



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년11월01일
(11) 등록번호 10-0991107
(24) 등록일자 2010년10월26일

(51) Int. Cl.

G01K 17/20 (2006.01) G01K 17/08 (2006.01)

B21B 37/76 (2006.01) B21B 37/74 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0023074

(22) 출원일자 2010년03월16일

심사청구일자 2010년03월16일

(56) 선행기술조사문헌

KR100912240 B1

KR100955461 B1

KR1019980076531 A

KR1020100068063 A

전체 청구항 수 : 총 6 항

(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

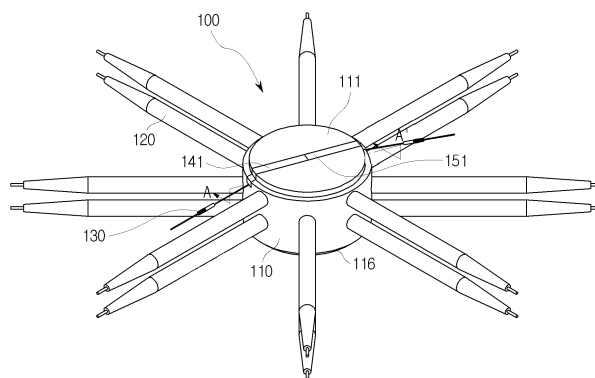
심사관 : 이창호

(54) 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지

(57) 요약

본 발명은 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 본체부와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부를 균일하게 가열하는 히터와, 상기 본체부의 온도를 감지하는 온도센서를 포함하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 있어서, 상기 본체부는 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 온도센서가 삽입설치되는 제1센서삽입부와 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 온도센서가 삽입설치되는 제2센서삽입부를 포함하고, 상기 제1센서삽입부는 내부에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 상면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고 상기 제1지점이 상기 본체부의 상면에 노출되지 않게 상기 본체부의 상면과 인접하도록 형성되며, 상기 제2센서삽입부는 내부에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 상면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고 상기 제2지점이 상기 본체부의 상면으로부터 상기 본체부의 상면과 상기 제1지점 사이의 거리보다 먼 거리에 위치하도록 형성되며, 상기 제1지점과 상기 제2지점은 상기 본체부의 상면과 교차하는 방향을 따라 배치되고, 상기 제1지점의 온도와 상기 제2지점의 온도의 차이를 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 OD0210

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명 산업기술연구회-협동연구사업

연구과제명 초임계 CO2 지중저장을 위한 지상 Pilot 시스템 설계기술 개발

기여율

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2009년 07월 01일 ~ 2010년 06월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

본체부와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부를 균일하게 가열하는 히터와, 상기 본체부의 온도를 감지하는 온도센서를 포함하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 있어서,

상기 본체부는 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 온도센서가 삽입설치되는 제1센서삽입부, 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 온도센서가 삽입설치되는 제2센서삽입부를 포함하고,

상기 제1센서삽입부는 내부에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 상면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고, 상기 제1지점이 상기 본체부의 상면에 노출되지 않게 상기 본체부의 상면과 인접하도록 형성되며,

상기 제2센서삽입부는 내부에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 상면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고, 상기 제2지점이 상기 본체부의 상면으로부터 상기 본체부의 상면과 상기 제1지점 사이의 거리보다 먼 거리에 위치하도록 형성되며,

상기 제1지점의 온도와 상기 제2지점의 온도의 차이를 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 본체부는 상기 온도센서가 경사배치되도록 상기 제1지점 및 상기 제2지점으로부터 측면 방향으로 하향 경사지게 마련된 상부웨이브삽입홈과;

상기 온도센서가 수용되는 제1센서삽입부가 형성되고, 상기 상부웨이브삽입홈을 마감하며 상기 본체부의 상면과 연속된 면을 이루도록 하는 제1웨이브와;

상기 온도센서가 수용되는 제2센서삽입부가 형성되고, 상기 상부웨이브삽입홈을 마감하며 상기 본체부의 상면과 연속된 면을 이루도록 하는 제2웨이브를 포함하는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1웨이브 및 상기 제2웨이브가 일체로 제작형성되는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 본체부는 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 온도센서가 삽입설치되는 제3센서삽입부, 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 온도센서가 삽입설치되는 제4센서삽입부를 포함하고,

상기 제3센서삽입부는 내부에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제3지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 하면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고, 상기 제3지점이 상기 본체부의 하면에 노출되지 않게 상기 본체부의 하면과 인접하도록 형성되며,

상기 제4센서삽입부는 내부에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제4지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 하면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고, 상기 제4지점이 상기 본체부의 하면으로부터 상기 본체부의 하면과 상기 제3지점 사이의 거리보다 먼 거리에 위치하도록 형성되며,

상기 제3지점의 온도와 상기 제4지점의 온도의 차이를 이용하여 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 본체부는 상기 온도센서가 경사배치되도록 상기 제3지점 및 상기 제4지점으로부터 측면 방향으로 상향 경사지게 마련된 하부웨이삽입홈과;

상기 온도센서가 수용되는 제3센서삽입부가 형성되고, 상기 하부웨이삽입홈을 마감하며 상기 본체부의 하면과 연속된 면을 이루도록 하는 제3웨이와;

상기 온도센서가 수용되는 제4센서삽입부가 형성되고, 상기 하부웨이삽입홈을 마감하며 상기 본체부의 하면과 연속된 면을 이루도록 하는 제4웨지를 포함하는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3웨이 및 상기 제4웨지가 일체로 제작형성되는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 고온 강관의 표면으로부터 두께 방향을 따라 가까운 서로 다른 위치에서의 온도를 측정하여 열유속, 열전달계수 등의 냉각특성을 직접적으로 측정하는 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 통상적으로 두께 6 mm 이상의 금속관을 후판이라 하며 이러한 후판은 고온으로 가열된 슬라브를, 압연기에서 폭 표로 하는 두께와 폭으로 압연하고, 후판의 머리(HEAD) 및 꼬리(TAIL) 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 제조하고자 하는 기계적 및 재료적 특성을 갖는 후판을 제조할 수 있다.

[0004] 이러한 가속냉각과정에서 강관의 표면온도는 약 900℃에서 약 400℃ 정도까지 짧은 시간 동안에 냉각을 필요로 하고, 온도편차에 의해 발생하는 강관의 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 강관의 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

해결하려는 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 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적은 본 발명에 따라, 본체부와, 상기 본체부에 설치되어 상기 본체부를 균일하게 가열하는 히터와, 상기 본체부의 온도를 감지하는 온도센서를 포함하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 있어서, 상기 본체부는 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 제1온도센서가 삽입설치되는 제1센서삽입부와 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 제2온도센서가 삽입설치되는 제2센서삽입부를 포함하고, 상기 제1센서삽입부는 상기 제1온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 상면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고 상기 제1지점이 상기 본체부의 상면에 노출되지 않게 상기 본체부의 상면과 인접하도록 형성되며, 상기 제2센서삽입부는 상기 제2온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 상면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고 상기 제2지점이 상기 본체부의 상면으로부터 상기 본체부의 상면과 상기 제1지점 사이의 거리보다 먼 거리에 위치하도록 형성되며, 상기 제1지점과 상기 제2지점은 상기 본체부의 상면과 교차하는 방향을 따라 배치되고, 상기 제1지점의 온도와 상기 제2지점의 온도의 차이를 이용하여 상기 본체부의 상면에서의 열유속을 측정하는 것을 특징으로 하는 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 의해 달성된다.

[0010] 또한, 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 측정할 수 있도록, 상기 본체부는 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 제3온도센서가 삽입설치되는 제3센서삽입부와 상기 본체부의 측면으로부터 관통되어 제4온도센서가 삽입설치되는 제4센서삽입부를 포함하고, 상기 제3센서삽입부는 상기 제3온도센서에 의해 온도가 감지되는 제3지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 하면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고 상기 제3지점이 상기 본체부의 하면에 노출되지 않게 상기 본체부의 하면과 인접하도록 형성되며, 상기 제4센서삽입부는 상기 제4온도센서에 의해 온도가 감지되는 제4지점으로부터 측면으로 갈수록 상기 본체부의 하면으로부터의 거리가 멀어지도록 경사지게 형성되고 상기 제4지점이 상기 본체부의 하면으로부터 상기 본체부의 하면과 상기 제3지점 사이의 거리보다 먼 거리에 위치하도록 형성되며, 상기 제3지점과 상기 제4지점은 상기 본체부의 하면과 교차하는 방향을 따라 배치되고, 상기 제3지점의 온도와 상기 제4지점의 온도의 차이를 이용하여 상기 본체부의 하면에서의 열유속을 측정하는 것이 바람직하다.

[0011] 여기서, 상기 제1센서삽입부 및 상기 제2센서삽입부를 형성하는 공정을 보다 용이하게 진행하게 위하여 상기 본체부는 상기 온도센서가 경사배치되도록 상기 제1지점 및 상기 제2지점으로부터 측면방향으로 하향 경사지게 마련된 상부웨이삽입홈과, 상기 온도센서가 수용되는 제1센서삽입부가 형성되고 상기 상부웨이삽입홈을 마감하며 상기 본체부의 상면과 연속된 면을 이루도록 하는 제1웨이와, 상기 온도센서가 수용되는 제2센서삽입부가 형성되고 상기 하부웨이삽입홈을 마감하며 상기 본체부의 상면과 연속된 면을 이루도록 하는 제2웨이를 포함하는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 제1센서삽입부에 설치삽입된 온도센서에 의해 온도가 측정되는 제1지점과 상기 제2센서삽입부에 설치삽입된 온도센서에 의해 온도가 측정되는 제2지점의 단차를 안정적으로 유지하기 위해 상기 제1웨이 및 상기 제2웨이는 일체로 제작형성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 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.

[0014] 또한 본 발명의 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 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.

[0015] 또한 본 발명의 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 따르면 본체부의 상면과 하면에 온도센서가 설치됨으로써 후판의 상면과 하면의 냉각 특성을 동시에 측정할 수 있다.

[0016] 또한 본 발명의 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지에 따르면 센서삽입부가 측면으로 갈수록 상면 및 하면에

서 멀어지도록 경사지게 형성됨으로써 열전달계수 측정시 가해지는 수분류와의 접촉을 차단하기 위해 상면 또는 하면의 가장자리를 플레이트로 덮는 경우에도 플레이트와의 간섭 없이 열전달계수를 측정할 수 있다.

[0017] 또한 본 발명의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지에 따르면 센서삽입부를 구비하는 웨지를 본체부의 웨지결합홈에 결합시킴으로써 센서삽입홈을 형성하는 공정을 보다 용이하게 진행할 수 있고, 레이저 결합을 통해 상기 본체부의 상면 또는 하면과 연속된 면을 이룰 수 있으므로 접촉식 측정기기에 의하여 외부 유체 유동에 교란이 발생하여 비정상적인 열유동 데이터가 생성되는 것을 방지할 수 있다.

[0018] 또한 본 발명의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지에 따르면 제1웨이 및 제2웨이 또는 제3웨이 및 제4웨지가 일체로 제작형성되므로 제1지점 및 제2지점 또는 제3지점 및 제4지점 사이의 단차를 일정하게 유지시키면서 상기 본체부와 결합하도록 제작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지의 사시도이다.
 도 2는 도 1의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지의 본체부의 사시도이다.
 도 3은 도 1의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지를 A-A'선을 따라 절단한 단면을 나타내는 단면도이다.
 도 4은 도 1의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지에 수분류가 분사되는 상태를 도시한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 제2실시예에 따른 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지의 본체부와 웨지의 결합상태를 도시한 분해도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지에 대하여 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지의 사시도이고, 도 2는 도 1의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지의 본체부의 사시도이며, 도 3은 도 1의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지를 A-A'선을 따라 절단한 단면을 나타내는 단면도이고, 도 4는 도 1의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지에 수분류가 분사되는 상태를 도시한 도면이다.

[0022] 도 1 내지 도 4을 참조하면 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지(100)는 후판의 가속냉각공정에서 가속냉각기를 통과하는 후판의 열전달 특성을 측정하기 위한 것으로서 본체부(110)와, 히터(120)와, 온도센서(130)를 포함한다. 냉각공정용 고온 강관의 열유속게이지(100)는 후판의 실제 가속냉각공정 전에 가속냉각기의 냉각 특성을 시험하는 수단으로 사용될 수 있다.

[0023] 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 만들어진 다. 바람직하게는 본 실시예의 본체부(110)는 SUS 304 재질로 제작된다.

[0024] 상기 히터(120)는, 본체부(110)를 가열하기 위한 것으로서 본체부(110)의 측면에 형성된 히터 삽입구(121)에 착탈 가능하게 삽입 설치되며, 장치의 구성을 단순화시키기 위하여 본 실시예에서는 카트리지 히터를 사용하는 것이 바람직하다.

[0025] 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.

[0026] 도 1에 도시한 바와 같이, 복수개의 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. 도 2에 도시된 바와 같이, 부재번호 "C"는 본체부(110)의 중앙부를 관통하는 중심축을 표시한다.

[0027] 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 고

르게 배열되어 본체부(110) 전체를 균일하게 가열할 수 있으며, 본체부(110)를 가열하는 온도는 통상의 가속냉각공정에서 후판의 냉각이 시작하게 되는 온도인 900℃ 내외가 된다.

- [0028] 상기 본체부의 상면(111)에는 중앙영역으로부터 측면방향으로 경사지게 상부웨이샵입홈(112)이 형성되어 있다. 상부웨이샵입홈(112)은 온도센서(130)에 의해 온도가 측정되는 제1지점(y1) 및 제2지점(y2)으로부터 측면으로 갈수록 하향 경사지게 마련되고, 보다 바람직하게는 본체부의 상면(111) 단턱부의 하부에까지 경사지게 마련된다.
- [0029] 상기 상부웨이샵입홈(112)에는 상부웨이샵입홈(112)을 마감하도록 하는 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)가 결합되고, 상기 제1웨이지(141) 및 상기 제2웨이지(151)에는 각각 온도센서(130)가 설치되는 제1센서삽입부(140), 제2센서삽입부(150)가 형성된다. 따라서 상부웨이샵입홈(112)에 온도센서가 배치된 상태에서 제1웨이지(140) 및 제2웨이지(150)를 결합하여 상부웨이샵입홈(112)을 마감할 때, 제1웨이지(140)와 제2웨이지(150)에 의해 온도센서가 고정된다.
- [0030] 본체부(110)에 온도센서(130)가 경사배치되는 상부웨이샵입홈(112)을 형성하고, 상기 상부웨이샵입홈(112)을 마감하도록 하는 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)를 결합시킴으로써 본체부에 센서삽입부를 형성하는 공정을 보다 용이하게 진행할 수 있다.
- [0031] 상기 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)의 재질로는 본체부(110)와 동일한 금속 물질인 스테인리스강이 이용된다. 본 실시예의 본체부(110)가 SUS 304 재질로 제작되므로, 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)도 SUS 304 재질인 것이 바람직하다.
- [0032] 레이저 용접(laser welding) 방식을 이용하여 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)를 본체부(110)에 결합시키며, 결합으로 인해 상면(111) 또는 하면(116)에 돌출 부위 또는 거친 부위에 의해 유동의 변화가 생기는 것을 방지하기 위해 용접이 완료되면 상면(111) 및 하면(116)을 평탄화한다. 평탄화 과정을 거쳐 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)는 본체부의 상면(111)과 연속된 면을 이룬다.
- [0033] 제1웨이지(141) 및 제2웨이지(151)가 본체부의 상면(111)과 연속된 면을 이루도록 레이저용접 및 평탄화 과정을 거침으로써 온도센서를 외부에 노출되지 않도록 하고, 접촉식 측정기에 의해 외부 유체 유동에 교란이 발생하여 비정상적인 열유동 데이터가 생성되는 것을 방지할 수 있다.
- [0034] 열전달계수 측정을 위해서는 본체부의 상면(111)에 수분류를 가해주게 되는데, 이 때 본체부의 상면(111)을 제외한 부분이 노출되는 것을 방지하기 위해 상면(111)의 가장자리를 플레이트(200)로 덮은 상태로 측정을 진행한다. 제1센서삽입부(140)와 제2센서삽입부(150)에 위치한 온도센서(130)는 측면으로 갈수록 하향경사지게 형성되어 있는 상부웨이샵입홈(112)에 경사지게 배치됨에 따라 온도센서들은 플레이트(200)의 간섭을 받지 않게 되므로, 플레이트(200)의 유무에 관계없이 온도 측정이 가능하다.
- [0035] 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.
- [0036] 제1센서삽입부(140) 및 제2센서삽입부(150)에 설치되는 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 위치는 온도센서(130)의 단부(131)이다.
- [0037] 제1센서삽입부(140)에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제1지점(y1)으로부터 본체부의 상면(111)에 이르는 거리보다 제2센서삽입부(150)에 삽입설치된 온도센서에 의해 온도가 감지되는 제2지점(y2)로부터 본체부의 상면(111)에 이르는 거리가 더 길다. 본 실시예에서 제1지점은 상면(111)으로부터 약 0.3 mm의 거리에 형성되는 반면에, 제2지점(y2)는 약 1.3 mm의 거리에 형성된다.
- [0038] 제1지점(y1)과 제2지점(y2)은 본체부의 상면(111)에 교차하는 방향을 따라 배치될 수 있는데, 도 3에 도시된 바와 같이, 본체부의 상면(111)에 대하여 수직 방향을 따라 배치되는 것이 바람직하다. 제1지점(y1)과 제2지점(y2)이 본체부의 상면(111)의 수직 방향을 따라 배치됨으로써, 전도열과 대류열을 계산하는 식을 1차원으로 단순화시킬 수 있다.
- [0039] 한편 본체부의 하면(116)에는 하부웨이샵입홈(117)이 형성되어 상기 하부웨이샵입홈(117)에 제3웨이지 및 제4웨이지가 결합할 수 있다.

[0040] 하부웨이삽입홈(117)은 온도센서(130)에 의해 온도가 측정되는 제3지점 및 제4지점으로부터 측면으로 갈수록 상향 경사지게 마련되고, 제3웨이, 제4웨이에는 각각 본체부(110)의 측면으로부터 온도센서(130)가 삽입설치되는 제3센서삽입부, 제4센서삽입부가 형성된다.

[0041] 제3삽입홈에 설치된 온도센서(130)에 의해 온도가 감지되는 제3지점과 제4삽입홈에 설치된 온도센서(130)에 의해 감지되는 제4지점 역시 본체부의 하면(116)과 교차하는 방향을 따라 배치될 수 있고, 전도열과 대류열을 계산하는 식을 1차원으로 단순화시키기 위하여 본체부의 하면(116)에 대하여 수직 방향을 따라 배치되는 것이 바람직하다.

[0042] 하부웨이삽입홈(117), 제3웨이, 제4웨이, 제3센서삽입부, 제4센서삽입부는 각각 상부웨이삽입홈(112), 제1웨이(141), 제2웨이(151), 제1센서삽입부(140), 제2센서삽입부(150)과 동일한 구성을 가지고 동일한 기능을 하므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0043] 이하, 도 4 내지 도 5를 참조하면서, 도 1에 도시된 냉각공정용 고온 강판의 열유속계이지(100)를 이용하여 본 실시예의 열유속 측정방법을 간략하게 설명하기로 한다.

[0044] 본 실시예의 열유속 측정방법은, 온도감지단계와, 열유속측정단계와, 열전달계수측정단계를 포함한다.

[0045] 상기 온도감지단계에서는 제1센서삽입부(140)에 삽입설치된 온도센서(130)로부터 제1지점(y1)의 온도(Ty1) 및 제2센서삽입부(150)에 삽입설치된 온도센서(130)로부터 제2지점(y2)의 온도(Ty2)를 감지한다. 또한 제3센서삽입부에 삽입설치된 온도센서(130)로부터 제3지점의 온도 및 제4센서삽입부에 삽입설치된 온도센서(130)로부터 제4지점의 온도 역시 감지한다.

[0046] 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.

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

[0047] 여기서, q"는 본체부 상면(111)에서의 열유속이고, k는 본체부(110) 재료의 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.

[0049] 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 0.3 mm 정도 떨어진 위치이므로 상면(111)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.

[0050] 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 0.3 mm 정도 떨어진 위치이므로 하면(116)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.

[0051] 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.

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

[0052] 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.

[0054] 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 0.3 mm 정도 떨어진 위치이므로 상면(111)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.

- [0055] 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 0.3 mm 정도 떨어진 위치이므로 하면(116)과 동일한 위치로 간주할 수 있다.
- [0056] 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지에 의하면 시간의 변화에 대한 대류열전달계수(h)의 변화 특성을 획득할 수 있다.
- [0057] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지의 분해도이다. 본체부(110)와 제1웨이 및 제2웨지가 일체로 제작형성된 상면웨이(160), 제3웨이 및 제4웨지가 일체로 제작형성된 하면웨이(170)의 결합상태를 도시한 분해도이다.
- [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 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지(100)는 제1웨이 및 제2웨이, 제3웨이 및 제4웨지가 일체로 제작형성되는 것을 특징으로 한다. 상면웨이(160)의 하면에는 제1센서삽입부(140)와 제2센서삽입부(150)가 마련되어 각각에 온도센서(130)가 삽입설치되며, 하면웨이(170)의 상면에는 제3센서삽입부와 제4센서삽입부가 마련되어 각각에 온도센서(130)가 삽입설치된다.
- [0060] 일체형으로 제작형성된 상면웨이(160)와 하면웨이(170)를 본체부(110)에 결합시킴으로써, 본 발명의 열유속 측정에 필수적 요소인 제1지점(y1)과 제2지점(y2)의 단차 및 제3지점과 제4지점의 단차를 안정적으로 유지시키며 구현할 수 있다.
- [0061] 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지는 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.
- [0062] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지는 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.
- [0063] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지는 온도센서(130)가 측면으로 갈수록 각각 하향경사, 상향경사지게 형성되어 있는 상부웨이삽입홈(112), 하부웨이삽입홈(117)에 경사지게 배치됨으로써 열전달계수 측정시 설치하는 플레이트와 온도센서와의 간섭 없이 온도를 측정할 수 있는 효과가 있다.
- [0064] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지 및 이를 이용한 열유속 측정 방법은, 센서삽입부를 포함하는 웨지가 본체부(110)에 결합하도록 함으로써 센서삽입부를 형성하는 공정을 보다 용이하게 진행할 수 있고, 각 웨지가 본체부(110)와 동일한 재질로 형성되고, 그 표면이 본체부(110)의 표면과 동일한 높이로 유지되면서 연속된 면을 이루므로 접촉식 측정기에 의하여 외부 유체 유동에 교란이 발생하여 비정상적인 열유동 데이터가 생성되는 것을 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0065] 또한 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지 및 이를 이용한 열유속 측정 방법은, 본체부의 상면과 하면에 온도센서가 설치됨으로써, 후관의 상면과 하면의 냉각 특성을 동시에 측정할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0066] 상술한 바와 같이 구성된 본 실시예의 냉각공정용 고온 강관의 열유속계이지 및 이를 이용한 열유속 측정 방법은, 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

을 수 있다.

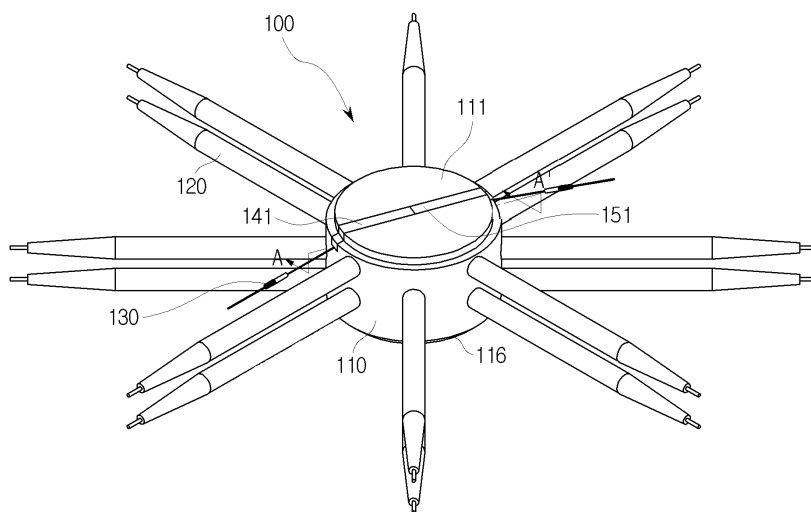
[0067] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

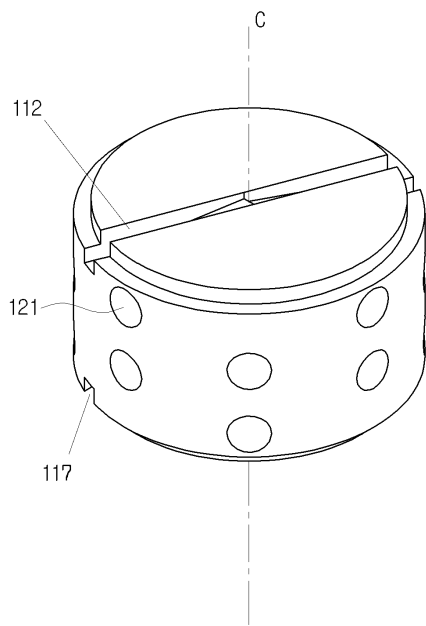
- [0068] 100 : 냉각공정용 고온 강판의 열유속게이지
 110 : 본체부 111 : 본체부의 상면 116 : 본체부의 하면
 112 : 상부웨지삽입홈 117 : 하부웨지삽입홈
 120 : 히터 121 : 히터삽입구
 130 : 온도센서
 140 : 제1센서삽입부 141 : 제1웨지
 150 : 제2센서삽입부 151 : 제2웨지
 160 : 상면웨지
 170 : 하면웨지
 200 : 플레이트
 C : 중심축
 y1 : 제1지점 Ty1 : 제1지점의 온도
 y2 : 제2지점 Ty2 : 제2지점의 온도
 Δy : 제1지점과 제2지점의 거리 차이
 w : 수분류 Tj : 수분류의 온도

도면

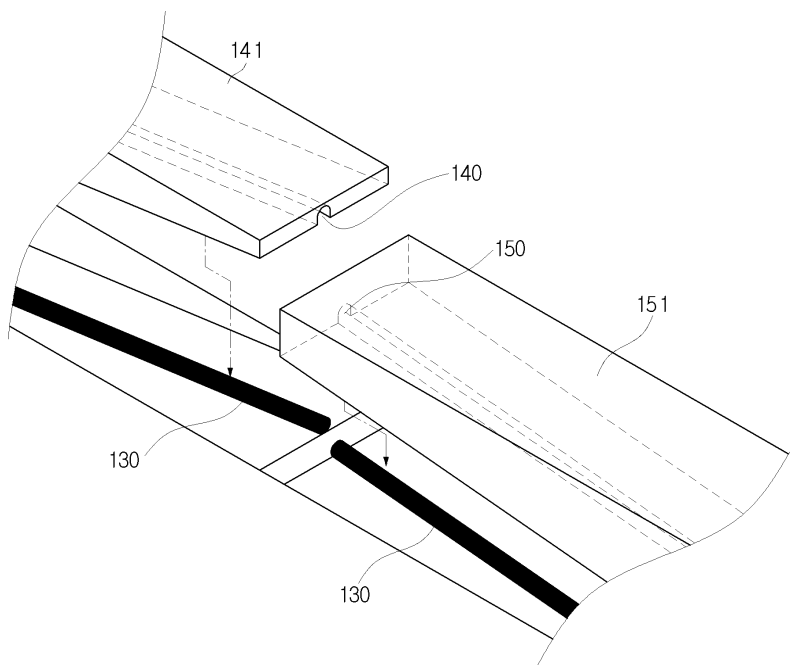
도면1



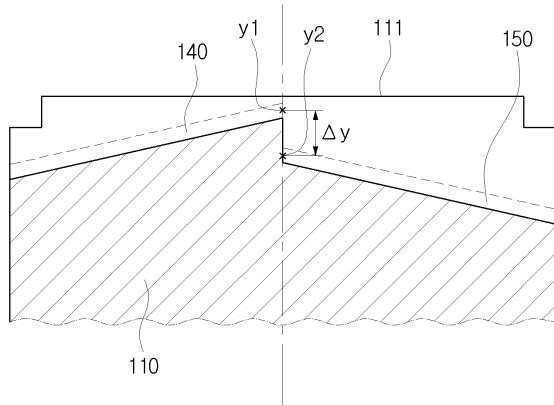
도면2



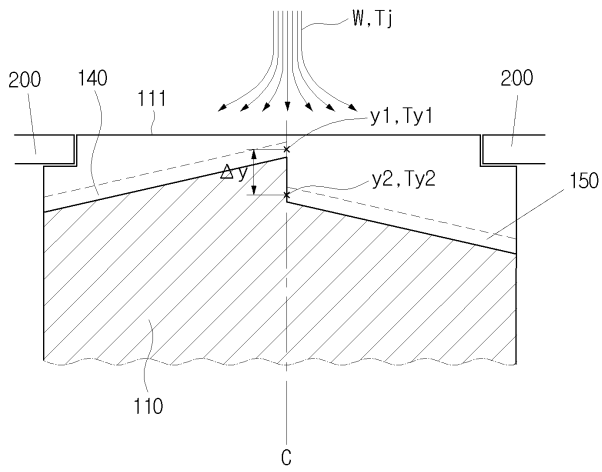
도면3



도면4



도면5



도면6

