



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월02일
 (11) 등록번호 10-1872935
 (24) 등록일자 2018년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B29C 67/00 (2017.01) B33Y 10/00 (2015.01)
 B33Y 40/00 (2015.01) B33Y 99/00 (2015.01)
 (52) CPC특허분류
 B29C 64/386 (2017.08)
 B29C 64/153 (2017.08)
 (21) 출원번호 10-2017-0005615
 (22) 출원일자 2017년01월12일
 심사청구일자 2017년01월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP4076091 B2*
 JP2004249312 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
원포시스(주)
 경기도 용인시 수지구 신수로 767, 에이동 24층,
 518호, 519호(동천동, 분당수지유타워)
 (72) 발명자
조재형
 인천광역시 계양구 계양문화로 142, 308동 201호
 (용중동, 초정마을쌍용아파트)
김명수
 경기도 용인시 기흥구 산양로 17, 307동 704호 (신갈동, 양현마을풍림신안아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인 웰

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 이상호

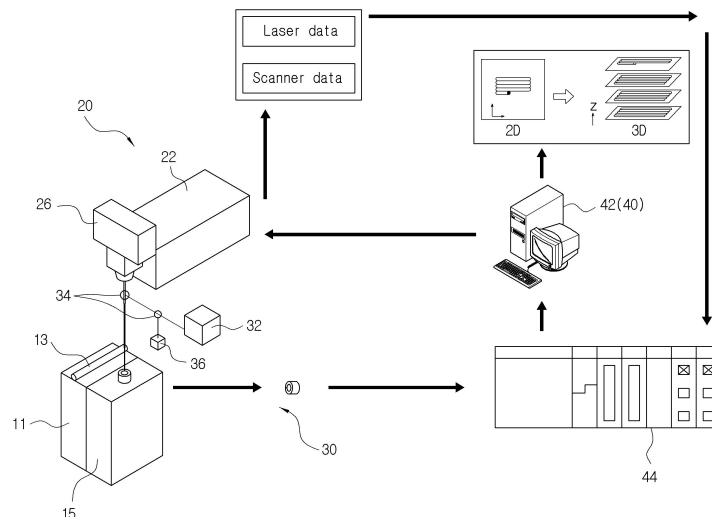
(54) 발명의 명칭 **3D 프린팅 가공 검사용 장치**

(57) 요약

본 발명은 3D 프린팅 방식에 의한 가공 상태를 검사하기 위한 장치에 있어서: 공급베드(11)의 원료를 가공베드(15)에 공급하는 챔버(10); 상기 가공베드(15) 상의 원료에 설정된 경로로 레이저광을 조사하는 가공수단(20); 상기 챔버(10) 및 가공수단(20)에서 원료의 상태 변화에 대응한 신호를 검출하는 검출수단(30); 및 상기 챔버(10), 가공수단(20), 검출수단(30)을 설정된 알고리즘으로 제어하는 제어수단(40);을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

이에 따라, 금속분말을 한 층씩 적층하여 성형하는 PBF 방식의 3D 프린팅 가공에서 공정중에 레이저 멜트풀과 금속분말 도포의 불량률을 실시간으로 검출하여 품질과 생산성을 향상하는 효과가 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

B33Y 10/00 (2013.01)
B33Y 40/00 (2013.01)
B33Y 99/00 (2013.01)
G02B 27/141 (2013.01)

최송묵

경기도 수원시 권선구 세권로165번길 20-8, 나동
301호 (권선동, 정원주택)

(72) 발명자

이지빈

경기도 수원시 권선구 매곡로 36-4, 14동 102호 (호매실동, 목화빌라)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 D161605

부처명 경기도

연구관리전문기관 (재)경기과학기술진흥원

연구사업명 경기도기술개발사업

연구과제명 진공챔버를 사용한 인장강도 1100MPa 이상의 티타늄제품용 금속 3차원 프린터 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 원포시스㈜

연구기간 2016.05.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

금속분말을 원료로 하는 3D 프린팅 방식에 의한 가공 상태를 검사하기 위한 장치에 있어서:

공급베드(11)의 원료를 가공베드(15)에 공급하는 챔버(10);

상기 가공베드(15) 상의 원료에 설정된 경로로 레이저광을 조사하는 가공수단(20);

상기 챔버(10) 및 가공수단(20)에서 원료의 상태 변화에 대응한 신호를 검출하는 검출수단(30); 및

상기 챔버(10), 가공수단(20), 검출수단(30)을 설정될 알고리즘으로 제어하는 제어수단(40);을 포함하여 이루어 지되,

상기 검출수단(30)은 레이저광 경로상에 빔스플리터(34)를 개재하여 설치되는 고속카메라(32)와 광전센서(36)로 가공 불꽃의 위치와 광량에 대한 신호를 생성하고,

상기 제어수단(40)은 제어기(42)에 연결되어 검출수단(30)의 신호를 처리하는 분석기(44)를 통하여 레이저 멜트 풀(melt pool)을 검사하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 가공 검사용 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 검출수단(30)은 도포되는 원료의 표면 패턴에 대한 영상을 생성하는 카메라를 구비하고, 복수의 지점에 대한 원료의 두께를 검출하는 변위센서(38)를 선택적으로 더 구비하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 가공 검사용 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 분석기(44)는 검출수단(30)의 광학측정 데이터 및 측정된 동시간의 제어기(42)에서 스캐너(26)으로 전달되는 레이저 위치이동 명령 데이터를 결합저장하여 레이저 멜트풀(melt pool)을 검사하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 가공 검사용 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

제어수단(40)은 가공수단(20)에 의한 가공 데이터와 검출수단(30)에 의한 검출 데이터를 매핑하여 불량이 발생한 위치의 좌표정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 3D 프린팅 가공 검사용 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 3D 프린팅 가공에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 금속분말을 한 층씩 적층하여 성형하는 과정에서 불량을 검출하기 위한 3D 프린팅 가공 검사용 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 일반적으로 3D 프린팅 기술을 적용하여 고분자, 세라믹, 금속, 섬유, 고무 등 다양한 소재를 가공할 수 있으며, 특히 금속의 경우 치과기공물, 인공관절, 금형을 비롯한 실제 부품을 직접 생성할 수 있어 향후 높은 활용성이 기대된다. 이는 금속분말에 레이저나 전자빔의 고출력을 인가하여 순간적으로 용융시켜 원하는 형상을 생성하는 원리이다. 어느 경우에도 양산에 있어서 여타의 가공과 마찬가지로 공정중의 실시간 검사 방식을 적용하는 것이 바람직하다.
- [0003] 이와 관련하여 참조할 수 있는 선행기술문헌으로서 하기의 한국 공개특허공보 제2011-0018074호(선행문헌 1), 한국 등록특허공보 제1374787호(선행문헌 2) 등의 특허문헌이 알려져 있다.
- [0004] 선행문헌 1은 레이저 발생부에 인접하여 위치하며, 레이저 빔에 의해 가공된 가공 대상물의 가공 부위에 관한 영상을 획득하는 비전부; 비전부에서 획득된 영상을 분석하여 가공 대상물의 가공 정도를 검사하는 검사부; 등을 포함하여 구성된다. 이에, 레이저 가공에 병행하여 실시간으로 가공 상태를 검사하므로 생산속도의 저하가 없어 시간과 비용을 절감하는 효과를 기대한다.
- [0005] 선행문헌 2는 레이저 조사부에서 조사되는 레이저 빔이 입사되는 대물렌즈; 대물렌즈를 통과한 레이저 빔의 경로를 변경하고 광량을 조절하는 레이저 빔 조절부; 레이저 빔 조절부를 통과한 레이저 빔의 형상을 확인하는 레이저빔 형상 확인부; 등을 구비한다. 이에, 기공전 레이저 빔의 얼라인을 정확하게 검사 및 측정하고 빔 형상을 바로 확인하는 효과를 기대한다.
- [0006] 그러나, 선행문헌 1은 일반적인 피공작물의 가공으로 유추되고 선행문헌 2는 반도체 제조 장비용 패널 가공을 대상으로 하므로 금속분말을 이용한 3D 프린팅 가공에 적용하기에 한계성을 보여 개선의 여지가 크다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 1. 한국 공개특허공보 제2011-0018074호 "레이저 가공 및 검사장치 및 방법" (공개일자 : 2011.02.23.)
- (특허문헌 0002) 2. 한국 등록특허공보 제1374787호 "레이저 빔 형상 검사장치" (공개일자 : 2013.12.04.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 상기와 같은 종래의 문제점들을 개선하기 위한 본 발명의 목적은, 금속분말을 한 층씩 적층하여 성형하는 PBF(Powder Bed Fusion) 가공에서 공정중에 레이저 멜트풀과 금속분말 도포의 불량을 실시간으로 검출하기 위한 3D 프린팅 가공 검사용 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 3D 프린팅 방식에 의한 가공 상태를 검사하기 위한 장치에 있어서: 공급베드의 원료를 가공베드에 공급하는 챔버; 상기 가공베드 상의 원료에 설정된 경로로 레이저광을 조사하는 가공수단; 상기 챔버 및 가공수단에서 원료의 상태 변화에 대응한 신호를 검출하는 검출수단; 및 상기 챔버, 가공수단, 검출수단을 설정될 알고리즘으로 제어하는 제어수단;을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 본 발명의 주요부에 대한 세부 구성으로서, 상기 검출수단은 레이저광 경로상에 빔스플리터를 개재하여 설치되는 고속카메라와 광전센서로 가공 불꽃의 위치와 광량에 대한 신호를 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 본 발명의 보조부에 대한 세부 구성으로서, 상기 검출수단은 도포되는 원료의 표면 패턴에 대한 영상을 생성하는 카메라를 구비하고, 복수의 지점에 대한 원료의 두께를 검출하는 변위센서를 선택적으로 더 구비하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 본 발명의 세부 구성으로서, 상기 제어수단은 제어기에 연결되어 검출수단의 신호를 처리하는 분석기를 통하여 레이저 멜트풀(melt pool)을 검사하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 이때, 상기 분석기는 검출수단(30)의 광학측정 데이터 및 측정된 동시간의 제어기에서 스캐너로 전달되는 레이저 위치이동 명령 데이터를 결합저장하여 레이저 멜트풀(melt pool)을 검사하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 세부 구성으로서, 상기 제어수단은 가공수단에 의한 가공 데이터와 검출수단에 의한 검출 데이터를 매핑하여 불량이 발생한 위치의 좌표정보를 생성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0015] 이상과 같이 본 발명에 의하면, 금속분말을 한 층씩 적층하여 성형하는 PBF 방식의 3D 프린팅 가공에서 공정중에 레이저 멜트풀과 금속분말 도포의 불량을 실시간으로 검출하여 품질과 생산성을 향상하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 장치의 전체를 개략적으로 나타내는 모식도

도 2는 본 발명에 따른 장치의 주요부 구성을 나타내는 모식도

도 3은 본 발명에 따른 장치의 보조부 구성을 나타내는 모식도

도 4는 본 발명에 따른 장치의 회로 연결을 나타내는 모식도

도 5는 본 발명의 변형예에 따른 장치의 구성을 나타내는 모식도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면에 의거하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0018] 본 발명은 3D 프린팅 방식에 의한 가공 상태를 검사하기 위한 장치에 관하여 제안한다. 3D 프린팅 가공법 중에서 스테인레스강, 티타늄, 알루미늄 등의 금속분말을 원료로 하는 PBF(Powder Bed Fusion) 방식을 대상으로 하지만 반드시 이에 국한되는 것은 아니다.

[0019] 본 발명에 따르면 챔버(10)가 공급베드(11)의 원료를 가공베드(15)에 공급하는 구조를 지닌다. 챔버(10)는 공급베드(11)와 가공베드(15)를 인접하게 구비하고, 공급베드(11)의 상단에 원료의 이동을 위한 공급막대(13)를 구비한다. 공급베드(11)의 금속분말은 공급막대(13)에 의하여 한 층씩 이동되어 가공베드(15) 상에 20~80 μ m 단위로 도포(적층)된다.

[0020] 또한, 본 발명에 따르면 가공수단(20)이 상기 가공베드(15) 상의 원료에 설정된 경로로 레이저광을 조사하는 구조를 지닌다. 가공수단(20)은 레이저발생기(22)와 스캐너(26)를 포함하여 구성되고, CAD/CAM과 같은 가공 데이터를 이용하여 설정된 위치에 레이저광을 조사한다. 챔버(10), 레이저발생기(22), 스캐너(26)의 배치 관계에 따라 레이저광의 경로 상에 빔스플리터(24)를 설치한다. 레이저광에 노출된 금속분말은 어블레이션 반응으로 용융, 산화, 탄화되고 냉각을 거쳐 한 층씩 경화되어 최종 제품으로 생성된다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면 검출수단(30) 상기 챔버(10) 및 가공수단(20)에서 원료의 상태 변화에 대응한 신호를 검출하는 구조를 지닌다. 원료의 상태 변화는 가공베드(15)에서 금속분말의 가공과 관련된 직접적 불량 외에 가공베드(15)으로 이송되는 금속분말의 도포와 관련된 간접적 불량도 포함한다. 특히 전자의 경우 공정중에 검사용 신호를 획득하기 용이하지 않으나, 레이저광이 금속분말과 반응하는 불꽃을 감지하는 방식으로 구현될 수 있다.

[0022] 본 발명의 주요부에 대한 세부 구성으로서, 상기 검출수단(30)은 레이저광 경로상에 빔스플리터(34)를 개재하여 설치되는 고속카메라(32)와 광전센서(36)로 가공 불꽃의 위치와 광량에 대한 신호를 생성하는 것을 특징으로 한다. 도시에서 2개의 빔스플리터(34)를 이용하여 고속카메라(32)와 광전센서(36)로 반사광을 감지하는 상태를 예시한다. 고속카메라(32)는 초당 5000프레임이상의 촬영이 가능한 방식을 선택한다. 촬영된 이미지는 그레이 스케일(gray scale)로 처리되어 픽셀(pixel)의 절대 밝기 정도를 0에 255의 256단계로 구분되므로 가공 불꽃의 강약을 인식할 수 있다. 광전센서(36)는 수광용 포토센서를 선택하며, 불꽃에 의한 광량 변화를 신속하게 인식한다. 어느 경우에도 검출수단(30)에 의하면 2D 검사이지만 금속분말의 층별로 취합하여 3D 데이터로 변환할 수 있다.

[0023] 이때, 빔스플리터(34)는 50% 투과, 1070nm 투과, 50% 반사, 45° 반사 방식을 선택할 수 있다.

[0024] 한편, 도 2를 참조하면 고속카메라(32)의 전방에 ND필터(33)를 배치하고, ND필터(33)는 위치조절 가능하도록 액

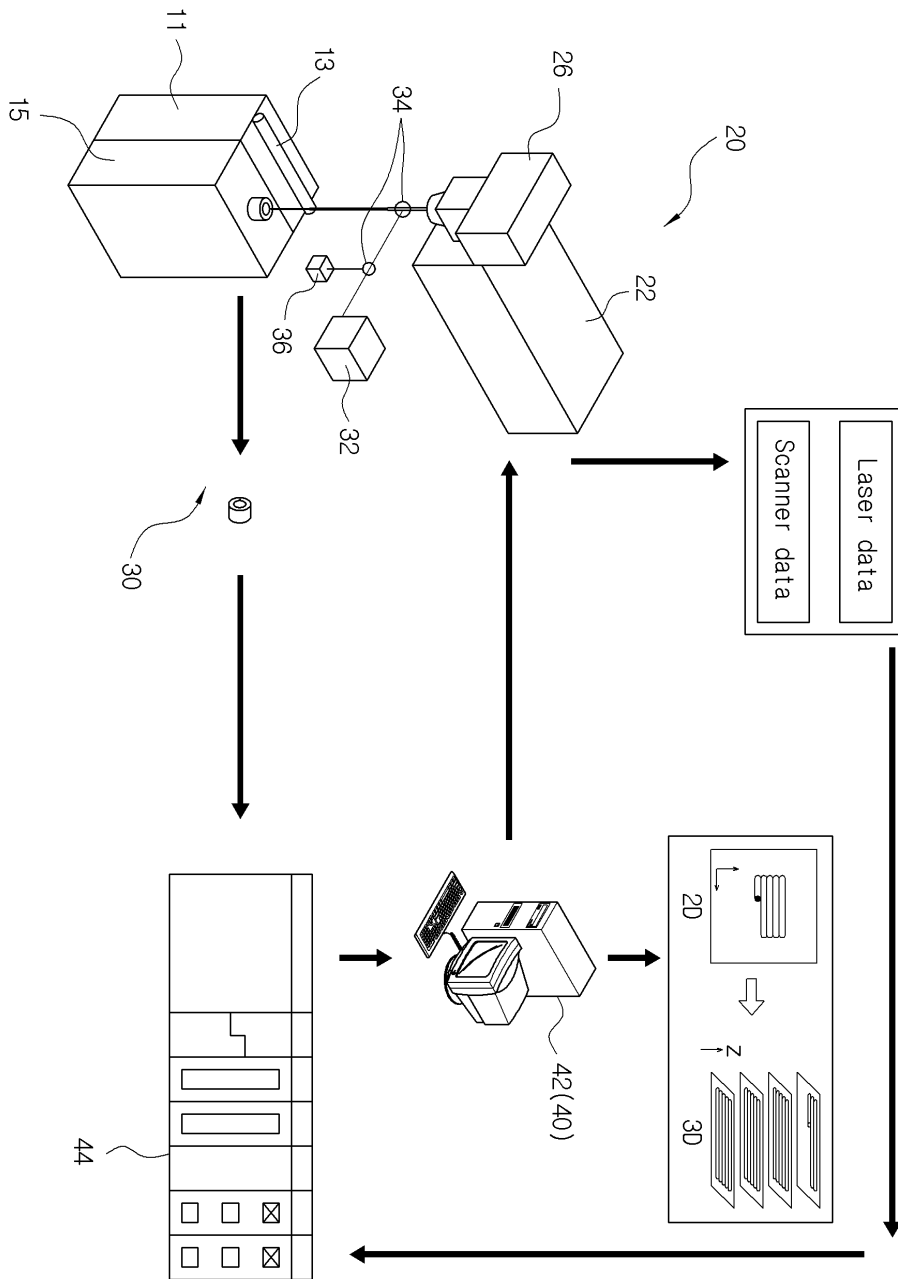
추에이터(도시 생략)에 연결한다.

- [0025] 본 발명의 보조부에 대한 세부 구성으로서, 상기 검출수단(30)은 도포되는 원료의 표면 패턴에 대한 영상을 생성하는 카메라를 구비하고, 복수의 지점에 대한 원료의 두께를 검출하는 변위센서(38)를 선택적으로 더 구비하는 것을 특징으로 한다. 도 3에서 검출수단(30)은 전술한 고속카메라(32)의 영상을 활용할 수도 있으나, 부호 32' 로 나타내는 것처럼 별도의 카메라를 사용하는 것이 바람직하다. 이 경우 카메라(32')는 대략 초당 1000프레임 정도 촬영이 가능한 방식을 사용하며, 공급막대(13)에 의하여 가공베드(15)에 한 층씩 도포되는 금속분말의 표면을 감시한다. 만일 원료의 표면이 매끄럽지 않고 홈이나 줄이 형성되면 도포 불량으로 판단한다. 변위센서(38)는 원료 표면과의 거리에 따른 정전용량변화를 검출하는 방식을 사용하며, 공급막대(13)의 이동방향을 기준으로 상하류측에 분산 배치되어 두께 차이에 의한 도포 불량을 판단한다. 이에, 고속카메라(32)에 의한 영상에서 도포 상태가 양호해도 변위센서(38)에 의하여 도포 두께 불량이 검출된다.
- [0026] 또한, 본 발명에 따르면 제어수단(40)이 상기 챔버(10), 가공수단(20), 검출수단(30)을 설정될 알고리즘으로 제어하는 구조를 지닌다. 제어수단(40)은 마이크로프로세서, 메모리, 입출력인터페이스를 탑재한 제어기(42)를 기반으로 한다. 도 1에 예시하는 것처럼 제어기(42)는 범용의 PC를 사용할 수 있다. 마이크로프로세서는 메인 프로그램과 서브루틴 프로그램을 실행하며, 그 과정에서 검사를 위한 소정의 연산을 거쳐 결과값을 생성한다. 메모리는 범용의 SD/TF 카드를 사용하고 PC에서 FTP나 USB로 접근 가능하며, 메인 프로그램과 서브루틴 프로그램을 갱신 가능하게 저장한다. 입출력인터페이스는 PC의 입출력 신호를 변환하며, USB, 네트워크, RS-232 등을 통해 데이터를 전달할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 세부 구성으로서, 상기 제어수단(40)은 제어기(42)에 연결되어 검출수단(30)의 신호를 처리하는 분석기(44)를 통하여 레이저 멜트풀(melt pool)을 검사하는 것을 특징으로 한다. 분석기(44)는 고속카메라(32) 및 광전센서(36)의 신호 데이터를 축소하여 제어기(42)의 연산부하 감소에 의한 처리속도 향상을 도모한다. 도시처럼 분석기(44)를 별도로 구성할 수도 있고 제어기(42) 상에 포함하여 구성할 수도 있다. 어느 경우이나 분석기(44)는 제어기(42)와 마찬가지로 마이컴 회로로 구성하는 것이 좋다. 레이저광이 금속분말과 반응하는 불꽃을 발생하는 지점에 레이저 멜트풀(melt pool)이 형성된다. 분석기(44)는 멜트풀의 영상을 처리하여 제어기(42)에 의한 멜트풀의 좌표 및 이동경로 추적을 조력한다.
- [0028] 이때, 상기 분석기(44)는 검출수단(30)의 광학측정 데이터 및 측정된 동시간의 제어기(42)에서 스캐너(26)으로 전달되는 레이저 위치이동 명령 데이터를 결합저장하여 광학측정 위치의 정확성을 높이는 방식으로 레이저 멜트풀(melt pool)을 검사하는 것이 바람직하다.
- [0029] 본 발명의 세부 구성으로서, 상기 제어수단(40)은 가공수단(20)에 의한 가공 데이터와 검출수단(30)에 의한 검출 데이터를 매핑하여 불량이 발생한 위치의 좌표정보를 생성하는 것을 특징으로 한다. 가공 데이터는 최종 제품에 대한 CAD/CAM 데이터는 물론 레이저발생기(22)의 온/오프 데이터, 공급막대(13)의 이송 데이터 등을 포함한다. 검출 데이터는 고속카메라(32), 카메라(32'), 광전센서(36), 변위센서(38) 등을 통한 신호를 포함한다. 제어기(42)는 가공 데이터와 검출 데이터의 매핑을 거쳐 불량을 검출하면, 작업 중단 및 경보 발생과 동시에 스크린을 통하여 불량 위치를 표시한다.
- [0030] 한편, 도 4를 참조하면 구동기(46)는 전술한 구성품의 모터, 액추에이터 등에 출력을 인가하는 것으로서, 구성의 효율성을 고려하여 제어기(42) 외에 적어도 부분적으로 분석기(44)에 포함될 수도 있다.
- [0031] 도 5를 참조하면, 고속카메라(32), 광전센서(36)에서 측정되는 측정위치를 정확하게 모니터링하기 위하여 분석기(44)는 제어기(42)에서 스캐너(26)으로 전달되는 것과 동일한 레이저 위치이동 명령을 수신받는다. 이때 분석기(44)는 위치 이동명령을 수신 받은 동일한 시간대의 고속카메라(32), 광전센서(36)에서 광학 신호를 측정한다. 이후 분석기(44)는 측정 신호의 저장시 광학 신호와 측정된시간의 레이저 위치이동 명령을 같이 저장한다. 이로써 광학신호 측정 데이터와 그 데이터가 측정된 위치를 정확히 기록할 수 있어, 보다 정확한 2차원 검사 자료를 생성할 수 있다.
- [0032] 한편, 도 5는 제어의 신속성과 신뢰성을 유지하기 위해 고속카메라(32), 광전센서(36), 제어기(42) 등의 하드웨어 요소를 이중으로 구성하는 상태를 예시한다. 미설명 부호 48은 최종 연삭/정삭을 위한 절삭기를 의미한다.
- [0033] 본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음이 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 변형예 또는 수정예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 해야 할 것이다.

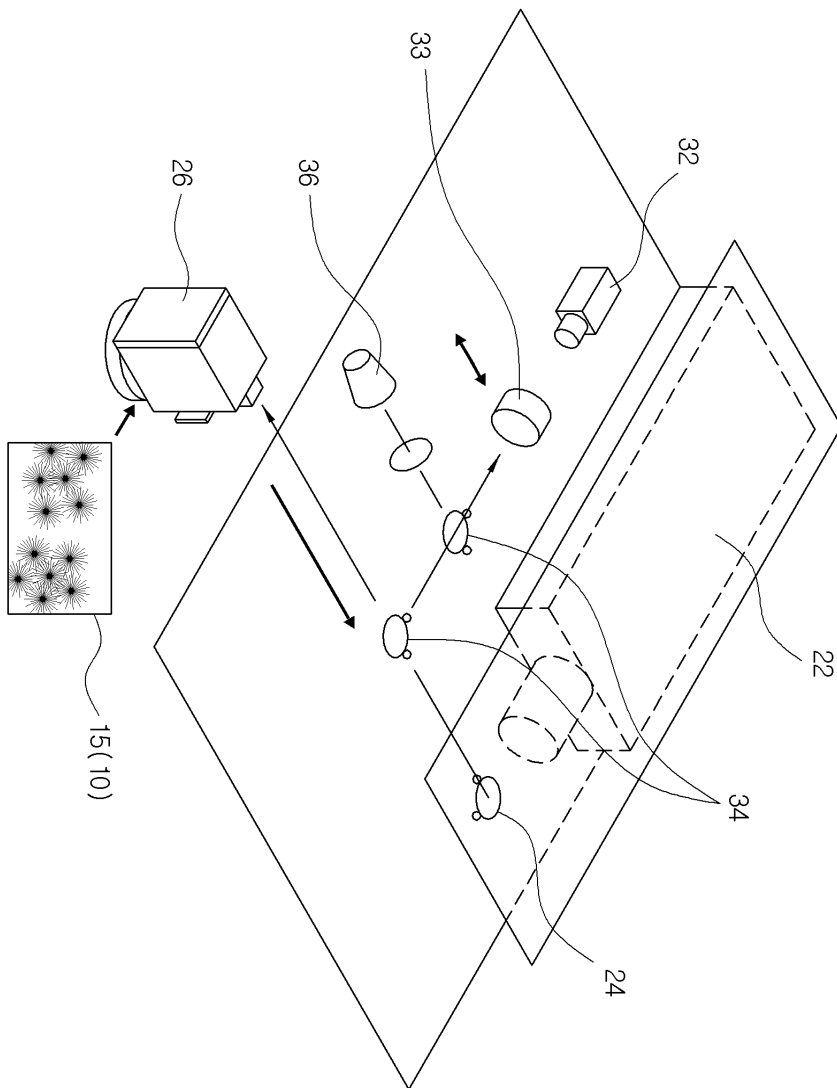
부호의 설명

- [0034]
- | | |
|-----------|------------|
| 10: 챔버 | 11: 공급베드 |
| 13: 공급막대 | 15: 가공베드 |
| 20: 가공수단 | 22: 레이저발생기 |
| 24: 빔스플리터 | 26: 스캐너 |
| 28: 절삭기 | 30: 검출수단 |
| 32: 고속카메라 | 33: ND필터 |
| 34: 빔스플리터 | 36: 광전센서 |
| 38: 변위센서 | 40: 제어수단 |
| 42: 제어기 | 44: 분석기 |
| 46: 구동기 | |

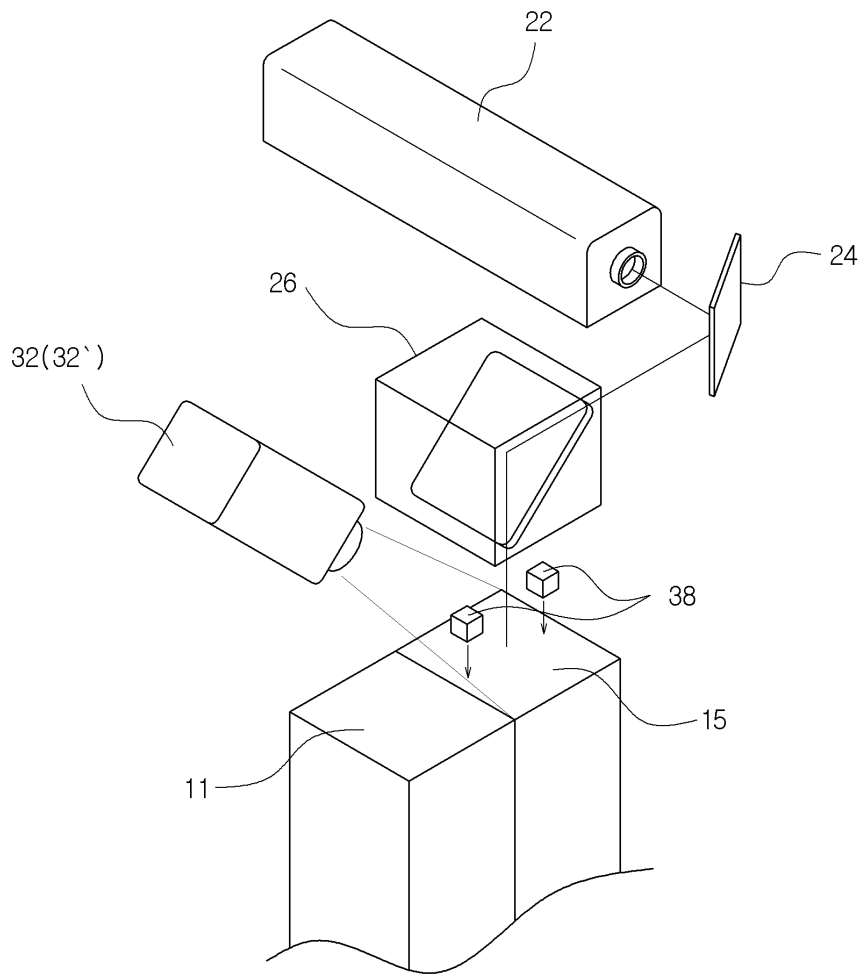
도면
도면1



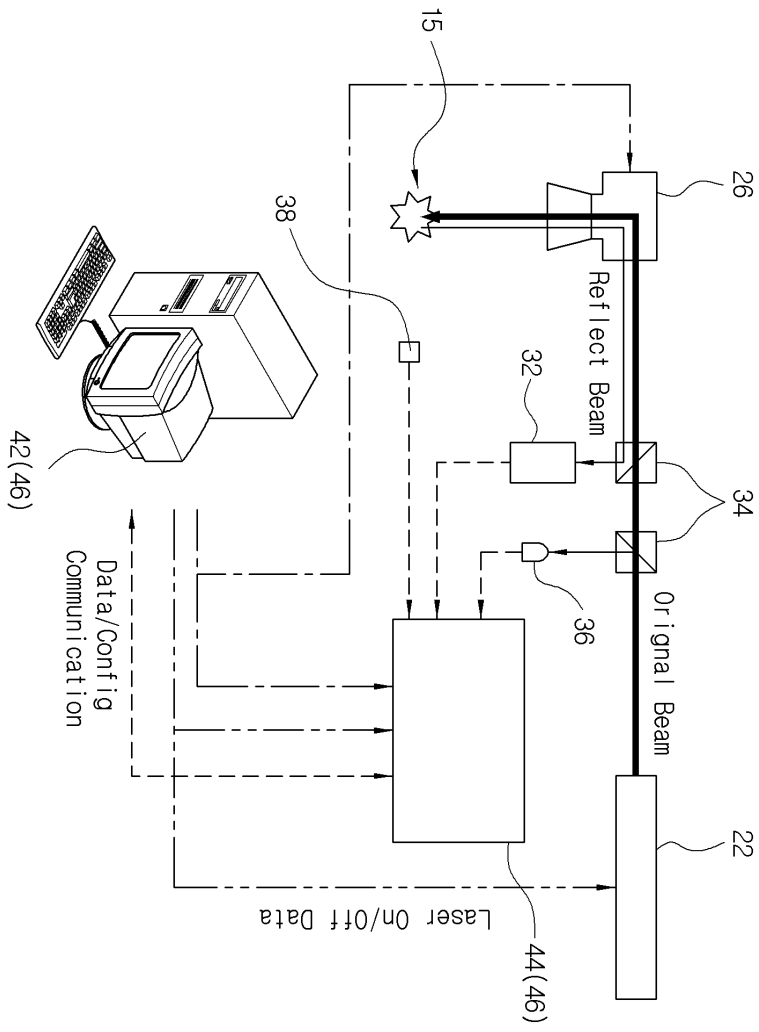
도면2



도면3



도면4



도면5

