



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0048189  
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 3/60 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 3/60 (2013.01)

G01N 2203/0073 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0129965

(22) 출원일자 2018년10월29일

심사청구일자 2018년10월29일

(71) 출원인

한국해양대학교 산학협력단

부산광역시 영도구 태종로 727 (동삼동, 한국해양대학교)

(72) 발명자

심도식

부산광역시 남구 오륙도로 85, 114동 1505호(용호동, 오륙도 에스케이뷰 아파트)

손종윤

광주광역시 남구 금화로374번길 21(주월동)

(74) 대리인

남건필, 박중수, 차상윤

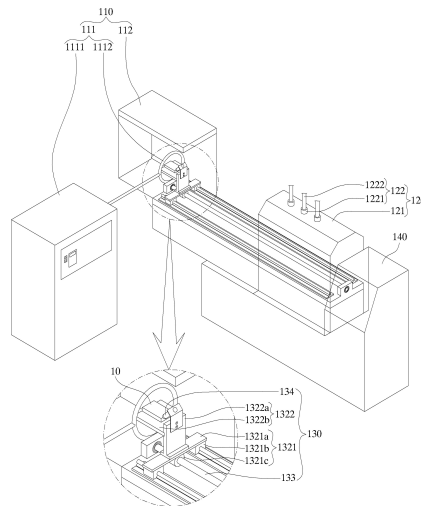
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 열피로 시험 장치

(57) 요약

열피로 시험 장치가 개시된다. 상기 열피로 시험 장치는 시험편에 대해 가열과 냉각을 반복하여 상기 시험편의 내열성을 시험하기 위한 열피로 시험 장치로서, 상기 시험편을 가열하기 위한 가열기; 상기 가열기로부터 일정 거리 이격되어 상기 가열기와 마주하는 냉각기; 상기 가열기 및 냉각기 사이에 배치되어, 상기 시험편을 상기 가열기 및 냉각기를 향해 왕복 이동시키기 위한 시험편이송장치; 및 상기 가열기, 냉각기 및 시험편이송장치를 제어하고, 상기 시험편이 상기 냉각기 및 가열기로 왕복 이동하는 횟수의 설정이 가능하도록 구성되는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415159478

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 에너지수요관리핵심기술개발(에특)

연구과제명 IE4급 전동기용 설계기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국생산기술연구원(재단)

연구기간 2018.05.01 ~ 2018.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

시험편에 대해 가열과 냉각을 반복하여 상기 시험편의 내열성을 시험하기 위한 열피로 시험 장치로서,

상기 시험편을 가열하기 위한 가열기;

상기 가열기로부터 일정 거리 이격되어 상기 가열기와 마주하는 냉각기;

상기 가열기 및 냉각기 사이에 배치되어, 상기 시험편을 상기 가열기 및 냉각기를 향해 왕복 이동시키기 위한 시험편이송장치; 및

상기 가열기, 냉각기 및 시험편이송장치를 제어하고, 상기 시험편이 상기 냉각기 및 가열기로 왕복 이동하는 횟수의 설정이 가능하도록 구성되는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는,

열피로 시험 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 시험편이송장치는,

상기 가열기 및 냉각기의 사이에 배치되는 한 쌍의 가이드레일;

상기 가이드레일 상에 설치되어 상기 가이드레일을 따라 이동하는 이동베이스, 및 상기 가이드레일의 길이방향과 수직하도록 상기 이동베이스 상에 설치되는 수직부 및 상기 수직부에 수직하도록 상기 수직부의 제1 면에 연결되며 상기 시험편이 놓이는 수평부를 포함하는 시험편거치대를 포함하는 시험편거치부재;

상기 한 쌍의 가이드레일 사이에 상기 한 쌍의 가이드레일과 평행하게 배치되고, 상기 이동베이스와 연결되어 상기 이동베이스를 상기 한 쌍의 가이드레일의 길이방향을 따라 이동시키는 볼스크류; 및

상기 수직부의 제1 면의 반대면인 제2 면에 구비되고, 센싱부가 상기 시험편거치대를 향하도록 설치되어 상기 시험편거치대 상에 놓이는 시험편의 온도를 측정하는 온도센서를 포함하는 것을 특징으로 하는,

열피로 시험 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 가열기는,

상기 시험편거치대의 수평부의 높이선상에 배치되고 상기 수평부가 삽입 가능한 직경의 링 형상으로 구비되는 발열코일을 포함하는 고주파가열기; 및

상기 발열코일 주변을 외기로부터 커버하며, 상기 발열코일을 내측에 수용하는 코일커버부를 포함하는 것을 특징으로 하는,

열피로 시험 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 냉각기는,

상기 가열부와 마주하는 일면은 개방되고 개방된 일면의 반대면은 막힌 터널 구조로 구비되어, 상기 터널 구조의 내부에 상기 시험편을 냉각하기 위한 냉각공간을 제공하는 냉각부스;

상기 냉각부스의 상면을 관통하여 상기 냉각부스의 상면에 고정되는 복수의 냉각유체공급노즐, 상기 냉각유체공급노즐에 냉각유체를 공급하기 위한 냉각유체공급기, 및 상기 냉각유체공급기 및 상기 냉각유체공급노즐에 연결되어 상기 냉각유체공급기로부터 상기 냉각유체공급노즐로 냉각유체를 공급하는 복수의 냉각유체공급호스를 포함하는 냉각유체공급장치를 포함하는 것을 특징으로 하는,

열피로 시험 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 열피로 시험 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 시험편에 고주파 가열과 냉각을 반복적으로 적용하여 열응력 발생을 모사하고 시험편의 열피로 특성을 분석하기 위한 시험 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 고온의 용융금속과 접촉하는 다이 캐스팅(Die Casting) 금형의 표면에서는 용융금속에 의한 가열과 이형제 도포에 의한 냉각을 반복하는 열 사이클에 기인하여 열응력 썸열 스트레스(Thermal Stress)가 발생된다. 이러한 열 사이클에서 발생하는 열응력은 사이클 수의 증가에 따라서 발생하는 소재의 힘이 누적되어 금형 표면 부근에 소성 변형이 발생하는 원인이 된다.

[0003] 따라서, 열간가공에 사용되는 금형과 제품은 가열과 냉각 사이클의 반복에 의한 결함 발생에 대해 미리 시험하여 안정성 검증을 위한 열피로 시험이 요구된다.

[0004] 종래에 열피로 시험은 고온으로 유지시킨 로에 사람이 직접 시험편을 넣었다가 일정시간 후 꺼내어 다시 냉각하는 과정을 반복하여 수행되었다. 이러한 종래의 열피로 시험은 수작업으로 진행되고, 수시로 시험 진행상황을 확인해야 하는 번거로움이 있었다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 따라서 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 열 피로에 의한 시험편의 결함 발생 여부의 확인을 위한 시험편의 가열 및 냉각을 반복하는 사이클을 쉽게 구현할 수 있고, 시험편이 가열되고 냉각되는 온도가 균일하게 유지 및 조작 될 수 있으며, 시험편의 내열성을 평가하기 위해서 열응력 발생 사이클을 모사할 수 있는 시험 장치를 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 열피로 시험 장치는 시험편에 대해 가열과 냉각을 반복하여 상기 시험편의 내열성을 시험하기 위한 열피로 시험 장치로서, 상기 시험편을 가열하기 위한 가열기; 상기 가열기로부터 일정 거리 이격되어 상기 가열기와 마주하는 냉각기; 상기 가열기 및 냉각기 사이에 배치되어, 상기 시험편을 상기 가열기 및 냉각기를 향해 왕복 이동시키기 위한 시험편이송장치; 및 상기 가열기, 냉각기 및 시험편이송장치를 제어하고, 상기 시험편이 상기 냉각기 및 가열기로 왕복 이동하는 횟수의 설정이 가능하도록 구성되는 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 일 실시예에서, 상기 시험편이송장치는, 상기 가열기 및 냉각기의 사이에 배치되는 한 쌍의 가이드레일; 상기 가이드레일 상에 설치되어 상기 가이드레일을 따라 이동하는 이동베이스, 및 상기 가이드레일의 길이방향과 수직하도록 상기 이동베이스 상에 설치되는 수직부 및 상기 수직부에 수직하도록 상기 수직부의 제1 면에 연결되며 상기 시험편이 놓이는 수평부를 포함하는 시험편거치대를 포함하는 시험편거치부재; 상기 한 쌍의 가이드레일 사이에 상기 한 쌍의 가이드레일과 평행하게 배치되고, 상기 이동베이스와 연결되어 상기 이동베이스를 상기 한 쌍의 가이드레일의 길이방향을 따라 이동시키는 볼스크류; 및 상기 수직부의 제1 면의 반대면인 제2 면에 구비되고, 센싱부가 상기 시험편거치대를 향하도록 설치되어 상기 시험편거치대 상에 놓이는 시험편의 온도를 측정하는 온도센서를 포함할 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 상기 가열기는, 상기 시험편거치대의 수평부의 높이선상에 배치되고 상기 수평부가 삽입 가능한 직경의 링 형상으로 구비되는 발열코일을 포함하는 고주파가열기; 및 상기 발열코일 주변을 외기로부터 커버하

며, 상기 발열코일을 내측에 수용하는 코일커버부를 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 냉각기는, 상기 가열부와 마주하는 일면은 개방되고 개방된 일면의 반대면은 막힌 터널 구조로 구비되어, 상기 터널 구조의 내부에 상기 시험편을 냉각하기 위한 냉각공간을 제공하는 냉각부스; 상기 냉각부스의 상면을 관통하여 상기 냉각부스의 상면에 고정되는 복수의 냉각유체공급노즐, 상기 냉각유체공급노즐에 냉각유체를 공급하기 위한 냉각유체공급기, 및 상기 냉각유체공급기 및 상기 냉각유체공급노즐에 연결되어 상기 냉각유체공급기로부터 상기 냉각유체공급노즐로 냉각유체를 공급하는 복수의 냉각유체공급호스를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 열피로 시험 장치에 의하면, 시험편의 결함 발생 여부의 확인을 위한 시험편의 가열 및 냉각을 반복하는 사이클을 쉽게 구현할 수 있고, 시험편이 가열되고 냉각되는 온도가 균일하게 유지 및 조작될 수 있고, 이에 따라 반복적인 열응력 발생 사이클을 모사하고 시험편의 내열성을 정확하게 평가할 수 있는 이점이 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열피로 시험 장치의 구성을 설명하기 위한 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 열피로 시험 장치에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0013] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0014] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0015] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 열피로 시험 장치의 구성을 설명하기 위한 사시도이다.

[0017] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 열피로 시험 장치는 시험편에 대해 가열과 냉각을 반복하여 상기 시험편의 내열성을 시험하기 위한 장치로서, 상기 시험편(10)을 가열하기 위한 가열기(110); 상기 가열기(110)로부터 일정 거리 이격되어 상기 가열기(110)와 마주하는 냉각기(120); 상기 가열기(110) 및 냉각기(120) 사이에 배치되어, 상기 시험편(10)을 상기 가열기(110) 및 냉각기(120)를 향해 왕복 이동시키기 위한 시험편이송장치(130); 및 상기 가열기(110), 냉각기(120) 및 시험편이송장치(130)를 제어하고, 상기 시험편(10)이 상기 냉각기(120) 및 가열기(110)로 왕복 이동하는 횟수의 설정이 가능하도록 구성되는 컨트롤러(140)를 포함한다.

[0018] 시험편이송장치(130)는, 가이드레일(131), 시험편거치부재(132), 볼스크류(133) 및 온도센서(134)를 포함할 수 있다.

- [0019] 가이드레일(131)은 가열기(110) 및 냉각기(120)의 사이에 배치된다. 가이드레일(131)은 서로 이웃하는 한 쌍의 레일을 포함한다.
- [0020] 시험편거치부재(132)는 이동베이스(1321) 및 시험편거치대(1322)를 포함할 수 있다.
- [0021] 이동베이스(1321)는 가이드레일(131) 상에 설치되어 가이드레일(131)을 따라 이동한다. 일 예로, 이동베이스(1321)는 베이스판(1321a), 베이스판(1321a)의 저면부 양측에 구비되어 한 쌍의 레일 상에 각각 안착되는 한 쌍의 가이드블록(1321b), 한 쌍의 가이드블록(1321b) 사이에 배치되고 중앙에 나사구멍이 구비되는 이송블록(1322c)을 포함할 수 있다.
- [0022] 시험편거치대(1322)는 수직부(1322a) 및 수평부(1322b)를 포함할 수 있다. 수직부(1322a)는 가이드레일(131)의 길이방향에 수직하도록 이동베이스(1321)의 베이스판(1321a) 상에 설치된다. 수평부(1322b)는 수직부(1322a)에 수직하도록 수직부(1322a)의 제1 면에 연결되며, 수평부(1322b)의 상면에는 시험편(10)이 놓이게 된다.
- [0023] 볼스크류(133)는 한 쌍의 가이드레일(131) 사이에 한 쌍의 가이드레일(131)과 평행하게 배치된다. 볼스크류(133)는 상기 이동베이스(1321)의 이송블록(1322c)과 나사결합되어 제1 방향(예를 들면, 반시계방향)으로 회전하면 이동베이스(1321)를 가열기(110)를 향해 이동시키고, 제2 방향(예를 들면, 시계방향)으로 회전하면 이동베이스(1321)를 냉각기(120)를 향해 이동시킬 수 있다. 도시하지는 않았지만, 볼스크류(133)에는 정역회전하는 모터가 연결될 수 있다.
- [0024] 온도센서(134)는 시험편거치대(1322)의 수평부(1322b) 상에 놓인 시험편(10)의 온도를 측정한다. 이를 위해, 온도센서(134)는 수직부(1322a)의 제1 면의 반대면인 제2 면에 구비되며 센싱부가 시험편거치대(1322)를 향하도록 설치된다.
- [0025] 가열기(110)는 고주파가열기(111) 및 코일커버부(112)를 포함할 수 있다.
- [0026] 고주파가열기(111)는 발열코일(1112) 및 전원부(1111)를 포함한다. 전원부(1111)는 발열코일(1112)에 교류전원을 인가시키고, 가이드레일(131)의 제1 단부에 이웃하도록 배치된다. 발열코일(1112)은 전원부(1111)로부터 가이드레일(131)의 제1 단부를 향하도록 연장되며 시험편거치대(1322)의 수평부(1322b)의 높이선상에 배치되고, 수평부(1322b)가 삽입 가능한 직경의 링 형상으로 구비된다.
- [0027] 코일커버부(112)는 발열코일(1112) 주변을 외기로부터 커버하며, 발열코일(1112)을 내측에 수용하도록 구비된다. 코일커버부(112)는 터널 구조로 구비될 수 있다. 이러한 경우, 터널의 냉각기(120)와 마주하는 전면은 개방되고 후면은 막히며, 측면의 일부는 개방될 수 있다. 측면의 개방된 일부를 통해 발열코일(1112)이 코일커버부(112)의 내측으로 삽입될 수 있다.
- [0028] 냉각기(120)는 냉각부스(121) 및 냉각유체공급장치(122)를 포함할 수 있다.
- [0029] 냉각부스(121)는 가열기(110)와 마주하는 전면은 개방되고 전면의 반대면인 후면은 막힌 터널 구조로 구비되어, 터널 구조의 내부에 시험편(10)을 냉각하기 위한 냉각공간을 제공한다.
- [0030] 냉각유체공급장치(122)는 복수의 냉각유체공급노즐(1221), 냉각유체공급기(미도시) 및 복수의 냉각유체공급호스(1222)를 포함할 수 있다.
- [0031] 복수의 냉각유체공급노즐(1221)은 냉각부스(121)의 상면을 관통하여 냉각부스(121)의 상면에 고정된다. 냉각유체공급노즐(1221)은 냉각유체를 공급하는 방향이 냉각공간을 향한다.
- [0032] 냉각유체공급기는 냉각유체공급노즐(1221)에 냉각유체를 공급하기 위한 장치이다. 일 예로, 냉각유체공급기는 공기 압축기(air compressors)일 수 있다.
- [0033] 냉각유체공급호스(1222)는 냉각유체공급기 및 냉각유체공급노즐(1221)에 연결되어 냉각유체공급기로부터 냉각유체공급노즐(1221)로 냉각유체를 공급한다.
- [0034] 콘트롤러(140)는 가열기(110)의 발열코일(1112)의 가열온도의 설정이 가능할 수 있고, 냉각기(120)의 냉각유체의 공급시간의 설정이 가능할 수 있다. 또한 콘트롤러(140)는 시험편(10)의 가열을 제한하는 상한값이 미리 설정될 수 있고, 온도센서(134)와 전기적으로 연결되어 온도센서(134)로부터 입력되는 시험편(10)의 측정온도가 상기 상한값에 도달하는 경우 시험편이송장치(130)의 볼스크류(133)가 시험편거치부재(132)를 냉각기(120)를 향해 이동시키는 회전방향으로 회전하도록 시험편이송장치(130)를 제어할 수 있다. 또한 콘트롤러(140)는 시험편(10)이 일정 온도, 예를 들어, 상온값에 도달하는 경우 시험편이송장치(130)의 볼스크류(133)가 시험편거치부재

(132)를 가열기(110)를 향해 이송시키는 회전방향으로 회전하도록 시험편이송장치(130)를 제어할 수 있다.

- [0035] 이하에서는 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 열피로 시험 장치를 이용하여 시험편의 내열성을 시험하는 과정을 설명한다.
- [0036] 먼저, 시험편(10)을 시험편거치부재(132)의 시험편거치대(1322)의 수평부(1322b) 상에 위치시킨다. 이때, 시험편거치부재(132)는 한 쌍의 가이드레일(131)의 가운데에 위치할 수 있다.
- [0037] 이어서, 시험편이송장치(130)의 볼스크류(133)를 제1 방향으로 회전시켜서 시험편거치부재(132)의 이동베이스(1321)가 이동하여 시험편거치부재(132)가 가열기(110)를 향해 이동시킨다. 이때, 시험편(10)이 위치한 시험편거치대(1322)의 수평부(1322b)가 가열기(110)의 고주파가열기(111)의 발열코일(1112)의 링 형상의 내측으로 삽입되도록 하여, 링 형상의 발열코일(1112)이 시험편(10)을 에워싸도록 한다.
- [0038] 이어서, 고주파가열기(111)의 전원부(1111)가 발열코일(1112)에 교류전원을 인가하도록 하여 발열코일(1112)이 발열되도록 한다. 발열되는 발열코일(1112)은 시험편(10)을 가열시킨다. 이때, 가열되는 시험편(10)의 온도를 온도센서(134)가 측정하며, 콘트롤러(140)는 온도센서(134)로부터 콘트롤러(140)로 입력되는 시험편(10)의 측정온도가 콘트롤러(140)에 미리 설정되어 있는 상한값까지 도달하는지 여부를 판단한다.
- [0039] 온도센서(134)로부터 입력되는 시험편(10)의 온도가 상기 상한값까지 도달하면, 콘트롤러(140)는 시험편이송장치(130)의 볼스크류(133)를 제2 방향으로 회전시키고, 이에 의해 시험편이송장치(130)의 시험편거치부재(132)는 한 쌍의 가이드레일(131)을 따라 냉각기(120) 방향으로 이동하여, 냉각기(120)의 냉각부스(121) 내에 수용된다.
- [0040] 이어서, 콘트롤러(140)는 냉각유체공급장치(122)의 냉각유체공급기를 구동시키며, 이에 의해 냉각유체공급기로부터 냉각유체가 냉각유체공급호스(1222)를 통해 냉각유체공급노즐(1221)로 공급되며, 냉각유체공급노즐(1221)은 냉각유체를 냉각부스(121) 내에 수용된 시험편거치부재(132) 상의 시험편(10)을 향해 분사하여 시험편(10)을 냉각시킨다. 이러한 시험편(10)의 냉각과정은 콘트롤러(140)에 미리 설정된 냉각유체의 공급시간 동안 진행된다. 이때, 냉각되는 시험편(10)의 온도를 온도센서(134)가 측정하며, 콘트롤러(140)는 온도센서(134)로부터 콘트롤러(140)로 입력되는 시험편(10)의 측정온도가 상온값에 도달하는지 여부를 판단한다.
- [0041] 온도센서(134)로부터 입력되는 시험편(10)의 온도가 상온값까지 도달하면, 콘트롤러(140)는 시험편이송장치(130)의 볼스크류(133)를 제1 방향으로 회전시키고, 이에 의해 시험편이송장치(130)의 시험편거치부재(132)는 한 쌍의 가이드레일(131)을 따라 가열기(110) 방향으로 이동하여, 발열코일(1112)이 시험편(10)을 에워싸도록 위치한다.
- [0042] 이러한 시험편(10)의 가열 및 냉각 과정은 콘트롤러(140)에 미리 설정된 시험편(10)이 냉각기(120) 및 가열기(110)로 왕복 이동하는 횟수만큼 반복되며, 이 과정에서 시험편(10)에 크랙이 발생하는지 여부를 확인한다.
- [0043] 이러한 본 발명의 일 실시예에 따른 열피로 시험 장치를 이용하면, 시험편(10)의 크랙 발생 여부의 확인을 위한 시험편(10)의 가열 및 냉각을 반복하는 사이클을 쉽게 구현할 수 있다.
- [0044] 또한, 시험편(10)의 가열 및 냉각을 반복할 때 시험편(10)이 가열되는 온도 및 냉각되는 온도가 매회 동일하게 유지될 수 있고, 이에 따라 정확한 시험편(10)의 내열성 시험 결과를 얻을 수 있는 이점이 있다.
- [0045] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

