(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0104731
(43) 공개일자 2010년09월29일

(51) Int. Cl.
C22F 1/04 (2006.01) *B22D 11/06* (2006.01)
B21B 3/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0023347
(22) 출원일자 2009년03월19일
심사청구일자 2009년03월19일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전 유성구 장동 171번지
(72) 발명자
김형욱
경상남도 창원시 성주동 102번지 한림푸르지오아파트 104동 1301호
강석봉
경상남도 창원시 반림동 현대아파트 101동 902호
임차용
경상남도 창원시 상남동 성원아파트 513동 1102호
(74) 대리인
김기문

전체 청구항 수 : 총 11 항

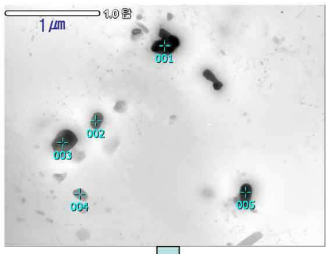
(54) 알루미늄 합금 판재 및 이의 제조방법

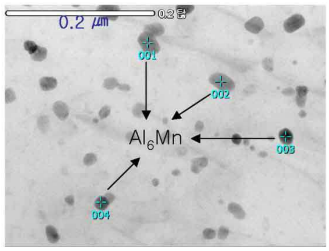
(57) 요 약

본 발명은 상용 AA5083 알루미늄 합금과 동일한 조성을 가지면서 기계적 성질이 향상되도록 한 알루미늄 합금 판재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재는, 상용 AA5083 합금과 동일한 조성을 가지며, 10㎛ 이하의 미세한 결정립과 20㎚ 이하의 미세한 Al_6Mn 상의 석출상을 갖는다. 그리고 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법은, 상용 AA5083 합금 용탕을 연속 주조하여 알루미늄 합금 판재를 만드는 판재주조단계(S100)와, 상기 알루미늄 합금 판재를 압연하는 압연단계(S200)와, 상기 냉간 압연된 알루미늄 합금 판재를 열처리하여 Al_6Mn 상의 석출상을 형성하는 열처리단계(S300)로 이루어지는 것을 특징으로 한다. 이와 같은 구성에 의하면, 저렴한 제조 비용으로 고강도 알루미늄 합금 판재를 제조 가능한 이점이 있다.

대 표 도 - 도16





	Mg	Al	Si	Mn	Fe	비고
No.1	3.15	84.44	1.42	3.06	7.94	Al-(Fe,Mn)
No.2	4.17	71.38	24.45	-	-	Si
No.3	2.57	41.86	55.57	-	-	Si
No.4	-	89.70	-	10.30	-	Al-Mn
No.5	3.98	69.19	26.83	-	-	Si

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 M20080100021
부처명 지식경제부
연구관리전문기관
연구사업명 상/조직 복합제어 고비강도화 기술
연구과제명 저비용/고강도 용탕 직접 압연기술
기여율
주관기관 재료연구소
연구기간 2008년 07월 01일 ~ 2009년 06월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

상용 AA5083 합금과 동일한 조성을 가지며, 10㎛ 이하의 결정립과 20㎚ 이하의 Al_6Mn 상의 석출상을 갖는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 판재는 339.6 MPa 이상의 인장강도(Tensile Strength)를 갖는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 판재는 260.7 MPa 이상의 항복강도(Yield Strength)를 갖는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 알루미늄 합금 판재는 23.6% 이상의 연신율(Elongation)을 갖는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재.

청구항 5

상용 AA5083 합금 용탕을 연속 주조하여 합금판재를 만드는 판재주조단계와,

상기 합금판재를 압연하는 압연단계와,

상기 압연된 합금 판재를 열처리하여 10㎛ 이하의 결정립과 20㎚ 이하의 Al_6Mn 상의 석출상을 형성하는 열처리 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 판재주조단계는,

한 쌍의 롤러와 용탕주입수단 일측에서 AA5083 합금 용탕을 안내하는 대칭 또는 비대칭 형상의 노즐이 서로 접하도록 설치하는 주입수단설치과정과,

상기 한 쌍의 롤러에 회전동력을 제공하여 서로 다른 방향으로 회전시키는 롤러회전과정과,

상기 용탕주입수단 내부에 AA5083 합금 용탕을 공급하는 용탕공급과정과,

상기 용탕주입수단에 공급된 AA5083 합금 용탕을 한 쌍의 롤러 사이에 주입하는 용탕주입과정과,

상기 한 쌍의 롤러 사이에 주입된 AA5083 합금 용탕을 가압 및 응고시키는 용탕응고과정과,

상기 용탕응고과정에서 한 쌍의 롤러에 가해지는 압하력의 변화에 따라 롤러의 회전속도를 선택적으로 가변하는 회전속도가변과정과,

상기 한 쌍의 롤러에 의해 응고되어 형성된 알루미늄 합금 판재를 인출하는 판재인출과정로 이루어지는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 회전속도가변과정은,

상기 압하력감지수단으로부터 감지된 압하력과 설정압하력의 차이가 0이 아닌 경우 제어수단에 의해 롤러의 회전속도를 선택적으로 가변하는 과정임을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 주입수단설치과정은,

상기 노즐에 구비된 주입구의 내부 바닥면이 하측의 롤러 접선과 일치 또는 아래에 평행하게 위치하도록 하는 과정임을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서, 상기 회전속도가변과정은,

상기 롤러 일측에 구비된 압하력감지수단으로 용탕에 가해지는 압하력을 감지하는 압하력감지과정과,

감지된 압하력과 설정된 압하력을 제어수단에서 비교하는 압하력비교과정과,

감지된 압하력과 설정된 압하력이 상이할 때 롤러의 회전속도를 가변하는 회전속도가변과정으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

청구항 10

제 5 항에 있어서, 상기 압연단계는,

상기 알루미늄 합금 판재를 50 내지 75%의 압하율로 압연하는 과정임을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 열처리단계는,

압연된 알루미늄 합금 판재를 400℃ 내지 450℃에서 1시간 이상 열처리하는 과정임을 특징으로 하는 알루미늄 합금 판재의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0036] 본 발명은 알루미늄 판재 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 상용 AA5083 알루미늄 합금을 연속 주조하고, 압연 및 열처리를 순차적으로 실시하여, 생산성 및 기계적 성질이 향상되도록 한 알루미늄 합금 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

[0037] 일반적으로 알루미늄 또는 마그네슘 합금을 판재 상태로 제조하기 위해서는, 슬라브 주조, 균질화처리, 면삭, 열간압연, 냉간압연, 중간열처리, 냉간압연 등의 다과정 공정을 거치게 된다.

[0038] 이로 인하여 소재의 공정단가가 매우 높은 문제점이 발생된다.

[0039] 특히 마그네슘(Mg) 함량이 합금의 중량 100wt%에 대비하여 2wt%보다 많은 Al-Mg합금이나 마그네슘 합금은 압연성이 낮아 열간 및 냉간 압연시에 중간 열처리공정이 추가로 요구된다.

[0040] 이에 따라 알루미늄 합금은 사용되어질 환경조건 및 용도에 따라 서로 다른 조성을 갖는 다양한 재료가 개발되어 있다.

[0041] 예컨대, AA5083 합금은 선박, 쌍동선 및 고속 크래프트 등의 해상 선박의 건조에 사용된다. 그러나, AA5083합금과 같은 상용 고강도 알루미늄 합금을 두께 5㎜ 이하의 판재로 제조하기 위해서는 슬라브 주조, 균질화처리, 냉간압연, 중간열처리 냉간압연등의 복잡한 공정을 거쳐야하며, 다수의 공정을 거쳐야 하기 때문에 최종 판재의 가격이 상승하게 되는 단점이 있다.

[0042] 이러한 공정 단가를 낮출 수 있는 방법으로 박판연속주조법이 개발되었다. 지금까지 박판연속주조법은 순알루미늄 계열의 박판 생산에 주로 사용되어 왔으나 최근 고강도 알루미늄 합금이나 마그네슘합금에 대한 판재 수요가 증가함에 따라 박판주조법을 적용하여 저비용으로 생산하기 위한 연구가 진행되고 있다.

[0043] 특히 쌍롤식 박판주조법의 경우 박판 주조시 최종 주조재의 두께를 1~5㎜까지 제조할 수 있고, 추가 압연공정비

용이 매우 작기 때문에 박판을 생산하는 방법 중 가장 경제적인 것으로 알려져 있다.

[0044] 일반적인 쌍롤식 박판주조기의 경우 턴디쉬에 부어진 용탕이 상하대칭인 노즐부를 거쳐 냉각롤 사이에 공급되도록 함으로써 용탕의 응고와 동시에 판재의 형태가 되도록 주조하게 된다.

[0045] 즉, 대한민국 특허청 등록특허 제0757586호에는 알루미늄-마그네슘 합금판재의 연속주조방법이 개시되어 있다.

[0046] 도 1을 참조하여 간략히 살펴보면, 동일한 지름의 쌍롤(10)이 구비되고, 쌍롤(10) 좌측에는 용탕 제조를 위한 용해로 및 도가니(13)와 상기 도가니(13)로부터 제공되는 용탕을 수용하여 쌍롤(10)의 입구로 안내하는 턴디쉬(14)를 포함하여 구성된다.

[0047] 상기 쌍롤(10)은 서로 반대방향으로 회전하여 용탕을 우측 방향으로 안내하게 되며, 이때 용탕은 쌍롤(10)이 서로 이격된 거리와 대응되는 두께로 압연되어 판재(12)를 형성하게 된다.

[0048] 상기 턴디쉬(14)는 용탕의 열에 의해 녹지 않도록 구성되며, 턴디쉬(14)의 우측단에는 노즐(15)이 구비된다. 상기 노즐(15)은 쌍롤(10)이 형성하는 좌측 외관 형상과 대응되는 형상을 가지며, 중앙을 기준으로 상/하 대칭되도록 형성된다.

[0049] 그러나 상기와 같이 구성되는 연속주조방법에는 다음과 같은 문제점이 있다.

[0050] 실제 박판 주조시의 용탕과 롤이 접촉되는 길이가 50㎜ 내외로서 매우 짧은 시간에 이루어지며, 특히 합금원소를 많이 함유하여 넓은 범위의 고액공존온도구간을 가지는 합금 용탕인 경우 건전한 판재를 얻을 수 있는 공정조건을 찾는 데에는 어려움이 있다.

[0051] 특히 AA5083 합금 판재를 연속 주조시에 롤 입구부에서 주조되는 판재의 고액계면의 형태에 따라 내부 편석이 매우 심해지는 경우도 있고, 박판 주조시 롤과 접촉하는 용탕의 응고가 불균일하게 진행되어 미세크랙이 발생되며, 반응고 상태에서 응력이 가해지게 되면 결정립계를 따라 균열이 전파되어 결국에는 표면 또는 판의 모서리부에 많은 균열이 발생되는 현상이 나타난다.

[0052] 또한, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 조건을 찾아내어 합금 판재를 제조하더라도, 추가적으로 요구되는 물성을 높이기 위해 별도의 공정, 예컨대, 압연, 열처리를 실시하게 되면 균열이 발생하게 되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0053] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 상용 AA5083 알루미늄 합금을 연속 주조하고, 압연 및 열처리를 특정 조건 하에서 순차적으로 실시하여, 생산성 및 기계적 성질이 향상되도록 한 알루미늄 합금 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

[0054] 본 발명의 다른 목적은, 용탕의 고액계면을 비대칭 형상으로 제어하여 표면균열 등의 결함이 최소화되도록 한 알루미늄 합금 및 이의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

[0055] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재는, 상용 AA5083 합금과 동일한 조성을 가지며, 10㎛ 이하의 미세한 결정립과 20㎚ 이하의 미세한 Al_6Mn 상의 석출상을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0056] 상기 알루미늄 합금 판재는 339.6 MPa 이상의 인장강도(Tensile Strength)를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0057] 상기 알루미늄 합금 판재는 260.7 MPa 이상의 항복강도(Yield Strength)를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0058] 상기 알루미늄 합금 판재는 23.6% 이상의 연신율(Elongation)을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0059] 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법은, 상용 AA5083 합금 용탕을 연속 주조하여 합금판재를 만드는 판재주조단계와, 상기 합금판재를 압연하는 압연단계와, 상기 압연된 합금 판재를 열처리하여 10㎛ 이하의 결정립과 20㎚ 이하의 Al_6Mn 상의 석출상을 형성하는 열처리단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0060] 상기 판재주조단계는, 한 쌍의 롤러와 용탕주입수단 일측에서 AA5083 합금 용탕을 안내하는 대칭 또는 비대칭 형상의 노즐이 서로 접하도록 설치하는 주입수단설치과정과, 상기 한 쌍의 롤러에 회전동력을 제공하여 서로 다른 방향으로 회전시키는 롤러회전과정과, 상기 용탕주입수단 내부에 AA5083 합금 용탕을 공급하는 용탕공급과정과, 상기 용탕주입수단에 공급된 AA5083 합금 용탕을 한 쌍의 롤러 사이에 주입하는 용탕주입과정과, 상기 한 쌍의 롤러 사이에 주입된 AA5083 합금 용탕을 가압 및 응고시키는 용탕응고과정과, 상기 용탕응고과정에서 한

쌍의 롤러에 가해지는 압하력의 변화에 따라 롤러의 회전속도를 선택적으로 가변하는 회전속도가변과정과, 상기 한 쌍의 롤러에 의해 응고되어 형성된 알루미늄 합금 판재를 인출하는 판재인출과정로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0061] 상기 회전속도가변과정은, 상기 압하력감지수단으로부터 감지된 압하력과 설정압하력의 차이가 0이 아닌 경우 제어수단에 의해 롤러의 회전속도를 선택적으로 가변하는 과정임을 특징으로 한다.

[0062] 상기 주입수단설치과정은, 상기 노즐에 구비된 주입구의 내부 바닥면이 하측의 롤러 접선과 일치 또는 아래에 평행하게 위치하도록 하는 과정임을 특징으로 한다.

[0063] 상기 회전속도가변과정은, 상기 롤러 일측에 구비된 압하력감지수단으로 용탕에 가해지는 압하력을 감지하는 압하력감지과정과, 감지된 압하력과 설정된 압하력을 제어수단에서 비교하는 압하력비교과정과, 감지된 압하력과 설정된 압하력이 상이할 때 롤러의 회전속도를 가변하는 회전속도가변과정으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0064] 상기 압연단계는, 상기 알루미늄 합금 판재를 50 내지 75%의 압하율로 압연하는 과정임을 특징으로 한다.

[0065] 상기 열처리단계는, 압연된 알루미늄 합금 판재를 400℃ 내지 450℃에서 1시간 이상 열처리하는 과정임을 특징으로 한다.

[0066] 이와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의하면, 저렴한 제조 비용으로 고강도 알루미늄 합금 판재를 제조 가능한 이점이 있다.

[0067] 이하 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법에 대해 설명한다.

[0068] 이에 앞서 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조시에 사용되는 판재 연속 주조장치(이하 '주조장치'라 칭함)의 구성을 첨부된 도 2를 참조하여 설명한다.

[0069] 도 2에는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조시 사용되는 판재 연속 주조장치의 구성을 보인 사시도가 도시되어 있다.

[0070] 도면과 같이 주조장치(100)는 상용 AA5083 합금 용탕에 압하력을 가하여 알루미늄 합금 판재(도 3의 도면부호 P)를 성형하는 압연수단(120)과, 상기 압연수단(120)의 동작을 제어하기 위한 제어수단(140)과, 재료에 열을 가하여 AA5083 합금 용탕(이하 '용탕'이라 칭함)을 형성하는 용해로(160)와, 상기 용해로(160)로부터 용탕을 제공받아 상기 압연수단(120)으로 용탕을 주입하는 용탕주입수단(180)을 포함하여 구성된다.

[0071] 상기 압연수단(120)은 프레임(122)에 의해 외관 대부분이 형성되고, 상기 프레임(122) 내측에는 동일한 크기 및 형상을 가진 한 쌍의 롤러(124)가 구비된다.

[0072] 상기 롤러(124)는 회전동력을 제공받아 서로 다른 방향으로 회전함으로써 용탕을 압연하기 위한 것으로, 이격거리가 조절 가능하도록 구성된다.

[0073] 상기 롤러(124)의 외주면에는 압하력감지수단(130)이 구비된다. 상기 압하력감지수단(130)은 롤러(124)에 가해진 압하력을 감지하기 위한 구성으로, 아래에서 설명하게 될 제어수단(140)과 연동하도록 구성된다.

[0074] 즉, 상기 압하력감지수단(130)은 롤러(124)에 가해진 압하력을 지속적으로 감지하고, 이렇게 감지된 압하력의 변화를 제어수단(140)에 제공하는 역할을 수행하여, 제어수단(140)이 선택적으로 롤러(124)의 회전속도를 제어할 수 있도록 한다.

[0075] 상기 롤러(124) 내부에는 냉각수로(도 3의 도면부호 125)가 구비된다. 상기 냉각수로(125)는 롤러(124)를 통해 상기 용탕의 열을 흡열하여 냉각하기 위한 구성으로, 방사상으로 다수개가 구비되며, 냉각수의 유량을 제어할 수 있도록 펌프와 연결됨이 바람직하다.

[0076] 따라서, 상기 롤러(124)가 회전하면서 용탕을 압연하게 되면, 상기 롤러(124)가 냉각된 상태로 용탕과 접촉하도록 함으로써 용탕의 응고를 돕게 된다.

[0077] 그리고, 상기 롤러(124)의 우측단에는 동력모터(126)가 구비된다. 상기 동력모터(126)는 전원 인가시에 회전동력을 발생하는 것으로 상기 롤러(124)와 축결합되어 이러한 회전동력을 상기 롤러(124)에 제공하게 된다.

[0078] 상기 동력모터(126)는 상기 제어수단(140)과 전기적으로 연결되어 선택적으로 회전속도가 제어된다.

[0079] 상기 제어수단(140)은 압하력감지수단(130)으로부터 제공받은 롤러(124)의 압하력을 미리 설정된 압하력과 비교하여 두 압하력이 동일하지 않을 때 상기 동력모터(126)의 회전속도를 가변하는 역할을 수행한다.

[0080] 즉, 상기 압하력감지수단(130)으로부터 감지된 압하력과 설정압하력의 차이가 "0"이 아닌 경우 상기 롤러(124)의 회전속도를 가변하게 된다. 예컨대 상기 제어수단(140)은 상기 압하력감지수단(130)으로부터 감지된 압하력이 설정압하력보다 큰 경우 상기 롤러(124)의 회전속도를 증가시켜 판재의 불량을 미연에 차단할 수 있게 된다.

[0081] 그리고, 상기 제어수단(140)에는 압연수단(120)의 동작을 조작하기 위한 다수 조작버튼(142)과 상기 압연수단(120)의 동작상태를 나타내는 표시창(144)이 구비된다.

[0082] 따라서, 사용자는 상기 조작버튼(142)을 조작하여 압연수단(120)의 동작을 제어 가능하며, 상기 압연수단(120)의 동작 상태는 표시창(144)을 통해 확인 가능하게 된다.

[0083] 상기 압연수단(120)의 좌측에는 용해로(160)가 구비된다. 상기 용해로(160)는 압연수단(120)에 의해 제조 되어질 판재(P)의 최초 재료(고체 상태의 재료)를 가열하여 용융함으로써 용탕을 형성하는 것으로, 도시되진 않았지만 상기 용해로(160)의 내부에는 재료가 투입되는 도가니와, 투입된 재료에 열을 가하는 가열체가 구비된다.

[0084] 상기 압연수단(120)의 우측에는 용탕주입수단(180)이 구비된다. 상기 용탕주입수단(180)은 용해로(160)로부터 용탕을 제공받아 상기 롤러(124) 사이로 용탕을 공급하기 위한 구성이다.

[0085] 이하에서는 상기 용탕주입수단(180)의 상세 구성을 첨부된 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한다.

[0086] 도 3 에는 본 발명에 의한 판재 연속 주조장치의 일 구성인 용탕주입수단 및 롤러의 모습을 보인 개략도가 도시되어 있고, 도 4에는 본 발명에 의한 판재 연속 주조장치의 일 구성인 용탕주입수단 및 롤러의 다른 실시예의 모습을 보인 개략도가 도시되어 있다.

[0087] 도면과 같이, 상기 용탕주입수단(180)은 우측 상부가 상방향으로 개구되고, 좌측단이 좌측으로 개구되며, 내부는 관과 같이 연통되어 용탕이 우측에서 좌측으로 이동하도록 안내하게 된다.

[0088] 이를 위해 상기 용탕주입수단(180)은 용탕이 일시적으로 보관되는 턴디쉬(182)와, 상기 턴디쉬(182)에 보관된 용탕을 상기 압연수단(120)으로 안내하는 노즐(184)을 포함하여 구성된다.

[0089] 상기 턴디쉬(182)는 내부에 용탕이 수용됨과 동시에 수용된 용탕이 좌측 방향으로 안내될 수 있도록 좌측단이 개구되며, 개구된 좌측단은 상기 노즐(184)의 우측단과 연통 형성된다.

[0090] 상기 노즐(184)은 턴디쉬(182)와 일체로 형성되며, 상기 턴디쉬(182)와 함께 고온의 용탕에 녹지 않으며 용탕의 온도를 유지시키는 재질로 형성된다.

[0091] 상기 노즐(184)의 내부에는 주입구(186)가 직사각형 종단면을 갖도록 좌/우로 천공 형성된다. 상기 주입구(186)는 턴디쉬(182) 내부에 보관된 용탕이 상기 노즐(184)을 통해 외부로 안내되도록 하는 것으로, 롤러(124)가 서로 이격된 거리보다 더 높게 형성되어 용탕 주입시 용탕과 상측의 롤러(124)와의 접촉면적이 하측의 롤러(124)와의 접촉면적보다 크게 된다.

[0092] 또한 상기 턴디쉬(182) 내의 용탕의 수위는 상기 한 쌍의 롤러(124)이 서로 이격된 거리보다 높게 형성된다.

[0093] 따라서, 상기 주입구(186)를 통해 이동한 용탕이 상기 롤러(124) 사이로 안내되면 롤러(124)는 용탕을 압연하게 된다.

[0094] 상기 노즐(184)의 좌측부 외관은 상기 한 쌍의 롤러(124)가 형성하는 우측 외관의 일부와 대응되는 형상을 가진다. 따라서, 상기 노즐(184)의 외관은 중앙을 기준으로 상/하부의 단면 형상이 비대칭을 이루며, 상기 한 쌍의 롤러(124) 사이로 노즐(184)이 접근하게 되면, 상기 노즐(184)의 외면은 한 쌍의 롤러(124)와 접촉하게 된다.

[0095] 보다 상세하게는 상기 노즐(184)의 좌측부 상면은 상기 한 쌍의 롤러(124) 중에서 상측에 위치한 롤러(124)의 외주면과 접촉하게 되고, 상기 노즐(184)의 좌측부 하면은 상기 한 쌍의 롤러(124) 중에서 하측에 위치한 롤러(124)의 외주면과 접촉하게 된다.

[0096] 이때 상기 주입구(186)의 내부 바닥면으로부터 연장된 평면은 상기 한 쌍의 롤러(124) 중에서 하측에 위치한 롤러(124)의 상측 접선을 수용하는 면 상에 위치하거나, 그 면 아래에 평행하게 위치하게 된다.

[0097] 따라서, 상기 주입구(186)의 높이는 전술한 바와 같이 상기 한 쌍의 롤러(124)가 이격된 거리보다 높게 형성되므로, 상기 주입구(186)의 천장은 상측 롤러(124)의 하단부보다 상측에 위치하게 된다.

[0098] 이것은 상기 한 쌍의 롤러(124)에 의해 냉각되는 면적은 그대로 유지하면서 용탕의 상/하 방향에서 가해지던 압하력을 감소시키기 위하여 판재(P)의 고액계면이 비대칭형상을 이루도록 바꾸어줌으로써 판재(P)의 표면에 균열

이 발생하지 않도록 하기 위함이다.

[0099] 이하 상기 용탕주입수단(180)의 다른 실시예의 구성을 첨부된 도 4를 참조하면, 상기 용탕주입수단(180)의 외형은 일 실시예의 구성과 대동소이하다. 다만 상기 롤러(124)와 노즐(184)의 접촉 구성이 상이하게 구성된다.

[0100] 즉, 일 실시예에서는 상기 한 쌍 롤러(124)의 회전 중심을 이은 선분과 노즐(184)의 연장선이 직교하도록 결합되어 있으나, 다른 실시예에서는 상기 한 쌍의 롤러(124)의 회전 중심을 이은 선분과 노즐(184)의 연장선이 이루는 교차각(A)은 예각 또는 둔각을 이룬다.

[0101] 보다 상세하게는 상기 용탕주입수단(180)의 형상은 용탕의 보관 및 이송을 위해 일 실시예와 같이 지면에 대하여 수평을 이루지만, 상기 한 쌍의 롤러(124)는 각각의 중심선을 이은 선분이 지면에 대하여 기울어지도록 설치된다.

[0102] 따라서, 상기 노즐(184)의 외면은 서로 기울어진 상태의 한 쌍의 롤러(124) 외면과 대응되는 형상을 가지므로, 중앙을 기준으로 상부와 하부가 서로 비대칭 형상을 가진다.

[0103] 그리고, 상기 주입구(186)의 내부 바닥면은 상기 한 쌍의 롤러(124) 중 하측에 위치한 롤러(124)에 대한 접선과 동일한 높이 또는 그 아래로 평행하게 위치하게 된다.

[0104] 따라서, 상기 롤러(124)와 용탕주입수단(180)이 다른 실시예로 구성되더라도 상기 롤러(124)에 의해 압하되는 용탕의 고액계면은 상/하가 비대칭적으로 형성될 수 있게 된다.

[0105] 이하에서는 상기와 같이 구성되는 판재 연속 주조장치를 이용한 알루미늄 합금판재 제조방법을 첨부된 도 5 내지 도 7을 참조하여 설명한다.

[0106] 도 5에는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법을 나타낸 순서도가 도시되어 있고, 도 6에는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법에서 일단계인 판재주조단계를 세부적으로 나타낸 순서도가 도시되어 있으며, 도 7에는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법에서 일과정인 회전속도가변과정을 세부적으로 나타낸 순서도가 도시되어 있다.

[0107] 도면과 같이, 알루미늄 합금 판재의 제조방법은, 상용 AA5083 합금 용탕을 연속 주조하여 합금판재를 만드는 판재주조단계(S100)와, 상기 합금판재를 냉간 압연하는 압연단계(S200)와, 상기 냉간 압연된 합금판재를 열처리하여 Al_6Mn 상의 석출상을 형성하는 열처리단계(S300)로 이루어진다.

[0108] 상기 판재주조단계(S100)는 전술한 판재 연속 주조장치(100)를 이용하여 ㅎ합금판재를 제조하는 공정으로서, 아래와 같은 다수 과정을 통해 이루어진다.

[0109] 즉, 상기 판재주조단계(S100)는, 한 쌍의 롤러(124)와 노즐(184)이 서로 접하도록 설치하는 주입수단설치과정(S110)과, 상기 한 쌍의 롤러(124)에 회전동력을 제공하여 서로 다른 방향으로 회전시키는 롤러회전과정(S120)과, 상기 용탕주입수단(180) 내부에 용탕을 공급하는 용탕공급과정(S130)과, 상기 용탕주입수단(180) 내부에 공급된 용탕을 한 쌍의 롤러(124) 사이에 주입하는 용탕주입과정(S140)과, 상기 롤러(124)에 주입된 용탕을 가압 및 응고시키는 용탕응고과정(S150)과, 상기 용탕응고과정(S150)에서 한 쌍의 롤러(124)에 가해지는 압하력의 변화에 따라 롤러(124)의 회전속도를 선택적으로 가변하는 회전속도가변과정(S160)과, 상기 용탕응고과정(S150)에 의해 만들어진 판재(P)를 인출하는 판재인출과정(S170)으로 이루어진다.

[0110] 이를 과정별로 구체적으로 살펴보면, 상기 주입수단설치과정(S110)은 상기 주입구(186)의 내부 바닥면이 하측 롤러(124)의 접선과 일치하도록 하는 과정으로, 상기 주입수단설치과정(S110)이 완료되면 용탕주입과정(S140)에서 롤러(124)에 주입되는 용탕의 바닥면은 하측 롤러(124)에 의한 압하율이 최소화될 수 있게 된다.

[0111] 상기 용탕공급과정(S130)은 용해로(160) 내부에 담겨진 고체 상태의 재료를 가열한 후 용융시켜 만들어진 용탕을 상기 턴디쉬(182) 내부에 공급하는 과정이다.

[0112] 상기 용탕주입과정(S140)은 턴디쉬(182) 내부에 공급된 용탕이 상기 턴디쉬(182)와 연통되는 노즐(184)을 따라 이동하여 상기 한 쌍의 롤러(124) 사이로 공급되는 과정이다.

[0113] 이때, 상기 주입구(186)를 통해 롤러(124)로 주입되는 용탕의 바닥면은 상기 한 쌍의 롤러(124) 중 하측 롤러(124)의 상단 접선과 동일한 평면상에 놓이거나 그 아래쪽에 평행하게 위치하게 된다.

[0114] 상기 용탕응고과정(S150)은 롤러(124) 내부로 주입된 용탕의 두께가 한 쌍의 롤러(124)가 이격된 거리보다 두꺼우므로, 롤러(124) 내부로 인입되면서 압하되는 과정이다.

[0115] 그리고 이와 동시에 상기 냉각수로(125)는 롤러(124)를 통해 상기 용탕의 열을 흡열하게 됨으로써 상기 용탕은 두께가 감소함과 동시에 냉각되어 판재(P)가 형성될 수 있도록 한다.

[0116] 상기 회전속도가변과정(S160)은 상기 용탕응고과정(S150)에서 용탕에 가해지는 압하력이 일정하게 유지될 수 있도록 롤러(124)의 회전속도를 제어하기 위한 구성이다.

[0117] 즉, 상기 회전속도가변과정(S160)은 압하력감지수단(130)으로부터 감지된 압하력과 설정압하력의 차이가 "0"이 아닌 경우 제어수단(140)에 의해 롤러(124)의 회전속도를 선택적으로 가변하는 과정이다.

[0118] 예컨대, 본 발명의 실시예에서 설명하게 될 Al-5.5중량%Mg을 포함하는 알루미늄 합금 용탕을 주조하는 과정 중에 상기 압하력감지수단(130)은 지속적으로 압하력의 변화를 감지하게 되는데, 이때 압하력이 증가하여 제어수단(140)에 미리 설정된 압하력보다 증가하게 되면, 상기 제어수단(140)은 동력모터(126)의 동작을 제어하여 상기 롤러(124)의 회전속도를 증가시키게 된다.

[0119] 반대로 압하력이 증가하여 제어수단(140)에 미리 설정된 압하력보다 감소하게 되면, 상기 제어수단(140)은 동력모터(126)의 동작을 제어하여 상기 롤러(124)의 회전속도를 감소시키게 된다.

[0120] 상기 회전속도가변과정(S160)은 다수의 과정으로 이루어지며, 이러한 다수 과정은 동시에 실시된다.

[0121] 이를 보다 상세하게 살펴보면, 상기 회전속도가변과정(S160)은, 도 7과 같이 상기 압하력감지수단(130)을 이용하여 용탕에 가해지는 압하력을 감지하는 압하력감지과정(S162)과, 감지된 압하력과 제어수단(140)에 미리 설정된 압하력을 제어수단(140)에서 서로 비교하는 압하력비교과정(S164)과, 감지된 압하력과 설정된 압하력이 상이할 때 롤러(124)의 회전속도를 가변하는 회전속도가변과정(S166)으로 이루어진다.

[0122] 상기 압하력감지과정(S162)은 압하력감지수단(130)을 통해서 압하력을 감지하는 과정으로, 상기 압하력감지수단(130)이 감지한 압하력은 제어수단(140)으로 제공된다.

[0123] 그리고, 상기 제어수단(140)은 압하력감지수단(130)으로 부터 제공받은 압하력을 미리 설정된 압하력과 비교하는 압하력비교과정(S164)을 실시하게 된다.

[0124] 이때, 상기 제어수단(140)은 동력모터(126)의 힘을 제어하여 롤러(124)의 회전속도를 가변함으로써 상기 용탕에 동일한 압하력이 가해질 수 있도록 한다.

[0125] 상기 판재인출과정(S170)은 상기 용탕응고과정(S150)에 의해 형성된 판재(P)를 인출하는 과정으로서 제조된 판재(P)는 별도의 보관롤러(미도시)에 권취된 상태로 보관될 수도 있을 것이다.

[0126] 상기한 과정이 순차적으로 진행됨에 따라 용탕은 판재 형태로 연속적인 주조가 가능하게 된다.

[0127] 이하에서는 상기 압연단계(S200) 및 열처리단계(S300)에 대한 상세한 설명에 앞서 상기 판재주조단계(S100)와 관련한 실시예를 첨부된 도 8 내지 도 10을 참조하여 설명한다.

[0128] 도 8에는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재를 주조시에 바람직한 노즐의 실시예 및 비교예의 구성을 개략적으로 나타낸 구성도가 도시되어 있고, 도 9에는 도 8을 이용하여 제조된 비교예 및 실시예의 판재 표면 상태를 나타낸 비교 사진이 첨부되어 있으며, 도 10에는 도 8을 이용하여 판재 주조시에 고액계면 상태를 비교한 사진이 첨부되어 있다.

[0129] [실시예]

[0130] Al-5wt%Mg-0.3wt%Cu-0.02wt%Ti 합금을 폭 80㎜의 판재로 주조 성형하였다.

[0131] 상기 한 쌍의 롤러(124)가 이격된 거리는 3㎜이다.

[0132] 먼저 상부개방형 노즐(도 8의 (a)이 적용된 경우 용탕 공급의 불균일성이 발생하여 도 8의 (a)와 같이 판재(P)의 수축으로 인한 표면결함이 발생하였다.

[0133] 다음으로 대칭형 노즐(도 8의 (b))이 적용된 경우 용탕 공급량의 편차는 줄어들어 판재의 표면 응고수축 결함은 어느 정도 제거되었으나, 판재(P)의 표면에는 미세한 균열이 발생되었다.

[0134] 이러한 균열은 용탕이 롤러(124)와의 접촉시에 가해지는 하중으로 인해 결정립계에서부터 발생되는 균열이다.

[0135] 마지막으로 본 발명의 실시예(도 8의 (c))와 같이 비대칭 형상의 노즐(184)을 사용한 경우 용탕이 상측의 롤러

(124) 표면과 먼저 접촉하여 응고가 시작됨으로서 비대칭형상의 고액계면이 형성되고 상대적으로 판재 제조시 압하량이 작게 되어 주조시 가해지는 압하력이 낮아진다. 이에 따라 판재(P)의 표면에는 균열이 발견되지 않았다(도 8의 (c) 참조).

[0136] 따라서, 상기 노즐(184) 및 주입구(186)가 롤러(124) 사이의 중앙선을 기준으로 상부와 하부가 비대칭형상을 가지게 되면 제조된 판재(P)의 표면 상태가 고르게 성형되는 것을 알 수 있다(도 9 참조).

[0137] 이하 상기 롤러(124)의 회전속도 변화에 따른 판재(P) 내부의 고액계면 및 판재(P) 표면 형상을 첨부된 도 10을 참조하여 설명한다.

[0138] 도 10과 같이 상기 롤러(124)의 회전속도는 3rpm, 4rpm 및 5rpm 이렇게 3가지로 구분하여 실험하였고, 나머지 실험 조건은 상기와 동일하게 적용하였다.

[0139] 도면과 같이 5rpm에서 3rpm으로 롤러(124)의 회전속도가 감소할수록 고액 계면은 롤러(124) 사이로 깊이 침투되지 않고 노즐(184)에 가깝게 형성됨을 알 수 있다.

[0140] 이하에서는 상기 압하력감지수단(130) 및 제어수단(140)을 통한 롤러(124)의 회전속도 제어 및 이를 적용하여 제조된 알루미늄 합금판재의 표면 상태를 살펴본다.

[0141] 도 11에는 알루미늄 합금 판재를 연속 주조시에 롤러와 용탕의 접촉투영면적을 나타낸 모식도가 도시되어 있고, 도 12에는 본 발명에서 압하력감지수단 및 제어수단의 작용 상태를 나타낸 그래프가 도시되어 있으며, 도 13에는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조방법에서 일 단계인 판재주조단계에서 제조된 알루미늄 합금 판재의 고배율 조직사진 및 개재물 성분 분석표가 도시되어 있다.

[0142] 먼저 이 실험은 압하력감지수단(130)과 제어수단(140)의 작용을 확인하기 위한 것이므로, 상기 롤러(124)는 비대칭 노즐을 사용하지 않고, 도 8의 (b)와 같은 대칭형 노즐을 사용하였다.

[0143] 상기 한 쌍의 롤러(124)에 가해지는 각각의 압하력은 좌/우측이 동일하다고 볼 수 있으므로, 이 중에서 한측면에 위치한 압하력감지수단(130)에 얻어지는 압하력(압하력/2)을 접촉투영면적에 대응하여 분석하였다.

[0144] 즉, 상기 롤러(124)와 용탕의 접촉투영면은 도 11과 같이 롤러(124)의 외면과 대응되는 곡면을 가지며, 이러한 곡면을 하방향으로 투영한 접촉투영면적은 사각형과 대응되는 면적을 가진다

[0145] 그리고, 이때 상기 롤러(124)와 접촉하는 용탕의 폭(전/후 방향)은 80㎜이고, 곡면이 투영되어 형성된 가로 길이는 30㎜를 나타내어 2400㎟의 접촉투영면적을 가진다.

[0146] 또한, 상기 롤러(124)가 용탕에 가하도록 제어수단(140)에 설정된 압하력은 10 내지 13ton 이며, 이때 가변되는 롤러(124)의 회전속도는 3rpm으로 설정하였다.

[0147] 그리고, 이 실험에서는 용탕은 상용 AA5083 알루미늄 합금을 사용하였다.

[0148] 이러한 조건에서 상기 회전속도가변과정(S160)가 실시되었을 때 회전수가변과정(S166)에서 압하력감지수단(130)은 도 12와 같이 롤러(124)의 압하력을 지속적으로 감지하여 상기 제어수단(140)에 제공하였다.

[0149] 그리고, 상기 제어수단(140)에는 미리 설정된 압하력은 10ton이다.

[0150] 따라서, 상기 제어수단(140)은 압하력감지수단(130)으로부터 제공받은 압하력이 10ton 보다 높은 경우 상기 롤러(124)의 회전수를 증가시키게 되고, 반대로 10ton보다 낮은 경우 상기 롤러(124)의 회전수를 감소시키게 되어, 상기 용탕에 가해지는 압하력은 10ton 주위에서 산포를 이루게 된다.

[0151] 상기와 같은 다수 과정으로 구성된 판재주조단계(S100)을 거쳐 제조된 알루미늄 합금 판재에는 도 13과 같이 입계에 편석된 개재물이 형성되어 있으며, 이러한 개재물은 도 13의 아래 표와 같이 알루미늄(Al)이 철(Fe) 또는 망간(Mn)과 결합된 화합물인 것을 알 수 있다.

[0152] 한편, 상기 판재주조단계(S100) 이후에는 압연단계(S200) 및 열처리단계(S300)가 순차적으로 실시된다.

[0153] 상기 압연단계(S200) 및 열처리단계(S300)는 판재의 결정립 내부에 Al_6Mn상 이 다량 석출되도록 하여 항복강도를 높이기 위한 단계이다.

[0154] 이를 증명하기 위한 실험 결과를 첨부된 도 14 내지 도 16을 참고하여 설명한다.

[0155] 도 14는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재를 냉간 압연 후 열처리시에 미세조직 상태를 보인 사진이고, 도 15

는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재를 열간 압연 후 열처리시에 미세조직 상태를 보인 사진이며, 도 16은 도 14의 미세조직을 상분석한 분석표이다.

[0156] 먼저 전술한 바와 같은 판재주조단계(S100)에서 제조된 알루미늄 합금 판재를 냉간 압연한 후 400℃에서 1시간 동안 열처리한 본 발명의 바람직한 실시예(도 14 참조)와, 판재주조단계(S100)에서 제조된 알루미늄 합금 판재를 300℃에서 열간 압연한 후 400℃에서 1시간 동안 열처리한 실시예(도 15 참조)를 비교해 보면, 도 14 및 도 15와 같이 Al_6Mn상의 미세조직의 크기 및 밀도가 상이한 것을 알 수 있다.

[0157] 즉, 본 발명의 실시예에 따라 제조된 알루미늄 합금 판재에서는 결정립의 크기가 10㎛이하로 작으면서 석출되는 Al_6Mn상의 크기가 작고 밀도가 높은 것을 알 수 있다. 또한 열가압연에 의해 제조된 합금판재에서는 결정립 및 Al_6Mn상의 크기가 상대적으로 크고 밀도가 낮은 것을 알 수 있다.

[0158] 보다 상세하게는 도 14의 알루미늄 합금 판재를 상분석한 결과, 도 16의 사진 및 표와 같이, Al-(Fe,Mn), Al-Mn 및 Al-Mg-Si 정출상의 크기가 1㎛이하로 미세하며, 120㎚이하 크기의 미세한 Al_6Mn상이 다량 석출되어 있는 것을 알 수 있다.

[0159] 그리고, 상기한 실시예의 강도 및 연신율을 도 17을 참조하여 살펴보면, 냉간압연 후 열처리한 경우 열간압연 후 열처리한 경우보다, 인장강도(TS), 항복강도(YS) 및 연신율(EL)이 높은 것을 알 수 있다.

[0160] 즉, 냉간압연한 경우 인장강도는 339.6MPa 을 나타내었고, 항복강도는 260.7MPa을 나타냈으며, 연신율은 23.6%를 나타내었다.

[0161] 또한, 도 18과 같이 본 발명의 실시예와 상용AA5083 판재의 강도 및 연신율을 비교해보면, 66%의 압하율로 냉간압연한 실시예는 상용 AA5083 판재보다 낮은 연신율을 나타냈으나, 나머지 50%, 75%의 압하율로 냉간압연한 실시예는, 인장강도, 항복강도 및 연신율에서 모두 상용AA5083 판재보다 높게 나타난 것을 알 수 있다.

[0162] 그리고 도 19에서와 같이 열처리조건을 450℃ 에서 1시간 동안 유지하는 조건으로 변경하여도 400℃의 열처리하는 경우와 비슷한 특징을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

[0163] 이러한 본 발명의 범위는 상기에서 예시한 실시예에 한정하지 않고, 상기와 같은 기술범위 안에서 당업계의 통상의 기술자에게 있어서는 본 발명을 기초로 하는 다른 많은 변형이 가능할 것이다.

[0164] 예를 들어 본 발명의 실시예에서는 주입구(186)가 상/하 방향으로 비대칭형상을 가지도록 구성였으나, 고액계면을 비대칭형상으로 만들 수 있는 범위내에서 한 쌍의 롤러(124)가 서로 다른 방향 및 속도로 회전하도록 할 수도 있을 것이다.

[0165] 즉, 노즐(184)과 주입구(186)가 중앙을 기준으로 대칭되도록 형성하고, 주입구(186)의 바닥면이 롤러(124)의 접선과 일치하지 않도록 구성하더라도, 한 쌍의 롤러(124)가 서로 다른 속도로, 보다 상세하게는 상측에 위치한 롤러가 하측에 위치한 롤러보다 빠른 회전속도로 회전하도록 함으로써 고액계면의 형상이 비대칭형상을 갖도록 구성할 수도 있음은 자명하다.

발명의 효과

[0166] 본 발명에서는 상용 AA5083 알루미늄 합금을 연속 주조하고, 냉간압연 및 열처리를 특정 조건 하에서 순차적으로 실시하여 알루미늄 합금 판재가 제조되도록 구성하였다.

[0167] 따라서, 공정수가 감소하여 생산성이 향상되며, 제조 원가가 절감되는 이점이 있다.

[0168] 또한, 인장강도, 항복강도 및 연신율이 향상되어 기계적 성질이 크게 향상되는 이점이 있다.

[0169] 뿐만 아니라, 용탕의 고액계면을 비대칭 형상으로 제어하여 표면균열 등의 결함이 최소화되도록 함으로써 불량율이 낮아지므로 판재의 품질이 향상되는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1 은 종래 기술에 의한 판재 연속 주조장치의 구성을 보인 개략도.

[0002] 도 2 는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조시 사용되는 판재 연속 주조장치의 구성을 보인 사시도.

[0003] 도 3 은 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조시 사용되는 판재 연속 주조장치의 일 구성인 용탕주입수단 및

롤러의 모습을 보인 개략도.

[0004] 도 4 는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조시 사용되는 판재 연속 주조장치의 일 구성인 용탕주입수단 및 롤러의 다른 실시예의 모습을 보인 개략도.

[0005] 도 5 는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법을 나타낸 순서도.

[0006] 도 6 은 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법에서 일단계인 판재주조단계를 세부적으로 나타낸 순서도.

[0007] 도 7 은 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재의 제조방법에서 일과정인 회전속도가변과정을 세부적으로 나타낸 순서도.

[0008] 도 8 은 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재를 주조시에 바람직한 노즐의 실시예 및 비교예의 구성을 개략적으로 나타낸 구성도.

[0009] 도 9 는 도 8을 이용하여 제조된 비교예 및 실시예의 판재 표면 상태를 나타낸 비교 사진.

[0010] 도 10 은 도 8을 이용하여 판재 주조시에 고액계면 상태를 비교한 사진.

[0011] 도 11 은 알루미늄 합금 판재를 연속 주조시에 롤러와 용탕의 접촉투영면적을 나타낸 모식도.

[0012] 도 12 는 본 발명에서 압하력감지수단 및 제어수단의 작용 상태를 나타낸 그래프.

[0013] 도 13 은 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재 제조방법에서 일 단계인 판재주조단계에서 제조된 알루미늄 합금 판재의 고배율 조직사진 및 개재물 성분 분석표.

[0014] 도 14 는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재를 냉간 압연 후 열처리시에 미세조직 상태를 보인 사진.

[0015] 도 15 는 본 발명에 의한 알루미늄 합금 판재를 열간 압연 후 열처리시에 미세조직 상태를 보인 사진.

[0016] 도 16 은 도 14의 미세조직을 상분석한 분석표.

[0017] 도 17 은 도 14 및 도 15의 알루미늄 합금판재의 기계적 성질을 나타낸 그래프 및 또는 열간 압연 후 열처리시의 미세조직 상태를 보인 사진.

[0018] 도 18 은 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금 판재와 상용AA5083 판재의 강도 및 연신율을 비교한 그래프.

[0019] 도 19 는 본 발명의 다른 실시예에 따른 알루미늄 합금 판재와 상용AA5083 판재의 강도 및 연신율을 비교한 그래프.

[0020] * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

[0021] 100. 판재 연속 주조장치 120. 압연수단

[0022] 122. 프레임 124. 롤러

[0023] 125. 냉각수로 130. 압하력감지수단

[0024] 140. 제어수단 142. 조작버튼

[0025] 144. 표시창 160. 용해로

[0026] 180. 용탕주입수단 182. 턴디쉬

[0027] 184. 노즐 186. 주입구

[0028] A . 교차각 P . 판재

[0029] S100. 판재주조단계 S110. 주입수단설치과정

[0030] S120. 롤러회전과정 S130. 용탕공급과정

[0031] S140. 용탕주입과정 S150. 용탕응고과정

[0032] S160. 회전속도가변과정 S162. 압하력감지과정

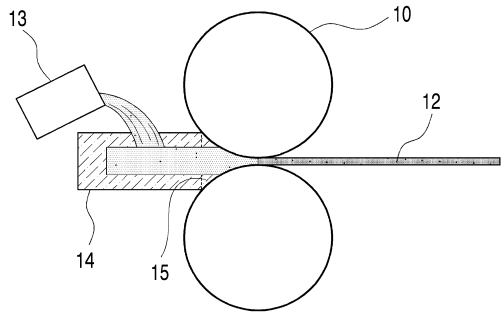
[0033] S164. 압하력비교과정 S166. 회전속도가변과정

[0034] S170. 판재인출과정 S200. 압연단계

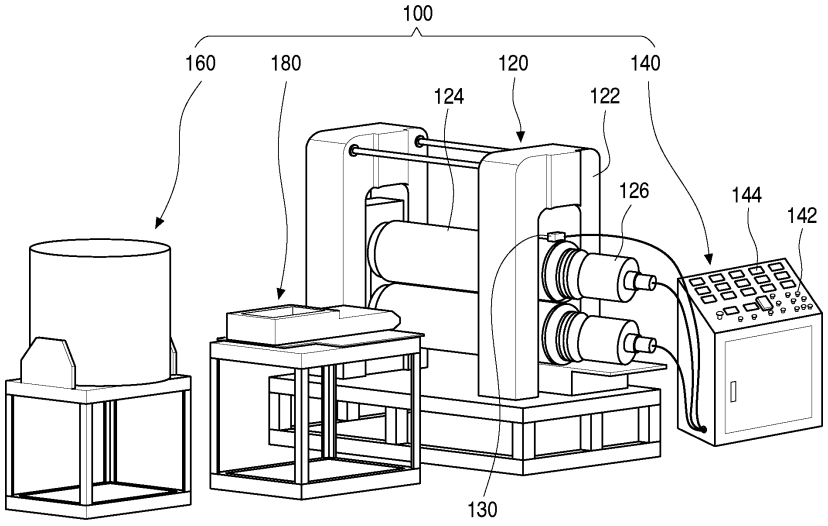
[0035] S300. 열처리단계

도면

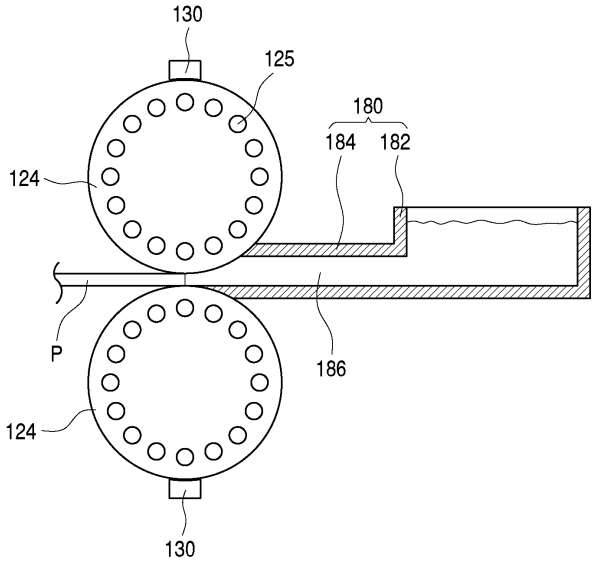
도면1



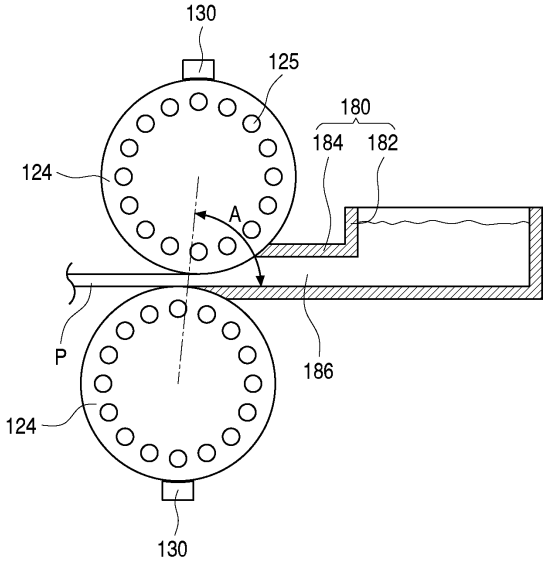
도면2



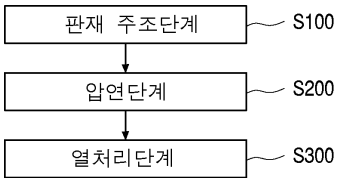
도면3


130
125
180
184
182
124
P
186
124
130

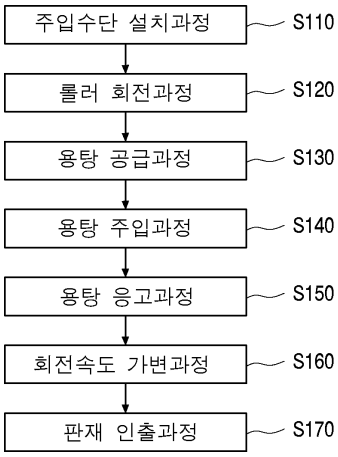
도면4


130
125
180
184
182
124
A
P
186
124
130

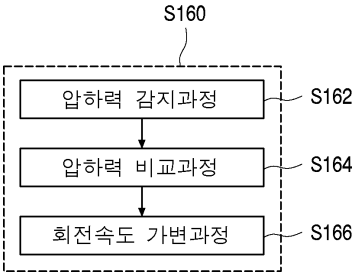
도면5


판재 주조단계
S100
압연단계
S200
열처리단계
S300

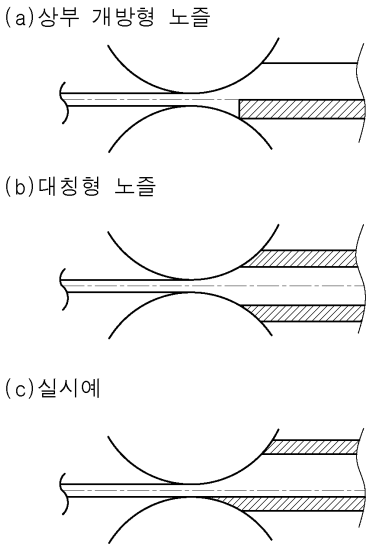
도면6


주입수단 설치과정
S110
롤러 회전과정
S120
용탕 공급과정
S130
용탕 주입과정
S140
용탕 응고과정
S150
회전속도 가변과정
S160
판재 인출과정
S170

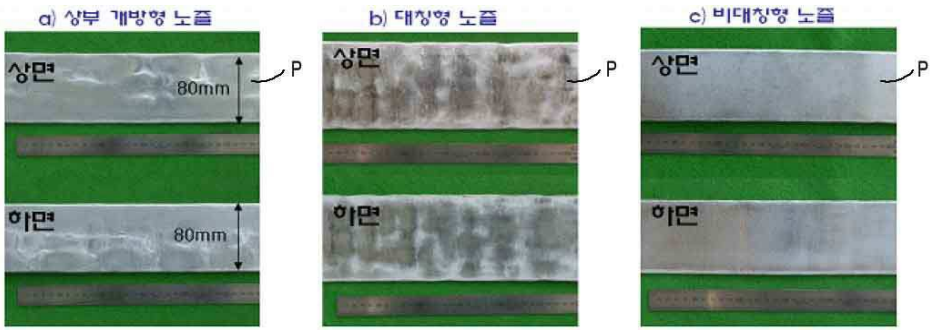
도면7


S160
압하력 감지과정
S162
압하력 비교과정
S164
회전속도 가변과정
S166

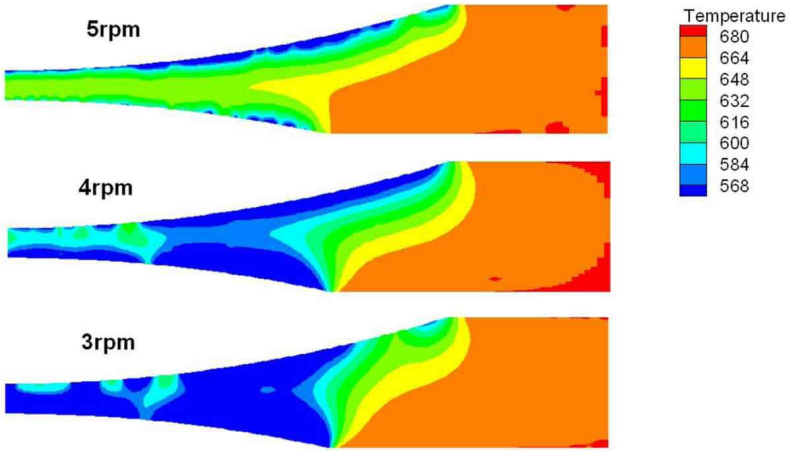
도면8


(a)상부 개방형 노즐
(b)대칭형 노즐
(c)실시예

도면9



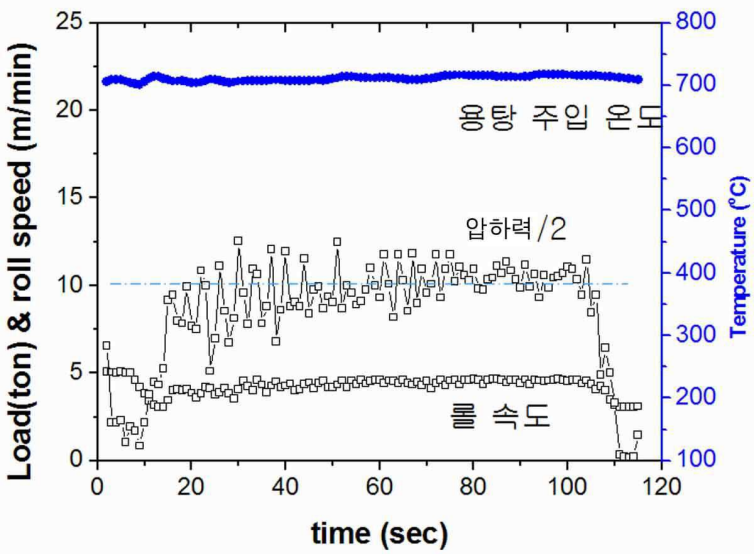
도면10



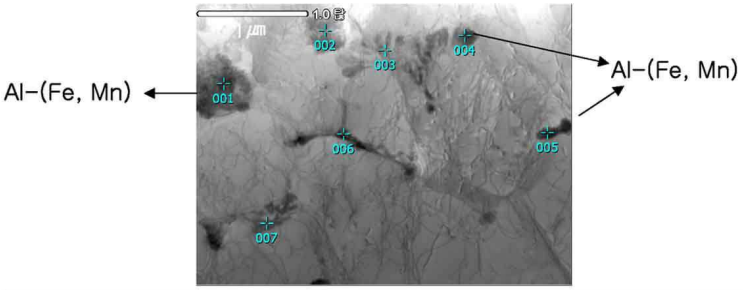
도면11



도면12

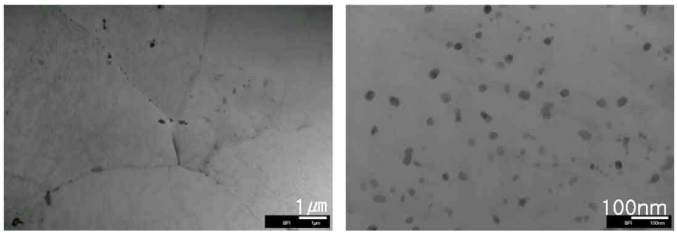


도면13

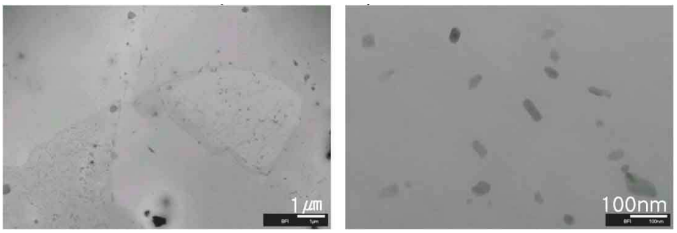


	Mg	Al	Si	Mn	Fe	Cu	비고
No.1	6.74	80.25	-	4.56	8.45	-	Al-(Fe,Mn)
No.2	6.94	84.32	-	3.06	5.68	-	Al-(Fe,Mn)
No.3	9.12	89.01	0.64	0.46	0.76	-	Al matrix
No.4	5.99	81.41	-	4.37	7.71	0.53	Al-(Fe,Mn)
No.5	6.26	86.29	-	2.19	5.26	-	Al-(Fe,Mn)
No.6	6.06	81.34	4.91	2.01	5.39	0.30	Al-(Fe,Mn)
No.7	7.43	86.16	5.20	0.49	0.71	-	Mg2Si

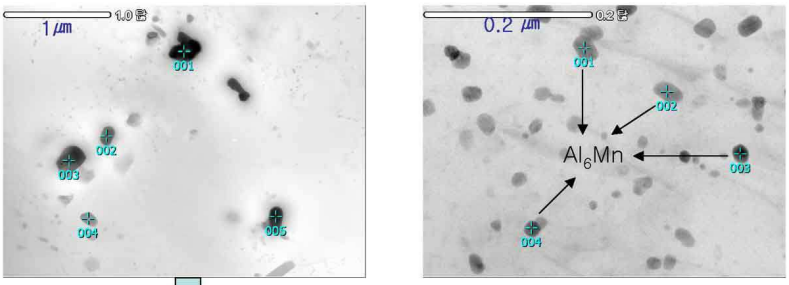
도면14



도면15

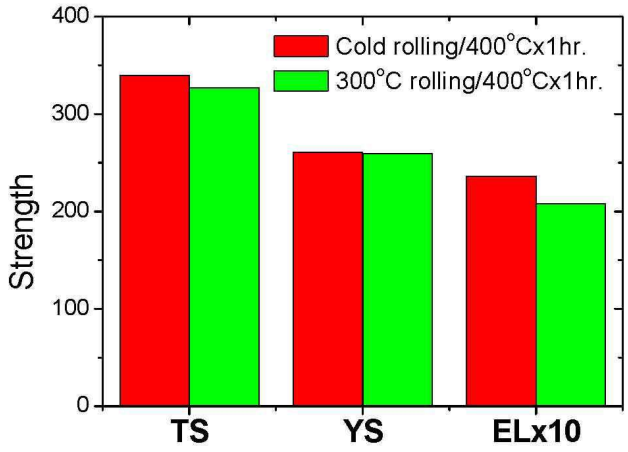


도면16

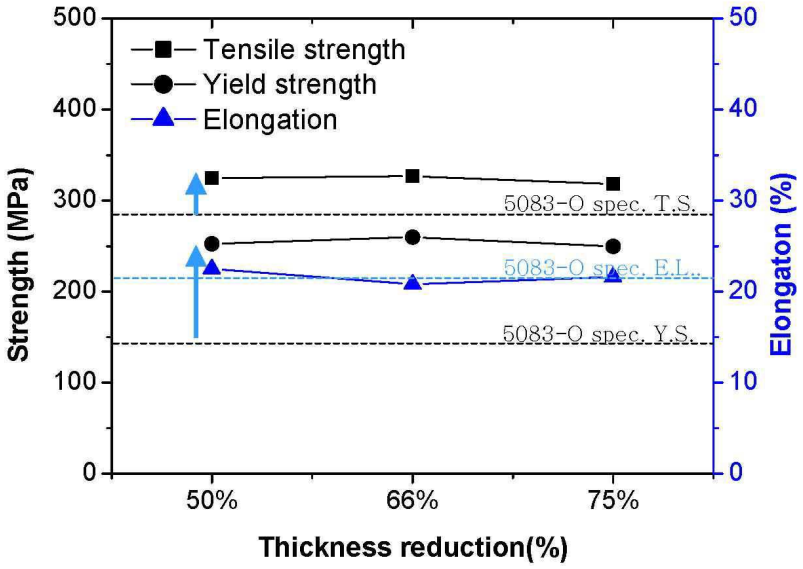


	Mg	Al	Si	Mn	Fe	비고
No.1	3.15	84.44	1.42	3.06	7.94	Al-(Fe,Mn)
No.2	4.17	71.38	24.45	-	-	Si
No.3	2.57	41.86	55.57	-	-	Si
No.4	-	89.70	-	10.30	-	Al-Mn
No.5	3.98	69.19	26.83	-	-	Si

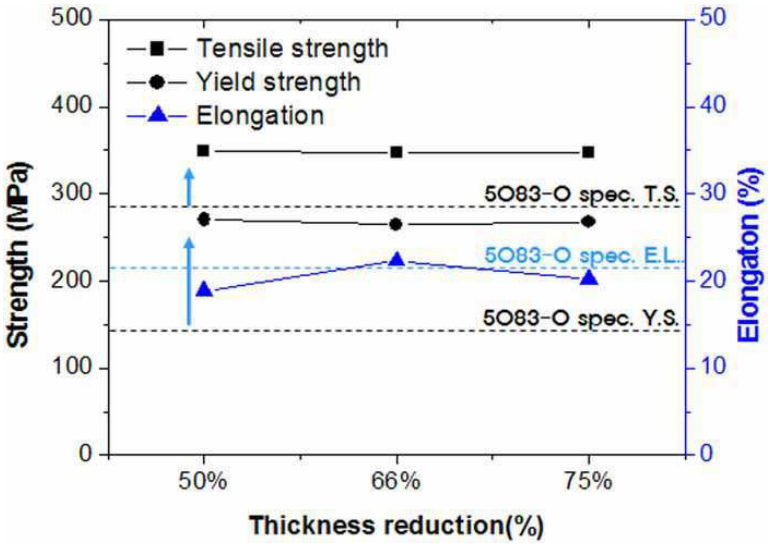
도면17



도면18


Tensile strength
Yield strength
Elongation
5083-O spec. T.S.
5083-O spec. E.L.
5083-O spec. Y.S.
Strength (MPa)
Elongaton (%)
Thickness reduction(%)
500
400
300
200
100
0
50
40
30
20
10
0
50%
66%
75%

도면19


Tensile strength
Yield strength
Elongation
5083-O spec. T.S.
5083-O spec. E.L.
5083-O spec. Y.S.
Strength (MPa)
Elongaton (%)
Thickness reduction(%)
500
400
300
200
100
0
50
40
30
20
10
0
50%
66%
75%