



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월14일
(11) 등록번호 10-1007456
(24) 등록일자 2011년01월04일

(51) Int. Cl.

G01N 29/04 (2006.01) *G01H 17/00* (2006.01)

G01N 21/00 (2006.01) *G01B 11/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0000066

(22) 출원일자 2009년01월02일

심사청구일자 2009년01월02일

(65) 공개번호 10-2010-0080671

(43) 공개일자 2010년07월12일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050073227 A

KR100443409 B1

JP2003149041 A

JP63261159 A

전체 청구항 수 : 총 10 항

(73) 특허권자

한국원자력연구원

대전 유성구 덕진동 150-1

(72) 발명자

정현규

대전시 유성구 전민동 464-1 엑스포아파트 212동
1703호

김철중

대전시 유성구 어은동 99 한빛아파트 132동 204호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

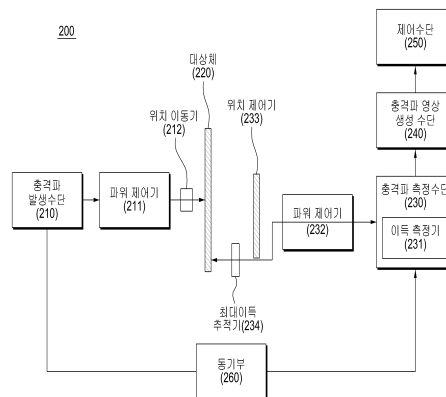
심사관 : 정지덕

(54) 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치

(57) 요약

본 발명에 따르는 충격과 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치는, 대상체로 충격파를 전송하는 충격파 발생 수단, 상기 대상체로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 상기 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 대상체에 전송된 충격파를 측정하는 충격과 측정수단, 상기 측정된 충격파에 대한 충격과 영상을 생성하는 충격과 영상 생성수단, 및 상기 생성된 충격과 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 상기 대상체의 품질을 판단하는 중앙 제어수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

백성훈

대전시 유성구 어은동 한빛아파트 105동 1204호

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

대상체로 충격파를 전송하는 충격파 발생수단;

상기 대상체로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 상기 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 대상체에 전송된 충격파를 측정하는 충격파 측정수단;

상기 측정된 충격파에 대한 충격파 영상을 생성하는 충격파 영상 생성수단; 및

상기 생성된 충격파 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 상기 대상체의 품질을 판단하는 중앙 제어수단

을 포함하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 2

제1항에 있어서

상기 충격파 발생수단을 제어하여, 상기 대상체로 전송하는 충격파의 위치를 조정하는 위치 이동기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 충격파 발생수단은,

상기 충격파의 강도를 변화시키는 파워 제어기

를 포함하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 충격파 측정수단을 제어하여, 상기 대상체에 대한 측정위치를 조정하는 위치 제어기를 더 포함하고,

상기 위치 제어기는,

상기 충격파 측정수단에 의해 검출되는 상기 반사 레이저 빔의 강도가 최대가 되도록, 상기 측정 레이저 빔을 입사하는 측정위치를 조정하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 충격파 측정수단은,

변조 단속기로 온(on) 또는 오프(off) 단속 제어되는 기준 레이저 빔 및 측정 레이저 빔을 생성하는 레이저 간섭계; 및

상기 온 또는 오프 단속 제어된 기준 레이저 빔을, 상기 측정 레이저 빔의 반사 레이저 빔과 광굴절 결정부에서 간섭시켜, 생성되는 간섭 레이저 빔에 대한 강도값의 진폭으로부터 상기 레이저 간섭계의 이득으로 설정하는 이득 측정기

를 포함하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 레이저 간섭계는,

상기 광굴절 결정부에서 상기 기준 레이저 빔의 직경을, 상기 측정 레이저 빔의 직경보다 크게 입사시켜 간섭을 시키는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 충격파 측정수단은,

상기 검출된 반사 레이저 빔의 강도를 변화시키는 파워 제어기

를 더 포함하고,

상기 레이저 간섭계는,

상기 광굴절 결정부에 입사되는 반사 레이저 빔의 강도를 측정하고, 상기 측정된 반사 레이저 빔의 강도가 상기 기준 레이저 빔의 강도와 동일하도록 상기 파워 제어기를 제어하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 충격파 측정수단은,

상기 검출된 반사 레이저 빔의 반사 각도를 측정하는 최대이득 추적기

를 포함하고,

상기 최대이득 추적기는,

CCD 촬상 센서에 맺히는 측정 반사 레이저 빔의 중심점을 추출하고, 상기 중심점을 이용하여 상기 반사 레이저 빔의 반사 각도위치를 추출하는 반사 빔 중심 추출기

를 포함하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 충격파 측정수단은,

상기 대상체에 대한 측정위치를 이동시키는 위치 제어기

를 포함하고,

상기 최대이득 추적기는

상기 추출된 반사 각도위치를 참조하여, 상기 위치 제어기를 제어하여 상기 측정 반사 레이저 빔이 입사되는 측정각도 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 충격파 발생수단의 충격파 발생시점과, 상기 충격파 측정수단의 충격파 측정시점을 동기화시키는 동기부

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 대상체로 충격파를 전송하고, 상기 대상체로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 상기 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 대상체에 전송된 충격파를 측정하고, 상기 측정된 충격파에 대한 충격파 영상을 생성하고, 상기 생성된 충격파 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 상기 대상체의 품질을 판단함으로써, 대상체 상에 존재하는 미세 결함과 품질을 용이하게 평가할 수 있는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 충격파 가시화 장치는 기존의 탐촉자(transducer)기반의 접촉식 가시화 기법 또는 ACT(Air-Coupled Transducer) 또는 EMAT(Electro Magnetic Acoustic Transducer)를 포함하는 레이저 충격파 기반의 비접촉식 가시화 기법으로 구성이 가능하다.

[0003] 탐촉자 기반의 접촉식 가시화 기법은 비교적 높은 이득의 측정이 가능하나, 측정 대상체 표면에 탐촉자를 붙여야 하므로 접촉 조건에 따라 이득의 변화가 심하고, 측정 대상체 표면이 거칠거나 좁은 구역에서는 측정이 어렵다는 단점이 있다. 또한, 탐촉자 표면적이 커서 공간 측정 분해능력이 떨어지는 단점도 있다.

[0004] 비접촉식 가시화 기법인 ACT 방법은 비접촉식 측정이 가능한 장점이 있으나, 탐촉자의 부피가 크고 측정 이득이 작으며 대기 흐름에 민감하여 안정된 시스템의 구성에 어렵다는 단점이 있다. 또한, EMAT 방법은 비접촉식 측정이 가능한 장점이 있으나, 탐촉자의 부피가 크며 측정 대상체와 수 mm길이 이내로 근접시켜야만 안정된 시스템을 구성할 수 있기 때문에, 완벽한 원거리 비접촉식 시스템을 구성하기에는 무리가 따른다. 레이저 기반의 충격파 가시화 장치는 완전한 원거리 비접촉식 검사 장치라는 장점이 있으나, 측정 대상체의 표면이 거칠 경우에는 난 반사로 인하여 측정 분해능력이 떨어져 이득이 높은 안정된 시스템을 구성하는데 어려움이 있다.

[0005] 도 1은 종래기술에 따른 레이저 간섭계를 이용한 충격파 가시화 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[0006] 도시한 바와 같이, 충격파 가시화 장치(100)는 충격파 발생수단(110), 측정 대상체(120), 이송수단(130), 충격파 측정수단(140), 충격파 영상 수단(150), 제어수단(160)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0007] 충격파 발생수단(110)은 측정 대상체(120)의 내, 외부로 충격파를 전파하고, 충격파 측정수단(140)은 이송수단(130)으로 이동되는 측정 대상체(120)의 표면 측정위치에서 충격파에 의해 변형되는 표면의 변형 정보를 측정할 수 있다. 즉, 충격파 측정수단(140)은 측정 대상체(120)로 레이저 간섭계에서 발생하는 측정 레이저 빔을 주사하고, 측정 대상체(120)로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 이용하여 측정 대상체(120) 표면의 변형 정보를 측정할 수 있는 것이다.

[0008] 충격파 영상 수단(150)은 측정 대상체(120)의 모든 영역에서 측정된 충격파를 시간단위로 면적 영상을 생성하여 표시할 수 있다. 제어수단(160)은 상기 면적 영상에 대한 신호 처리를 담당하고, 충격파 가시화 장치(100)를 제어할 수 있다.

[0009] 이러한, 충격파 가시화 장치(100)는 측정 대상체(120)의 표면이 균일하거나 평면일 때는 측정이 용이하나, 측정 대상체(120)의 표면이 불균일 하거나 특정영역이 특정 방향으로 기울어져 있으면 측정에 어려움이 있다. 또한, 각 측정위치마다 측정 이득이 달라져서 양질의 충격파 정보를 얻기가 어려운 점도 있다.

[0010] 이에 따라, 본 발명에서는 대상체로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 상기 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 대상체에 전송된 충격파를 측정하고, 상기 측정된 충격파에 대한 충격파 영상을 생성하고, 상기 생성된 충격파 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 상기 대상체의 품질을 판단함으로써, 대상체 상에 존재하는 미세 결함과 품질을 용이하게 평가할 수 있는 새로운 기술을 제안한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0011] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 대상체로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 상기 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭

으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 대상체에 전송된 충격파를 측정하고, 상기 측정된 충격파에 대한 충격파 영상을 생성하고, 상기 생성된 충격파 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 상기 대상체의 품질을 판단함으로써, 대상체 상에 존재하는 미세 결함과 품질을 용이하게 평가 가능한 고품질의 비파괴 검사 장치를 구성할 수 있는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명은 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔의 강도가 기준 레이저 빔의 강도보다 크도록 상기 대상체로 측정 레이저 빔을 입사하는 측정위치를 조정함으로써, 레이저 간섭계의 이득을 최대로 유지할 수 있는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은 단속제어가 가능한 레이저 기준 레이저 빔을, 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔과 광굴절 결정부에서 간섭시켜, 생성되는 간섭 레이저 빔에 대한 강도값의 진폭으로부터 레이저 간섭계의 이득을 판단함으로써, 측정되는 충격파에 대한 신호를 정규화시켜 고품질의 충격파 영상을 생성할 수 있도록 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명은 기준 레이저 빔의 직경을, 대상체로 입사되는 측정 레이저 빔의 직경보다 크게 생성함으로써, 대상체의 표면이 거칠어 반사 레이저 빔이 왜곡되더라도, 왜곡된 반사 레이저 빔도 측정할 수 있도록 하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0015] 상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치는, 대상체로 충격파를 전송하는 충격파 발생수단, 상기 대상체로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 상기 대상체로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 상기 대상체에 전송된 충격파를 측정하는 충격파 측정수단, 상기 측정된 충격파에 대한 충격파 영상을 생성하는 충격파 영상 생성수단, 및 상기 생성된 충격파 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 상기 대상체의 품질을 판단하는 중앙 제어수단을 포함하는 것을 특징으로 한다.

효과

[0016] 본 발명에 따르면, 최대이득 추적기를 이용하여 대상체의 표면이 거친 경우에도 최대 측정 레이저 빔을 반사하는 대상체의 측정위치와 반사 레이저 빔 측정위치를 검출하여, 레이저 간섭계가 최대 이득을 유지할 수 있도록 한다.

[0017] 또한, 본 발명에 따르면, 대상체의 각 측정위치에서 레이저 간섭계의 이득을 측정하여 상기 레이저 간섭계가 최대 이득을 유지할 수 있도록 보정함으로써, 상대적으로 비교 예러가 줄어든 정규화된 충격파(충격파 신호)를 획득할 수 있도록 한다.

[0018] 또한, 본 발명에 따르면, 대상체의 표면이 거칠어 대상체로부터 반사된 반사 레이저 빔이 일정 부분 왜곡되더라도, 왜곡된 반사 레이저 빔도 측정할 수 있도록 광굴절 결정부에 입사되는 기준 레이저 빔의 직경을 측정 레이저 빔의 직경보다 2배 이상 크게 생성함으로써, 안정된 충격파 신호를 획득할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명에 따르면, 대상체로 전송되는 충격파의 강도에 변화를 주어, 충격파 강도에 따라 측정되는 충격파의 특성 변화를 관찰함으로써, 대상체의 품질을 평가하고, 대상체의 미세한 특성 변화를 검출할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0021] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[0022] 도시한 바와 같이, 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치(200)는 충격파 발생수단(210), 파워 제어기(211), 위치 이동기(212), 대상체(220), 충격파 측정수단(230), 이득 측정기(231), 최대이득 추적기(234), 위치 제어기(233), 파워 제어기(232), 충격파 영상 생성수단(240), 중앙 제어수단(250), 동기부(260)를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0023] 충격파 발생수단(210)은 접촉식 충격파 발생 기법 또는 비접촉식 충격파 발생 기법으로 대상체(220)에 충격파를 발생시킨다.
- [0024] (1)접촉식 충격파 발생 기법은 접촉식 트랜스듀스를 사용하여 대상체(220)에 충격파를 발생시키는 방법이나, 자기변형 스트립(strip) 센서를 이용하여 대상체(220)에 충격파를 발생시키는 방법이 있을 수도 있다.
- [0025] (2)비접촉식 충격파 발생기법은 ACT(ACT(Air-Coupled Transducer) 또는 EMAT(Electro Magnetic Acoustic Transducer)으로 비접촉식으로 충격파를 발생시키거나, 레이저 빔을 대상체(220)상에 전송하여 충격파를 발생시킬 수도 있다.
- [0026] 파워 제어기(211)는 상기 발생되는 충격파의 강도를 조절할 수 있다. 즉, 파워 제어기(211)는 상기 발생되는 충격파의 강도를 조절함으로써, 상기 강도에 따른 충격파 영상의 변화로부터 대상체(220)의 품질을 평가하는데 이용될 수 있도록 한다.
- [0027] 위치 이동기(212)는 상기 강도 조절된 충격파를 대상체(220)로 전송하는 위치를 이동시킬 수 있다. 즉, 위치 이동기(212)는 상기 발생된 충격파를 대상체(220)의 어느 위치로 전송할 지, 위치를 조정하여 대상체(220)의 전체에 상기 충격파가 전송될 수 있도록 충격파 발생수단(210)을 제어할 수 있다.
- [0028] 레이저 간섭계 기반의 충격파 측정수단(230)은 대상체(220)로 입사된 측정 레이저 빔에 의해 대상체(220)로부터 반사되는 반사 레이저 빔을 검출하고, 상기 검출된 반사 레이저 빔과 기준 레이저 빔과의 간섭으로부터 생성되는 간섭 레이저 빔을 이용하여 대상체(220)에 전파되는 충격파를 측정할 수 있다.
- [0029] 먼저, 충격파 측정수단(230)은 대상체(220)의 어느 한 위치에 대한 충격파를 측정하기 위해, 이득 측정기(231)를 이용하여 레이저 간섭계의 이득을 측정할 수 있다. 상기 레이저 간섭계는 측정 레이저 빔과, 기준 레이저 빔을 생성하는 것으로, 상기 측정 레이저 빔은 대상체(220)로 입사된다.
- [0030] 이득 측정기(231)는 상기 레이저 간섭계 내부의 광변조 단속기와 같은 변조 단속기로 기준 레이저 빔을 ON/OFF로 단속시켜 일정주기로 단속되는 기준 레이저 빔을 측정 레이저 빔과 광굴절 결정부에서 간섭시킨 후, 생성되는 간섭 레이저 빔의 강도값 진폭으로부터 상기 레이저 간섭계의 이득을 설정할 수 있다.
- [0031] 동기부(260)는 충격파 발생수단(210)의 충격파 발생시점과, 충격파 측정수단(230)의 충격파 측정시점을 동기화시켜, 충격파 측정수단(230)이 측정 대상체(220)의 모든 위치에서 안정적인 충격파를 측정할 수 있도록 하고, 측정 대상체(220)의 모든 측정 면적에 대해 시간이 일치된 충격파 영상을 생성하도록 한다.
- [0032] 최대이득 추적기(234)는 충격파 측정수단(230)이 항상 최대 이득을 가진 충격파를 측정하도록, 상기 레이저 간섭계의 이득을 최대치로 유지할 수 있게 한다.
- [0033] 또한, 파워 제어기(232)는 광굴절 결정부에 입사되는 측정 레이저 빔의 강도가 상기 기준 레이저 빔의 강도와 동일하도록 제어할 수 있다.
- [0034] 위치 제어기(233)는 충격파 측정수단(230)이 대상체(220)의 모든 영역에서 충격파를 측정하도록 대상체(220)로 측정 레이저 빔을 입사하는 측정위치를 이동시킬 수 있다.
- [0035] 본 발명의 실시예로, 상기 레이저 간섭계는 광굴절 결정부에서 입사되는 간섭 레이저 빔의 강도를 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치(200)의 초기 상태에서 측정하고, 이를 저장할 수 있다. 광굴절 결정부에 입사되는 반사 레이저 빔의 강도를 매 측정위치마다 측정한 후, 파워 제어기(351)를 제어하여, 상기 반사 레이저 빔의 강도를 상기 기준 레이저 빔의 강도와 동일하도록 유지할 수 있다.
- [0036] 따라서, 충격파 측정수단(230)은 대상체(220)로 조사되는 측정 레이저 빔의 직경을 수백 μm 이내로 줄일 수 있어, 높은 공간 분해능력을 갖는 충격파 영상을 생성할 수 있도록 한다. 이러한, 충격파 측정수단(230)은 정밀한 결함 분석이 가능한 충격파 영상을 측정할 수 있다.
- [0037] 충격파 영상 생성수단(240)은 상기 측정된 충격파에 대한 충격파 영상을 생성할 수 있다. 즉, 충격파 영상 생성수단(240)은 시간 순으로 상기 측정된 충격파에 대한 흐름 영상을 가시화시킬 수 있다.
- [0038] 중앙 제어수단(250)은 상기 생성된 충격파 영상을 분석하여 미세 결함을 검출하고, 상기 검출된 미세 결함에 기초하여 대상체(220)의 품질을 판단할 수 있다. 즉, 중앙 제어수단(250)은 상기 충격파 영상으로부터 결함 주변에서 반사되거나 회절되는 대상체(220) 내부의 미세 결함의 존재 유무와 결함 크기를 검출하고, 충격파의 강도에 따라 변화되는 충격파 영상의 변화로부터 대상체(220)의 건전성 여부를 판단한다. 또한, 중앙 제어수단

(250)은 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치(200)의 제어를 담당한다.

- [0039] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 빔에 의해 발생하는 충격파 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- [0040] 충격파 발생수단(310)은 펄스 레이저 빔을 출력하고, 상기 출력된 펄스 레이저 빔은 감쇠기인 파워 제어기(311)를 통과한 후, 광결합기(312)를 거쳐 광파이버(313)와 집속(focusing) 광결합기((314)로 전송되어, 대상체(320)의 내부에 충격파를 발생시킬 수 있다. 이때, 위치 이동기(315)는 대상체(320)로 전송되는 펄스 레이저 빔의 위치를 이동시킨다.
- [0041] 충격파 측정수단(330)은 측정용 레이저(331)의 레이저 빔을 이용하여 충격파를 측정할 수 있다. 측정용 레이저(331)에서 출력되는 레이저 빔은 거울(332), 파워 제어기(333) 및 반파장판(334)을 거쳐 빔 분할기(335)로 전송됨으로써, 측정 레이저 빔(o), 기준 레이저 빔(r)로 분할될 수 있다.
- [0042] 상기 기준 레이저 빔(r)은 집속렌즈(336)와, 반파장판(337), 광 변조 단속기(338), 거울(339) 및 파워 제어기(340)를 거쳐 광굴절 결정부(341)로 입사될 수 있다. 이때, 광굴절 결정부(341)에 입사되는 기준 레이저 빔의 광굴절 결정부(341) 위치에서의 직경은 측정 레이저 빔의 직경보다 2배 이상 크게 입사될 수 있도록 한다. 이는, 상기 측정 레이저 빔의 광경로가 일정부분 왜곡이 발생하더라도 충격파 측정수단(330)에서 안정적으로 대상체(320)에 대한 충격파를 측정하도록 하기 위한 것이다.
- [0043] 빔 분할기(335)에서 분할된 측정 레이저 빔(o)은 1/4 파장판(342)과 광 결합기(350)를 거쳐 광파이버(343)로 입사될 수 있다. 광파이버(343)로 입사된 상기 측정 레이저 빔은 집속 광결합기(344)와 거울(345)을 거쳐 대상체(320) 표면에 입사될 수 있다. 이때, 대상체(320) 표면에 입사된 측정 레이저 빔의 일부는 반사되고, 반사된 반사 레이저 빔은 거울(345), 광결합기(344)를 거쳐 광파이버(343)로 입사될 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 측정 레이저 빔의 일부는 측정 반사 레이저 빔 영상을 획득하는 CCD 촬상 센서와 측정 반사 레이저 빔의 중심점을 추출하는 중심점 추출기로 구성된 반사빔 중심 추출기(346)로 입사된다. 위치 제어기(347)는 반사빔 중심 추출기(346)에 입사된 상기 측정 레이저 빔을 대상체(320)에 입사할 때, 대상체(320)로부터 반사되는 반사 레이저 빔의 최고 강도가 반사되도록 대상체(320)에 대한 측정위치를 조정할 수 있다. 즉, 위치 제어기(347)는 현재 반사되는 측정 반사 레이저 빔의 강도가 약할 경우 입사되는 측정위치에서 일정 면적($\pm 1\text{mm}$) 이내에서 최고 강도를 반사시키는 위치를 상기 측정위치로 조정하여 설정할 수 있다.
- [0045] 여기서, 반사빔 중심 추출기(346)는 상기 CCD 촬상 센서에 맺히는 측정 레이저 빔의 중심점을 추출하여, 측정 반사 레이저 빔의 최대 강도값이 반사되는 반사 각도위치를 추출할 수 있다. 최대이득 추적기(348)는 위치 제어기(347)를 제어하여 각 측정위치에서 측정되는 반사 레이저 빔의 각도위치로부터 상기 각도위치가 정확하게 광파이버(343)로 입사될 수 있도록 측정 각도를 제어한다. 즉, 위치 제어기(347)는 대상체(320)의 모든 표면을 스캔하면서 상기 충격파를 측정할 수 있도록, 대상체(320)에 대한 측정위치를 이동시켜 충격파 측정수단(330)이 상기 충격파를 측정할 수 있도록 한다.
- [0046] 광파이버(343)에 입사된 반사 레이저 빔은 광결합기(350)와, 1/4 파장판(342)을 통과한 후에 빔 분할기(335)를 투과한다. 빔 분할기(335)를 투과한 반사 레이저 빔은 파워 제어기(351)와 거울(352)를 거쳐 광굴절 결정부(341)에 입사될 수 있다.
- [0047] 광굴절 결정부(341)를 통과한 반사 레이저 빔은 기준 레이저 빔과 간섭한 후, 생성되는 간섭 레이저 빔은 1/4 파장판(357)과 분극기(353)를 거쳐 광센서(354)에 입사될 수 있다. A/D 변환기(356)는 광센서(354)에 입사된 반사 레이저 빔을, 전기 신호로 변환할 수 있다. 즉, A/D 변환기(356)는 상기 충격파에 의해 변형되는 대상체(320)의 측정위치에서 변형 정보를 획득하여, 상기 전기 신호로 변환하는 것이다.
- [0048] 또는, 빔 분할기(335)를 투과한 반사 레이저 빔의 일부는 파워 제어기(351)와 거울(352)를 거쳐 광센서(355)로 입사될 수 있다. 충격파 측정수단(330)은 광센서(355)를 이용하여 상기 입사된 반사 레이저 빔의 강도를 측정할 수 있다. 즉, 충격파 측정수단(330)은 충격파 발생수단(310)에서 발생한 펄스 레이저 빔의 일부를 입사받은 동기부(360)를 이용하여 상기 펄스 레이저 빔 입사시점에 상기 충격파 측정시점을 동기시켜 대상체(320)에 대한 충격파를 측정할 수 있다.
- [0049] 충격파 영상 생성수단(370)은 대상체(320)의 모든 면적에서 측정된 충격파를 이용하여 시간 순으로 흐르는 면적에 대한 충격파 영상을 생성할 수 있다. 이때, 충격파 영상 생성수단(370)은 파워 제어기(311)에서 조정된 상기 펄스 레이저 빔의 강도에 따라 변화하는 충격파 영상을 획득할 수 있다.

- [0050] 중앙 제어수단(380)은 상기 충격과 영상으로부터 결합 주변에서 반사되거나 회절되는 충격과의 흐름 변화로부터 대상체(320)의 품질을 평가할 수 있다. 중앙 제어수단(380)은 상기 충격과 영상을 관찰하여 미세 결함에서 반사되거나 회절되는 신호로부터 미세 결함 정보를 추출하고, 반사 레이저 빔의 강도 변화로부터 변화되는 충격과의 변형 특성이나 비선형 특성을 관찰하여 대상체(320)의 건전성 여부를 판단할 수 있다.
- [0051] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 충격과 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치에서 생성한 충격과 영상의 일례를 도시한 도면이다.
- [0052] 도시한 바와 같이, 도면부호(410)는 1ns와 80ns에서 측정된 충격과 영상이고, 도면부호(420)는 680ns, 880ns에서 측정된 충격과 영상이며, 도면부호(430)는 1,000ns와 1,280ns에서 측정된 충격과 영상을 도시하고 있다. 이렇게, 충격과 영상 생성수단(370)은 시간대별로 충격과 영상을 생성할 수 있으며, 중앙 제어수단(250)은 상기 충격과 영상의 특성을 관찰하여, 대상체(220)의 미세결합과 품질을 평가할 수 있다.
- [0053] 또한, 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.
- [0054] 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 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

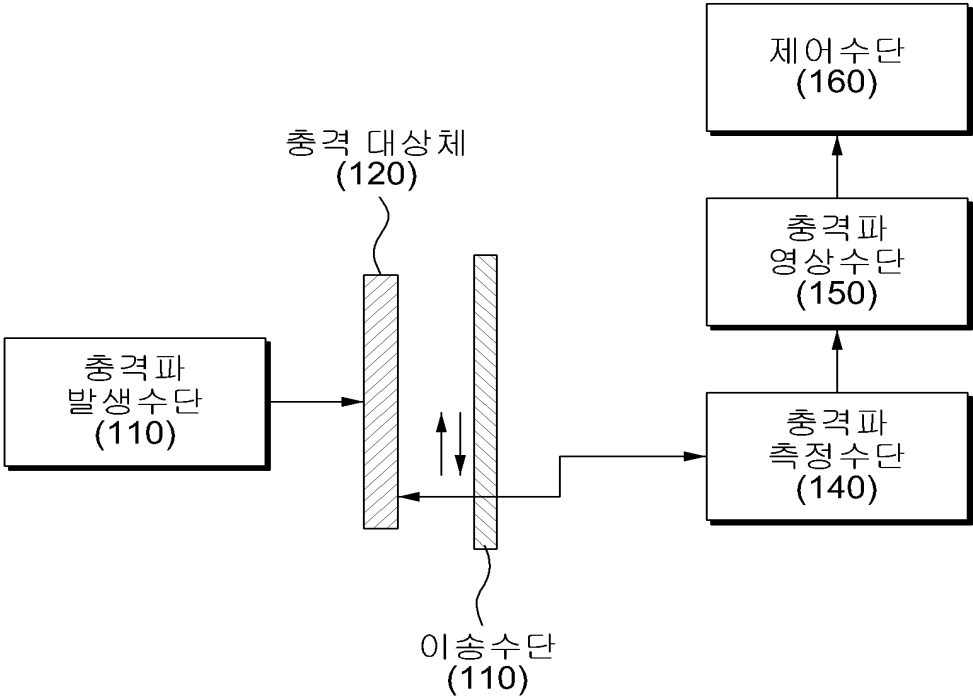
도면의 간단한 설명

- | | | |
|--------|---|---------------|
| [0055] | 도 1은 종래기술에 따른 레이저 간섭계를 이용한 충격과 가시화 장치의 구성을 도시한 도면이다. | |
| [0056] | 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 충격과 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치의 구성을 도시한 도면이다. | |
| [0057] | 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 빔에 의해 발생하는 충격과 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치의 상세 구성을 도시한 도면이다. | |
| [0058] | 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 충격과 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치에서 생성한 충격과 영상의 일례를 도시한 도면이다. | |
| [0059] | <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명> | |
| [0060] | 200: 충격과 가시화를 이용한 레이저 비파괴 검사 장치 | |
| [0061] | 210: 충격과 발생수단 | |
| [0062] | 211: 파워 제어기 | 212: 위치 이동기 |
| [0063] | 220: 대상체 | |
| [0064] | 230: 충격과 측정수단 | |
| [0065] | 231: 이득 측정기 | 232: 파워 제어기 |
| [0066] | 233: 위치 제어기 | 234: 최대이득 추적기 |
| [0067] | 240: 충격과 영상 생성수단 | |
| [0068] | 250: 중앙 제어수단 | |
| [0069] | 260: 동기부 | |

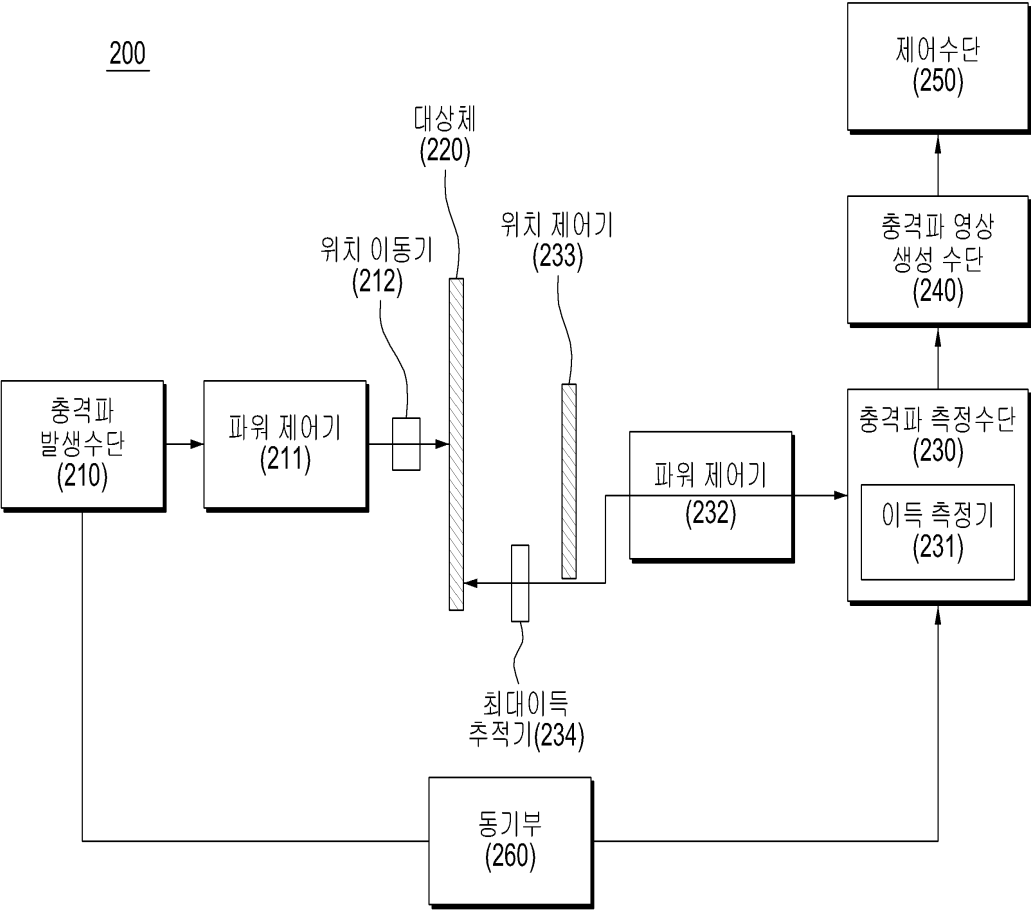
도면

도면1

100

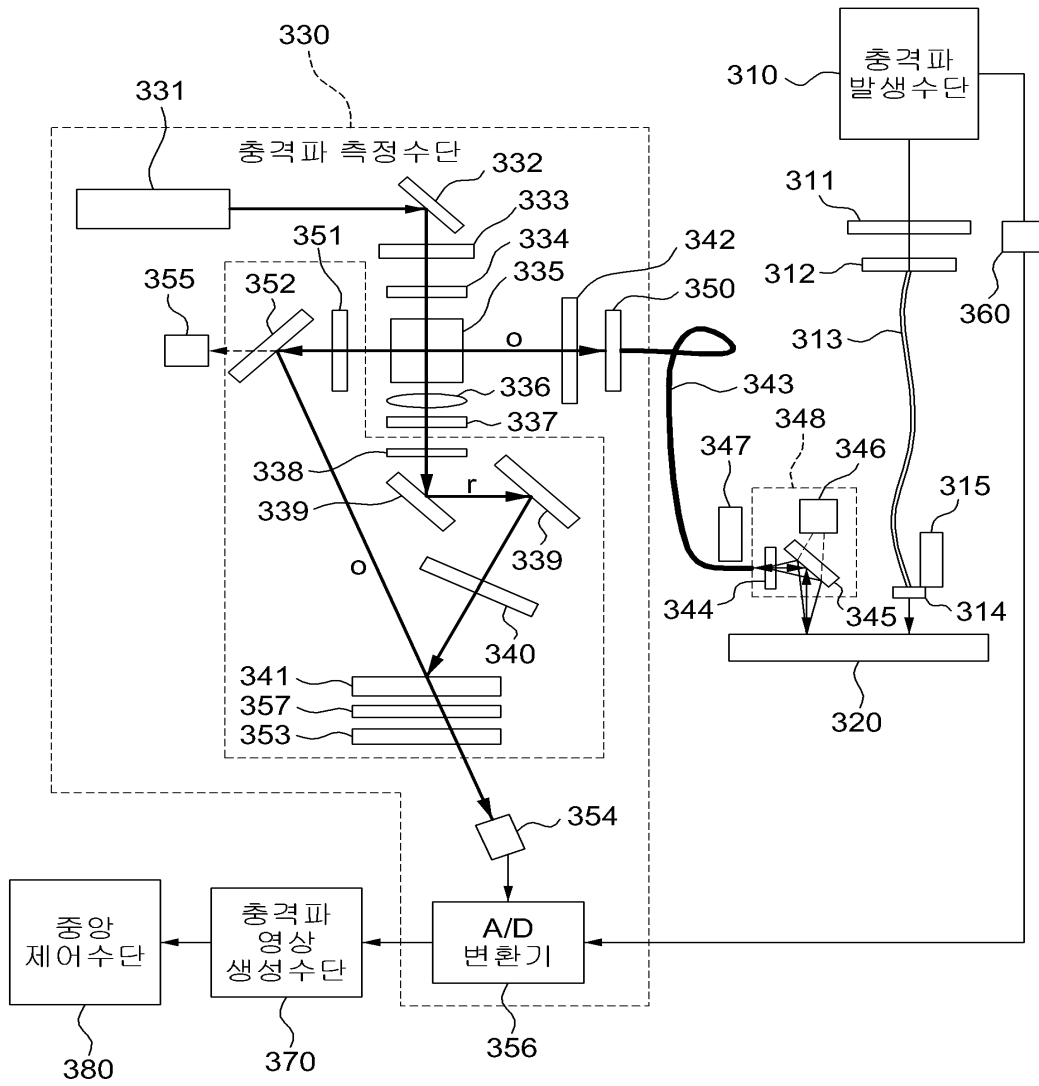


도면2



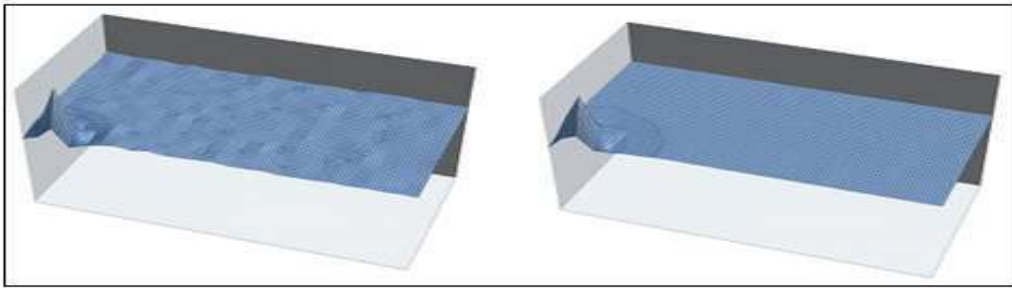
도면3

300

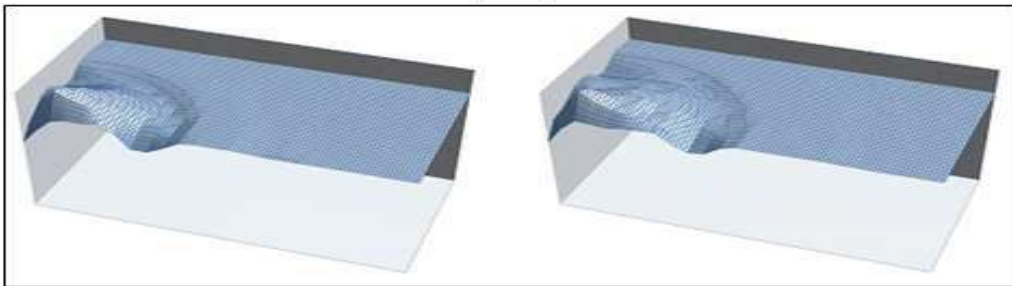


도면4

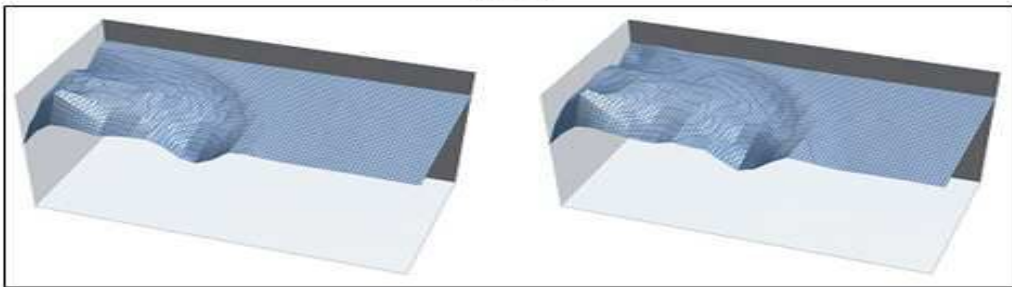
410



420



430



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

상기 위치제어기를 제어하여

【변경후】

상기 위치 제어기를 제어하여