



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월05일

(11) 등록번호 10-1490663

(24) 등록일자 2015년01월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B21B 45/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7002268

(22) 출원일자(국제) 2013년06월06일

심사청구일자 2014년01월27일

(85) 번역문제출일자 2014년01월27일

(65) 공개번호 10-2014-0024474

(43) 공개일자 2014년02월28일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/065647

(87) 국제공개번호 WO 2013/183694

국제공개일자 2013년12월12일

(30) 우선권주장

JP-P-2012-130630 2012년06월08일 일본(JP)

JP-P-2012-196536 2012년09월06일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2012051013 A

전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자

신닛테츠스미킨 카부시카이샤

일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 2조메 6방 1고

(72) 발명자

니카이도 히토시

일본 1008071 도쿄도 지요다구 마루노우찌 2조메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이샤 내

세리자와 요시히로

일본 1008071 도쿄도 지요다구 마루노우찌 2조메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이샤 내

히시누마 노리유키

일본 1008071 도쿄도 지요다구 마루노우찌 2조메 6방 1고 신닛테츠스미킨 카부시카이샤 내

(74) 대리인

장수길, 성재동

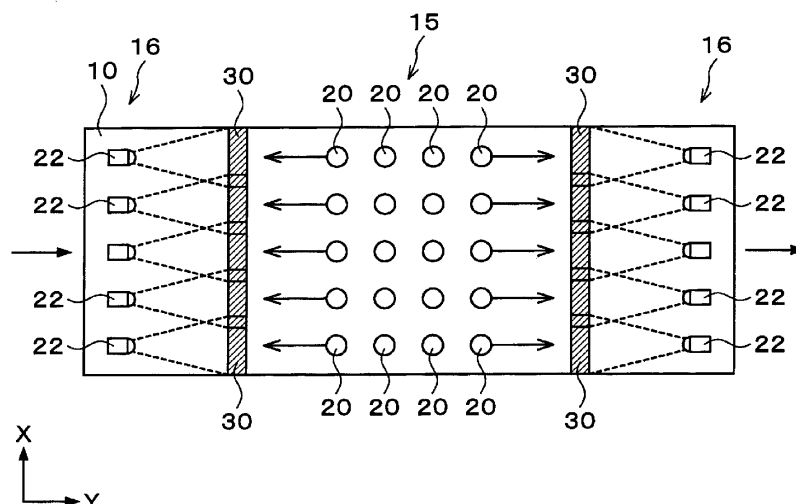
심사관 : 박정근

(54) 발명의 명칭 열연 강판용 냉각수 제거 장치 및 제거 방법

(57) 요약

본 발명에 관한 열연 강판용 냉각수 제거 장치는, 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판을 냉각할 때에, 상기 열연 강판에 대해 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 수량 밀도로 분사된 냉각수를 제거하는 냉각수 제거 장치이며, 상기 열연 강판에 냉각수 제거수를 분사하는 복수의 냉각수 제거 노즐을 구비하고, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐 각각으로부터 분사되는 상기 냉각수 제거수의 충돌 영역이 상기 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 서로 인접하는 상기 충돌 영역의 일부가 겹쳐 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판을 냉각할 때에, 상기 열연 강판에 대해 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 수량 밀도로 분사된 냉각수를 제거하는 냉각수 제거 장치이며,

상기 열연 강판에 냉각수 제거수를 분사하기 위한, 각각 플랫 스프레이 노즐로 구성되는 복수의 냉각수 제거 노즐을 구비하고,

상기 복수의 냉각수 제거 노즐은, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 그 각각으로부터 분사되는 상기 냉각수 제거수의 충돌 영역이, 서로 인접하는 상기 충돌 영역의 일부에서 겹치면서, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열하도록 배치되고,

상기 충돌 영역 상에, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 연속한 수벽이 형성되는 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 서로 인접하는 상기 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이가, 상기 열연 강판의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서 상기 열연 강판의 표면으로부터 400mm 보다 높은 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 상기 열연 강판의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 상기 열연 강판의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수의 운동량 F_B 의 $1.0\sim 1.5$ 배인 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐은, 상기 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 상기 냉각수 제거 노즐과 상기 열연 강판의 표면의 거리가 2000mm 이내로 되도록, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 배열되어 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도는, $20\sim 65$ 도인 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐은, 상기 열연 강판에 냉각수를 분사하는 냉각수 노즐의 상류측과 하류측에 각각 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판을 냉각할 때에, 상기 열연 강판에 대해 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 수량 밀도로 분사된 냉각수를, 복수의 냉각수 제거 노즐로부터 상기 열연 강판의 표면에 분사되는 냉각수 제거수에 의해 제거하는 냉각수 제거 방법이며,

상기 각 냉각수 제거 노즐로서, 각각 플랫 스프레이 노즐을 이용하고,

또한 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐 각각으로부터 분사되는 냉각수 제거수의 충돌 영

역이, 서로 인접하는 상기 충돌 영역의 일부에서 겹치면서, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 상기 충돌 영역 상에, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 연속한 수벽이 형성되도록, 복수의 상기 냉각수 제거 노즐로부터 상기 냉각수 제거수를 상기 열연 강판에 분사하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 서로 인접하는 상기 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이가, 상기 열연 강판의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서 상기 열연 강판의 표면으로부터 400mm보다 높은 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 상기 열연 강판의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 상기 열연 강판의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배인 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 방법.

청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐은, 상기 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 상기 냉각수 제거 노즐과 상기 열연 강판의 표면의 거리가 2000mm 이내로 되도록, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 배열되어 배치되어 있는 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 방법.

청구항 12

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도는, 20~65도인 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 방법.

청구항 13

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐은, 상기 열연 강판에 냉각수를 분사하는 냉각수 노즐의 상류측과 하류측에 각각 배치되어 있고, 상기 냉각수 노즐의 상류측 및 하류측에 배치된 상기 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 상기 냉각수 제거수에 의해, 상기 냉각수 노즐의 상류측과 하류측에 있어서의 냉각수를 제거하는 것을 특징으로 하는, 열연 강판용 냉각수 제거 방법.

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판을 냉각할 때에 당해 열연 강판에 대해 분사된 냉각수, 특히 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 수량 밀도의 냉각수를 제거하는 냉각수 제거 장치 및 냉각수 제거 방법에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2012년 06월 08일에, 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2012-130630호와, 2012년 09월 06일에, 일본에 출원된 일본 특허 출원 제2012-196536호에 기초하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배경기술

[0003] 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판은, 마무리 압연기로부터 코일러까지를 런아웃 테이블에 의해 반송되는 동안에, 런아웃 테이블의 상하에 설치되어 있는 냉각 장치에 의해 소정의 온도까지 냉각된 후, 코일러에 권취된다. 열연 강판의 열간 압연에 있어서는, 이 마무리 압연 후의 냉각의 형태가 열연 강판의 기계적 특성, 가공성, 용접성 등을 결정하는 중요한 인자로 되어 있고, 열연 강판을 균일하게 소정의 온도로 냉각하는 것이 중요하게 되어 있다.

[0004] 이 마무리 압연 후의 냉각 공정에서는, 통상, 냉각 매체로서 예를 들어 물(이하, 냉각수라 호칭함)을 사용하여

열연 강판을 냉각한다. 구체적으로는, 열연 강판의 소정의 냉각 영역에 있어서, 냉각수를 사용하여 열연 강판을 냉각하고 있다. 그리고, 상술한 바와 같이 열연 강판을 균일하게 소정의 온도로 냉각하기 위해서는, 이 냉각 영역의 상류측이나 하류측에 여분의 냉각수가 유출되는 것을 방지할 필요가 있다.

[0005] 따라서, 열연 강판 상의 냉각수의 제거가 행해지고 있다. 이 냉각수의 제거 방법으로서, 종래부터 다양한 방법이 제안되어 있다.

[0006] 특허문헌 1에는, 냉각 장치, 즉 냉각수를 분사하는 냉각 노즐의 하류측에 있어서, 분사 각도가 열연 강판의 통판(通板) 방향 상류측을 향해 경사지도록, 슬릿 형상 또는 원 형상의 노즐 분사구로부터 냉각수 제거수를 분사하는 1열 이상의 노즐을 배치하는 것이 제안되어 있다. 그리고, 이 노즐로부터 열연 강판에 분사되는 냉각수 제거수에 의해 냉각수의 제거를 행하고 있다.

[0007] 또한, 특허문헌 2에는, 냉각 장치에 물 분사식 냉각수 제거 설비를 병설하고, 또한 물 분사식 냉각수 제거 설비의 하류측에 에어 노즐군을 배치하는 것이 제안되어 있다. 그리고, 물 분사식 냉각수 제거 설비로부터 열연 강판에 냉각수 제거수를 분사하는 동시에, 에어 노즐군으로부터 열연 강판에, 에어 풍향이 통판 방향과 거의 직교하는 에어를 일제히 분사하여, 냉각수의 제거를 행하고 있다.

[0008] 또한, 특허문헌 3에는, 열연 강판에 냉각수 제거수를 분사하는 노즐이 설치된 헤더를 포함하는 냉각수 제거 장치에 있어서, 냉각수 제거수의 단위 시간 및 단위 폭당 운동량(냉각수 제거수의 힘)을, 열연 강판 상면에 체류하는 냉각수가 갖는 단위 시간 및 단위 폭당 운동량(냉각수의 힘)의 1.5~5배의 범위 내로 유지하여, 노즐로부터 열연 강판에 냉각수 제거수를 분사하는 것이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 특허 출원 공개 제2007-152429호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 출원 공개 제2010-227966호 공보
(특허문헌 0003) 일본 특허 출원 공개 제2012-51013호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 여기서, 열연 강판을 냉각할 때에는, 예를 들어 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 큰 수량 밀도의 냉각수를 열연 강판에 분사하는 경우가 있다.

[0011] 그러나, 특허문헌 1에는 냉각수 제거수를 분사하는 노즐의 분사 각도만 예시되어 있지만, 그 밖의 조건, 예를 들어 냉각수 제거수의 수량이나 유속 등은 개시되어 있지 않다. 또한, 특허문헌 2에도, 냉각수 제거수의 수량이나 유속 등의 조건은 개시되어 있지 않다. 또한, 특허문헌 3에서는, 예를 들어 특허문헌 3의 명세서의 실시예 및 표 1에 기재되어 있는 바와 같이, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 작은 수량 밀도의 냉각수를 열연 강판에 분사하는 경우만을 고려하고 있다. 따라서, 이들 특허문헌 1~3에 기재된 냉각수 제거 방법은, 큰 수량 밀도의 냉각수를 제거하는 것은 전혀 고려되어 있지 않아, 큰 수량 밀도의 냉각수를 제거할 수 없는 경우가 있다.

[0012] 또한, 유량 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 냉각수에서 발생하는 판상수의 제거를 하는 경우, 도 8에 도시하는 바와 같이 평면에서 볼 때, 복수의 플랫 스프레이 노즐(100)로부터 분사되어 열연 강판(10)의 표면에 충돌하는 냉각수 제거수의 충돌 영역(101)이, 서로 간섭하지 않도록 산형으로 배치되는 것을 생각할 수 있다. 이것은, 플랫 스프레이 노즐(100)에 의해 판상수의 통판 방향(도 8 중의 Y방향 부방향)의 흐름을 일단 받아내고, 폭 방향으로 흐름을 발생시키고, 그 흐름에 의해 판상수가 배출되는 것이다. 서로 간섭하지 않는 냉각수 제거수의 흐름의 폭 방향 성분이 효율적으로 작용하므로, 냉각수 제거수의 사이에 간극이 있어도, 유량 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 냉각수의 경우에는, 도 8 중의 비스듬한 화살표와 같은 냉각수가 누설되는 일은 거의 없다고 생각된다.

[0013] 또한, 발명자들이 예의 검토한 바, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 큰 수량 밀도의 냉각수를 열연 강판에 분사하는 경우에 있어서, 특허문헌 3에 기재된 바와 같이 냉각수 제거수의 운동량을 냉각수의 운동량의 1.5~5배의 범위 내로 유지하면, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판의 냉

각 능력이 저하되는 것을 알 수 있었다.

[0014] 본 발명은, 상기한 사정에 비추어 이루어진 것이며, 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판을 대수량의 냉각수로 냉각할 때에, 당해 냉각수에 의한 열연 강판의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명은, 상기 과제를 해결하여 이러한 목적을 달성하기 위해 이하의 수단을 채용한다. 즉,

[0016] (1)본 발명의 일 형태에 관한 열연 강판용 냉각수 제거 장치는, 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강판을 냉각할 때에, 상기 열연 강판에 대해 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 수량 밀도로 분사된 냉각수를 제거하는 냉각수 제거 장치이며, 상기 열연 강판에 냉각수 제거수를 분사하는 복수의 냉각수 제거 노즐을 구비하고, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐 각각으로부터 분사되는 상기 냉각수 제거수의 충돌 영역이 상기 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 서로 인접하는 상기 충돌 영역의 일부가 겹쳐 있다.

[0017] 이미 서술한 바와 같이, 종래의 냉각 설비는, 냉각수의 수량이 적은 것이 많고, 대수량의 냉각수를 사용하는 냉각 설비 주변의 냉각수 제거에 관한 요구는 없었다(특허문헌 1~3 참조). 그러나, 여러 가지 재질의 강판이 요구되는 최근에는, 냉각 설비의 대수량화가 진행되고 있어, 대수량의 판상수의 유출을 막기 위한 냉각수 제거 설비를 필요로 하기 시작하고 있다.

[0018] 따라서, 본원 발명자들이 예의 검토한 결과, 열연 강판을 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 큰 수량 밀도의 냉각수로 냉각하는 경우, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 복수의 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 냉각수 제거수의 충돌 영역이 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 서로 인접하는 충돌 영역의 일부가 겹친다고 하는 조건을 만족함으로써, 냉각수에 의한 열연 강판의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 있는 것이 판명되었다.

[0019] 종래, 소수량의 냉각수를 제거하는 경우, 열연 강판의 표면에 있어서, 복수의 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 냉각수 제거수의 충돌 영역을, 판상수의 흐름 방향에 대해 켜기 형상으로 배치함으로써, 판상수를 좌우로 밀쳐내어 압박하는 방법을 채용하는 것이 일반적이었다(도 8 참조). 이러한 종래의 냉각수 제거 방법에 있어서, 인접하는 냉각수 제거수의 충돌 영역의 사이에 간극이 있어도, 유량 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 소수량의 냉각수로 열연 강판을 냉각하는 경우에는, 상기 간극으로부터 도 8 중의 비스듬한 화살표와 같이 판상수(냉각수)가 누설되는 일은 없었다.

[0020] 그러나, 열연 강판을 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 대수량의 냉각수로 냉각하는 경우, 상기한 바와 같은 종래의 냉각수 제거 방법에서는, 인접하는 냉각수 제거수의 충돌 영역의 간극으로부터 도 8 중의 비스듬한 화살표와 같이 판상수가 누출되어 버려, 열연 강판의 냉각 및 냉각수의 제거를 적절하게 행할 수 없다.

[0021] 따라서, 본원 발명자는, 우선, 열연 강판의 표면에 있어서, 복수의 냉각수 제거수의 충돌 영역이 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되도록, 냉각수 제거수의 노즐 배치나 분사 방향을 조정하여 냉각수 제거 효과를 검증하였다. 그 결과, 인접하는 냉각수 제거수의 충돌 영역의 간극이 없어져, 종래 방법과 비교하여 판상수의 누출을 개선하는 것에 성공하였지만, 본원 발명자는, 보다 대수량의 냉각수에 대응하기 위해, 한층 더 검토를 행하였다.

[0022] 소수량의 냉각수에 대응한 종래의 냉각수 제거 방법에서는, 도 8에 도시하는 바와 같이, 인접하는 냉각수 제거수의 충돌 영역이 겹치지 않도록(바꿔 말하면, 냉각수 제거수끼리가 간섭하지 않도록), 냉각수 제거 노즐의 배치나 냉각수 제거수의 분사 방향 등이 설정되어 있었다. 예를 들어, 냉각수나 디스케일링용의 고압수에 대해서도, 노즐로부터 분사되는 물끼리가 간섭하지 않도록, 노즐의 배치나 물의 분사 방향 등이 설정되는 것이 일반적이다. 이 이유로서, 노즐로부터 분사되는 물끼리의 간섭이 냉각 능력 또는 디스케일링 능력에 미치는 영향을 예측하는 것이 곤란한 것, 또한, 수류의 손실도 큰 것을 들 수 있다. 이로 인해, 종래의 냉각수 제거 방법에서도, 냉각수나 디스케일링용의 고압수의 분사 방법에 따라, 냉각수 제거수끼리의 간섭을 회피하고 있었다.

[0023] 그러나, 열연 강판에 대해 냉각수 제거수를 분사하는 경우, 냉각수 제거수끼리의 간섭에 의한 냉각 능력에의 영향이나 수류의 손실 등을 고려할 필요는 없고, 냉각수 제거수의 분사에 의해 강판 표면에 형성되는 수류로 판상수의 누출을 막는 것이 최우선의 목적으로 된다.

- [0024] 따라서, 본원 발명자는, 종래의 기술 상식에 얽매이는 일 없이, 열연 강판의 표면에 있어서, 복수의 냉각수 제거수의 충돌 영역이 열연 강판의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한, 서로 인접하는 충돌 영역의 일부가 겹치도록(즉, 서로 인접하는 냉각수 제거수가 간섭하도록), 냉각수 제거수의 노즐 배치나 분사 방향을 조정하여 냉각수 제거 효과를 검증한 바, 열연 강판을 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 대수량의 냉각수로 냉각하는 경우라도, 종래 방법과 비교하여 판상수의 누출을 대폭으로 개선하는 것에 성공하였다.
- [0025] 이 이유로서, 인접하는 냉각수 제거수의 충돌 영역의 간극이 없어지는 것에 더하여, 인접하는 냉각수 제거수의 간섭에 의해 강고한 수벽이 형성됨으로써, 대수량이며 수위가 높은 판상수의 누출이 방해된 것을 들 수 있다. 또한, 상기한 검증의 결과, 냉각수 제거수끼리의 간섭이 원인으로 생각되는 문제는 발생하지 않는 것도 확인되었다.
- [0026] 이상과 같이, 상기 (1)에 기재된 냉각수 제거 장치에 따르면, 종래 방법과 비교하여 대수량의 판상수(냉각수)의 누출을 대폭으로 개선할 수 있다. 이러한 냉각수 제거 장치의 구성은, 대수량의 냉각수에 대응하기 위해, 종래의 일반적인 기술 상식으로부터 발상을 전환한 본원 발명자만 실현할 수 있었던 것이며, 다른 당업자가 실현하는 것은 곤란하다.
- [0027] (2)상기 (1)에 기재된 냉각수 제거 장치에 있어서, 상기 열연 강판의 폭 방향으로 서로 인접하는 상기 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이가, 상기 열연 강판의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서 상기 열연 강판의 표면으로부터 400mm보다 높아도 된다.
- [0028] 즉, 열연 강판의 표면으로부터 400mm보다 높은 위치까지는, 냉각수 제거수가 연직 방향으로 간극 없이 존재하고 있다. 본원 발명자의 검증에 의해, 열연 강판을 대수량의 냉각수로 냉각하는 경우에도, 이 냉각수의 높이는 열연 강판의 표면으로부터 400mm 미만인 것이 판명되었다. 따라서, 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이가, 열연 강판의 표면으로부터 400mm보다 높다고 하는 조건을 만족함으로써, 냉각수가 냉각수 제거수를 넘어 유출되는 일은 없다. 또한, 특히 큰 수량 밀도의 냉각수를 열연 강판에 분사하는 경우, 당해 냉각수가 열연 강판의 표면으로부터 연직 상방으로 비산하므로, 이 냉각수 제거수의 높이의 조건을 만족하는 것이 바람직하다.
- [0029] (3)상기 (1) 또는 (2)에 기재된 냉각수 제거 장치에서는, 상기 열연 강판의 표면에 있어서, 상기 열연 강판의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 상기 열연 강판의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배여도 된다.
- [0030] 이와 같이 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 이상이므로, 냉각수 제거수가 냉각수를 막을 수 있어, 냉각수가 냉각수 제거수를 뚫고 나가 유출되는 일은 없다. 한편, 본원 발명자의 검증에 의해, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 커지면, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판의 냉각 능력이 저하되는 것이 판명되었다. 따라서, 상기한 바와 같이, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배인 것이 바람직하다.
- [0031] 또한, 상술한 바와 같이 특허문헌 3에서는, 냉각수 제거수의 단위 시간 및 단위 폭당 운동량(냉각수 제거수의 힘)을, 냉각수의 단위 시간 및 단위 폭당 운동량(냉각수의 힘)의 1.5~5배로 하고 있다. 이 조건은, 예를 들어 특허문헌 3의 실시예 및 표 1에 기재되어 있는 바와 같이 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 작은 수량 밀도(이하, 이 수량 밀도의 범위를 소수량 밀도라 호칭함)의 냉각수로 열연 강판을 냉각할 때에, 냉각수를 제거하기 위한 조건이며, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 큰 수량 밀도(이하, 이 수량 밀도의 범위를 대수량 밀도라 호칭함)의 냉각수로 열연 강판을 냉각하는 경우에는 적용할 수 없다.
- [0032] 본원 발명자의 검증에 의해, 특허문헌 3에 기재되어 있는 바와 같이, 소수량 밀도의 냉각수로 열연 강판을 냉각하는 경우와, 본 발명과 같이 대수량 밀도의 냉각수로 열연 강판을 냉각하는 경우에는, 열연 강판을 냉각하는 메커니즘이 다른 것이 판명되었다.
- [0033] 예를 들어, 소수량 밀도의 냉각수로 열연 강판을 냉각하는 경우, 당해 냉각수의 운동량을 정의하는 데 지배적인 요인은, 예를 들어 특허문헌 3의 명세서의 단락 0019에 냉각수의 운동량이 정의되어 있는 바와 같이, 열연 강판의 표면에 체류하는 냉각수의 깊이(위치 에너지)로 된다. 즉, 열연 강판의 표면에 체류하는 냉각수가, 열연 강판의 냉각에 가장 기여한다. 이 경우, 냉각수의 운동량이 작아지므로, 냉각수 제거수의 운동량을 냉각수의 운동량 이상으로 하면, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수의 제거 없이 냉각한 경우와는 다른 냉각 능력으로 되어 버린다.

- [0034] 한편, 본 발명과 같이 대수량 밀도의 냉각수로 열연 강관을 냉각하는 경우, 당해 냉각수의 운동량 F_B 를 정의하는 데 지배적인 요인은, 노즐로부터 열연 강관에 분사된 냉각수의 수평 성분이다. 즉, 노즐로부터 분사된 냉각수가, 열연 강관의 냉각에 가장 기여한다. 이 경우, 대수량 밀도의 냉각수의 운동량이 커지므로, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 를 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 크게 하면, 상술한 바와 같이 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강관의 냉각 능력이 저하되어 버린다.
- [0035] (4)상기 (1)~(3) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 장치에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐이, 상기 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 상기 냉각수 제거 노즐과 상기 열연 강관의 표면의 거리가 2000mm 이내로 되도록, 상기 열연 강관의 폭 방향으로 배열되어 배치되어 있어도 된다.
- [0036] 본원 발명자의 검증에 의해, 냉각수 제거 노즐과 열연 강관의 표면 사이의 냉각수 제거수의 분사 방향의 거리가 2000mm를 초과한 경우, 냉각수 제거 노즐로부터 열연 강관에 분사된 냉각수 제거수가 공기 저항에 의해 감쇠하여, 당해 냉각수 제거수의 운동량이 작아지고, 대수량의 냉각수를 적절하게 제거할 수 없을 가능성이 있는 것이 관명되었다. 따라서, 상기한 바와 같이, 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 냉각수 제거 노즐과 열연 강관의 표면의 거리를 2000mm 이내로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0037] (5)상기 (1)~(4) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 장치에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도가, 20~65도여도 된다.
- [0038] (6)상기 (1)~(5) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 장치에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐이, 상기 열연 강관에 냉각수를 분사하는 냉각수 노즐의 상류측과 하류측에 각각 배치되어 있어도 된다.
- [0039] (7)상기 (1)~(6) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 장치에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐이, 플랫 스프레이 노즐이어도 된다.
- [0040] (8)본 발명의 일 형태에 관한 열연 강관용 냉각수 제거 방법은, 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강관을 냉각할 때에, 상기 열연 강관에 대해 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 수량 밀도로 분사된 냉각수를 제거하는 냉각수 제거 방법이며, 상기 열연 강관의 표면에 있어서 복수의 냉각수 제거수의 충돌 영역이 상기 열연 강관의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 서로 인접하는 상기 충돌 영역의 일부가 겹치도록, 복수의 냉각수 제거 노즐로부터 상기 냉각수 제거수를 상기 열연 강관에 분사하는 공정을 포함한다.
- [0041] (9)상기 (8)에 기재된 냉각수 제거 방법에 있어서, 상기 열연 강관의 폭 방향으로 서로 인접하는 상기 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이가, 상기 열연 강관의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서 상기 열연 강관의 표면으로부터 400mm보다 높아도 된다.
- [0042] (10)상기 (8) 또는 (9)에 기재된 냉각수 제거 방법에 있어서, 상기 열연 강관의 표면에 있어서, 상기 열연 강관의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 상기 열연 강관의 통관 방향으로 흐르는 상기 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배여도 된다.
- [0043] (11)상기 (8)~(10) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 방법에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐이, 상기 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 상기 냉각수 제거 노즐과 상기 열연 강관의 표면의 거리가 2000mm 이내로 되도록, 상기 열연 강관의 폭 방향으로 배열되어 배치되어 있어도 된다.
- [0044] (12)상기 (8)~(11) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 방법에 있어서, 상기 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도가, 20~65도여도 된다.
- [0045] (13)상기 (8)~(12) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 방법에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐이, 상기 열연 강관에 냉각수를 분사하는 냉각수 노즐의 상류측과 하류측에 각각 배치되어 있고, 상기 냉각수 노즐의 상류측 및 하류측에 배치된 상기 냉각수 제거 노즐로부터 분사되는 상기 냉각수 제거수에 의해, 상기 냉각수 노즐의 상류측과 하류측에 있어서의 냉각수를 제거해도 된다.
- [0046] (14)상기 (8)~(13) 중 어느 하나에 기재된 냉각수 제거 방법에 있어서, 상기 복수의 냉각수 제거 노즐이, 플랫 스프레이 노즐이어도 된다.

발명의 효과

- [0047] 상기한 형태에 따르면, 열간 압연 공정의 마무리 압연 후의 열연 강관을 대수량의 냉각수로 냉각할 때에, 당해

냉각수를 적절하게 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048]

도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 냉각수 제거 장치를 갖는 열간 압연 설비의 구성의 개략을 도시하는 설명도이다.

도 2는 냉각 장치와 냉각수 제거 장치의 구성의 개략을 도시하는 측면도이다.

도 3은 냉각 장치와 냉각수 제거 장치의 구성의 개략을 도시하는 평면도이다.

도 4는 열연 강관의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서, 냉각수 제거 노즐의 배치를 모식적으로 도시하는 설명도이다.

도 5는 열연 강관의 폭 방향으로부터 본 측면시에 있어서, 냉각수 노즐에 대한 냉각수 제거 노즐의 배치를 모식적으로 도시하는 설명도이다.

도 6은 냉각수 제거수의 운동량 F_A 를 나타내는 수학적 1 및 냉각수의 운동량 F_B 를 나타내는 수학적 2의 도출 방법에 관한 설명도이다.

도 7a는 냉각수 제거 노즐의 배치에 관한 변형예를 나타내는 도면이다.

도 7b는 냉각수 제거 노즐의 배치에 관한 변형예를 나타내는 도면이다.

도 8은 평면에서 볼 때, 유량 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 냉각수에서 발생하는 판상수의 제거를 하는 경우의 플랫 스프레이 노즐 충돌면과 판상수의 흐르는 방법을 도시하는 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049]

이하, 본 발명의 일 실시 형태에 대해 설명한다. 도 1은 본 실시 형태에 관한 냉각수 제거 장치를 갖는 열간 압연 설비(1)의 구성의 개략을 도시하는 설명도이다.

[0050]

열간 압연 설비(1)에서는, 가열한 슬래브(S)를 상하의 롤 사이에 끼워 연속적으로 압연하고, 예를 들어 1mm의 판 두께까지 얇게 하여 열연 강관(10)을 권취한다. 열간 압연 설비(1)는, 슬래브(S)를 가열하기 위한 가열로(11)와, 이 가열로(11)에 있어서 가열된 슬래브(S)를 폭 방향으로 압연하는 폭 방향 압연기(12)와, 이 폭 방향으로 압연된 슬래브(S)를 상하 방향으로부터 압연하여 조바아로 하는 조압연기(13)와, 조바아를 더욱 소정의 두께까지 연속하여 열간 마무리 압연을 하는 마무리 압연기(14)와, 이 마무리 압연기(14)에 의해 열간 마무리 압연된 열연 강관(10)을 냉각수에 의해 냉각하는 냉각 장치(15)와, 냉각 장치(15)로부터 분사된 냉각수를 제거하는 냉각수 제거 장치(16)와, 냉각 장치(15)에 의해 냉각된 열연 강관(10)을 코일 형상으로 권취하는 권취 장치(17)를 구비하고 있다.

[0051]

가열로(11)에는, 장입구를 통해 외부로부터 반입되어 온 슬래브(S)에 대해, 화염을 분출함으로써 슬래브(S)를 가열하는 사이드 버너, 축류 버너 및 루프 버너가 배치되어 있다. 가열로(11)에 반입된 슬래브(S)는, 각 존에 있어서 형성되는 각 가열대에 있어서 순차적으로 가열되고, 또한 최종 존에 있어서 형성되는 균열대에 있어서, 루프 버너를 이용하여 슬래브(S)를 균등 가열함으로써, 최적 온도에서 반송할 수 있도록 하기 위한 보열 처리를 행한다. 가열로(11)에 있어서의 가열 처리가 전부 종료되면, 슬래브(S)는 가열로(11) 밖으로 반송되고, 조압연기(13)에 의한 압연 공정으로 이행하게 된다.

[0052]

조압연기(13)는, 반송되어 온 슬래브(S)에 대해, 복수 스탠드에 걸쳐 배치되는 원기둥 형상의 회전 롤의 간극을 통과시킨다. 예를 들어, 이 조압연기(13)는, 제1 스탠드에 있어서 상하로 배치된 워크 롤(13a)에 의해서만 슬래브(S)를 열간 압연하여 조바아로 한다. 다음으로 이 워크 롤(13a)을 통과한 조바아를 워크 롤과 백업 롤에 의해 구성되는 복수의 4중 압연기(13b)에 의해 보다 더 연속적으로 압연한다. 그 결과, 이 조 압연 공정 종료시에 조바아는, 두께 30~60mm 정도의 판 두께까지 압연되고, 마무리 압연기(14)로 반송되게 된다.

[0053]

마무리 압연기(14)는, 반송되어 온 조바아를 수 mm 정도의 판 두께까지 마무리 압연한다. 이들 마무리 압연기(14)는, 6~7 스탠드에 걸쳐 상하 일직선으로 배열된 마무리 압연 롤(14a)의 간극에 조바아를 통과시키고, 이것을 서서히 압해 간다. 이 마무리 압연기(14)에 의해 마무리 압연된 열연 강관(10)은, 후술하는 반송 롤(18)에 의해 반송되어 냉각 장치(15)로 이송되게 된다.

- [0054] 냉각 장치(15)와 냉각수 제거 장치(16)의 구성에 대해서는, 후술에 있어서 상세하게 설명한다.
- [0055] 권취 장치(17)는, 냉각 장치(15)에 의해 냉각된 열연 강판(10)을 소정의 권취 온도에서 권취한다. 권취 장치(17)에 의해 코일 형상으로 권취된 열연 강판(10)은, 열간 압연 설비(1) 밖으로 반송되게 된다.
- [0056] 다음으로, 상술한 냉각 장치(15)의 구성에 대해 설명한다. 냉각 장치(15)는, 도 2에 도시하는 바와 같이 런아웃 테이블의 반송 롤(18) 상을 반송되는 열연 강판(10)의 상방에 있어서, 열연 강판(10)의 표면에 냉각수를 분사하는 냉각수 노즐(20)을 복수 갖고 있다. 냉각수 노즐(20)에는, 예를 들어 풀콘 스프레이 노즐이 사용된다.
- [0057] 냉각수 노즐(20)은, 도 3에 도시하는 바와 같이 열연 강판(10)의 폭 방향(도면 중의 X방향)으로 복수, 예를 들어 5개 배치되고, 또한 열연 강판(10)의 통관 방향(도면 중의 Y방향)으로 복수, 예를 들어 4개 배치되어 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 냉각수 노즐(20)은, 열연 강판(10)에 대해 $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 큰 수량 밀도로 냉각수를 분사하고, 열연 강판(10)을 소정의 온도로 냉각한다.
- [0058] 또한, 냉각 장치(15)는, 도 2에 도시하는 바와 같이 열연 강판(10)의 하방에 있어서, 예를 들어 열연 강판(10)의 이면에 냉각수를 분사하는 다른 냉각수 노즐(21)을 복수 갖고 있다. 다른 냉각수 노즐(21)에도, 예를 들어 풀콘 스프레이 노즐이 사용된다. 또한, 다른 냉각수 노즐(21)의 배치도, 상술한 냉각수 노즐(20)의 배치와 마찬가지로이다.
- [0059] 또한, 냉각수 노즐(20 및 21)에는, 본 실시 형태의 스프레이 노즐 이외의 다른 노즐, 예를 들어 파이프 라미나 노즐 등의 다양한 노즐을 사용해도 된다. 예를 들어 냉각 노즐(20)에 파이프 라미나 노즐을 사용한 경우, 당해 냉각 노즐(20)로부터의 냉각수는 연직 방향으로 분사되므로, 후술하는 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 연직 방향으로부터의 분사 각도 θ_B 는 0° 로 된다.
- [0060] 다음으로, 상술한 냉각수 제거 장치(16)의 구성에 대해 설명한다. 냉각수 제거 장치(16)는, 열연 강판(10)의 상방이며, 냉각수 노즐(20)의 상류측과 하류측에 있어서, 열연 강판(10)의 표면에 냉각수 제거수를 분사하는 냉각수 제거 노즐(22)을 각각 복수 갖고 있다. 냉각수 제거 노즐(22)에는, 예를 들어 플랫 스프레이 노즐이 사용된다. 그리고, 도 3에 도시하는 바와 같이, 상류측의 냉각수 제거 노즐(22)은, 당해 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수에 의해, 냉각수 노즐(20)로부터 상류측에 흐르는 냉각수를 제거한다. 마찬가지로 하류측의 냉각수 제거 노즐(22)은, 당해 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수에 의해, 냉각수 노즐(20)로부터 하류측에 흐르는 냉각수를 제거한다.
- [0061] 다음으로, 상술한 냉각수 노즐(20)에 대한 냉각수 제거 노즐(22)의 배치 및 냉각수에 대한 냉각수 제거수의 작용에 대해 설명한다. 또한, 상류측의 냉각수 제거 노즐(22)과 하류측의 냉각수 제거 노즐(22)의 배치 및 냉각수에 대한 냉각수 제거수의 작용은 동일하다.
- [0062] 냉각수 제거 노즐(22)은, 도 3에 도시하는 바와 같이 열연 강판(10)의 폭 방향으로 복수, 예를 들어 5개 배열되어 배치되어 있다. 이들 복수의 냉각수 제거 노즐(22)은, 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되어 열연 강판(10)의 표면에 충돌하는 냉각수 제거수의 분류의 충돌 영역(30)이, 평면에서 볼 때 열연 강판(10)의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 서로 인접하는 충돌 영역(30)의 일부가 겹치도록 배치되어 있다. 예를 들어 열연 강판(10)의 폭 방향에 있어서, 서로 인접하는 냉각수 제거수의 충돌 영역에 간극이 존재하면, 당해 간극으로부터 냉각수(관상수)가 유출될 가능성이 있다. 이 점, 본 실시 형태에서는, 열연 강판(10)의 폭 방향에 있어서, 냉각수 제거수의 충돌 영역이 간극 없이 존재하므로, 냉각수가 유출되지 않는다. 또한, 냉각수 제거 노즐(22)은, 냉각수 제거수의 분출각이 냉각수 노즐(20)측으로 경사지도록 배치되어 있다.
- [0063] 도 4는 열연 강판(10)의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서, 냉각수 제거 노즐(22)의 배치를 모식적으로 도시하고 있다. 도 4에 도시하는 바와 같이, 서로 인접하는 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 열연 강판(10)의 폭 방향의 간격 P는, 열연 강판(10)의 폭 방향으로 서로 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H가, 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높아지도록 설정되어 있다.
- [0064] 즉, 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높은 높이 H까지는, 냉각수 제거수가 연직 방향으로 간극 없이 존재하고 있다. 본원 발명자의 검증에 의해, 열연 강판(10)을 대수량의 냉각수로 냉각하는 경우라도, 이 냉각수의 높이는 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm 미만인 것이 판명되었다. 따라서, 서로 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이가, 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높다고 하는 조건을 만족함으로써, 냉각수가 냉각수 제거수를 넘어 유출되는 일은 없다. 특히 본 실시 형태와 같이, 큰 수량 밀도의 냉각수를 열연 강판(10)에 분사하는 경우, 당해 냉각수가 열연 강판(10)의 표면으로부터 연직 상방으로 비산하므로, 이 냉각수

제거수의 높이의 조건을 만족하는 것이 바람직하다.

[0065] 또한, 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H는, 하기 수학식 3에 의해 기하학적으로 산출된다. 그리고, 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H가 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높아지도록, 하기 수학식 3에 있어서의 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 간격 P, 냉각수 제거수의 양각 θ_A , 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가 설정된다. 또한, 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H는, 당연히 냉각수 제거 노즐(22)의 열연 강판(10)의 표면으로부터의 높이 h_A 미만이며, 그 높이 H의 상한은 실질적으로는 900mm이다.

[0066] [수학식 3]

$$H = \{ h_A / \cos \theta_A \times \tan (\theta_s / 2) - P / 2 \} \times \cos \theta_A / \tan (\theta_s / 2)$$

[0067]

[0068] 단, 상기 수학식 3에 있어서, h_A 는 냉각수 제거 노즐(22)의 열연 강판(10)의 표면으로부터의 높이(1000mm 정도)이며, θ_A 는 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도(이하, 양각이라 호칭하는 경우가 있음)이며, θ_s 는 냉각수 제거 노즐(22)로부터의 냉각수 제거수의 분사 각도이며, P는 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 열연 강판(10)의 폭 방향의 간격이다.

[0069] 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 는, 예를 들어 5~150° 이다. 이 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 는, 10~130° 인 것이 바람직하고, 또한, 20~60° 인 것이 보다 바람직하다.

[0070] 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가 지나치게 좁으면, 냉각수 제거 높이를 확보하기 위해 노즐 피치가 작아지고, 노즐수가 증가하므로 경제성이 나빠진다. 한편, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가 지나치게 넓으면, 노즐 피치가 커지고, 노즐수가 적어지므로 경제성은 좋아지지만, 냉각수를 되미는 방향의 냉각수 제거수의 수량이 감소하므로, 냉각수 제거 기능이 저하된다. 따라서, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 는, 5~150° 인 것이 현실적이다.

[0071] 또한, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가, 10~130° 인 경우에는 냉각수 제거성이 향상되므로 바람직하다.

[0072] 또한, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 는, 20~60° 인 것이 보다 바람직하다. 이 이유로서, 노즐수를 늘려 분사 각도 θ_s 를 조금 작게 설정한 쪽이, 냉각수를 되미는 방향의 냉각수 제거수의 수량을 확보하기 쉬우므로, 급수계의 규모(배관이나 펌프 용량 등)를 작게 할 수 있어, 경제성이 높은 것을 들 수 있다.

[0073] 도 5는 열연 강판(10)의 폭 방향으로부터 본 측면시에 있어서, 냉각수 노즐(20)에 대한 냉각수 제거 노즐(22)의 배치를 모식적으로 도시하고 있다. 도 5에 도시하는 바와 같이, 냉각수 제거 노즐(22)은, 당해 냉각수 제거 노즐(22)로부터의 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L이 2000mm 이내로 되는 위치에 배치되어 있다. 본원 발명자의 검증에 의해, 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면 사이의 냉각수 제거수의 분사 방향의 거리 L이 2000mm를 초과한 경우, 냉각수 제거 노즐(22)로부터 열연 강판(10)에 분사된 냉각수 제거수가 공기 저항에 의해 감쇠하여, 당해 냉각수 제거수의 운동량이 작아져, 대수량의 냉각수를 적절하게 제거할 수 없을 가능성이 있는 것이 판명되었다. 따라서, 상기한 바와 같이, 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L을 2000mm 이내로 설정하는 것이 바람직하다.

[0074] 또한, 복수의 냉각수 제거 노즐(22)을 냉각수 노즐(20)에 가까운 위치에 배치하면, 열간 압연 설비(1)의 점유 면적을 작게 할 수도 있다. 단, 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수와, 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수가, 열연 강판(10)에 도달하기 전에 충돌하는 일은 없는 위치에 냉각수 제거 노즐(22)은 배치된다. 즉, 냉각수 제거 노즐(22)과 냉각수 노즐(20)의 거리 D가 하기 수학식 4를 만족하는 위치에, 냉각수 제거 노즐(22)은 배치된다.

[0075] [수학식 4]

$$D \geq (h_A \times \tan \theta_A + h_B \times \tan \theta_B)$$

[0076]

[0077] 단, 상기 수학식 4에 있어서, h_A 는 냉각수 제거 노즐(22)의 열연 강판(10)의 표면으로부터의 높이이며, θ_A 는 냉

각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 양각이며, h_B 는 냉각수 노즐(20)의 열연 강판(10)의 표면으로부터의 높이이며, θ_B 는 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 연직 방향으로부터의 분사 각도이다.

[0078] 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수는, 열연 강판(10)의 표면에 있어서, 열연 강판(10)의 통관 방향의 냉각수 노즐(20)측으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 열연 강판(10)의 통관 방향의 냉각수 제거 노즐(22)측으로 흐르는 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배로 되도록 분사된다.

[0079] 냉각수 제거수의 운동량 F_A 는, 예를 들어, 물의 밀도 ρ , 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 수량 Q_A , 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 유속 v_A 및 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도 θ_A 를 포함하는 하기 수학식 1에 의해 정의된다.

[0080] 또한, 냉각수의 운동량 F_B 는, 예를 들어, 물의 밀도 ρ , 열연 강판(10)의 폭 방향으로 배치된 일렬의 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 수량 Q_B , 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 유속 v_B 및 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 연직 방향으로부터의 분사 각도 θ_B 를 포함하는 하기 수학식 2에 의해 정의된다.

[0081] [수학식 1]

$$F_A = \rho \cdot Q_A \cdot v_A \cdot (1 + \sin \theta_A) / 2$$

[0083] [수학식 2]

$$F_B = \rho \cdot Q_B \cdot v_B \cdot (1 + \sin \theta_B) / 2$$

[0085] 이하, 상기 수학식 1의 도출 방법에 대해 설명한다. 또한, 상기 수학식 2의 도출 방법은, 상기 수학식 1의 도출 방법과 동일하다.

[0086] 도 6에 도시하는 바와 같이, 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 수량을 Q_A , 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 유속을 v_A , 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 분사 각도를 θ_A , 물의 밀도를 ρ 로 한다. 여기서, 열연 강판(10)의 표면에 충돌한 후, 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)측으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A 를 하기 수학식 5에 의해 정의한다.

[0087] 또한, 열연 강판(10)의 표면에 충돌한 후, 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)의 반대측으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A' 를 하기 수학식 6에 의해 정의한다.

[0088] [수학식 5]

$$F_A = \rho \cdot Q_1 \cdot v_1$$

[0090] [수학식 6]

$$F_A' = \rho \cdot Q_2 \cdot v_2$$

[0092] 단, 상기 수학식 5에 있어서, Q_1 은 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)측으로 흐르는 냉각수 제거수의 수량, v_1 은 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)측으로 흐르는 냉각수 제거수의 유속이다.

[0093] 또한, 상기 수학식 6에 있어서, Q_2 는 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)의 반대측으로 흐르는 냉각수 제거수의 수량, v_2 는 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)의 반대측으로 흐르는 냉각수 제거수의 유속이다.

[0094] 열연 강판(10)에 냉각수 제거수가 충돌하기 전후에서 마찰 등의 손실이 없다고 가정한 경우, 유체의 운동량 보존칙에 기초하여 하기 수학식 7이 성립한다.

- [0095] [수학식 7]
- [0096]
$$\rho \cdot Q_A \cdot v_A \cdot \sin \theta_A = \rho \cdot Q_1 \cdot v_1 - \rho \cdot Q_2 \cdot v_2$$
- [0097] 여기서, 열연 강판(10)에 냉각수 제거수가 충돌하기 전후에서 손실이 없다고 하는 가정으로부터 하기 수학식 8이 성립한다고 생각하면, 상기 수학식 7은 하기 수학식 9로 나타낼 수 있다.
- [0098] [수학식 8]
- [0099]
$$v_A = v_1 = v_2$$
- [0100] [수학식 9]
- [0101]
$$Q_A \cdot \sin \theta_A = Q_1 - Q_2$$
- [0102] 냉각수 제거수의 수량 Q_A , Q_1 및 Q_2 에 관해서는 하기 수학식 10이 성립한다. 따라서, 상기 수학식 9 및 하기 수학식 10에 기초하여, 냉각수 제거수의 수량 Q_1 은 하기 수학식 11로 나타내어지고, 냉각수 제거수의 수량 Q_2 는 하기 수학식 12로 나타내어진다.
- [0103] [수학식 10]
- [0104]
$$Q_A = Q_1 + Q_2$$
- [0105] [수학식 11]
- [0106]
$$Q_1 = Q_A \cdot (1 + \sin \theta_A) / 2$$
- [0107] [수학식 12]
- [0108]
$$Q_2 = Q_A \cdot (1 - \sin \theta_A) / 2$$
- [0109] 상기 수학식 5, 상기 수학식 8 및 상기 수학식 11에 의해, 최종적으로, 냉각수 제거수[즉 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 노즐(20)측으로 흐르는 냉각수 제거수]의 운동량 F_A 를 나타내는 하기 수학식 1이 도출된다.
- [0110] [수학식 1]
- [0111]
$$F_A = \rho \cdot Q_A \cdot v_A \cdot (1 + \sin \theta_A) / 2$$
- [0112] 또한, 이상 설명한 수학식 1의 도출 방법으로부터 알 수 있는 바와 같이, 수학식 2로 나타내어지는 냉각수의 운동량 F_B 는, 열연 강판(10)의 표면을 따라 냉각수 제거 노즐(22)측으로 흐르는 냉각수의 운동량이다(도 5 참조).
- [0113] 본 실시 형태에서는, 상기 수학식 1 및 수학식 2에 기초하여, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배로 되도록, 각종 장치 파라미터(상기 수학식 1 및 수학식 2의 각 변수)가 설정되어 있다. 이들 냉각수 제거수의 운동량 F_A 와 냉각수의 운동량 F_B 는, 열연 강판(10)의 표면에 있어서, 냉각수 제거수와 냉각수가 서로 충돌하는 방향을 향하는 벡터량이다.
- [0114] 또한, 상기 수학식 1 및 수학식 2에 있어서, 냉각수 제거 노즐(22)과 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 수량 Q_A 와 냉각수의 수량 Q_B 는, 각각 냉각수 제거 노즐(22)과 냉각수 노즐(20)로부터 분사된 직후로부터 열연 강판(10)의 표면에 도달할 때까지 일정하다고 가정하고 있다. 또한, 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 분사 각도 θ_B 가 연직 방향으로부터의 각도라고 가정하고, 냉각수 노즐(20)로부터 분사되는 냉각수의 수량 Q_B 는, 열연 강판(10)의 표면에 있어서 전부 상류측 또는 하류측 중 어느 한쪽으로 흐른다고 가정하고 있다.
- [0115] 따라서, 냉각수의 수량 Q_B 의 수량을 고려하는 경우, 가장 위험측(냉각수 제거라고 하는 관점에서는 가장 안전측)의 수량을 고려하고 있게 되어, 냉각수의 운동량 F_B 도 가장 커진다. 또한, 냉각수의 수량 Q_B 를 고려하는 경

우, 최상류측 또는 최하류측의 냉각수 노즐(20), 즉 냉각수 제거 노즐(22)에 가장 가까운 측의 냉각수 노즐(20)로부터의 냉각수의 일렬분만을 고려하고 있고, 그 밖의 냉각수 노즐(20)로부터의 냉각수는 고려하고 있지 않다. 또한, 그 밖의 냉각수 노즐(20)로부터의 냉각수에 대해서는, 열연 강판(10)의 통관 방향의 흐름이 상쇄되므로, 당해 냉각수는 열연 강판(10)의 폭 방향으로 흐른다.

[0116] 이와 같이 본 실시 형태에서는, 열연 강판(10)의 표면에 있어서, 열연 강판(10)의 통관 방향으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 이상이므로, 냉각수 제거수가 냉각수를 막을 수 있어, 냉각수가 냉각수 제거수를 뚫고 나가 유출되는 일은 없다. 한편, 본원 발명자의 검증에 의해, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 커지면, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되는 것이 판명되었다. 따라서, 본 실시 형태와 같이, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 를 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배로 설정하는 것이 바람직하다.

[0117] 또한, 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수의 연직 방향으로부터의 양각 θ_A 는, 20~65도이며, 보다 바람직하게는 30~50도이다. 예를 들어 양각 θ_A 가 20도보다도 작아지면, 냉각수 제거 노즐(22)로부터 분사되는 냉각수 제거수가, 냉각수와 반대 방향으로 흐를 우려가 있다. 이 경우, 냉각수 제거수에 의해 냉각수를 적절하게 제거할 수 없을 가능성이 있다. 또한, 예를 들어 양각 θ_A 가 65도보다도 커지면, 냉각수 제거 노즐(22)과 충돌 영역(30)의 거리가 커져, 열간 압연 설비(1)의 점유 면적이 커진다. 따라서, 양각 θ_A 는 20~65도인 것이 바람직하다.

[0118] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 열연 강판(10)의 표면에 있어서, 냉각수 제거 노즐(22) 각각으로부터 분사되는 냉각수 제거수의 충돌 영역(30)이 열연 강판(10)의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 서로 인접하는 충돌 영역(30)의 일부가 겹치도록, 각 냉각수 제거 노즐(22)의 배치 및 냉각수 제거수의 분사 각도가 설정되어 있다.

[0119] 또한, 본 실시 형태에서는, 복수의 냉각수 제거 노즐(22)이, 각각, 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서의 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L 이 2000mm 이내로 되도록, 열연 강판(10)의 폭 방향으로 배열되어 배치되어 있다.

[0120] 또한, 본 실시 형태에서는, 열연 강판(10)의 폭 방향으로 서로 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H 가, 열연 강판(10)의 통관 방향으로부터 본 측면시에 있어서 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높아지도록 설정되어 있다.

[0121] 또한, 본 실시 형태에서는, 열연 강판(10)의 표면에 있어서, 열연 강판(10)의 통관 방향(냉각수 노즐측)으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 열연 강판(10)의 통관 방향(냉각수 제거 노즐측)으로 흐르는 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배로 되도록 설정되어 있다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 열연 강판(10)을 4m³/m²/min 초과 내지 10m³/m²/min 이하의 큰 수량 밀도의 냉각수로 냉각하는 경우라도, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 있다. 또한, 각 조건의 효과에 대해서는 상술한 바와 같다.

[0122] 그리고, 이와 같이 냉각수 제거 노즐(22)로부터의 냉각수 제거수에 의해 냉각수가 적절하게 제거되므로, 당해 냉각수가 냉각 장치(15)에 의한 냉각 영역을 넘어 유출되는 일이 없다. 따라서, 냉각 장치(15)를 사용하여 열연 강판(10)을 균일하게 소정의 온도로 냉각할 수 있다. 또한, 4m³/m²/min 초과 내지 10m³/m²/min 이하의 큰 수량 밀도의 냉각수로 열연 강판(10)을 냉각하므로, 높은 냉각 능력으로 열연 강판(10)을 적절하게 냉각할 수 있다.

[0123] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되지 않고, 이하와 같은 변형예를 들 수 있다.

[0124] (1)상기 실시 형태에서는, 냉각수 노즐(20)의 상류측과 하류측의 양측에 냉각수 제거 노즐(22)을 설치하고 있었지만, 예를 들어 어느 한쪽의 냉각수 제거 노즐(22) 대신에, 구속 롤이나 사이드 스프레이 등을 사용해도 된다.

[0125] (2)상기 실시 형태에서는, 복수의 냉각수 제거 노즐(22)이, 열연 강판(10)의 폭 방향으로 배열되어 배치되어 있는 경우를 예시하였지만, 예를 들어, 도 7a 및 도 7b에 도시하는 바와 같이, 평면에서 본 경우에, 복수의 냉각수 제거 노즐(22)이, 열연 강판(10)의 폭 방향에 대해 경사진 방향으로 배열되어 배치되어 있어도 된다.

- [0126] 도 7a는 복수의 냉각수 제거 노즐(22)이, 열연 강판(10)의 폭 방향에 대해, 반시계 방향으로 각도 $\alpha 1$ 만큼 경사진 방향으로 배열되어 배치되어 있는 경우를 도시하고 있다. 도 7b는 복수의 냉각수 제거 노즐(22)이, 열연 강판(10)의 폭 방향에 대해, 시계 방향으로 각도 $\alpha 2$ 만큼 경사진 방향으로 배열되어 배치되어 있는 경우를 도시하고 있다.
- [0127] 각도 $\alpha 1$ 및 $\alpha 2$ 는, 모두 0° 이상 30° 이하인 것이 바람직하다. 각도 $\alpha 1$ 및 $\alpha 2$ 가 30° 를 초과하면, 배관 길이나 노즐수의 증대에 의한 설비 사이즈의 대형화를 초래하므로, 경제성이 악화된다. 또한, 각도 $\alpha 1$ 및 $\alpha 2$ 가 30° 를 초과하면, 워크 사이드와 드라이브 사이드의 강판 온도 차가 발생하는 등의 문제가 발생할 가능성도 있다.
- [0128] (3)상기 실시 형태에서는 특별히 언급하고 있지 않지만, 냉각수 제거수가 테이블 롤 상에 직접 접촉하도록 냉각수 제거 노즐(22)을 배치해도 된다. 인접하는 테이블 롤의 중간 위치에 냉각수 제거수를 분사하는 경우, 강판 선단부의 통과 시에 통관성을 손상하지 않는 것을 배려할 필요가 발생한다. 예를 들어, 냉각수 제거수의 수량 및 압력 등을 강판 선단부의 통과 시만 낮게 하거나, 강판 선단부의 통과 후에 냉각수 제거수를 분사할 필요가 발생한다. 따라서, 냉각수 제거수가 테이블 롤 상에 직접 접촉하도록 냉각수 제거 노즐(22)을 배치하는 것이 바람직하다.
- [0129] (4)또한, 상기 실시 형태에서는, 냉각수 제거 노즐(22)로서 플랫 스프레이 노즐(22)을 사용하고 있었지만, 상기 실시 형태에 있어서의 모든 조건을 만족하고 있으면, 다른 노즐을 사용해도 된다. 즉, 열연 강판(10)의 표면에 있어서의 냉각수 제거수의 분류의 충돌 영역(30)이, 평면에서 볼 때 열연 강판(10)의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 열연 강판(10)의 폭 방향으로 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H가 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높고, 또한 열연 강판(10)의 표면에 있어서, 열연 강판(10)의 통관 방향으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 이상으로 되도록 냉각수가 분사되면, 냉각수 제거 노즐(22)로서, 다른 노즐, 예를 들어 풀콘 스프레이 노즐 등을 사용해도 된다.
- [0130] 단, 냉각수 제거 노즐(22)로서 전폭 슬릿 노즐(유체 분출 구멍이 열연 강판의 폭 방향 전체로 확대되어 있는 노즐)을 사용하는 것은 바람직하지 않다. 일반적으로 열연용의 전폭 슬릿 노즐은, 저압 대유량에서 사용된다. 고압 대유량용의 전폭 슬릿 노즐은, 수량이 매우 커지므로 특수한 공정에서밖에 사용되고 있지 않다. 그 이유는, 전폭 슬릿 노즐은, 유체 분출 구멍(슬릿)이 열연 강판의 폭 방향 전체로 확대되어 있으므로, 스프레이 노즐과 동등한 분출 폭으로 하기 위해서는 슬릿의 두께를 작게 할 필요가 있기 때문이다.
- [0131] 예를 들어, 직경 14mm의 유체 분출 구멍을 갖는 플랫 노즐이 8개 배열되어 있는 경우, 폭 2m의 슬릿에서는 0.6mm의 슬릿 두께로 되므로, 매우 막히기 쉽다. 이 두께를 예를 들어 3mm 정도로 한 경우, 유속이 1/5로 되어 유속의 저하가 현저하므로 냉각수 제거와 냉각수의 운동량의 비율만으로 정리하는 것은 어렵다. 예를 들어, 냉각수 제거수의 수량이 매우 많으므로 배수성의 문제가 발생하는 것 등이다. 이상의 이유로부터, 냉각수 제거 노즐(22)로서 전폭 슬릿 노즐을 사용하는 것은 바람직하지 않다.
- [0132] 이상, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 형태 및 변형예에 대해 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시 형태 및 변형예에 한정되지 않는다. 당업자라면 특허청구범위에 기재된 사상의 범주 내에 있어서, 각종 변형예 또는 수정예에 상응할 수 있는 것은 명백하며, 그들에 대해서도 당연히 본 발명의 기술적 범위에 속하는 것으로 양해된다.
- [0133] 실시예
- [0134] 이하, 본 발명의 냉각수 제거 장치와 냉각수 제거 방법을 이용한 경우의 냉각수의 제거 효과에 대해 검증한 결과에 대해 설명한다. 냉각수 제거 효과의 검증에 있어서는, 본 발명의 냉각수 제거 장치로서, 도 1~5에 도시한 냉각수 제거 장치(16)를 사용하였다.
- [0135] 표 1에 나타내는 바와 같이, 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B , 냉각수 제거수의 수량(수량 밀도) Q_A , 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_S , 냉각수 제거수의 양각 θ_A , 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 간격(피치) P를 각각 변화시켜, 냉각수의 제거 효과에 대해 검증을 행하였다. 또한, 냉각수의 수량 Q_B 는, 최상류측 또는 최하류측의 냉각수 노즐(20), 즉 냉각수 제거 노즐(22)에 가장 가까운 측의 냉각수 노즐(20)로부터의 냉각수의 일렬분의 절반만을 고려하고 있고, 그 밖의 냉각수 노즐(20)로부터의 냉각수는 고려하고 있지 않다. 또한, 표 1에 나타내는 모든 실시예 1~15 및 비교예 1~29에 있어서, 열연 강판(10)의 표면에 있어서의 냉각수 제거수의 분류의 충돌 영역(30)은, 평면에서 볼 때 열연 강판(10)의 폭 방향으로 직선 형상으로 연속하여 배열되고, 또한 인접하는 충돌

영역(30)의 일부가 겹쳐 있다.

- [0136] 표 1 중의 「냉각 능력 저하」의 란에 있어서, 냉각 능력 저하의 정도를, A, B, C의 3단계로 나타내고 있다. A는, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 와 냉각수의 운동량 F_B 의 비율 F_A/F_B 가 1.3 미만이며, 냉각 능력 저하가 거의 없다(0% 이상 10% 미만의 냉각 능력 저하)고 판단되는 것을 의미하고 있다. B는, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 와 냉각수의 운동량 F_B 의 비율 F_A/F_B 가 1.3 이상 1.5 미만이며, 냉각 능력 저하가 약간 있다(10% 이상 30% 미만의 냉각 능력 저하)고 판단되는 것을 의미하고 있다. C는, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 와 냉각수의 운동량 F_B 의 비율 F_A/F_B 가 1.5 이상이며, 냉각 능력 저하가 있다(30% 이상의 냉각 능력 저하)고 판단되는 것을 의미하고 있다. 단, B와 C는, 냉각 설비의 냉각 능력이 설계대로는 되지 않지만, 냉각수 제거가 가능한 케이스이며, 냉각 설비 본체의 냉각 능력을 과약하는 것보다도 냉각수 제거를 우선하는 경우에 있어서는, 운동량의 비율 F_A/F_B 가 1.5 이상이어도 된다. 또한, 운동량의 비율 F_A/F_B 는 기준이며, 냉각 설비의 수량이나 노즐 거리에서도 냉각 능력의 저하량은 영향을 받는다.
- [0137] 또한, 표 1 중의 「냉각수 제거성」의 란에 있어서, 실제로 냉각수 제거의 상황을 관찰한 결과, 냉각수 제거가 여유를 갖고 적절하게 행해진 경우에는 「A」를 기재하고, 냉각수 제거가 적절하게 행해진 경우에는 「B」를 기재하고, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않고, 냉각수가 냉각수 제거수를 넘어 유출된 경우에는 「C」를 기재하고 있다.
- [0138] 또한, 「냉각 능력 저하」가 「A」 또는 「B」이며, 또한 「냉각수 제거성」이 「A」 또는 「B」인 경우에는, 표 1 중의 「평가」의 란에 「A」를 기재하고 있다. 한편, 「냉각 능력 저하」가 「C」이거나, 또는 「냉각수 제거성」이 「C」인 경우에는, 표 1 중의 「평가」의 란에 「B」를 기재하고 있다. 따라서, 「평가」의 란이 「A」이면, 본 발명의 효과가 실증된 것으로 된다.
- [0139] 또한, 「냉각수 제거성」의 효과의 검증에 관해서는, 본 발명의 조건인,
- [0140] (1)열연 강판(10)의 통관 방향으로 흐르는 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가, 냉각수의 운동량 F_B 의 1.0~1.5배이다
- [0141] (2)열연 강판(10)의 폭 방향으로 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H가 열연 강판(10)의 표면으로부터 400mm보다 높다
- [0142] (3)냉각수 제거 노즐(22)로부터의 냉각수 제거수의 분사 방향에 있어서 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L이 2000mm 이내이다
- [0143] 라고 하는 3개의 조건을 만족하였는지 여부의 검증을 행하였다.
- [0144] 표 1 중의 비교예 1~11은, 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B 가, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 소수량 밀도이다. 한편, 표 1 중의 실시예 1~5 및 비교예 12~17, 실시예 6~10 및 비교예 18~23, 실시예 11~15 및 비교예 24~29는, 각각 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B 가, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 대수량 밀도이다.
- [0145] 우선, 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B 가, $3.5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 의 소수량 밀도인 비교예 1~11에 대해 검토한다.
- [0146] 비교예 1~6은, 상기한 조건 (1)~(3)을 전부 만족하고 있어, 냉각수 제거가 적절하게 행해졌다. 그러나, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 이상으로 된다. 이 경우, 소수량 밀도의 냉각수로 열연 강판(10)을 냉각하여, 냉각수의 운동량 F_B 가 작아지므로, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.
- [0147] 또한, 비교예 7은, 조건 (2) 및 (3)을 만족하고 있고, 또한 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 크므로 냉각수 제거성은 좋지만, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 지나치게 크므로, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다. 따라서, 비교예 1~7의 「평가」는 「B」로 된다.
- [0148] 비교예 8 및 9는, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 이상으로 되므로, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다. 또한, 조건 (1)~(3) 중 어느 하나를 만족하지 않으므로, 냉각수 제거도 적절하게 행해지지 않았다. 따라서, 비교예 8 및 9의 「평가」는 「B」로 된다.

- [0149] 비교예 10 및 11은, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 보다 작으므로, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 조건 (1)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다. 따라서, 비교예 10 및 11의 「평가」는 「B」로 된다.
- [0150] 이상과 같이, 소수량 밀도의 냉각수로 열연 강판(10)을 냉각한 경우, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수는 없었다.
- [0151] 다음으로, 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B 가, $4.2\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 의 대수량 밀도인 실시예 1~5 및 비교예 12~17에 대해 검토한다.
- [0152] 비교예 12는, 조건 (2) 및 (3)을 만족하고, 또한 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 크므로 냉각수 제거성은 좋지만, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 지나치게 크므로, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.
- [0153] 비교예 13~15는, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 보다 작으므로, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 조건 (1)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다.
- [0154] 비교예 16은, 조건 (1)을 만족하고 있고, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H 가 400mm 이하이며, 조건 (2)를 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다.
- [0155] 비교예 17은, 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L 이 2000mm보다도 크고, 조건 (3)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다. 또한, 이 경우, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.
- [0156] 이에 반해, 실시예 1~5는, 조건 (1)~(3) 모두 만족하고 있어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 있었다.
- [0157] 마찬가지로, 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B 가, $6.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 의 대수량 밀도인 실시예 6~10 및 비교예 18~23에 대해 검토한다.
- [0158] 비교예 18은, 조건 (2) 및 (3)을 만족하고, 또한 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 크므로 냉각수 제거성은 좋지만, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 지나치게 크므로, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.
- [0159] 비교예 19~21은, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 보다 작으므로, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 조건 (1)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다.
- [0160] 비교예 22는, 조건 (1)을 만족하고 있고, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H 가 400mm 이하이며, 조건 (2)를 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다.
- [0161] 비교예 23은, 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L 이 2000mm보다도 크고, 조건 (3)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다. 또한, 이 경우, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.
- [0162] 이에 반해, 실시예 6~10은, 조건 (1)~(3) 모두 만족하고 있고, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 있었다.
- [0163] 마찬가지로, 냉각수의 수량(수량 밀도) Q_B 가, $8.0\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 의 대수량 밀도인 실시예 11~15 및 비교예 24~29에 대해 검토한다.
- [0164] 비교예 24는, 조건 (2) 및 (3)을 만족하고, 또한 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 의 1.5배보다 크므로 냉각수 제거성은 좋지만, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 지나치게 크므로, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방

으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.

- [0165] 비교예 25~27은, 냉각수 제거수의 운동량 F_A 가 냉각수의 운동량 F_B 보다 작으므로, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 조건 (1)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다.
- [0166] 비교예 28은, 조건 (1)을 만족하고 있고, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력은 저하되지 않았지만, 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H 가 400mm 이하이며, 조건 (2)를 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다.
- [0167] 비교예 29는, 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L 이 2000mm보다도 크고, 조건 (3)을 만족하고 있지 않아, 냉각수 제거가 적절하게 행해지지 않았다. 또한, 이 경우, 냉각수 제거수가 냉각수의 하방으로 파고들어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각 능력이 저하되었다.
- [0168] 이에 반해, 실시예 11~15는, 조건 (1)~(3) 모두 만족하고 있어, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 있었다.
- [0169] 이상의 검증 결과에 의해, 냉각수의 수량 밀도가, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 초과 내지 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 대수량 밀도이며, 또한 본 발명의 냉각수 제거 장치와 냉각수 제거 방법을 이용한 경우, 즉 조건 (1)~(3)을 전부 만족하는 경우, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 있는 것이 확인되었다. 한편, 냉각수의 수량 밀도가, $4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ 이하의 소수량 밀도이거나, 또는 조건 (1)~(3) 중 어느 1개라도 만족하지 않는 경우, 냉각수에 의한 열연 강판(10)의 냉각을 적절하게 행하면서, 냉각수를 적절하게 제거할 수 없는 것이 확인되었다.
- [0170] 또한, 상술한 실시예 1~15에 있어서, 「냉각수 제거성」이 「A」로 되는 실시예 2, 7 및 12가 최량의 실시예이다. 즉, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가 50도이며, 냉각수 제거수의 양각 θ_A 가 30도이며, 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 간격 P 를 225mm로 하는 조건이, 최량의 조건이다.
- [0171] 이 조건에 비해, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가 50도보다 커지면, 냉각수의 운동량 F_B 가 작아진다. 한편, 냉각수 제거수의 분사 각도 θ_s 가 50도보다 작아지면, 인접하는 냉각수 제거수의 분류가 합류하는 높이 H 가 낮아진다.
- [0172] 또한, 냉각수 제거수의 양각 θ_A 가 30도보다 커지면, 냉각수 제거 노즐(22)과 열연 강판(10)의 표면의 거리 L 이 길어진다. 한편, 냉각수 제거수의 양각 θ_A 가 30도보다 작아지면, 냉각수의 운동량 F_B 가 작아진다.
- [0173] 또한, 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 간격 P 가 225mm보다 커지면, 냉각수의 운동량 F_B 가 작아진다. 한편, 냉각수 제거 노즐(22, 22) 사이의 간격 P 가 225mm보다 작아지면, 다수의 냉각수 제거 노즐(22)을 설치할 필요가 있어, 장치의 비용이 고액화된다.

[0175]

[0176]

1 : 열간 압연 설비

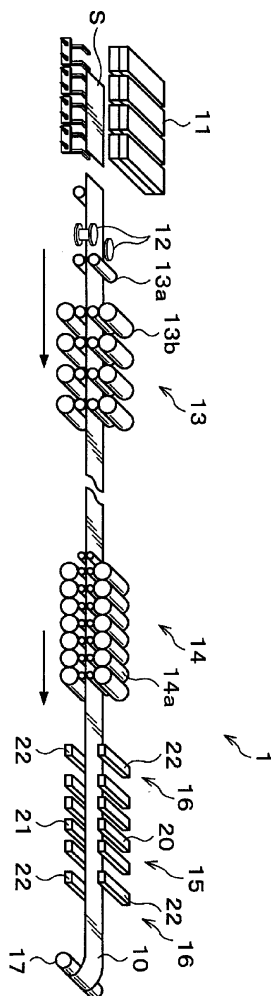
14a : 마무리 압연 롤

- 18 -

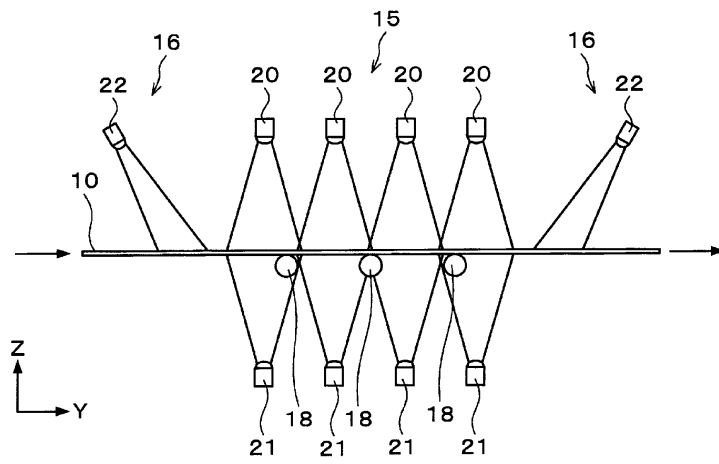
- 15 : 냉각 장치
- 16 : 냉각수 제거 장치
- 17 : 권취 장치
- 18 : 반송 롤
- 20 : 냉각수 노즐
- 21 : 다른 냉각수 노즐
- 22 : 냉각수 제거 노즐
- 30 : 충돌 영역

도면

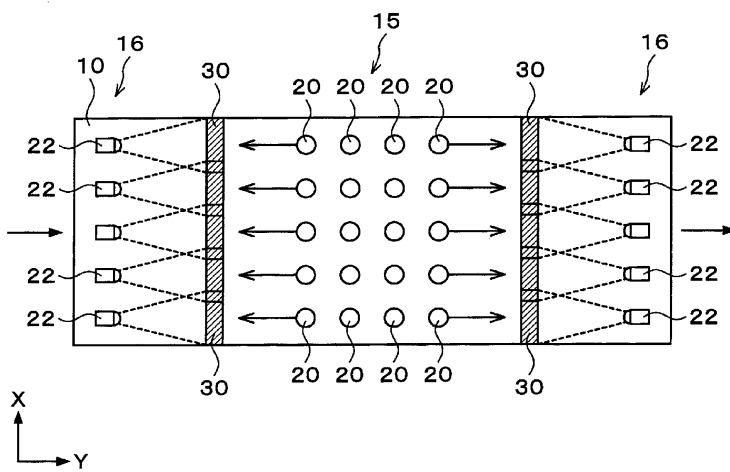
도면1



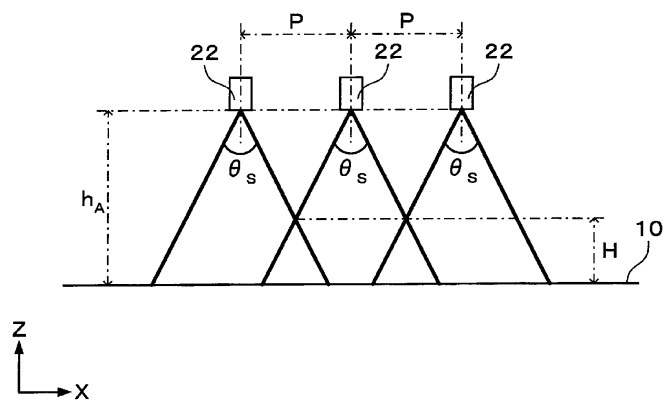
도면2



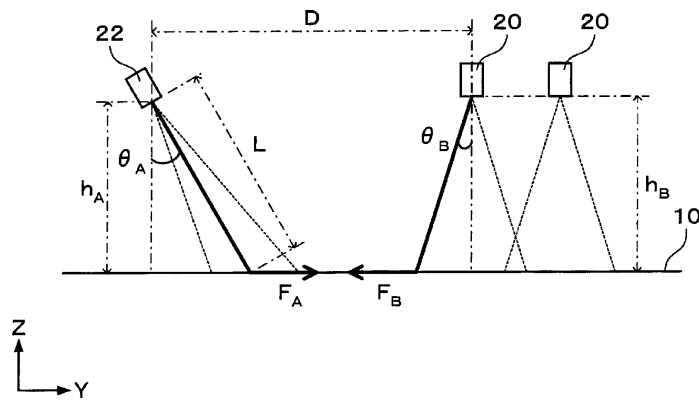
도면3



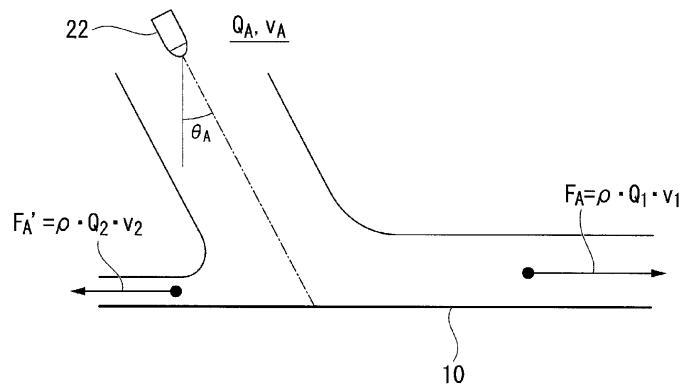
도면4



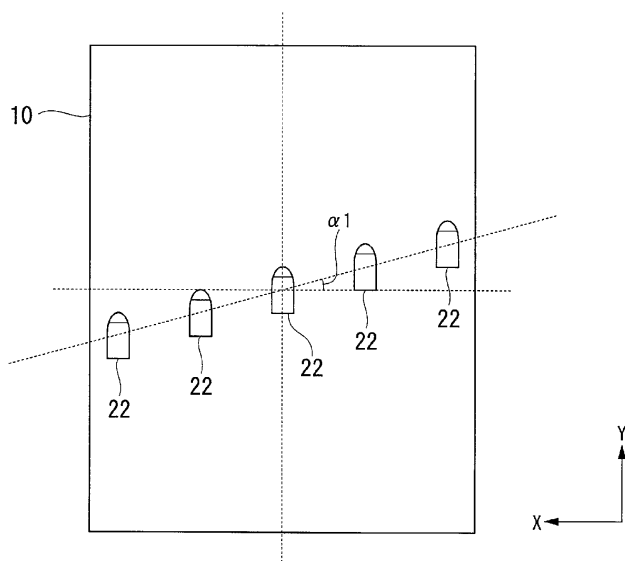
도면5



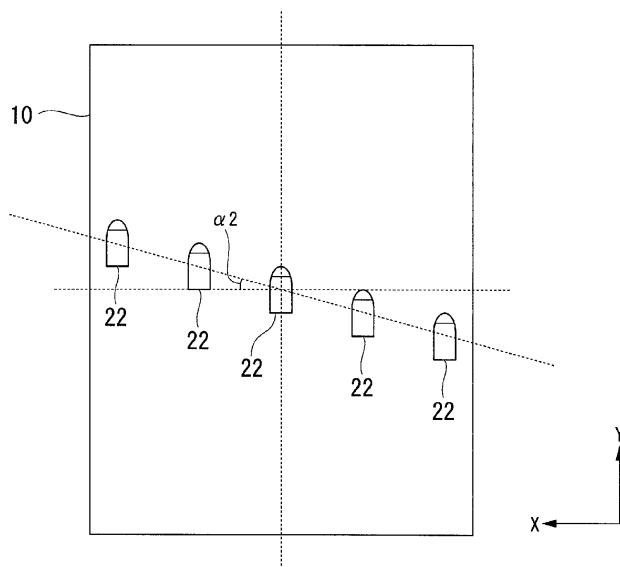
도면6



도면7a



도면7b



도면8

