



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098400  
(43) 공개일자 2008년11월07일

(51) Int. Cl.

*B21B 45/02* (2006.01) *B21B 45/08* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7021173

(22) 출원일자 2008년08월29일

심사청구일자 2008년08월29일

번역문제출일자 2008년08월29일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/060308

국제출원일자 2007년05월15일

(87) 국제공개번호 WO 2008/032473

국제공개일자 2008년03월20일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00247282 2006년09월12일 일본(JP)

(71) 출원인

신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤

일본국 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메 6-3

(72) 발명자

야마모토 류우지

일본 1008071 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메

6-3 신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤 내

세리자와 요시히로

일본 1008071 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메

6-3 신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤 내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

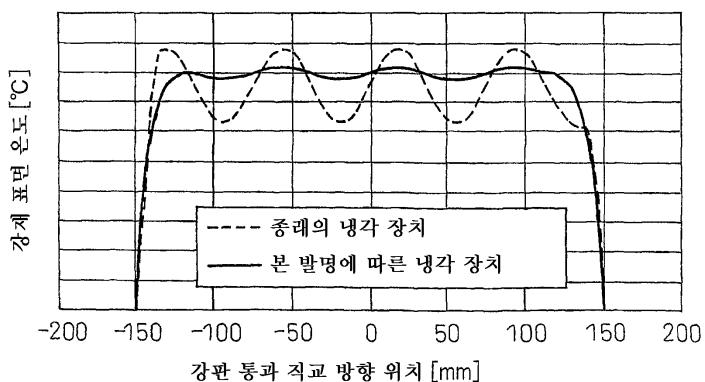
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 스프레이 냉각 노즐의 배치 설정 방법 및 열 강판 냉각 장치

**(57) 요 약**

본 발명은 열간 압연하여 얻어진 열 강판을 구속 롤로 구속하여 통과시키면서 제어 냉각을 행하여, 형상 특성이 양호하고 균일한 강재를 얻기 위해 적용되는 열 강판의 냉각 장치에 관한 것으로, 강판 통과 직교 방향으로 균일한 냉각이 가능한 스프레이 노즐 배치 설정 방법을 제공하고, 또한 수량 및 분사 영역이 상이한 2종류 이상의 노즐을 이용하여 넓은 수량 조정 범위를 갖는 스프레이 냉각 장치의 스프레이 노즐 배치 설정 방법을 제공하는 것이며, 스프레이로부터 분사되는 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력의  $n$ 승을 구속 롤 쌍 사이에서 강판 통과 방향으로 적분한 값이, 강판 통과 직교 방향의 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 스프레이 노즐을 배치한다. 단,  $0.05 \leq n \leq 0.2$

**대 표 도** - 도11c

(72) 발명자

**오가와 시게루**

일본 1008071 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메  
6-3 신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤 내

**우에노 히로노리**

일본 1008071 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메  
6-3 신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤 내

---

**도끼 마사히로**

일본 1008071 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메  
6-3 신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤 내

**니시야마 야스히로**

일본 1008071 토쿄도 치요다구 오오테마치 2조메  
6-3 신닛쁜세이테쓰 카부시키카이샤 내

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

열 강판을 구속하여 통과시키는 복수의 구속 를 쌍을 구비하고, 각 구속 를 쌍 사이에 냉각수 분사량 제어 가능한 스프레이 노즐을 강판 통과 방향 및/또는 강판 통과 직교 방향으로 복수 열 구비한 강판 통과 냉각 장치의 스프레이 노즐의 배치 설정 방법에 있어서, 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력의  $n$ 승을 구속 를 쌍 사이에서 강판 통과 방향으로 적분한 값이, 강판 통과 직교 방향의 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 스프레이 노즐을 배치하는 것을 특징으로 하는 스프레이 노즐의 배치 설정 방법.

$$\text{단, } 0.05 \leq n \leq 0.2$$

### 청구항 2

제1항에 있어서, 각 구속 를 쌍 사이의 노즐 열마다 수량 혹은 냉각수의 분사 영역이 상이한 복수 종류의 노즐을 이용하는 것을 특징으로 하는 스프레이 노즐 배치 설정 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 스프레이 노즐이, 물과 공기를 혼합 분사 가능한 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 스프레이 노즐 배치 설정 방법.

### 청구항 4

스프레이 노즐의 배치를 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 이용하여 설정한 것을 특징으로 하는 열 강판 냉각 장치.

## 명세서

### 기술 분야

<1> 본 발명은 열간 압연하여 얻어진 열 강판을 상하의 구속 를로 이루어지는 구속 를 쌍으로 구속하여 통과시키면서 제어 냉각하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 형상 특성이 양호하고 균일한 강재를 얻기 위해 적용되는 열 강판의 냉각 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

<2> 강재의 기계적 성질, 가공성, 용접성을 향상시키기 위해, 예를 들어 열간 압연된 직후의 고온 상태의 강재를 압연 라인 상에서 통과시키면서 가속 냉각하여, 강재에 소정의 냉각 이력을 부여하는 것은 일반적으로 행해지고 있다. 그러나 강재를 냉각할 때에 발생되는 냉각 불균일은, 강재의 형상 불량이나 가공 왜곡의 원인으로 되어, 점점 향상이 요구되고 있는 강재 품질에 대해 신속한 개선이 요망되고 있다.

<3> 이들 문제점을 해결하기 위해, 복수의 상하의 구속 를 쌍에 의해 강재를 구속하여 열 변형을 방지하는 방법이 있다. 그러나 이러한 방법으로도 양호한 형상의 강재가 얻어지지만, 강재 내부의 잔류 응력이 사용자측에서의 가공시에 변형으로서 나타나는 경우가 있어 근본적인 해결로는 되지 않는다. 따라서, 강재를 균일하게 냉각하는 것이 최량의 해결 수단으로 된다.

<4> 균일 냉각을 달성하는 냉각 방법으로서, 종래의 스프레이 노즐에 의해 냉각 매체인 물을 강재에 분사하는 냉각 방법에서는, 강재의 폭 방향으로 수량(水量)이 균일하게 분사되도록 설비가 설계되어 왔다. 도1에 종래의 산형(山形) 수량 분포 플랫 스프레이에 의한 강재 냉각 장치의 노즐 배치를 도시한다. 각 스프레이 노즐(1)은 강판 통과 직교 방향 전역의 수량 분포가 균일해지도록 적정한 노즐 피치 S0으로 강판 통과 직교 방향으로 직렬로 배치되어 있다. 강재 통과 방향에 관해서는, 서로 인접하는 스프레이 분사 영역(2)이 간섭하지 않도록 배치되어 있다.

<5> 그러나 이러한 노즐 배치의 냉각 장치에서는, 노즐 분사 범위[스프레이 분사 영역(2)]의 중심에서 냉각 능력이 주변과 비교하여 높아지므로, 강재 통과 직교 방향으로 균일한 냉각 능력 분포가 얻어지지 않아 냉각 불균일이 발생되는 경우가 있다.

<6> 스프레이 노즐을 이용하여 균일하게 냉각하는 방법으로서, 일본 특허 출원 공개 평6-238320호 공보에는 1개의 스프레이 분사 범위의 냉각수 충돌 압력 편차를 ±20 % 이내로 하는 방법이 개시되어 있다. 또한, 일본 특허 출원 공개 평8-238518호 공보에는 스프레이 노즐의 분사 간섭 영역이 형성되도록 배치하는 방법이 제안되어 있다. 또한, 일본 특허 출원 공개 제2004-306064호 공보에서는 피냉각면의 폭 방향 모든 점이 냉매 분류(噴流) 충돌 영역을 2회 이상 통과함으로써 균일 냉각이 달성 가능하다고 되어 있다.

### 발명의 상세한 설명

<7> 일본 특허 출원 공개 평6-238320호 공보의 방법에서는, 강판 통과 방향 및 강판 통과 직교 방향으로 복수 열 구비한 스프레이 냉각 범위 전체의 냉각 능력을 균일하게 하는 방법에 대해서는 제안되어 있지 않다. 또한, 일본 특허 출원 공개 평8-238518호 공보의 방법에서는, 노즐의 분사 간섭 영역 이외에서는 노즐 분사 범위 중심의 냉각 능력이 높아지므로, 일본 특허 출원 공개 평8-238518호 공보의 냉각 방법을 이용해도 균일한 냉각 능력 분포로 되지 않는다. 또한, 일본 특허 출원 공개 제2004-306064호 공보의 방법에서는, 냉매 충돌 영역 내에 냉각 능력 분포가 존재하는 스프레이 노즐을 강판 통과 방향으로 일직선으로 배치한 경우는, 냉매 분류 충돌 영역을 2회 이상 통과함에도 불구하고, 충돌 영역 중심과 충돌 영역 단부에서 냉각 능력차가 발생하여 균일한 냉각 능력 분포는 얻어지지 않는다.

<8> 본 발명은 전술한 바와 같은 문제점을 해소하기 위한 것으로, 그 목적은 강판 통과 직교 방향으로 균일한 냉각이 가능한 스프레이 냉각 장치의 스프레이 노즐 배치 설정 방법을 제공하고, 또한 수량 및 분사 영역이 상이한 2종류 이상의 노즐을 이용하여 넓은 수량 조정 범위를 갖는 스프레이 냉각 장치의 스프레이 노즐 배치 설정 방법을 제공하는 것이다.

<9> 본 발명의 스프레이 노즐 배치 설정 방법은, 열 강판의 강판 통과 직교 방향의 균일 냉각을 달성하기 위해, 이하의 (1) 내지 (4)의 구성을 요지로 한다.

<10> (1) 열 강판을 구속하여 통과시키는 복수의 구속 를 쌍 사이에 냉각수 분사량 제어 가능한 스프레이 노즐을 강판 통과 방향 및/또는 강판 통과 직교 방향으로 복수 열 구비한 강판 통과 냉각 장치의 스프레이 노즐의 배치 설정 방법에 있어서, 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력의 n승을 구속 를 쌍 사이에서 강판 통과 방향으로 적분한 값이, 강판 통과 직교 방향의 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 스프레이 노즐을 배치하는 것을 특징으로 하는 스프레이 노즐의 배치 설정 방법.

<11> 단,  $0.05 \leq n \leq 0.2$

<12> (2) 각 구속 를 쌍 사이의 노즐 열마다 수량 혹은 냉각수의 분사 영역이 상이한 복수 종류의 노즐을 이용하는 것을 특징으로 하는 (1)에 기재된 스프레이 노즐 배치 설정 방법.

<13> (3) 스프레이 노즐이 물과 공기를 혼합 분사 가능한 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 (1) 또는 (2)에 기재된 스프레이 노즐 배치 설정 방법.

<14> (4) 스프레이 노즐의 배치를 (1) 내지 (3) 중 어느 하나에 기재된 방법을 이용하여 설정한 것을 특징으로 하는 열 강판 냉각 장치.

### 실시예

<34> 본 발명자들은 스프레이 냉각에 있어서 냉각에 기여하는 인자를 조사, 연구하였다. 그 연구 개발 실험 결과를 도면에 따라서 설명한다.

<35> 정지 중인 피냉각체를 단일 노즐에 의해 냉각하는 경우에 있어서, 도2c에 도시하는 바와 같이, 노즐 선단부로부터 냉각면까지의 거리(L)가 150 mm로 되는 위치에 배치한 유량 100 리터/분, 헤더 압력 0.3 MPa의 오벌 노즐 (oval nozzle)[스프레이 노즐(1)]로부터 냉각수를 300 mm × 40 mm의 범위[스프레이 분사 영역(2)]에 분사한 것을 20 mm × 20 mm의 범위 M1, M2, M3에서 수량 및 냉각 능력의 평균값을 측정하고, 측정값의 최대값(범위 M1의 수량 및 냉각 능력)으로 나누어 무차원화(정규화)하였다. 범위 M1은 스프레이 노즐(1)의 바로 정면에 위치하는 20 mm × 20 mm의 범위이고, 범위 M2는 범위 M1에 인접하는 20 mm × 20 mm의 범위이고, 범위 M3은 범위 M2에 인접하는 20 mm × 20 mm의 범위이다. 이들 범위 M1, M2, M3은 스프레이 분사 영역(2)의 길이 방향을 따라 직렬로 배치되어 있다. 또한, 냉각 능력에 대해서는 피냉각체로서 900 °C로 가열된 판 두께 20 mm의 일반 구조용 압연 강재(SS400)를 이용하여 냉각 시험을 행하고, 강재 표면 온도 300 °C일 때에 측정된 열전달률을 냉각 능력으로서 평가에 이용하였다.

<36> 스프레이 분사 영역(2) 내의 냉각 능력 분포에 대해, 범위 M1, M2, M3의 냉각 능력을 비교하여 조사하면, 도2a에 도시하는 바와 같이 단일 노즐 분사 내의 수량이 거의 동일한 위치에 있어서도 냉각 능력에 차이가 발생하고 있는 것이 판명되었다. 즉, 스프레이 냉각의 경우에 있어서, 냉각에 기여하는 인자는 수량뿐만 아니라, 액적 속도, 액적 직경, 피냉각체로의 액적 충돌 각도 등 다양한 인자가 복잡하게 작용하고 있는 것이라 사료된다.

<37> 본 발명자들은 이를 수량을 포함한 다양한 냉각 인자를 포괄적으로 나타내는 것이 가능한 냉각 인자가, 냉각수의 충돌 압력인 것을 발견하였다.

<38> 전술한 도2a에 이용한 것과 동일한 노즐, 동일한 배치에 있어서  $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 의 범위 M1, M2, M3에서 평균한 냉각수의 충돌 압력 분포를 측정하여, 냉각 능력 분포와 병기한 것을 도2b에 나타낸다. 또한, 충돌 압력비는 냉각수의 충돌 압력의 측정값(평균치)을 측정값의 최대값으로 나누어 무차원화(정규화)하고, 다시 0.1승한 것을 이용하였다. 이와 같이 냉각수의 충돌 압력의 0.1승과 냉각 능력은 매우 잘 일치하는 것을 나타낸다.

<39> 또한 본 발명자들은, 표1에 나타내는 수량, 헤더 압력 및 분사 영역이 상이한 8종류의 노즐을 이용하여, 노즐 바로 아래의 냉각수 충돌 압력과 냉각 능력의 관계에 대해 조사하였다.

<40> [표1]

<41>

		유량 [1/분]	헤더 압력 [MPa]	분사 영역 [mm × mm]	노즐 바로 아래의 냉각수 충돌 압력 [MPa]
	노즐 종류	[1/분]	[MPa]	[mm × mm]	[MPa]
A	오벌 1	100	0.3	$300 \times 40 = 12000$	0.0052
B	오벌 2	65	0.125	$350 \times 50 = 17500$	0.0019
C	오벌 2	100	0.3	$350 \times 50 = 17500$	0.0026
D	오벌 3	33	0.3	$250 \times 70 = 17500$	0.0021
E	오벌 4	65	0.5	$250 \times 60 = 15000$	0.0069
F	오벌 4	50	0.3	$250 \times 60 = 15000$	0.0053
G	오벌 5	100	0.3	$250 \times 60 = 15000$	0.0013
H	풀 콘	100	0.3	$\phi 70 = 3850$	0.0077

<42> 또한, 도3a에 도시하는 스프레이 노즐(1)은 스프레이 분사 영역(2)이 일방향으로 긴 장원(長圓)으로 되는 오벌 노즐이고, 도3b에 도시하는 스프레이 노즐(1)은 스프레이 분사 영역(2)이 원형으로 되는 풀 콘 노즐(full cone nozzle)이다. 그 결과, 도4에 나타내는 바와 같이 노즐의 종류, 사양, 분사 영역에 관계없이 동일한 관계식으로 나타내는 것이 가능하고, 하기 <1>식에 냉각수 충돌 압력  $P[\text{MPa}]$ 를 대입함으로써 열전달률  $h[W/(m^2 \cdot K)]$ 를 구할 수 있다.

<43>

$$h = 33300 \times P^{0.1} \quad <1>$$

<44>

본 시험에서는 열전달률은 냉각수 충돌 압력의 0.1승에 비례한다고 하는 결과로 되었지만, 측정 오차 등을 고려하면 열전달률은 냉각수 충돌 압력의  $n$ 승에 비례한다고 사료되고,  $n$ 의 값은 0.05 내지 0.2의 범위 내라고 사료된다.

<45>

이것은 본 발명이 노즐 종류, 사양에 따르지 않는 것을 나타내고 있고, 노즐 종류, 사양이 상이한 2종류 이상의 노즐을 이용한 냉각 장치에 대해서도 유효한 것을 나타내고 있다.

<46>

또한, 본 발명자들은 이동 중인 피냉각체를 복수의 노즐을 이용하여 냉각하는 경우에 있어서, 강판 통과 직교 방향 냉각 균일성과 냉각수 충돌 압력의 관계에 대해 조사를 행하였다.

<47>

도5a 및 도5b에 냉각 시험 배치의 개요를 도시한다. 도5a에 도시하는 바와 같이, 발명자들은 피냉각체(3)로서의 강판을 반송하는 전후의 구속 를 쌍(5, 5) 사이에 있어서, 스프레이 분사 영역(2)이 오벌 형상인 오벌 노즐 [스프레이 노즐(1)]을 3개 상향으로, 노즐 간격 S0이 150 mm로 되도록 강판 통과 직교 방향으로 나열하여 배치하고, 노즐 선단부와 피냉각체(3)의 간격(L)이 150 mm의 간격이 되도록 피냉각체(3)를 설치하고, 1 m/초의 속도로 피냉각체(3)를 이동시켜 냉각 시험을 행하였다. 또한, 도5b에 도시하는 바와 같이 오벌 노즐[스프레이 노즐(1)]을 5개 상향으로, 노즐 간격 S0이 150 mm, 강판 통과 방향의 간격 S1이 200 mm로 되도록 지그재그 형상으로 배치하여 동일한 냉각 시험을 행하였다. 또한, 냉각 능력에 대해서는 도2의 경우와 마찬가지로, 피냉각체(3)로서 900 °C로 가열된 판 두께 20 mm의 일반 구조용 압연 강재(SS400)를 이용하여 냉각 시험을 행하고, 강재 표면

온도 300 °C일 때에 측정된 열전달률을 냉각 능력으로서 평가에 이용하였다. 또한, 각 스프레이 노즐(1)에는 헤더(4)를 통해 냉각수를 공급하였다.

- <48> 냉각수 충돌 압력 측정은 도5a 및 도5b의 노즐 배치에 있어서, 가열하지 않는 피냉각체(3)의 냉각수 충돌면에 압력 센서를 강판 통과 직교 방향으로 나열하여 20 mm의 간격으로 배치하고, 1 m/초의 속도로 피냉각체(3)를 이동시키면서 냉각수 충돌 압력을 0.01초의 간격으로 연속 측정하여, 구속 률 쌍(5, 5) 사이에서 측정된 냉각수 충돌 압력의 적분한 값을 도출하였다. 또한, 이것을 이용하여 최대의 냉각수 충돌 압력의 적분한 값으로 나누어 무차원화(정규화)하여, 강판 통과 직교 방향의 냉각수 충돌 압력 분포를 구하였다.
- <49> 도5a의 노즐 배치에 있어서의 강판 통과 직교 방향의 냉각 능력 분포 및 냉각수 충돌 압력 분포를 도6a에 나타낸다. 또한, 도5b의 노즐 배치에 있어서의 강판 통과 직교 방향의 냉각 능력 분포 및 냉각수 충돌 압력 분포를 도6b에 나타낸다. 이들 도면의 종축에는, 냉각 능력의 값을 최대의 냉각 능력의 값으로 나누어 무차원화(정규화)한 값을, 냉각수 충돌 압력의 값을 최대의 냉각수 충돌 압력의 값으로 나누어 무차원화(정규화)하고 다시 0.1승한 값을 이용하고 있다. 도6a로부터 노즐 바로 위가 되는 0 mm 부근이 냉각수 충돌 압력, 냉각 능력 모두 최대로 되고, 노즐 사이가 되는 ±50 내지 75 mm 부근에서 냉각수 충돌 압력, 냉각 능력 모두 최소로 되어 있다. 이들은 정도가 다소 상이하지만 도6b에서도 동일한 경향을 나타내므로, 강판 통과 직교 방향 냉각 능력 분포와 냉각수 충돌 압력의 0.1승값의 분포는 잘 일치하는 것을 알 수 있다.
- <50> 본 발명자들은 전술한 구성을 이용하여 강판 통과 직교 방향의 노즐 간격 S0을 변화시키고, 강판 직교 방향의 냉각 능력 분포와 강판 통과 방향으로 냉각수 충돌 압력의 0.1승값을 적분한 것의 강판 통과 직교 방향 분포의 관계를 조사하여, 강판 직교 방향의 균일 냉각을 실현하기 위해 필요한 냉각수 충돌 압력 분포를 구하였다. 그 결과, 도7에 나타내는 바와 같이 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력의 0.1승값을 강판 통과 방향으로 적분한 값의 최저값이, 강판 통과 직교 방향에서 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 배치함으로써, 최저의 냉각 능력이 최고의 냉각 능력의 적어도 10 % 이내로 들어가, 강판 통과 직교 방향으로 균일 냉각이 가능해지는 것을 발견하였다.
- <51> 본 도7의 검토에 있어서 0.1승을 0.05승 및 0.2승으로 행하였지만, 적분한 냉각수 충돌 압력의 값이 강판 통과 직교 방향에서 최대값으로부터 -20 % 이내로 하면, 0.1승일 때와 마찬가지로 강판 통과 직교 방향으로 균일 냉각이 가능해진다. 이것으로부터, 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력의 0.05 내지 0.2승을 적분한 값의 강판 통과 직교 방향 분포가 강판 직교 방향의 균일 냉각을 위한 지표로 되는 것이라 할 수 있다.
- <52> 또한, 강판 통과 방향으로 적분할 수 있는 범위에 대해 강판 통과 방향의 노즐 간격 S1을 변화시켜 조사한 바, 강판 통과 속도가 0.25 m/초 이상 2 m/초 이하인 경우이고, 또한 구속 률 쌍(5, 5) 사이가 2 m 이하인 경우는 적분 범위를 구속 률 쌍 사이 전체 길이로 하는 것이 바람직한 것을 발견하였다.
- <53> 또한, 도8에 도시하는 바와 같이 강판 통과 직교 방향의 노즐 간격 S0을 변화시키지 않고 노즐 비틀림각( $\Theta$ )을 변화시킨 경우라도, 도9에 도시하는 바와 같이 수량 및 분사 영역이 상이한 2종류 이상의 노즐을 조합하여 이용한 경우라도 마찬가지로, 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력을 강판 통과 방향으로 적분한 값이 강판 통과 직교 방향에서 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 배치함으로써, 강판 통과 직교 방향 균일 냉각을 달성하는 것이 가능하다.
- <54> 또한, 냉각수의 간섭 영역이 발생하지 않는 경우는, 배치하는 각 노즐 종류 및 사양에 대해 각각 단일 부재의 냉각수 충돌 압력을 측정 또는 정식화해 두고, 가상적으로 그들 노즐을 복수개 배치한 경우의 냉각수 충돌 압력 분포를 구하여, 냉각수의 충돌 압력을 강판 통과 방향으로 적분한 값이 강판 통과 직교 방향의 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 배치를 설정해도 강판 통과 직교 방향 균일 냉각을 달성하는 것이 가능하다.
- <55> 또한, 물과 공기를 혼합 분사하는 경우에 있어서도, 냉각면에의 충돌 압력을 강판 통과 방향으로 가산한 값이, 강판 통과 직교 방향의 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 배치함으로써, 최저의 냉각 능력이 최고의 냉각 능력의 10 % 정도 이내로 들어가, 강판 통과 직교 방향의 균일 냉각을 달성하는 것이 가능하다.
- <56> 도10a 및 도10b에 본 발명의 검토에서 이용하는 냉각 시험 장치에서의 스프레이 노즐 배치를 도시한다. 도10a는 종래의 스프레이 노즐 배치 설정 방법으로 설정한 강판 통과 직교 방향에서 냉각수량이 동일해지도록 플랫 노즐[스프레이 노즐(1)]을 배치한 냉각 장치를, 도10b에는 본 발명의 스프레이 노즐 배치 설정 방법으로 설정한 냉각수 충돌 압력의 n승을 강판 통과 방향으로 적분한 값이, 강판 통과 직교 방향에서 최대값으로부터 -20 % 이내로 되도록 오벌 노즐[스프레이 노즐(1)]을 배치한 냉각 장치를 각각 도시한다. 본 실시예에 있어서는  $n = 0.1$ 이다. 이들 냉각 장치를 이용하여 각각 냉각 시험을 행하여 비교 대조하였다. 이들은 각각, 동일 노즐 배

치( $S_0 = 75 \text{ mm}$ ,  $L = 150 \text{ mm}$ ) 및 수량(水量)으로 하고, 두께  $20 \text{ mm} \times 폭 300 \text{ mm} \times 길이 200 \text{ mm}$ 의 일반 구조용 압연 강재(SS400)를 약  $900^\circ\text{C}$ 로부터 약  $400^\circ\text{C}$ 까지 약 20초간 냉각하였다. 이를 수량비, 냉각수 충돌 압력의 0.1승값의 비, 냉각 후의 표면 온도 분포의 비를 도11a, 도11b, 도11c에 나타낸다. 또한, 냉각 후의 표면 온도 분포는 방사 온도계를 이용하여 측정하였다.

<57> 도11a, 도11b, 도11c에서 명백한 바와 같이, 종래의 스프레이 노즐 배치 방법에서는 본 발명의 스프레이 노즐 배치 방법에 비해 강판 통과 직교 방향의 냉각수량 분포는 균일하지만, 스프레이 노즐 간격과 동일한 피치에서 온도 불균일이 발생하고 있다. 그러나 본 발명의 냉각수 충돌 압력의 0.1승값을 강판 통과 방향으로 적분한 값이, 강판 통과 직교 방향에서 최대값으로부터 -20 % 이내로 되는 스프레이 노즐 배치 방법의 쪽이 종래의 스프레이 노즐 배치보다 표면 온도 분포가 균일하게 되어 있다. 따라서, 본 발명의 스프레이 노즐 설정 방법으로 노즐 배치를 설정한 냉각 장치에서는 강판 통과 직교 방향으로 균일한 냉각이 가능하다.

### 산업상 이용 가능성

<58> 본 발명에 따르면, 스프레이 노즐을 이용하는 냉각 장치에 있어서, 종래 검토되어 있지 않았던 냉각수 충돌 압력이라 하는 냉각 인자를 규정한 노즐 종류 및 노즐 배치를 채용함으로써, 강판 통과 직교 방향으로 높은 냉각 균일성을 갖는 냉각 장치를 제작할 수 있다.

<59> 즉, 냉각수 충돌 압력이라 하는 냉각 인자로 냉각 능력을 정리할 수 있으므로, 실험적으로 노즐 배치를 설정하는 경우에, 실제로 열편(熱片)을 이용하여 냉각 실험을 실시하지 않아도 충돌 압력을 n승하여 강판 통과 방향으로 적분한 값의 강판 통과 직교 방향 분포를 실험적으로 얻음으로써, 강판 통과 직교 방향으로 높은 냉각 균일성을 갖는 노즐 배치를 발견할 수 있다. 또한, 사용하는 노즐에 대해 충돌면에서의 압력 분포를 알면, 충돌 압력을 n승하여 강판 통과 방향으로 적분한 값의 강판 통과 직교 방향 분포를 산출함으로써 강판 통과 직교 방향으로 높은 냉각 균일성을 갖는 노즐 배치를 발견할 수 있다.

<60> 또한, 본 발명의 스프레이 노즐의 배치 설정 방법에 따르면, 수량 및 분사 영역이 상이한 2종류 이상의 노즐을 이용해도 강판 통과 직교 방향으로 동일한 냉각 균일성이 달성되므로, 강판 통과 직교 방향으로 균일한 냉각 능력을 갖고, 또한 넓은 수량 조정 범위를 갖는 스프레이 냉각 장치를 실현할 수 있다.

<61> 또한, 본 발명은 물과 공기를 혼합 분사 가능한 구조를 갖는 스프레이 노즐에 있어서도 마찬가지로 냉각 균일성을 달성 가능한 스프레이 노즐 배치를 설정할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

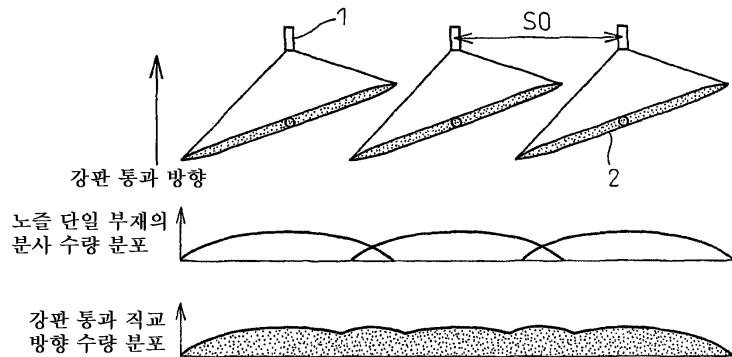
- <15> 도1은 종래의 수량을 강판 통과 직교 방향에서 일정하게 하는 노즐 배치도이다.
- <16> 도2a는 동일 노즐 내에 있어서 수량과 냉각 능력의 관계를 나타내는 그래프이다.
- <17> 도2b는 동일 노즐 내에 있어서 냉각수 충돌 압력과 냉각 능력의 관계를 나타내는 그래프이다.
- <18> 도2c는 스프레이 노즐(1)과 스프레이 분사 영역(2) 내의 범위 M1, M2, M3의 위치 관계를 도시하는 (i) 측면도 및 (ii) 정면도이다.
- <19> 도3a는 오벌 노즐의 분사 영역을 도시하는 설명도로, (i)는 측면도, (ii)는 정면도이다.
- <20> 도3b는 풀 콘 노즐의 분사 영역을 도시하는 설명도로, (i)는 측면도, (ii)는 정면도이다.
- <21> 도4는 도3a 및 도3b에 도시하는 수량, 헤더 압력 및 분사 영역이 상이한 8종류의 노즐에 대해 냉각수 충돌 압력과 냉각 능력의 관계를 나타내는 그래프이다.
- <22> 도5a는 강판 통과 직교 방향으로 노즐을 1열 배치한 냉각 시험 배치를 설명하기 위한 (i) 측면도, (ii) 정면도이다.
- <23> 도5b는 강판 통과 직교 방향으로 노즐을 2열 지그재그 형상으로 배치한 냉각 시험 배치를 설명하기 위한 (i) 측면도, (ii) 정면도이다.
- <24> 도6a는 도5a의 노즐 배치에 있어서의 강판 통과 직교 방향의 냉각 능력 분포와 냉각수 충돌 압력 분포를 나타내는 그래프이다.
- <25> 도6b는 도5b의 노즐 배치에 있어서의 강판 통과 직교 방향의 냉각 능력 분포와 냉각수 충돌 압력 분포를 나타내

는 그래프이다.

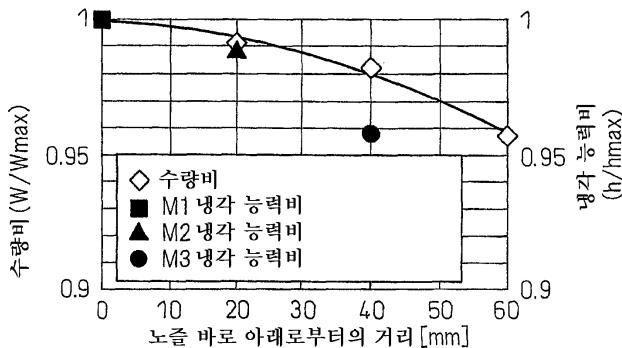
- <26> 도7은 냉각수의 냉각면에의 충돌 압력을 강판 통과 방향으로 적분한 값의 강판 통과 직교 방향의 최저값과 최대값의 비를 0.1승한 값과 강판 통과 직교 방향의 냉각 능력의 최저값과 최대값의 비의 관계를 나타내는 그래프이다.
- <27> 도8은 비틀림각을 갖는 노즐을 1열 배치한 냉각 시험 배치를 설명하기 위한 (i) 측면도, (ii) 정면도이다.
- <28> 도9는 종류, 사양이 상이한 스프레이 노즐을 2열 배치한 냉각 시험은 위치를 설명하기 위한 (i) 측면도, (ii) 정면도이다.
- <29> 도10a는 본 발명의 검토에 이용한 냉각 시험 장치로, 종래의 스프레이 노즐 설정 방법을 이용한 냉각 시험 장치를 설명하기 위한 (i) 측면도, (ii) 정면도이다.
- <30> 도10b는 본 발명의 검토에 이용한 냉각 시험 장치로, 본 발명의 스프레이 노즐 설정 방법을 이용한 냉각 시험 장치를 설명하기 위한 (i) 측면도, (ii) 정면도이다.
- <31> 도11a는 강판 직교 방향의 수량 분포를 본 발명의 냉각 장치와 종래의 냉각 장치로 비교한 그래프이다.
- <32> 도11b는 강판 직교 방향의 냉각수 충돌 압력 분포를 본 발명의 냉각 장치와 종래의 냉각 장치로 비교한 그래프이다.
- <33> 도11c는 강판 직교 방향의 강재 표면 온도 분포를 본 발명의 냉각 장치와 종래의 냉각 장치로 비교한 그래프이다.

## 도면

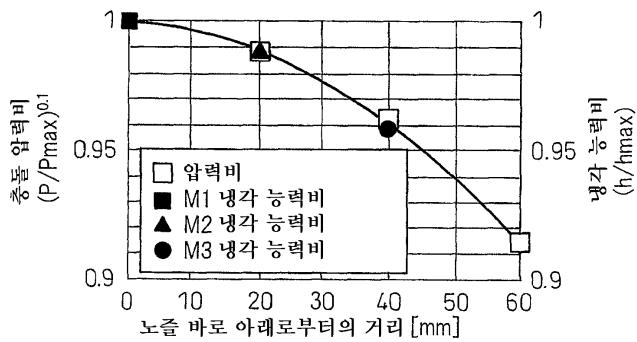
### 도면1



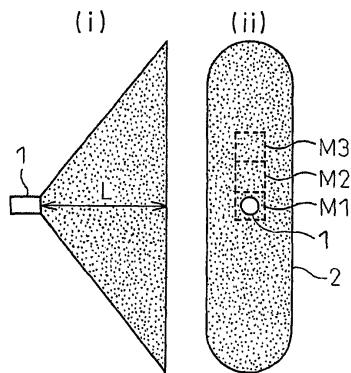
### 도면2a



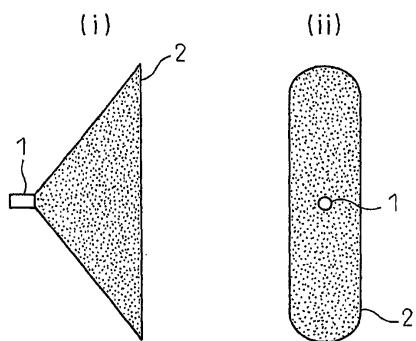
도면2b



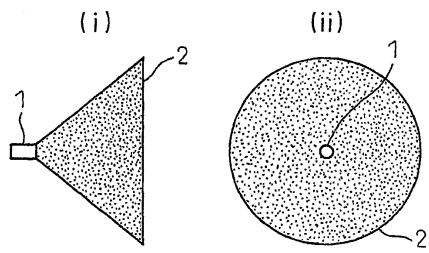
도면2c



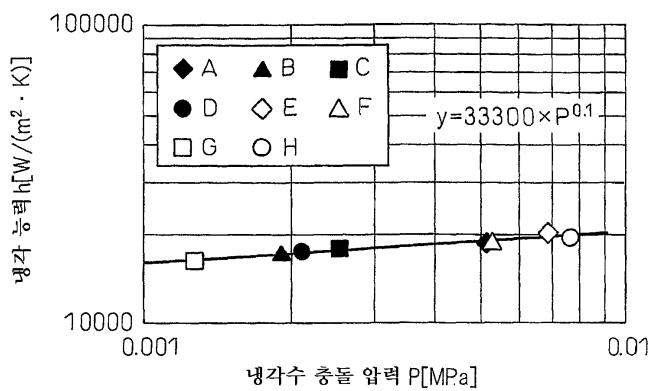
도면3a



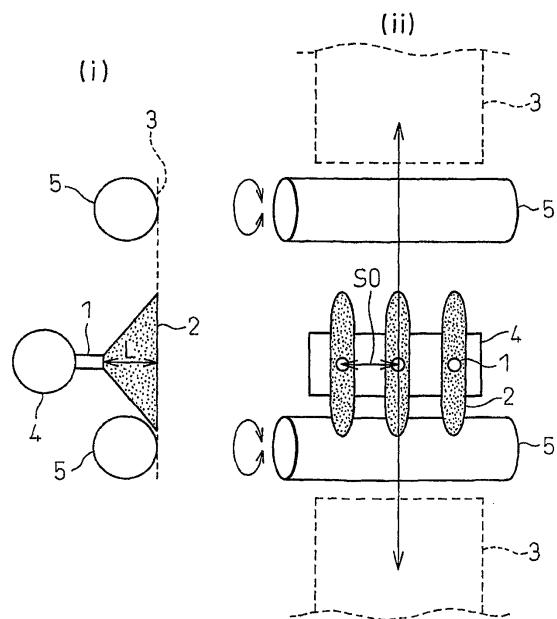
## 도면3b



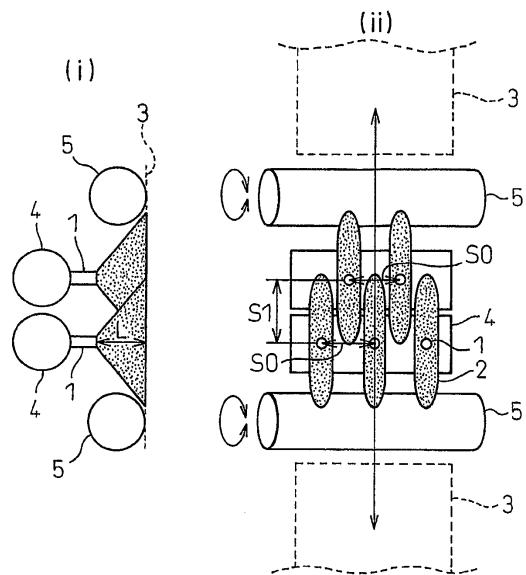
## 도면4



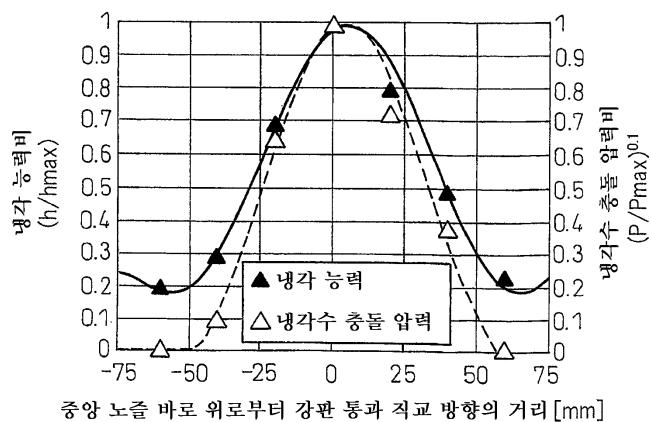
## 도면5a



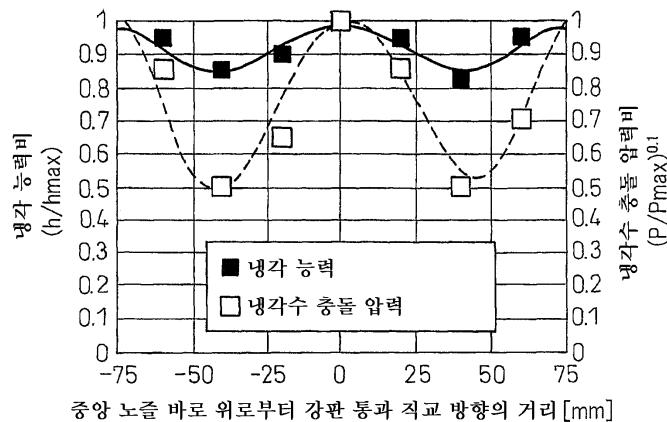
도면5b



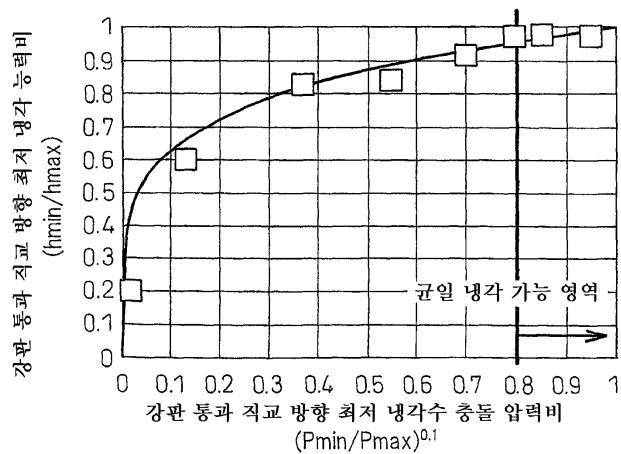
도면6a



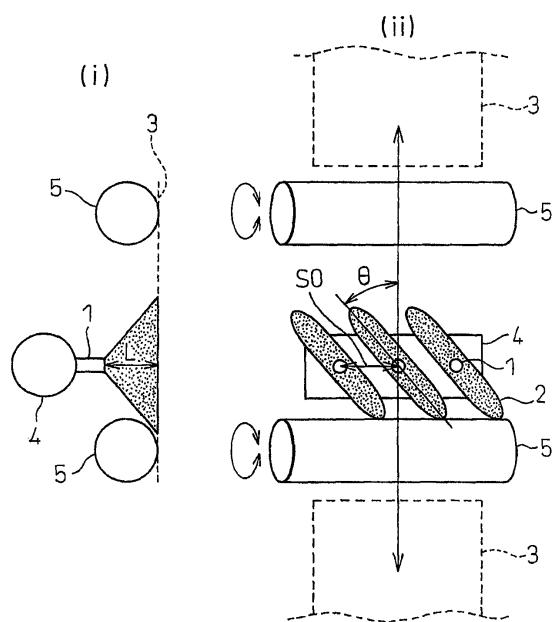
도면6b



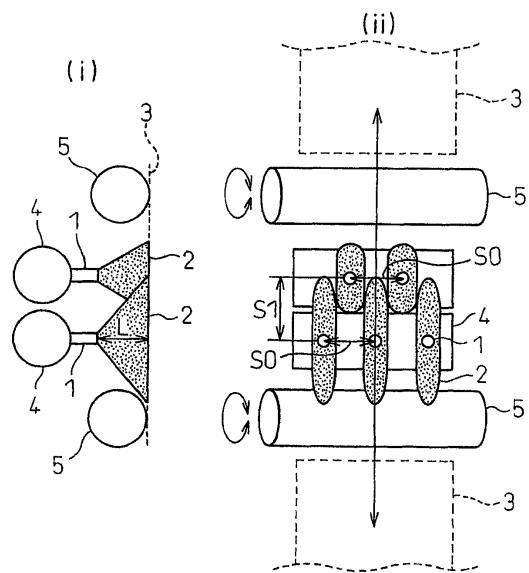
도면7



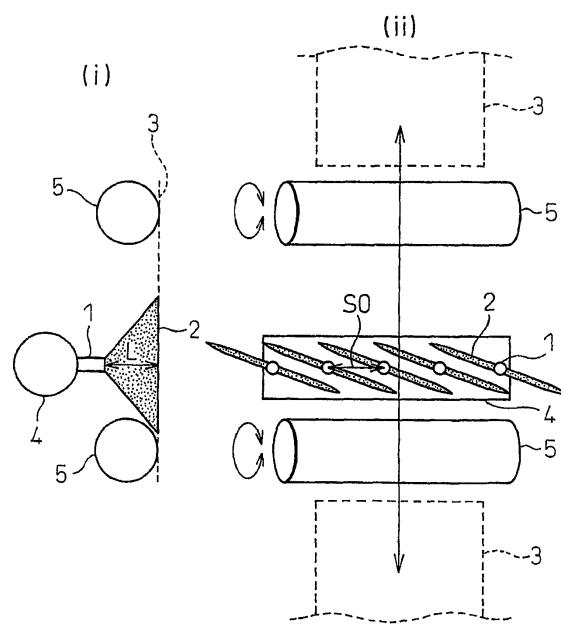
도면8



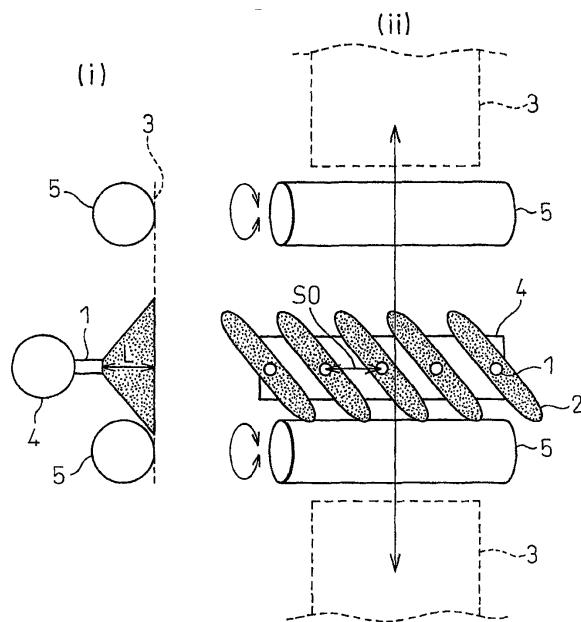
## 도면9



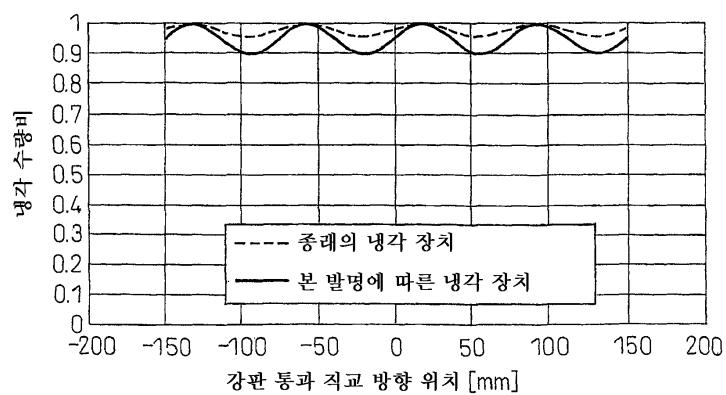
## 도면10a



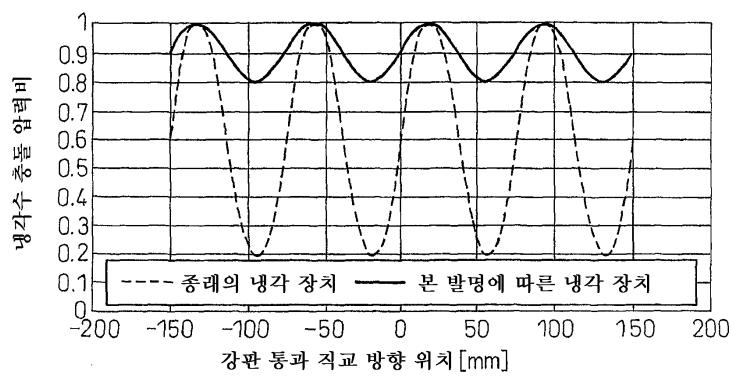
도면10b



도면11a



도면11b



도면11c

