



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0080931  
(43) 공개일자 2014년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B21D 1/02 (2006.01) B21D 1/05 (2006.01)  
B21C 47/00 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0150135  
(22) 출원일자 2012년12월21일  
심사청구일자 2012년12월21일

(71) 출원인  
주식회사 포스코  
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)  
(72) 발명자  
송길호  
전남 광양시 폭포사랑길 20-26, 내 (금호동, 광양  
제철소)  
변재웅  
전남 광양시 폭포사랑길 20-26, 내 (금호동, 광양  
제철소)  
(74) 대리인  
특허법인씨엔에스  
(뒷면에 계속)

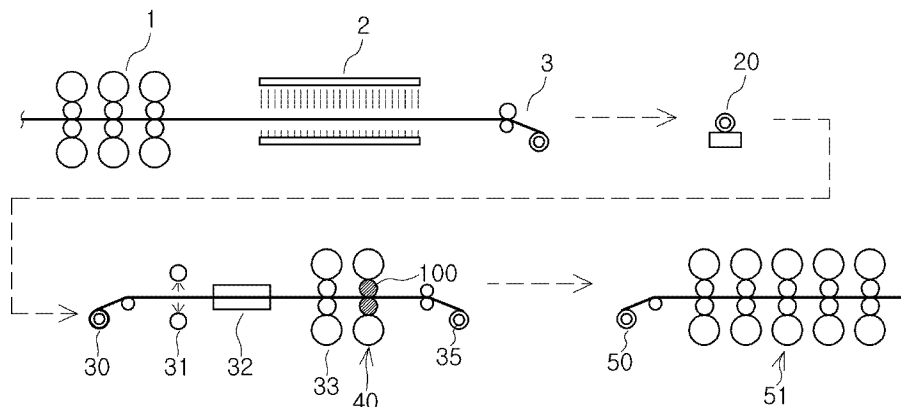
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법과 형상 교정 장치

### (57) 요약

본 발명은 고강도강의 형상 교정을 효과적으로 달성할 수 있는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법을 제공하는 것으로, 열간 압연된 코일을 페이오프릴로 보내는 열연-스킨패스밀 직결이송하거나, 냉각 단계를 거친 후, 페이오프릴에서 코일을 풀어내는 권출단계, 상기 권출된 스트립을 히트 파이프를 사용해서 형상교정하는 형상 교정 단계, 및 상기 스트립을 코일로 재권취하는 재권취 단계를 포함하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법을 제공한다.

### 대표도



(72) 발명자

**조남일**

전남 광양시 폭포사랑길 20-26, 내 (금호동, 광양  
제철소)

**제상국**

전남 광양시 폭포사랑길 20-26, 내 (금호동, 광양  
제철소)

**배재욱**

전남 광양시 폭포사랑길 20-26, 내 (금호동, 광양  
제철소)

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

열간 압연된 코일을 페이오프릴로 보내는 열연-스킨패스밀 직결이송단계;  
페이오프릴에서 코일을 풀어내는 권출(捲出)단계;  
상기 권출된 스트립을 히트 파이프롤을 사용해서 형상교정하는 형상 교정 단계; 및  
상기 스트립을 코일로 재권취하는 재권취 단계;를 포함하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

### 청구항 2

열간 압연된 코일을 온도 조절부로 이송시키는 제 1 이송단계;  
상기 코일의 온도를 감시하면서 냉각시키는 냉각단계;  
냉각되되 150도 이상의 온도를 가지는 코일을 페이오프릴로 보내는 제 2 이송 단계;  
상기 냉각된 코일을 페이오프릴에서 풀어내는 권출단계;  
상기 권출된 스트립을 히트 파이프롤을 사용해서 형상교정하는 형상 교정 단계; 및  
상기 스트립을 코일로 재권취하는 재권취 단계;를 포함하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
상기 형상 교정 단계 전에 압하율 20 ~ 30 %로 압연 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
상기 압연 단계 전에 슛 블라스트를 통하여 스트립 표면의 스케일을 제거하는 스케일 제거 단계;를 수행하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
상기 형상 교정 단계 시 스트립의 온도는 150℃ 이상 상변태 온도 미만인 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,  
상기 재권취 단계 이후에 연속하여 수행되는 온간 압연 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

#### 청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 냉각 단계는

상기 코일의 온도를 측정하는 측정단계 및

측정된 온도값을 기설정된 온도범위와 비교하여 상기 측정된 온도값이 기설정된 온도범위에 포함되는 여부를 판단하는 판단 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상교정 및 압연 방법.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 냉각 단계는 냉각 야드의 스킵에서 수행되며,

상기 스킵은 내부에 열전대가 배치되어, 스킵에 안착된 코일에 의해서 가열된 스킵의 온도로부터 상기 코일의 온도를 측정하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

#### 청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 권출단계가 수행되는 동안 코일이 냉각이 방지되도록 상기 코일을 보온하는 보온 단계가 상기 권출 단계와 함께 수행되는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상교정 및 압연 방법.

#### 청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 형상 교정 단계로 유입되는 스트립의 온도가 일정하도록, 상기 형상 교정 단계 전에 스트립 가열하는 스트립 가열 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

#### 청구항 11

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 형상 교정 단계는 스트립과 접촉하는 한 쌍의 히트 파이프들과 상기 히트 파이프를 지지하는 백업롤을 포함하여 구성되는 스킵 패스 밑에 의해서 수행되는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 히트 파이프들은 롤 길이방향 일측으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 1 히트 파이프와 상기 일측의 반대 방향으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 2 히트 파이프를 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 히트 파이프는 롤의 원주 방향을 따라서 번갈아 배치되는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 히트 파이프와 상기 제 2 히트 파이프는 물의 길이방향 중앙부에서 서로 교차하는 것을 특징으로 하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법.

#### 청구항 14

코일을 풀어내는 페이오프릴;

상기 페이오프릴에서 권출된 스트립을 교정하는 스킨 패스 밀; 및

상기 스킨 패스 밀을 통과한 스트립을 재권취하는 코일러;를 포함하며,

상기 스킨 패스 밀의 워크롤은 히트 파이프가 내장된 히트 파이프롤인 고강도강의 형상 교정 장치.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 히트 파이프는 워크롤 길이방향 일측으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 1 히트 파이프와 상기 일측의 반대 방향으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 2 히트 파이프를 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 히트 파이프는 물의 원주 방향을 따라서 번갈아 배치되는 것을 특징으로 하는 형상 교정 장치.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 히트 파이프는 워크롤의 원주 방향을 따라서 소정의 깊이로 균일하게 복수 개가 내장되는 것을 특징으로 하는 형상 교정 장치.

#### 청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 페이오프릴과 상기 스킨 패스 밀 사이에는 상기 스트립을 가열하는 가열기가 배치되며, 상기 가열기는 스트립을 150도 이상 상 변태 온도 미만으로 가열하는 것을 특징으로 하는 형상 교정 장치.

#### 청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 히트 파이프와 상기 제 2 히트 파이프는 물의 길이방향 중앙부에서 서로 교차하는 것을 특징으로 하는 형상 교정 장치.

#### 청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 페이오프릴과 상기 스킨 패스 밀 사이에는  $\mu\text{m}$ 단위의 강철볼을 스트립으로 분사하는 슛 블라스터 및 상기 슛 블라스터 후방에서 상기 스트립을 압연하는 압연기를 포함하는 것을 특징으로 하는 형상 교정 장치.

## 청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 페이오프릴을 복수 개 포함하되, 한 페이오프릴이 동작하는 동안에, 동작하지 않는 페이오프릴에 걸린 코일의 냉각을 방지하도록 상기 페이오프릴 및 코일을 덮는 보온 커버를 포함하는 것을 특징으로 하는 형상 교정 장치.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법과 형상 교정 장치에 대한 것으로, 구체적으로는 고강도강의 형상 교정이 가능하도록 온간에서 히트 파이프를 사용하여 형상 교정 및 압연을 수행하는 방법 및 형상 교정 장치에 대한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 자동차 산업에서의 환경규제 및 연비저감 목적에 부응하기 위해 강판은 계속 고강화 추세에 있는데 강판이 고강도화 될수록 판의 형상이 좋지 않게 되고 이를 교정하기 위한 교정 공정에 부하가 걸리게 된다. 다만, 이러한 고강도 강은 교정 공정을 거치더라도 형상교정이 잘 되지 않는다. 이를 극복하기 위한 방법으로 스트립 온도를 높여서 교정 작업을 하게 되는데 별도의 물 냉각수단 없이 온간작업을 하게 되면 작업롤(work roll)이 스트립으로부터 열을 받아 열 크라운이 크게 형성됨으로서 오히려 판의 중앙부에 제어 불가능한 심한 웨이브(wave)를 발생시켜 제품으로서의 가치를 없게 만든다.

[0003] 한편, 교정 공정에서는 교정 공정에서 판 표면에 형성되어 있던 스케일이 많이 탈락되어 주위에 존재하게 되어 물 냉각을 하기 위해 냉각수를 사용하게 되면 스케일이 비산하여 2차적인 표면결함을 유발하기 때문에 냉각수를 사용할 수가 없다.

[0004] 이와 같이 별도의 냉각수단이 없으므로 기존에는 스트립 온도를 50℃ 정도에서 온간 교정 작업을 아주 제한적으로 하게 되는데 이 온도 범위에서 온간 작업을 하게되면 형상 교정 효과가 작고, 연속 압연매수에 제한을 받으며 온간 작업을 위해서는 항상 온간 압연 대상재를 물 교체직전에 투입하여 온간 작업한 후 물을 교체해야 하는 단점이 있다.

[0005] 한편, 특허문헌 1 에서는 고강도 스트립의 경제적인 제조를 위하여, 열연이 종료된 스트립(3)을 주변 온도보다 높은 온도를 가진 상태에서 스트립을 페이오프릴(4)로 권출한 후 교정기(5)로 교정하고, 그 후 로(6)를 통과시킴으로써 어닐링하는 기술을 개시하고 있으며(도 1 참고), 특허문헌 2 에서는 고장력 강을 60 ~ 120 ℃의 온간 영역에서 조절 압연을 수행하는 것에 대하여 개시하고 있다.

[0006] 하지만, 특허문헌 1 및 특허문헌 2 은 상온 보다 높은 온도의 온간 영역에서 교정 혹은 조절압연을 수행하면 효과가 있을 것이라는 점에 대하여만 개시하고 있을 뿐 실질적으로 온간에서 형상 교정을 어떻게 수행할 수 있을지에 대하여 개시하고 있지 않으며, 단순히 상온 이상의 스트립을 쓰는 경우에 온도 상승으로 인한 물 형상으로 인하여 교정이 아니라 형상 불량 발생될 수 있다는 문제에 대한 인식하고 있지 않다.

[0007] (특허문헌 1) KR10-1153732 B

[0008] (특허문헌 2) JPH10-005809 A

### 발명의 내용

## 해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 위와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 고강도강의 형상 교정을 효과적으로 달성할 수 있는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명은 스트립의 온도, 압연 매수 및 작업제 투입 순서 등에 영향 받지 않고, 스트립의 형상 교정 능력을 극대화하는 것이 가능한 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 또한, 본 발명은 종래의 3 내지 5 일정도 야드에서 대기하는 시간을 감소 혹은 제거하여 열연 권취 공정과 형상 교정 및 압연 공정이 직결되게 하는 것이 가능한 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법 및 형상 교정 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

## 과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명은 위와 같은 목적을 달성하기 위하여, 다음과 같은 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법 및 형상 교정 장치를 제공한다.
- [0013] 본 발명은 열간 압연된 코일을 페이오프릴로 보내는 열연-스킨패스밀 직결이송단계; 페이오프릴에서 코일을 풀어내는 권출(捲出)단계; 상기 권출된 스트립을 히트 파이프를 사용해서 형상교정하는 형상 교정 단계; 및 상기 스트립을 코일로 재권취하는 재권취 단계;를 포함하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법을 제공한다.
- [0014] 다르게 본 발명은 열간 압연된 코일을 온도 조절부로 이송시키는 제 1 이송단계; 상기 코일의 온도를 감시하면서 냉각시키는 냉각단계; 냉각되 150도 이상의 온도를 가지는 코일을 페이오프릴로 보내는 제 2 이송 단계; 상기 냉각된 코일을 페이오프릴에서 풀어내는 권출단계; 상기 권출된 스트립을 히트 파이프를 사용해서 형상 교정하는 형상 교정 단계; 및 상기 스트립을 코일로 재권취하는 재권취 단계;를 포함하는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법을 제공한다.
- [0015] 본 발명에서, 상기 형상 교정 단계 전에 압하율 20 ~ 30 %로 압연 단계를 수행할 수 있으며, 상기 압연 단계 전에 슛 블라스트를 통하여 스트립 표면의 스케일을 제거하는 스케일 제거 단계;를 수행할 수 있다.
- [0016] 본 발명은 상기 형상 교정 단계 시 스트립의 온도는 150℃ 이상 상변태 온도 미만일 수 있다.
- [0017] 또, 상기 재권취 단계 이후에 연속하여 수행되는 온간 압연 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 냉각 후 권출되는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법에서 상기 냉각 단계는 상기 코일의 온도를 측정하는 측정단계 및 측정된 온도값을 기설정된 온도범위와 비교하여 상기 측정된 온도값이 기설정된 온도범위에 포함되는 여부를 판단하는 판단 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명에서 상기 냉각 단계는 냉각 야드의 스킵에서 수행되며, 상기 스킵은 내부에 열전대가 배치되어, 스킵에 안착된 코일에 의해서 가열된 스킵의 온도로부터 상기 코일의 온도를 측정할 수 있다.
- [0020] 나아가, 본 발명에서 상기 권출단계가 수행되는 동안 코일이 냉각이 방지되도록 상기 코일을 보온하는 보온 단계가 상기 권출 단계와 함께 수행될 수 있다.
- [0021] 본 발명에서는 상기 형상 교정 단계로 유입되는 스트립의 온도가 일정하도록, 상기 형상 교정 단계 전에 스트립 가열하는 스트립 가열 단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 상기 형상 교정 단계는 스트립과 접촉하는 한 쌍의 히트 파이프와 상기 히트 파이프를 지지하는 백업롤을 포함하여 구성되는 스킵 패스 밀에 의해서 수행될 수 있다.
- [0023] 이때, 상기 히트 파이프는 롤 길이방향 일측으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 1 히트 파이프와 상기 일측의 반대 방향으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 2 히트 파이프를 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 히트 파이프는 롤의 원주 방향을 따라서 번갈아 배치될 수 있다.
- [0024] 본 발명에서 상기 제 1 히트 파이프와 상기 제 2 히트 파이프는 롤의 길이방향 중앙부에서 서로 교차할 수 있다.
- [0025] 한편, 본 발명은 코일을 풀어내는 페이오프릴; 상기 페이오프릴에서 권출된 스트립을 교정하는 스킵 패스 밀; 및 상기 스킵 패스 밀을 통과한 스트립을 재권취하는 코일러;를 포함하며, 상기 스킵 패스 밀의 워크롤은 히트

파이프가 내장된 히트 파이프를인 고강도강의 형상 교정 장치를 제공한다.

- [0026] 본 발명에서 상기 히트 파이프는 워크를 길이방향 일측으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 1 히트 파이프와 상기 일측의 반대 방향으로부터 중앙부로 연장하는 복수의 제 2 히트 파이프를 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 히트 파이프는 물의 원주 방향을 따라서 번갈아 배치될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 상기 히트 파이프는 워크물의 원주 방향을 따라서 소정의 깊이로 균일하게 복수 개가 내장될 수 있다.
- [0028] 또한, 상기 페이오프릴과 상기 스킨 패스 밀 사이에는 상기 스트립을 가열하는 가열기가 배치되며, 상기 가열기는 스트립을 150도 이상 상 변태 온도 미만으로 가열할 수 있다.
- [0029] 본 발명에서 상기 제 1 히트 파이프와 상기 제 2 히트 파이프는 물의 길이방향 중앙부에서 서로 교차할 수 있다.
- [0030] 또, 상기 페이오프릴과 상기 스킨 패스 밀 사이에는  $\mu\text{m}$ 단위의 강철볼을 스트립으로 분사하는 슛 블라스터 및 상기 슛 블라스터 후방에서 상기 스트립을 압연하는 압연기를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0031] 본 발명은 위와 같은 구성을 통하여 고강도강의 형상 교정을 효과적으로 달성할 수 있는 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법 및 고강도강 형상 교정 장치를 제공할 수 있다.
- [0032] 본 발명은 스트립의 온도, 압연 매수 및 작업재 투입 순서 등에 영향 받지 않고, 스트립의 형상 교정 능력을 극대화하는 것이 가능한 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법 및 고강도강 형상 교정 장치를 제공할 수 있다.
- [0033] 또한, 본 발명은 야드에서 대기하는 시간을 감소 혹은 제거하여 열연 권취 공정과 형상 교정 및 압연 공정이 직결되게 하는 것이 가능한 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법 및 형상 교정 장치를 제공할 수 있으며, 이를 통하여 야드 운영 효율성 확보, 재고의 제거가 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1 은 종래의 열연-정정 공정의 개략도이다.
- 도 2 는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 고강도강의 형상 교정 및 압연 공정의 개략도이다.
- 도 3 는 히트 파이프에 대한 것으로 도 3(a)는 히트 파이프의 종방향 단면도이며, 도 3(b)는 히트 파이프의 횡방향 단면도이다.
- 도 4 은 온도에 따른 항복강도를 도시한 그래프이다.
- 도 5 은 본 발명의 제 1 실시예의 히트 파이프물의 정면도이다.
- 도 6 은 도 5 의 히트 파이프물의 측면도이다.
- 도 7 는 본 발명의 히트 파이프물에 히트 파이프가 내장된 모습을 도시한 개념도이다.
- 도 8 은 본 발명의 제 1 및 제 2 실시예의 야드를 도시한 개략도로, 도 8a는 야드에 코일이 놓이기 전의 개략도이며, 도 8b 는 야드에 코일이 놓여있는 개략도이다.
- 도 9 은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 고강도강의 형상 교정 및 압연 공정의 개략도이다.
- 도 10 는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 고강도강의 형상 교정 및 압연 공정의 개략도이다.
- 도 11 은 종래의 형상 교정 장치에서 코일 수에 따른 물의 온도를 도시한 그래프이다.
- 도 12 은 본 발명의 형상 교정 장치에서 코일 수에 따른 히트 파이프물 온도를 도시한 그래프이다.
- 도 13 는 종래와 본 발명의 형상 교정 장치에서 써멀 크라운을 도시한 그래프이다.
- 도 14 은 열연을 마친 스트립의 형상이 나타난 사진이며, 도 15 는 도 14 의 스트립이 종래의 형상 교정 장치를

상온으로 통과한 후의 모습이 나타난 사진이며, 도 16 는 도 14 의 스트립이 종래의 형상 교정 장치를 온간에서 통과한 후의 모습이 나타난 사진이며, 도 17 은 도 14 의 스트립이 본 발명의 형상 교정 장치를 통과한 후의 모습이 나타난 사진이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하에서는 첨부된 도면을 참고로 하여, 본 발명의 구체적인 실시예에 대하여 설명하도록 한다.
- [0036] 일반적으로 롤은 형상 교정에 의해서 온도가 상승되기 때문에, 상승되는 온도에 대한 팽창을 고려하여 초기 써멀 크라운 형상을 가지게된다. 그러나, 온도를 높여서 형상 교정을 하는 경우에, 교정이 진행됨에 따라서 롤의 온도가 변화하며, 그에 따라서, 적절한 롤 형상이 변화한다. 또한, 교정 장치로 공급되는 스트립의 온도도 일정하지 않기에 매 스트립마다 혹은 스트립 진행에 따라서, 롤 형상이 변화하게 되며, 따라서, 매번 롤 크라운 형상이 변경되어야 하기 때문에, 실제로 적용되지 못하고 있었다.
- [0037] 특히, 고강도강의 형상교정에 있어서, 단순히 온도를 높여서 형상 교정하는 경우에 써멀 크라운으로 인하여, 형상 불량이 발생한다는 것으로 인하여, 적용되지 못하고 있다.
- [0038] 본 발명은 히트 파이프롤을 사용하는 교정 단계를 포함하는 형상 교정 단계 및 장치를 통하여 박물 광폭 고강도강 제작이 가능하다.
- [0039] 도 2 에는 이러한 본 발명의 제 1 실시예에 따른 고강도강의 형상 교정 및 압연 공정의 개략도가 도시되어 있다.
- [0040] 도 2 에서 보이듯이 열간 압연기(1)를 통과한 후 스트립은 권취될 수 있도록 냉각 장치(2)에 의해 냉각되며, 그 후에 코일러(3)를 통하여 권취된다. 이렇게 권취된 코일은 제 1 이송단계에 의하여 온도 조절 단계(20), 즉, 야드에 놓이게 된다. 온도 조절 단계(20)에서 권취된 코일(C; 도 8)은 온도가 지속적으로 측정되며, 소정 온도 즉, 150도 이상의 온도를 가진 상태에서 형상 교정 라인으로 제 2 이송단계에 의하여 이송된다.
- [0041] 형상 교정 라인에서는 페이오프릴(30)을 통하여 코일을 권출하며, 이렇게 코일에서 풀린 스트립은 표면의 슛 블라스터(31)에 의해서 스케일을 제거하는 스케일 제거 단계 및 온도 균일화를 위한 가열 장치(32)를 통과한 후 압연기(33)에서 1차적으로 압하된 후, 스킨 패스 밀(40)에 의해서 형상 교정된다. 그 후에, 스트립은 코일러(35)에 의해서 재권취된다.
- [0042] 이때, 스킨 패스 밀(40)은 히트 파이프롤(100)을 사용하여 스트립의 형상을 교정하게 되는데, 히트 파이프롤(100)을 사용함으로써, 150℃이상의 스트립이 히트 파이프롤(100)로 들어오더라도 써멀 크라운이 일정하게 유지될 수 있으며, 150℃ 이상의 온도로 고강도강 스트립이 제공되기 때문에 형상 교정도 잘 이루어질 수 있다.
- [0043] 재권취된 코일은 온간 상태에서 바로 압연 단계로 제공되며, 페이오프릴(50)에 스트립으로 풀린 후, 6 내지 8 개의 압연기(51)를 통과하면서 압연된다.
- [0044] 본 발명의 제 1 실시예에서, 열간 압연기(1), 냉각 장치(2) 및 코일러(3)는 종래와 동일하므로, 상세한 설명은 생략하도록 한다.
- [0045] 본 발명에서는 형상 교정 라인에서 150도 이상의 온도를 가지는 스트립을 사용하기 때문에, 냉각 단계(20)에서 소요되는 시간은 단축될 수 있다. 특히, 냉각은 고온일 때는 빨리 이루어질 수 있으나, 온도가 낮아짐에 따라서 시간이 많이 소요된다는 점에서, 냉각 단계(20)에서 소요되는 시간은 종래의 3 내지 5 일에서 1일 정도로 대폭 감축될 수 있다.
- [0046] 따라서, 냉각 단계(20)가 수행되는 야드에서의 유동성이 증대되며, 재고 보유량이 낮아질 수 있다는 장점이 있다. 냉각 단계(20)에 대하여는 도 8a 및 8b를 와 함께 후술하도록 한다.
- [0047] 본 발명에서 페이오프릴(30)에서 풀린 스트립은 슛 블러스트(31)에 의해서 표면 스케일이 제거된다. 이는 후속하는 압연기(33)에 의해서 스케일에 의한 찍힘 현상이 발생하는 것을 방지하기 위한 것이다. 슛 블러스트(31)는 전기강관공정 이나 스테인레스 공정에서 산세하기 전에 표면에 형성되어 있는 스케일을 제거하기 위하여 사용되

는 것으로, 직경이 수십  $\mu\text{m}$  정도의 강철볼을 스트립 상, 하부에서 원심력을 이용하여 스트립으로 쏘아 스트립에 형성된 스케일을 제거하는 장치이다.

[0048] 이렇게 슷 블러스트(31)에 의해서 표면의 스케일이 제거된 스트립은 가열기(32)를 통과한다. 가열기(32)는 스트립에서의 온도 균일화를 위한 것이며, 스트립을 일정온도로 가열하지는 않더라도 무방하다. 가열기(32)로는 인덕션 히터를 사용할 수 있으며, 압연기(33)를 통하여 압연시 초기 롤 갭과 롤 속도 관련 설정 모델을 운영하는 데 있어, 온도 변동에 의한 롤 갭 설정을 보정하는 로직이 구비되어 있다면, 가열기(32)를 빼고 수행될 수도 있다.

[0049] 압연기(33)는 1단 압연으로, 압하율 20 ~ 30% 정도로 수행된다. 압하율이 30%를 넘는 경우에, 후속하는 스킨 패스 밀(40)에 의해서 잡힐 수 없을 정도로 형상이 나빠지게 된다. 압연기(33)를 둠으로써, 고강도강을 150도 이상의 고온에서 압연하게 되며, 이는 후속하는 공정에서 압연하는 것보다 큰 효과를 가져올 수 있어서, 최종 제품이 보다 광폭, 및 박물로 형성될 수 있게 한다.

[0050] 이렇게 압연기(33)를 통과한 스트립은 히트 파이프롤(100)을 포함하는 스킨 패스 밀(40)에 들어가게 된다. 본 발명의 형상 교정 장치(40)는 히트 파이프롤(100)을 포함하고 있기 때문에, 들어오는 스트립의 온도에 자유로울 수 있다. 따라서, 상대적으로 고온의 스트립이 들어오더라도 형상 교정을 잘 수행할 수 있다. 즉, 히트 파이프롤(100)에 의해서 롤 전체의 온도가 고르게 상승하며, 이는 써멀 크라운 형상을 균일하게 잡아주어, 공급되는 스트립의 온도나, 압연 매수에 상관없이 항상 형상 교정을 완벽하게 수행할 수 있게 한다. 히트 파이프롤(100)에 대하여는 도 3 내지 도 7 과 함께 뒤에서 자세히 설명하도록 한다.

[0051] 압연기(33)와 스킨 패스 밀(40)를 통과한 스트립은 코일러(35)에서 재권취되며, 그 후에, 압연 단계로 이송되어 압연 단계가 수행된다. 본 발명에서 압연 단계는 형상 교정 라인을 통과한 코일이 바로 공급되며, 따라서, 온간 압연으로 수행되는 것이 바람직하나, 추가 냉각 단계를 거친 후 냉간 압연으로 수행될 수도 있다.

[0052] 도 3 내지 7 에는 본 발명의 히트 파이프롤(100)에 대한 도면이 도시되어 있다. 도 3 에는 히트 파이프롤(100)에 들어가는 히트 파이프(110)의 종방향 및 횡방향 단면도가 도시되어 있으며, 도 4 에는 온도에 따른 고강도강의 항복 강도의 그래프가 도시되어 있으며, 도 5 에는 본 발명의 히트 파이프롤(100)의 정면도가, 도 6 에는 본 발명의 히트 파이프롤(100)의 측면도가 도시되어 있고, 도 7 에는 본 발명의 히트 파이프롤에 히트 파이프가 내장된 모습이 도시되어 있다.

[0053] 본 발명에서 히트 파이프롤(100)은 워크롤에 히트 파이프(110)가 내장된 롤을 의미한다. 도 3 에서 보이듯이, 히트 파이프(110)는 내부가 진공으로 형성된 파이프(111)에 홈(112)이 형성되며, 상기 홈에 순수가 채워진다. 히트 파이프(110)는 가열부에서 열을 받으면 순수가 열에 의해 증발하여 중앙부(113a)에 수증기가 차게 된다. 이렇게 중앙부(113a)에 형성된 수증기로 인하여 중앙부(113a)의 압력이 높아지므로, 수증기는 압력이 낮은 양측면으로 이동되며 측면부(113b)에서 냉각되어 순수로 다시 돌아가게 된다. 한편, 중앙부(113a)에서 열에 의해서 홈(112)에 있던 순수가 증발되면 홈(112)의 모세관 현상으로 인하여 측면부(113b)의 순수가 다시 중앙부(113a)로 이동된다.

[0054] 이렇게 중앙부(113a)에서는 증발이 일어나며, 측면부(113b)에서는 응축이 일어나고, 중앙부(113a)에서 측면부(113b)로는 수증기가, 측면부(113b)에서 중앙부(113a)로는 순수가 이동된다. 이렇게 히트 파이프(110)는 내부의 순환으로, 가열부에서의 열을 고르게 분산한다.

[0055] 한편, 도 4 의 온도에 따른 고강도강의 항복 강도의 그래프에서 확인할 수 있듯이, 고강도강의 항복 강도는 온도가 적어도 150도 이상이 되어야 상당한 수준으로 감소될 수 있으며, 상온 혹은 100도 정도의 온도에서는 항복 강도가 크게 감소하지 않아서 실질적인 형상 교정의 효과가 낮다. 따라서, 본 발명에서는 적어도 150도의 온도를 가지는 스트립을 사용하나, 이보다 낮은 온도의 스트립을 사용할 수도 있음은 물론이다. 이때, 본 발명에서 고강도강의 조직을 변화시키지 않도록 고강도강의 상변태 온도 미만으로 가열하여야 한다.

- [0056] 도 5 내지 7 에서 보이듯이, 본 발명의 히트 파이프롤(100)은 일반적인 형상 교정 압연롤과 유사하나, 압연부(102)와 넥부(103) 사이의 저널부(104)에 히트 파이프(110)가 내장되어 있다.
- [0057] 히트 파이프(110)의 수는 복수 개가 내장되며, 하나의 히트 파이프(110)가 전체 압연부(102)를 관통하여 내장될 수도 있지만, 일측에서 삽입된 제 1 히트 파이프(105)와 타측에서 삽입된 제 2 히트 파이프(106)로 구성될 수도 있다.
- [0058] 제 1 및 제 2 히트 파이프(105, 106)는 원주 방향으로 서로 번갈아서 배치되는 것이 구조 및 제작상 유리하다. 즉, 히트 파이프(105, 106) 삽입관을 형성함에 있어서, 서로 만나지 않게 하는 것이 제작에 유리하며, 압연에 의한 반복하중에 의해서 크랙이 형성되는 것도 방지될 수 있다.
- [0059] 또한, 제 1 및 제 2 히트 파이프(105, 106)는 압연부(102)의 중앙부에서 서로 겹치는 것이 바람직하다. 압연롤에서 중앙부에서 가장 많은 온도가 올라가게 되는데, 제 1 및 제 2 히트 파이프(105, 106)는 압연부(102)의 중앙부에서 서로 겹쳐짐으로써, 중앙부의 온도를 낮출 수 있으며, 이는 히트 파이프롤(100)의 전역의 온도 차이를 낮추게 된다.
- [0060] 본 발명에서 히트 파이프롤(100)은 온도에 따라서 롤 형상을 변화시키지 않는다. 즉, 히트 파이프롤(100)에서 중앙부와 양 단부의 온도 차이를 낮출 수 있다. 히트 파이프롤(100)은 공급되는 스트립의 온도와 상관 없이 히트 파이프롤(100)에서의 온도 차이를 일정하게 유지하게 한다.
- [0061] 예를 들어, 압연부(102)의 가장자리 온도가 50℃일 때, 중앙부의 온도는 65℃ 정도이며, 압연부(102)의 가장자리 온도가 70℃일 때, 중앙부의 온도는 85℃ 정도를 유지하게 하여, 중앙부와 가장자리의 온도차를 일정하게 유지하며, 따라서, 온도의 차이에 의해서 발생하는 썬넬 크라운 형상을 일정하게 유지할 수 있다.
- [0062] 이는 본 발명의 히트 파이프롤(100)에 내장된 히트 파이프(110)가 중앙부에서의 고온에 의해서 순수가 증발된 후, 압력이 높아져 가장자리로 이동되고, 그 후에 온도가 하락하여 순수로 돌아갔다가, 모세관 현상에 의해서 다시 중앙부로 이동되고, 이 과정이 반복되게 되며, 순수의 증발/응축에 의해서 히트 파이프롤(100)의 중앙의 열은 가장자리로 분산하게 되며, 이는 롤의 폭방향 온도 균일화를 가져올 수 있다.
- [0063] 한편, 도 8a 및 8b 에는 본 발명의 냉각 단계(20), 즉 야드에 사용되는 스킨드가 도시되어 있다. 도 8a 및 8b 에서 보이듯이, 본 발명의 냉각 단계(20)의 스킨드는 코일(C)이 놓이게 되는 거치면(22)을 포함하는 본체(21)에 관통공(27)을 형성하고, 상기 관통홀(27) 내부에 온도 센서(25)를 배치한다.
- [0064] 이렇게 배치된 온도 센서(25)는 코일(C)의 온도를 측정하여 관측부 혹은 제어부(28)로 온도를 보내게 되며, 관측부 혹은 제어부(28)에서는 코일(C)의 온도를 확인하여, 기설정된 온도 영역과 온도를 대비하여 온도가 해당 영역에 들어온 경우, 코일(C)을 야드로부터 꺼내서 페이오프릴에 걸게 한다.
- [0065] 온도 영역은 필요에 따라서 정해질 수 있지만, 페이오프릴에 걸려서 풀리는 동안의 냉각을 고려하여 적어도 150도 이상의 온도를 가지는 것이 바람직하다.
- [0066] 도 9 에는 본 발명의 제 2 실시예가 도시되어 있다.
- [0067] 도 9 에서 보이듯이, 본 발명의 제 2 실시예에서, 열연 공정의 코일러(3)에서 권취된 코일은 제 1 이송단계에 의하여 온도 조절 단계(20), 즉, 야드에 놓이게 된다. 온도 조절 단계(20)에서 권취된 코일(C; 도 8)은 온도가 지속적으로 측정되며, 소정 온도 즉, 150도 이상의 온도를 가진 상태에서 형상 교정 라인으로 제 2 이송단계에 의하여 이송된다.
- [0068] 형상 교정 라인에서는 복수의 페이오프릴(30a, 30b)에 복수의 코일을 걸어놓고 순차적으로 코일을 풀어낸다. 페이오프릴(30a, 30b)에 순차적으로 코일을 걸어놓는 시간에 비하여, 한 코일에서 스트립을 풀어낸 후 다음 코일을 풀어놓는 시간이 상대적으로 길기 때문에, 상기 페이오프릴(30a, 30b)에 걸린 코일을 풀기 전까지 보온하는 보온 커버(34a, 34b)가 배치된다. 즉, 상기 보온 커버(34a, 34b)에 의해서 페이오프릴에 걸려있는 코일을 보온하는 보온 단계가 수행된다. 보온 커버(34a, 34b)는 도시된 바와 같이 페이오프릴에서 권출될 때 빠질 수도 있지만, 빠지지 않고, 권출되는 동안 페이오프릴에 걸린 코일을 보온할 수도 있다.
- [0069] 한편, 페이오프릴을 통하여 코일에서 풀린 스트립은 온도 균일화를 위한 가열 장치(32)를 통과한 후 스킨 패스

밀(40)에 의해서 형상 교정되며, 그 후에 코일러(35)에 의해서 재권취된다.

- [0070] 이때도 제 1 실시예와 동일하게 스킨 패스 밀(40)은 히트 파이프롤(100)을 사용하여 스트립의 형상을 교정하게 되는데, 히트 파이프롤(100)을 사용함으로써, 150℃ 이상의 스트립이 히트 파이프롤(100)로 들어오더라도 썬크라운이 일정하게 유지될 수 있으며, 150℃ 이상의 온도로 고강도강 스트립이 제공되기 때문에 형상 교정도 잘 이루어질 수 있다.
- [0071] 도 10 에는 본 발명의 제 3 실시예가 도시되어 있다.
- [0072] 제 3 실시예에서는 열연 공정의 코일러(3)에서 권취된 코일이 냉각 단계(20)를 거치지 않고, 바로 형상 교정 장치로 제공된다. 즉, 권취된 코일을 바로 페이오프릴로 풀어내게 된다. 도 10 에서는 하나의 장치가 코일러 및 페이오프릴 역할을 동시에 수행하는 것으로 도시하였으나, 코일러와 페이오프릴이 별도로 존재하고, 코일러에서 권취된 코일이 바로 페이오프릴로 이동되는 경우도 포함한다. 즉, 열연을 마친 코일을 바로 형상 교정 장치로 보내는 직결 이송 단계라면 어떠한 형태를 가지더라도 무방하다.
- [0073] 제 3 실시예에서는 이렇게 풀린 스트립은 바로 스킨 패스 밀(40)로 공급되며, 스킨 패스 밀(40)에서 형상이 교정된 후 재권취(35)된다. 본 발명에서 상술한 바와 같이 스킨 패스 밀(40)은 히트 파이프롤(100)을 포함하고 있으므로, 공급되는 스트립의 온도로부터 자유로우며, 따라서 온도가 높은 스트립이 공급되더라도 안정적으로 형상교정할 수 있다. 또한, 도 4 에서 도시된 바와 같이, 온도가 높은 경우에 항복 강도는 낮아지므로, 보다 원활한 형상 교정이 수행될 수 있다.
- [0074] 도 11 에는 100~120℃ 온도를 가지는 스트립을 종래의 형상 교정 장치로 형상 교정하였을 때, 코일 수 및 폭방향 위치에 따른 물의 온도를 도시한 그래프가 도시되어 있으며, 도 12 에는 100~140℃의 온도를 가지는 스트립을 본 발명의 형상 교정 장치에서 교정하였을 때, 코일 수, 폭방향 위치에 따른 히트 파이프롤 온도를 도시한 그래프가 도시되어 있다.
- [0075] 도 11 에서 보이듯이, 종래의 형상 교정 장치를 사용한 경우에 물의 중앙부와 가장자리의 온도 차가 35℃에서 50℃ 로 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 매수가 증가하는 경우에 온도차이가 더 커질 것으로 예상된다. 하지만, 도 12 에서 보이듯이, 본 발명에 따른 형상 교정 장치를 사용하는 경우에, 히트 파이프롤 전체적인 온도는 코일 수에 따라서, 증가하기는 하지만 히트 파이프롤의 중앙부와 가장자리의 온도차는 20~25℃ 정도로 일정하게 유지된다.
- [0076] 따라서, 본 발명의 히트 파이프롤은 물의 폭방향 온도차이를 감소시킬 뿐만 아니라, 히트 파이프롤의 전체적인 온도 상승과 상관 없이 항상 물의 폭방향으로 일정한 온도차이를 유지한다.
- [0077] 도 13 에는 종래와 본 발명의 형상 교정 장치에서 썬크라운을 도시한 그래프가 도시되어 있다. 도 13 에서 보이듯이, 본 발명의 히트 파이프롤을 사용하는 경우에 썬크라운 대폭 감소하는 것을 알 수 있다. 구체적으로, 종래의 형상 교정 장치를 사용하는 경우에 중앙부 기준으로 150 $\mu$ m의 열크라운이 성장하는 반면, 히트 파이프롤을 사용하는 경우에 15 $\mu$ m 정도로 열크라운이 성장한다. 즉, 본 발명의 히트 파이프롤(100)의 경우에 일반 롤에 비하여 열 크라운이 1/10에 불과하다.
- [0078] 이렇게 일반 물을 사용하는 경우에, 중앙부에서 150 $\mu$ m의 큰 열크라운이 성장하기 때문에, 스트립의 중앙부에서 큰 웨이브를 만들어 제품으로서 가치를 없게 만든다.
- [0079] 반면에, 본 발명의 히트 파이프롤의 경우에 열 크라운이 거의 성장하지 않으므로, 스트립의 형상에 전형 영향을 주지 않을 수 있다.
- [0080] 도 14 내지 17 에는 실제 스트립의 사진이 개시되어 있다. 도 14 에는 열연을 마친 스트립의 형상이 나타난 사진이, 도 15 에는 도 14 의 스트립이 종래의 형상 교정 장치를 상온으로 통과한 후의 모습이 나타난 사진이, 도 16 에는 도 14 의 스트립이 종래의 형상 교정 장치를 온간에서 통과한 후의 모습이 나타난 사진이, 도 17 에는 도 14 의 스트립이 본 발명의 형상 교정 장치를 통과한 후의 모습이 나타난 사진이 개시되어 있다.

[0081] 도 14 에서 보이듯이, 열간 압연(열연)을 마친 스트립은 에지 웨이브가 형성되어 있으며, 이는 상온의 형상 교정 장치를 통과한 후에서 그대로 유지된다(도 15 참고). 한편, 도 14 의 스트립을 130~190℃의 온도로 종래의 형상 교정 장치에 넣었으며, 이 경우에 도 16 에서 보이듯이 심한 중앙 웨이브가 형성되는 것을 확인할 수 있다(도 16의 원형부 참고).

[0082] 반면에, 도 14 의 스트립을 130~190℃의 온도로 본 발명의 형상 교정 장치를 통과시킨 경우, 도 17 에서 보이듯이, 매끈한 형상의 스트립으로 형상 교정되는 것을 확인할 수 있다.

[0083] 이렇게 형상이 좋아지는 경우에, 후속 공정의 부하도 감소시킬 수 있으며, 또한, 후속 공정에서의 절사량을 감소시킬 수 있어서, 전체적이 효율 향상을 가져 올 수도 있다.

[0084] 실시예

[0085] 표 1 에는 본 발명과 종래의 형상 교정 장치 및 방법에 따른 실시예가 나타나 있다.

**표 1**

|      | 강종     | 롤 종류    | 스트립 온도 (℃) | 실험횟수 (코일) | 평균 절사 길이 (m) |
|------|--------|---------|------------|-----------|--------------|
| 비교예1 | 1180CP | 일반롤     | 상온         | 15        | 37.1         |
| 비교예2 | 980DP  | 일반롤     | 상온         | 33        | 63.5         |
| 발명예1 | 1180CP | 히트 파이프롤 | 150        | 15        | 0            |
| 발명예2 | 980DP  | 히트 파이프롤 | 150        | 100       | 2.8          |

[0087] 표 1 에서 보이듯이, 1180CP 강 15 코일을 대상으로 종래와 본 발명에 따른 형상 교정 장치로 실험하였을 때, 본 발명의 경우에 절사가 불필요하였으나, 종래의 경우에 평균 37.1 m를 절사해야 했다.

[0088] 또한, 980DP 강의 경우 종래의 경우에 33 코일을 형상교정하였을 때, 평균 63.5m 를 절사하였으나, 본 발명(히트 파이프롤+150℃)의 경우에 100 코일을 형상 교정하였을 때, 평균 2.8m 만 절사하면 충분하였다.

[0089] 이와 같이, 본 발명의 고강도강의 형상 교정 및 압연 방법 또는 형상 교정 장치의 경우에, 종래와는 차별화되는 현저한 효과를 도출하는 것이 가능하였다. 특히, 절사 길이를 대폭 감소시킬 수 있었을 뿐만 아니라, 고강도강의 광폭 및 박판 성형도 가능하게 한다.

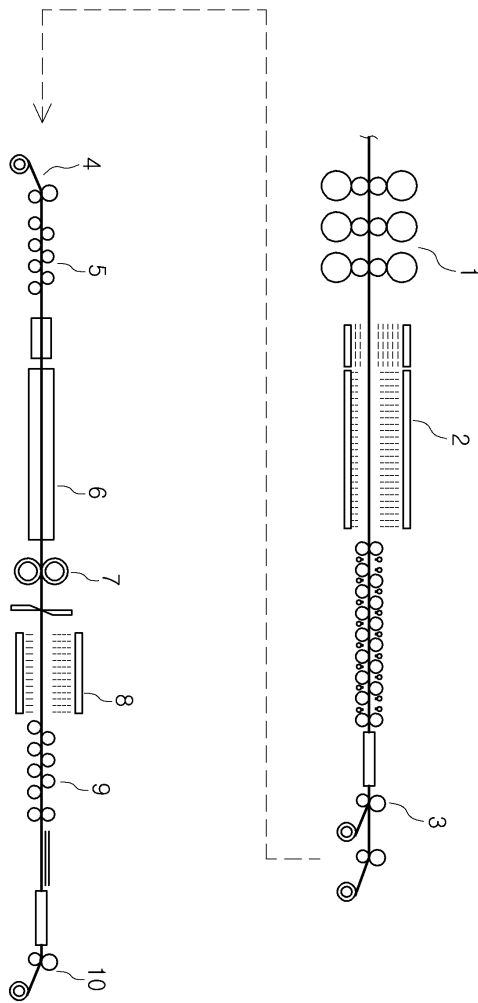
[0090] 이상에서는 본 발명의 제 1 및 제 3 실시예를 중심으로 설명하였으나, 본 발명은 상술한 실시예로 제한되는 것은 아니며, 청구범위에 기재된 범주 내에서 다양하게 변형될 수 있음은 물론이다.

### 부호의 설명

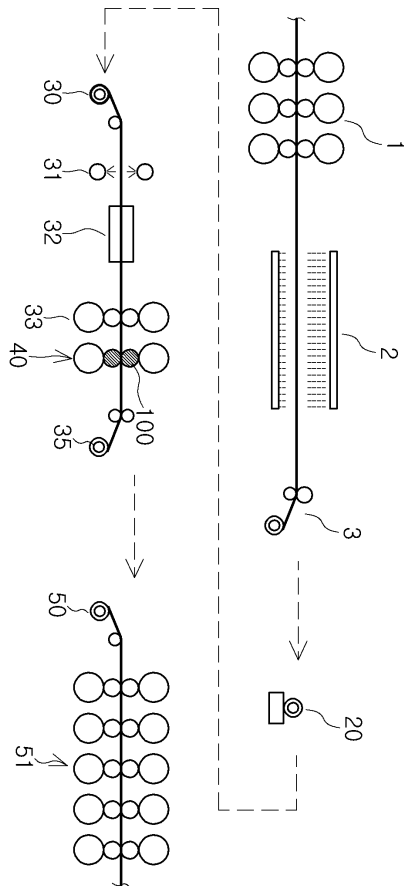
|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| [0091] 30: 페이오프릴 | 31: 슷 블라스터      |
| 32: 가열기          | 33: 압연기         |
| 35: 코일러          | 40: 스킨 패스 밀     |
| 100: 히트 파이프롤     | 102: 압연부        |
| 103: 넥부          | 104: 저널부        |
| 105: 제 1 히트 파이프  | 105: 제 2 히트 파이프 |
| 110: 히트 파이프      | 111: 파이프        |
| 112: 홈           |                 |

도면

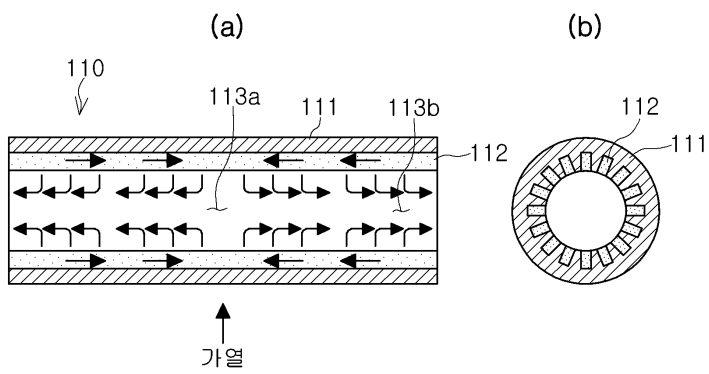
도면1



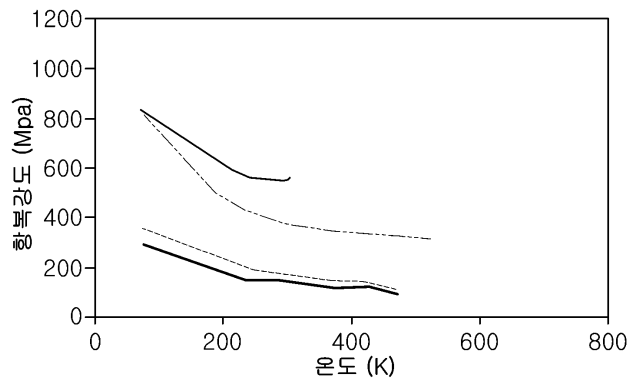
도면2



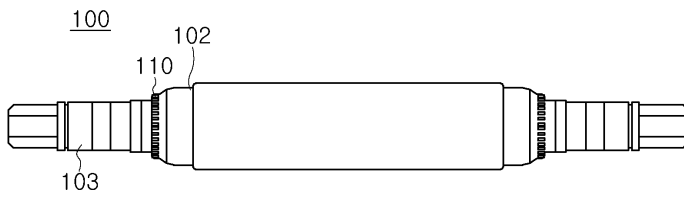
도면3



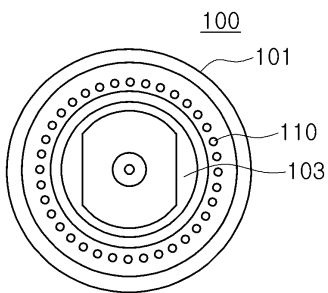
도면4



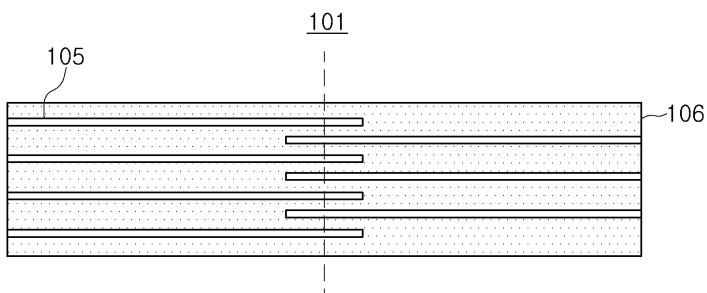
도면5



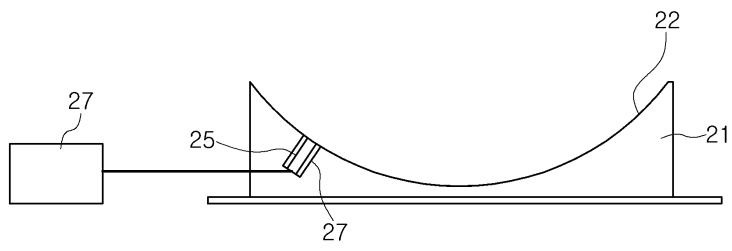
도면6



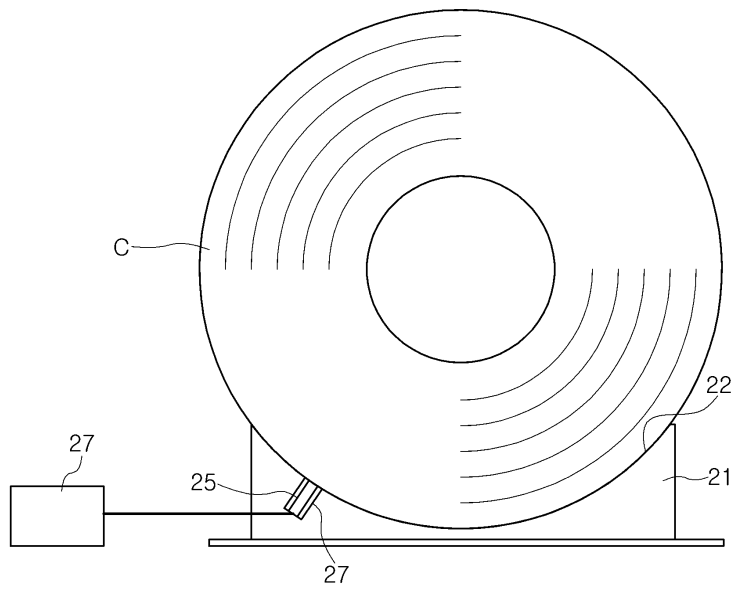
도면7



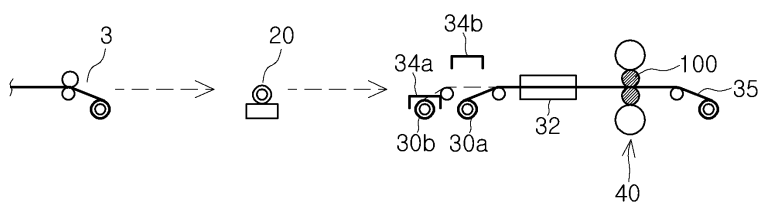
도면8a



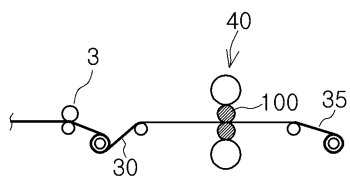
도면8b



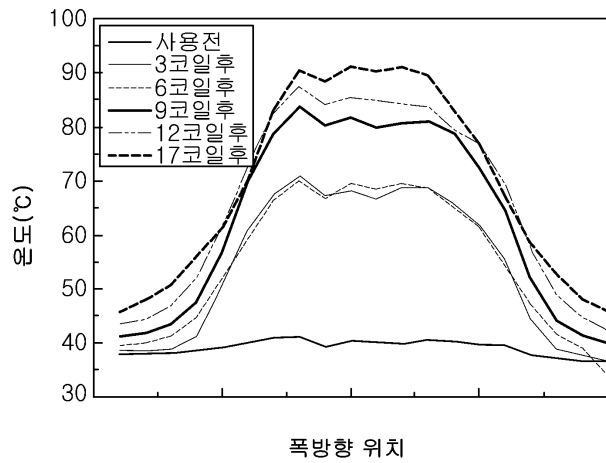
도면9



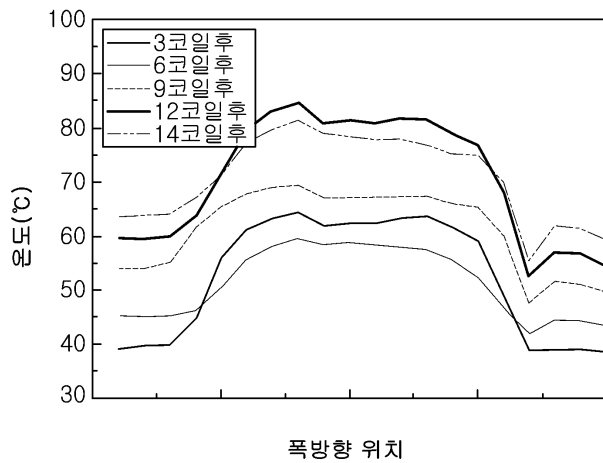
도면10



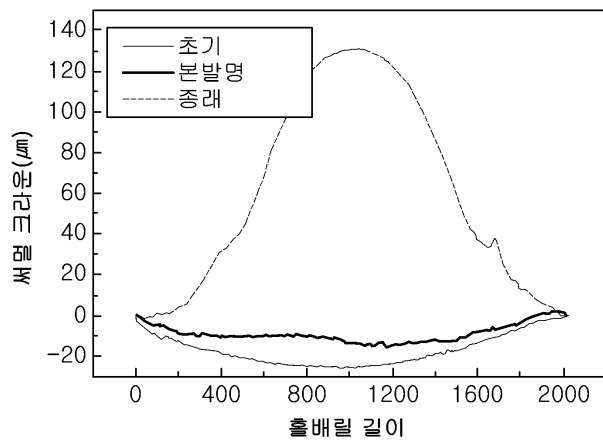
도면11



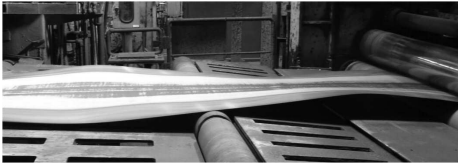
도면12



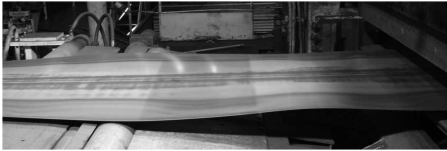
도면13



도면14



도면15



도면16



도면17

