



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년04월29일
 (11) 등록번호 10-0955461
 (24) 등록일자 2010년04월22일

(51) Int. Cl.

G01N 25/18 (2006.01) G01K 3/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0113115

(22) 출원일자 2009년11월23일

심사청구일자 2009년11월23일

(56) 선행기술조사문헌

KR100912240 B1

JP57132046 A

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전 유성구 장동 171번지

(72) 발명자

이정호

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 206동 801호

이공훈

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 306동 502호

(74) 대리인

나승택, 조영현

전체 청구항 수 : 총 10 항

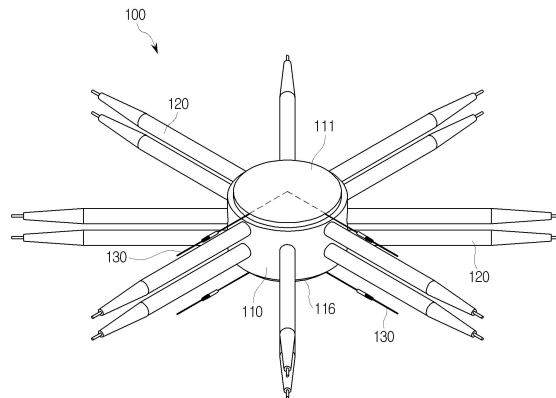
심사관 : 박기석

(54) 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법

(57) 요약

본 발명은 철강제조공정용 열유속 측정장치에 관한 것으로서, 본체부와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부를 균일하게 가열하는 히터와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부의 온도를 감지하는 온도센서를 포함하는 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 상기 본체부는, 상기 온도센서의 직경만큼의 깊이를 가지도록 상면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제1삽입홈과, 상기 온도센서의 직경보다 깊은 깊이를 가지도록 상면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제2삽입홈을 포함하며, 상기 제1삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점과 상기 제2삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점은 상기 상면과 교차하는 방향을 따라 배치되며, 상기 제1지점의 온도와 상기 제2지점의 온도의 차이를 이용하여, 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 MI2720

부처명 지식경제부

연구사업명 부품소재전문기업기술지원사업

연구과제명 고온 발열용 카트리지히터 및 고온 열유속계이지 개발

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2009년 06월 01일 ~ 2010년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

본체부와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부를 균일하게 가열하는 히터와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부의 온도를 감지하는 온도센서를 포함하는 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서,

상기 본체부는, 상기 온도센서의 직경만큼의 깊이를 가지도록 상면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제1삽입홈과, 상기 온도센서의 직경보다 깊은 깊이를 가지도록 상면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제2삽입홈을 포함하며,

상기 제1삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점과 상기 제2삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점은 상기 상면과 교차하는 방향을 따라 배치되며,

상기 제1지점의 온도와 상기 제2지점의 온도의 차이를 이용하여, 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1삽입홈 및 상기 제2삽입홈은 상기 본체부와 동일한 금속 물질로 충전되며,

상기 제1삽입홈 및 상기 제2삽입홈에 충전된 금속 물질의 표면은 상기 본체부의 상면과 동일한 높이를 형성하는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 본체부의 상면에는, 상기 제1삽입홈과 상기 제2삽입홈이 한 쌍을 이루며 복수 개의 쌍이 마련되고,

상기 제1삽입홈과 제2삽입홈의 복수 개의 쌍은 상기 상면에서 서로 다른 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 본체부는, 상기 온도센서의 직경만큼의 깊이를 가지도록 하면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제3삽입홈과, 상기 온도센서의 직경보다 깊은 깊이를 가지도록 하면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제4삽입홈을 더 포함하며,

상기 제3삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제3지점과 상기 제4삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제4지점은 상기 하면과 교차하는 방향을 따라 배치되며,

상기 제3지점의 온도와 상기 제4지점의 온도의 차이를 이용하여, 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제3삽입홈 및 상기 제4삽입홈은 상기 본체부와 동일한 금속 물질로 충전되며,

상기 제3삽입홈 및 상기 제4삽입홈에 충전된 금속 물질의 표면은 상기 본체부의 하면과 동일한 높이를 형성하는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 본체부의 하면에는, 상기 제3삽입홈과 상기 제4삽입홈이 한 쌍을 이루며 복수 개의 쌍이 마련되고,

상기 제3삽입홈과 제4삽입홈의 복수 개의 쌍은 상기 하면에서 서로 다른 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 7

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 히터는 복수 개 마련되어 상기 본체부에 원주 방향을 따라 설치되고,

상기 히터는 4개가 하나의 층을 이루고 4층으로 설치되며, 각층에 설치된 히터들 사이는 서로 등각으로 배열되고, 이웃하는 층의 히터들 사이는 45도의 각으로 배열되는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정장치.

청구항 8

제1항에 기재된 철강제조공정용 열유속 측정장치를 이용하며,

상기 제1삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제1지점의 온도 및 상기 제2삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제2지점의 온도를 감지하는 온도감지단계;

상기 제1지점의 온도와 제2지점의 온도의 온도 차이 및 상기 제1지점과 제2지점의 거리 차이를 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 계산하는 열유속측정단계; 및

상기 상면에 분사되는 유체의 온도와 제1지점의 온도의 온도 차이 및 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 대류열전달계수를 계산하는 열전달계수측정단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정방법.

청구항 9

제4항에 기재된 철강제조공정용 열유속 측정장치를 이용하며,

상기 제1삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제1지점의 온도를 감지하고, 상기 제2삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제2지점의 온도를 감지하고, 상기 제3삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제3지점의 온도를 감지하고, 상기 제4삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제4지점의 온도를 감지하는 온도감지단계;

상기 제1지점의 온도와 제2지점의 온도의 온도 차이 및 상기 제1지점과 제2지점의 거리 차이를 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 계산하고, 상기 제3지점의 온도와 제4지점의 온도의 온도 차이 및 상기 제3지점과 제4지점의 거리 차이를 이용하여 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 계산하는 열유속측정단계; 및

상기 상면에 분사되는 유체의 온도와 제1지점의 온도의 온도 차이 및 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 대류열전달계수를 계산하고, 상기 하면에 분사되는 유체의 온도와 제3지점의 온도의 온도 차이 및 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 이용하여 상기 본체부의 하면에서의 대류열전달계수를 계산하는 열전달계수측정단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

상기 분사되는 유체는, 상기 본체부를 냉각하기 위하여 상기 히터에 의해 가열된 본체부보다 낮은 온도의 수분류(waterjet)인 것을 특징으로 하는 철강제조공정용 열유속 측정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

본 발명은 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 후판의 표면 근처에서 두께 방향을 따라 서로 다른 위치에서 온도를 측정하여 후판 표면에서의 열유속, 열전달 계수 등의 냉각특성을 직접적으로 측정하는 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법에

[0001]

관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 통상적으로 두께 6 mm 이상의 금속판을 후판이라 하며 이러한 후판은 고온으로 가열된 슬라브를, 압연기에서 목표로 하는 두께와 폭으로 압연하고, 후판의 선수 및 선미 부분의 온도차를 제어하기 위해 냉각하는 도중에 판을 가속하게 되는 가속냉각설비를 이용하여 후판의 상하면을 냉각하는 가속냉각과정을 통하여 제조된다.
- [0003] 후판은 이러한 압연과정과 가속냉각과정에서 열이동과 소성변형과정을 거치는데, 이러한 과정을 거치면서 후판 재료의 물성뿐만 아니라 판 변형과 같은 후판 제품의 형상 품질에도 큰 영향이 미치게 된다. 이러한 점을 고려할 때 가속냉각과정에서 표면온도, 열유속, 열전달계수와 같은 고온에서의 냉각열전달 특성을 정확하게 측정할 수 있어야 원하는 특성을 갖는 후판을 제조할 수 있다.
- [0004] 이러한 가속냉각과정에서 강판의 표면온도는 약 900℃에서 약 400℃ 정도까지 짧은 시간 동안에 냉각을 필요로 하고, 온도편차에 의해 발생하는 강판의 열 변형을 최소화하기 위해서 효과적인 냉각 제어를 필요로 한다.
- [0005] 종래에는 가속냉각공정이 수행되는 가속냉각기에서 냉각 제어를 목적으로 접촉식 센서 또는 비접촉식 센서를 가속냉각기 내부에 설치하여 시간의 변화에 따른 강판의 표면 및 내부 온도변화와 가속냉각과정에서의 열전달 특성을 파악하기 위한 노력이 진행되어 왔다.
- [0006] 가속냉각기 내부의 열전달 특성을 파악하기 위하여 가속냉각기 내부에 설치된 접촉식 센서의 대표적인 예로 열전대를 들 수 있는데, 열전대가 후판의 표면에 설치되는 경우, 설치된 열전대 자체에 의해 유체 유동의 변화와 비등 현상의 변화가 발생하여 표면 온도 측정에 변화를 초래하고, 특히 고온에서는 복사에 의한 온도 측정 오차가 크게 발생할 수 있기 때문에, 접촉식 센서를 적용하여 가속냉각과정에서의 후판의 표면온도를 정확하게 측정할 수 없다.
- [0007] 또한 적외선 온도계와 같은 비접촉식 센서를 이용한 측정의 경우에는 과도한 증기와 수분류의 유동과 체류수의 영향으로 인해 직접적인 측정이 거의 불가능한 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 후판의 표면 근처에서 두께 방향을 따라 서로 다른 두 지점에서 온도를 측정함으로써, 역열전도해석(inverse heat conduction analysis)을 이용하지 않고 직접 측정된 두 지점의 온도만을 이용하여, 후판 표면에서의 열유속, 열전달계수 등의 냉각특성을 효과적으로 측정할 수 있는 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법을 제공함에 있다.

과제 해결수단

- [0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치는, 본체부와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부를 균일하게 가열하는 히터와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부의 온도를 감지하는 온도센서를 포함하는 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 상기 본체부는, 상기 온도센서의 직경만큼의 깊이를 가지도록 상면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제1삽입홈과, 상기 온도센서의 직경보다 깊은 깊이를 가지도록 상면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제2삽입홈을 포함하며, 상기 제1삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점과 상기 제2삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점은 상기 상면과 교차하는 방향을 따라 배치되며, 상기 제1지점의 온도와 상기 제2지점의 온도의 차이를 이용하여, 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 제1삽입홈 및 상기 제2삽입홈은 상기 본체부와 동일한 금속 물질로 충전되며, 상기 제1삽입홈 및 상기 제2삽입홈에 충전된 금속 물질의 표면은 상기 본체부의 상면과 동일한 높이를 형성한다.
- [0011] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 본체부의 상면에는, 상기 제1삽입홈과 상기 제2삽입홈이 한 쌍을 이루며 복수 개의 쌍이 마련되고, 상기 제1삽입홈과 제2삽입홈의 복수 개의 쌍은 상기 상면에서 서로 다른 위치에 형성된다.
- [0012] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 온도센서의 직경만큼의 깊이를

가지도록 하면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제3삽입홈과, 상기 온도센서의 직경보다 깊은 깊이를 가지도록 하면으로부터 함몰되게 형성되며 상기 온도센서가 삽입 설치되는 제4삽입홈을 더 포함하며, 상기 제3삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제3지점과 상기 제4삽입홈에 설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제4지점은 상기 하면과 교차하는 방향을 따라 배치되며, 상기 제3지점의 온도와 상기 제4지점의 온도의 차이를 이용하여, 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 측정한다.

[0013] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 제3삽입홈 및 상기 제4삽입홈은 상기 본체부와 동일한 금속 물질로 충전되며, 상기 제3삽입홈 및 상기 제4삽입홈에 충전된 금속 물질의 표면은 상기 본체부의 하면과 동일한 높이를 형성한다.

[0014] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 본체부의 하면에는, 상기 제3삽입홈과 상기 제4삽입홈이 한 쌍을 이루며 복수 개의 쌍이 마련되고, 상기 제3삽입홈과 제4삽입홈의 복수 개의 쌍은 상기 하면에서 서로 다른 위치에 형성된다.

[0015] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치에 있어서, 바람직하게는, 상기 히터는 복수 개 마련되어 상기 본체부에 원주 방향을 따라 설치되고, 상기 히터는 4개가 하나의 층을 이루고 4층으로 설치되며, 각층에 설치된 히터들 사이는 서로 등각으로 배열되고, 이웃하는 층의 히터들 사이는 45도의 각으로 배열된다.

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정방법은, 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치를 이용하여, 상기 제1삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제1지점의 온도 및 상기 제2삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제2지점의 온도를 감지하는 제1온도감지단계; 상기 제1지점의 온도와 제2지점의 온도의 온도 차이 및 상기 제1지점과 제2지점의 거리 차이를 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 계산하는 열유속측정단계; 및 상기 상면에 분사되는 유체의 온도와 제1지점의 온도의 온도 차이 및 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 대류열전달계수를 계산하는 열전달계수측정단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정방법에 있어서, 바람직하게는, 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치를 이용하여, 상기 온도감지단계에서는 상기 제3삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제3지점의 온도 및 상기 제4삽입홈에 설치된 온도센서로부터 제4지점의 온도를 감지하고, 상기 열유속측정단계에서는 상기 제3지점의 온도와 제4지점의 온도의 온도 차이 및 상기 제3지점과 제4지점의 거리 차이를 이용하여 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 계산하고, 상기 열전달계수측정단계에서는 상기 하면에 분사되는 유체의 온도와 제3지점의 온도의 온도 차이 및 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 이용하여 상기 본체부의 하면에서의 대류열전달계수를 계산하는 것을 더 포함한다.

[0018] 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정방법에 있어서, 바람직하게는, 상기 상면에 분사되는 유체는, 상기 본체부를 냉각하기 위하여 상기 히터에 의해 가열된 본체부보다 낮은 온도의 수분류(waterjet)이다.

효 과

[0019] 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법에 따르면, 후판의 표면 근처에서 두께 방향을 따라 서로 다른 두 지점에서 측정된 온도를 이용하여 후판 표면에서의 열유속, 열전달계수를 측정함으로써, 후판 표면에서의 열유속, 열전달계수를 측정하는 장치 및 과정을 간단하게 구성할 수 있다.

[0020] 또한 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법에 따르면, 시간의 변화에 대한 대류열전달계수의 변화 특성을 획득함으로써, 후판에 분사되는 수분류(waterjet)의 유량, 온도 혹은 속도 등을 제어하여 후판의 기계적/재료적 물성, 판 변형 등과 같은 후판 제품의 품질 저하를 방지할 수 있다.

[0021] 또한 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법에 따르면, 제1,2,3,4삽입홈이 본체부와 동일한 금속 물질로 충전되고 그 금속 물질의 표면도 본체부의 표면과 동일한 높이로 유지됨으로써, 접촉식 측정기에 의하여 외부 유체 유동에 교란이 발생하여 비정상적인 열유동 데이터가 생성되는 것을 방지할 수 있다.

[0022] 또한 본 발명의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법에 따르면, 본체부의 상면과 하면에 온도센서가 설치됨으로써, 후판의 상면과 하면의 냉각 특성을 동시에 측정할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치의 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치의 사시도이고, 도 2는 도 1의 철강제조공정용 열유속 측정장치의 본체부의 사시도이고, 도 3은 도 2의 III-III' 선을 따라 절단한 단면도이고, 도 4는 도 2의 본체부의 제1삽입홈 및 제2삽입홈에 온도센서가 설치되고 금속 물질이 충전된 상태를 도시한 도면이고, 도 5는 도 1의 철강제조공정용 열유속 측정장치에 수분류가 분사되는 상태를 도시한 도면이다.
- [0025] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치(100)는 후판의 가속냉각공정에서 가속냉각기를 통과하는 후판의 열전달 특성을 측정하기 위한 것으로서, 본체부(110)와, 히터(120)와, 온도센서(130)와, 금속 물질(140)을 포함한다. 철강제조공정용 열유속 측정장치(100)는 후판의 실제 가속냉각공정 전에 가속냉각기의 냉각 특성을 시험하는 수단으로 사용될 수 있다.
- [0026] 상기 본체부(110)는, 후술할 히터(120), 온도센서(130)가 설치되는 프레임 역할을 하며, 원기둥 형상으로 제작된다. 본체부(110)는 후판 제품과 동일한 재질을 이용하여 구성될 수 있으며, 측정의 내구성을 향상시키고 일반 탄소강에서 발생하는 변태 발열에 의한 추가적인 열적고려인자를 최소화시키기 위해 스테인리스강으로 만들어진다. 바람직하게는 본 실시예의 본체부(110)는 SUS 304 재질로 제작된다.
- [0027] 본체부(110)의 측면에는 히터(120)가 설치되는 히터 삽입홈(121)이 형성되어 있으며, 본체부의 상면(111)에는 온도센서(130)가 각각 설치되는 제1삽입홈(112)과 제2삽입홈(113)이, 본체부의 하면(116)에는 온도센서(130)가 각각 설치되는 제3삽입홈(미도시)과 제4삽입홈(미도시)이 형성되어 있다.
- [0028] 상기 히터(120)는, 본체부(110)를 가열하기 위한 것으로서 본체부(110)의 측면에 형성된 히터 삽입홈(121)에 착탈 가능하게 삽입 설치되며, 장치의 구성을 단순화시키기 위하여 본 실시예에서는 카트리지 히터를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0029] 히터(120)로 사용되는 카트리지 히터는 프레스나 열성형기에 사용되는 금형의 내측에 형성되어 있는 삽입공에 삽입 설치되어 전열코일에 의해 발산되는 열량을 열전달시켜 금형 내의 한정된 공간부를 가열하는데 주로 사용되는 기기로서, 본 실시예에서는 원기둥 형상의 카트리지 히터를 사용하였다.
- [0030] 도 1에 도시한 바와 같이, 복수 개의 히터(120)가 본체부(110)에 설치되어 빠른 시간에 본체부(110)를 가열할 수 있으며, 히터(120)의 발열부가 본체부(110)의 중앙부를 향하도록 본체부(110)의 측면으로부터 중심 방향으로 방사상으로 설치되어 있다. 부재번호 "C"는 본체부(110)의 중앙부를 관통하는 중심축을 표시한다.
- [0031] 보다 효율적이고 빨리 본체부(110)를 가열하기 위하여 4개의 히터(120)가 하나의 층을 이루고 4층으로 설치되며, 각층에 설치된 히터(120)들 사이는 서로 등각을 이루도록 설치된다. 또한, 히터(120)는 상하로 이웃하는 층의 히터(120)들 사이는 45도의 각으로 배열되어 있다. 이에 따라 히터(120)들은 본체부(110) 전체에 고르게 배열되어 본체부(110) 전체를 균일하게 가열할 수 있으며, 본체부(110)를 가열하는 온도는 통상의 가속냉각공정에서 후판의 냉각이 시작하게 되는 온도인 900℃ 내외가 된다.
- [0032] 상기 온도센서(130)는, 가속냉각과정에서 본체부(110)의 온도를 감지하기 위한 것으로서, 본체부(110)의 중앙부의 온도를 감지할 수 있도록 본체부(110)의 측면으로부터 중심부 방향으로 설치되며, 본체부의 상면(111) 및 하면(116)에 설치된다. 온도센서(130)로는 열전대를 사용할 수 있으며, 본 실시예에서는 오메가 사의 K-타입 열전대 프로브를 이용하고, 열전대 프로브의 직경은 0.5 mm 이다.
- [0033] 본체부(110)는 상면(111)으로부터 함몰되게 형성되는 제1삽입홈(112)과 제2삽입홈(113)을 구비하는데, 제1삽입홈(112)과 제2삽입홈(113)은 각각 함몰되는 깊이가 다르다. 제1삽입홈(112)은 온도센서(130)의 직경의 깊이(D1)를 가지도록 상면(111)으로부터 함몰되게 형성되는데, 본 실시예에서는 약 0.5 mm의 깊이와 폭을 가지는 홈 형태로 형성된다. 반면에, 제2삽입홈(113)은 온도센서(130)의 직경보다 깊은 깊이(D2)를 가지도록 상면(111)으로부터 함몰되게 형성되는데, 본 실시예에서는 약 1.00 mm의 깊이와 약 0.5 mm의 폭을 가지는 홈 형태로 형성된다.
- [0034] 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 위치는 온도센서(130)의 단부(131)이며, 제1삽입홈(112)에 설치된 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 제1지점(y1)과 제2삽입홈(113)에 설치된 온도센서(130)에 의해 감지되는 제2지점(y2)은 본체부의 상면(111) 또는 하면(116)과 교차하는 방향을 따라 배치될 수 있는데, 도 3에 도시된 바와 같이 본체부의 상면(111) 또는 하면(116)에 대하여 수직 방향을 따라 배치되는 것이 바람직하다. 제1지점(y1)과 제2지점(y2)이 본체부의 상면(111) 또는 하면(116)의 수직 방향을 따라 배치됨으로써, 전도열과 대류열을 계산하는 식을 1차원으로 단순화시킬 수 있다.

[0035] 한편 본체부(110)는 하면(116)으로부터 함몰되게 형성되는 제3삽입홈과 제4삽입홈을 구비하는데, 제3삽입홈은 상면(111)에 형성되는 제1삽입홈(112)과 동일한 구성을 가지고 동일한 기능을 하며, 제4삽입홈은 상면(111)에 형성되는 제2삽입홈(113)과 동일한 구성을 가지고 동일한 기능을 하므로, 제3삽입홈과 제4삽입홈에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[0036] 또한 제3삽입홈에 설치된 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 제3지점과 제4삽입홈에 설치된 온도센서(130)에 의해 감지되는 제4지점 역시 본체부의 상면(111) 또는 하면(116)과 교차하는 방향을 따라 배치될 수 있고, 전도열과 대류열을 계산하는 식을 1차원으로 단순화시키기 위하여 본체부의 상면(111) 또는 하면(116)에 대하여 수직 방향을 따라 배치되는 것이 바람직하다.

[0037] 상기 금속 물질(140)은, 온도센서(130)가 설치된 제1,2,3,4삽입홈(112,113)의 빈 공간에 충전되는 물질로서, 본체부(110)와 동일한 금속 물질인 스테인리스강이 이용된다. 본 실시예의 본체부(110)가 SUS 304 재질로 제작되므로, 금속 물질(140)도 SUS 304 재질인 것이 바람직하다.

[0038] 레이저 용접(laser welding) 방식을 이용하여 금속 물질(140)을 제1,2,3,4삽입홈(112,113)에 각각 충전하며, 충전된 금속 물질(140)의 표면의 돌출 부위 또는 거친 부위에 의해 유동의 변화가 생기는 것을 방지하기 위해 용접이 완료되면 충전된 금속 물질(140)의 표면을 평탄화한다. 평탄화 과정을 거쳐 제1,2,3,4삽입홈(112,113)에 충전된 금속 물질(140)의 표면은 본체부의 상면(111) 또는 하면(116)과 동일한 높이를 형성하게 된다.

[0039] 이하, 도 1 내지 도 5를 참조하면서, 도 1에 도시된 철강제조공정용 열유속 측정장치(100)를 이용하여 본 실시예의 열유속 측정방법을 간략하게 설명하기로 한다.

[0040] 본 실시예의 열유속 측정방법은, 온도감지단계와, 열유속측정단계와, 열전달계수측정단계를 포함한다.

[0041] 상기 온도감지단계에서는 본체부 상면(111)의 제1삽입홈(112)에 설치된 온도센서(130)로부터 제1지점(y1)의 온도(Ty1) 및 본체부 상면(111)의 제2삽입홈(113)에 설치된 온도센서(130)로부터 제2지점(y2)의 온도(Ty2)를 감지한다. 또한 본체부 하면(116)의 제3삽입홈에 설치된 온도센서(130)로부터 제3지점의 온도 및 본체부 하면(116)의 제4삽입홈에 설치된 온도센서(130)로부터 제4지점의 온도 역시 감지한다.

[0042] 이후, 상기 열유속측정단계에서는 우선, 제1지점의 온도(Ty1)와 제2지점의 온도(Ty2)의 온도 차이 및 제1지점(y1)과 제2지점(y2)의 거리 차이를 이용하여 본체부 상면(111)에서의 열유속(q")을 계산한다. 본체부 상면(111)에서의 열유속(q")은 아래와 같은 열전도 방정식을 이용하여 계산할 수 있다.

$$q'' = -k \frac{\Delta T}{\Delta y} = -k \frac{T_{y1} - T_{y2}}{y1 - y2}$$

[0043] 여기서, q"는 본체부 상면(111)에서의 열유속이고, k는 본체부(111) 재질의 열전도계수이고, y1은 제1삽입홈(112)에 설치된 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 제1지점이고, y2는 제2삽입홈(113)에 설치된 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 제2지점이고, Ty1은 제1지점(y1)의 온도이고, Ty2는 제2지점(y2)의 온도이다.

[0044] 본체부 상면(111)에서의 열유속(q")을 측정하기 위해서는 제1지점(y1)이 상면(111)에 위치하는 것이 이상적이거나, 열전대가 상면(111)에 노출되도록 설치하는 경우 열전대 자체가 냉각 유체의 유동을 방해하여 정상적인 환경에서의 열유속 데이터를 획득할 수 없다. 따라서 열전대는 상면(111)에 노출되지 않도록 설치되는 것이 바람직하며, 제1지점(y1)은 본체부의 상면(111)으로부터 약 0.25 mm 정도 떨어진 위치이므로 상면(111)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.

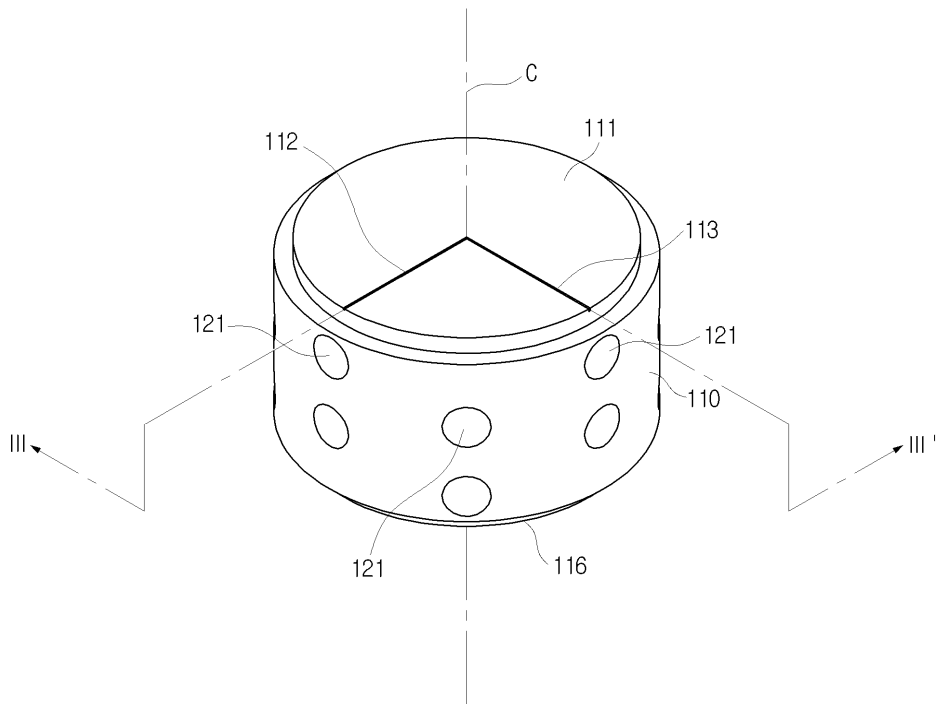
[0045] 위에 기술한 바와 동일하게, 제3지점의 온도와 제4지점의 온도의 온도 차이 및 제3지점과 제4지점의 거리 차이를 이용하여 본체부 하면(116)에서의 열유속을 계산할 수 있다. 제3지점 역시 본체부의 하면(116)으로부터 약 0.25 mm 정도 떨어진 위치이므로 하면(116)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.

[0046] 이후, 상기 열전달계수측정단계는 본체부의 상면(111)에 분사되는 유체의 온도(Tj)와 제1지점(y1)의 온도(Ty1)의 온도 차이 및 본체부 상면(111)에서의 열유속(q")을 이용하여 본체부의 상면(111)에서의 대류열전달계수(h)를 계산한다. 본체부 상면(111)에서의 대류열전달계수(h)는 아래와 같은 열대류 방정식을 이용하여 계산할 수 있다.

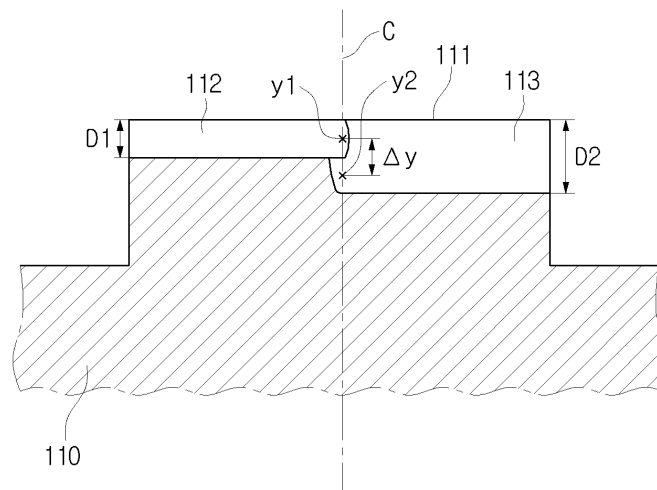
$$h = \frac{q''}{\Delta T} = \frac{g''}{T_{y1} - T_j}$$

- [0048]
- [0049] 여기서, h는 본체부 상면(111)에서의 대류열전달계수이고, q''는 본체부 상면(111)에서의 열유속이고, Ty1은 제1지점(y1)의 온도이고, Tj는 분사되는 수분류(w)의 온도이다.
- [0050] 본체부의 상면(111) 및 하면(116)에 분사되는 수분류(w)는, 본체부(110)를 냉각하기 위하여 히터(120)에 의해 가열된 본체부(110)보다 낮은 온도의 수분류(waterjet)이며, 이때 제1지점(y1)은 본체부의 상면(111)으로부터 약 0.25 mm 정도 떨어진 위치이므로 상면(111)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.
- [0051] 위에 기술한 바와 동일하게, 본체부의 하면(116)에 분사되는 수분류(w)의 온도와 제3지점의 온도의 온도 차이 및 본체부의 하면(116)에서의 열유속을 이용하여 본체부의 하면(116)에서의 대류열전달계수를 계산한다. 제3지점 역시 본체부의 하면(116)으로부터 약 0.25 mm 정도 떨어진 위치이므로 하면(116)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.
- [0052] 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정방법에 의하면 시간의 변화에 대한 대류열전달계수(h)의 변화 특성을 획득할 수 있다.
- [0053] 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법은, 후관의 내부에서 두께 방향을 따라 복수의 위치에서 온도를 측정하고 측정된 온도를 기준으로 역열전도해석(inverse heat conduction analysis)을 수행하여 후관 표면에서의 열유속, 열전달계수를 간접적으로 예측하는 방식이 아니라, 후관의 표면 근처에서 두께 방향을 따라 서로 다른 두 지점에서 측정된 온도를 이용하여 후관 표면에서 직접적으로 열유속, 열전달계수를 측정함으로써, 후관 표면에서의 열유속, 열전달계수를 측정하는 장치 및 과정을 간단하게 구성할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0054] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법은, 시간의 변화에 대한 대류열전달계수의 변화 특성을 획득함으로써, 후관에 분사되는 수분류(waterjet)의 유량, 온도 혹은 속도 등을 제어하여 후관의 기계적/재료적 물성, 판 변형 등과 같은 후관 제품의 품질 저하를 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0055] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법은, 제1,2,3,4삽입홈이 본체부와 동일한 금속 물질로 충전되고 그 금속 물질의 표면도 본체부의 표면과 동일한 높이로 유지됨으로써, 접촉식 측정기에 의하여 외부 유체 유동에 교란이 발생하여 비정상적인 열유동 데이터가 생성되는 것을 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0056] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법은, 본체부의 상면과 하면에 온도센서가 설치됨으로써, 후관의 상면과 하면의 냉각 특성을 동시에 측정할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0057] 한편, 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 철강제조공정용 열유속 측정장치의 사시도이다.
- [0058] 도 6에 있어서, 도 1 내지 도 5에 도시된 부재들과 동일한 부재번호에 의해 지칭되는 부재들은 동일한 구성 및 기능을 가지는 것으로서, 그들 각각에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0059] 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치(100')는 본체부의 상면(111)에, 제1삽입홈(112)과 제2삽입홈(113)이 한 쌍을 이루면서 복수 개의 쌍이 마련되는 것을 특징으로 한다. 본 실시예에서는 제1삽입홈(112)과 제2삽입홈(113)이 한 쌍을 이루면서 총 4개의 쌍이 본체부의 상면(111)에 형성되고, 제1삽입홈(112)과 제2삽입홈(113)에는 각각 온도센서(130)가 삽입 설치된다.
- [0060] 본체부의 상면(111)과 마찬가지로, 본체부의 하면(116)에도 제3삽입홈과 제4삽입홈이 한 쌍을 이루면서 총 4개의 쌍이 형성되고, 제3삽입홈과 제4삽입홈에는 각각 온도센서(130)가 삽입 설치된다.
- [0061] 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 철강제조공정용 열유속 측정장치 및 이를 이용한 열유속 측정방법은, 후관 표면의 복수의 위치에서 열유속, 열전달계수를 측정하여 이를 평균하는 방식 등을 이용함으로써, 측정된 온도 데이터 및 후관 표면에서의 열유속, 열전달계수 데이터의 신뢰성을 제고할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0062] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시

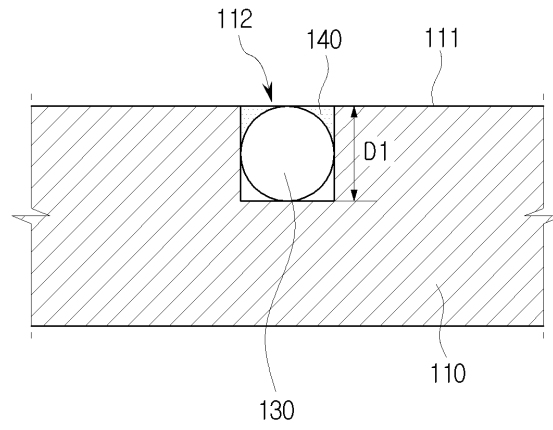
도면2



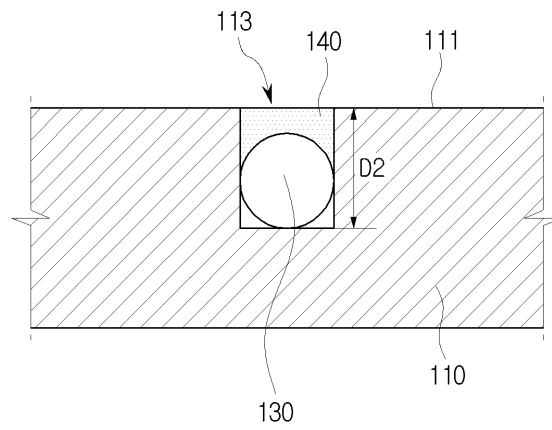
도면3



도면4

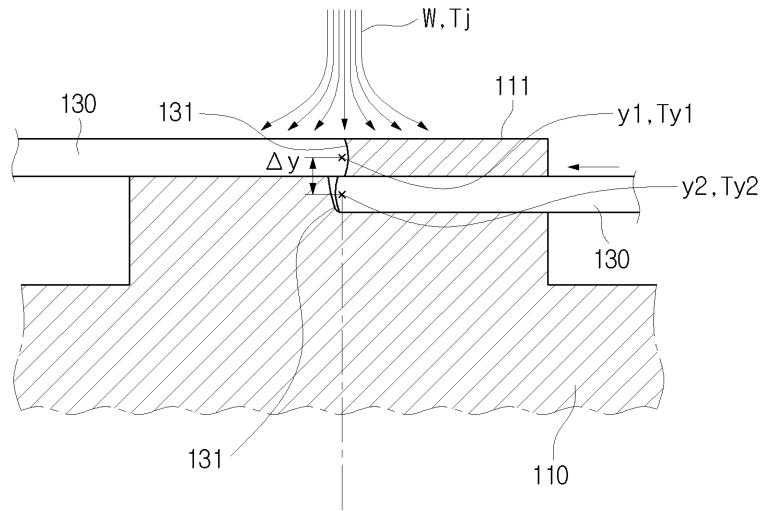


(a)



(b)

도면5



도면6

