



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년01월15일
(11) 등록번호 10-0937226
(24) 등록일자 2010년01월08일

(51) Int. Cl.
B21C 23/00 (2006.01) B21C 29/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0003798
(22) 출원일자 2008년01월14일
심사청구일자 2008년01월14일
(65) 공개번호 10-2009-0078039
(43) 공개일자 2009년07월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR100391760 B1*
JP09085409 A*
KR1020070075285 A
KR1020050022548 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국생산기술연구원
충청남도 천안시 서북구 입장면 홍천리 35-3
(72) 발명자
김세광
서울특별시 금천구 시흥동 벽산1단지 아파트 112동 1903호
윤영욱
인천광역시 남구 학익동 영남들국화 아파트 3동 402호
(74) 대리인
서경민, 서만규

전체 청구항 수 : 총 3 항

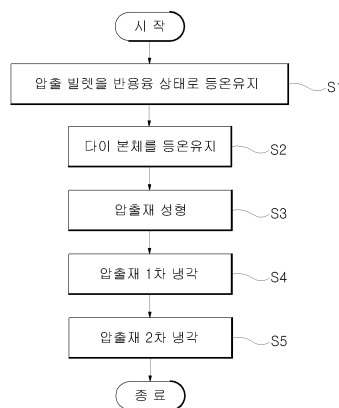
심사관 : 이내영

(54) 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법

(57) 요약

본 발명은 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법에 관한 것으로서 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 반응용 압출 장치의 컨테이너 내에 고액공존영역인 반응용 상태로 등은 유지시키는 단계와, 상기 반응용 상태의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 압출 성형하는 다이 본체의 온도를 등은 유지시키는 단계와, 상기 반응용 상태의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 상기 다이 본체 내에서 가압 압출하여 압출재를 성형하는 단계와, 상기 압출 성형되는 압출재를 냉각하는 단계를 포함한다. 따라서, 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 압출성(extrudability)을 향상시켜 생산성을 향상시킬 수 있으며, 또한, 압출 방향으로 연신 및 축대칭 현상을 제어하여 압출재가 등방성의 입자를 가지므로 강도를 향상시킬 수 있고, 마그네슘 또는 마그네슘 합금에 산화칼슘(CaO)을 첨가하여 발화온도를 향상시켜 반응용 압출시 SF₆ 등이 보호가스를 사용하지 않거나 억제할 수 있다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 압출 빌렛을 반응용 압출 장치의 컨테이너 내에서 고액공존영역인 반응용 상태로 등온 유지시키는 단계;

상기 반응용 상태의 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 압출 빌렛을 압출 성형하는 다이 본체의 온도를 등온 유지시키는 단계;

상기 반응용 상태의 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 압출 빌렛을 상기 다이 본체 내에서 가압 압출하여 압출재를 성형하는 단계; 및,

상기 압출 성형되는 압출재를 냉각하는 단계를 포함하고,

상기 냉각 단계는 상기 다이 본체의 후단에 설치된 다이 본체 지지대에서 1차로 냉각 가스 또는 냉각수를 이용하여 냉각하고, 이어서 상기 다이 본체 지지대의 후단에 설치된 냉각 장치에서 2차로 냉각 가스를 이용하여 냉각함을 특징으로 하는 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 마그네슘 합금은 상기 산화칼슘이 0.001 ~ 30wt.% 첨가되어 제조됨을 특징으로 하는 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 압출 빌렛을 반응용 압출 장치의 컨테이너 내에서 고액공존영역인 반응용 상태로 등온 유지시키는 단계는 상기 압출 빌렛을 590 ~ 630℃의 온도로 가열하여 고액공존영역인 반응용 상태로 등온 유지시켜 이루어짐을 특징으로 하는 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법에 관한 것으로서, 특히, 발화 특성을 개선하여 반응용 압출시 보호 가스 없이 반응용 압출(thixoextrusion)할 수 있는 산화칼슘이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 마그네슘 및 마그네슘 합금은 다른 금속에 비해 매우 가벼우면서도 높은 비강도를 갖는다. 그러므로, 최근에는 자동차, 항공기, 고속전철 등 수송 산업 분야에서의 연료의 절약 및 환경오염의 문제 등으로 인하여 자동차의 경량화에 대한 중요성이 크게 부각되고 있으며 또한 휴대용 전자제품의 경량화를 위해 마그네슘 및 마그네슘 합금의 사용이 증가되고 있다.

<3> 마그네슘 또는 마그네슘 합금을 이용하여 부품을 제조하기 위한 공정에서 마그네슘 또는 마그네슘 합금은 용탕에서 쉽게 발화되는 특성을 가지고 있으므로 반응용 압출 공정 중 압출 빌렛이 고액공존 영역에서 등온 유지시 및 압출시에도 발화된다.

- <4> 따라서, 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 발화를 방지하기 위해 용제(Flux) 또는 보호가스가 사용되고 있다.
- <5> 상기에서 보호가스는 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 용탕 표면 산화막의 치밀화 및 특성 변화 등에 의하여 발화를 억제하는 효과를 갖는 것으로 SO₂, CO₂, 비활성기체, SF₆, 프레온 가스, Novec™612 또는 이들의 혼합 가스 등이 사용되고 있다.
- <6> 그러나, 보호가스로 이용되는 SO₂ 가스는 인체에 유해할 뿐만 아니라 철제 장비를 부식시켜 장비의 수명을 단축시키므로 사용에 제한이 되고 있다. 또한, SF₆ 가스, 이산화탄소 및 프레온 가스는 온실효과를 초래하는 온실기체로 지구 온난화의 원인으로 작용되고 있다. 특히, SF₆ 가스는 지구온난화지수(GWP : Global Warming Potential)가 23,900로 매우 커 온실가스로 분류되고 있는 가스 중 가장 악영향을 미치는 가스일 뿐만 아니라 3,200년 정도의 오랜 기간 동안 분해되지 않고 대기 중에 잔존하므로 방출되는 양이 작더라도 오랜 기간 누적되므로 지구 온난화에 엄청난 영향을 주고 있다.
- <7> 따라서, 지구온난화를 억제할 수 있는 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 발화 억제 방법으로는 첨가원소를 이용하여 마그네슘 또는 마그네슘 합금 자체의 산화를 근본적으로 억제하며, 이를 통하여 보호가스를 사용하지 않거나 극단적으로 줄이면서 합금 자체의 난연성을 도모하여 공정 및 사용중의 발화를 억제하는 것이 요구되었다.
- <8> 따라서, 종래에는 마그네슘 또는 마그네슘 합금은 칼슘(Ca) 등을 첨가하고 주조하거나, 반응용 압출하거나, 또는, 열간 압출하여 부품을 제조하였다.
- <9> 상기에서 마그네슘 또는 마그네슘 합금에 칼슘(Ca) 등을 첨가하면 주조시 보호가스를 사용하지 않아도 용탕의 산화 및 발화를 억제할 수 있다.
- <10> 또한, 마그네슘 또는 마그네슘 합금을 열간 압출하면 한 번의 변형으로 정밀도가 높고 복잡한 형상의 제품을 만들 수 있으므로 제품 생산 원가의 측면에서 매우 유리하다.
- <11> 그러나, 칼슘 등이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘 합금은 가격이 비싸고 대기 중에서 다루기가 쉽지 않아 작업성이 저하될 뿐만 아니라 기계적 성질과 내식성이 저하되는 문제점이 있었다.
- <12> 또한, 마그네슘 또는 마그네슘 합금을 반응용 압출에 의해 성형할 때 고액공존 영역에서 등온 유지시 또는 반응용 압출시 발화되는 것을 방지하기 위해 보호 가스를 사용해야 하는 문제점이 있다.
- <13> 그리고, 마그네슘 및 마그네슘 합금은 열간 압출 방법에 의해 성형할 때 초기 압출 압력이 증가되어 큰 하중으로 가압하여야 하므로 압출성(extrudability)이 저하되어 생산성이 저하될 뿐만 아니라 압출 방향으로 불균형 구조를 갖는 주상형 입자(elongated grains)를 가지므로 압출재의 강도가 저하되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <14> 따라서, 본 발명의 목적은 재료가 저렴하고 대기 중에서 다룰 수 있어 작업성 뿐만 아니라 기계적 성질 및 내식성이 저하되는 것을 방지할 수 있는 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법을 제공함에 있다.
- <15> 본 발명의 다른 목적은 반응용 압출시 보호 가스를 사용하지 않으면서 발화되는 것을 방지할 수 있는 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법을 제공함에 있다.
- <16> 본 발명의 또 다른 목적은 초기 압출압력을 감소시켜 적은 하중(적은 동력)으로 가압 또는 성형 가능한 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법을 제공함에 있다.
- <17> 압출시 압출재가 연신되는 것을 제어하고 축대칭(axisymmetry)을 이루어 입자가 등방성을 갖도록 하여 압출재의 강도를 향상시킬 수 있는 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법을 제공함에 있다.
- <18> 본 발명의 다른 목적은 초기 압출 압력을 감소시켜 압출성을 증가시켜 생산성을 향상시킬 수 있는 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법을 제공함에 있다.
- <19> 본 발명의 또 다른 목적은 압출 방향으로 연신(elongation) 및 축대칭(axisymmetry) 현상을 제어하여 등방성의 입자를 갖도록 하여 압출재의 강도를 향상시킬 수 있는 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응

용 압출 방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

- <20> 상기 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따른 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 제조된 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법은 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 반응용 압출 장치의 컨테이너 내에 고액공존영역인 반응용 상태로 등은 유지시키는 단계와, 상기 반응용 상태의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 압출 성형하는 다이 본체의 온도를 등은 유지시키는 단계와, 상기 반응용 상태의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 상기 다이 본체 내에서 가압 압출하여 압출재를 성형하는 단계와, 상기 압출 성형되는 압출재를 냉각하는 단계를 포함한다.
- <21> 상기에서 마그네슘 합금은 마그네슘을 포함하고 산화칼슘(CaO)이 0.001 ~ 30wt.% 첨가된다.
- <22> 상기에서 압출 빌렛을 상기 컨테이너 내에서 보호 가스를 사용하면서 고액공존영역인 반응용 상태로 등은 유지시킨다.
- <23> 상기에서 압출 빌렛을 상기 다이 본체 내에서 보호 가스를 사용하면서 가압 압출한다.
- <24> 상기에서 압출 빌렛을 590 ~ 630℃의 온도로 가열하여 고액공존영역인 반응용 상태로 등은 유지시킨다.
- <25> 상기에서 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 외부의 장치에서 고액공존영역의 온도로 가열된 상태에서 상기 컨테이너에 투입하거나, 또는, 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛을 상기 컨테이너에서 고액공존영역의 온도로 가열하고 등은 유지시킨다.
- <26> 상기에서 다이 본체를 유체를 순환 유동시켜 100 ~ 600℃의 온도로 등은 유지시킨다.
- <27> 상기에서 압출 성형되는 압출재를 냉각하는 단계는 상기 다이 본체에서 압출 성형되는 압출재를 산화 방지 및 냉각하기 위해 냉각가스 또는 냉각수로 냉각하는 1차 냉각과, 상기 1차 냉각된 압출재를 냉각 장치에서 유출되는 냉각 가스에 의해 냉각하는 2차 냉각을 포함한다.

효과

- <28> 따라서, 본 발명은 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 압출성(extrudability)을 향상시켜 생산성을 향상시킬 수 있으며, 또한, 압출 방향으로 연신 및 축대칭 현상을 제어하여 압출재가 등방성의 입자를 가지므로 강도를 향상시킬 수 있는 이점이 있다. 그리고, 마그네슘 또는 마그네슘 합금에 산화칼슘(CaO)을 첨가하여 발화온도를 향상시켜 반응용 압출시 SF₆ 등이 보호가스를 사용하지 않거나 억제할 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <29> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 상세하게 설명한다.
- <30> 도 1은 본 발명에 따른 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘 합금을 압출하는 반응용 압출 장치 개략도이고, 도 2는 도 1의 요부 단면도이며, 도 3은 도 1의 다이 본체와 다이 링 및 다이평형지지대의 결합 사시도이고, 도 4는 도 3의 분해 사시도이다.
- <31> 상기에서 개시된 반응용 압출 장치는 본 출원인이 2006년 8월 17일자로 특허출원 제 06-77819 호(발명의 명칭 : 반응용 압출 장치 및 반응용 압출 방법)로 출원되었다.
- <32> 상기 도면들에 도시된 반응용 압출 장치는 외관을 형성하며 내부에 가열장치(112)가 구비된 중공의 제 1관통홀(111)이 형성된 컨테이너(110)와, 상기 컨테이너(110)의 제 1관통홀(111)에 삽입되어 컨테이너(110)의 후면에서 마그네슘 또는 마그네슘 합금, 바람직하게 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 압출 빌렛(billet)(200)을 압축하기 위한 스템(stem)(120)과, 상기 컨테이너(110)의 전면에 결합하며 내부에 상기 컨테이너(110)의 제 1관통홀(111)보다 지름이 작은 중공의 제 2관통홀(141)이 형성된 다이 본체(140)와, 상기 다이 본체(140)의 전면에 위치하여 다이 본체(140)의 길이 방향의 열 변형을 방지하기 위한 다이 본체 지지대(150) 및 상기 다이 본체 지지대(150)의 전면에 결합하는 다이평형지지대(160)와, 상기 다이 본체(140) 및 다이 본체 지지대(150)의 외관을 둘러싸고 다이 본체(140)의 원주 방향의 열 변형을 방지하기 위한 다이 링(130)과, 상기 다이 본체 지지대(150)의 전면에 결합하며 상기 압출 빌렛(200)이 압출되어 형성되는 고온의 압출재(210)를 냉각시키기 위한 냉각 가스를 유출하는 냉각장치(170)로 이루어진다.

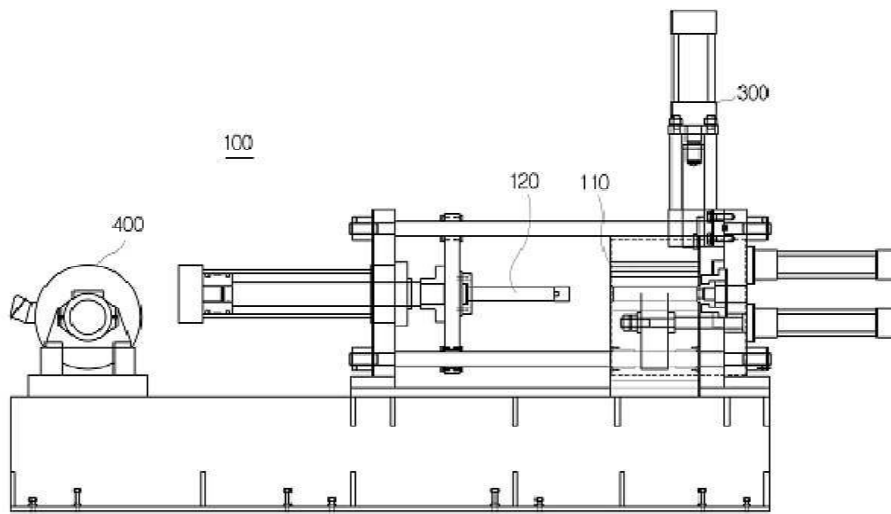
- <33> 도면중 미설명부호 300은 상기 압출 빌렛(billet)(200)과 이 압출 빌렛(billet)(200)이 압출되어 형성된 압출재(210)의 절단을 위한 절단장치이고, 400은 압출장치(100)를 구동하기 위한 구동장치이다.
- <34> 상술한 구성의 반응용 압출장치를 더욱 상세하게 살펴보면, 상기 다이 본체(140)의 외주면에는 다이 본체(140)의 온도측정을 위한 제 1열전대삽입부(142)가 매설되어 있고, 압출공정시 압출 빌렛(billet)이 압출되어 형성되는 압출재(210)의 온도 측정을 위한 제 2열전대삽입부(143)가 그 내측으로 깊숙히 형성되어 있고, 또한 다이 본체(140)의 온도 상승 방지 및 일정하게 등은 유지시켜 주기 위한 오일 또는 냉각수로 이루어진 순환유체가 순환/유동하는 제 1유출입구(144)가 다이 본체(140)의 외주면에 형성되어 있다.
- <35> 또한, 상기 다이 링(130)의 외주면에는 상기 다이 본체(140)에 형성되는 제 1유출입구(144)와 대응하여 관통/형성되는 제 2유출입구(131), 및 상기 다이 본체(140)를 통과한 압출재(210)의 산화 방지 및 냉각을 위한 가스 또는 냉각수가 유동할 수 있는 제 3유출입구(132)가 형성된다.
- <36> 또한, 상기 다이평형지지대(160)의 외주면에는 상기 제 3유출입구(132)와 대응하여 압출재(210)의 산화 방지 및 냉각을 위한 가스 또는 냉각수가 유동할 수 있는 제 4유출입구(151)가 관통되게 형성된다.
- <37> 그러므로, 다이 본체(140) 내에서 압출 빌렛(200)이 압출 성형된 압출재(210)는 제 3유출입구(132) 및 제 4유출입구(151)에서 유출되는 냉각 가스 또는 냉각수에 의해 1차 냉각되고, 냉각장치(170)에서 유출되는 냉각 가스에 의해 2차 냉각된다.
- <38> 도 5는 본 발명에 따른 마그네슘 또는 마그네슘 합금, 바람직하게 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘의 반응용 압출 방법을 도시하는 흐름도이다. 본 발명에 따른 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 반응용 압출 방법을 도 1 내지 도 4를 참조하여 설명한다.
- <39> 단계 1(S1)을 참조하면, 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛(200)을 반응용 압출 장치의 컨테이너(110)에 투입하여 내장된 히터(112)에 의해 590 ~ 630℃의 온도로 가열하여 고액공존영역인 반응용 상태로 등을 유지시킨다. 이때, 압출 빌렛(200)을 외부에서 고액공존영역의 온도로 가열된 상태에서 고액공존영역으로 등을 유지되는 컨테이너(110) 속에 투입할 수도 있다. 상기에서 압출 빌렛(200)을 구성하는 마그네슘 또는 마그네슘 합금은 첨가된 산화칼슘(CaO)에 의해 고액공존영역인 반응용 상태에서 산화 및 발화가 억제된다.
- <40> 상기에서 압출 빌렛(200)을 컨테이너(110)에 투입된 상태에서 고액공존영역인 반응용 상태로 등을 유지시킬 때 압출 빌렛(200)이 발화되는 것을 방지하기 위해 SF₆ 등의 보호 가스를 사용할 수 있다. 그러나, 압출 빌렛(200)을 구성하는 마그네슘 또는 마그네슘 합금이 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 있어 발화 온도가 향상되므로 보호 가스의 사용을 억제하거나 사용하지 않으면서 등을 유지시키는 것도 가능하다.
- <41> 단계 2(S2)를 참조하면, 다이 본체(140)의 온도를 열전대에 의해 측정하고 그에 따라 순환 유체를 순환 유동시켜 다이 본체(140)를 100 ~ 600℃의 온도로 등을 유지시킨다. 상기에서 다이 본체(140)는 외주면에 형성된 제 1유출입구(144)에 오일 또는 냉각수 등의 순환 유체를 순환 유동시키는 것에 의해 온도가 상승되는 것이 방지되고 등을 유지된다.
- <42> 단계 3(S3)을 참조하면, 컨테이너(110) 속에 투입된 고액공존영역인 반응용 상태의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘 합금으로 형성된 압출 빌렛(200)을 다이 본체(140) 내에서 스템(120)으로 가압 압출하여 압출재(210)를 성형한다. 상기에서 압출 빌렛(200)이 고액공존영역인 반응용 상태이므로 작은 압력에 의해서도 압출되므로 압출성(extrudability)이 향상되어 생산성을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 복잡한 형상을 가지는 부품을 치수가 정밀하게 성형될 수 있다.
- <43> 상기에서 압출 빌렛(200)을 가압 압출하여 압출재(210)를 성형할 때 압출 빌렛(200)이 발화되는 것을 방지하기 위해 SF₆ 등의 보호 가스를 사용할 수 있다. 그러나, 압출 빌렛(200)을 구성하는 마그네슘 또는 마그네슘 합금이 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 있어 발화 온도가 향상되므로 보호 가스의 사용을 억제하거나 사용하지 않으면서 가압 압출할 수도 있다. 또한, 압출 빌렛(200)을 이루는 마그네슘 또는 마그네슘 합금은 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가되어 있으므로 가압 압출에 의해 성형된 압출재(210)는 등방성을 갖는 결정립 미세화(grain refinement) 구조로 제어된다.
- <44> 단계 4(S4)를 참조하면, 다이 본체(140)에서 압출 성형되는 압출재(210)를 제 3 및 제 4 유출입구(132)(151)에 냉각 가스 또는 냉각수를 유동시켜 산화를 방지하고 1차 냉각시킨다. 상기에서 압출 성형 중 압출재(210)는 다

이 본체(140)와 마찬가지로 인하여 표면 온도가 증가되는 것에 의해 산화되어 품질이 저하된다. 특히, 고열로 가열되어 고상과 액상이 공존하는 고액공존구간으로 가열된 압출 빌렛(200)의 경우 온도 제어가 정밀하지 않으면 재료의 결정입자의 크기가 균일하지 않을 뿐 아니라 단면의 불균일한 고상을 때문에 성형 중 중심 편석 및 액상 편석이 발생하여 균일한 기계적 성질을 얻을 수 없게 되나, 상기와 같은 1차 냉각에 의해 이러한 문제를 해결할 수 있다.

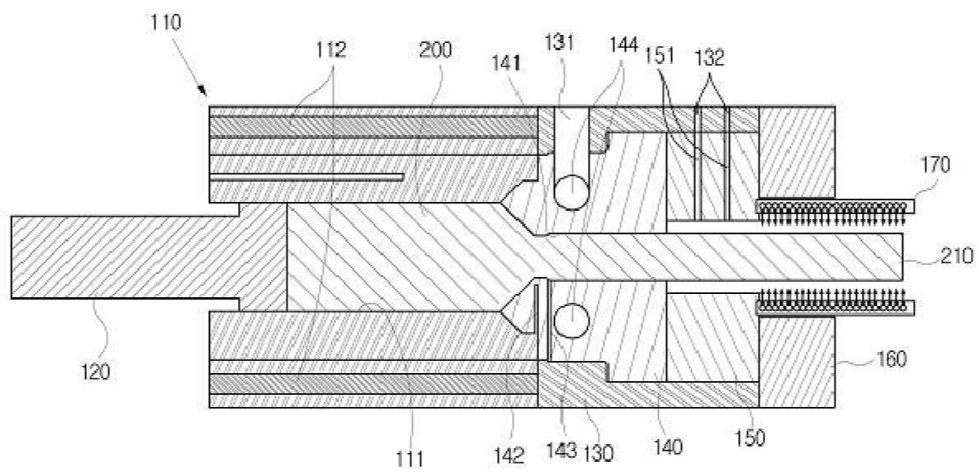
- <45> 그러므로, 제 3 및 제 4 유출입구(132)(151)에 냉각 가스 또는 냉각수를 유동시켜 압출 성형 중 압출재(210)를 1차 냉각하여 표면 온도가 증가되는 것을 방지하여 결정입자의 크기가 균일하지 않을 뿐 아니라 단면의 불균일한 고상을 때문에 성형 중 중심 편석 및 액상 편석이 발생하여 균일한 기계적 성질을 얻을 수 없는 문제를 해결한다..
- <46> 단계 5(S5)를 참조하면, 냉각장치(170)에서 냉각 가스를 분사시켜 압출 다이 본체(140)에서 1차 냉각된 압출재(210)를 2차 냉각한다. 이에 의해, 압출 성형된 압출재(210)의 고상 입자 조대화를 방지한다.
- <47> 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 산화칼슘(CaO)이 첨가된 AZ31 마그네슘합금의 대기 분위기에서 발화하는 온도를 나타내는 그래프이다.
- <48> 산화칼슘(CaO)이 첨가되지 않은 AZ31 마그네슘 합금은 반응용 압출시 고액공존영역 온도인 590 ~ 630℃ 이전 온도, 즉, 570℃에서 발화가 진행된다. 그러므로, 산화칼슘(CaO)이 첨가되지 않은 AZ31 마그네슘 합금은 반응용 압출시 발화되는 것을 방지하기 위한 보호가스가 필요하다.
- <49> 그러나, 산화칼슘(CaO)이 첨가된 AZ31 마그네슘 합금이 대기 분위기에서의 발화 온도가 향상된다. 상기에서 AZ31 마그네슘 합금은 대기 분위기에서의 발화 온도가 산화칼슘(CaO)이 0.05wt.%가 첨가되면 30℃가, 0.3wt.%가 첨가되면 40℃가 각각 증가된다. 그러므로, 산화칼슘(CaO)이 첨가된 AZ31 마그네슘 합금은 반응용 압출시 발화 온도가 크게 향상되어 보호가스 사용이 억제되거나 사용하지 않을 수도 있다.
- <50> 도 7 내지 도 9는 각각의 압출 방법으로 성형된 마그네슘 합금 압출재의 미세 구조를 나타내는 단면의 사진이다.
- <51> 상기에서 도 7은 열간 압출 성형된 마그네슘 합금 압출재를, 도 8은 반응용 압출된 마그네슘 합금 압출재를, 도 9는 반응용 압출된 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금 압출재 각각의 미세 구조 단면을 나타낸다.
- <52> 도 7은 종래 기술에 따른 열간 압출 성형된 마그네슘 합금 압출재의 미세 구조로 (a), (b) 및 (c)는 각각 중앙(center) 부분, 중간(inter) 부분 및 외곽(edge) 부분을 나타내는 것으로 압출 방향으로 불균형 구조를 갖는 연신된 입자(elongated grains)를 갖는다. 상기에서 결정립들의 연신되는 현상은 압출 방향과 그 직각 방향에 있어서 기계적 특성이 다르게 나타나기 때문에 압출재의 기계적 특성을 전체적으로 불균일하게 만드는 결과를 초래한다.
- <53> 이에 비해, 도 8의 반응용 압출된 마그네슘 합금과, 도 9의 반응용 압출된 0.001 ~ 30wt.%의 CaO가 첨가된 마그네슘 합금은 (a), (b) 및 (c) 각각의 중앙(center) 부분, 중간(inter) 부분 및 외곽(edge) 부분이 미세한 등방성 입자 구조를 가지므로 압출재의 강도가 향상된다.
- <54> 특히, 도 9의 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금은 도 8의 마그네슘 합금보다 더 미세한(finer) 구조를 갖는다. 상기에서 반응용 압출된 0.5 ~ 1wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금에 산화칼슘(CaO)이 존재하는 것에 의해 안정된 Al₂Ca 화합물을 형성하여 합금의 미세 구조를 안정시키고 결정립 미세화(grain refinement) 된다.
- <55> 도 10은 도 7 내지 도 9의 각각 압출재 단면에서의 결정립들의 종횡비를 도시하는 그래프이다.
- <56> 상기에서 종횡비는 주축과 종축 사이 영상 분석 시스템에 의해 측정되는 것으로 도 7의 열간 압출된 바의 종횡비는 대략 3 ~ 4 정도로 중앙(center) 부분, 중간(inter) 부분 및 외곽(edge) 부분 각각이 불균일하여 서로 다르다.
- <57> 이에 비해, 도 8 및 도 9의 반응용 압출된 바의 종횡비는 2 이하로 제어된다. 특히, 도 9의 반응용 압출된 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금 바의 종횡비는 중앙(center) 부분, 중간(inter) 부분 및 외곽(edge) 부분 각각이 1.5 정도로 거의 균일하다. 이는 산화칼슘(CaO)에 의해 반응용 압출된 0.001 ~ 30wt.%의 산화칼슘(CaO)이 첨가된 마그네슘 합금의 바가 등방성의 미세화 구조로 제어되면서 보호 가스의 사용

도면

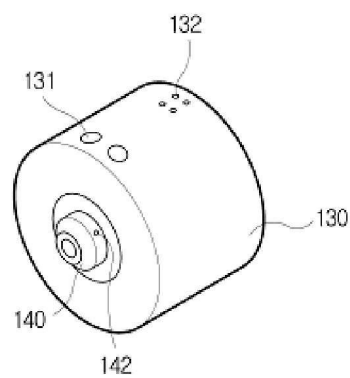
도면1



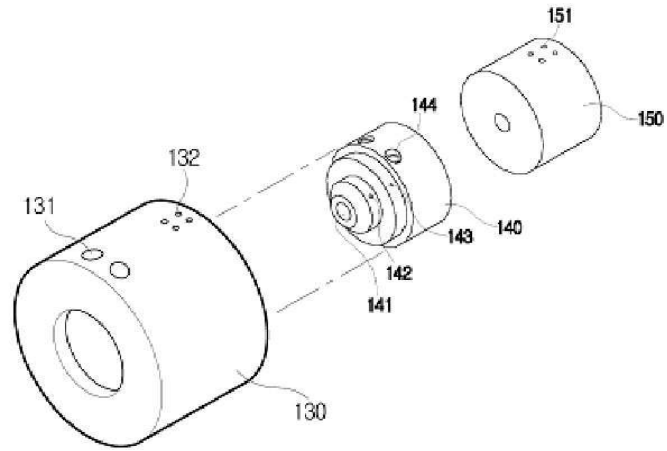
도면2



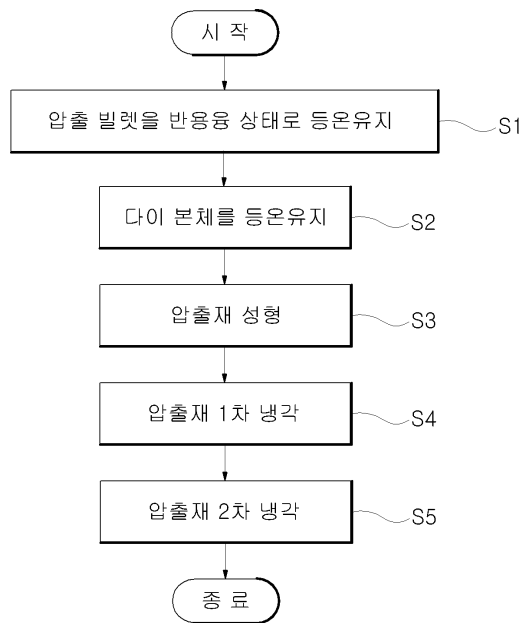
도면3



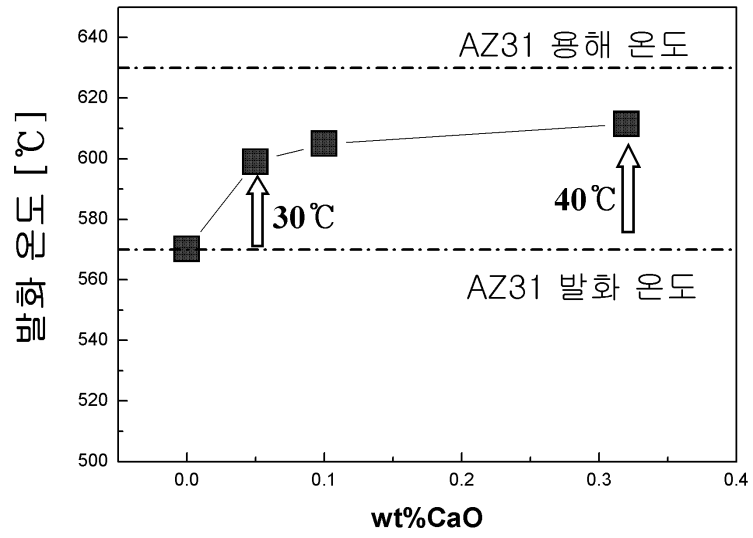
도면4



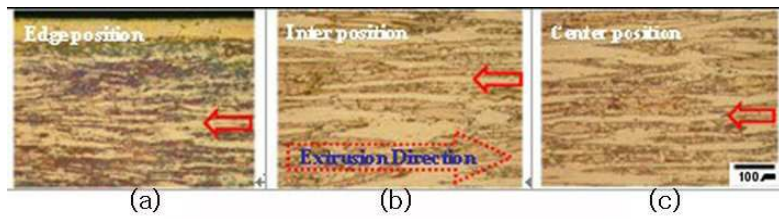
도면5



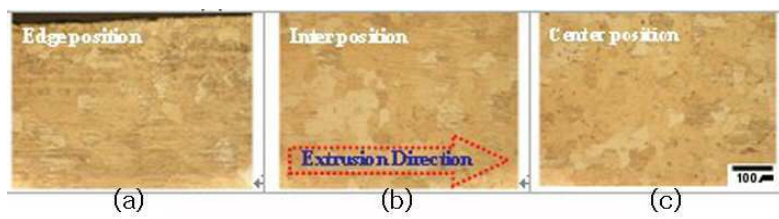
도면6



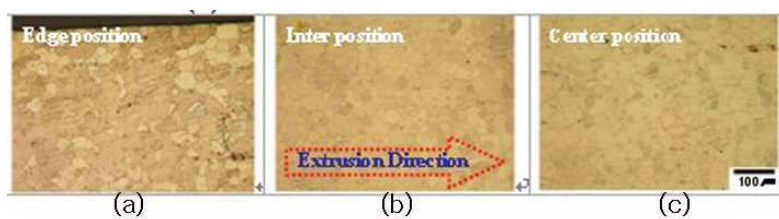
도면7



도면8



도면9



도면10

