

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ B22D 11/10		(45) 공고일자 1999년06월01일	
		(11) 등록번호 10-0189259	
		(24) 등록일자 1999년01월15일	
(21) 출원번호	10-1992-0701789	(65) 공개번호	특1992-0703244
(22) 출원일자	1992년07월28일	(43) 공개일자	1992년12월17일
(30) 우선권주장	90-322693 1990년11월28일 일본(JP)		
(73) 특허권자	가와사키 세이데츠 가부시카가이샤 도사끼 시노부 일본 효고켄 고베시 주오쿠 기타훈마치도리 1초메 1반 28고		
(72) 발명자	베소 나가야스 일본국 지바켄 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼 세이데쓰 가부시카가이샤 기 주쓰 겐꾸훈부 내 야마자끼 히사오 일본국 지바켄 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼 세이데쓰 가부시카가이샤 기 주쓰 겐꾸훈부 내 후지이 데쓰야 일본국 지바켄 지바시 가와사끼쵸 1 가와사끼 세이데쓰 가부시카가이샤 기 주쓰 겐꾸훈부 내		
(74) 대리인	이후동		

심사관 : 소현영

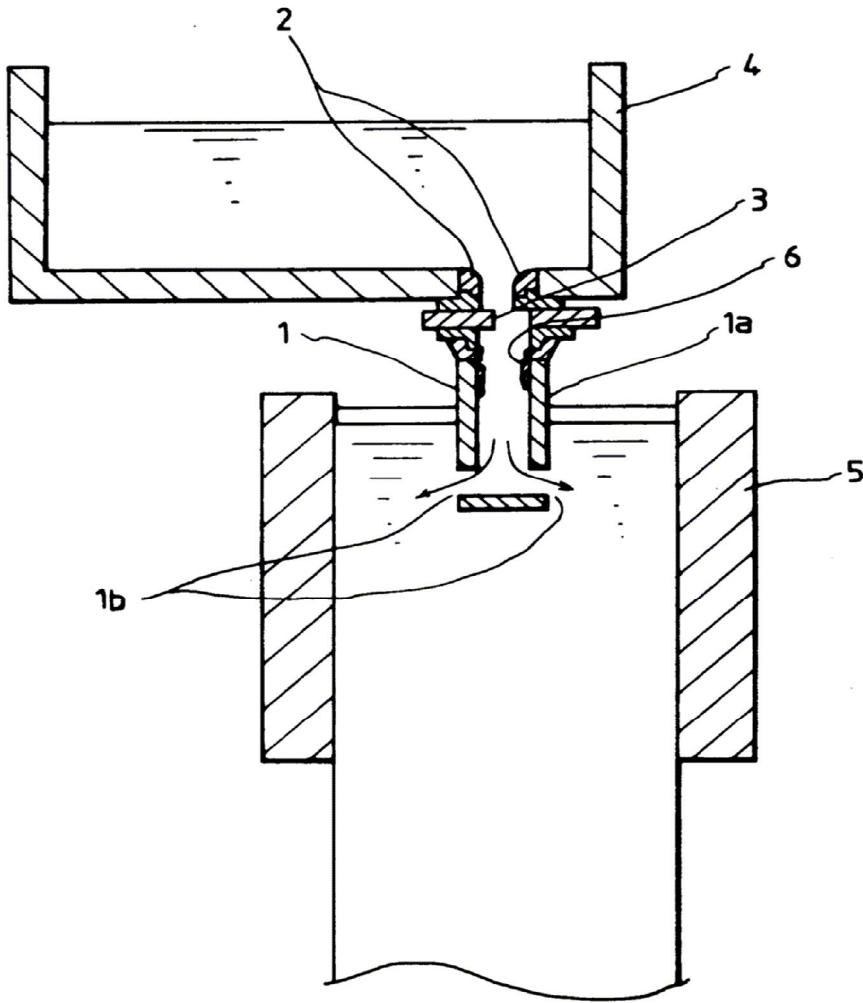
(54) 극저탄소 알루미늄 진정강의 연속주조방법

요약

극저탄소 알루미늄 진정강을 연속주조하는데 있어서, 중량비율에서 Ca농도를 6ppm 이상 20ppm 이하, S농도를 0.010% 이하, 및 산소 농도를 30ppm 이하로 하고, 텀디시내의 용융강 과열도를 16℃ 이상, 또한 노즐 몸통부의 평균 용융강 유속을 1.2m/초 이상으로 함으로써, 녹발생이 방지된다.

또한, 침지노즐내에 가스를 흡입할 필요가 없기 때문에 냉연 강판의 팽창 결함도 방지된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

극저탄소 알루미늄 진정강의 연속 주조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 연속주조법의 개략도와 침지노즐내의 가스취입(blowing)을 중지한 경우의 침지노즐 내벽에 대한 응고철의 부착상태를 나타내는 개략도.

제2도는 침지노즐 막힘지수와 용융강 속의 Ca농도의 관계를 나타내는 그래프.

제3도는 침지노즐 막힘지수와 용융강 속의 T.O농도의 관계를 나타낸 그래프.

제4도는 노즐의 연속주조와 V, ΔT 의 관계를 나타낸 도면.

제5도는 브레이크아웃(break-out) 발생지수와 ΔT 의 관계를 나타낸 도면.

제6도는 수증기 분무시험에 의한 녹발생지수와 강의 S농도의 관계를 나타낸 그래프.

제7도는 수증기 분무시험에 의한 녹발생지수와 강의 Ca농도의 관계를 나타낸 그래프.

제8도는 녹발생 허용레벨의 Ca-S 영역을 나타낸 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|------------|-------------------|
| 1 : 침지노즐 | 1a : 노즐몸통부 |
| 1b : 토출구 | 2 : 상부노즐 |
| 3 : 슬라이딩노즐 | 4 : 턴디시(turndish) |
| 5 : 주형 | 6 : 응고철 |

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 극저탄소 알루미늄 진정강의 연속주조방법에 관한 것이다.

제1도는 연속주조기 상부의 용융강 주입부의 개략도로써, 이 도면을 참조하여 연속주조법의 개요에 대해 설명한다.

종래, 극저탄소 알루미늄 진정강의 연속주조에 있어서는, Al_2O_3 의 응집 부착에 의한 침지노즐(1)의 막힘 현상을 방지하기 위해, 상부노즐(2) 또는 슬라이딩 노즐(3)으로부터 침지노즐(1)내로 Ar 가스가 취입(blow)되고, 취입된 Ar 가스의 기포가 주조과정에서 주조 덩어리의 응고셀에 떨어지고, 압연후 소둔 중에 이 Ar 가스가 온도상승에 의해 팽창하여, 냉연강판의 표면을 팽창시켰다.

Ar 가스의 취입 없이, 침지노즐의 막힘현상을 방지하는 방법으로서, 주조되는 용융강에 Ca를 첨가하여 Al_2O_3 를 더 낮은 용점의 CaO-Al₂O₃계 복합화합물로 변화시켜 노즐막힘을 방지하는 방법이 있다((1) 일본 국 특개평 1-99761호 공보, (2) 특개소 61-276756호 공보, (3) 특개소 61-1457호 공보참조).

이들 가운데 (1) 특개평 1-99761호 공보에 기재된 방법은, 턴디시(turndish : 래들(ladle)에 들어있는 용융강을 주형에 넣을 때 용융강의 화학조성을 균일화하는데 사용함)노즐의 중심위치로부터 1m 이내의 거리에서 턴디시의 용융강에 하단이 침지된 내화성원통을 배치하고, 턴디시노즐을 통과하는 용융강량의 5-20ppm 상당량의 Ca를 내화성원통에 첨가하는 방법이다.

또한 (2)의 특개소 61-267656 호 공보에 기재된 방법은, C ≦ 0.015중량%를 함유하는 알루미늄 진정용융강에 Ca 또는 Ca 합금을 첨가하여, 강속에 2-40ppm 상당량의 금속 Ca를 잔류시켜 CaO-Al₂O₃계 화합물이 생성되도록 처리하는 방법이다.

또한, (3)의 특개소 61-1457호 공보에 기재된 방법은 Ti 를 0.05wt%이상, Al 을 0.01wt% 이상 함유하는 알루미늄 진정강이나 알루미늄 실리콘 진정강을 연속주조하는데 있어서, 턴디시속의 용융강이 0.001-0.005wt%의 Ca 를 함유하도록 성분조성을 조정하는 방법이다.

그러나, 종래의 (1), (2), (3)의 어느 방법을 사용하여도,

(가) Ca 의 첨가조건, 즉 강의 화학조성(Ca, S 농도)의 차이에 따라 냉연강판에 녹이 발생하고,

(나) 강의 화학조성(Ca, 강의 산소농도(「T.O 농도」라함))이나, 또는 연속주조 조업조건에 따라 노즐 막힘현상이 발생하여 연속주조의 실시가 불가능하다는 단점이 있었다.

또한 Ca를 첨가하고, 침지노즐(1)에 대한 Ar가스의 취입을 중지한 경우, 주형(5)내 가스의 부력에 의한 용융강의 상승류가 없어지기 때문에, 주형 당면에 덮힘현상이 생기고, 브레이크아웃(break-out : 주형의 벽이 녹아 파손되는 현상) 발생율이 높고, 또한 주조강편의 표면 및 내부의 결함원인이 되었다.

또한 Ar가스 취입을 중지한 경우, 침지노즐(1)의 내면과 용융강 흐름 사이에 가스가 존재하지 않아서 단열작용이 없게된다. 주형 당면상의 노즐 내벽에 용융강이 응고하고, 따라서 알루미늄의 응집부착은 없지만 응고철(6)에 의한 노즐 막힘현상이 일어날 수 있다.

또한, 본 발명에서 서술하는 극저탄소 알루미늄 진정강이란 용융강 단계에서의 탄소 농도가 30ppm 이하이고 산소농도가 40ppm 이하인(주로 알루미늄으로 탈산되어) 강이다.

본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하고, Ar가스의 취입이 필요없고 동시에 냉연강판의 팽창 및 녹발생을 방지할 수 있는 극저탄소 알루미늄 진정강의 안정한 연속주조방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

본 발명은 상기의 과제를 해결하기 위해 극저탄소 알루미늄 진정강을 연속주조하는데 있어서,

(a) 강중의 Ca 농도를 6-200ppm 으로하고, S 농도를 0.01중량% 이하로 하며, 산소농도를 30ppm 이하로 하는 것과,

(b) 턴디시(4)내의 용융강 과열온도ΔT를 16℃ 이하로 하는 것, 또한

(c) 노즐 몸통부(1a)의 평균 용융강 유속 V를 1.2m/초 이상으로 하는 것을 특징으로 하는 주조방법이다.

본 발명자들은 극저탄소 알루미늄 진정강에 Ca를 첨가함으로써, 알루미늄 불순물의 용점을 저하시키고, 침지노즐(1)내에 Ar가스 같은 가스를 취입하지 않아도 안정하여 주조가 가능하고, 또한 냉연강판에 팽창 및 녹발생의 방지가 가능한 연속주조법을 개발하고자 아래의 3가지 항목에 걸쳐 검토했다.

(A) Ca를 첨가하여 용융강속의 알루미늄 불순물의 용점을 저하시키고, 침지노즐에 가스를 취입하지 않아도 알루미늄 불순물로 인해 침지노즐의 막힘현상이 발생하지 않는 용융강의 조성 검토.

(B) 상기 (A)항목을 만족하고, 또한 연속주조 조업의 안정 및 주조강편의 고품질화를 달성하기 위한 조업기술의 검토.

(C) 냉연강판에서, 녹발생을 방지할 수 있는 용융강의 조성 검토.

이제 (A), (B), (C) 순서로 각 검토 내용에 대해 설명한다.

(A) Ca 첨가로 용융강의 알루미늄 불순물의 용점을 저하시키고 가스 취입없이도 침지노즐의 막힘현상을 방지할 수 있는 용융강 조성의 검토.

다음에 나타내는 바와 같이, (1)식을 사용하여 알루미늄 불순물의 용점을 저하시키기에 필요한 Ca 농도를 검토했다.



실험조건을 제1표에 나타낸다.

제1표의 Ca 농도가 0-20ppm일 때, 연속주조기에서 침지노즐에 가스를 취입하지 않을 때 발생하는 노즐 막힘과 강에 첨가하는 Ca 농도의 관계를 조사했다.

[표 1]

(침지노즐 막힘방지 실험조건)

연속주조기 형식	12mR의 만곡연속주조기, 2-스트랜드
주형 사이즈	220mm(t) × 1500mm(W)
용융강 배출	3.5t/min · 스트랜드
턴디시내 용융강 과열온도 ΔT	20 ~ 26℃
침지노즐	몸통부 내경 70mm ϕ 토출구 70mm ϕ × 수평 2구
슬라이딩노즐 지름	70mm ϕ
레이들내의 용융강 중량	140톤 / 1회
용융강 조성	C / 15~25ppm S i / t r Mn / 0.10 ~ 0.14 중량 % P / 0.006 ~ 0.008 중량 % Ti / 0.022 ~ 0.026 중량 % Al / 0.020 ~ 0.033 중량 % T.O / 15 ~ 24ppm S / 0.006 ~ 0.009 중량 % Ca / 0 ~ 20ppm

Ar 가스를 취입하지 않은 경우, 용융강의 Ca량과 침지노즐 막힘지수의 관계를 제2도에 나타낸다.

이 제2도에 있어서, 침지노즐 막힘지수란 슬라이딩노즐(침지노즐 상부에 위치하고 용융강량을 조정함)의 개방도를 지수화한 것으로, 지수가 크면 막힘현상이 크다는 것을 의미한다. 또한, 제2도의 침지노즐 막힘지수는 1 및 2회의 슬라이딩노즐의 평균개방도를 표시한다.

제2도에 있어서, Ca농도를 6ppm 이상으로하면, 종래의 노즐에 Ar 가스를 취입할 때와 동등한 노즐 막힘 방지효과가 얻어지는 것으로 밝혀졌다.

반면에 Ca ≦ 6ppm일 경우, 침지노즐 막힘현상이 현저하고, 주조조업이 중단하는 경우도 있었다.

계속해서, 제4표에서 Ca 농도가 6-20ppm이고, Ar가스를 침지노즐에 취입하지 않는 조건일 때, 침지노즐의 막힘현상에 대해 좀더 상세한 검토를 했다.

제1표에서, 강의 총산소량 즉 T.O 농도를 10-40ppm으로 변화시켜, 침지노즐 막힘지수와 T.O 농도의 관계를 조사했다.

그 결과를 제3도에 나타낸다.

강의 Ca 농도와 T.O 농도를 제외한 다른 시험조건은 제1표와 같다.

제3도의 침지노즐 막힘지수는 3번째의 슬라이딩노즐의 평균개방도를 기초로 한다.

여기에서 T.O 농도가 30ppm을 넘으면, 노즐 막힘현상이 심화하고 3회 이상의 연속주조가 불가능하다는 것을 알았다.

이것은 T.O 농도가 30ppm 을 넘으면, 6-20ppm의 Ca 농도범위에서 알루미늄 불순물의 용점을 저하시키기 어렵고 불순물이 침지노즐에 부착되기 때문이다.

따라서 T.O 농도를 30ppm 이하로 억제할 필요가 있다.

(B) 침지노즐에 가스를 넣지않는 조건에서 연속주조 조업의 안정화 및 주조강편의 고품질화.

전술한 (A) 항목의 조건을 만족시켜, 침지노즐내에 가스를 취입하지 않고 연속주조하는 경우의 조업안정성 및 수득한 주조강편의 품질에 대해 검토했다.

용융강의 조성이 $Ca=6-20ppm$, $T.O \leq 30ppm$ 이고, 침지노즐 몸통부내 용융강 유속 (V) 또는 턴디시(4) 내의 용융강 과열온도 ΔT 와 침지노즐 막힘현상의 관계를 조사했다($V=$ 침지노즐내 용융강의 체적유속/침지노즐 몸통부 통로 단면적).

여기서, 용융강 과열온도 ΔT 는,

- (1) 전로에서 출강하는 용융강의 온도를 조절하고,
- (2) 턴디시히터를 사용하고, 또한
- (3) 2차 정련시의 용융강을 가열(용융강에 첨가한 금속 알루미늄의 산화열로)하므로써 조절한다. 다른 조건은 제1표와 같다.

그 결과를 제4도에 나타낸다.

V는 0.6-2.4m/초, ΔT 는 7-40℃의 범위에서 실험조사했다.

제4도에서, 침지노즐 1개로 연속주조가 5회이상 가능한 영역을 사선으로 나타냈다.

이 영역은, $V \geq 1.2m/초$, $\Delta T \geq 13℃$ 이다.

이때의 침지노즐 막힘현상은 강의 불순물이 침지노즐 토출구에 부착하기 때문이 아니라, 침지노즐 몸통부(1a)에서 일어나는 대기중의 열방출현상 때문으로 이로인해 몸통부 내벽에 응고철(6)이 성장한다.

Ar 가스를 침지노즐에 취입하는 경우, $V \geq 0.6m/초$, $\Delta T \geq 7℃$ 이상일 때라도 노즐의 연속주조가 5회이상 가능하다.

침지노즐에 가스를 취입하지 않는 경우, 침지노즐 몸통부 내벽과 노즐을 통과하는 용융강 흐름 사이에 기체막이 형성되지 않아 기체막에 의한 용융강의 단열작용이 없으며, 침지노즐 몸통부 내벽에 용융강이 응고부착하여, 응고철로 인한 노즐 막힘현상이 발생하기 쉽게 된다.

상기 노즐 막힘을 방지하고, 3회 이상의 연속주조를 실시하는 데는 $V \geq 1.2m/초$, 또한 $\Delta T \geq 13℃$ 의 조건이 필요하다.

또한, 침지노즐내에 가스를 취입하지 않으면, 주형내에서 가스의 부력에 의한 용융강의 상승흐름을 기대할 수 없고, 주형 탕면에서 용융강이 응고하여 주형 분말이 용융강 속에 갇히거나, 주형분말이 충분히 용융되지 않아 브레이크아웃의 발생원인이 된다.

Ca = 6-15ppm 와 $\Delta T = 7-40℃$ 일 때를 제외하고, 제1표과 동일한 실험조건에서 침지노즐내에 가스를 취입하지 않고 연속주조를 실시하여 브레이크아웃 발생율과 ΔT 의 관계를 조사했다.

제5도에서, 주형 분말의 용융부족에 의한 브레이크아웃 발생율을 낮게 억제하기 위해, 침지노즐에 가스를 취입하지 않는 경우에는, $\Delta T \geq 16℃$ 의 조건이 필요한 것으로 나타났다.

또한, $\Delta T \geq 16℃$ 이상이면, ΔT 가 16℃ 미만일 때의 주조 조건에서 제조된 냉연강판에 비해 주형 분말로 인한 표면결함 발생율도 1/3 이하로 억제할 수 있다.

이상과 같이, 본 발명자들은 침지노즐에 대한 가스취입없이, 극저탄소 알루미늄 진정강에 Ca를 첨가하여 침지노즐의 막힘현상과 브레이크아웃의 발생을 방지하며, 또한 주형 분말에 기인한 표면결함 발생율을 낮게 유지하기 위한 조건은 하기 (2)식을 만족하는 것임을 확인했다.

(가) $Ca \geq 6ppm$

(나) $T.O \leq 30ppm$

(다) $v \geq 1.2m/sec$ (2)

(라) $\Delta T \geq 16℃$

(C) 냉연강판의 녹발생 방지를 위한 강의 조성 검토.

Ca를 첨가한 극저탄소 냉연강판의 녹발생시험을, 아래와 같은 2가지 방법으로 얻어진 냉연강판에 대해서 실시했다.

(가) 실험실 규모로 용제, 조괴, 열간냉연, 냉간압연을 실시하여 얻은 냉연강판.

(나) 현장 제조라인이 연속주조, 열간압연, 냉간압연 공정을 거쳐 얻어진 냉연강판.

상기 (가), (나)의 실험에 사용한 강의 조성을 제2표에 나타낸다.

[표 2]

(녹발생 시험에 사용한 강의 조성)

C	15 ~ 30ppm
Si	tr
Mn	0.08 ~ 0.12 중량 %
P	0.007 ~ 0.011 중량 %
Ti	0.020 ~ 0.028 중량 %
Al	0.025 ~ 0.042 중량 %
T.O	18 ~ 23ppm
Ca	0ppm 및 6 ~ 30ppm
S	0.001 ~ 0.020 중량 %

Ca 농도를 0ppm과 6~30ppm, S를 0.001~0.020 중량%로 각각 변화시켜 얻은 냉연강판에 대해 녹발생시험을 했다.

이 시험에는, 수증기 분무시험이 적용되었다.

수증기 분무시험이란, 90-95℃의 온도와 또한 90-95% 습도로 유지한 용기내에 시험편을 10시간 방치하고, 그때 발생한 녹의 면적을 측정하는 것이다.

수증기 분무시험 결과에서, 다음의 메카니즘에 의해 형성된 국부전지가 녹의 발생원인임을 확인하였다. Ca 첨가로 Al₂O₃보다 용점이 낮은 CaO-Al₂O₃계 복합 화합물을 생성한다. 이 화합물의 주위에 CaS가 석출한다. 이 CaS는 가수분해하여 물에 용해되고, 따라서 국부전지가 형성된다.

수증기 분무시험 결과를 제6도 및 제7도에 나타낸다.

제6도는 Ca = 6-15ppm의 범위에서의 수증기 분무시험에 의한 녹발생지수(녹발생 면적율을 지수화한 것)를 강의 S 농도에 대해 나타낸 것이다.

강의 S 함유농도는 냉연후의 녹발생과 밀접한 관계가 있고, Ca 함유농도가 6ppm 이상 15ppm 이하인 냉연강판의 경우, 녹발생을 허용수준 이하로 억제할 때는 제6도에 나타난 바와 같이, 강의 S 농도를 0.01 중량% 이하로 할 필요가 있다.

또한, 강의 S 농도가 0.005-0.009 중량%의 범위에서 수증기 분무시험에 의한 녹발생지수와 강에 첨가된 Ca 농도의 관계를 나타낸 것이 제7도이다.

Ca 농도 증가시 냉연강판의 녹발생도 증대한다.

녹발생을 허용수준 이하로 억제하기 위해서는 Ca 농도를 20ppm 이하, 보다 바람직하게는 15ppm 이하로 하는 것이 좋다.

상기 데이터와 다른 데이터로부터 Ca = 6-30ppm, S = 0.001-0.020 중량% 범위일 때 극저탄소 냉연강판의 녹발생을 방지할 수 있는 Ca 및 S의 영역을 정리하여 제8도에 나타낸다.

제8도에 나타난 바와 같이, 녹발생 허용수준 영역은 6ppm ≤ Ca ≤ 20ppm, S ≤ 0.01 중량%이다.

이상 (A), (B), (C)에 나타난 본 발명자들의 실험으로부터, 극저탄소 알루미늄 진정강에 Ca를 첨가하여, 침지노즐에 대한 가스취입없이 극저탄소 알루미늄 진정강에 Ca를 첨가하여 안정한 연속주조법으로 표면 및 내부 결함의 발생율이 낮고 또한 녹발생 수준이 허용한도 이하인 냉연강판을 제조하기 위해서는 연속주조조업에서 다음같은 (가)-(마)의 조건이 필수임이 밝혀졌다.

(가) 6ppm ≤ Ca ≤ 20ppm

(나) S ≤ 0.01 중량%

(다) T.O ≤ 30ppm

(라) v ≥ 1.2m/sec

(마) ΔT ≥ 16℃

또한, 용융강에 대해 Ca를 첨가할 때는 Ca 금속, Ca-Si 합금 등의 적절한 재료를 사용하여 레이들 또는 턴디시에서 행할 수 있다.

실시에

다음과 같이 본 발명의 실시예를 비교예와 대비하여 나타낸다.

제3표 및 제4표에 나타난 조건에서, 극저탄소 알루미늄 진정강의 연속주조를 레이들에서 나온 용융강에 대해 4회 실시했다.

또한 비교예 2에서는, 노즐막힘 때문에 1내지 2회째에 주조를 중단한 예도 있었다.

[표 3]

(실시예의 시험조건 - 1)

연속주조기 형식	제1표와 동일
주형 사이즈	220mmt × 1300mmW
용융강 배출	3.0t/min
턴디시내 용융강 가열도	ΔT 23 ~ 27℃
침지노즐	제1표와 같음
슬라이딩노즐 지름	제1표와 같음
레이들내 용융강 중량	140톤/1회
용융강 조성	C / 16 ~ 26ppm (평균 20ppm) Si / t r. Mn / 0.09 ~ 0.12 중량 % (평균 0.10 중량 %) P / 0.007 ~ 0.012 중량 % (평균 0.010 중량 %) Al / 0.036 ~ 0.43 중량 % (평균 0.026 중량 %) Ti / 0.024 ~ 0.030 중량 % (평균 0.026 중량 %) T.O / 19 ~ 25ppm (평균 22ppm) Ca, S 농도는 제4표 참조
침지노즐에 대한 Ar 취입	제4표 참조

[표 4]

(실시에 및 비교예의 실시조건 - 2)

	Ca 농도	S 농도	침지노즐에 대한 가스취입
실시예	6 ~ 15ppm	0.004 ~ 0.008 중량 %	없음
비교예 1	6 ~ 15ppm	0.012 ~ 0.015 중량 %	없음
비교예 2	2 ~ 5ppm	0.004 ~ 0.008 중량 %	없음
비교예 3	첨가없음	0.004 ~ 0.008 중량 %	8N l / min Ar

주조후의 노즐개방 면적율, 냉연팽창결함 발생율 및 수중기 분무시험에 의한 녹발생 면적율을 제5표에 나타낸다. 여기서,

$$\text{노즐개방 면적율} = \frac{\text{주조후의 노즐토출구 면적}}{\text{주조전의 노즐토출구 면적}} \times 100 (\%)$$

이다.

[표 5]

(실시에 및 비교예의 실험결과)

	주조후의 노즐개방 면적율 (%)	냉연강판 팽창 결함발생율 (%)	수중기 분무시험에 의한 녹발생 면적율 (%)
실시예	100	0.00	3.7
비교예 1	100	0.01	12.2
비교예 2	25	0.83	3.9
비교예 3	92	3.79	3.7

제5표에 나타난 바와 같이, 본 발명에 따르면 주조시의 노즐막힘 및 냉연강판 소둔시의 팽창현상이 해결되고, 냉연강판의 녹발생을 현저히 억제할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

강의 Ca 농도를 6ppm 이상 20ppm 이하로 하고, S 농도를 0.01 중량% 이하, 또는 산소농도를 30ppm 이하로 하고, 텀디시내의 용융강 과열온도를 16℃ 이상, 노즐 몸통부의 평균 용융강 유속을 1.2m/초 이상의

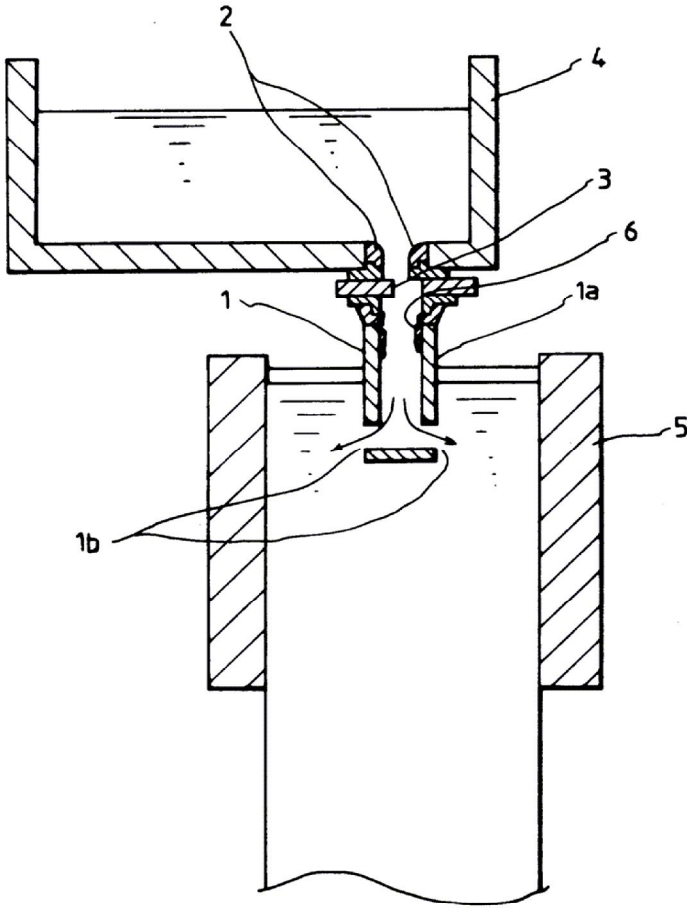
로 하는 것을 특징으로 하는 극저탄소 알루미늄 진정강의 연속주조방법.

청구항 2

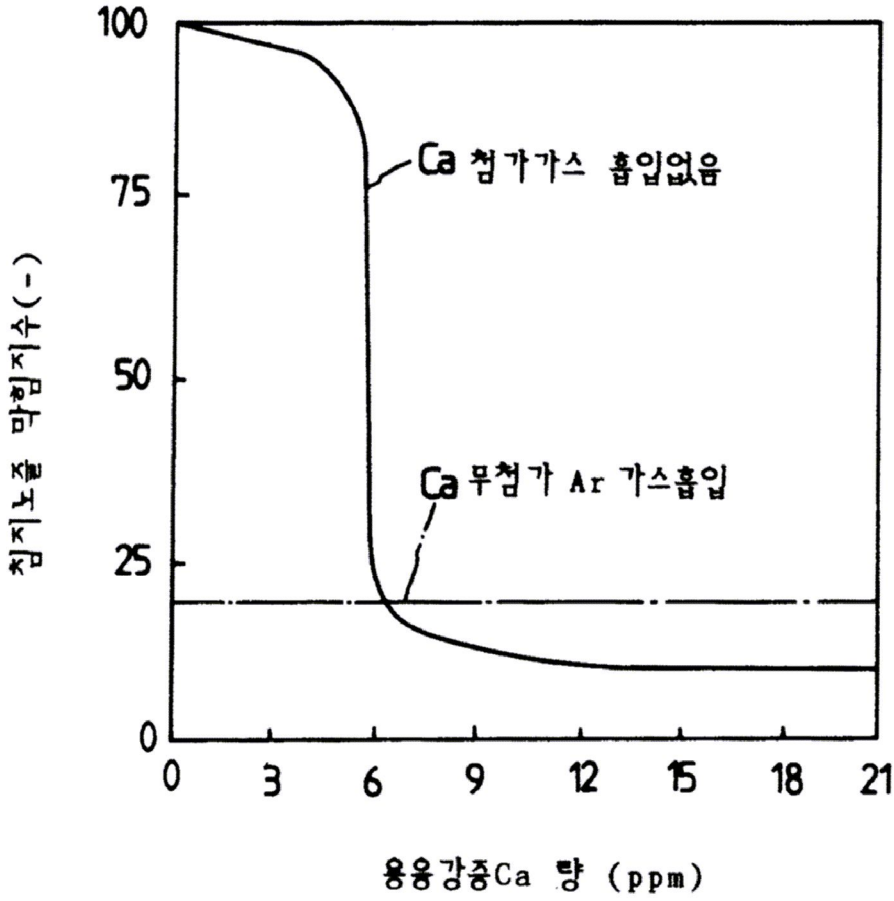
제1항에 있어서, 침지노즐내에 가스를 취입하지 않고 주조를 행하는 것을 특징으로 하는 극저탄소 알루미늄 진정강의 연속주조방법.

도면

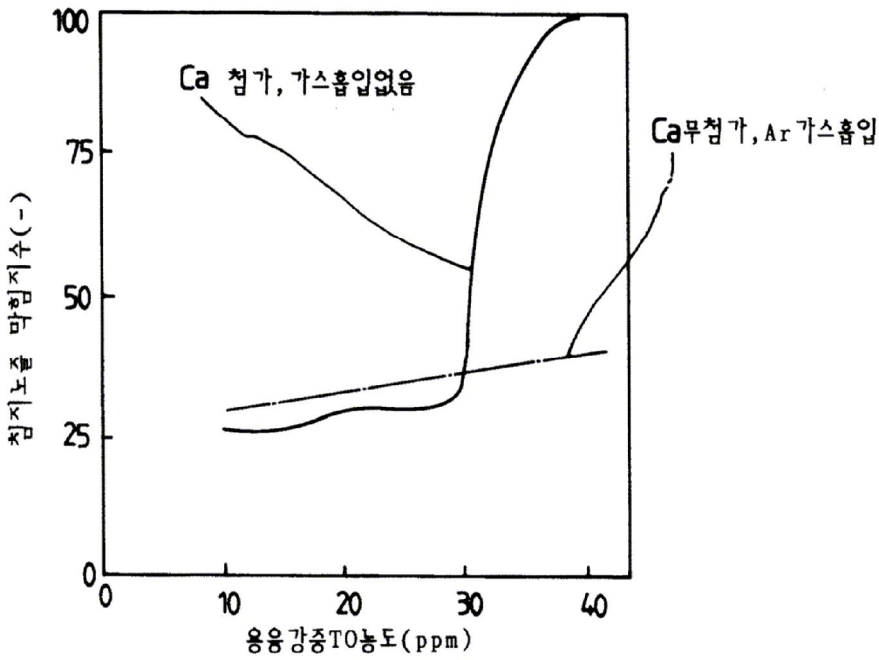
도면1



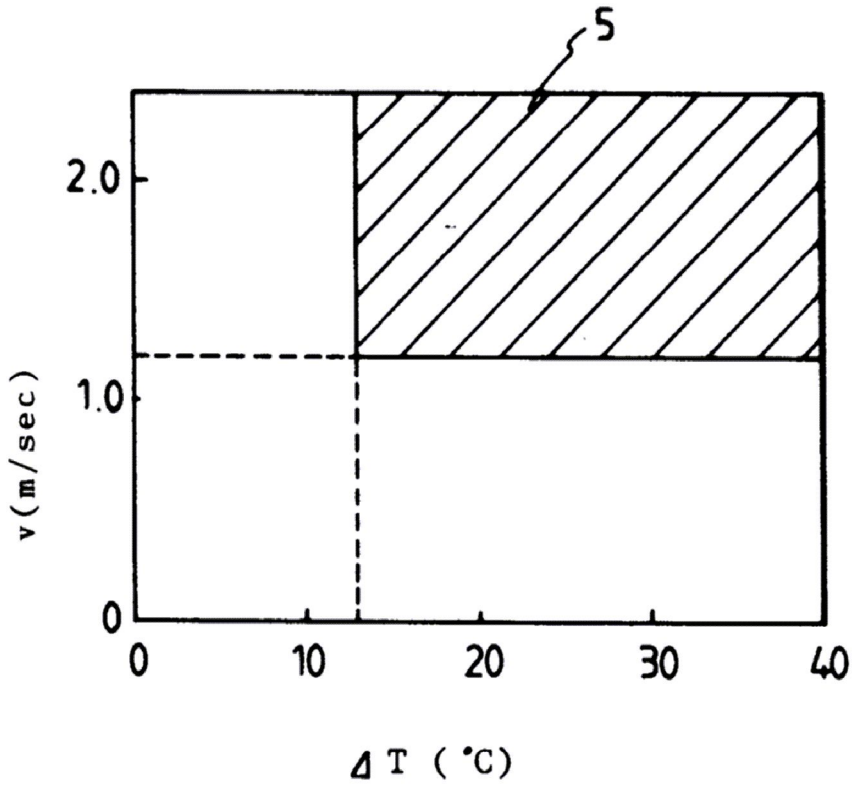
도면2



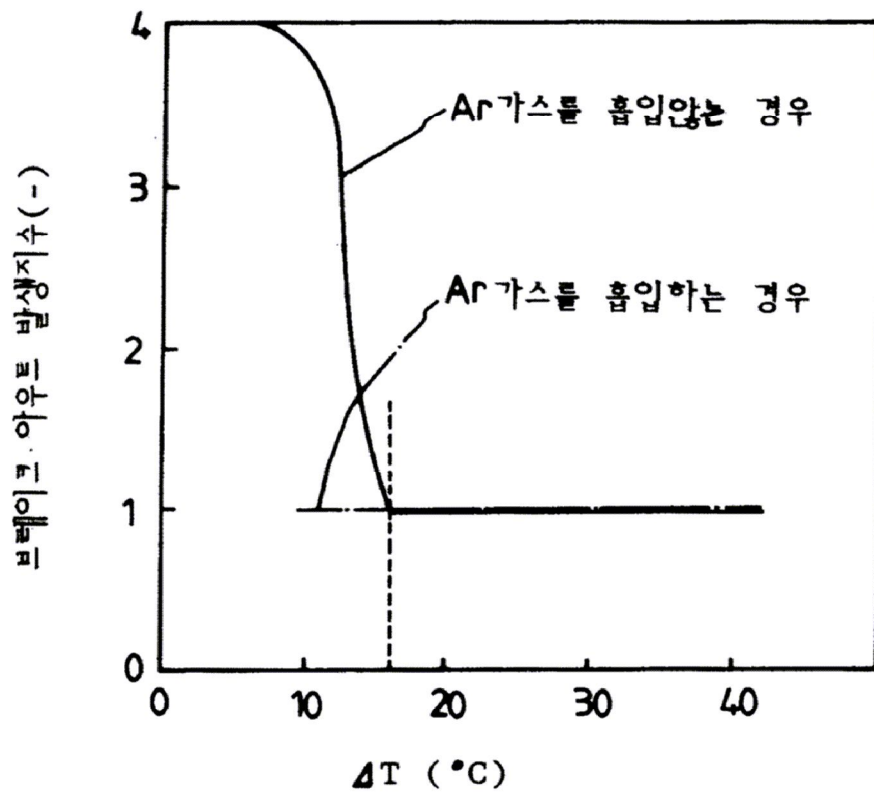
도면3



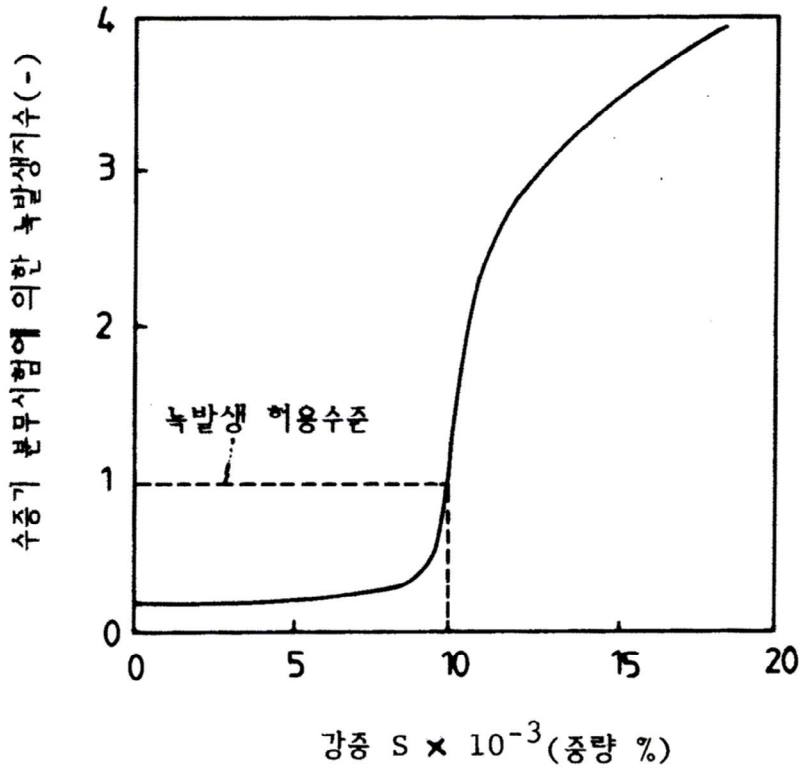
도면4



도면5

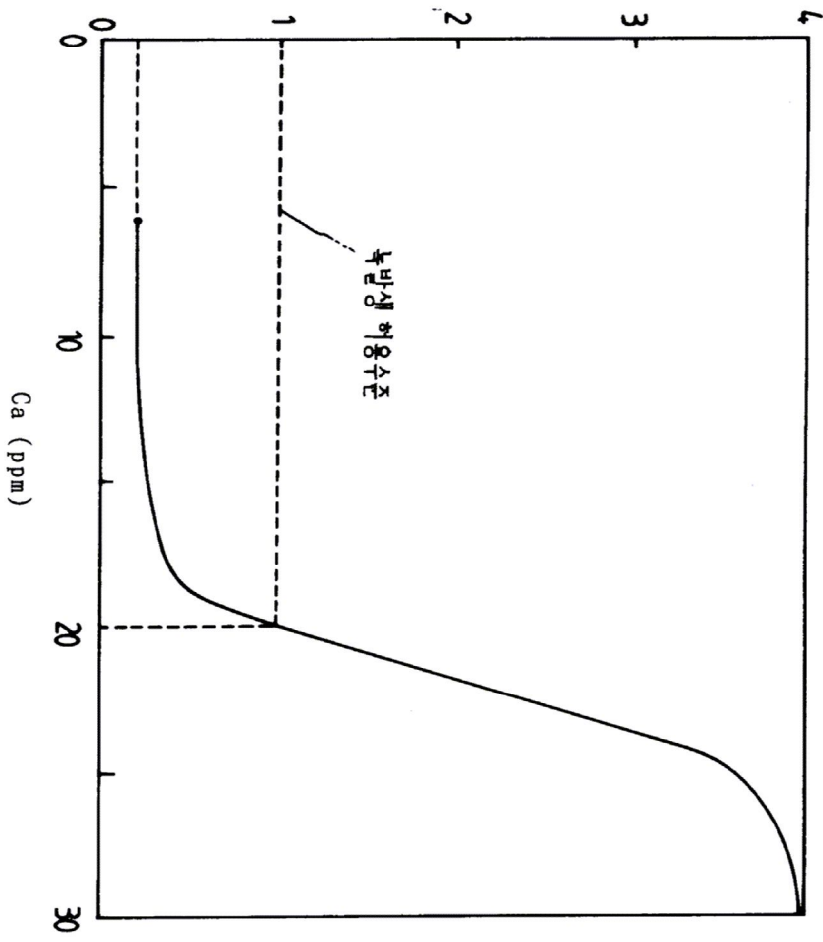


도면6



도면7

수증기 본무시험에 의한 녹발생지수(-)



도면8

