종횡비가 3~12인 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 일방향 응고 내지 연속주조에 의하여 결정립 및 석출물이 방향성을 가지게 되어 경도, 인장강도, 연신율과 같은 기계적 특성이 향상된다. 구리를 첨가하면 이러한 효과가 더욱 뛰어나게 된다. 특히, 서로 상반된 특성을 가져서 동시에 향상시키기 어려운 인장강도와 연성이 함께 향상된다는 점에서 큰 의의가 있다. 뿐만 아니라 일반 주조 아연-알루미늄 합금을 선재, 판재, 봉재 등 여러 형태로 추가 가공하는 경우에 비하여, 본 발명에 따라 방향성 결정립을 갖는 아연-알루미늄 합금을 추가 가공하는 경우에 인장강도와 연신율이 더 향상된다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

안지혁

경상남도 창원시 성산구 가음정로23번길 10-21,
103동 1302호(가음동, 창원 가음정 한림폴에버)

이재현

서울특별시 강동구 고덕로62길 76, 5동 303호 (명
일동, 우성아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0030058

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 선도연구센터지원사업

연구과제명 메카트로닉스 융합 부품 소재 연구센터

기 여 율 1/2

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2015.09.01 ~ 2018.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016-916374

부처명 한국연구재단

연구관리전문기관 (재)경남테크노파크

연구사업명 지역혁신 창의 인력양성사업

연구과제명 자동차 전장품에 고효율화 및 고신뢰성 설계 기술 개발

기 여 율 1/2

주관기관 창원대학교 산학협력단

연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

방향성 결정립을 가지는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 결정립의 평균 종횡비가 3~12인 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 3

제1항에 있어서, 총 중량에 대해서 알루미늄 3~5wt%, 구리 2~5wt%가 포함되는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 4

제1항에 있어서, 경도가 60~150 Hv, 인장강도가 240~400 MPa인 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 5

제1항에 있어서, 연신율이 5~45%인 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 방향성 결정립이 일방향 응고 또는 연속주조 방식에 의해 얻어지는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 일방향 응고는 450 ~ 700℃인 용탕에서 1 ~ 500 μ m/초의 일방향 성장 속도로 이루어지는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 일방향 응고에 의해 봉 형상으로 응고된 후에 판재, 선재, 또는 봉재로 추가 가공되어 얻어지는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금.

청구항 9

주조방식을 통하여 아연-알루미늄 모합금을 얻는 단계; 및

상기 아연-알루미늄 모합금을 재용해하여 450 ~ 700℃인 용탕에서 1 ~ 500 μ m/초의 일방향 성장 속도로 일방향 응고시켜 조직이 방향성을 갖도록 성장시키는 단계;를 포함하여, 결정립의 평균 종횡비가 3~12인 아연-알루미늄 합금을 얻는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 용탕이 비활성 가스 분위기 하에 놓이는 것을 특징으로 하는 아연-알루미늄 합금 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 아연-알루미늄 합금 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 특히 일방향 응고 내지 연속주조 방식에 의하여 방향성 결정립을 갖는 아연-아연 알루미늄 합금 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 아연-알루미늄 합금은 낮은 가격, 낮은 용점을 가진 다이캐스팅 합금으로, 주로 전자산업, 운송업, 건설업 등의 소형 구조재료로 사용된다. 그러나 다른 구조재료에 비하여 상대적으로 강도가 낮고 취성파괴가 쉽게 일어나기 때문에 용도가 제한될 수밖에 없다.

[0003] 따라서 아연-알루미늄 합금의 기계적 강도와 연성(가공성)을 향상시키는 것은 매우 중요하나 금속재료의 기계적 강도와 연성은 서로 상반된 특성을 가져서 이들을 동시에 향상시키는 것은 매우 힘들다.

[0004] 이와 같은 이유로 합금설계, 공정개선 등의 방법을 통해 아연-알루미늄 합금의 기계적 강도와 연성을 동시에 향상시키는 연구가 많이 진행되고 있으며, 그 필요성 또한 크게 요구되고 있다.

[0005] 종래에는 일반적인 다이캐스팅(die casting) 방법으로 아연-알루미늄 합금을 제조하였기에 위와 같은 한계를 벗어나지 못하였다. 이러한 아연-알루미늄 다이캐스팅 합금에 대해서는 대한민국 등록특허 제10-0961081호(2010.06.08.공고)에 개시된 바 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0961081호(2010.06.08.공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 일방향 응고 내지 연속주조를 통하여 결정립이 방향성을 가지도록 함으로써 경도, 인장강도, 연성 등과 같은 기계적 특성이 향상되는 아연-알루미늄 합금 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 아연-알루미늄 합금은, 방향성 결정립을 가지는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 결정립의 평균 종횡비는 3~12인 것이 바람직하다.

[0010] 본 발명에 따른 아연-알루미늄 합금은 총 중량에 대해서 알루미늄 3~5wt%, 구리 2~5wt% 가 포함되는 것이 바람직하다.

[0011] 본 발명에 따른 아연-알루미늄 합금은 경도 60~150 Hv, 인장강도 240~400 MPa, 연신율 5~45%의 특징을 갖는다.

[0012] 본 발명에 따른 아연-알루미늄 합금은 상기 방향성 결정립이 일방향 응고 또는 연속주조 방식에 의해 얻어지는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 일방향 응고는 450 ~ 700℃ 인 용탕에서 1 ~ 500 μ m/초의 일방향 성장 속도로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0014] 본 발명에 따른 아연-알루미늄 합금은 상기 일방향 응고에 의해 봉 형상으로 응고된 후에 판재, 선재, 또는 봉 재료로 추가 가공될 수 있다.

[0015] 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 아연-알루미늄 합금 제조방법은,

- [0016] 주조방식을 통하여 아연-알루미늄 합금을 얻는 단계; 및
- [0017] 상기 아연-알루미늄 합금을 재용해하여 450 ~ 700℃인 용탕에서 1 ~ 500 μ m/초의 일방향 성장 속도로 일방향 응고시켜 조직이 방향성을 갖도록 성장시키는 단계;를 포함하여, 결정립의 평균 종횡비가 3~12인 것을 특징으로 한다.
- [0018] 상기 용탕은 비활성 가스 분위기 하에 놓이는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 의하면, 일방향 응고 내지 연속주조에 의하여 결정립 및 석출물이 방향성을 가지게 되어 경도, 인장강도, 연신율과 같은 기계적 특성이 향상된다. 구리를 첨가하면 이러한 효과가 더욱 뛰어나게 된다.
- [0020] 특히, 서로 상반된 특성을 가져서 동시에 향상시키기 어려운 인장강도와 연성이 함께 향상된다는 점에서 큰 의의가 있다.
- [0021] 뿐만 아니라 일반 주조 아연-알루미늄 합금을 선재, 판재, 봉재 등 여러 형태로 추가 가공하는 경우에 비하여, 본 발명에 따라 방향성 결정립을 갖는 아연-알루미늄 합금을 추가 가공하는 경우에 인장강도와 연신율이 더 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 일방향 응고에 사용되는 일방향 응고 장비(1)를 설명하기 위한 도면;
- 도 2는 일반 주조에 의해 제조된 아연-알루미늄 합금의 미세조직 사진;
- 도 3은 본 발명에 따른 일방향 응고 아연-알루미늄 합금의 미세조직 사진;
- 도 4는 일방향 응고된 봉 형상의 아연-알루미늄 합금을 추가 가공한 경우에 대한 기계적 특성 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 아래의 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되는 것으로 해석되지는 안 된다.
- [0024] 방향성 결정립을 가지는 아연-알루미늄 합금(100)의 제조
- [0025] 1. 일반 주조
- [0026] 아연-알루미늄 합금 1 내지 7을 조성에 맞추어 편광한 후 고주파 유도 용해로를 이용하여 3kg씩 주조한다. 이후 잉곳에서 길이 100mm, 직경 4.7mm의 봉재로 가공한다. 아연-알루미늄 합금 1 내지 7의 성분 함량은 아래의 표 1과 같다.

표 1

구분	성분 및 함량(wt%)				
	Zn	Al	Cu	Mg	Fe
합금 1	95	5	-	-	-
합금 2	94.9	5	0.1	-	-
합금 3	93	5	2		
합금 4	92	3	5		
합금 5	92.89	5	2	0.01	0.1
합금 6	92.9	5	2	0.05	0.05
합금 7	92.89	5	2	0.1	0.01

- [0028] 2. 일방향 응고

[0029] 일방향 응고 장비(1)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 로(10)가 상하이송장치(90)에 의해 위 아래로 이동할 수 있도록 설치된다. 로(10)의 가운데 부분에는 알루미늄아 파이프(30)가 설치되며, 알루미늄아 파이프(30)를 가열할 수 있도록 알루미늄아 파이프(30)의 외측 둘레에 발열체(40)가 설치된다. 알루미늄아 파이프(30)의 아랫부분에는 냉각수(51)가 흐르는 냉각부(50)가 설치된다.

[0030] 알루미늄아 파이프(30) 안에는 알루미늄아 튜브(20)가 끼워진다. 알루미늄아 튜브(20)는 외경 8mm, 내경 5mm, 길이 700mm의 크기를 갖으며, 밀단이 막혀 있다. 알루미늄아 튜브(20)의 내부가 아르곤(Ar) 등과 같은 비활성 기체 분위기로 유지될 수 있도록 알루미늄아 튜브(20)의 윗단에는 가스주입부(80)가 설치된다. 알루미늄아 튜브(20)의 바닥에는 지지바(60, support rod)가 설치된다.

[0031] 일방향 응고 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0032] 먼저, 알루미늄아 튜브(20)의 밀단을 밀봉시키고 알루미늄아 튜브(20)의 바닥쪽에 지지바(60)를 장입한 후에, 앞서와 같이 일반 주조를 통해 제조된 붕재(아연-알루미늄 합금)를 알루미늄아 튜브(20) 내에 장입한다.

[0033] 다음에, 알루미늄아 튜브(20)를 가스주입구(80)에 고정시킨 후, 이렇게 고정된 알루미늄아 튜브(20)를 로(10) 내부의 알루미늄아 파이프(30) 안으로 장입시킨다.

[0034] 이어서, 발열체(40)를 통하여 알루미늄아 튜브(20)를 가열하여 붕재(아연-알루미늄 합금)를 재용해시켜 용탕(70)을 만든 다음에, 알루미늄아 튜브(20)는 가만히 둔 상태에서 상하이송장치(90)를 통하여 로(10)를 위로 일방향 이동시킨다. 그러면 이 과정에서 일방향 응고에 의해 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)이 얻어진다.

[0035] 이 때, 용탕(70)의 산화를 방지하기 위하여 알루미늄아 튜브(20) 내부는 비활성 기체 분위기가 되도록 하는 것이 바람직하고, 결정립의 평균 종횡비가 3~12 정도 되도록 하기 위해서 450 ~ 700℃인 용탕(70)에서 1 ~ 500 μ m/초의 속도로 일방향 응고가 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

[0036] 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)은 초기 위치에서 60mm까지 성장시킨 후 수냉하여 붕 형상으로 얻어졌다.

[0037] 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)의 기계적 특성 측정

[0038] 아래의 표 2는 일반 주조에 의해 제조된 아연-알루미늄 합금과 본 발명에 따른 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)에 대한 경도 측정 결과를 나타낸 것이다. 경도측정은 하중 100gf, 하중인가시간 10초의 조건하에서 이루어졌다.

[0039]

표 2

구분	경도(Hv)		일방향 응고 후 경도 증가량
	일반 주조 후	일방향 응고 후	
합금 1	65.5	75.9	+ 10.4
합금 2	86.2	88.5	+ 2.3
합금 3	94.5	99.1	+ 4.6
합금 4	126.6	127.7	+ 1.1
합금 5	107.3	110.6	+ 3.3
합금 6	110.8	113.1	+ 2.3
합금 7	105.0	106.3	+ 1.3

[0041] 아래의 표 3은 일반 주조에 의해 제조된 아연-알루미늄 합금과 본 발명에 따른 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)에 대한 인장강도 측정 결과를 나타낸 것이다.

[0042]

표 3

구분	인장강도(MPa)		일방향 응고 후 인장강도 증가량
	일반 주조 후	일방향 응고 후	
합금 1	170.97	270.02	+ 99.05
합금 3	214.40	330.20	+ 115.8

[0044] 아래의 표 4는 일반 주조에 의해 제조된 아연-알루미늄 합금과 본 발명에 따른 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)에 대한 연신율 측정 결과를 나타낸 것이다. 인장강도 및 연신률과 같은 인장특성 평가는 인장속도 2mm/min의 조건하에서 이루어졌다.

[0045]

표 4

[0046]

구분	연신율(%)		일방향 응고 후 인장강도 증가량
	일반 주조 후	일방향 응고 후	
합금 1	0.88	1.57	+ 0.69
합금 3	1.16	5.94	+ 4.78

[0047]상기의 표 2 내지 표 4를 살펴볼 때, 일반 주조에 비하여 일방향 응고 후에 경도, 인장강도, 연신율이 모두 향상되었음을 알 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 인장강도와 연성은 서로 상반된 특성을 가져서 이를 동시에 향상시키기 어려우나, 본 발명의 경우 이들이 동시에 향상되는 효과를 얻을 수 있다는 점에서 큰 의의가 있다.

[0048]표 3과 표 4의 인장특성을 살펴보면 합금 1에 비하여 합금 3의 인장강도 및 연신율이 좋은 것을 알 수 있는데, 이는 아연-알루미늄 합금에 구리가 첨가될 경우 아연-알루미늄 기재의 입계(grain boundary)에 Zn-Cu 고용체로 구성된 미립자 ε 상이 석출되어 이로 인해 인장강도 및 연신율 특성이 향상되는 것으로 보인다.

[0049]일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)의 미세조직

[0050]도 2는 일반 주조에 의해 제조된 아연-알루미늄 합금의 미세조직 사진이고, 도 3은 본 발명에 따른 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)의 미세조직 사진이다.

[0051]아래의 표 5는 이들 이미지를 토대로 하여 측정된 평균 결정립 종횡비를 정리한 것이다. 이 때 분석 이미지의 크기는 가로 1150 μ m, 세로 850 μ m 이었다

[0052]

표 5

[0053]

구분	평균 결정립 종횡비						
	합금 1	합금 2	합금 3	합금 4	합금 5	합금 6	합금 7
일반 주조후	1.10	1.33	1.16	2.08	1.16	1.30	1.01
일방향 응고 후	6.35	9.43	3.65	5.51	6.30	11.82	8.85

[0054]상기 표 5에서 알 수 있듯이 일방향 응고 후 결정립 종횡비가 적어도 3.65로서 일반 주조의 경우보다 더 큼을 알 수 있다.

[0055]일방향 응고는 재료를 연속적으로 응고시키는 방법이기 때문에, 열의 흐름이 액상에서 고상으로 진행될 때 응고된 조직된 조직이 방향성을 갖게 된다. 본 발명에서와 같이 일방향 응고시키면 합금의 결정입자(grain) 및 석출물이 이와 같이 일방향으로 배열되어 인장강도 및 연신율 특성이 향상되는 것으로 보인다.

[0056]연속주조 또한 일방향 응고와 본질적으로 같은 원리로 조직의 방향성을 갖게 하기 때문에, 일방향 응고와 연속주조는 같은 맥락이라 볼 수 있다.

[0057]일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)의 추가 성형가공

[0058]앞서와 같이 봉 형상으로 일방향 응고된 아연-알루미늄 합금(100)은 추가 가공을 통하여 선재, 판재, 봉재 등 다양한 형태로 재가공될 수 있다.

[0059]아래의 표 6은 일반 주조 및 일방향 응고된 봉 형상의 합금 3을 30%, 50%, 80% 인발(drawing)하였을 때의 기계적 특성을 측정한 결과표이고, 도 4는 이를 도식화 한 그래프이다.

표 6

합금 3												
단면적 감소율	0%			30%			50%			80%		
주조 방법	일반 주조	일방향 응고	일방향 응고 후 증가량	일반 주조	일방향 응고	일방향 응고 후 증가량	일반 주조	일방향 응고	일방향 응고 후 증가량	일반 주조	일방향 응고	일방향 응고 후 증가량
경도 (Hv)	65.5	94.5	+29	120.7	112.5	-8.2	92.3	91.9	-0.4	68.5	65.3	-3.2
인장 강도 (Mpa)	214.4	330.2	+116	340.0	351.7	+11.7	251.4	347.1	+95.7	177.0	246.4	+69.4
연신율 (%)	1.16	5.94	+4.78	2.12	25.2	+23.1	9.74	12.32	+2.58	2.58	42.86	+40.3

도 4 및 도 6에서 알 수 있듯이 일반 주조 아연-알루미늄 합금을 추가 성형하는 경우에 비하여 일방향 응고 아연-알루미늄 합금(100)을 추가 성형하는 경우에 인장강도와 연신율이 향상도가 더 뛰어남을 알 수 있다.

본 발명에 의하면, 일방향 응고 내지 연속주조에 의하여 결정립 및 석출물이 방향성을 가지게 되어 경도, 인장 강도, 연신율과 같은 기계적 특성이 향상된다. 구리를 첨가하면 이러한 효과가 더욱 뛰어나게 된다.

특히, 서로 상반된 특성을 가져서 동시에 향상시키기 어려운 인장강도와 연성이 함께 향상된다는 점에서 큰 의미가 있다.

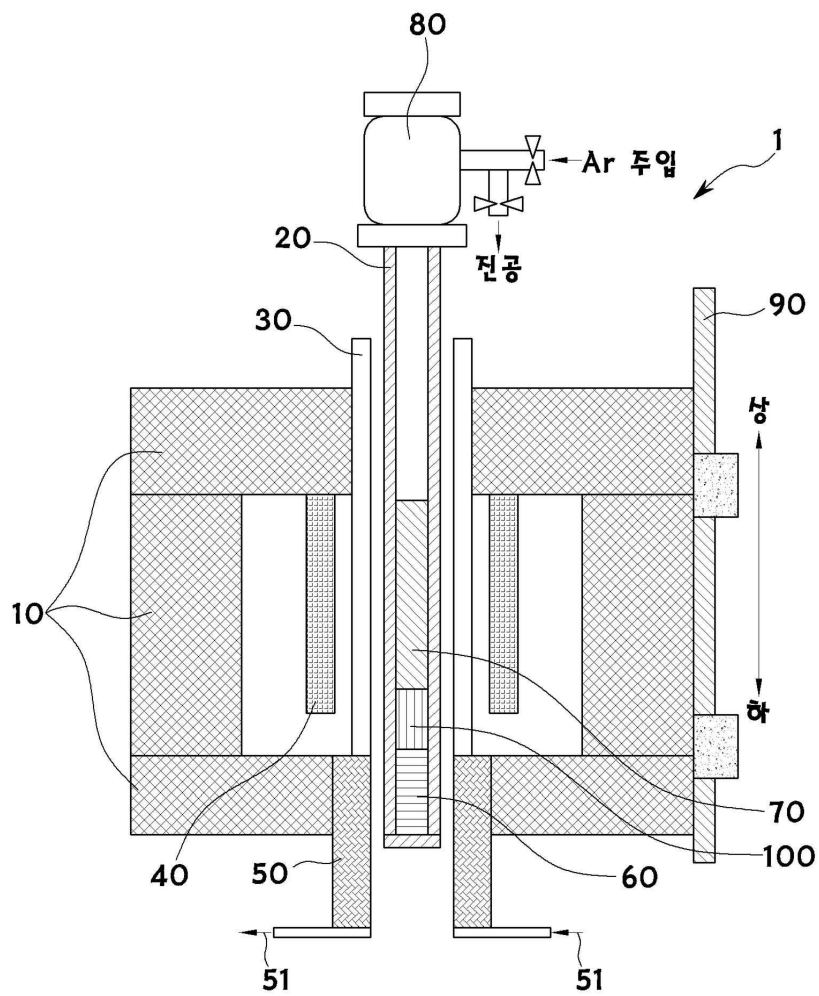
뿐만 아니라 일반 주조 아연-알루미늄 합금을 선재, 판재, 봉재 등 여러 형태로 추가 가공하는 경우에 비하여, 본 발명에 따라 방향성 결정립을 갖는 아연-알루미늄 합금을 추가 가공하는 경우에 인장강도와 연신율이 더 향상된다.

부호의 설명

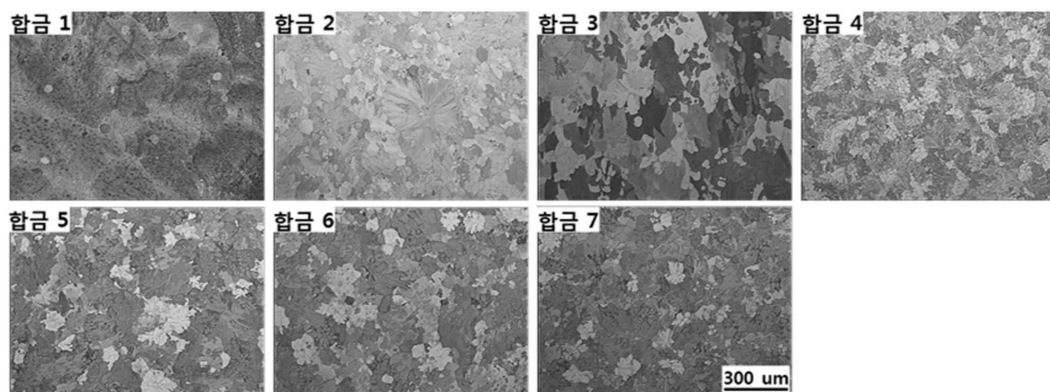
- | | |
|--------------|--------------|
| 1: 일방향 응고 장비 | 10: 로 |
| 20: 알루미늄 튜브 | 30: 알루미늄 파이프 |
| 40: 발열체 | 50: 냉각부 |
| 51: 냉각수 | 60: 지지바 |
| 80: 가스주입부 | 90: 상하이송장치 |

도면

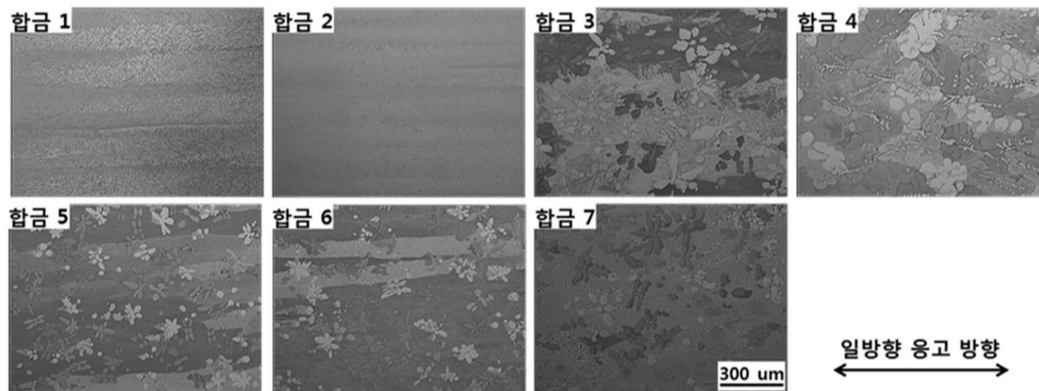
도면1



도면2



도면3



도면4

