(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0122016
(43) 공개일자 2009년11월26일

(51) Int. Cl.
G01J 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0048205
(22) 출원일자 2008년05월23일
심사청구일자 2008년05월23일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 서석동 375, 조선대학교 산학기획팀
(72) 발명자
김경석
광주광역시 서구 치평동 1171-4 금호쌍용아파트 204동 1201호
장호섭
광주광역시 동구 학동 삼익세라믹 2동 22-139
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 5 항

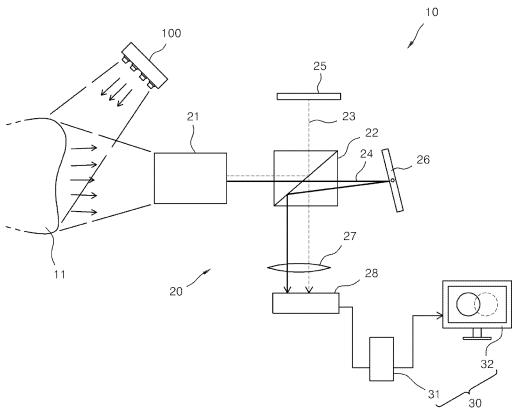
(54) 광학 결함 검사장치

(57) 요 약

본 발명은 다수개의 레이저 다이오드를 포함하는 레이저 조사유니트를 구비하는 광학 결함 검사장치에 관한 것으로, 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치는 레이저를 이용하여 검사대상 물체의 결함 정도를 측정할 수 있도록 된 것으로, 상기 검사대상 물체에 레이저 광을 조사하기 위한 레이저 유니트와, 상기 검사대상 물체로부터 반사된 광을 수광하여 반사광에 포함된 상기 검사대상 물체의 영상정보를 획득하는 영상입력부를 포함하는 검사 유니트를 구비하며, 상기 레이저 유니트는 복수개의 레이저 다이오드들을 포함한다.

본 발명에 따른 광학 결함 검사장치는 복수개의 레이저 다이오드를 사용하며, 각 레이저 다이오드들의 온도가 동일하게 유지됨으로써 조사되는 레이저의 파잔을 균일하게 유지할 수 있기 때문에 검사대상 물체의 정확한 결함 여부를 파악할 수 있는 이점이 있다.

대 표 도



(72) 발명자

정현철

광주광역시 동구 서석동 조선대학교 공대1호관 5층 자동화실험실

정성욱

광주광역시 서구 풍암동 주은모아아파트 101동 1605호

최태호

광주광역시 동구 계림2동 두산위브 104동 803호

김현민

광주광역시 서구 화정2동 736-37번지

박종현

광주광역시 북구 매곡동 금호아파트 102동 505호

특허청구의 범위

청구항 1

레이저를 이용하여 검사대상 물체의 결함 정도를 측정할 수 있도록 된 광학 결함 검사장치에 있어서,

상기 검사대상 물체에 레이저 광을 조사하기 위한 레이저 유니트와;

상기 검사대상 물체로부터 반사된 광을 수광하여 반사광에 포함된 상기 검사대상 물체의 영상정보를 획득하는 영상입력부를 포함하는 검사 유니트;를 구비하며,

상기 레이저 유니트는 복수개의 레이저 다이오드들을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 결함 검사장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 레이저 유니트는 상기 복수개의 레이저 다이오드가 설치되며, 각각의 레이저 다이오드들의 온도가 균일하게 유지될 수 있도록 지지하는 지지부재를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 광학 결함 검사장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 지지부재는 상기 레이저 다이오드 사이의 열적평형상태가 용이하게 유지될 수 있도록 상대적으로 열전도율이 높은 은, 구리, 금, 알루미늄 중 선택된 하나 이상의 재료로 형성된 것을 특징으로 하는 광학 결함 검사장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 지지부재의 외주면을 감싸며, 상기 지지부재와 외부공기 사이의 열교환에 의해 상기 복수개의 레이저 다이오드들 사이의 열적 평형상태가 깨지는 것을 방지하는 코팅층을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 광학 결함 검사장치.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 지지부재는 후면 중앙부에 인접한 레이저 다이오드로부터 전달되는 열에 의해 중앙에 설치된 레이저 다이오드의 온도가 주변 레이저 다이오드보다 높아지는 것을 방지할 수 있도록 방열핀이 형성된 것을 특징으로 하는 광학 결함 검사장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 광학 결함 검사장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 다수개의 레이저 다이오드를 포함하는 레이저 조사유니트를 구비하는 광학 결함 검사장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 일반적으로 물체의 결함을 측정함에 있어 초음파 검사방법을 사용하였다.

<3> 초음파 검사방법은 피에조일렉트릭(Piezoelectric)소자를 이용하여 초음파를 발생시키고 피에조일렉트릭 소자를 이용 신호를 검출하고 있다. 이 초음파 검사방법은 초음파가 검사대상 물체로 잘 전달되게 하기 위하여 센서를 검사대상 물체에 직접 접촉시키거나 초음파를 잘 전달시킬 수 있는 매질을 사용해야만 한다. 따라서 열악한 산

업현장에 적용하고자 할 때 여러가지 어려움, 일례로 검사대상 물체의 형태가 불규칙한 경우 센서 접촉에 어려움이 있고, 좁은 주파수 대역폭을 갖는 피에조일렉트릭 소자의 특성상 미세흠 검출이 어렵다는 문제점이 있었다. 뿐만 아니라 검사대상 물체의 표면에 초음파를 잘 전달시킬 수 있는 매질을 전처리하여야 하는 문제와 그에 따라 인위적인 처리로 인한 측정오차 및 오차를 보정하기 위한 복잡한 계산처리과정을 거쳐야 한다는 문제점이 있었다.

<4> 이에 따라, 근래 검사대상 물체에 물리적인 접촉을 하지 않고, 검사대상에 영향을 주지않는 비접촉방식의 광학 결함 검사방법이 제안되었다. 이 광학 결함 검사방법은 조사된 레이저 광이 검사대상 물체에서 산란할 때, 이 산란광들이 포함하는 검사대상 물체의 형상이나 표면상태 등의 정보를 영상화 및 가시화함으로써 검사대상 물체의 변형 또는 결함정도를 분석하는 것이다.

<5> 그런데 상기 검사대상 물체에 조사되는 레이저가 하나의 레이저광을 조사하는 경우에는 검사대상 물체의 결함여부를 파악하는 것이 용이하지 않다. 따라서 검사의 신뢰성을 높일 수 있는 레이저 조사 유니트를 갖는 검사장치가 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 다수개의 레이저 다이오드를 포함하며, 각각의 레이저 다이오드의 온도를 균일하게 유지하여 각 레이저 다이오드에서 조사되는 레이저 광의 파장이 균일하게 유지될 수 있는 레이저 유니트를 구비하는 도함수 영상을 이용한 광학 결함 검사장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

<7> 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치는 레이저를 이용하여 검사대상 물체의 결함 정도를 측정할 수 있도록 된 것으로, 상기 검사대상 물체에 레이저 광을 조사하기 위한 레이저 유니트와, 상기 검사대상 물체로부터 반사된 광을 수광하여 반사광에 포함된 상기 검사대상 물체의 영상정보를 획득하는 영상입력부를 포함하는 검사 유니트를 구비하며, 상기 레이저 유니트는 복수개의 레이저 다이오드들을 포함한다.

<8> 상기 레이저 유니트는 상기 레이저 다이오드가 설치되며, 각각의 레이저 다이오드들의 온도가 균일하게 유지될 수 있도록 형성된 지지부재를 더 구비하고, 상기 지지부재는 상기 레이저 다이오드 사이의 열교환이 용이하게 이루어질 수 있도록 은, 구리, 금, 알루미늄 중 선택된 하나로 형성되는 것이 바람직하다.

<9> 지지부재의 외주면을 감싸며, 외부공기와 상기 지지부재 사이의 열교환을 차단하는 합성수지재로 형성된 코팅층을 더 구비할 수도 있다.

<10> 그리고 상기 지지부재는 후면 중앙부에 인접한 레이저 다이오드로부터 전달되는 열에 의해 중앙에 설치된 레이저 다이오드의 온도가 주변 레이저 다이오드보다 높아지는 것을 방지할 수 있도록 방열핀이 형성될 수도 있다.

효 과

<11> 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치는 복수개의 레이저 다이오드를 사용하며, 각 레이저 다이오드들의 온도가 동일하게 유지됨으로써 조사되는 레이저의 파잔을 균일하게 유지할 수 있기 때문에 검사대상 물체의 정확한 결함 여부를 파악할 수 있는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<12> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치를 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.

<13> 도 1에는 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치(10)의 일 실시예의 구성도가 도시되어 있다.

<14> 도시된 바와 같이 본 실시예의 광학 결함 검사장치(10)는 검사대상 물체(11)(이하 대상물체라 함)에 레이저 광을 조사하기 위한 레이저 유니트(100)와, 대상물체(11)로부터 반사된 레이저 반사광을 통해 대상물체(11)의 결함여부를 판별하는 검사유니트(20)를 포함한다.

<15> 검사유니트(20)는 대상물체(11)에 조사된 레이저의 반사광을 수광하는 영상결상렌즈(21)와, 영상결상렌즈(21)에 수광된 광을 제1, 제2 영상광(23,24)으로 분할하는 영상분할부(22)와, 제1, 제2 영상광(23,24)을 각각 반사시키는 제1, 제2 거울(25,26)과, 제1, 제2 영상광(23,24)에 포함된 대상물체(11)의 영상정보를 획득하기 위해 제1,

제2 영상광(23,24)이 입사되는 영상입력부(28)와, 영상입력부(28)에 입사된 제1, 제2 영상광(23,24)의 영상정보를 통해 대상물체(11)의 결함을 검출하는 제어부를 포함한다.

<16> 영상결상렌즈(21)는 대상물체(11)에 조사된 레이저의 산란광을 수광 및 집광하는 것이며, 수광된 광은 영상분할부(22)에서 제1, 제2 영상광(23,24)으로 분할된다.

<17> 본 실시예에서 영상분할부(22)는 빔 스플리터가 적용되는데, 영상분할부(22)에서는 대상물체(11)로부터 반사된 레이저 광을 상술한 바와 같이 제1, 제2 영상광(23,24)으로 분할함과 동시에, 제1, 제2 영상광(23,24)의 진행방향을 각각 제1, 제2 거울(25,26)을 향하도록 변경한다.

<18> 제1, 제2 거울(25,26)은 영상분할부(22)에서 분리된 상기 제1, 제2 영상광(23,24)을 다시 영상분할부(22)로 반사하는 것이다.

<19> 본 실시예에서는 도 1에 도시된 바와 같이 영상분할부(22)에서 분할된 제1 영상광(23)이 영상결상렌즈(21)로부터 진행하는 반사광의 진행방향 상에서 직각으로 굴절되어 진행하며, 이렇게 굴절된 제1 영상광(23)을 되반사할 수 있도록 제1 거울(25)이 설치되어 있다. 상기 제1 거울(25)은 굴절된 제1 영상광(23)이 정반사될 수 있도록 영상분할부(22)로부터 조사되는 제1 영상광(23)의 진행방향에 대하여 반사면이 수직이 되도록 설치된다.

<20> 제2 거울(26)은 제2 영상광(24)을 반사하기 위한 것인데, 제2 영상광(24)은 영상분할부(22)에서 분할된 후, 상기 반사광의 진행방향의 연장선상에서 진행한다. 제2 거울(26)은 소정각도 회동되어 있어서, 제2 거울(26)에서 반사된 제2 영상광(24)은 반사되기 전의 제2 영상광(24)과 소정각도 어긋난 상태로 상기 영상분할부(22)로 반사된다.

<21> 제1, 제2 거울(25,26)에서 각각 반사된 제1, 제2 영상광(23,24)은 영상분할부(22)를 거쳐 각각 영상입력부(28)로 입사되며, 영상입력부(28)에서는 대상물체(11)에 대한 정보를 갖는 영상을 촬영한다.

<22> 제1, 제2 영상광(23,24)이 입사되는 진행경로 상에는 이미징 렌즈(27)가 설치되어 있으며, 이미징 렌즈(27)를 거쳐 제1, 제2 영상광(23,24)이 영상입력부(28)에 입사될 때에는 상기 제2 거울(26)이 제2 영상광(24)을 소정각도 변경시켜 반사하기 때문에 제1, 제2 영상광(23,24)에 의해 형성되는 영상은 상호 중심이 일치하지 않고 각각의 중심이 X축 또는 Y축에 대하여 이격되는데, 각 영상의 중심 사이의 이격거리는 8~12㎜가 되도록 하는 것이 바람직하다.

<23> 상기 제1, 제2 영상광(23,24)에 의해 촬영되는 영상의 중심 사이의 이격거리는 제2 거울(26)의 회동 각도를 조절함으로써 임의로 선택할 수 있는데, 제2 영상광(24)의 반사각이 크면 제1, 제2 영상광(23,24)의 각각의 영상의 이격거리가 멀어지게 되고, 반사각이 작으면 영상입력부(28)에서 촬영되는 영상의 중심 간의 이격거리도 짧아지게 된다.

<24> 상기 영상입력부(28)는 육안으로는 볼 수 없는 적외선 영역의 이미지를 촬영하기 위한 것으로 통상의 CCD카메라로 용이하게 구현할 수 있다.

<25> 제어부(30)는 영상입력부(28)에 촬영된 영상을 통해 대상물체(11)의 변형을 판독하기 위한 것으로서, 영상입력부(28)에서 제1, 제2 영상광(23,24)을 통해 촬영한 영상을 저장하고, 저장된 영상을 이용해 대상물체(11)에 발생한 변형이나 결함을 판독하는 중앙처리기(31)와, 촬영된 영상을 시각적으로 인식할 수 있게 표시하는 디스플레이부(32)를 포함한다.

<26> 만약 대상물체(11)에 외력이나 열이 작용한 경우 대상물체(11)에는 변형이 발생하게 되며, 대상물체(11)의 표면으로부터 반사된 광은 그 위상 및 광로가 변하게 된다. 따라서 검사대상 물체(11)에 변형이 발생하였을 때, 변형에 대한 정보는 광의 위상 및 경로 변화로 나타나게 되고, 그에 따른 영상과 미리 저장해둔 기준 영상과의 영상처리를 통해서 검사대상 물체(11)의 변형에 대한 영상정보를 얻을 수 있다.

<27> 제어부(30)에서는 상술한 바와 같이 중심이 상호 이격되도록 영상입력부(28)에서 촬영된 제1, 제2 영상광(23,24)의 영상을 변형 전과 변형 후로 각각 측정하고, 일측 영상에서 타측 영상을 빼 미분영상을 얻는다. 여기서 미분영상이란 1차 수학함수를 미분함으로써 상수항이 제거되는 것과 같은 원리이다. 따라서 미분형태의 영상은 외부로부터 발생된 노이즈(Noise)가 제거된 형태이며, 이와 같은 미분형태의 영상을 도함수 영상이라 하고, 이 도함수영상을 통해 물체(11)의 내부에 발생된 결함이나 변형에 대한 측정을 용이하게 실시할 수 있다.

<28> 대상물체(11)에 변형이 발생하면 디스플레이부(32)에 나타나는 영상은 볼록한 산(山)의 형태로 표현된다. 이를 미분 형태로 표현하게 되면 산(山) 형태의 변형 내측에 2개의 산(山) 형태로 표현된다. 즉, 2개의 등고선 형태

의 무늬가 나타나 결함의 시작과 끝에서 산(山)의 봉우리가 형성된다. 이는 수학함수에서 정점은 기울기가 0인 점으로 기울기가 음에서 양으로 또는 양에서 음으로 바뀌는 것을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 이처럼 금속 재료의 변형에 있어 그 변형의 정도가 극히 미소함으로 결함을 직접 측정하는 것보다 본 발명과 같이 미분형태로 측정하는 것이 더욱 정밀도를 향상시킬 수 있다. 결국, 이와 같은 2개의 산(山) 형태로 나타나는 영상을 통하여 대상물체(11)의 내부 결함 위치 및 그 크기를 쉽게 측정할 수 있다.

<29> 이후, 얻어진 도함수 영상을 중앙처리기(31)에서 통상의 소프트웨어로 적분 처리할 경우 대상 물체(11)의 변형량을 정확히 측정할 수 있다.

<30> 레이저 유니트(100)는 대상물체(11)에 측정을 위한 레이저 광을 조사하기 위한 것으로, 도 2에 도 1에 도시된 레이저 유니트(100)의 제1 실시예가 도시되어 있다.

<31> 본 실시예의 레이저 유니트(100)는 인라인 상으로 배열된 복수개의 레이저 다이오드(110)와, 이 레이저 다이오드(110)들을 지지하는 지지부재(120)를 포함한다.

<32> 복수개의 레이저 다이오드(110)들에서 레이저를 조사하게 되는데, 복수개의 레이저 다이오드(110)를 사용하기 때문에 대상물체(11)에 조사되는 레이저 광의 광량을 충분히 확보할 수 있게 됨으로써 측정 결과의 신뢰성을 더욱 높일 수 있게 된다.

<33> 본 실시예에서는 레이저 다이오드(110)들이 3개씩 두 줄로 배열되어 총 6개의 레이저 다이오드(110)가 설치되어 있는데, 레이저 다이오드(110)의 갯 수 및 배열 형태는 대상물체(11)의 크기 및 형태에 따라 적절하게 변형될 수 있다. 즉, 대상물체(11)의 크기가 큰 경우에는 본 실시예보다 많은 수의 레이저 다이오드(110)를 장착하여, 대상물체(11)의 전 영역에 레이저 광이 조사되도록 하는 것이 바람직하며, 대상물체(11)가 원형 또는 타원형인 경우에는 레이저 다이오드(110)들 역시 원형 또는 타원형으로 배열하는 것이 바람직하다.

<34> 지지부재(120)는 레이저 다이오드(110)들을 안정적으로 지지하기 위한 것이다.

<35> 본 발명의 광학 결함 검사장치(10)는 레이저 광의 반사광을 통해 얻어진 영상정보를 통해 대상물체(11)의 결함이나 변형 여부를 판별하게 되므로 각각의 레이저 광의 파장이 동일하게 유지되는 것이 매우 중요하다.

<36> 상술한 바와 같이 본 발명의 제어부는 외력에 의해 대상물체(11)에 변형이 발생하는 경우, 변형에 의해 반사광의 위상이나 경로 변화가 발생하는 것을 통해 그 결함 또는 변형을 판별하게 된다. 따라서 대상물체(11)에 조사되는 각각의 레이저가 동일 파장으로 조사되지 않게 되면 조사되는 레이저의 파장 차이에 의한 판독 오차가 발생하여 정확한 결함 여부 검사가 불가능하게 되거나, 이러한 오차를 보상하기 위한 복잡한 보상과정을 더 거쳐야 하므로 검사의 신뢰성이 떨어지게 된다.

<37> 레이저 다이오드(110)는 온도에 따라 조사되는 레이저의 파장이 변화하게 된다. 따라서 복수개의 레이저 다이오드(110)가 모두 동일 온도 상에서 동일 파장의 레이저 광을 조사하는 것이 정확한 대상물체(11)의 결함 및 변형 측정을 위해 바람직하다.

<38> 따라서 본 실시예의 지지부재(120)는 레이저 다이오드(110) 상호간의 열전달이 용이하게 이루어질 수 있도록 열전도율이 높은 구리로 형성되어 있다. 각각의 레이저 다이오드(110)는 레이저를 조사하는 과정에서 발열을 하게 되는데, 이때, 각각의 발열량이 달라 레이저 다이오드(110)의 온도가 달라짐으로 인해 레이저 광의 파장이 상호 달라지지 않도록 레이저 다이오드(110) 상호간의 열교환이 활발하게 이루어져 레이저 다이오드(110)의 온도가 평형상태를 이루도록 한다.

<39> 본 실시예에서는 지지부재(120)가 열전달이 용이하도록 구리로 형성되었으나, 지지부재(120)는 본 실시예에 한정되지 않고, 알루미늄, 은, 금과 같이 다른 금속에 비해 비교적 열전도율이 높은 재질로 형성될 수도 있다.

<40> 또한 각각의 레이저 다이오드(110)는 상호 이격거리가 동일하도록 배열되어 열교환이 모든 레이저 다이오드(110)에서 동일하게 이루어지도록 한다.

<41> 도 3에는 레이저 유니트(200)의 제2 실시예가 도시되어 있다.

<42> 도면을 참조하면, 본 실시예의 레이저 유니트(200)는 복수개의 레이저 다이오드(210)와, 상기 레이저 다이오드(210)들을 지지하는 지지부재(220)를 포함한다.

<43> 본 실시예의 지지부재(220)는 상기 레이저 다이오드(210)들이 장착되는 플레이트상의 장착부(230)와, 장착부(230)의 후면으로부터 후방으로 소정길이 돌출된 방열핀(240)을 포함한다.

<44> 장착부(230)에 장착된 레이저 다이오드(210)들 중 장착부(230)의 가장자리 측에 설치된 레이저 다이오드(210)는 중앙 측에 설치된 레이저 다이오드(210)에 비해 열이 용이하게 방출될 수 있으며, 내측에 설치된 레이저 다이오드(210)는 인접한 레이저 다이오드(210)들로부터 열이 전달되는 양에 비해 방열되는 열의 양이 가장자리측에 설치된 레이저 다이오드(210)에 비해 상대적으로 작아 온도가 높아질 우려가 있다.

<45> 따라서 장착부(230)의 후면 중앙측에 후방으로 소정길이 돌출되어 장착부(230)의 내측에 설치된 레이저 다이오드(210)의 방열량을 증가시키기 위한 방열핀(240)이 구비되어 있다.

<46> 이 방열핀(240)에 의해 외부 공기와의 접촉 면적이 증가하여 장착부(230)의 내측에 설치된 레이저 다이오드(210)들과, 장착부(230)의 가장자리측에 설치된 레이저 다이오드(210)들에서의 방열량이 동일해 지도록 함으로써 장착부(230)에 설치된 모든 레이저 다이오드(210)의 온도가 동일하게 유지될 수 있도록 한다.

<47> 도 4에 도시된 레이저 유니트(300)의 제3 실시예를 참조하면, 본 실시예의 레이저 유니트(300)는 복수개의 레이저 다이오드(310)들과, 이 레이저 다이오드(310)가 설치되는 지지부재(320)와, 지지부재(320)의 측면과 후면을 감싸는 코팅층(330)을 구비한다.

<48> 지지부재(320)는 레이저 다이오드(310) 상호간의 열교환이 용이하게 이루어질 수 있게 구리로 형성되어 있다.

<49> 지지부재(320)를 감싸는 코팅층(330)은 지지부재(320)와 외부 공기 사이의 열교환을 차단하기 위한 것으로 열전도율이 낮은 합성수지재이다.

<50> 상술한 바와 같이 지지유니트의 가장자리측에 설치되는 레이저 다이오드(310)는 내측에 설치되는 레이저 다이오드(310)에 비해 외부로의 방열이 활발하게 이루어져 온도가 더 낮아질 가능성이 높다.

<51> 따라서 레이저를 조사하기 위해 지지부재(320)의 전면만이 노출되고 측면과 후면을 모두 코팅층(330)으로 감싸 레이저 다이오드(310)에서 발열되는 열이 상호 간의 열교환을 통해 온도 평형을 이루도록 유도한다.

<52> 외부공기와의 열교환이 최소화되기 때문에 이 경우 레이저 다이오드(310) 상호간의 온도가 동일하게 유지되는 것이 가능하다.

<53> 이렇게 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치(10)는 레이저 유니트(300)가 복수개의 레이저 다이오드(310)들을 배열하여 형성되며, 각각의 레이저 다이오드(310) 상호간의 온도가 균일하게 유지되도록 함으로써 조사되는 레이저 광의 파장 역시 동일하게 유지시켜 대상물체(11)의 결함 및 변형 여부를 정확하게 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<54> 도 1은 본 발명에 따른 광학 결함 검사장치의 일실시예를 도시한 구성도,

<55> 도 2는 본 발명에 따른 레이저 유니트의 제1 실시예를 도시한 사시도,

<56> 도 3은 레이저 유니트의 제2 실시예를 도시하 사시도,

<57> 도 4는 레이저 유니트의 제3 실시예를 도시한 부분절단 사시도이다.

<58> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<59> 10; 광학 결함 검사장치

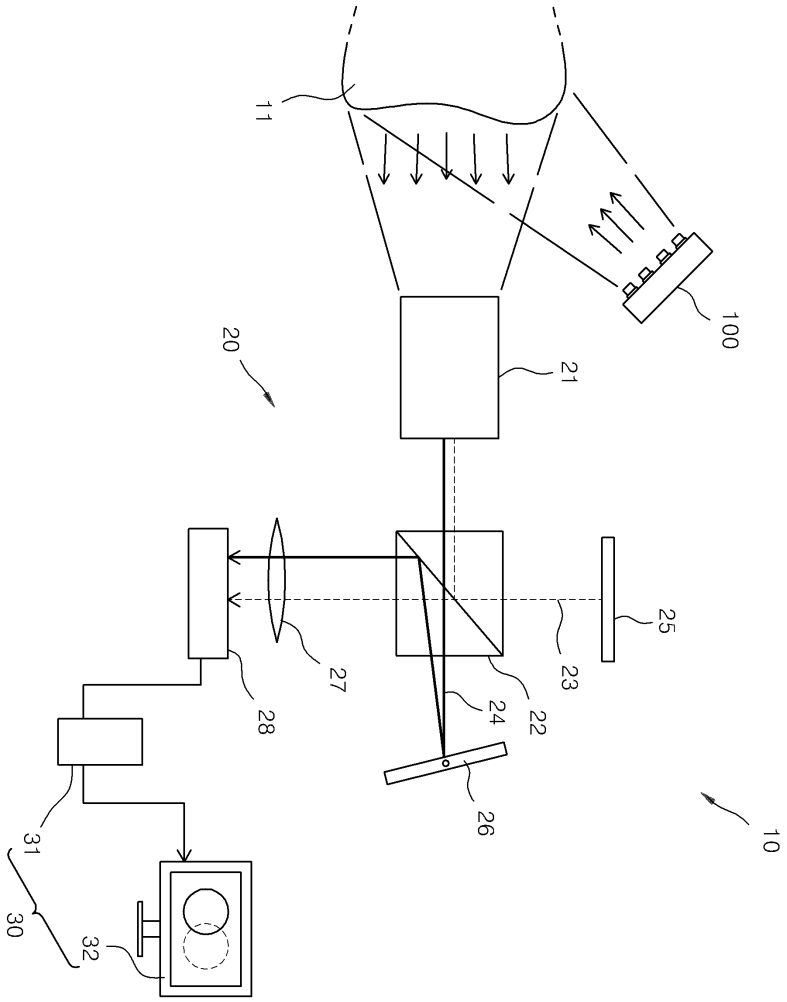
<60> 11; 검사대상 물체

<61> 20; 검사유니트

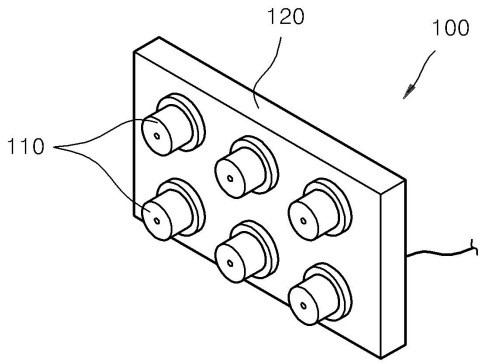
<62> 100; 레이저 유니트

도면

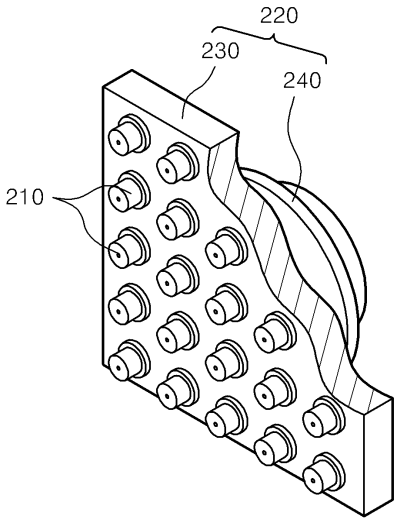
도면1



도면2



도면3



도면4

