



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월24일

(11) 등록번호 10-2220411

(24) 등록일자 2021년02월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 11/106 (2006.01) *B22D 11/108* (2006.01)
B22D 11/11 (2006.01) *B22D 11/117* (2006.01)
B22D 11/16 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B22D 11/106 (2013.01)
B22D 11/108 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7009986
- (22) 출원일자(국제) 2016년09월24일
 심사청구일자 2019년06월11일
- (85) 번역문제출일자 2016년04월15일
- (65) 공개번호 10-2016-0067864
- (43) 공개일자 2016년06월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2014/075268
- (87) 국제공개번호 WO 2015/046238
 국제공개일자 2015년04월02일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2013-200834 2013년09월27일 일본(JP)
 JP-P-2014-192187 2014년09월22일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2012061516 A*
 KR1020030047537 A*
 KR1020050006214 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 닛테츠 닛신 세이코 가부시카이가이사
 일본 1008366 도쿄 치요다쿠 마루노우치 3초메 4-1
- (72) 발명자
 혼다, 유우키
 일본, 7468666 야마구치, 슈난-시, 노무라미나미-마치, 4976, 닛신 세이코 가부시카이가이사, 슈난 워크스 내
 모리카와, 히로시
 일본, 7468666 야마구치, 슈난-시, 노무라미나미-마치, 4976, 닛신 세이코 가부시카이가이사, 슈난 워크스 내
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 성낙훈

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박종일

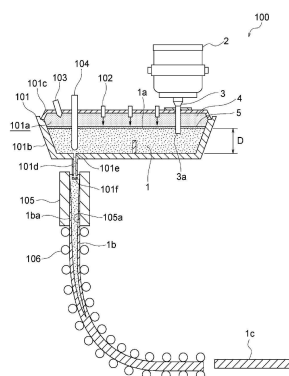
(54) 발명의 명칭 연속 주조 방법

(57) 요약

턴디시(101) 내로 연장하는 룡 노즐(3)이 레이들(2)에 설치된 연속 주조 장치(100)를 이용하여 알루미늄 탈산이 이루어진 스테인리스 용강(1)을 주조하는 연속 주조 방법에서는, 룡 노즐(3)의 주출구(3a)를 주입한 스테인리스 용강(1)에 침지시키면서 룡 노즐(3)을 통해 턴디시(101) 내에 스테인리스 용강(1)을 주입함과 함께, 턴디시(101)

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



내의 스테인리스 용강(1)을 주형(105)에 주입한다. 그리고, 턴디시(101) 내의 스테인리스 용강(1)의 표면을 덮도록 TD파우더(5)를 살포하고, 스테인리스 용강(1)의 주위에 질소 가스를 공급한다. 또, 턴디시(101) 내에 저장되어 있는 상태 이외의 상태의 스테인리스 용강(1)에 칼슘 함유물을 첨가한다.

(52) CPC특허분류

B22D 11/11 (2013.01)

B22D 11/117 (2013.01)

B22D 11/16 (2013.01)

(72) 발명자

초, 히로아키

일본, 7468666 야마구치, 슈난-시, 노무라미나미-마치, 4976, 닛신 세이코 가부시키키가이샤, 슈난 워크스 내

누쿠시나, 노리아키

일본, 7468666 야마구치, 슈난-시, 노무라미나미-마치, 4976, 닛신 세이코 가부시키키가이샤, 슈난 워크스 내

명세서

청구범위

청구항 1

레이들 내의 알루미늄 탈산이 이루어진 용융 금속을 턴디시 내에 주입하고, 상기 턴디시 내의 상기 용융 금속을 주형에 연속 주입하여 금속편을 주조하는 연속 주조 방법에 있어서,

상기 레이들 내의 상기 용융 금속을 상기 턴디시 내에 주입하기 위한 주입 노즐로서 상기 턴디시 내로 연장하는 롱 노즐을 상기 레이들에 설치하는 롱 노즐 설치 스텝과,

상기 롱 노즐의 주출구를 상기 턴디시 내에 주입된 상기 용융 금속에 침지시키면서, 상기 롱 노즐을 통해서 상기 턴디시 내에 상기 용융 금속을 주입 함과 함께, 상기 턴디시 내의 상기 용융 금속을 상기 주형에 주입하는 주조 스텝과,

상기 턴디시 내의 상기 용융 금속의 표면을 덮도록 턴디시 파우더를 살포하는 살포 스텝과,

상기 턴디시 파우더를 살포한 상기 용융 금속의 주위에 쉘 가스로서 질소 가스를 공급하는 쉘 가스 공급 스텝과,

상기 턴디시 내에 저장되어 있는 상태 이외의 상기 용융 금속에 칼슘 함유물을 첨가하는 첨가 스텝을 포함한 연속 주조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 용융 금속은 티탄을 성분으로서 함유하는 연속 주조 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 칼슘 함유물을 상기 용융 금속의 주조 전의 공정인 정련 공정에서 첨가하는 연속 주조 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 칼슘 함유물은 상기 턴디시로부터 상기 주형에 상기 용융 금속을 주입하기 위한 노즐의 내벽면에 포함되는 연속 주조 방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 턴디시 파우더를 살포하기 전에, 쉘 가스로서 아르곤 가스를 상기 턴디시 내의 상기 용융 금속의 주위에 공급하는 연속 주조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 연속 주조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

금속의 일종인 스테인리스강의 제조 공정에서는, 전기로로 원료를 용해하여 용선이 생성되고, 생성된 용선은 전

로(轉爐), 진공 탈가스 장치에서 스테인리스강의 특성을 저하시키는 탄소를 제거하는 탈탄 처리 등을 포함하는 정련이 이루어져 용강으로 되고, 그 후, 용강이 연속 주조 되는 것에 의해 응고하여 판 형상의 슬래브 등을 형성한다. 또, 정련 공정에서는 용강의 최종적인 성분의 조정이 이루어진다.

[0003] 연속 주조 공정에서는, 용강은 레이들로부터 주입되고, 턴디시로부터 연속 주조용 주형 내에 흘러 들어가 주조된다. 이때, 최종적인 성분 조정 후의 용강이 대기 중의 질소 또는 산소와 반응하여 질소의 함유량을 증대시키거나, 또는 산화되는 것을 방지하기 위해서, 턴디시 내에 있어서의 레이들로부터 주형에 이르는 용강의 주위에는 용강 표면을 대기로부터 차단하는 쉘 가스가 공급된다.

[0004] 예를 들면, 특허 문헌 1에는, 쉘 가스로서 아르곤 가스를 사용하는 연속 주조 슬래브의 제조 방법이 기재되어 있다.

[0005] [선행기술문헌]

[0006] [특허 문헌]

[0007] [특허 문헌 1] 일본특허공개 평 4-284945호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 특허 문헌 1의 제조 방법과 같이, 쉘 가스로서 아르곤 가스를 사용하면, 용강 내에 들어온 아르곤 가스가 기포로 남고, 연속 주조 슬래브의 표면 및 그 부근에서 아르곤 가스에 의한 기포 결함, 즉 표면 결함이 발생하기 쉽다. 그리고, 연속 주조 슬래브에 표면 결함이 발생하면, 원하는 품질을 확보하기 위해 표면을 깎아야 하기 때문에, 비용이 증대하는 문제가 있다. 때문에 본 발명자는 불활성 가스로서 용강 내에서 기포로서 남기 어려운 질소를 쉘 가스로서 사용하고, 질소의 용강에의 용해를 방지하기 위해 용강 표면에 파우더 층을 형성하여 질소와 용강을 차단하는 기술을 개발했다.

[0009] 또, 스테인리스강에는, 산화하기 쉬운 티탄 등을 성분으로서 함유하는 강종이 있다. 이러한 강종의 스테인리스강의 정련 공정에서는, 탈탄소용으로 취정(吹精)되는 산소와 티탄의 반응을 막기 위해, 산소와 더 반응하기 쉬운 알루미늄을 첨가하여 용강 중의 산소를 제거하는 알루미늄 탈산이 이루어진다. 알루미늄은, 산소와 반응하여 알루미늄아산화물 되는 것에 의해, 용강 중의 산소를 제거한다. 그러나, 알루미늄아산화물의 용점은 2020℃로 높기 때문에, 용강 중의 알루미늄아산화물은, 용강의 온도가 저하하는 주조 공정에서 석출하고, 예를 들어, 턴디시로부터 주형에의 노즐의 내벽에 부착·퇴적하여 폐색시키는 경우가 있다. 때문에 본 발명자는 턴디시 내의 용강에 Ca함유물을 첨가하여 알루미늄아산화물 보다 저융점의 알루미늄산화물 칼슘으로 변화시켜 노즐의 폐색을 방지하는 대책을 취하여 왔다.

[0010] 그러나, 턴디시 내에 있어서, Ca함유물을 첨가할 때 쉘 가스인 질소가 용강 중에 혼입하고, 혼입한 질소가 용강 중의 성분과 접촉하여 반응함으로써 생성되는 생성물이 슬래브의 표면 부근에 개재물로서 석출하여 표면 결함을 일으키는 문제가 발생하였다.

[0011] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로, 알루미늄 탈산이 이루어진 용강(용융 금속)의 주조시에 있어서의 턴디시로부터 주형에의 노즐의 폐색을 방지하면서, 용강을 주조한 슬래브(금속편)에 있어서의 표면 결함의 저감을 도모하는 연속 주조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 따른 연속 주조 방법은, 레이들 내의 알루미늄 탈산이 이루어진 용융 금속을 턴디시 내에 주입하고, 턴디시 내의 용융 금속을 주형에 연속 주입하여 금속편을 주조하는 연속 주조 방법에 있어서, 레이들 내의 용융 금속을 턴디시 내에 주입하기 위한 주입 노즐로서, 턴디시 내로 연장하는 롱 노즐을 레이들에 설치하는 롱 노즐 설치 단계와, 롱 노즐의 주출구를 턴디시 내에 주입된 용융 금속에 침지시키면서, 롱 노즐을 통해 턴디시 내에 용융 금속을 주입함과 함께, 턴디시 내의 용융 금속을 주형으로 주입하는 주조 단계와, 턴디시 내의 용융 금속의 표면을 덮도록 턴디시 파우더를 살포하는 살포 단계와, 턴디시 파우더를 살포한 용융 금속의 주위에 쉘 가스로서 질소 가스를 공급하는 쉘 가스 공급 단계와, 턴디시 내에 저장되어 있는 상태 이외의 상태의 용융 금속에 칼슘 함유물을 첨가하는 첨가 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 따른 연속 주조 방법에 의하면, 알루미늄 탈산이 이루어진 용융 금속의 주조 시에 있어서의 턴디시로부터 주형에의 노즐의 폐색을 방지하면서, 용융 금속을 주조한 금속편에 있어서의 표면 결함을 저감하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 스테인리스강의 제조 공정에 있어서의 2차 정련 공정 및 주조 공정을 나타내는 모식도이다.
 도 2는 본 발명의 실시형태 1에 따른 연속 주조 방법에서 사용하는 연속 주조 장치의 구성을 나타내는 모식도이다.
 도 3은 연속 주조 시에 있어서의 도 2의 턴디시 상태를 나타내는 모식도이다.
 도 4는 본 발명의 실시형태 2에 따른 연속 주조 방법에서 사용하는 연속 주조 장치의 구성을 나타내는 모식도이다.
 도 5는 실시예 1 내지 5에서의 연속 주조 시에 있어서의 턴디시의 침지 노즐에서의 석출물의 퇴적 상황을 비교한 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 실시형태 1

[0016] 이하, 본 발명의 실시형태 1에 따른 연속 주조 방법에 대해 첨부 도면에 근거해 설명한다. 또, 이하의 실시형태에서는, 2차 정련 공정에서 알루미늄 탈산을 필요로 하는 스테인리스강의 하나인 티탄(Ti)을 성분으로서 함유하는 스테인리스강의 연속 주조 방법에 대해 설명한다.

[0017] 우선, 스테인리스강의 제조는, 용해 공정, 1차 정련 공정, 2차 정련 공정 및 주조 공정이 이 순서로 실시되어 행해진다.

[0018] 용해 공정에서는, 스테인리스 제강용 원료가 되는 스크랩 및 합금 등이 전기로에서 용해되어 용선이 생성되고, 생성된 용선은 전로에 주입된다. 더욱이, 1차 정련 공정에서는, 전로 내의 용선에 산소를 취정하는 것에 의해 함유되어 있는 탄소를 제거하는 조(粗)탈탄 처리가 이루어지고, 그것에 의해 스테인리스 용강과 산화물 및 불순물을 포함하는 슬러그가 생성한다. 또, 1차 정련 공정에서는, 스테인리스 용강의 성분이 분석되고, 목적으로 하는 성분에 접근하기 위해서 합금을 투입하는 성분의 거친 조정도 실시된다. 더욱이, 1차 정련 공정에서 생성한 스테인리스 용강은 레이들에 출강되어 2차 정련 공정으로 옮겨진다.

[0019] 도 1을 참조하면, 2차 정련 공정에서는, 스테인리스 용강(1)은 레이들(2)과 함께 진공 산소 탈탄가스 장치(진공 탈탄가스 장치, VOD라고도 함. 이하, VOD라고 함)(10) 내에 투입되고, 마무리 탈탄 처리, 최종적인 탈황, 산소·질소·수소 등의 탈탄 처리 및 개재물의 제거 등이 이루어진다. 그리고, 스테인리스 용강(1)이 상술한 처리를 받는 것에 의해, 제품으로서의 원하는 특성을 가지는 스테인리스 용강이 생성한다. 또, 2차 정련 공정에서는, 스테인리스 용강(1)의 성분이 분석되고, 목적으로 하는 성분에 한층 더 접근하기 위해 합금을 투입하는, 성분의 최종적인 조정도 실시된다. 여기에서 스테인리스 용강(1)은 용융금속을 구성하고 있다.

[0020] VOD(10)는 내부에 레이들(2)을 넣을 수 있는 진공조(11)를 가지고 있다. 레이들(2)에는 1차 정련 공정에서 산화물 등의 불순물을 포함하는 슬래그가 제거된 후의 스테인리스 용강(1)이 투입되어 있다. 진공조(11)는 내부의 공기를 외부로 배출하기 위한 배기관(11a)을 가지고 있고, 배기관(11a)은 도시하지 않은 진공 펌프 및 증기 이젝터에 접속되도록 구성되어 있다.

[0021] 또, VOD(10)는 진공조(11)의 외부로부터 내부로 연장하고, 진공조(11) 내에서 레이들(2)의 상부로부터 스테인리스 용강(1)에 산소를 취정하도록 구성된 산소가스랜스(12)를 가지고 있다. 스테인리스 용강(1)에서는 함유 탄소는 취정되는 산소와 반응하여 일산화탄소에 산화되는 것에 의해 제거된다. 그리고, 진공조(11) 내를 감압하는 것에 의해 함유 탄소의 상기 반응이 촉진된다.

[0022] 더욱이, VOD(10)는 레이들(2)의 저부로부터 스테인리스 용강(1)에 교반용 아르곤(Ar) 가스를 보내기 위한 아르곤 가스랜스(13)와, 상방으로부터 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)에 합금을 투입하기 위한 합금 호퍼(14)를 진공조(11)에 가지고 있다.

[0023] 진공조(11) 내의 스테인리스 용강(1)에는 산소와 반응하기 쉬운 Ti가 성분으로서 첨가된다. 때문에 Ti를 첨가

하기 전에 스테인리스 용강(1)에 함유되는 미반응 산소를 제거하기 때문에 탈산제(탄산소제)로서 Ti보다 산소와의 반응성이 높은 알루미늄(Al) 함유 합금이 합금 호퍼(14)로부터 첨가되도록 구성되어 있다. Al함유 합금 중의 Al은 산소와 반응하여 알루미나(Al_2O_3)로 되고, Al_2O_3 의 대부분은 Ar가스에 의한 교반에 의해 응집하여 슬래그 내에 흡수된다. 또한, 스테인리스 용강(1)에 함유하는 질소 및 수소는 진공조(11) 내를 감압하는 것에 의해 스테인리스 용강(1)으로부터 제거된다.

[0024] 주조 공정에서는, 레이들(2)이 진공조(11)로부터 꺼내져 연속 주조 장치(CC)(100)에 세팅된다. 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)은, 연속 주조 장치(100)에 주입되고, 더욱이, 연속 주조 장치(100)이 구비된 주형(105)에 의해, 예를 들면 금속편으로서 슬래브 형상의 스테인리스강편(1c)으로 주조된다. 주조된 스테인리스강편(1c)은 다음의 도시하지 않는 압연 공정에 있어서, 열간압연 또는 냉간압연되고, 열간압연 강대 또는 냉간압연 강대로 된다.

[0025] 더욱이, 연속 주조 장치(CC)(100)의 구성의 상세를 설명한다.

[0026] 도 2를 참조하면, 연속 주조 장치(100)는, 레이들(2)로부터 보내지는 스테인리스 용강(1)을 일시적으로 저장하면서 주형(105)으로 보내기 위한 용기인 턴디시(101)를 가지고 있다. 턴디시(101)는, 상부가 개방한 본체(101b)와, 본체(101b)의 개방한 상부를 폐쇄하고, 외부와 차단하는 상부 덮개(101c)와, 본체(101b)의 저부로부터 연장하는 침지 노즐(101d)을 가지고 있다. 그리고, 턴디시(101)에서는, 본체(101b) 및 상부 덮개(101c)에 의해 이러한 내부에 폐쇄된 내부 공간(101a)이 형성된다. 침지 노즐(101d)은 입구(101e)에서 본체(101b)의 저부로부터 내부 공간(101a) 내에 개구하고 있다.

[0027] 또, 레이들(2)은, 턴디시(101)의 상방에 세팅되고, 레이들(2)의 저부에는, 상부 덮개(101c)를 관통하여 내부 공간(101a) 내로 연장하는 주입 노즐로서의 롱 노즐(3)이 접속되고 있다. 그리고, 롱 노즐(3)의 하부 선단의 주출구(3a)가 내부 공간(101a)에서 개구하고 있다. 또, 롱 노즐(3)과 상부 덮개(101c) 사이는 밀폐되어 기밀성이 유지되고 있다.

[0028] 상부 덮개(101c)에는 복수의 가스 공급 노즐(102)이 설치되어 있다. 가스 공급 노즐(102)은 도시하지 않는 가스의 공급원에 접속되어 있고, 내부 공간(101a) 내에 상방에서 하방을 향해 소정의 가스를 송출한다. 또, 롱 노즐(3)은, 이 소정의 가스가 그 내부로 공급되도록 구성되어 있다.

[0029] 더욱이, 상부 덮개(101c)에는, 내부 공간(101a) 내에 상방에서 하방을 향해 턴디시 파우더(이하, TD파우더라고 함)(5)를 송출하기 위한 파우더 노즐(103)이 설치되어 있다. 파우더 노즐(103)은, 도시하지 않는 TD파우더 공급원에 접속되어 있다. 또한, TD파우더(5)는, 합성 슬러그제 등으로 이루어지고, 스테인리스 용강(1)의 표면을 덮는 것에 의해, 스테인리스 용강(1)의 표면의 산화 방지 작용, 스테인리스 용강(1)의 보온 작용, 스테인리스 용강(1)의 개재물을 용해 흡수하는 작용 등을 스테인리스 용강(1)에 대해서 얻는다.

[0030] 또, 침지 노즐(101d)의 상방에는, 상하 방향으로 이동 가능한 막대 모양의 스톱퍼(104)가 설치되어 있고, 스톱퍼(104)는 상부 덮개(101c)를 관통하여 턴디시(101)의 내부 공간(101a)으로부터 외부에 걸쳐 연장하고 있다.

[0031] 스톱퍼(104)는, 하부로 이동하는 것에 의해 그 선단에서 침지 노즐(101d)의 입구(101e)를 폐쇄할 수 있는 외에, 입구(101e)를 폐쇄한 상태에서부터 위로 끌어 올려지는 것에 의해, 끌어올려진 만큼 입구(101e)의 개구면적을 조절하고, 턴디시(101) 내의 스테인리스 용강(1)을 침지 노즐(101d) 내에 유입시킴과 함께 유입량을 제어할 수 있도록 구성되어 있다. 또, 스톱퍼(104)와 상부 덮개(101c) 사이는 밀폐되어 기밀성이 유지되고 있다.

[0032] 또, 턴디시(101)의 저부로부터 외부로 돌출하는 침지 노즐(101d)의 선단(101f)은, 하부의 주형(105)의 관통 구멍(105a) 내로 연장하고, 그 측방에서 개구하고 있다.

[0033] 관통 구멍(105a)은 직사각형 단면을 가지고, 상하로 주형(105)을 관통하고 있다. 관통 구멍(105a)은, 그 내벽면이 도시하지 않는 1차 냉각 기구에 의해 수냉되도록 구성되고, 내부의 스테인리스 용강(1)을 냉각하여 응고시키고, 소정의 단면의 주물편(1b)을 형성한다.

[0034] 더욱이, 주형(105)의 관통 구멍(105a)의 하부에는, 주형(105)에 의해 형성된 주물편(1b)을 아래로 꺼내 이송하기 위한 롤(106)이 간격을 두고 복수개 설치되어 있다. 또, 롤(106) 사이에는, 주물편(1b)에 대해서 살수하여 냉각하기 위한 도시하지 않는 2차 냉각 기구가 설치되어 있다.

[0035] 다음에, 본 실시형태 1에 따른 연속 주조 방법에 의한 연속 주조 장치(100) 및 그 주변의 동작을 설명한다.

[0036] 도 1 및 도 2를 함께 참조하면, 1차 정련 후, 전로에서 레이들(2)로 옮겨진 스테인리스 용강(1)은 레이들(2)에

투입된 상태로 VOD(10)의 진공조(11) 내에 설치된다.

- [0037] 진공조(11) 내에서는, 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)은 아르곤 가스랜스(13)로부터 공급되는 Ar가스에 의해 교반됨과 함께, 배기관(11a)에 접속된 진공 펌프 및 증기 이젝터의 작용에 의해 감압 작용을 받는다. 감압 작용에 의해, 스테인리스 용강(1)은 함유하는 질소 및 수소를 방출하여 그 함유량을 저하시킨다. 더욱이, 스테인리스 용강(1)은, 산소 가스랜스(12)로부터 산소가 취정되는 것에 의해, 함유하는 탄소를 산소와 반응시켜 그 함유량을 저하시킨다. 또, 산소와의 반응성이 높은 Ti가 성분으로서 첨가되는 스테인리스 용강(1)에는, 합금 호퍼(14)로부터 Ti보다 산소와의 반응성이 높은 탈산제로서의 Al함유 합금이 첨가되고, Al함유 합금이 스테인리스 용강(1)을 탈산한 후에 Ti가 첨가된다. 또, 스테인리스 용강(1)의 성분을 구성하는 성분 조정용 합금 등도 첨가된다. Al함유 합금 중의 Al는, 스테인리스 용강(1) 중의 산소와 반응하여 알루미늄(Al_2O_3)로 되어, Al_2O_3 의 대부분은 슬러그 중에 흡수되고, 일부가 스테인리스 용강(1) 중에 남는다. 이 스테인리스 용강(1) 중의 Al_2O_3 는 전술한 바와 같이, 턴디시(101)로부터 주형(105)에의 침지 노즐(101d)의 내벽에 부착하여 폐색시키기 때문에, Al_2O_3 를 보다 저융점의 알루미늄 산화물로 변화시켜 침지 노즐(101d)의 폐색을 방지하는 것을 목적으로, 페로실리콘 타입의 합금인 칼슘-철실리사이드(FeSiCa: '페로실리칼슘'이라고도 함) 합금 및 금속 칼슘의 적어도 하나가 스테인리스 용강(1)에 첨가된다. 또, 스테인리스 용강(1)에는 유황의 함유량을 저하시키기 위해 탈황도 실시된다.
- [0038] 여기서, FeSiCa 합금 및 금속 칼슘은 칼슘 함유물을 구성하고 있다.
- [0039] 상술한 바와 같은 불순물의 제거 및 성분 조정이 완료된(즉 2차 정련이 완료된) 스테인리스 용강(1)은, 레이들(2)와 함께 진공조(11)로부터 연속 주조 장치(100)로 옮겨진다.
- [0040] 도 2 및 도 3을 함께 참조하면, 레이들(2)은 턴디시(101)의 상부에 설치된다. 또, 레이들(2)의 저부에는 롱 노즐(3)이 장착되고, 롱 노즐(3)에 있어서의 주출구(3a)를 가지는 선단이 턴디시(101)의 내부 공간(101a)으로 연장하고 있다. 이때, 스톱퍼(104)는 침지 노즐(101d)의 입구(101e)를 폐쇄하고 있다.
- [0041] 다음에, 가스 공급 노즐(102)로부터 턴디시(101)의 내부 공간(101a) 내에 쉘 가스(4)로서 불활성 가스인 Ar가스(4a)가 분사됨과 함께 롱 노즐(3)의 내부에도 Ar가스(4a)가 공급된다. 이것에 의해, 턴디시(101)의 내부 공간(101a) 및 롱 노즐(3) 내에 존재하고 있던 불순물을 포함하는 공기가 턴디시(101)의 외부에 밀려 나와 내부 공간(101a) 및 롱 노즐(3) 내는 Ar가스(4a)로 채워진다. 즉, 레이들(2)로부터 턴디시(101)의 내부 공간(101a)이 Ar가스(4a)로 채워진다.
- [0042] 그 후, 레이들(2)에 설치된 도시하지 않는 밸브가 개방되고, 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)이 중력의 작용에 의해 롱 노즐(3) 내를 흘러내리고, 턴디시(101)의 내부 공간(101a) 내로 유입된다. 즉, 턴디시(101) 내는 도 3의 공정 A에 나타내는 상태로 된다.
- [0043] 이때, 유입한 스테인리스 용강(1)은 내부 공간(101a)에 충만하는 Ar가스(4a)에 의해 주위가 밀폐되고 공기와 접촉하지 않기 때문에, 공기 중에 포함되고, 스테인리스 용강(1)에의 용해성을 가지는 질소(N_2)의 스테인리스 용강(1)에의 용해에 의한 N_2 성분의 증가가 억제된다. 이것에 의해, 질소 성분(N)과 스테인리스 용강(1)에 성분으로서 함유되는 Ti가 접촉하여 반응하는 것에 의한 TiN의 생성이 억제된다. 또한, TiN은, 클러스터화하여 스테인리스 용강(1) 중에서 대형 개재물(예를 들면, 230 μ m의 지름 정도)로서 존재하게 된다. 그러나, TiN에 의한 대형 개재물의 발생이 억제되기 때문에, 냉각되어 고화된 스테인리스 용강(1) 내에서 TiN이 대형 개재물로서 석출하는 것이 억제된다.
- [0044] 또, 턴디시(101) 내에서는, 롱 노즐(3)의 주출구(3a)로부터 흘러내리는 스테인리스 용강(1)이 모여 있는 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)을 비팅하는 것에 의해, 소량이지만 Ar가스(4a)가 스테인리스 용강(1)에 말려 들어가 혼입한다. 그러나, Ar가스(4a)는 스테인리스 용강(1)과 반응을 일으키거나 하지 않는다.
- [0045] 그리고, 턴디시(101) 내에서는, 차례로 유입하는 스테인리스 용강(1)에 의해, 그 표면(1a)이 상승한다. 상승하는 표면(1a)이 롱 노즐(3)의 주출구(3a)의 부근이 되면, 주출구(3a)로부터 흘러내리는 스테인리스 용강(1)에 의한 표면(1a)의 비팅이 작아지고, 주위의 기체가 말려드는 양도 적어지기 때문에, 파우더 노즐(103)로부터 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)을 향해 TD파우더(5)가 살포된다. TD파우더(5)는 표면(1a) 상의 전체를 덮도록 살포된다.
- [0046] TD파우더(5) 살포 후, 가스 공급 노즐(102)로부터는 Ar가스(4a) 대신에, 불활성 가스인 질소(N_2) 가스(4b)가 분사된다. 이것에 의해, 턴디시(101)의 내부 공간(101a) 내에서는 Ar가스(4a)가 외부에 밀려 나와 TD파우더(5)와

턴디시(101)의 상부 덮개(101c) 사이의 영역이 N_2 가스(4b)로 채워진다.

- [0047] 이때, 스테인리스 용강(1)의 표면(1a) 상에 층 형상으로 퇴적한 TD파우더(5)가 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)과 N_2 가스(4b)와의 접촉을 차단하고, N_2 가스(4b)의 스테인리스 용강(1)에의 용해를 막는다. 이것에 의해, 스테인리스 용강(1)에 성분으로서 함유되는 Ti와 질소 성분(N)과의 접촉이 억제되어 TiN의 생성이 억제되기 때문에, 스테인리스 용강(1) 중에 있어서의 TiN에 의한 대형 개재물의 발생이 억제되고, 냉각되어 고화한 스테인리스 용강(1) 내에서도 TiN가 대형 개재물로서 석출하는 것이 억제된다.
- [0048] 또, 2차 정련 공정에서는, 탈산 처리에서 발생한 Al_2O_3 의 일부가 슬러그에 흡수되지 않고 스테인리스 용강(1) 중에 잔류한다. Al_2O_3 는, 용점이 2020℃로 높기 때문에, 스테인리스 용강(1) 중에서 석출하여 클러스터화하고, 고화 후의 스테인리스 용강(1) 중에서도 대형 개재물로서 존재하게 된다. 더욱이, Al_2O_3 는 스테인리스 용강(1) 중에서 석출하는 것에 의해, 침지 노즐(101d)의 내측 및 그 부근에 부착·퇴적하고 침지 노즐(101d)을 폐색시키는 경우도 있다.
- [0049] 그러나, 스테인리스 용강(1) 중에는 2차 정련 공정에서 FeSiCa 합금 및 금속 칼슘의 적어도 하나가 첨가되어 있고, 이들 FeSiCa 합금 및 금속 칼슘은 Al_2O_3 에 대해 알루미늄 산 칼슘($12CaO \cdot 7Al_2O_3$)로 변화시키는 반응을 일으킨다. $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 는 Al_2O_3 의 용점보다 대폭 낮은 1400℃의 용점을 가지고 있고, 스테인리스 용강(1) 중에서 용해하여 분산하고 있다. 그리하여, $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 는 스테인리스 용강(1)에 있어서, Al_2O_3 와 같이 대형 개재물로서 석출하여 존재하는 것 같은 일이 없고, 더욱이, 침지 노즐(101d)의 내측 및 그 부근에 부착·퇴적하여 이것을 폐색시키는 일도 없다.
- [0050] 따라서, FeSiCa 합금 및 금속 칼슘의 적어도 하나를 첨가하는 것에 의해 스테인리스 용강(1) 중에 잔류하고 있던 Al_2O_3 가 석출한 경우에도 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 으로 되고, 용해하여 분산된다. 더욱이, FeSiCa 합금 및 금속 칼슘의 적어도 하나의 첨가는 턴디시(101) 내에 있는 스테인리스 용강(1)에 대해 이루어지지 않기 때문에 스테인리스 용강(1)을 덮고 있는 TD파우더(5)의 층을 흐트러지게 하지 않는다. 이에 의해, 흐트러진 TD파우더(5)의 층으로부터 N_2 가스(4b)가 스테인리스 용강(1)에 용해되어 스테인리스 용강(1) 중의 Ti와 반응하는 것이 방지된다. 즉 TD파우더(5)의 층이 흐트러지는 것에 의한 TiN의 생성이 방지된다.
- [0051] 또한, 스테인리스 용강(1)의 Si함유량이 낮게 규제되어 있는 경우는, 칼슘 함유 물질로서 FeSiCa 합금을 사용하면 Si함유량이 규제값을 벗어날 우려가 있기 때문에 금속 칼슘 및 후술하는 돌로마이트(dolomite)층이 마련된 턴디시(101)의 침지 노즐의 적어도 하나를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0052] 또, 턴디시(101)의 내부 공간(101a) 내에서는, 상승하는 표면(1a)이 롱 노즐(3)의 주출구(3a)를 스테인리스 용강(1)에 침지시키고, 더욱이, 내부 공간(101a)에 있어서의 스테인리스 용강(1)의 깊이가 소정의 깊이(D)가 되면, 스톱퍼(104)가 상승된다. 이것에 의해, 내부 공간(101a) 내의 스테인리스 용강(1)이 침지 노즐(101d) 내를 지나 주형(105)의 관통 구멍(105a) 내로 유입하여 주조가 시작된다. 동시에, 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)은, 롱 노즐(3)을 통과하여 내부 공간(101a)으로 계속 주출되고, 내부 공간(101a)에는 새로운 스테인리스 용강(1)이 보충된다. 이때, 턴디시(101) 내는 도 3의 공정 B에 나타내는 상태로 된다.
- [0053] 주조 중, 턴디시(101)에서는, 롱 노즐(3)의 주출구(3a)를 스테인리스 용강(1)에 침지시키면서, 스테인리스 용강(1)이 소정 깊이(D) 부근의 깊이를 유지하고, 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)이 거의 일정한 위치가 되도록, 침지 노즐(101d)로부터의 스테인리스 용강(1)의 유출량 및 롱 노즐(3)을 통한 스테인리스 용강(1)의 유입량이 조절된다.
- [0054] 또한, 내부 공간(101a)에 있어서의 스테인리스 용강(1)의 깊이가 소정 깊이(D)일 때, 롱 노즐(3)은, 주출구(3a)가 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)으로부터 약 100 ~ 150mm의 깊이가 되도록, 스테인리스 용강(1)에 관입(貫入)하여 있는 것이 바람직하다. 상기 깊이보다 깊게 롱 노즐(3)이 관입하면, 내부 공간(101a)에 모여 있는 스테인리스 용강(1)의 내압에 의한 저항에 의해, 주출구(3a)로부터의 스테인리스 용강(1)의 주출이 곤란하게 된다. 한편, 상기 깊이보다 얇게 롱 노즐(3)이 관입하면, 주조 시에 소정의 위치 부근에 유지하도록 제어되는 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)이 변동하여 주출구(3a)가 노출되게 되고, 이 경우, 주출된 스테인리스 용강(1)이 표면(1a)을 비팅하여, N_2 가스(4b)를 말려들게 해 혼입시킬 가능성이 있기 때문에 있다.
- [0055] 또, 주형(105)의 관통 구멍(105a) 내에 유입한 스테인리스 용강(1)은, 관통 구멍(105a)을 유통하는 과정에서 도

시하지 않는 1차 냉각 기구에 의해 냉각되고, 관통 구멍(105a)의 내벽면측을 응고시켜 응고 셸(1ba)을 형성한다. 또, 관통 구멍(105a)의 내벽면에는, 침지 노즐(101d)의 선단(101f)측으로부터 몰드 파우더가 공급된다. 몰드 파우더는, 스테인리스 용강(1)의 표면에서 슬러그 용해화하는, 관통 구멍(105a) 내에서의 스테인리스 용강(1)의 표면의 산화를 방지하는, 주형(105)과 응고 셸(1ba) 사이를 윤회하는, 관통 구멍(105a) 내에서의 스테인리스 용강(1)의 표면을 보온하는 등의 역할을 한다.

[0056] 응고 셸(1ba)과 그 내부의 미응고 스테인리스 용강(1)에 의해 주물편(1b)이 형성되고, 주물편(1b)은 물(106)에 의해 양측으로부터 끼워져 하부를 향해 인출된다. 인출된 주물편(1b)은, 물(106) 사이를 지나 보내지는 과정에서, 도시하지 않는 2차 냉각 기구에 의해 살수 냉각되고, 내부의 스테인리스 용강(1)을 완전히 응고시킨다. 이에 의해, 주물편(1b)이 물(106)에 의해 주형(105)로부터 인출되면서, 새로운 주물편(1b)이 주형(105) 내에서 형성됨으로써, 주형(105)으로부터 물(106)의 연장 방향의 전체에 걸쳐 연속하는 주물편(1b)이 형성된다. 더욱이, 물(106)에 의해 보내진 주물편(1b)이 절단되는 것에 의해, 슬래브 형상의 스테인리스강편(1c)이 형성된다.

[0057] 그리고, 스톱퍼(104)에는, 주형(105)의 관통 구멍(105a) 내에서의 스테인리스 용강(1)의 표면이 일정 높이가 되도록, 침지 노즐(101d)의 입구(101e)의 개방 면적을 조절하는 제어가 이루어진다. 이것에 의해, 스테인리스 용강(1)의 유입량이 제어된다. 더욱이, 입구(101e)로부터의 스테인리스 용강(1)의 유출량과 동등해지도록, 레이들(2)로부터의 롱 노즐(3)을 통한 스테인리스 용강(1)의 유입량이 조절된다. 이것에 의해, 턴디시(101)의 내부 공간(101a) 내에 있어서의 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)은, 스테인리스 용강(1)의 깊이가 소정 깊이(D)의 부근을 유지하는 상태에서 연직 방향으로 거의 일정한 위치를 유지하도록 제어된다. 이때, 롱 노즐(3)은 그 선단의 주출구(3a)를 스테인리스 용강(1)에 침지시키고 있다. 그리고, 위에서 설명한 바와 같이, 턴디시(101) 내에 있어서, 주출구(3a)를 스테인리스 용강(1)에 침지시키면서, 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)의 연직 방향의 위치를 거의 일정하게 유지한 주조 상태를, 정상(定常) 상태라고 부른다.

[0058] 따라서, 정상 상태에서 주조가 이루어지고 있는 동안, 롱 노즐(3)로부터 유입하는 스테인리스 용강(1)에 의한 표면(1a) 및 TD파우더(5)의 비팅이 발생하지 않기 때문에, N_2 가스(4b)는, TD파우더(5)에 의해 스테인리스 용강(1)으로부터 차단된 상태를 유지한다. 이에 의해, N_2 가스(4b)의 스테인리스 용강(1)에의 용해가 방지된다.

[0059] 또, 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)이 없어지면, 레이들(2)로부터 롱 노즐(3)이 해체되고, 롱 노즐(3)을 턴디시(101)에 남긴 상태에서 스테인리스 용강(1)을 포함한 다른 레이들(2)로 바꿀 수 있다. 교체된 레이들(2)에는 다시 롱 노즐(3)이 접속된다. 또, 이 레이들(2)의 교환 작업 중에도 주조 작업은 계속하여 실시되고, 때문에, 턴디시(101)의 내부 공간(101a)에 있어서의 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)이 하강한다. 이 레이들(2)의 교환 작업 중에도, N_2 가스(4b)의 내부 공간(101a)에의 공급은 계속된다. 그리고, 턴디시(101) 내는, 도 3의 공정 C에 나타내는 상태가 된다.

[0060] 또한, 레이들(2)의 교환 작업 중, 내부 공간(101a)에서 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)이 롱 노즐(3)의 주출구(3a)보다 하부가 되지 않도록, 스톱퍼(104)에 의해 침지 노즐(101d)의 입구(101e)의 개구면적을 조절하고, 스테인리스 용강(1)의 유출량, 즉 주조 속도가 제어된다. 상술한 바와 같이, 복수의 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)을 연속 주조하는 것에 의해, 주물편(1b)에서는, 레이들(2)의 교체 시에 기인하는 이음매를 없앨 수가 있다. 더욱이 레이들(2)이 바뀔 때마다 주조 초기 등에서 주물편(1b)의 품질이 변하는 것도 저감된다. 그리고, 1개의 레이들(2)마다 주조를 종료하는 경우에 필요했던 공정인 턴디시(101)에 스테인리스 용강(1)을 모아 주조를 개시하기까지의 공정의 생략이 가능해진다.

[0061] 더욱이, 주조가 진행하여 교환한 레이들(2) 내의 스테인리스 용강(1)이 없어지고 주조를 종료하는 경우, 레이들(2) 및 롱 노즐(3)이 제거되고, 턴디시(101) 내는 도 3의 공정 D에 나타내는 상태로 된다. 이때, 스테인리스 용강(1)의 새로운 흘러내림이 없고 비팅 등에 의한 표면(1a) 및 TD파우더(5)의 혼란이 생기지 않기 때문에, 주조 종료까지 N_2 가스(4b)의 스테인리스 용강(1)에의 용해가 방지된다.

[0062] 또, 롱 노즐(3)의 주출구(3a)가 내부 공간(101a) 내의 스테인리스 용강(1)에 침지하기 전(도 3의 공정 A참조)에서도, 주출구(3a)와 턴디시(101)의 본체(101b)의 저부와의 거리가 짧고, 주출구(3a)와 스테인리스 용강(1)의 표면(1a)과의 거리가 짧으며, 스테인리스 용강(1)에 의한 표면(1a)의 비팅이 주출구(3a)의 침지까지의 단시간에 한정되는 것에 의해, 스테인리스 용강(1)에의 공기 및 Ar가스(4a)의 말려듬에 의한 혼입이 저감하고 있다.

[0063] 또한, 스테인리스 용강(1)에 의한 표면(1a)의 비팅이 발생하는 상태일 때 Ar가스 대신에 쉘 가스로서 N_2 가스(4b)를 사용하거나, 또는, 표면(1a)에 TD파우더(5)를 살포하여 쉘 가스로서 N_2 가스(4b)를 사용하면, N_2 가스(4

b)가 스테인리스 용강(1)에 과도하게 용해하여 그 성분을 제품으로서 부적합한 것으로 함과 함께 TiN에 의한 다량의 개재물이 발생할 가능성이 있다. 때문에, 롱 노즐(3)의 주출구(3a)가 침지할 때까지의 주조 초기에 내부 공간(101a)에 모인 스테인리스 용강(1)으로 주조된 스테인리스강편(1c)을 모두 폐기해야 할 가능성이 있다. 그러나, 주조 초기에 Ar가스(4a)를 사용하는 것에 의해, 스테인리스 용강(1)의 성분을 변화시키지 않고 필요한 범위로 할 수 있고, 동시에 TiN의 발생을 막을 수 있다. 또, 2차 정련 공정에서 생성한 Al_2O_3 는 FeSiCa 합금 및 금속 칼슘의 적어도 하나에 의해 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 으로 바뀌어 스테인리스 용강(1)에 용해하고 있다. 따라서, 주조 초기의 약간의 공기 또는 Ar가스(4a)가 혼입한 스테인리스 용강(1)으로 주조된 스테인리스강편(1c)은, 대형 개재물을 포함하지 않고 필요한 성분 구성을 가지고 있기 때문에, 혼입한 Ar가스(4a)에 의해 발생하는 기포를 제거하기 위한 표면 절삭이 이루어진 후, 제품으로서 사용할 수가 있다.

[0064] 또, 주조 초기 후부터 주조 종료까지의 주조 시간의 대부분을 차지하는, 주조 초기 이외의 시기에 주조된 스테인리스강편(1c)은, 주조 초기에 혼입한 공기 및 Ar가스(4a)의 영향을 받지 않게 되어 있고, TD파우더(5)에 의해 N_2 가스(4b)의 혼입이 방지되어 있기도 한다. 때문에, 주조 초기 이외의 시기에 주조된 스테인리스강편(1c)은 2차 정련 후의 상태로부터 질소 함유량이 증가시키지 않고, 혼입한 기체의 기포화에 의한 표면 결함의 발생도 방지된다.

[0065] 더욱이, TD파우더(5)에 의해 N_2 가스(4b)로부터 스테인리스 용강(1)이 차단되기 때문에, 스테인리스 용강(1)에서는 TiN의 생성량이 크게 억제된다. 더욱이, 2차 정련 공정에서 생성한 Al_2O_3 는, FeSiCa 합금 및 금속 칼슘의 적어도 하나에 의해 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 로 바뀌어 스테인리스 용강(1)에 용해하고 있다.

[0066] 따라서, 주조 초기 이외의 시기에 주조된 스테인리스강편(1c)은 대형 개재물 및 기포에 의한 표면 결함의 발생이 크게 억제되고, 제품으로서 그대로 사용할 수 있다.

[0067] 실시형태 2.

[0068] 본 발명의 실시형태 2에 따른 연속 주조 방법에서는, 실시형태 1에 따른 연속 주조 방법의 2차 정련 공정에서 스테인리스 용강(1)에 FeSiCa 합금 및 금속 칼슘을 첨가하지 않고, 턴디시(101)의 침지 노즐의 내벽면에 이것을 덮는 돌로마이트 그라파이트층을 형성하도록 한 것이다.

[0069] 또한, 실시형태 2에 있어서, 상기 도면 참조부호와 동일한 부호는 동일하거나 유사한 구성요소이므로, 그 상세한 설명은 생략한다.

[0070] 도 4를 참조하면, 연속 주조 장치(100)의 턴디시(101)의 본체(101b)의 저부로부터는 실시형태 1과 동일하게 하여 침지 노즐(101d)이 주형(105)의 관통 구멍(105a) 내로 연장하고 있다. 더욱이, 침지 노즐(101d)의 내벽면 및 선단(101f)의 내벽면의 전체는 각각, 돌로마이트 그라파이트로 이루어지는 내측층(201d) 및 내측층(201f)으로 덮여 있다. 그리고, 내측층(201d)은 스토퍼(104)가 끼워지는 입구(201e)를 형성하고 있다.

[0071] 돌로마이트 그라파이트는, 성분으로서 MgO(산화 마그네슘), CaO(산화칼슘) 및 C(탄소)를 포함한다. 돌로마이트 그라파이트의 성분 구성의 일례로서 MgO : 24.0 질량%, CaO : 39.0 질량%, C : 35.0 질량%로 이루어지는 것이 있다. 그리고, 돌로마이트 그라파이트는, 아래의 식(1)에 나타내는 바와 같이 반응하여, Al_2O_3 를 저융점의 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 로 바꾼다.

[0072] $7Al_2O_3 + 12CaO \rightarrow 12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 식(1)

[0073] 따라서, 돌로마이트 그라파이트는, 실시형태 1에서 스테인리스 용강(1)에 첨가한 FeSiCa 합금 및 금속 칼슘과 같은 작용을 한다.

[0074] 여기서, 내측층(201d) 및 내측층(201f)의 돌로마이트 그라파이트는 Ca함유물을 구성하고 있다.

[0075] 때문에, 주조 중, 침지 노즐(101d) 내에 유입하는 스테인리스 용강(1)에서는, 함유되는 Al_2O_3 는 $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ 으로 변하고, 스테인리스 용강(1) 내에 용해하여 분산한다. 따라서, 침지 노즐(101d) 및 그 주변에서 Al_2O_3 가 부착·퇴적하는 것이 억제됨과 함께, 주조 후의 스테인리스강편(1c)에서 Al_2O_3 가 대형 개재물로서 석출하는 것에 의한 표면 결함의 발생이 크게 억제된다.

[0076] 더욱이, 돌로마이트 그라파이트는, 턴디시(101) 내에 있는 스테인리스 용강(1)에 대해 첨가되는 것은 아니기 때

문에, 스테인리스 용강(1)을 덮고 있는 TD파우더(5)의 층을 흐트러지게 하지 않는다. 이에 의해, 흐트러진 TD파우더(5)를 개입시켜 N₂가스(4b)가 스테인리스 용강(1)에 용해되는 것이 방지되고, TiN이 대형 개재물로서 석출하는 것에 의한 표면 결함의 발생이 크게 억제된다.

[0077] 또, 본 발명의 실시형태 2에 따른 연속 주조 방법으로 관한 그 외의 구성 및 동작은 실시형태 1과 같기 때문에 설명을 생략한다.

[0078] 더욱이, 실시형태 2에 있어서의 연속 주조 방법에 의하면, 상기 실시형태 1의 연속 주조 방법과 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0079] 또, 실시형태 2에 있어서의 돌로마이트 그라파이트로 이루어지는 내측층(201 d) 및 내측층(201f)을 실시형태 1에 있어서의 침지 노즐(101d)에 적용해도 좋다. 이에 의해, 스테인리스 용강(1) 중의 Al₂O₃이 보다 확실하게 12CaO · 7Al₂O₃로 바뀐다.

[0080] (실시에)

[0081] 이하, 실시형태 1 및 2에 따른 연속 주조 방법을 이용하여 스테인리스강편을 주조한 실시예를 설명한다.

[0082] Ti첨가 페라이트계 스테인리스강 대해, 실시형태 1 및 2의 연속 주조 방법을 이용하여 스테인리스강편인 슬래브를 주조한 실시예 1 ~ 5와 비교예 1을 비교했다.

[0083] 실시예 1 ~ 3은 실시형태 1의 연속 주조 방법에 대응하고, 2차 정련 공정에서 FeSiCa 합금이 첨가되는 예이다.

[0084] 실시예 4는 실시형태 1의 연속 주조 방법에 대응하고, 2차 정련 공정에서 금속 칼슘이 첨가되는 예이다.

[0085] 실시예 5는 실시형태 2의 연속 주조 방법에 대응하고, 턴디시의 침지 노즐의 내벽면에 돌로마이트 그라파이트로 이루어지는 층이 설치되는 예이다. 또한, 실시예 5에 있어서의 스테인리스강의 화학 성분 구성의 규격은, 실시예 4에 있어서의 스테인리스강의 화학 성분 구성의 규격과 같다.

[0086] 비교예 1은, 실시형태 1의 연속 주조 방법에 있어서, Ca함유물로서 2차 정련 공정에서 FeSiCa 합금 및 금속 칼슘을 첨가하지 않고, 턴디시 내에 있는 TD가루로 덮인 스텐레스용강에 CaSi 와이어를 투입한 예이다.

[0087] 또, 이하의 검출 결과는, 실시예에서는, 주조 초기를 제외한 정상 상태에서 주조된 슬래브로부터 샘플링한 것이며, 비교예에서는, 주조 개시부터의 실시예의 샘플링 시기와 동시기에 주조된 슬래브로부터 샘플링한 것이다.

[0088] 실시예 및 비교예의 각각에 대해, 스테인리스강의 화학 성분 구성의 규격을 표 1에 나타내고, 쉴 가스의 종류, 주입 노즐의 종류, TD파우더의 사용 유무 및 스테인리스 용강에 첨가되는 Ca함유물로 이루어지는 주조 조건을 표 2에 나타낸다.

표 1

	화학성분(질량%)						
	C	Cr	Si	Mn	Ti	Al	N
실시예 1	0.014 이하	11.00	0.60	0.70이하	0.25	0.05이하	0.030이하
실시예 2	0.030 이하	11.00	0.60	0.70 이하	0.30	0.15이하	0.030이하
실시예 3	0.020이하	11.00	0.30	0.70이하	0.20	0.10이하	0.030 이하
실시예 4,5	0.014이하	11.50	0.20 이하	0.70이하	0.30	0.07이하	0.030이하
비교예 1	0.030이하	10.00	0.90	0.25	0.15	0.07이하	0.015 이하

표1: 실시예 및 비교예에 있어서의 스테인리스강의 화학성분 구성의 비교

[0089]

표 2

	씸 가스의 종류	주입노즐의 종류	TD파우더의 사용	Ca 함유물
실시예 1	N ₂	롱노즐	유	FeSiCa 합금
실시예 2	N ₂	롱노즐	유	FeSiCa 합금
실시예 3	N ₂	롱노즐	유	FeSiCa 합금
실시예 4	N ₂	롱노즐	유	금속칼슘
실시예 5	N ₂	롱노즐	유	돌로마이트그라파이트
비교예 1	N ₂	롱노즐	유	CaSi 와이어

표2: 실시예 및 비교예에 있어서의 주조조건

더욱이, 이하의 표 3에 있어서, 제조한 다수의 슬래브로부터 기포 결함이 검출된 슬래브수의 비율과, 상기 슬래브로부터 개재물에 의한 결함이 검출된 슬래브수의 비율에 대해, 실시예 1 ~ 5를 종합한 결과와 비교예 1의 결과 사이에서 비교했다. 그리고, 표 3에서는, 실시예 1 ~ 5에 대해서는, 슬래브를 표면 연삭하지 않는 경우와 표면 연삭한 경우의 결과를 나타내고, 비교예 1에 대해서는, 표면 연삭하지 않는 경우의 결과를 나타내고 있다. 또한, 표면 연삭한 경우에 대해서는, 슬래브의 표면을 한면 2 mm두께(양면에서 4 mm두께)로 연삭을 했다.

표 3

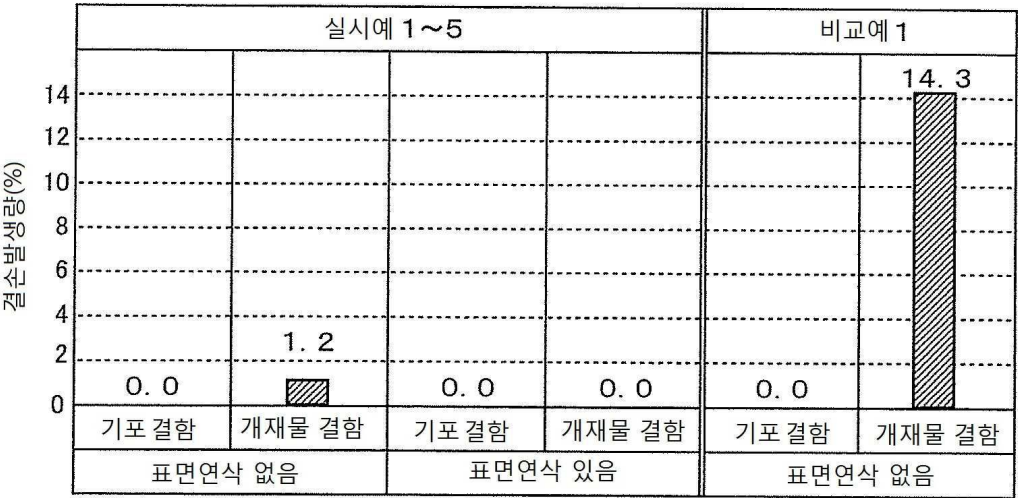


표3: 실시예 및 비교예에 있어서의 결함 발생률

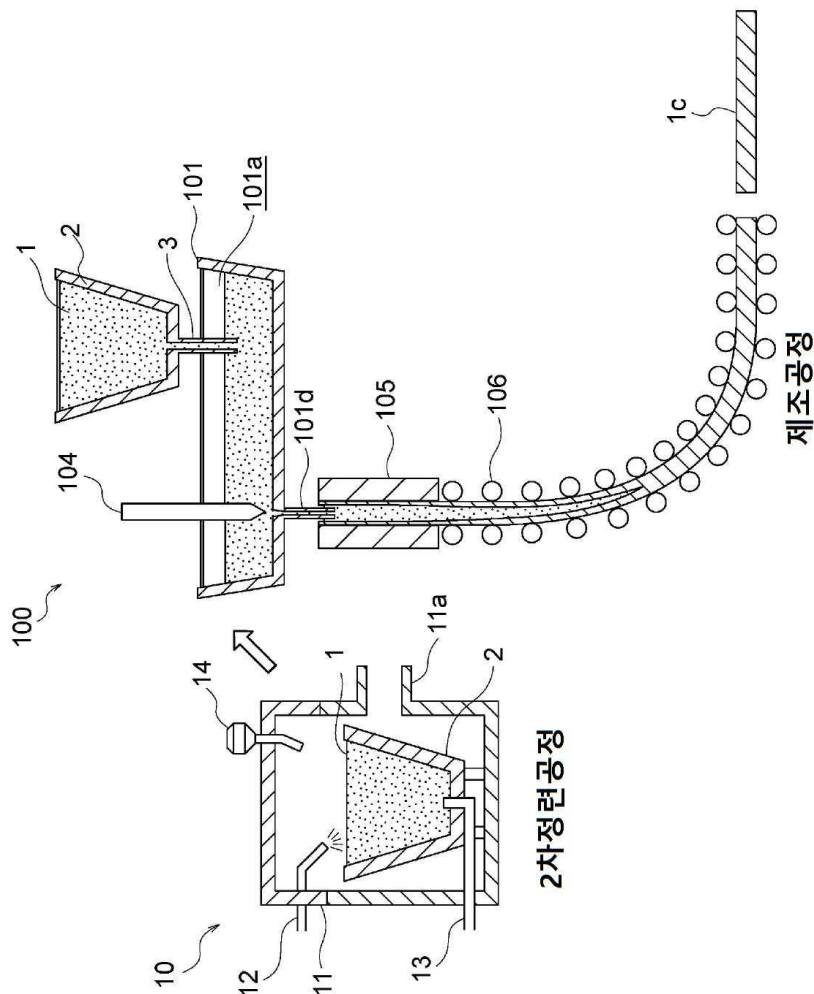
표 3의 결과로부터, 실시예 1 ~ 5는, 슬래브를 표면 연삭을 하지 않는 경우에도 기포 결함의 발생률이 0이며, 개재물에 의한 결함의 발생률도 낮게 억제되어 있다. 더욱이 실시예 1 ~ 5는, 슬래브 표면을 연삭하면 결함의 발생률도 0이 되어, 매우 우수한 품질을 가진다.

또, 도 5는 실시예 1 ~ 5에서 슬래브의 주조 시의 턴디시의 침지 노즐에서의 석출물의 퇴적 상황을 비교한 것이다. 도 5에서는, 가로축은, 스톱퍼를 연속하여 주조한 길이를 나타내고, 세로축은, 스톱퍼(도 2의 스톱퍼(104) 참조)의 편차를 나타낸다. 또, 스톱퍼 편차란 턴디시의 침지 노즐의 입구(도 1의 입구(101e) 및 도 4의 입구(201e) 참조)를 폐쇄했을 때의 스톱퍼의 상하 방향의 위치 편차이다. 즉, 침지 노즐의 입구에 석출물의 부착이 없는 경우, 스톱퍼 편차는 0이다. 한편, 침지 노즐의 입구에 석출물이 퇴적하면, 폐쇄 시의 스톱퍼의 위치가 위로 어긋나는데, 이 편차량이 스톱퍼 편차가 된다. 그리고, 스톱퍼의 편차가 5mm에 달하면, 침지 노즐의 입구가 석출물로 폐쇄한다고 상정한다.

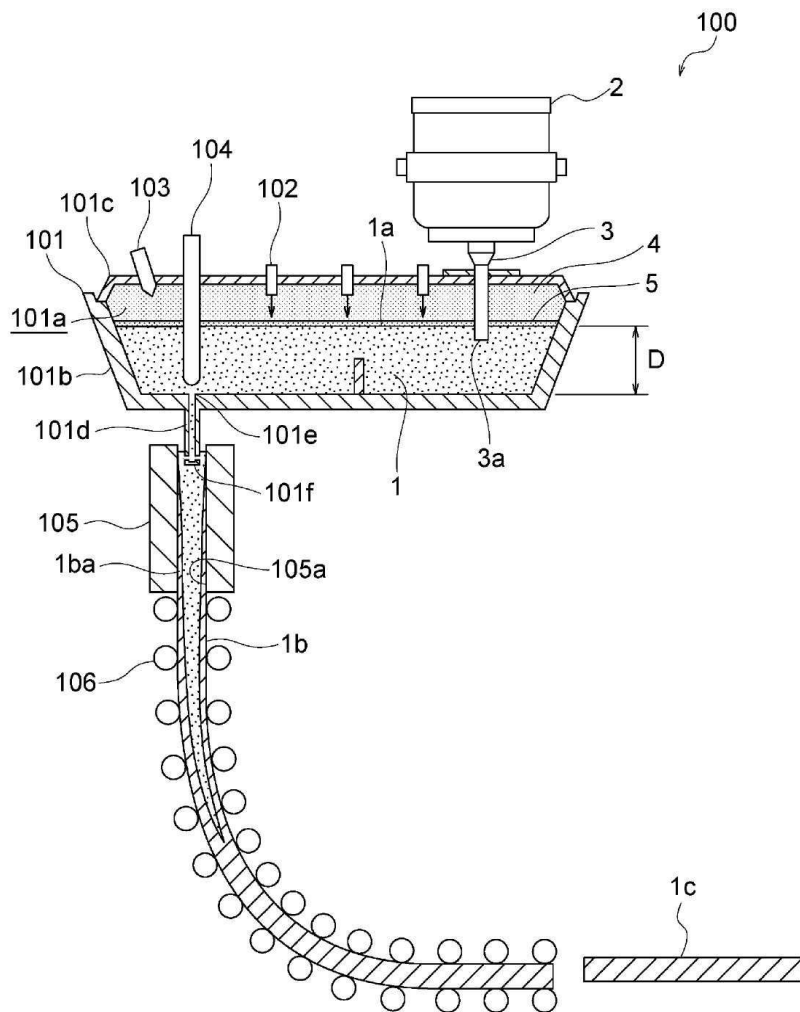
- [0095] 도 5에 있어서, 실시예 1 ~ 3에서는 주조 길이가 늘어나도 스톱퍼 편차는 1mm 전후에서 서로 동일하게 추이하고, 침지 노즐의 입구의 폐색은 발생하지 않는다. 실시예 4에서는 주조 길이가 늘어나도, 스톱퍼 편차는 3mm 전후에서 동일하게 추이하고, 침지 노즐의 입구의 폐색은 발생하지 않는다. 실시예 5에서는 제조 길이가 늘어나도 스톱퍼 편차 2.5mm 정도밖에 달하지 않고, 침지 노즐의 입구의 폐색은 발생하지 않는다.
- [0096] 또한, 상기 강종 이외에도 18Cr-1Mo-0.5Ti계 및 22Cr-1.2Mo-Nb-Ti계의 스테인리스강 등의 Ti를 성분으로서 함유하는 강종에 대해 본 발명을 적용하고, 실시예 1 ~ 5에 나타내는 표면 결함 억제 효과 및 침지 노즐 폐색 방지가 얻어지는 것을 확인했다.
- [0097] 또, 실시형태 1 및 실시형태 2에 따른 연속 주조 방법은, Ti를 성분으로서 함유하는 스테인리스강에 대해 설명했지만, 2차 정련 공정에서 알루미늄 탈산을 필요로 하고, Nb를 성분으로서 함유하는 스테인리스강에도 적용하면 효과적이다.
- [0098] 또, 실시형태 1 및 실시형태 2에 따른 연속 주조 방법은, 스테인리스강의 제조에 적용되고 있었지만, 다른 금속의 제조에 적용해도 좋다.
- [0099] 또, 실시형태 1 및 실시형태 2에 따른 연속 주조 방법에 있어서의 턴디시(101)에서의 제어는, 연속 주조에 적용되고 있었지만, 다른 주조 방법에 적용해도 좋다.

도면

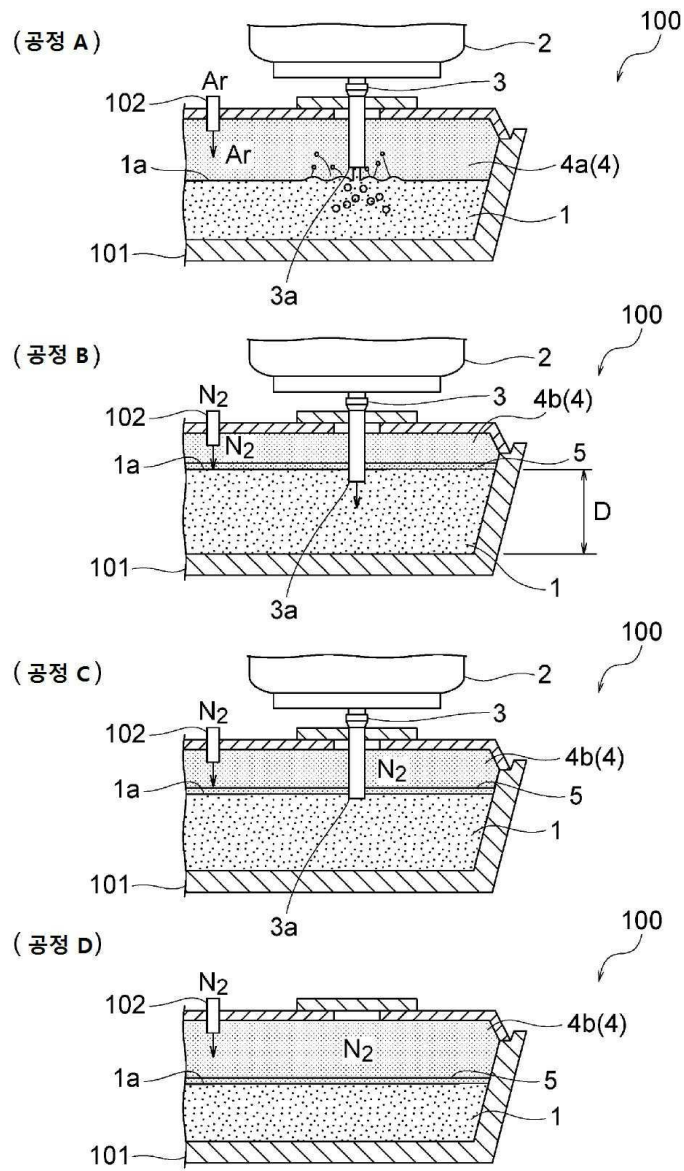
도면1



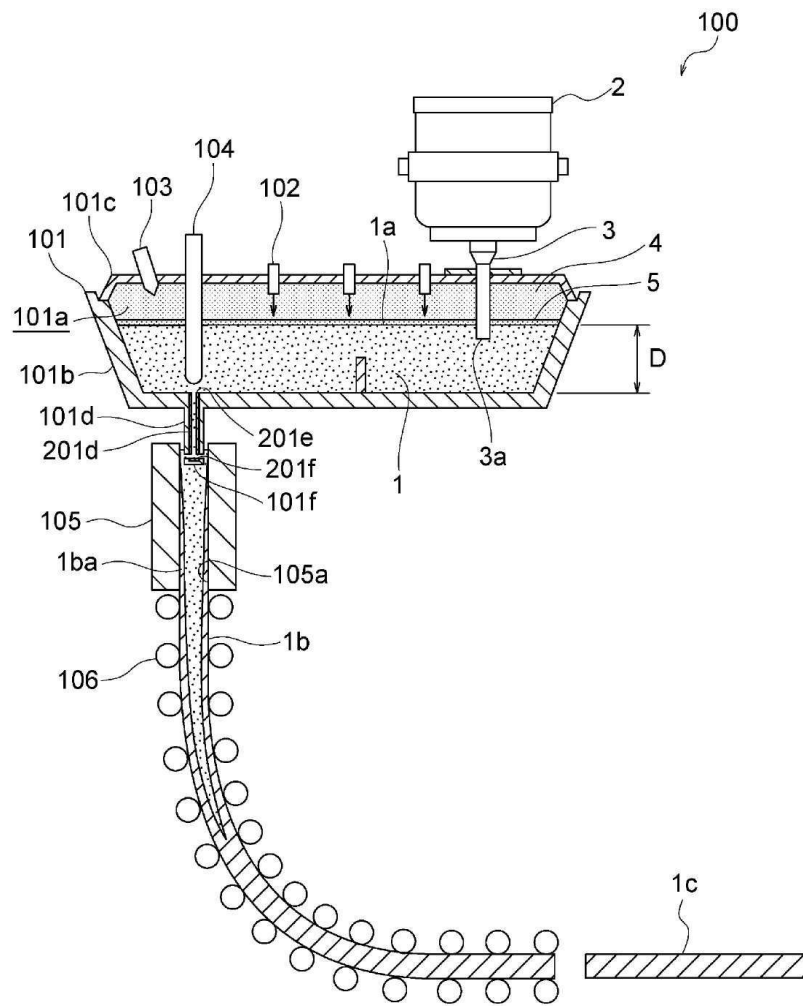
도면2



도면3



도면4



도면5

