



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월12일  
(11) 등록번호 10-1007506  
(24) 등록일자 2011년01월04일

(51) Int. Cl.

G01N 29/04 (2006.01) G01N 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0121798

(22) 출원일자 2008년12월03일

심사청구일자 2008년12월03일

(65) 공개번호 10-2010-0063326

(43) 공개일자 2010년06월11일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005147813 A

JP2007017301 A

JP2003121423 A

KR1020060070757 A

전체 청구항 수 : 총 8 항

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전 유성구 덕진동 150-1

(72) 발명자

정현규

대전시 유성구 전민동 464-1 엑스포아파트 212동 1703호

백성훈

대전시 유성구 어은동 한빛아파트 105동 1204호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

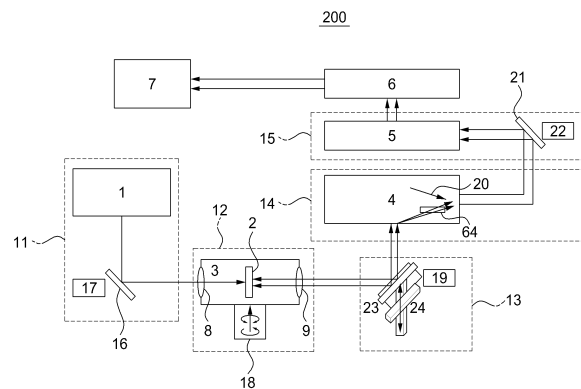
심사관 : 정지덕

(54) 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치

(57) 요약

본 발명에 따르는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치는 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 측정 반사 레이저 빔과 관련하여 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여, 상기 시편에 대해 검사하는 왜곡보정 레이저 간섭 수단, 및 상기 시편을 가열하고, 상기 가열에 따른 상기 시편의 재료 변형에 의해 왜곡된 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 시편으로 조사되는 측정 입사 레이저 빔의 광경로에 기초하여 동일한 역방향의 광경로를 갖도록 보정하는 왜곡보정 가열 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**차형기**

대전시 유성구 노은동 열매마을아파트 11단지 110  
5동 503호

**정용무**

대전시 유성구 관평동 대덕테크노밸리아파트  
703-1802

**차병현**

대전시 유성구 관평동 1280 대덕 테크노밸리아파트  
1013동 502호

**박승규**

대전시 유성구 어은동 한빛아파트 120동 606호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

측정 입사 레이저 빔이 시편으로 조사된 후 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 측정 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔의 간섭으로 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여, 상기 시편에 대해 검사하는 왜곡보정 레이저 간섭 수단; 및

상기 시편을 가열하고, 상기 가열에 따른 상기 시편의 재료 변형과 시편 지지대의 변형에 의해 왜곡된 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로가, 상기 측정 입사 레이저 빔의 광경로에 대해 역방향의 같은 광경로가 되도록, 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로 왜곡을 보정하는 왜곡보정 가열 수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단은,

상기 가열에 따라 발생하는 대기 난류에 의해 왜곡된 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 보정하여, 상기 측정 반사 레이저 빔이 광굴절 결정부에서 기준 레이저 빔과 만나도록 보정하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

측정용 레이저 빔의 위치를 제어하고, 시편상에 조사되는 측정 입사 레이저 빔의 위치와 측정 반사 레이저 빔의 위치를 측정하는 기능을 수행하는 스캐닝 수단

을 더 포함하고,

(1) 상기 왜곡보정 가열 수단은,

스캐닝 수단의 위치관측 카메라부에서 측정되는 측정 반사 레이저 빔의 위치 이동이 기준치 보다 작은 저속으로 이동되는 광경로 왜곡을 시편재료의 변형과 시편지지대의 재료 변형으로 인한 광경로 왜곡으로 식별하고, 측정 입사 레이저 빔의 위치를 기준으로 기준시간 이상 동안의 측정 반사 레이저 빔의 평균 이동 위치를 광경로 왜곡량으로 판단하며, 상기 광경로 왜곡과 상기 광경로 왜곡량을 변형보정계를 제어하여 보정하고,

(2) 상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단은,

상기 측정 반사 레이저 빔의 위치 이동이 기준치 보다 빠른 고속으로 이동하는 광경로 왜곡을 대기 난류에 의한 광경로 왜곡으로 식별하고, 상기 광경로 왜곡을 기울기 거울부를 제어하여 보정하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

광센서부의 센서 중앙부에 간섭 레이저 빔이 입사되게 상기 간섭 레이저 빔의 광경로를 보정하는 왜곡보정 광센서 수단

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단은,

상기 시편에 상기 측정 입사 레이저 빔을 조사하고, 상기 조사된 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편으로부터 반사된 측정 반사 레이저 빔을 기준 레이저 빔과 간섭시켜 상기 간섭 레이저 빔을 생성하고, 상기 간섭

레이저 빔을 이용하여 상기 시편의 내부에서 발생된 초음파 공진 신호를 측정하고, 상기 측정된 초음파 공진 신호를 분석하여 상기 시편을 검사하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 시편으로 펄스 레이저 빔을 조사하되, 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치가 상기 시편 내 표적위치에 조사되지 않는 경우, 포함하는 위치제어 45도 거울부를 이용하여 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치를 조정하고,

시편 상에 조사되는 펄스 레이저 빔의 위치를 위치제어 45도 거울부 뒷면에 위치한 위치관측 카메라부로 확인하는 초음파 발생 빔 조사 수단

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

위치제어 45도 거울부를 경유하여 상기 시편으로 조사되는 상기 측정 입사 레이저 빔이, 상기 시편의 각 영역으로 조사되도록 상기 위치제어 45도 거울부를 제어하는 스캐닝 수단

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 시편에 조사되는 측정 입사 레이저 빔이 복수 개인 경우,

상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단은,

상기 복수 개의 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편으로부터 반사된 복수 개의 측정 반사 레이저 빔을, 기준 레이저 빔과 각각 간섭시켜, 복수 개의 간섭 레이저 빔을 생성하고,

상기 복수 개의 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 시편의 내부에서 발생된 초음파 공진 신호를 각각 측정하고, 상기 측정된 각각의 초음파 공진 신호를 복수로 상호 검증 분석하여 상기 시편을 검사하는 것을 특징으로 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치.

### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 원격의 시편에 펄스 레이저 빔을 조사 함에 따라 시편의 내부에서 발생되는 초음파 공진 신호를, 상기 시편의 반대 편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을 이용하여 측정하고, 상기 측정된 초음파 공진 신호를 분석하여 온도 변화에 따른 상기 시편에서의 미세한 재료 내부 특성 변화를 검사하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명은 레이저 초음파의 공진 신호를 이용한 고온의 시편에서의 미세한 재료 내부 특성 변화를 측정하는 검사 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 완전한 원격 비접촉식 비파괴 검사 도구인 레이저초음파를 고온의 시편에 조사하고, 이에 따라 고온의 시편 내부에서 발생되는 초음파의 공진 신호를, 원격 비접촉식으로 측정함으로써 온도에 따른 시편의 물성 변화를 검사하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003] 레이저 초음파 비파괴 검사 장치는 기존의 접촉식 탐촉자(transducer) 기반의 초음파 검사 장치와 달리, 비접촉식으로 초음파를 검출하고 측정하므로 고온의 시편에 대한 비파괴 검사를 수행할 수 있다. 특히, 레이저 초음

파 비파괴 검사 장치는 한 번의 펄스 레이저 빔 조사 만으로도 광대역의 주파수 스펙트럼 정보를 제공하는 특징이 있어 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

[0004] 종래의 레이저 초음파를 이용한 비파괴 검사 기술에서는 측정 대상 물질의 내부나 표면을 전파하는 광음향파에 의해 변화되는 물질 표면의 미세 이동량에 관한 신호를 측정된 뒤, 측정된 신호를 이용하여 물질의 전달함수나 신호의 진폭 변화 및 위상 변화 등을 관찰하고 있다.

[0005] 또한, 레이저 간섭계를 이용한 비파괴 검사 기술에서는 측정된 물질의 전달함수나 진폭 변화 및 위상 변화로부터 재료 내부의 미세한 결함의 존재 여부와 열화의 정도를 알아내고자 한다. 레이저 초음파는 원격 비접촉식 검사방법이어서 고온 시편에서의 검사가 가능하다.

[0006] 하지만, 고온의 시편인 경우, 온도 변화에 따라 시편 내부/외부의 형상이 변화되어 측정 레이저 빔의 진행(즉, 광경로)에 왜곡이 발생하고, 또한, 고온의 시편에 의해 발생된 대기 난류에 의해서도 측정 레이저 빔의 진행에 왜곡이 발생하여 초음파 신호를 안정적으로 획득할 수가 없는 단점이 있다. 즉, 고온에 의한 재료내부 구조의 변형과 대기 난류에 의해 주파수 스펙트럼에 끊어짐이 발생하는 경우, 정밀한 신호 분석이 어려워지거나, 최악의 경우 측정 자체가 불가능해지는 문제점이 있다. 또한, 신호 계측이 고정된 한 위치에서 이루어짐에 따라, 초음파 신호의 공진 주파수 스펙트럼 정보는 제공되지만, 초음파 공진 모드의 정확한 형상 정보는 제공되지 않음으로 인해 정밀한 신호 분석이 어려운 점이 있다.

[0007] 도 1은 종래의 레이저 초음파를 이용한 비파괴 검사 장치의 구성도이다.

[0008] 도시된 도면을 참조하여 설명하면, 종래의 레이저 초음파를 이용한 비파괴 검사 장치는 펄스 레이저 빔 조사부(1), 가열로(3), 레이저 간섭계(4), 광센서부(5), A/D변환부(6), 컴퓨터부(7), 및 투명판(8, 9)을 포함하여 구성된다.

[0009] 펄스 레이저 빔 조사부(1)는 원거리에 위치한 시편(2)의 표면 위로 펄스 레이저 빔을 조사하고, 이에 따라, 가열로(3) 내부에 위치한 시편(2)의 내부에서는 초음파 공진 신호가 발생한다. 이때, 펄스 레이저 빔 조사부(1)는 펄스 레이저 빔을 투명판(8)을 통과하여 시편(2) 표면 위로 조사한다.

[0010] 레이저 간섭계(4)는 상기 시편(2)의 반대쪽 표면 상에 측정 입사 레이저 빔을 조사하여 상기 발생된 초음파 공진 신호에 의해 변형되는 시편(2)의 표면 변형 정보를 측정한다. 이때, 레이저 간섭계(4)는 투명판(9)을 통과하여 상기 측정 입사 레이저 빔을 시편(2) 표면 위에 조사한다.

[0011] 레이저 간섭계(4)에 의해 측정된 초음파 공진 신호는 광센서부(5)에서 전기적인 신호로 변환된 후, A/D변환부(6)에서 디지털 값으로 변환되어 신호 처리를 위해 컴퓨터부(7)로 입력된다.

[0012] 이러한 레이저 초음파 비파괴 검사 장치에서는 일반적인 시편에 대한 초음파 측정은 가능하지만, 시편의 온도가 변화하거나 고온일 경우 시편의 변형이나 대기 난류로 인해 측정 입사 레이저 빔의 광경로가 왜곡되어 측정이 불가능하게 된다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0013] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 시편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 측정 입사 레이저 빔에 기초하여 역방향의 같은 광경로를 갖도록 실시간으로 광경로를 보정 함으로써, 상기 보정된 측정 반사 레이저 빔을 이용하여 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 보다 안정적으로 획득하고, 상기 획득된 초음파 공진 신호를 분석하여 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 검사할 수 있도록 하는 레이저초음파의 다중 측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 시편에서의 온도 변화에 따라 발생하는 시편의 재료 변형, 또는 상기 온도 변화를 위해 시편을 가열 함에 따라 발생하는 대기 난류 등에 의해 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로가 왜곡되는 경우, 시편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 기초하여 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 실시간으로 보정 함으로써, 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호의 정밀한 측정을 위한 완전한 자동화가 이루어지는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명은 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔 간의 간섭에 따라 생성된 간섭

레이저 빔을 이용하여 상기 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 측정하며, 간섭된 레이저 빔이 광센서부에 입사되는 과정에서 상기 간섭 레이저 빔의 광경로를 보정 함으로써, 보다 정밀하게 상기 초음파 공진 신호를 측정할 수 있게 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명은 위치제어 45도 거울부를 제어하여 상기 위치제어 45도 거울부를 거쳐 시편으로 조사되는 펄스 레이저 빔과 측정용 레이저 빔이 상기 시편의 원하는 위치에 조사되도록 하고, 또한 본 발명은 스캐닝 수단을 이용하여 상기 시편으로 조사되는 측정용 레이저 빔의 위치를 이동시켜 시편의 각 영역을 스캔하고, 이에 따라 생성한 스캔 면적에 대한 초음파 공진 모드 정보를 추가적으로 제공 함으로써, 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 분석할 수 있도록 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명은 고온의 시편에서 발생하는 재료 구조의 변화에 따른 초음파 공진 신호에 대한 다중 측정용 레이저 빔을 이용하는 다중 계측과 상호 검증을 통해 측정 성능을 향상시키는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0018] 또한, 본 발명은 완전한 원격의 비접촉식인 레이저 초음파를 이용하여 고온의 재료에 대한 비파괴 검사를 가능하게 하는 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제 해결수단

[0019] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치는 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 측정 반사 레이저 빔과 관련하여 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여, 상기 시편에 대해 검사하는 왜곡보정 레이저 간섭 수단, 및 상기 시편을 가열하고, 상기 가열에 따른 상기 시편의 재료 변형에 의해 왜곡된 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 시편으로 조사되는 측정 입사 레이저 빔의 광 경로에 기초하여 역방향의 동일한 광경로를 갖도록 왜곡을 보정하는 왜곡보정 가열 수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 효 과

[0020] 본 발명에 따르면, 시편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 측정 반사 레이저 빔에 기초하여 서로 동일한 역방향의 광경로가 되도록 실시간으로 보정 함으로써, 상기 보정된 측정 반사 레이저 빔을 이용하여 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 보다 안정적으로 획득하고, 상기 획득된 초음파 공진 신호를 분석하여 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 검사할 수 있게 된다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, 시편에서의 온도 변화에 따라 발생하는 시편의 재료 변형, 또는 상기 온도 변화를 위해 시편을 가열 함에 따라 발생하는 대기 난류 등에 의해 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로가 왜곡되는 경우, 상기 시편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 기초하여 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 서로 동일한 광경로를 갖도록 실시간으로 보정 함으로써, 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호의 정밀한 측정을 위한 완전한 자동화가 이루어지게 된다.

[0022] 또한, 본 발명에 따르면, 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔 간의 간섭에 따라 생성된 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호의 측정 시, 광센서부에 입사되는 상기 간섭 레이저 빔이 항상 광센서부의 센서 중앙부에 입사되게 광경로를 보정 함으로써, 보다 정밀하게 상기 초음파 공진 신호를 측정할 수 있게 된다.

[0023] 또한, 본 발명에 따르면, 위치제어 45도 거울부를 제어하여 상기 위치제어 45도 거울부를 거쳐 시편으로 조사되는 초음파 발생용 펄스 레이저 빔과 초음파 측정용 레이저 빔이 상기 시편의 원하는 위치로 조사되도록 하고, 또한 본 발명은 스캐닝 수단을 사용하여 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 위치를 제어하여 시편의 각 영역을 스캔하고, 이에 따라 생성한 스캔 면적에 대한 초음파 공진 모드 정보를 추가적으로 제공 함으로써, 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 분석할 수 있게 된다.

[0024] 또한, 본 발명에 따르면, 고온의 시편에서 발생하는 재료 구조의 변화에 따른 초음파 공진 신호에 대한 다중 계측과 상호 검증을 통해 측정 성능을 향상시킬 수 있게 된다.

[0025] 또한, 본 발명에 따르면, 완전한 원격의 비접촉식인 레이저 초음파를 이용하여 고온의 재료에 대한 비파괴 검사



를 가능하게 한다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치에 대하여 상세히 설명한다.
- [0027] 측정 대상인 시편에서는 가열 작용에 따른 온도 변화로 인해 재료 내부의 특성이 변화될 수 있다. 이러한 시편에 펄스 레이저 빔이 조사되는 경우, 상기 시편의 내부에서는 상기 재료 내부의 특성 변화와 연관되는 초음파 공진 신호에 변화가 발생된다.
- [0028] 따라서, 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치는 상기 시편에 측정 입사 레이저 빔을 조사한 뒤, 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여, 상기 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 측정하고, 측정된 초음파 공진 신호를 분석 함으로써, 상기 시편의 온도 변화에 따른 시편의 미세한 재료 내부 특성의 변화를 용이하게 검사할 수 있다.
- [0029] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치의 구성도이다.
- [0030] 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치(200)는 초음파 발생 빔 조사 수단(11), 왜곡보정 가열 수단(12), 스캐닝 수단(13), 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14), 왜곡보정 광센서 수단(15), A/D 변환부(6) 및 컴퓨터부(7)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0031] 상기 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 시편(2)으로 펄스 레이저 빔을 조사하되, 상기 펄스 레이저 빔의 조사 위치가 시편(2) 내 표적위치에 조사되지 않는 경우, 포함하는 위치제어 45도 거울부(16)를 이용하여 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치를 조정하고, 또한, 상기 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 시편(2) 상에 조사되는 펄스 레이저 빔의 위치를 위치제어 45도 거울부(16) 뒷면에 위치한 위치관측 카메라부(17)로 확인하는 기능을 하며, 여기서 상기 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 펄스 레이저 빔 조사부(1), 위치제어 45도 거울부(16), 및 위치관측 카메라부(17)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0032] 위치관측 카메라부(17)는 시편을 관측함에 있어서 시편에서 반사된 빛이 위치제어 45도 거울부(16)를 통과한 빛을 관찰하여 시편을 관측할 수 있으며, 즉, 위치관측 카메라부(17)는 위치제어 45도 거울부(16) 뒤쪽에 위치하며 위치제어 45도 거울부(16)를 통과하는 시편(2)에서 반사된 일부 빛을 이용하여 시편을 관측할 수 있다.
- [0033] 상기 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 펄스 레이저 빔 조사부(1)에서 발생하는 펄스 레이저 빔을, 위치제어 45도 거울부(16)를 경유하여 원격에 위치한 측정 대상인 시편(2)에 조사하고, 상기 조사된 펄스 레이저 빔에 의해, 시편(2)에서는 재료 내부의 특성 변화와 연관되는 초음파 공진 신호가 발생된다.
- [0034] 이때, 상기 시편(2)은 왜곡보정 가열 수단(12) 내 가열로(3)에서 최대한 작은 면적으로 시편을 지지하는 시편지지대에 의해 고정될 수 있으며, 상기 가열로(3)에서 상기 시편(2)이 가열 됨에 따라, 고온으로 인한 시편(2) 또는 상기 시편지지대의 변형으로 인해, 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치가 시편(2) 내 표적위치를 벗어날 수 있다.
- [0035] 따라서, 상기 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 위치관측 카메라부(17)를 제어하여 상기 시편(2)에 조사되는 펄스 레이저 빔의 조사위치가 시편(2) 내 표적위치와 매칭되는지 확인하고, 상기 매칭되지 않는 경우, 상기 위치제어 45도 거울부(16)를 제어하여 용이하게 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치를 상기 시편(2) 내 표적위치와 매칭시킬 수 있다.
- [0036] 이때, 상기 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 위치관측 카메라부(17) 및 위치제어 45도 거울부(16)에 대한 자동 제어 또는 수동 제어를 통해 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치를 시편(2) 내 표적위치와 매칭시킬 수 있다.
- [0037] 상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 측정 입사 레이저 빔이 시편으로 조사된 후 시편(2)으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 측정 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔(20)과의 간섭으로 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여, 시편(2)에 대해 검사하는 기능을 하며, 상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 레이저간섭계(4)와 기울기거울부(64)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0038] 즉, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 상기 조사된 펄스 레이저 빔에 의해, 시편(2)의 내부에서 발생하는 상기 초음파 공진 신호를 측정하기 위해, 상기 펄스 레이저 빔이 조사된 시편(2)의 반대편에 측정 레이저 빔을 조사하고, 상기 측정 반사 레이저 빔이 시편(2)으로부터 반사된 측정 반사 레이저 빔을 수신하여 기준 레이저 빔과

간섭을 시킨다.

- [0039] 상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 상기 측정 반사 레이저 빔을, 기준 레이저 빔과 간섭시켜, 간섭 레이저 빔을 생성하고, 상기 간섭 레이저 빔을 이용하여 시편(2)의 내부에서 발생된 초음파 공진 신호를 측정하고, 상기 측정된 초음파 공진 신호를 분석하여 시편(2)을 검사할 수 있다. 즉, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 측정된 초음파 공진 신호를 분석하여, 고온으로 온도 변화하는 시편(2)의 재료 내부의 특성 변화를, 상기 시편(2)에 대한 원격, 비접촉식으로 용이하게 검사할 수 있다.
- [0040] 이때, 상기 시편(2)으로부터 반사된 측정 반사 레이저 빔의 광경로에 왜곡이 발생하는 경우, 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치(200)는 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 측정 입사 레이저 빔의 광경로에 기초하여 서로 동일한 역방향의 광경로가 되도록 보정할 수 있다.
- [0041] 우선, 본 발명에 따른 고온재료 원격검사 장치(200)는 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로에 대한 위치이동 왜곡 특성을 이용하여, 광경로 왜곡 종류를 식별하는 기능을 포함한다.
- [0042] 즉, 상기 스캐닝 수단(13)은 측정용 레이저 빔의 위치를 제어하고, 시편상에 조사되는 측정 입사 레이저 빔의 위치와 측정 반사 레이저 빔의 위치를 위치관측 카메라부(19)를 이용하여 측정하는 기능을 한다.
- [0043] 일례로, 상기 왜곡보정 가열 수단(12)은 위치관측 카메라부(19)에서 관측되는 상기 시편(2)에서 반사되는 측정 반사 레이저 빔 광경로의 위치이동이 선정된 기준치 이동속도 보다 작은 저속으로 움직이는 경우, 상기 광경로 왜곡 종류를 시편(2)의 재료 변형이나 시편 지지대의 재료 변형에 의한 광경로 왜곡으로 식별할 수 있다. 예를 들어, 상기 측정반사빔의 위치이동이 1초에 1mm 이하로 느리게 움직이는 왜곡은, 고온으로 인한 시편(2) 또는 상기 시편지지대의 변형으로 인해 발생한 광경로 왜곡으로 식별할 수 있다.
- [0044] 반대로, 상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 측정 반사 레이저 빔의 광경로 위치이동이 선정된 기준치 이동속도 보다 큰 고속으로 확인되는 경우, 상기 광경로 왜곡 종류를 상기 대기 난류에 의한 광경로 왜곡으로 식별할 수 있다. 예를 들어, 상기 위치이동이 1초에 1mm 이상으로 빨리 움직일 경우, 고온에 의해 발생하는 대기 난류를 통과할 때 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로가 왜곡된 것으로 판단할 수 있다.
- [0045] 상기 왜곡보정 가열 수단(12)은 시편(2)을 가열하고, 상기 가열에 따른 시편(2)의 재료 변형에 의해 왜곡된 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 변형보정계(18)를 제어하여 보정하며, 상기 시편(2)의 반대편으로 조사되는 측정 입사 레이저 빔의 광경로에 기초하여 동일한 광경로를 갖도록 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 보정하는 기능을 하며, 상기 왜곡보정 가열 수단(12)은 가열로(3), 투명판(8, 9), 및 변형보정계(18)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0046] 즉, 상기 왜곡보정 가열 수단(12)은 초기에 시편(2)에 조사되는 측정 레이저 빔의 위치 정보를 위치관측 카메라부(19)로부터 수신하고, 상기 위치 정보를 이용하여 시편(2)에 대해 기울기 제어와 회전 제어가 가능한 변형보정계(18)를 제어 함으로써, 고온에 기인한 재료 변형으로 인한 측정 반사 레이저 빔의 광경로 왜곡을 보정할 수 있다. 예를 들어, 고온의 대기 난류에 의한 측정 반사 레이저 빔의 광경로 왜곡은 사용자가 설정한 기준치 속도보다 빠른 속도로 이동하고, 고온으로 인한 시편 지지대나 시편의 변형에 의한 광경로 왜곡은 저속으로 변화하므로 수초이상(예를 들어 3초)의 장시간으로 관측한 평균왜곡량을 시편 지지대의 변형과 시편 재료의 변형에 의한 왜곡 성분으로 판단할 수 있다. 그리고, 상기 평균 왜곡량을 기준으로 빠른 속도로 변화하는 측정반사빔 광경로의 위치 이동을 대기 난류에 의한 광경로 왜곡으로 판단할 수 있다.
- [0047] 또한, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 상기 시편(2)에 대한 가열에 따라 발생하는 대기 난류에 의해 왜곡된 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 측정 입사 레이저 빔의 광경로에 기초하여 역방향의 동일한 광경로를 갖도록 보정할 수 있다. 즉, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 가열로(2) 내부에서 반사되는 측정 반사 레이저 빔이 고온에 의해 발생하는 대기 난류를 통과할 때 광경로에 심한 왜곡이 발생하는 경우, 기울기거울부(64)를 제어하여 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 제어하여 광굴절 결정부(47)에 조사되는 기준 레이저 빔과 광굴절 결정부(47)에서 만나서 레이저 간섭계(4)는 높은 간섭 효율을 갖도록 할 수 있다.
- [0048] 이때, 시편(2)에 조사되는 측정 입사 레이저 빔이 복수 개인 경우, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 복수 개의 측정 반사 레이저 빔에 상응하여 시편(2)으로부터 반사되는 복수 개의 측정 반사 레이저 빔을, 기준 레이저 빔과 각각 간섭시켜, 복수 개의 간섭 레이저 빔을 생성하고, 상기 복수 개의 간섭 레이저 빔을 이용하여 시편(2)의 내부에서 발생된 초음파 공진 신호를 각각 측정하고, 상기 측정된 각각의 초음파 공진 신호를 복수로 상호 검증 분석하여 시편(2)을 검사할 수 있다. 즉, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 둘 이상의 측정용 레이저 빔을 사용하여 초음파 공진 신호를 다중으로 측정한 뒤, 측정된 초음파 공진 신호를 상호 상대 비교 함으로써 고



온도로 인해 발생할 수 있는 에러를 줄이고 보다 정밀하게 초음파 공진 신호를 측정할 수 있다.

- [0049] 또한, 상기 스캐닝 수단(13)은 위치제어 45도 거울부(23)를 경유하여 시편(2)으로 조사되는 상기 측정 레이저 빔이, 시편(2)의 각 영역으로 조사되도록 상기 위치제어 45도 거울부(23)를 제어하는 기능을 하며, 상기 스캐닝 수단(13)은 위치관측 카메라부(19), 위치제어 45도 거울부(23), X/Y축 스캐닝부(24)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0050] 즉, 상기 스캐닝 수단(13)은 위치제어 45도 거울부(23)를 제어하여 측정 입사 레이저 빔이 상기 시편(2)의 원하는 위치로 조사되도록 하고, X/Y축 스캐닝부(24)를 제어하여 측정 입사 레이저 빔이 상기 시편(2)의 모든 영역을 스캔 함으로써, 초음파 공진 모드 영상에 관한 정보를 추가적으로 제공하여 더욱 정밀한 세부 분석을 가능하게 한다(도 5 참조).
- [0051] 상기 왜곡보정 광센서 수단(15)은 광센서부(5)에 입사되는 상기 간섭 레이저 빔의 광경로를 보정하는 기능을 한다. 즉, 상기 왜곡보정 광센서 수단(15)은 광센서부(5)의 센서 중앙부에 간섭 레이저 빔이 입사되도록 상기 간섭 레이저 빔의 광경로를 보정하는 기능을 하며, 상기 왜곡보정 광센서 수단(15)은 복수 개의 광센서(57, 61)가 포함되는 광센서부(5), 기울기거울부(21), 및 위치관측 카메라부(22)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0052] 즉, 상기 왜곡보정 광센서 수단(15)은 상기 간섭 레이저 빔이 위치가 고정된 광센서부(5)로 입사 시 발생하는 왜곡을, 컴퓨터부(7)의 위치예러를 검출하는 위치관측 카메라부(22)를 통해 왜곡된 정도를 추출한 뒤, 기울기거울부(21)를 제어하여 상기 간섭 레이저 빔이 정확하게 광센서부(5)의 센서 중앙부로 입사되도록 할 수 있다.
- [0053] 상기 왜곡보정 광센서 수단(15)은 상기 광센서부(5)에 정확하게 입사된 상기 간섭 레이저 빔을 전기적인 신호로 변환하여 A/D 변환부(6)로 전달하고, 상기 A/D 변환부(6)는 상기 전달된 간섭 레이저 빔을 디지털 값으로 변환할 수 있다. 상기 디지털 값으로 변환된 간섭 레이저 빔은 컴퓨터부(7)에 의해 신호 처리되어 시편(2)의 열화 정도 또는 재료 내부의 특성 변화에 대한 정보가 추출될 수 있다.
- [0054] 따라서, 본 발명에 따르면, 시편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로를, 상기 측정 입사 레이저 빔에 기초하여 서로 역방향의 동일한 광경로가 되도록 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 실시간으로 보정 함으로써, 상기 보정된 측정 반사 레이저 빔을 이용하여 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 보다 안정적으로 획득하고, 상기 획득된 초음파 공진 신호를 분석하여 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 검사할 수 있게 된다.
- [0055] 또한, 본 발명에 따르면, 시편에서의 온도 변화에 따라 발생하는 시편의 재료 변형, 또는 상기 온도 변화를 위해 시편을 가열 함에 따라 발생하는 대기 난류 등에 의해 상기 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로가 왜곡되는 경우, 상기 시편에 조사한 측정 입사 레이저 빔에 기초하여 상기 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 실시간으로 보정 함으로써, 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호의 정밀한 측정을 위한 완전한 자동화가 이루어지게 된다.
- [0056] 또한, 본 발명에 따르면, 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔 간의 간섭에 따라 생성된 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 측정 시, 광센서부에 입사되는 상기 간섭 레이저 빔의 광경로를 보정 함으로써, 보다 정밀하게 상기 초음파 공진 신호를 측정할 수 있게 된다.
- [0057] 또한, 본 발명에 따르면, 본 발명은 위치제어 45도 거울부를 제어하여 상기 위치제어 45도 거울부를 거쳐 시편으로 조사되는 측정 입사 레이저 빔이 상기 시편에서 원하는 위치로 조사되도록 하고, 본 발명은 X/Y축 스캐닝부(24)를 제어하여 측정 시편(2) 모든 영역을 스캔하고, 이에 따라 생성한 초음파 공진 모드 정보를 추가적으로 제공 함으로써, 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 분석할 수 있게 된다.
- [0058] 또한, 본 발명에 따르면, 고온의 시편에서 발생하는 재료 구조의 변화에 따른 초음파 공진 신호에 대한 다중 계측과 상호 검증을 통해 측정 성능을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0059] 또한, 본 발명에 따르면, 완전한 원격의 비접촉식인 레이저 초음파를 이용하여 고온의 재료에 대한 비파괴 검사를 가능하게 한다.
- [0060] 도 3은 도 2에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치의 상세 구성도이다.
- [0061] 초음파 발생 빔 조사 수단(11) 내 펄스 레이저 빔 조사부(1)는 펄스 레이저 빔을, 거울부(31)와 위치제어 45도

거울부(16)와 포커싱렌즈부(32) 및 투명판(8)을 통과하여, 가열로(3) 내부의 시편(2)상에 조사할 수 있다.

- [0062] 상기 가열로(3) 내부의 시편(2)에서는 온도가 증가 함에 따라 재료 내부의 특성 변화가 발생할 수 있다. 위치 관측 카메라부(17)는 가열로(3) 내부의 시편(2) 상에 조사되는 펄스 레이저 빔의 위치 정보를 측정하고, 초음파 발생 빔 조사 수단(11)은 측정된 위치 정보를 이용하여 펄스 레이저 빔의 조사위치가 시편(2) 내 표적위치에서 벗어나는지 확인하고, 벗어날 경우, 위치제어 45도 거울부(16)를 제어하여 펄스 레이저 빔이 고정된 표적위치로 조사되도록 할 수 있다. 이때 위치관측 카메라부(17)는 위치제어 45도 거울부(16)를 통하여 시편을 관측할 수 있다. 이때, 상기 펄스 레이저 빔의 조사위치는 시편(2)상에 조사되는 펄스 레이저 빔의 중심점의 위치로 추출될 수 있다.
- [0063] 상기 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 상기 레이저간섭계(4)를 제어하여 측정 입사 레이저 빔이 위치제어 45도 거울부(23)를 경유하여 시편(2)의 표면 상에 조사되도록 할 수 있으며, 상기 조사된 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 상기 시편(2)으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을, 상기 레이저간섭계(4) 내부의 기준 레이저 빔과 간섭하여 생성한 상기 간섭 레이저 빔으로부터 상기 초음파 공진 신호를 측정할 수 있다.
- [0064] 즉, 상기 조사된 펄스 레이저 빔에 의해 초음파 공진 신호가 시편(2) 내부에서 발생할 경우, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14) 내 레이저 간섭계(4)는 측정용 레이저부(33)에서 나온 레이저 빔을, 거울부(34)와 반파장판(35)을 통과한 후, 빔분할기(36)를 통과할 때 두 개의 빔인 기준 레이저 빔(r)과 측정용 레이저 빔(o)으로 분할할 수 있다.
- [0065] 여기서 상기 기준 레이저 빔(r)은 광굴절 결정부(47)에서 간섭될 때까지의 측정용 레이저 빔과 광경로 길이를 일치시키기 위하여 광경로 길이를 조절하는 거울부(37, 38, 39, 40, 41, 42)를 지난 후에 포커싱렌즈부(43)와 방향제어 거울부(44) 및 반파장판(45)을 통과한 다음에 광굴절 결정부(47)에 조사될 수 있다.
- [0066] 상기 빔분할기(36)에서 반사 분할된 또 하나의 레이저 빔인 측정용 레이저 빔(o)은 또 다른 빔분할기(48)를 거치면서 두 개의 제1 측정 입사 레이저 빔(o1), 과 제2 측정 입사 레이저 빔(o2)으로 분할될 수 있다. 첫 번째 제1 측정 레이저 빔 'o1'은 거울부(49)와 위치제어 45도 거울부(23), 포커싱렌즈부(50) 1/4파장판(51) 및 투명판(9)을 통과한 후에 가열로(3) 내부의 시편(2)에 조사되고, 이에 상기 시편(2)으로부터 반사된 제1 측정 반사 레이저 빔 'o1'은 투명판(9), 1/4파장판(51), 포커싱렌즈부(50), 위치제어 45도 거울부(23), 거울부(49)를 거쳐 빔분할기(48)에서 반사되어 방향제어용 거울부(52, 53)를 지난 후에 기울기거울부(64)를 지나서 광굴절 결정부(47)에 조사될 수 있다.
- [0067] 광굴절결정부(47)는 조사된 상기 기준 레이저 빔(r)과 상기 제1 측정 반사 레이저 빔 'o1'을 간섭시켜 생성한 간섭 레이저 빔A는 1/4파장판(54)과 분극기(55)를 지나서 기울기거울부(56)를 통과한 후에 광센서(57)에 입사시켜 전기적인 신호로 변환할 수 있다.
- [0068] 상기 또 다른 빔분할기(48)를 거치면서 분할된 두 번째 제2 측정 입사 레이저 빔 'o2'는 방향제어용 거울부(58, 59)와 위치제어 45도 거울부(23), 포커싱렌즈부(50), 1/4파장판(51) 및 투명판(9)을 통과한 후에 가열로(3) 내부의 시편(2)에 조사되고, 이에 상기 시편(2)으로부터 반사된 제2 측정 반사 레이저 빔 'o2'는 투명판(9), 1/4 파장판(51), 포커싱렌즈부(50), 위치제어 45도 거울부(23), 및 방향제어용 거울부(59, 58)을 거쳐 빔분할기(48)를 통과한 뒤, 다시 방향제어용 거울부(52, 53)를 지난 후에 기울기거울부(64)를 지나서 광굴절 결정부(47)에 조사될 수 있다.
- [0069] 마찬가지로, 상기 광굴절결정부(47)는 조사된 상기 기준 레이저 빔(r)과 상기 제2 측정 반사 레이저 빔 'o2'를 간섭시켜 생성한 간섭 레이저 빔B를, 1/4파장판(54)과 분극기(55)를 지나서 기울기거울부(60)을 통과한 후에 광센서(61)에 입사시켜 전기적인 신호로 변환할 수 있다.
- [0070] 상기 전기적인 신호로 변환된 간섭 레이저 빔A 및 간섭 레이저 빔B(즉, 초음파 공진 신호A 및 초음파 공진 신호B)는 A/D변환부(6)에서 디지털 값으로 변환되어 컴퓨터부(7)에 의해 신호처리될 수 있다. 컴퓨터부(7)는 비파괴 검사용 신호처리와 시스템 자동 제어를 수행할 수 있다.
- [0071] 상기 시편(2)으로부터 반사된 제1 측정 반사 레이저 빔 'o1'과 제2의 측정 반사 레이저 빔 'o2' 각각의 광경로에 왜곡이 발생하는 경우, 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치(200)는 모든 측정용 레이저 빔인 상기 제1 측정 반사 레이저 빔 'o1'과 제2 측정 반사 레이저 빔 'o2'의 광경로 왜곡을 보정함에 있어서, 제1 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 제1 측정 입사 레이저 빔의 광경로에 기초하여 서로 역방향의 같은 광경로가 되도록 보정하고, 제2 측정 반사 레이저 빔의 광경로를 제2 측정 입사 레이저 빔의 광경

로에 기초하여 서로 역방향의 같은 광경로가 되도록 보정할 수 있다.

- [0072] 다시 말해, 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치(200)는 시편(2)에 조사한 제1 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 시편(2)으로부터 반사되는 제1 측정 반사 레이저 빔의 광경로가, 상기 제1 측정 입사 레이저 빔의 광경로와 서로 역방향의 동일한 광경로가 되도록 실시간으로 보정하고, 또한, 시편(2)에 조사한 제2 측정 입사 레이저 빔에 상응하여 시편(2)으로부터 반사되는 제2 측정 반사 레이저 빔의 광경로가, 상기 제2 측정 입사 레이저 빔의 광경로와 서로 역방향의 동일한 광경로가 되도록 실시간으로 보정할 수 있다.
- [0073] 따라서, 본 발명에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치(200)는 둘 이상의 측정용 레이저 빔(즉, 제1 측정 입사 레이저 빔과 즉, 제2 측정 입사 레이저 빔)을 사용하여 초음파 공진 신호를 다중으로 측정한 뒤, 측정된 초음파 공진 신호를 상호 상대 비교 함으로써 고온으로 인해 발생할 수 있는 에러를 줄이고 보다 정밀하게 초음파 공진 신호를 측정하여, 온도 변화에 따른 시편의 재료 특성 변화를 보다 정밀하게 검사할 수 있게 된다.
- [0074] 가열로(3) 내부에서 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로는 고온에 의해 시편지지대나 시편(2)의 형상이 변형되어 왜곡될 수 있으며, 이 경우, 왜곡보정 가열 수단(12)은 변형보정계(18)를 제어하여 상기 광경로를 보정할 수 있다.
- [0075] 여기서 상기 변형보정계(18)는 X축과 Y축 방향의 기울기 제어와 회전 제어가 가능한 제어장치로, 제어축 중심위치가 시편(2)의 위치와 동일하다. 고온에 의한 시편(2)이나 시편지지대의 형상 변화에 의한 측정 반사 레이저 빔의 광경로는 지속적으로 위치이동하여 변화하므로 광경로의 왜곡 보정은 관리자에 의한 수동 제어, 또는 자동화 시스템에 의한 자동 제어로 구성이 가능하다. 이때 위치관측 카메라부(19)는 위치제어 45도 거울부를 통해서 시편을 관측하며, 상기 제1 측정 반사 레이저 빔의 중심점을 추출하여 실험 초기에 기억하고 있는 제1 측정 입사 레이저 빔의 조사 위치를 기준으로 상호 위치 비교를 함으로써 광경로의 왜곡된 정도를 확인할 수 있다.
- [0076] 또한, 가열로(3) 내부에서 반사되는 상기 제1 측정 반사 레이저 빔의 광경로는 고온에 의해 발생된 대기 난류에 의해 왜곡될 수 있으며, 이 경우, 왜곡보정 레이저 간섭 수단(14)은 기울기거울부(64)를 제어하여 상기 광경로를 보정할 수 있다.
- [0077] 이때, 위치관측 카메라부(22)는 광굴절 결정부(47)에 맺히는 기준 레이저 빔(r)과 제1 측정 반사 레이저 빔과 제2의 측정 반사 레이저 빔(o1, o2) 각각의 중심점을 추출하여, 대기 난류에 의한 광경로의 왜곡된 정도를 할 수 있다. 여기서 1/4파장판(54)과 분극기(55)는 측정범위를 넓히기 위하여 상기 광굴절 결정부(47)에 최대한 가깝게 위치될 수 있다.
- [0078] 또한, 왜곡보정 광센서 수단(15)은 상기 기준 레이저 빔(r)과 제1 측정 반사 레이저 빔 'o1' 및 제2의 측정 반사 레이저 빔 'o2' 각각을 간섭시켜 생성한 간섭 레이저 빔A 및 간섭 레이저 빔B(즉, 초음파 공진 신호A 및 초음파 공진 신호B)가 광센서(57, 61) 각각에 정확히 입사되도록, 기울기거울부(56, 60)를 제어할 수 있다. 이때, 왜곡보정 광센서 수단(15)은 위치추출 카메라부(62, 63)를 통해 간섭 레이저 빔A 및 간섭 레이저 빔B 각각의 중심점을 추출하여 추출된 중심점이 광센서(57, 61) 각각에 정확히 입사되도록 할 수 있다.
- [0079] 따라서, 본 발명에 따르면, 고온의 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 광경로 왜곡을 자동 보정함으로써, 측정이 어려웠던 고온 영역의 측정을 가능하게 하고, 광간섭 효율성을 높여 시스템의 측정 성능을 개선시킬 수 있게 된다. 또한, 본 발명에 따르면, 둘 이상의 다중 측정 레이저 빔을 사용하여 시편의 내부에서 발생하는 초음파 공진 신호를 다중으로 측정하고, 측정된 초음파 공진 신호를 상호 상대 비교 함으로써 측정 에러를 감소시켜 측정 성능을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0080] 또한, 본 발명에 따르면, X/Y축 스캐닝부(24)를 사용하여 시편의 전체 영역을 스캔하여 데이터를 획득함으로써, 초음파 공진 모드 영상에 관한 정보를 추가로 제공함으로써 시스템의 성능을 높이고 더욱 정밀한 세부 분석을 가능하게 한다.
- [0081] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치에서 초음파 공진 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 그래프이다.
- [0082] 도 4에서는 시편 상에서 측정된 초음파 공진 신호의 주파수 스펙트럼의 일례를 도시하고 있다.
- [0083] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 X/Y축 스캐닝 수단(13)을 이용하여 시편(2) 전체 영역에 스캔을 하여 초음파 공진 모드 영상을 얻은 다음에 여러 공진 주파수 중에서 하나의 주파수인 423KHz 에서의 공진 모드 영상을 도시

한 도면이다.

[0084] 도 5에서는 스캐닝 수단(13)에서 시편으로부터 반사되는 측정 반사 레이저 빔을 이용하여 상기 시편의 조사위치에 해당하는 영역이 스캐닝 됨에 따라, 측정된 2차원 정보 중에서 423.6 kHz의 위치에서의 주파수 공진 모드 영상의 일례를 도시하고 있다. 이에 따라, 스캐닝 수단(13)으로부터 획득되는 3차원 공진 모드 영상의 재료의 내부 구조 변화 정보를 추출하는데 더욱 정밀한 정보가 제공될 수 있다.

[0085] 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

### 도면의 간단한 설명

[0086] 도 1은 종래의 레이저 초음파를 이용한 비파괴 검사 장치의 구성도이다.

[0087] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치의 구성도이다.

[0088] 도 3은 도 2에 도시된 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치의 상세 구성도이다.

[0089] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치에서 획득한 초음파 공진 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 그래프이다.

[0090] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치에서 423 kHz의 위치에서의 주파수 공진 모드 영상을 도시한 도면이다.

[0091] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0092] 200: 레이저초음파의 다중측정을 이용한 고온재료 원격검사 장치

[0093] 11: 초음파 발생 빔 조사 수단

[0094] 12: 왜곡보정 가열 수단

[0095] 13: 스캐닝 수단

[0096] 14: 왜곡보정 레이저 간섭 수단

[0097] 15: 왜곡보정 광센서 수단

[0098] 5: 광센서부 57, 61: 광센서

[0099] 16, 23: 위치제어 45도 거울부

[0100] 6: A/D 변환부

[0101] 7: 컴퓨터부

[0102] 1: 펄스 레이저 빔 조사부 2: 시편

[0103] 3: 가열로 4: 레이저간섭계

[0104] 8,9: 투명관 17, 19, 22: 위치관측 카메라부

[0105] 18: 변형보정계 20: 기준 레이저 빔

[0106] 21, 56, 60, 64: 기울기거울부 24: X/Y축 스캐닝부

[0107] 32, 43, 50: 포커싱렌즈부 33: 측정용 레이저부

[0108] 35, 45: 반파장판 36, 48: 빔분할기

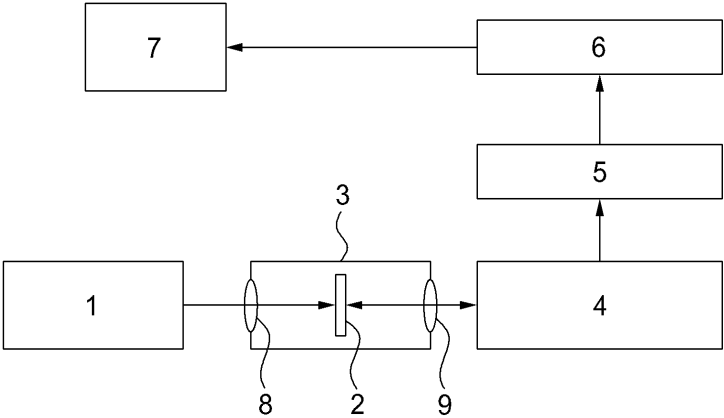
[0109] 47: 광굴절 결정부 51, 54: 1/4파장판

[0110] 55: 분극기 62, 63: 위치추출 카메라부

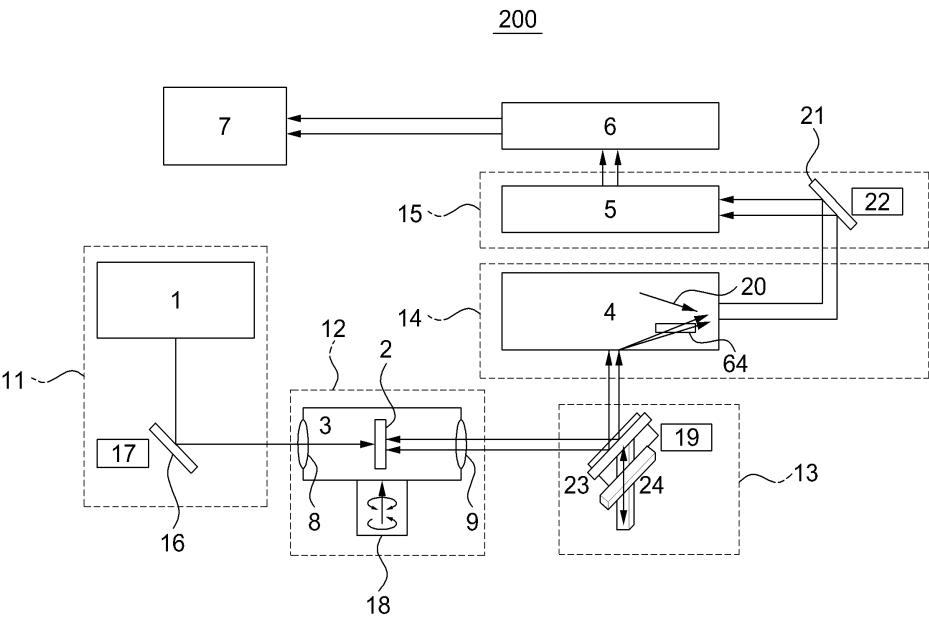
[0111] 31, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 49, 52, 53, 58, 59: 거울부

도면

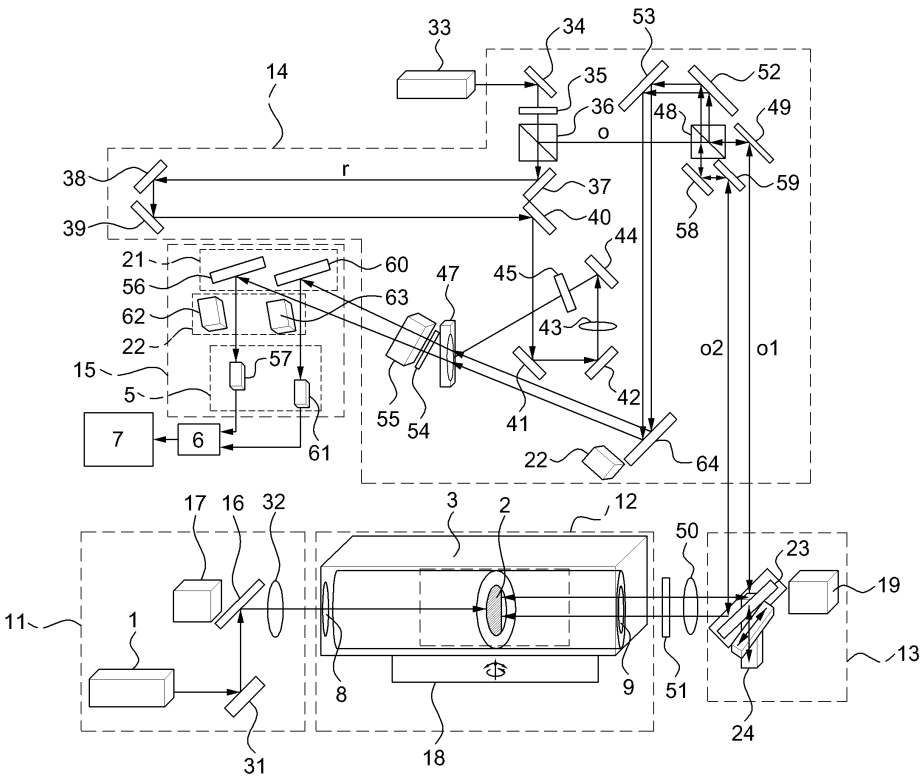
도면1



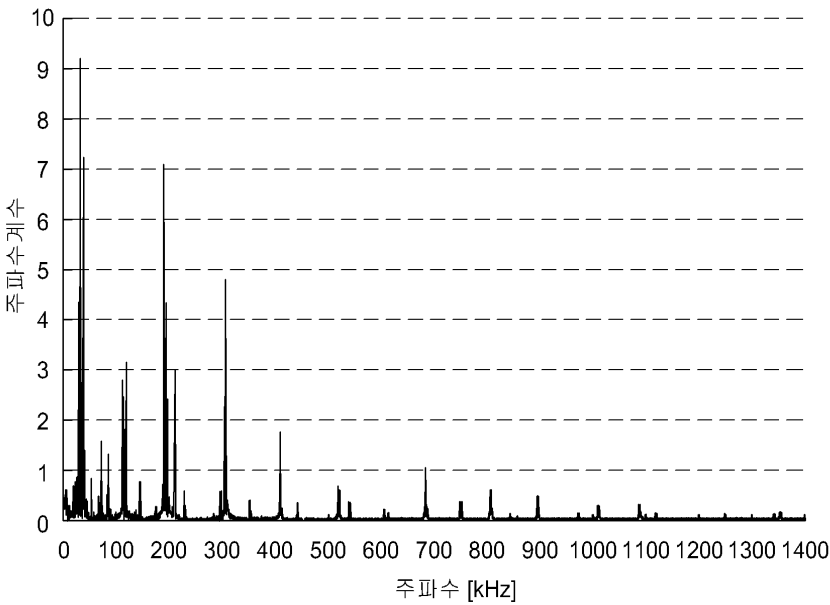
도면2



도면3



도면4





도면5

