

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 10월 4일 (04.10.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/134128 A2

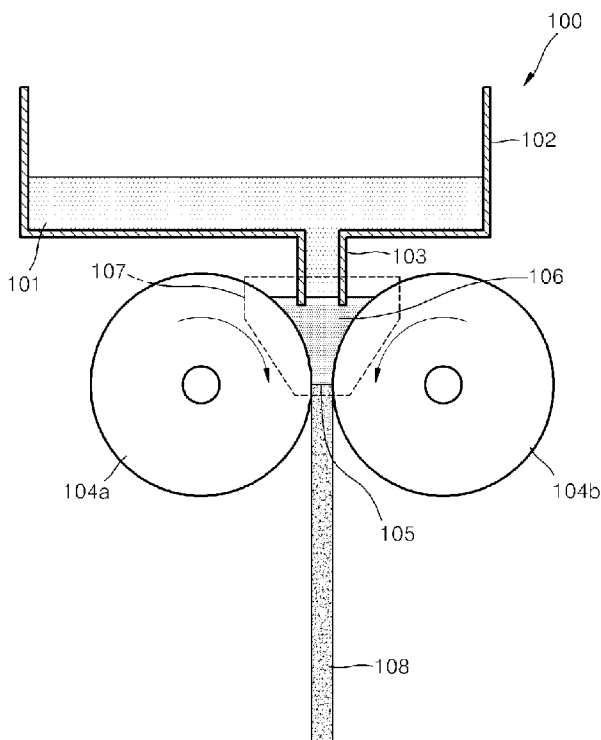
- (51) 국제특허분류: B22D 11/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/002167
- (22) 국제출원일: 2012년 3월 26일 (26.03.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2011-0027654 2011년 3월 28일 (28.03.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **강릉 원주대학교 산학협력단 (GANGNEUNG-WONJU NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY CO-OPERATION GROUP)** [KR/KR]; 강원도 강릉시 죽현길 7, 210-702 Gangwon (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **정효태 (JEONG, Hyo-Tae)** [KR/KR]; 강원도 강릉시 교1동 부영아파트 505-102, 210-101 Gangwon (KR). **최병학 (CHOE, Byung-Hak)** [KR/KR]; 강원도 강릉시 교동 덕진아파트 1-303, 210-100 Gangwon (KR).
- (74) 대리인: **이인행 (LEE, In-Haeng)** 등; 서울특별시 서초구 서초동 1551-5 석천빌딩 4층 율민국제특허법률사무소, 137-873 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: APPARATUS FOR CASTING A NONSYMMETRICAL STRIP, APPARATUS FOR CASTING A NONSYMMETRICAL STRIP, AND METAL STRIP PRODUCED BY SAME

(54) 발명의 명칭 : 비대칭 박판주조장치, 비대칭 박판주조방법 및 이에 의해 제조된 금속박판

[Fig. 1]



(57) Abstract: The aim of the present invention is to improve the physical properties of materials, such as the formability or the like of a metal strip being casted, by enabling each of two rolls forming a pair to have different cooling conditions in a twin-roll strip-casting method. According to one aspect of the present invention, provided is a strip-casting apparatus comprising: a pair of cooling rolls arranged in parallel with a predetermined spacing therebetween for receiving molten metal being injected, wherein the pair of cooling rolls includes a first roll that rotates in a first direction so as to cool the molten metal being injected into said spacing; and a second roll that rotates in a second direction opposite the first direction so as to cool the molten metal being injected into said spacing in a cooling condition that is different than that of the first roll.

(57) 요약서: 본 발명은 쌍롤식 박판주조

[다음 쪽 계속]



(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

공법에 있어서, 1 쌍을 이루는 2 개의 롤 각각의 냉각조건을 상이하게 제어하여 주조되는 금속박판의 성형성 등의 재료 물성을 개선시키는 것을 과제로 한다. 본 발명의 일측면에 의하면, 투입되는 용융금속을 수용할 수 있는 소정의 이격공간을 두고 평행하게 배치되는 1 쌍의 냉각롤을 포함하고, 상기 1 쌍의 냉각롤은, 제 1 방향으로 회전하면서 상기 이격공간으로 투입되는 용융금속을 냉각시키는 제 1 롤 및 상기 제 1 방향과 대향되는 방향인 제 2 방향으로 회전하며 상기 제 1 롤로 상이한 냉각조건으로 상기 이격공간으로 투입되는 용융금속을 냉각시키는 제 2 롤로 이루어진 박판주조장치가 제공된다.

명세서

발명의 명칭: 비대칭 박판주조장치, 비대칭 박판주조방법 및 이에 의해 제조된 금속박판

기술분야

- [1] 본 발명은 용융금속을 주조하여 직접 얇은 두께의 금속박판을 형성하는 박판주조장치 및 박판주조법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 금속박판(strip)은 일반적으로 용융금속을 몰드에 연속주조하여 슬라브 형태를 만든 후 이를 몇 단계의 압연 또는 압출과정을 거쳐 제조된다. 이러한 금속박판 제조의 여러 단계를 단축시켜 용융금속으로부터 직접 금속박판을 제조하기 위하여 박판주조법(strip casting)이 개발되고 있다. 박판주조법은 일반적으로 용융금속을 회전하는 냉각롤에 투입하고 상기 냉각롤에 의해 용융금속을 응고시켜 얇은 두께의 금속박판을 직접 제조하는 기술이다. 이때 냉각롤은 하나 또는 서로 평행하게 이격 배치되는 2개의 롤을 1쌍으로 구성할 수 있다. 1쌍의 냉각롤을 이용하는 쌍롤식 박판주조법에서는 2개의 롤 사이에 형성된 이격공간으로 용융금속을 투입하게 되며, 이렇게 투입된 용융금속은 상기 이격공간에서 냉각되어 응고된다. 따라서 쌍롤식 박판주조법에서는 1쌍의 냉각롤이 몰드와 유사한 기능을 수행하게 된다. 이렇게 주조된 금속박판은 냉각롤 하부의 압연기로 들어가 적정한 형상과 두께로 압연될 수 있다. 이러한 박판주조 공정에 의하면 주조, 열간압연 등과 같은 열연공정의 대부분을 생략할 수 있으므로 금속박판 제조 단계를 획기적으로 단축시킬 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명은 쌍롤식 박판주조 공법에 있어서, 1쌍을 이루는 2개의 롤 각각의 냉각조건을 상이하게 제어함으로써, 주조되는 금속박판의 재료물성을 개선시키는 것을 과제로 한다. 전술한 과제는 예시적으로 제시되었고, 본 발명의 범위가 이러한 과제에 의해서 제한되는 것은 아니다.

과제 해결 수단

- [4] 본 발명의 일측면에 의하면, 투입되는 용융금속을 수용할 수 있는 소정의 이격공간을 두고 평행하게 배치되는 1쌍의 냉각롤을 포함하고, 상기 1쌍의 냉각롤은, 제1방향으로 회전하면서 상기 이격공간으로 투입되는 용융금속을 냉각시키는 제1롤; 및 상기 제1방향과 대향되는 방향인 제2방향으로 회전하며 상기 제1롤과 상이한 냉각조건으로 상기 이격공간으로 투입되는 용융금속을 냉각시키는 제2롤로 이루어진 비대칭 박판주조장치가 제공된다.
- [5] 이때 상기 상이한 냉각조건은 일 예로서, 제1롤 및 제2롤의 회전각속도를 서로 상이하게 하는 것일 수 있다. 다른 예로서, 상기 제1롤 및 제2롤의 냉각온도를

상이하게 하는 것일 수 있다. 또 다른 예로서, 상기 제1롤 및 제2롤의 직경을 서로 상이하게 하는 것일 수 있으며, 이때 서로 다른 직경을 가지는 상기 제1롤 및 상기 제2롤의 회전선속도는 동일하게 제어할 수 있다.

- [6] 본 발명의 다른 측면에 의하면, 서로 대향하며 이격된 1쌍의 냉각롤 사이의 이격공간으로 투입된 용융금속을 냉각시켜 금속박판을 제조하는 박판주조장치에 있어서, 상기 1쌍의 냉각롤은 서로 냉각조건이 상이한 제1롤 및 제2롤을 포함하는 비대칭 박판주조장치가 제공될 수 있다.
- [7] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 소정의 이격공간을 두고 평행되게 배치되는 제1롤 및 제2롤이 서로 상이한 냉각조건을 가지도록 설정하고 상기 제1롤 및 제2롤을 서로 대향되는 방향으로 회전시키는 단계; 상기 이격공간으로 용융금속을 투입하는 단계; 상기 용융금속을 상기 이격공간 내에서 냉각시켜 응고시키는 단계; 및 상기 응고된 영역을 상기 용융금속이 투입되는 쪽과 반대되는 쪽으로 배출시켜 금속박판을 제조하는 단계를 포함하는 비대칭 박판주조법이 제공된다.
- [8] 이때 상기 제1롤 및 제2롤의 회전선속도를 상이하게 설정하거나 냉각온도를 상이하게 설정할 수 있다.
- [9] 또는 상기 제1롤 및 제2롤의 직경을 서로 상이하게 설정할 수 있으며, 이때 상기 제1롤 및 상기 제2롤의 회전선속도는 동일하게 유지할 수 있다.
- [10] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 서로 대향하며 이격된 1쌍의 냉각롤 사이의 이격공간으로 투입된 용융금속을 냉각시켜 금속박판을 제조하는 박판주조 방법에 있어서, 상기 1쌍의 냉각롤을 구성하는 제1롤 및 제2롤은 서로 상기 용융금속에 대한 냉각조건이 상이하게 설정되게 하는 비대칭 박판주조법이 제공된다.
- [11] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 전술한 비대칭 박판주조법에 의해 제조된 금속박판이 제공된다.
- [12] 이때 금속박판은 조밀충진육방정(HCP), 면심입방정(FCC) 또는 체심입방정(BCC) 구조를 가질 수 있으며, 예를 들어, 상기 금속박판은 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 철(Fe) 및 강(steel) 로 이루어진 군에서 선택된 하나 또는 그 합금을 포함할 수 있다.
- [13] 본 발명의 또 다른 측면에 의하면, 제1면 및 상기 1면에 대해 두께방향으로 반대면인 제2면을 가지는 금속박판으로서, 상기 제1면에 대해 제1경사각도를 가지고 상기 금속박판의 두께방향으로 성장한 제1주상정; 및 상기 제2면에 대해 제2경사각도를 가지고 상기 금속박판의 두께방향으로 성장한 제2주상정을 포함하고, 상기 제1주상정 및 제2주상정의 형상이 서로 비대칭인, 금속박판이 제공된다.
- [14] 이때 상기 제1주상정 및 제2주상정은 주상정의 길이 또는 상기 주상정의 길이방향에 수직한 단면적이 서로 상이할 수 있다. 또는 상기 제1경사각도 및

제2경사각도의 평균값이 서로 상이할 수 있다.

- [15] 이때 상기 금속박판은 조밀충진육방정(HCP), 면심입방정(FCC) 또는 체심입방정(BCC) 결정구조를 갖을 수 있으며, 예를 들어, 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 철(Fe) 및 강(steel)으로 이루어진 군에서 선택된 하나 또는 그 합금을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [16] 본 발명에 따라 금속박판의 제조시, 1쌍의 냉각롤을 이루는 제1롤 및 제2롤 각각에 의한 냉각효과 및 전단변형력의 비대칭을 유도할 수 있으며 이러한 비대칭 조건하에 제조된 금속박판은 성형성을 비롯한 재료물성이 개선된 금속조직 및 집합조직을 가질 수 있다. 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1 내지 2는 본 발명에 따라 비대칭 냉각조건을 가진 제1롤 및 제2롤을 가진 박판주조장치의 실시예를 도시한 것이다.
- [18] 도 3은 쌍롤식 박판주조장치에 의해 제조된 금속박판의 두께방향으로의 단면조직을 개략적으로 도시한 것이다.
- [19] 도 4 내지 도 6은 비대칭 형상을 가지는 금속박판의 두께방향의 단면조직을 개략적으로 나타낸 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [20] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서 구성 요소들은 설명의 편의를 위하여 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.
- [21] 본 발명의 실시예들에서, 집합조직(texture)은 다결정 재료의 결정립들(crystalline grains)이 일정한 방향으로 정렬된 상태를 나타낼 수 있다. 본 발명의 실시예들에서, 집합조직은 텍스처 또는 텍스처로 불릴 수도 있고, 그 명칭에 의해서 그 범위가 제한되지 않는다. 본 발명의 실시예들에서, 재료가 갖는 집합조직은 절대적인 개념보다는 상대적인 개념으로 사용된다. 즉, 어떤 재료가 소정 방향의 집합조직을 갖는다는 것은 그 재료의 상당부분의 결정립들이 그 방향의 집합조직을 갖는다는 것을 의미할 뿐, 그 재료의 모든 결정립들이 그 방향의 집합조직을 갖는다는 것을 의미하지는 않는다.
- [22] 도 1에는 본 발명의 일실시예를 따르는 박판주조장치(100)가 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 박판주조장치(100)는 래들(미도시)로부터 용융금속(101)을

- 공급받는 턴디시(102)와 턴디시(102) 하부의 노즐(103)에 의해 하방으로 투입되는 용융금속(101)을 수용하는 1쌍의 냉각롤(104a, 104b)을 구비한다.
- [23] 1쌍의 냉각롤(104a, 104b)은 턴디시(102)로부터 투입되는 용융금속(101)을 수용할 수 있도록 소정의 이격공간을 두고 평행하게 배치되는 제1롤(104a) 제2롤(104b)을 구비한다. 이때 상기 이격공간 중 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)이 가장 근접한 거리로 이격된 부분을 롤넵(roll nip, 105)으로 지칭할 수 있다.
- [24] 턴디시(102) 내의 용융금속(101)은 노즐(103)에 의해 하방으로 투입되며, 이렇게 투입된 용융금속(101)은 롤넵(105) 상부의 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에 의해 한정되는 영역에 용융금속의 풀(pool, 106)을 형성하게 된다. 이러한 풀(106)을 이루는 용융금속의 유출을 방지하기 위해 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 양 측면 단부에 사이드 댐(107)이 설치된다. 이러한 풀(106)의 표면은 노즐(103)의 하단부에 위치하므로 노즐(103)의 하단부가 풀(106) 내로 침지될 수 있다.
- [25] 이때 1쌍의 냉각롤(104a, 104b) 각각은 내부의 설치된 냉각유로(미도시)를 따라 이동하는 냉각매체에 의해 냉각될 수 있다.
- [26] 또한 냉각롤(104a, 104b)은 도 1과 같이 서로 대향되는 방향으로 회전할 수 있다. 이때 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 서로 대향되는 방향은 도 1과 같이 제1롤(104a)은 시계방향인 제1방향으로 회전하고, 제2롤(104b)은 반시계방향인 제2방향으로 회전하는 것과 같이 용융금속의 풀(106)과 접하는 제1롤(104a)의 표면 및 제2롤(104b)의 표면이 롤넵(105)을 향해서 회전하는 방향을 의미한다.
- [27] 따라서 풀(106)의 용융금속은 서로 대향하는 방향으로 회전하는 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 표면에서 냉각에 의해 응고영역이 형성되며, 이러한 응고영역은 용융금속 쪽으로 성장하면서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전력에 의해 롤넵(105)으로 모아지게 된다.
- [28] 이때 롤넵(105)으로 모아지는 응고영역은 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에 의해 전단변형력을 받을 수 있으며 따라서 양 롤 사이에서 압연되는 효과를 받게 된다.
- [29] 계속되는 회전에 의해 롤넵(105)을 통과한 응고영역은 롤넵(105) 하방의 출구로 배출되면서 얇은 두께를 가지는 금속박판(108)으로 제조된다.
- [30] 이러한 쌍롤식 박판제조장치의 경우에는 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 표면에서부터 냉각에 의해 응고영역이 생성된 후 성장되기 시작한다. 예를 들어 금속박판의 표면은 용융금속이 냉각롤(104a, 104b)의 표면에서 급격히 냉각되어 형성된 부분이므로 미세한 결정립을 가지는 급랭조직을 가지며, 금속박판의 표면에서 내부로 들어가면서 금속박판의 중심을 향하는 주상조직을 가질 수 있다.
- [31] 이때 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)은 서로 대향하는 방향으로 회전하게 되므로 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)로부터 성장하는 주상조직의 응고영역 각각은 각각의 롤을 따라 회전하면서 롤넵(105) 부근에서 서로 만나게 된다. 따라서

이러한 쌍롤식 박판주조장치에 의해 제조된 금속박판은 일면에서 성장한 응고영역과 상기 일면의 반대면으로부터 성장한 응고영역이 금속박판의 두께 방향의 일정 지점에서 만나는 금속조직을 가지게 된다.

- [32] 이때 주상조직의 방향은 금속박판의 표면에 대해 소정의 각도로 기울어 질 수 있다. 즉, 일반적인 금형을 이용한 주조방식에 있어서, 응고가 진행됨에 따라 주상정의 성장방향은 표면에 수직한 방향으로 성장하게 된다. 그러나 본 발명과 같은 박판주조법에서는 롤의 회전속도와 냉각속도에 따라 금속박판의 표면에 대해 수직이 아닌 일정한 경사각도를 가지게 된다.
- [33] 도 3은 쌍롤식 박판주조장치에 의해 제조된 금속박판의 두께방향으로의 단면조직을 개략적으로 도시한 것이다. 도 3을 참조하면, 금속박판(300)의 제1면(301)로부터 성장한 제1주상정(303)과 제2면(302)로부터 성장한 제2주상정(304)이 각각 제1면(301) 및 제2면(302)에 대해 약 45도 내외의 각도를 가지고 기울어지게 된다. 이러한 주상정의 성장방향 변화에 따른 집합조직의 변화와 재료물성의 변화가 현저히 나타날 수 있다.
- [34] 이때 쌍롤식 박판주조장치의 1쌍의 냉각롤 각각이 동일한 냉각조건을 가지면, 제조된 금속박판(300)은 도 3과 같이, 제1주상정(303)과 제2주상정이 성장하여 서로 만나는 면(305)이 두께 방향의 중심부에서 형성되며, 이 면(305)을 기준으로 서로 대칭적인 금속조직을 가지게 된다. 여기서 냉각롤의 냉각조건은 박판주조법을 수행하는 과정에서 용융금속의 응고 및 압연에 영향을 주는 물리적 조건들로서, 냉각롤의 회전속도, 냉각효율 및 냉각롤의 직경 등을 포함한다.
- [35] 본 발명의 실시예를 따르는 박판주조장치(100)에서는 냉각롤이 서로 상이한 냉각조건을 가진 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)로 1쌍을 이룰 수 있다. 이러한 제1롤(104a) 및 제2롤(104b) 간의 비대칭 냉각조건은 금속박판의 두께방향으로 비대칭 금속조직을 유도하게 된다.
- [36] 이러한 비대칭 냉각조건을 가진 1쌍의 냉각롤의 일실시예로서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전속도를 서로 상이하게 제어할 수 있는 것으로 구성할 수 있다. 예를 들어, 제1롤(104a) 및 제2롤(104b) 각각에는 회전동력을 인가하기 위한 동력모터(미도시)가 연결되어 있을 수 있으며 이러한 동력모터(미도시) 각각을 제어하여 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전속도를 상이하게 제어할 수 있다. 여기서 회전속도는 롤의 반경에 회전각속도를 곱한 값으로 정의된다.
- [37] 이러한 회전속도 차이로 인해 롤(106) 내의 용융금속이 제1롤(104a)로부터 냉각되는 속도와 제2롤(104b)로부터 냉각되는 속도의 차이가 발생할 수 있다. 이러한 냉각속도의 차이로 인하여 제조되는 금속박판은 두께방향으로 서로 비대칭의 금속조직을 가질 수 있다.
- [38] 한편 상술한 바와 같이 롤립(105) 부근에서는 용융금속의 응고영역이 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에 의해 압연되는 효과가 있는바, 본 실시예와 같이 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전속도를 상이하게 함에 따라 롤립(105)

부근의 응고영역은 서로 상이한 회전선속도를 가지는 롤 사이에서 압연되는 효과, 즉 이속압연 효과를 받게 된다.

- [39] 이러한 응고조직의 비대칭 및 이속압연의 효과로 인해 롤납(105)을 빠져나오는 금속박판은 그 결정구조의 슬립계가 성형성에 유리하게 배열되는 집합조직을 가질 수 있다.
- [40] 특히 상온에서의 성형성이 열악한 조밀층진육방정(HCP) 결정구조를 가지는 금속, 예를 들어 마그네슘(Mg) 또는 마그네슘 합금의 경우 본 실시예를 따르는 쌍롤식 박판주조장치(100)를 이용하여 금속박판을 제조하는 경우, 금속박판의 집합조직이 성형성에 유리한 방향으로 배열됨에 따라 상온 성형성을 현저하게 개선할 수 있다.
- [41] 비대칭 냉각조건을 가진 1쌍의 냉각롤의 다른 실시예로서 제1롤(104a)과 제2롤(104b)은 서로 상이한 냉각온도를 가진 것으로 구성할 수 있다.
- [42] 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)은 그 내부에 냉각매체가 이동할 수 있는 냉각유로를 구비할 수 있다. 따라서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b) 각각의 냉각유로의 구성을 상이하게 구성함으로써 냉각매체에 의해 결정되는 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 냉각온도가 서로 상이하도록 할 수 있다.
- [43] 또는 제1롤(104a) 및 제2롤(104a) 내부의 냉각유로로 냉각능이 다른 냉각매체를 투입하거나 온도가 상이한 냉각매체를 투입함으로써 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 냉각온도를 다르게 설정할 수 있다.
- [44] 비대칭 냉각조건을 가진 1쌍의 냉각롤의 또 다른 실시예로서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 롤 직경이 서로 상이한 것으로 구성할 수 있다. 즉 제1롤(104a) 및 제2롤(104b) 중 어느 하나의 롤 직경이 다른 하나의 롤 직경에 비해 더 크거나 작게 구성할 수 있다. 도 2에는 제1롤(104a)의 직경이 제2롤(104b)에 비해 더 작은 1쌍의 냉각롤을 구비한 박판주조장치(100)가 도시되어 있다.
- [45] 이러한 양 롤 간의 직경차이로 인해, 양 롤의 회전각속도를 제어함으로써 서로 다른 회전선속도를 가지게 할 수 있다. 예를 들어, 양 롤이 동일한 회전각속도를 가지도록 제어할 경우, 결과적으로 양 롤은 직경차이에 의해 서로 다른 회전선속도를 가지게 된다. 이러한 회전선속도의 차이로 인해 풀(106) 내의 용융금속을 냉각하는 속도에 차이가 있을 수 있으며, 이러한 냉각속도의 차이로 인해 상술한 비대칭 금속조직을 가진 금속박판이 제조될 수 있다.
- [46] 또한 본 실시예에서는 서로 직경이 상이한 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에 의해 롤납(105) 부근의 응고영역에 인가되는 전단변형력의 차이가 발생될 수 있으며 이러한 전단변형력의 차이로 인하여 제조되는 금속박판의 집합조직이 성형성에 유리하도록 형성될 수 있다.
- [47] 다른 예로서, 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)은 회전각속도를 제어함으로써 롤의 반경에 회전각속도를 곱한 값으로 정의되는 회전선속도를 동일하게 제어할 수 있다. 예를 들어 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에는 각 롤의 회전 각속도의 비를 제어할 수 있는 동력모터(미도시)가 연결될 수 있으며, 동력모터를 제어하여

- 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전 각속도의 비가 제1롤(104a) 및 제2롤(104b) 반경의 역수의 비와 동일하게 제어함으로써 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전 선속도를 동일하게 유지할 수 있다.
- [48] 여기서의 "동일"의 의미는 완전동일 뿐만 아니라 작업자가 양 롤의 각속도를 동일하게 할 의도로 제어부의 신호를 제어했음에도 기계장치의 특성상 불가피하게 내포하고 있는 오차에 기인한 공정 마진 내에서의 동일성까지 포함하는 실질적 의미의 동일성으로 파악하여야 할 것이다.
- [49] 이와 같이 서로 직경이 다른 양 롤의 회전선속도를 동일하게 제어하는 경우에도 서로 다른 직경으로 인해 냉각속도의 차이가 발생할 수 있으며, 롤납의 응고영역에는 비대칭 전단변형력의 인가가 양 롤이 동일한 회전선속도를 가지는 과정 중에 이루어짐에 따라 응고된 금속박판이 양 롤 사이로 빠져나오는 사이에 미끄러지는 현상이 발생되지 않을 수 있다.
- [50] 한편, 또 다른 실시예로서 서로 다른 직경을 가진 양 롤 각각이 서로 상이한 냉각온도를 가진 것으로 구성할 수 있음은 물론이다.
- [51] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 박판구조법을 설명한다. 이 실시예에 따른 박판구조법은 예시적으로 도 1 및 도 2의 박판구조장치를 참조하여 설명할 수 있다.
- [52] 우선 소정의 이격공간을 두고 평행되게 배치되는 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)이 상이한 냉각조건을 가지도록 설정한 후 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)을 서로 대향되는 방향으로 회전시킨다.
- [53] 이때 제1롤(104a) 및 제2롤(104b) 간의 상이한 냉각조건을 설정하기 위한 일 실시예로서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전선속도를 상이하게 설정할 수 있다. 일 예로서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에 연결된 동력모터를 제어함으로써 양 롤의 회전선속도를 다르게 제어할 수 있다.
- [54] 다른 실시예로서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 냉각온도를 상이하게 설정할 수 있다. 이를 위해 제1롤(104a) 및 제2롤(104a) 내부의 냉각유로의 구조를 상이하게 설계할 수 있다. 또는 제1롤(104a) 및 제2롤(104a) 내부의 냉각유로로 냉각능이 다른 냉각매체를 투입하거나 온도가 상이한 냉각매체를 투입함으로써 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 냉각온도를 다르게 설정할 수 있다.
- [55] 또 다른 예로서 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 직경을 서로 상이하게 설정할 수 있다. 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에는 각 롤의 회전 각속도의 비를 제어할 수 있는 동력모터가 연결될 수 있으며, 동력모터를 제어하여 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)의 회전각속도를 조절하여, 회전선속도를 서로 상이하게 제어할 수 있음은 물론, 서로 동일하게 제어할 수 있다.
- [56] 다음, 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)간의 이격공간으로 용융금속을 투입한다. 이때 투입된 용융금속은 롤납(105) 상부에 제1롤(104a) 및 제2롤(104b)에 의해 한정되는 영역에 용융금속 풀(106)을 형성하게 된다.
- [57] 다음, 상기 용융금속을 상기 이격공간 내에서 응고시켜 응고된 영역을

용융금속이 투입되는 쪽과 반대되는 쪽, 즉 풀넛(105)의 하방으로 배출시켜 금속박판(108)을 제조하게 된다.

- [58] 이와 같은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 금속박판은 두께방향으로 구조조직의 비대칭성이 존재할 수 있다. 즉, 금속박판(300)의 제1면(301)으로부터 성장한 제1주상정(303)의 형상과 제2면(302)으로부터 성장한 제2주상정(304)의 형상의 차이, 예를 들어 주상정의 경사각도, 주상정의 길이 또는 주상정의 길이방향에 수직한 단면적의 차이가 발생할 수 있다. 도 4 내지 도 6에는 이러한 비대칭 형상을 가지는 금속박판의 두께방향의 단면조직을 개략적으로 나타낸 것이다.
- [59] 예를 들어, 제1면(301)으로부터의 냉각속도가 제2면(302)으로부터의 냉각속도가 더 큰 경우에, 제1주상정(303)의 성장속도가 제2주상정(304)의 성장속도에 비해 더 빠르게 된다. 따라서 도 4와 같이 동일시간에 제1주상정(303)의 길이(L1)가 제2주상정(304)의 길이(L2)에 비해 더 길게 성장할 수 있으며, 이로 인해 제1주상정(303) 및 제2주상정(304)이 서로 만나게 되는 면(305)이 제2면(302)측으로 더 치우치게 된다.
- [60] 다른 예로서, 도 5와 같이 제1주상정(303)의 길이방향에 수직한 단면적(A1)은 더 빠른 냉각으로 인해 제2주상정(304)의 단면적(A2)에 비해 평균적으로 더 작게 형성될 수 있다.
- [61] 또 다른 예로서, 도 6과 같이 제1주상정(303)이 제1표면(301)에 대해 이루는 경사각도 α (제1경사각도라 함)의 평균값 및 제2주상정(304)이 제2표면(302)에 대해 이루는 경사각도 β (제2경사각도라 함)의 평균값 서로 다르게 형성되어 비대칭을 이룰 수 있다.
- [62] 위에서 예시한 비대칭 형상의 예들은 금속박판 내에 단독 혹은 2 이상 조합하여 다양한 형태의 구조조직을 나타낼 수 있음은 물론이다.
- [63] 이때 금속박판은 조밀충진육방정(HCP), 면심입방정(FCC) 또는 체심입방정(BCC) 구조를 갖는 금속박판일 수 있으며, 예를 들어 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 철(Fe) 및 강(steel)으로 이루어진 군에서 선택된 하나 또는 그 합금을 포함하는 금속박판일 수 있다.
- [64] 이와 같이 예시된 본 발명의 박판구조법에 의할 경우 제조되는 박판은 두께방향으로 비대칭의 금속조직을 가질 수 있으며 성형성 등의 재료물성이 우수한 집합조직을 가질 수 있다.
- [65] 특히 상온에서의 성형성이 열악한 조밀충진육방정(HCP) 결정구조를 가지는 금속, 예를 들어 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 경우 이러한 응고조직의 비대칭과 이속압연의 효과로 인하여 성형성이 현저하게 향상될 수 있다.
- [66] 발명의 특정 실시예들에 대한 이상의 설명은 예시 및 설명을 목적으로 제공되었다. 따라서 본 발명은 상기 실시예들에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 상기

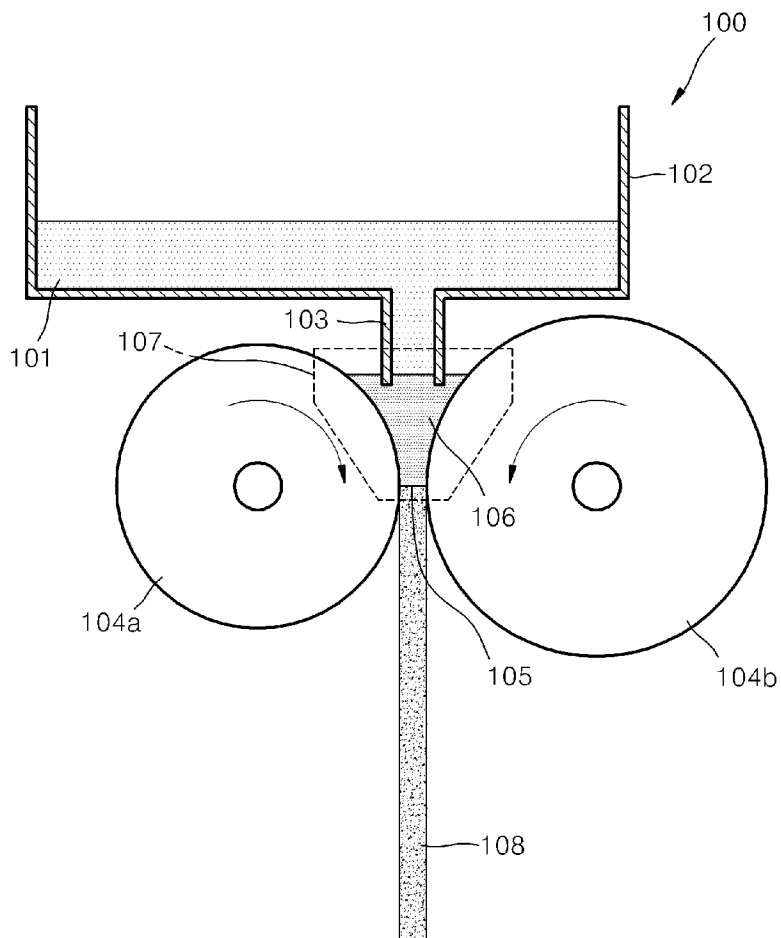
실시예들을 조합하여 실시하는 등 여러 가지 많은 수정 및 변경이 가능함은 명백하다.

청구범위

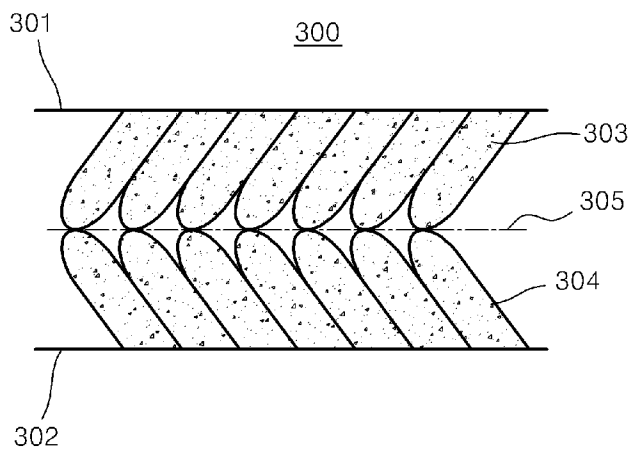
- [청구항 1] 투입되는 용융금속을 수용할 수 있는 소정의 이격공간을 두고 평행하게 배치되는 1쌍의 냉각롤을 포함하고, 상기 1쌍의 냉각롤은, 제1방향으로 회전하면서 상기 이격공간으로 투입되는 용융금속을 냉각시키는 제1롤; 상기 제1방향과 대향되는 방향인 제2방향으로 회전하며 상기 제1롤과 상이한 냉각조건으로 상기 이격공간으로 투입되는 용융금속을 냉각시킬 수 있는 제2롤; 로 이루어진 비대칭 박판구조장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 상이한 냉각조건은 제1롤 및 제2롤의 회전각속도를 서로 상이하게 하는 것인, 비대칭 박판구조장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 상이한 냉각조건은 상기 제1롤 및 제2롤의 냉각온도를 상이하게 하는 것인, 비대칭 박판구조장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 상이한 냉각조건은 상기 제1롤 및 제2롤의 직경을 서로 상이하게 하는 것인, 비대칭 박판구조장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 제1롤 및 상기 제2롤의 회전선속도는 동일하게 제어할 수 있는, 비대칭 박판구조장치.
- [청구항 6] 서로 대향하며 이격된 1쌍의 냉각롤 사이의 이격공간으로 투입된 용융금속을 냉각시켜 금속박판을 제조하는 박판구조장치에 있어서, 상기 1쌍의 냉각롤은 서로 냉각조건을 상이하게 할 수 있는 제1롤 및 제2롤을 포함하는 비대칭 박판구조장치.
- [청구항 7] 소정의 이격공간을 두고 평행되게 배치되는 제1롤 및 제2롤이 서로 상이한 냉각조건을 가지도록 설정하고 상기 제1롤 및 제2롤을 서로 대향되는 방향으로 회전시키는 단계; 상기 이격공간으로 용융금속을 투입하는 단계; 상기 용융금속을 상기 이격공간 내에서 냉각시켜 응고시키는 단계; 및 상기 응고된 영역을 상기 용융금속이 투입되는 쪽과 반대되는 쪽으로 배출시켜 금속박판을 제조 단계; 를 포함하는 비대칭 박판구조방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 제1롤 및 제2롤의 회전각속도를 상이하게 설정하는, 비대칭 박판구조방법.
- [청구항 9] 제7항에 있어서, 제1롤 및 제2롤의 냉각온도를 상이하게 설정하는, 비대칭 박판구조방법.
- [청구항 10] 제7항에 있어서, 상기 제1롤 및 제2롤의 직경을 서로 상이하게

- 설정하는, 비대칭 박판구조방법.
- [청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 제1롤 및 상기 제2롤의 회전선속도는 동일하게 유지하는, 비대칭 박판구조방법.
- [청구항 12] 서로 대향하며 이격된 1쌍의 냉각롤 사이의 이격공간으로 투입된 용융금속을 냉각시켜 금속박판을 제조하는 비대칭 박판구조방법에 있어서, 상기 1쌍의 냉각롤을 구성하는 제1롤 및 제2롤은 서로 상기 용융금속에 대한 냉각조건이 상이하게 설정되게 하는, 비대칭 박판구조방법.
- [청구항 13] 제1항 내지 제12항 중 어느 하나의 박판구조방법에 의해 제조된 금속박판.
- [청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 금속박판은 조밀충진육방정(HCP), 면심입방정(FCC) 또는 체심입방정(BCC) 결정구조를 갖는, 금속박판.
- [청구항 15] 제13항에 있어서, 상기 금속박판은 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 철(Fe) 및 강(steel)으로 이루어진 군에서 선택된 하나 또는 그 합금을 포함하는, 금속박판.
- [청구항 16] 제1면 및 상기 1면에 대해 두께방향으로 반대면인 제2면을 가지는 금속박판으로서, 상기 제1면에 대해 제1경사각도를 가지고 상기 금속박판의 두께방향으로 성장한 제1주상정; 및 상기 제2면에 대해 제2경사각도를 가지고 상기 금속박판의 두께방향으로 성장한 제2주상정;을 포함하고, 상기 제1주상정 및 제2주상정의 형상이 서로 비대칭인, 금속박판.
- [청구항 17] 제16항에 있어서, 상기 제1주상정 및 제2주상정은 주상정의 길이 또는 상기 주상정의 길이방향에 수직한 단면적이 서로 상이한, 금속박판.
- [청구항 18] 제16항에 있어서, 상기 제1경사각도 및 제2경사각도의 평균값이 서로 상이한, 금속박판.
- [청구항 19] 제16항에 있어서, 상기 금속박판은 조밀충진육방정(HCP), 면심입방정(FCC) 또는 체심입방정(BCC) 결정구조를 갖는, 금속박판.
- [청구항 20] 제16항에 있어서, 상기 금속박판은 마그네슘(Mg), 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 아연(Zn), 알루미늄(Al), 구리(Cu), 철(Fe) 및 강(steel)으로 이루어진 군에서 선택된 하나 또는 그 합금을 포함하는, 금속박판.

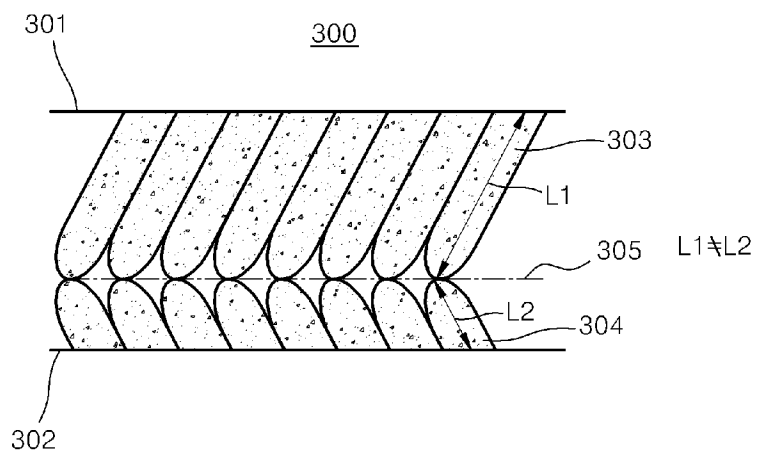
[Fig. 2]



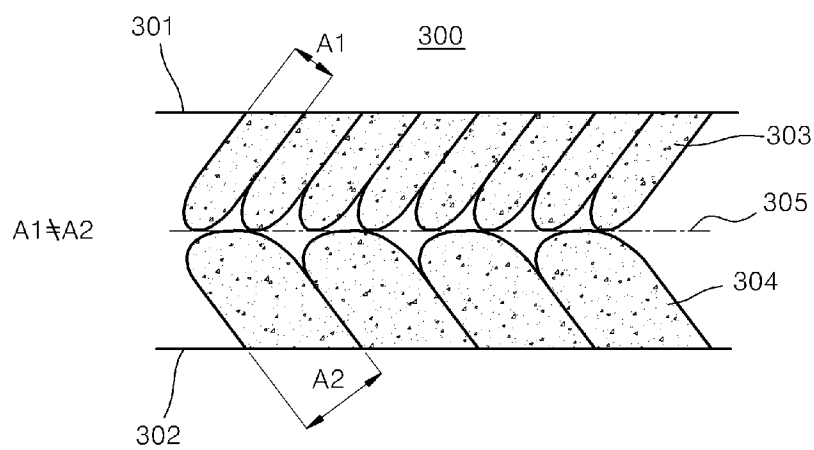
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

