



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0023968
(43) 공개일자 2017년03월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/12 (2006.01) G01B 5/00 (2006.01)
G01N 21/954 (2006.01) G02B 23/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/12 (2013.01)
G01B 5/003 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7001385
(22) 출원일자(국제) 2014년06월17일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2017년01월17일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/042790
(87) 국제공개번호 WO 2015/195102
국제공개일자 2015년12월23일

(71) 출원인
헤레우스 테네보 엘엘씨
미국, 조지아 30518, 뷰퍼드, 헤레우스 불러바드 100
(72) 발명자
마 퀴올린
미국 30097 조지아주 둘루쓰 유니언 파크 드라이브 3728
그린 에반 피.
미국 30043 조지아주 라우렌스빌 아놀드 드라이브 1487
비버스 제임스 이. 주니어
미국 30542 조지아주 플라워리 브랜치 그린 메도우스 씨클 5866
(74) 대리인
김태홍, 김진희

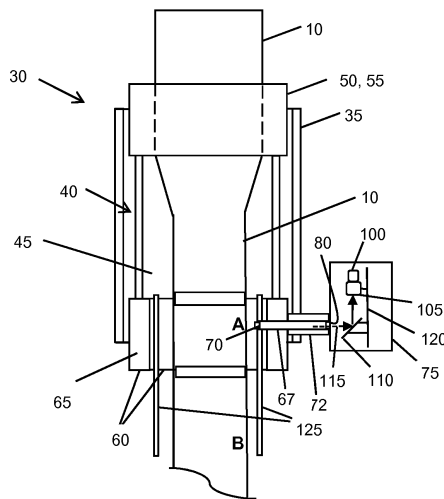
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **투명한 원통형 물체의 측정을 위한 장치 및 방법**

(57) 요약

물품들이 노를 통과할 때 물품들을 관찰하기 위한 개구들을 구비하는 고온 노 내에서의 자체의 제조 도중에 투명한 원통형 물체의 측정을 위한 장치 및 방법이 제공된다. 원통형 물체들은, 예를 들어, 적어도 2개의 유리질 재료 층을 구비하며 그리고 그로부터 광 섬유들이 제조되는, 광 섬유 예비형성물들일 수 있을 것이다. 측정은, 감지 및 디지털 기록 장치 그리고 렌즈들을 갖는 디지털 카메라, 및 노이즈를 제거함에 의해, 투명한 원통형 물체의 외측 에지들을 식별하고 위치를 확인함에 의해, 그리고 물체의 축 중심 및 직경을 포함하는 물체에 대한 측정값들을 계산함에 의해, 감지 및 디지털 기록 장치에 의해 기록된 이미지들을 분석하는 알고리즘을 갖도록 프로그램되는 프로세서를 사용하여, 달성된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01N 21/954 (2013.01)

G02B 23/2407 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

원통형 물체가 자체를 통해 시인 가능한 측방 개구를 구비하는 고온 노 내에서의 투명한 원통형 물체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치로서:

(A) 자체에 고정되는 렌즈 및 감지 및 디지털 기록 장치를 구비하는 디지털 카메라로서, 렌즈는, 노 벽의 개구를 통해 원통형 물체의 광학적 이미지를 수신하며 그리고, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하며 그리고 디지털 이미지를 기록하는, 감지 및 디지털 기록 장치로 광학적 이미지를 유도하는 것인, 디지털 카메라;

(B) 감지 및 디지털 기록 장치로부터의 디지털 이미지에 접속하고 해석하며, 그리고 원통형 물체에 대한 측정값을 결정하고 보고하는, 디지털 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서

를 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

투명한 원통형 물체는, 2개 이상의 유리질 재료 층을 포함하는 광 섬유 예비형성물인 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

예비형성물은, 굴절률을 갖는 코어 층 및 굴절률을 가지며 코어 층을 둘러싸는 피복 층을 포함하고; 코어 층의 굴절률은 피복 층의 굴절률보다 더 큰 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

감지 및 디지털 기록 장치는, 전하-결합 소자("CCD") 이미지 센서를 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

측정 값은 원통형 물체의 직경을 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

카메라는, 자체를 통한 원통형 물체의 광학적 이미지의 통과를 위한, 노 벽의 개구와 정렬되는, 입구를 구비하는 유체 밀봉 유체 냉각 하우징 내에 포함되는 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

노 벽의 개구 및 유체 냉각 하우징의 입구를 통해 카메라의 렌즈로 수신되는 광학적 이미지를 유도하기 위한 반사체를 더 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

노는, 원통형 물체가 가열되는 가운데 그를 통해 통과하는, 상부 환형 흑연 접촉체 및 하부 환형 흑연 접촉체와 함께 가열된 내부 공간을 구비하는, 자켓형 유체 냉각 흑연 노로서, 상부 접촉체 및 하부 접촉체는 각각 환형 벽들을 구비하며 그리고 가열된 내부 공간의 대향 단부들 근처에 놓이고, 원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한 측방 개구의 적어도 일부분이, 상부 환형 흑연 접촉체의 환형 벽을 통과하며, 그리고 상부 접촉체 및 하부 접촉체는, 흑연 노의 내부 공간을 그 내부의 원통형 물체와 함께 가열하기 위해, 자체를 통해 전류를 수용하고 전도하는 것인, 자켓형 유체 냉각 흑연 노인 것인, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치.

청구항 9

원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한 측방 개구를 구비하는 고온 노 내에서의 투명한 원통형 물체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법으로서:

- (A) 자체에 고정되는 렌즈를 구비하는 카메라를 사용하여 측방 개구를 통해 방출되는 원통형 물체의 광학적 이미지를 수신하는 단계;
- (B) 광학적 이미지를 감지 및 디지털 기록 장치로 유도하는 단계;
- (C) 감지 및 디지털 기록 장치를 사용하여, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하며, 그리고 디지털 이미지를 기록하는 단계; 및
- (D) 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서를 사용하여, 디지털 이미지를 해석하며 그리고 원통형 물체의 직경을 결정하는 단계를 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

감지 및 디지털 기록 장치는 디지털 카메라 내에 수용되는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

감지 및 디지털 기록 장치는, 전하-결합 소자("CCD") 이미지 센서인 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 12

제 9항에 있어서,

노의 측방 개구는, 원통형 물체의 직경 미만의 폭을 구비하는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 13

제 9항에 있어서,

광학적 이미지를 유도하는 단계(B)는 추가로, 반사체를 사용하여 실행되는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 14

제 9항에 있어서,

알고리즘은:

- (1) 둘러싸는 어두운 공간을 제거하기 위해 그리고 단지 노의 측방 개구를 통해 시인 가능했던 밝은 시계 만을 포함하는 잘라낸 디지털 이미지를 생성하기 위해, 디지털 이미지를 잘라내는 단계로서, 잘라낸 디지털 이미지는

높이 및 폭을 구비하는 것인, 디지털 이미지를 잘라내는 단계;

(2) 표준 편차 필터를 사용하여 잘라낸 디지털 이미지로부터 구매 여과된 이미지를 생성하는 단계;

(3) 하나 이상의 좌측 정점, 하나 이상의 우측 정점 및 하나 이상의 부차적 배경 정점을 구비하는 그레이 레벨 구매 스펙트럼을 형성하기 위해, 복수 라인 스캔을 실행하며 이들을 함께 합하는 단계로서, 복수의 구매 라인은, 구매 여과된 이미지의 수직 중심에 인접하며 그리고 구매 여과된 이미지의 전체 폭을 수평으로 가로질러 연장되는, 스캔 영역 내부에서 스캔되는 것인, 복수 라인 스캔을 실행하며 이들을 함께 합하는 단계;

(4) 그레이 레벨 구매 스펙트럼 내의 하나 이상의 좌측 정점 및 하나 이상의 우측 정점 중의 어느 것이, 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 나타내는지를 식별하는 단계로서:

(a) 그레이 레벨 구매 스펙트럼 상에서, 복수의 좌측 정점을 포괄하는 좌측 정점 창 영역을 선택하며, 그리고 복수의 우측 정점을 포괄하는 우측 정점 창 영역을 선택하고, 별도의 분석을 위해 각각의 창 영역 외부에 부차적 배경 정점들을 남기는 단계;

(b) 추가적인 분석으로부터 부차적 배경 정점들을 제거하는 정점 검출을 위한 기준선을 설정하는 단계로서:

(i) 부차적 배경 정점들 중의 일부분을 동적으로 샘플링하며 그리고 동적 샘플링에 기초하여 노이즈 바닥 레벨을 계산함에 의한;

(ii) 노이즈 바닥 레벨에 임계값을 부가함으로써 기준선을 결정함에 의한;

(iii) 그 후, 상기 기준선 아래의 임의의 정점들을 무시함에 의한

것인, 정점 검출을 위한 기준선을 설정하는 단계;

(c) 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 위치들에 대한 수치적 값들을 개별적으로 제공하기 위해, 표적 좌측 정점 및 표적 우측 정점을 식별하는 단계로서;

(i) 좌측 정점 창 영역 내의 상기 기준선보다 더 높은 복수의 좌측 정점의 각각을 분석하고, 좌측 정점 창 영역 내의 좌측으로 가장 멀리 위치하게 되는 표적 좌측 정점을 선택하며 그리고 원통형 물체의 실제 좌측 에지와 동등한 수치적 값으로서 표적 좌측 정점의 위치를 기록함에 의한;

(ii) 우측 정점 창 영역 내의 상기 기준선보다 더 높은 복수의 우측 정점의 각각을 분석하고, 우측 정점 창 영역 내의 우측으로 가장 멀리 위치하게 되는 표적 우측 정점을 선택하며 그리고 원통형 물체의 실제 우측 에지와 동등한 수치적 값으로서 표적 우측 정점의 위치를 기록함에 의한

것인, 표적 좌측 정점 및 표적 우측 정점을 식별하는 단계

를 실행함에 의한 것인, 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 식별하는 단계;

(5) 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 값들 사이의 차이의 절대 값을 취함에 의해, 예비형성물의 외경을 계산하는 단계; 및

(6) 원통형 물체의 외경을 보고하는 단계

를 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

단계 (3)에 더하여, 각각의 구매 라인 스캔이, 구매 여과된 이미지의 스캔 영역 내부에 수평 스캔 라인 위치를 설정함에 의해 그리고 설정된 수평 스캔 라인 위치를 따라 이미지의 그레이 레벨을 감지하고 기록함에 의해, 실행되는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 16

제 14항에 있어서,

단계 (3)에 더하여, 총 40 내지 50개의 복수 구매 라인 스캔이 실행되는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 17

제 14항에 있어서,

단계 (4)(a)에 더하여, 좌측 정점 창 영역은, 복수의 좌측 정점 중의 최고의 하나 상에 중심을 두며 그리고, 우측 정점 창 영역은, 복수의 우측 정점 중의 최고의 하나 상에 중심을 두는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 18

제 15항에 있어서,

단계 (4)(b)(ii)에 더하여, 임계값은, {(그레이 레벨 구배 스펙트럼의 최대 정점 높이) - (노이즈 바닥 레벨)} / (사전 결정된 인자)와 동등한 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 19

제 15항에 있어서,

잘라낸 디지털 이미지를 생성하기 위해 디지털 이미지를 잘라내는 단계 (1)을 실행한 이후에, 상기 방법은, 잘라낸 디지털 이미지 내의 평균 그레이 레벨을 계산하는 것 및, 평균 그레이 레벨 사전 결정된 임계값 아래일 경우, 알고리즘 진행을 중단하는 것을 더 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 20

제 15항에 있어서,

임계값은, 동적으로 샘플링된 부차적 배경 정점들의 상기 일부분의 평균 높이에 0.5를 곱하여 계산함에 의해 결정되는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 21

제 14항에 있어서,

좌측 에지의 값에 외경의 1/2을 부가함에 의해, 투명한 원통형 물체의 중심 위치를 결정하는 것을 더 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법.

청구항 22

원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한 측방 개구를 구비하는 고온 노 내에서의 투명한 원통형 물체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체 내부의 조인트 또는 결함을 검출하기 위한 방법으로서:

- (A) 자체에 고정되는 렌즈를 구비하는 카메라를 사용하여 측방 개구를 통해 방출되는 원통형 물체의 광학적 이미지를 수신하는 단계;
- (B) 광학적 이미지를 감지 및 디지털 기록 장치로 유도하는 단계;
- (C) 감지 및 디지털 기록 장치를 사용하여, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하며, 그리고 디지털 이미지를 기록하는 단계; 및
- (D) 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서를 사용하여, 디지털 이미지를 해석하며 그리고 원통형 물체 내부의 조인트 또는 결함의 존재를 결정하는 단계

를 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체 내부의 조인트 또는 결함을 검출하기 위한 방법.

청구항 23

제 22항에 있어서,

알고리즘은:

- (1) 둘러싸는 어두운 공간을 제거하기 위해 그리고 단지 노의 측방 개구를 통해 시인 가능했던 밝은 시계 만을 포함하는 잘라낸 디지털 이미지를 생성하기 위해, 디지털 이미지를 잘라내는 단계로서, 잘라낸 디지털 이미지는

높이 및 폭을 구비하는 것인, 디지털 이미지를 잘라내는 단계;

(2) 표준 편차 필터를 사용하여 잘라낸 디지털 이미지로부터 구배 여과된 이미지를 생성하는 단계;

(3) 하나 이상의 좌측 정점, 하나 이상의 우측 정점 및 하나 이상의 부차적 배경 정점을 구비하는 그레이 레벨 구배 스펙트럼을 형성하기 위해, 복수 라인 스캔을 실행하며 이들을 함께 합하는 단계로서, 복수의 구배 라인은, 구배 여과된 이미지의 수직 중심에 인접하며 그리고 구배 여과된 이미지의 전체 폭을 수평으로 가로질러 연장되는, 스캔 영역 내부에서 스캔되는 것인, 복수 라인 스캔을 실행하며 이들을 함께 합하는 단계;

(4) 그레이 레벨 구배 스펙트럼 내의 하나 이상의 좌측 정점 및 하나 이상의 우측 정점 중의 어느 것이, 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 나타내는지를 식별하는 단계로서:

(a) 그레이 레벨 구배 스펙트럼 상에서, 복수의 좌측 정점을 포괄하는 좌측 정점 창 영역을 선택하며, 그리고 복수의 우측 정점을 포괄하는 우측 정점 창 영역을 선택하고, 별도의 분석을 위해 각각의 창 영역 외부에 부차적 배경 정점들을 남기는 단계;

(b) 추가적인 분석으로부터 부차적 배경 정점들을 제거하는 정점 검출을 위한 기준선을 설정하는 단계로서:

(i) 부차적 배경 정점들 중의 일부분을 동적으로 샘플링하며 그리고 동적 샘플링에 기초하여 노이즈 바닥 레벨을 계산함에 의한;

(ii) 노이즈 바닥 레벨에 임계값을 부가함으로써 기준선을 결정함에 의한;

(iii) 그 후, 상기 기준선 아래의 임의의 정점들을 무시함에 의한

것인, 정점 검출을 위한 기준선을 설정하는 단계;

(c) 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 위치들에 대한 수치적 값들을 개별적으로 제공하기 위해, 표적 좌측 정점 및 표적 우측 정점을 식별하는 단계로서;

(i) 좌측 정점 창 영역 내의 상기 기준선보다 더 높은 복수의 좌측 정점의 각각을 분석하고, 좌측 정점 창 영역 내의 좌측으로 가장 멀리 위치하게 되는 표적 좌측 정점을 선택하며 그리고 원통형 물체의 실제 좌측 에지와 동등한 수치적 값으로서 표적 좌측 정점의 위치를 기록함에 의한;

(ii) 우측 정점 창 영역 내의 상기 기준선보다 더 높은 복수의 우측 정점의 각각을 분석하고, 우측 정점 창 영역 내의 우측으로 가장 멀리 위치하게 되는 표적 우측 정점을 선택하며 그리고 원통형 물체의 실제 우측 에지와 동등한 수치적 값으로서 표적 우측 정점의 위치를 기록함에 의한

것인, 표적 좌측 정점 및 표적 우측 정점을 식별하는 단계

를 실행함에 의한 것인, 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 식별하는 단계; 및

(5) 하나 이상의 중간 정점이 실제 좌측 정점과 실제 우측 정점 사이에 존재하는지를 결정하는 단계

를 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체 내부의 조인트 또는 결함을 검출하기 위한 방법.

청구항 24

제 23항에 있어서,

하나 이상의 중간 정점이 실제 좌측 정점과 실제 우측 정점 사이에 존재하는지를 결정하는 단계는:

(1) 실제 좌측 정점과 실제 우측 정점 사이에서 그레이 레벨 구배 스펙트럼의 중앙 창을 선택하는 것;

(2) 중앙 창에 대한 적분 면적을 계산하는 것; 및

(3) 적분 면적이 사전 결정된 값을 초과하는지를 결정하는 것

을 포함하는 것인, 투명한 원통형 물체 내부의 조인트 또는 결함을 검출하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 개괄적으로, 자체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체의 측정을 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

그러한 물체들은, 예를 들어, 적어도 2개의 유리질 재료의 층을 구비하며 그리고 그로부터 광 섬유들이 제조되는, 광 섬유 예비형성물들을 포함한다.

배경 기술

- [0002] 광 섬유들은, 최소의 산란 및 감쇠를 동반하는, 2개의 지점 사이에서 광을 전송하는 도파관들이다. 또한 때때로 섬유 광학체로 지칭되는 광 섬유들은, 공지되어 있으며 그리고 예를 들어, 조명, 통신, 정보 전달, 및 센서들을 위해 사용된다. 광 섬유들은 전형적으로 가요성이며 그리고, 즉 사람 모발의 두께보다 작은 정도로, 매우 가늘다. 이들은, 투명 코어 및 하나 이상의 투명 피복 층을 구비한다. 코어 및 피복 층들은, (예를 들어, 실리카, 불화물, 인산염, 등으로 이루어지는) 고품질 유리 또는 심지어 특정 플라스틱들과 같은, 유리질 재료로 이루어진다. 더불어, 코어 재료는, 둘러싸는 피복 층 또는 층들 내의 재료의 굴절률보다 더 큰 굴절률을 갖는다. 이러한 조건들은, 섬유를 통과하는 광 신호들의 전반사를 가능하게 하여, 결과적으로 효과적인 도파관을 생성한다.
- [0003] 광 섬유들은 일반적으로, 섬유 뽑기 타워(fiber drawing tower)를 사용하여 가열된 예비형성물로부터 섬유를 뽑아냄에 의해 제조된다. 그러한 타워들은 전형적으로, 수직으로 지향하게 되며 그리고, 예비형성물을 유지하고, 예비형성물을, 끝단부 먼저, 타워의 상부 내로 가이드하기 위한, 가이드부뿐만 아니라, 제어된 방식으로 예비형성물을 가열하기 위한 고온 노, 그리고 예비형성물의 전방 단부에 제어된 장력을 가하기 위한 장치를 구비하여, 그로 인해 용융 재료의 섬유가 형성되도록 한다. 섬유는 전형적으로, 미세한 연속적인 광 섬유를 제공하기 위해 예비형성물로부터 뽑히게 될 때, 냉각되고 고화된다.
- [0004] 예비형성물들은 일반적으로, 전체 형상이, 원형 단면 윤곽을 갖는, 원통형 또는 튜브형이지만, 다른 단면 윤곽들(예를 들어, 계란형, 타원형, 각형, 등)을 가질 수도 있을 것이다. 예비형성물로부터 뽑히는 섬유들과 마찬가지로, 예비형성물들은, 자체의 의도된 최종 용도들에 따르는, 굴절률, 감쇠, 등과 같은, 요구되는 특정 광 전달 특성들을 제공하도록 선택되고 배합되는, 투명한 유리질 재료의 축 방향 코어를 구비한다. 예비형성물 코어는, 또한 투명한 유리질 재료로 이루어지지만 코어의 굴절률보다 더 낮은 굴절률을 갖는, 적어도 하나의 피복 층에 의해 완전히 둘러싸이고 에워싸인다.
- [0005] 광학적 예비형성물을 제조하기 위해 실행되는 여러 기법들이 존재하며, 그들 중의 대부분은, 내부 기상 증착, 외부 기상 증착, 및 기상 축 증착(vapor axial deposition)을 포함하는, 화학적 기상 증착의 하나 이상의 유형을 수반한다. 그러한 기법은 모두 일반적으로, 기관 상에 하나 이상의 검댕 물질(검댕 물질) 층을 증착하는 것을 수반하며, 증착된 검댕 물질들을 고체 유리 내로 유리화하기 위한 고온 가열이 뒤따르게 된다. 기관은, 후속의 고온 가열을 견딜 수 있는 재료의 막대일 수 있으며, 또는 기관은, 앞서 증착된 검댕 물질의 층, 또는 앞서 형성되고 유리화된 유리의 막대 또는 층, 또는 심지어 이들의 조합일 수 있을 것이다. 일부 경우에, 층상화된 검댕 물질을 유리화하는 가열 단계는, 유리화된 예비형성물의 가열 및 섬유의 뽑기의 직전에, 또는 이와 동시에 실행될 수 있으며, 따라서, 예비형성물의 형성 및 섬유의 형성은 순차적이고 연속적이다.
- [0006] CVD 기법들은, 광학적 예비형성물을 제조하기 위해, 막대-인-튜브(rod-in-tube: RIT) 및 막대-인-원통(rod-in-cylinder: RIC)으로 공지되는, 더욱 최근에 개발된 프로세스들과 조합될 수 있을 것이다. RIT 방법 및 RIC 방법은 양자 모두, 코어 유리 막대 및 유리 외피(glass jacket)(튜브 또는 원통)와 함께 시작한다. 코어 유리 막대는 코어 및 1차적 피복 층을 구비하고, 이들 양자 모두는 투명하며, 그리고 코어의 굴절률은, 1차적 피복 층의 굴절률보다 더 크다. 유리 외피는, 또한 흔히 "이중 피복(overcladding)"으로 지칭되는, 제2 유리 피복 재료 층을 제공한다. 유리 외피는, 큰 외경의 원통일 수 있으며, 또는 원통은 더 작은 외경의 튜브로 인출될 수 있으며, 이들 양자 모두는 코어 유리 막대를 수용하도록 크기 결정되는 축 방향 개구를 구비한다. 코어 유리 막대 및 유리 외피는 분리되어 생성되며 그리고 이어서 튜브 또는 원통 내로의 코어 막대의 삽입에 의해 조립되고, 고체 유리화 예비형성물을 형성하기 위한, 섬유 뽑기 타워와 유사한 수직 지향 외피형성 장치 내에서의, 가열 및 고화가 뒤따르게 된다. 예비형성물은 이어서, 섬유 뽑기 타워로 공급되고, 이곳에서 예비형성물이 가열되며 그리고 광 섬유는 가열된 예비형성물의 전방 예지로부터 뽑히게 된다.
- [0007] CVD 법 도중에 증착되는 검댕 물질들의 양들의 주의 깊은 제어, 뿐만 아니라 유리화 이전 및 도중의 코어 막대 및 튜브 외피 또는 원통 외피의 치수들(내경, 외경, 길이, 등) 그리고 최종적 광 섬유와 그의 층들의 직경 및 두께의 제어가, 요구되는 특성들 및 품질을 구비하는 광 섬유들을 궁극적으로 생성하는 것에 대한 지극한 중요함의 모든 것이다. 따라서, 전체 제조 공정의 상이한 단계들 도중에, 예비형성물의 구성요소들, 예비형성물 자체, 및 광 섬유의 다양한 특성들을 측정하기 위한 다양한 공지의 방법 및 장치가 존재한다.

[0008] 예를 들어, CVD, RIT, RIC 또는 다른 방법들에 의해 제조되는지에 무관하게, 광학적 예비형성물들의 직경은 전형적으로, 유리화 이후에, 그러나 광학적 예비형성물들로부터 광 섬유들의 뽑기를 시작하기 이전에, 측정된다. 하나의 그러한 방법은, 예비형성물에 레이저 또는 다른 복사 빔을 유도하는 것을 수반하며, 여기서 레이저 또는 빔은, 예비형성물의 종방향 축에 직각이며 그리고 예비형성물의 일측면으로부터 다른 일측면으로 앞뒤로 왕복하게 되고, 평면에서 선형으로 또한 예비형성물의 종방향 축에 직각으로 지향하게 된다. 그러한 방법들에 의해 생성되는 이미지는, 예비형성물의 적어도 외경을, 그리고 때때로 또한 코어 및 피복 층들의 직경들을, 뿐만 아니라 다른 정보를, 생성하고 보고하기 위해 기록되고 분석된다. 종종, 이미지는, 전하 결합 소자(charge-coupled device: "CCD") 이미지 센서와 같은 이미지 센서에 의해 캡처되며, 그리고 프로세서에 의한 취급 및 해석을 위한 디지털 이미지로서 기록된다. 이미지 센서가 레이저 공급원으로부터 예비형성물의 반대 측면 상에 위치하게 되며 그리고 레이저가 예비형성물을 통해 비출 때 생성되는 음영 이미지를 수신하는, 레이저 스캐닝 방법들이, 음영 기법(shadow technique)으로서 공지된다.

[0009] 직경 측정의 음영 측정에 대한 제한들이 존재하며, 그 중 일부가, 장치의 특징부들에 의해 부과된다. 예를 들어, 전형적으로 예비형성물의 가열 및 유리화가 그 내부에서 일어나는 노 장치는, 개구를 구비하며, 개구는, 개구를 통해 예비형성물까지 통과하는 왕복 스캐닝 레이저를 수용하기 위해, 종종 길고 좁은 직사각형 또는 슬릿으로서, 크기 결정되고 성형된다. RIT 방법에 의해 생성되는 예비형성물들은, 최대 대략 110 밀리미터(mm)의 외경들(OD)을 갖도록 제조될 수 있으며, 그리고 그러한 직경은, 노 장치 근처에 적절하게 설치되고 작동하게 되는, 텔레센트릭 레이저 스캐닝 게이지들(telecentric laser scanning gauges) 및 이미지 센서들을 사용하여 정밀하게 측정될 수 있다. 물론, 레이저 스캐닝 기술의 본성으로 인해, 직사각형 창문 또는 슬릿이 측정될 가장 넓은 예비형성물보다 조금 더 넓어야만 하며 그리고, 잠깐 동안은 이것이 가능했다. 그러나, 더 큰 직경의 예비형성물들에 대한 소비자 수요가, 대략 135 내지 150(mm) 사이의 그리고 심지어 더 큰 직경들을 갖는 예비형성물들을 제조하기 위한 RIC 방법의 발전으로 이어졌으며, 그리고 장치의 기하 형상 및 기능 그리고 레이저 스캐너 기술에 대한 제한들이, 더 큰 직경의 예비형성물을 측정하기 위한 새로운 방식 및 그러한 방법을 실행하기 위한 장비에 대한 발전을 요구했다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은, 광학적 예비형성물들, 또는 광학적으로 투명한 원통형 물체들의 직경을, 그들의 제조 도중에, 측정하기 위한 신규의 장치 및 방법을 제공한다. 신규의 장치는, 앞서 사용되었던 레이저 스캐닝 장치 대신에, 렌즈 및 이미지 수신기 및 기록기를 구비하는 디지털 카메라의 사용을 포함하는 가운데, 방법은, 예비형성물 직경을 결정하기 위해 이미지 내의 노이즈 및 여분(redundancy)을 제거하는 방식으로, 이미지 센서에 의해 수신된 이미지를 분석하도록 개발된 알고리즘을 사용한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은, 고온 노 내에서의 자체의 제조 도중에, 자체의 직경과 같은 것에 대해, 투명한 원통형 물체를 측정하기 위한 장치를 제공한다. 고온 노는, 원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한, 측방 개구를 구비한다. 장치는: (A) 자체에 부착되는 렌즈 그리고 감지 및 디지털 기록 장치를 구비하는 디지털 카메라; 및 (B) 알고리즘을 갖도록 프로그램되는 디지털 프로세서를 포함한다.

[0012] 렌즈는, 노 벽의 개구를 통해 원통형 물체의 광학적 이미지를 수신하며 그리고, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하며 그리고 디지털 이미지를 기록하는, 카메라의 감지 및 디지털 기록 장치로 광학적 이미지를 유도한다. 예시적인 실시예에서, 렌즈는, 광각 렌즈(예를 들어, 풀 프레임 35 mm 이미지 센서에 대해, 35 mm 미만의 초점 거리를 구비하는 렌즈)이다. 다른 실시예에서, 렌즈는, 정상 초점 또는 긴 초점 렌즈일 수 있을 것이다. 감지 및 디지털 기록 장치는, 전하-결합 소자("CCD") 이미지 센서일 수 있을 것이다. 대안적으로, 감지 및 디지털 기록 장치는, 상보성 금속 산화물 반도체(CMOS) 이미지 센서일 수 있을 것이다. 디지털 프로세서 및 알고리즘은, 이미지 센서로부터의 디지털 이미지에 접속하고 해석하며 그리고, 자체의 직경과 같은, 원통형 물체에 대한 측정값을 결정하고 보고한다.

[0013] 일부 실시예에서, 투명한 원통형 물체는, 2개 이상의 유리질 재료 층을 포함하는 광 섬유 예비형성물일 수 있을 것이다. 더불어, 예비형성물은, 굴절률을 갖는 코어 층 및 굴절률을 가지며 코어 층을 둘러싸는 피복 층을 포함할 수 있을 것이다. 코어 층의 굴절률은 피복 층의 굴절률보다 더 크다.

- [0014] 일부 실시예에서, 카메라는, 자체를 통한 원통형 물체의 광학적 이미지의 통과를 위한, 노 벽의 개구와 정렬되는, 입구(portal)를 구비하는 유체 밀봉 유체 냉각 하우징 내에 봉합될 수 있을 것이다.
- [0015] 장치는, 노 벽의 개구 및 유체 냉각 하우징의 입구를 통해 카메라의 렌즈로 수신되는 광학적 이미지를 유도하기 위한, 거울과 같은 반사체를 더 포함할 수 있을 것이다.
- [0016] 본 발명의 장치의 일부 실시예에서, 노는, 원통형 물체가 가열되는 가운데 그를 통해 통과하는, 상부 및 하부 환형 흑연 접촉체와 함께 가열된 내부 공간을 구비하는, 자켓형 유체 냉각 흑연 노(jacketed fluid-cooled graphite furnace)로서, 상부 접촉체 및 하부 접촉체는 각각 환형 벽들을 구비하며 그리고 가열된 내부 공간의 대향 단부들 근처에 놓이고, 원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한 측방 개구의 적어도 일부분이, 상부 환형 흑연 접촉체의 환형 벽을 통과하며, 그리고 상부 접촉체 및 하부 접촉체는, 흑연 노의 내부 공간을 그 내부의 원통형 물체와 함께 가열하기 위해, 자체를 통해 전류를 수용하고 전도하는 것인, 자켓형 유체 냉각 흑연 노이다.
- [0017] 본 발명의 실시예들은 또한, 원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한 측방 개구를 구비하는 고온 노 내에서의 투명한 원통형 물체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법을 포함할 수 있을 것이다. 더욱 구체적으로, 방법은: (A) 자체에 고정되는 렌즈를 구비하는 카메라를 사용하여 측방 개구를 통해 방출되는 원통형 물체의 광학적 이미지를 수신하는 것; (B) 광학적 이미지를 감지 및 디지털 기록 장치로 유도하는 것; (C) 감지 및 디지털 기록 장치를 사용하여, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하는 것 및 디지털 이미지를 기록하는 것; 그리고 (D) 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서를 사용하여, 디지털 이미지를 해석하는 것 및 원통형 물체의 직경을 결정하는 것을 포함할 수 있을 것이다. 감지 및 디지털 기록 장치는, 카메라 내에 수용될 수 있으며, 또는 카메라로부터 분리될 수 있을 것이다. 투명한 원통형 물체는 광학적 예비형성물일 수 있을 것이다.
- [0018] 일부 실시예에서, 프로세서의 알고리즘은: (1) 더 작은 잘라낸 디지털 이미지를 생성하기 위해 디지털 이미지를 잘라내는 단계; (2) 잘라낸 디지털 이미지로부터 구배 여과된 이미지(gradient filtered image)를 생성하는 단계; (3) 그레이 레벨 구배 스펙트럼(grey level gradient spectrum)을 형성하기 위해, 복수 구배 라인 스캔을 실행하며 그리고 이들을 함께 합하는 단계; (4) 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 나타내는 정점들을 식별하는 단계; (5) 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 값들 사이의 차이의 절대 값을 취함에 의해 원통형 물체의 외경을 계산하는 단계; 및 (6) 원통형 물체의 외경을 보고하는 단계를 구비할 수 있을 것이다.
- [0019] 더욱 구체적으로, (1) 디지털 이미지는, 둘러싸는 어두운 공간을 제거하기 위해 잘려지게 되며, 그리고 결과적으로 생성되는 더 작은 잘라낸 디지털 이미지는, 단지 노의 측방 개구를 통해 시인 가능했던 밝은 시계(bright field of view) 만을 포함한다. 이어서, (2) 구배 여과된 이미지가, 표준 편차 광 필터를 사용하여 잘라낸 디지털 이미지로부터 생성된다.
- [0020] (3) 알고리즘의 제3 단계는, 복수의 좌측 정점, 복수의 우측 정점 및 복수의 부차적 배경 정점을 구비하는 그레이 레벨 구배 스펙트럼을 형성하기 위해, 복수 구배 라인 스캔을 실행하는 것 및 이들을 함께 합하는 것을 요구한다. 복수의 구배 라인은, 구배 여과된 이미지의 수직 중심에 인접한 그리고 구배 여과된 이미지의 전체 폭을 수평으로 가로질러 연장되는, 스캔 영역 이내에서 스캔된다.
- [0021] (4) 알고리즘의 제4 단계를 위해, 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 나타내는, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 내의 복수의 좌측 정점 및 우측 정점을 식별하는 것이, 다음과 같이 달성된다. 그레이 레벨 구배 스펙트럼 상에서, 복수의 좌측 정점을 포괄하는 좌측 정점 창 영역(window area)이 선택되며, 그리고 복수의 우측 정점을 포괄하는 우측 정점 창 영역이 선택되고, 별도의 분석을 위해 각각의 창 영역 외부에 부차적 배경 정점들을 남긴다. 이어서, 기준선이, (i) 부차적 배경 정점들의 일부를 동적으로 샘플링하는 것 및 상기 동적 샘플링에 기초하여 노이즈 바닥 레벨을 계산하는 것; (ii) 상기 기준선을 유도하기 위해 노이즈 바닥 레벨에 사전 결정된 임계량을 추가하는 것; (iii) 그 후, 설정된 기준선 아래의 임의의 정점들을 무시하는 것에 의한, 추가적인 분석으로부터 부차적 배경 정점들을 제거하는, 정점 검출을 위해 설정된다. 그 후, 표적 좌측 정점 및 표적 우측 정점이, 개별적으로, (i) 좌측 정점 창 영역 내의 상기 기준선보다 더 높은 복수의 좌측 정점의 각각을 분석하는 것, 좌측 정점 창 영역 내의 좌측으로 가장 멀리 위치하게 되는 표적 좌측 정점을 선택하는 것, 및 예비형성물의 실제 좌측 에지와 동등한 수치적 값으로서 표적 좌측 정점의 위치를 기록하는 것; (ii) 우측 정점 창 영역 내의 상기 기준선보다 더 높은 복수의 우측 정점의 각각을 분석하는 것, 우측 정점 창 영역 내의 우측으로 가장 멀리 위치하게 되는 표적 우측 정점을 선택하는 것, 및 예비형성물의 실제 우측 에지와 동등한 수치적 값으로서 표적 우측 정점의 위치를 기록하는 것에 의해, 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 위치

들에 대한 수치적 값들을 제공하도록 식별된다.

[0022] 마지막으로, (5) 원통형 물체의 외경이, 제4 단계(4)에서 결정된 원통형 물체의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 값들 사이의 차이의 절대 값을 취함에 의해 계산되며, 그리고 (6) 원통형 물체의 외경이 보고된다.

도면의 간단한 설명

[0023] 본 발명은, 첨부되는 도면과 관련하여 읽을 때 뒤따르는 상세한 설명으로부터 최상으로 이해된다. 통상적인 실행에 따라, 도면의 다양한 특징부들이 축적에 따르지 않도록 강조된다. 대조적으로, 다양한 특징부들의 치수들은, 명료함을 위해 임의적으로 확대되거나 감소된다. 뒤따르는 도면들이 도면에 포함된다:

- 도 1은, 코어 및 피복 층을 보여주는, 예시적 광학적 예비형성물의 개략적 사시도이고;
- 도 2는, 고온 노, 고온 노를 통과하는 예비형성물, 및 예비형성물 직경을 측정하기 위한 장치의 실시예의, 개략적 부분 단면 정면도이며;
- 도 3은, 노, 예비형성물 및 예비형성물 직경을 측정하기 위한 장치의 개략적 평면도이고;
- 도 4a, 도 4b 및 도 4c는, 하부 접촉체가 변화하는 폭의 개구를 구비하는, 노의 가열 구역 내의 온도 패턴을 모델링한 결과를 도시하며;
- 도 5는, 카메라에 의해 수신된 광학적 이미지를 처리하기 위해 사용되는 알고리즘의 처음 3개의 단계의 그래픽 데이터 생성물을 도시하고;
- 도 6은, 라인들이 그 내부에서 알고리즘의 제3 단계에서의 그레이 스케일 스캐닝을 위해 선택되는, 스캔 창의 대략적 위치를 도시하며;
- 도 7은, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 및 알고리즘의 제4 단계 도중의 그레이 레벨 구배 스펙트럼의 분석에 대한 세부 내용을 도시하고;
- 도 8은, 광학적 예비형성물의 코어 내의 조인트에 대한 검출 및 측정을 위한 알고리즘에 관련되는 샘플 그래픽 데이터를 도시하며;
- 도 9는, 광학적 예비형성물의 코어 내의 조인트에 대한 검출 및 측정을 위한 단순한 알고리즘 및 발전된 알고리즘들에 대한 비교 그래픽 데이터를 도시하며; 그리고
- 도 10은 그레이 레벨 구배 스펙트럼 및, 광학적 예비형성물의 코어 내의 조인트에 대한 검출 및 측정을 위한, 그레이 레벨 구배 스펙트럼의 분석에 대한 세부 내용을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 실시예들은, 광 섬유 예비형성물들과 같은, 투명한 원통형 물체들을, 그들의 제조 도중에, 측정하기 위한 장치 및 방법을 포함할 수 있을 것이다. 예를 들어, 제한 없이, 투명한 원통형 물체들은, 광 섬유들이, 도면과 같이 공지된 공정을 사용하여, 그로부터 생성되는, 광 섬유 예비형성물들을 포함한다. 그러한 광학적 예비형성물들은, 적어도 2개의 유리질 재료 층, 코어 및 피복 층을 구비하며, 여기서 코어는 피복 층보다 더 높은 굴절률을 구비한다. 예비형성물들은, 일부 실시예에서, 또한 투명한 유리질 재료로 이루어지는, "이중 피복 층"과 같은, 하나 이상의 부가적 피복 층을 구비할 수 있을 것이다. 도 1은, 때때로 CVD, RIT 및 RIC 기술들을 사용하여 제조되는 것과 같은, 코어(15), 제1 피복 층(20) 및 이중 피복 층(25)을 포함하는 자체의 가능한 층들을 보여주는, 예시적인 광학적 예비형성물(10)의 개략적 사시도를 제공한다.

[0025] 비록 본 발명은 이하에서 그러한 광학적 예비형성물들의 직경을 측정하는 것에 대한 맥락에서 상세하게 설명되지만, 그의 적용은 광학적 예비형성물 직경들의 측정에 제한되는 것은 아니라는 점을 이해해야 된다. 대신에, 관련 분야의 통상적인 기술을 갖는 자들에 의해 인식될 것으로서, 투명한 원통형 물체들은, 광학적 예비형성물들일 필요는 없으며, 대신에 외경을 구비하는 투명한 코어 막대, 또는 외경 및 내경을 구비하는 투명한 원통, 또는 원통형 또는 튜브형으로 형성되고 투명하지만 광 섬유 분야에 관련되지 않는 다른 물질일 수 있을 것이다. 모든 그러한 수정들 및 응용들이 이하에 설명되고 청구되는 본 발명에 포함된다는 것이 예견되고 의도된다. 부가적으로, 여기에서 제공되는 상세한 설명에 기초하여, 관련 분야의 통상적인 기술을 가진 자들이, 본 발명의 사상으로부터 벗어남 없이 여기에서 기술되는 실시예들에 대한 대안들 및 수정들을 인식할 것이며 그리고 이를 수 있다는 것이 믿어진다.

- [0026] 여기에서 사용되는 바와 같은, 용어 "유리질"은, 투명도, 취성, 경도, 광택도(glossiness), 등과 같은, 유리 유사한 (즉, 유리의 특징들 또는 외양을 구비하는) 재료를 설명하는 것에 대한 그 자체의 통상적인 의미를 가진다.
- [0027] 여기에서 사용되는 바와 같은, 용어 "투명한"은, 인식 가능한 산란 없이 광을 투과시키며, 따라서 관찰자로부터 재료의 반대 측부 상에 위치하게 되는 몸체들이 분명하게 보이게 되도록 하는, 재료를 설명하는 것에 대한 그 자체의 통상적인 의미를 가진다. 이는, 광의 완벽한 또는 정확한 투과를 요구하지 않는 대신, 광이 작은 중단 또는 비틀림을 갖거나 또는 전혀 갖지 않는 그러한 재료를 통과하도록 허용되며, 따라서 반대 측부 상의 물체들이 보일 수 있고 인지될 수 있도록 한다는 것을 의미한다.
- [0028] 하나의 일반적인 실시예에서, 본 발명은, 고온 노 내에서의 자체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 장치를 포함한다. 노의 유형은, 여기에서 설명되는 본 발명의 장치 및 방법의 실행과 관련하여 특별히 제한되지 않는다. 비록 본 발명의 다양한 실시예와 관련하여 설명되는 노가 자켓형 유체 냉각 노이지만, 측정을 필요로 하는 투명한 원통형 물체의 제조, 수정, 또는 처리하기 위해 사용될 때 다른 유형의 노들이 적당할 수 있다는 것을 알게 된다.
- [0029] 도 2는, 자체를 통과하는 광학적 예비형성물(10)을 갖는, 전형적인 고온 노(30)의 개략적 정면도를 제공한다. 도 2에 도시된 노(30)는, 광학적 예비형성물(10)과 같은 원통형 물체가 가열되는 가운데 그를 통해 통과하는, 상부 환형 흑연 접촉체 및 하부 환형 흑연 접촉체(50, 60)와 함께 가열된 내부 공간(45)을 구비하는, 주된 가열 구역(40)을 드러내도록 단면도로 도시되는, 외부 자켓(35)을 구비하는 자켓형 유체 냉각 노(30)이다. 상부 접촉체 및 하부 접촉체(50, 60)는 각각, 환형 벽들(55, 65)을 구비하며 그리고, 도 2에 도시된 바와 같이, 가열된 내부 공간(45)의 대향하는 단부들에 인접하게 놓인다. 나아가, 노(30)는, 가열된 예비형성물(10)이 냉각되고 고화되기 시작하는 곳인, 보호 튜브(125)를 구비한다.
- [0030] 계속 도 2를 참조하면, 노(30)는, 노(30) 내부의 예비형성물(10)이 그를 통해 외부 환경으로부터 관찰자들에게 시인 가능한 것인, 측방 개구(70)를 구비한다. 따라서, 측방 개구(70)는, 예비형성물(10)이 그를 통해 가열 도중에 통과하게 되는 것인, 노(30)의 가열된 내부 공간(45)과 연통 상태에 놓인다. 더불어, 측방 개구(70)는 수직 입면에 놓이며, 여기서 이는, 예비형성물(10)의 가열이, 예비형성물이 냉각을 시작하는 지점에서 또는 그 직전에, 실질적으로 완료된다는 것을 보여주는 실시예에서와 같이, 예비형성물(10)의 직경을 측정하기 위해 요구된다. 더욱 구체적으로, 측방 개구(70)는, 하부 환형 접촉체(60)의 환형 벽(65) 내의 개구(67)를 통해, 자켓(35)의 벽을 통해, 그리고 보호 다리(72)를 통해 관통하며, 따라서 측방 개구(70) 또한 외부 환경과 소통 상태에 놓인다.
- [0031] 이러한 예시적인 실시예의 노(30)는 고온에서 작동하며 그리고 그 자체가 자켓형이고 유체 냉각형이기 때문에, 유체 밀봉 유체 냉각 하우징(75)이, 디지털 카메라(100) 및 그의 렌즈(105)를 수용하고 보호하기 위해 사용된다. 예시적인 실시예에서, 렌즈(105)는, 광각 렌즈(예를 들어, 풀 프레임 35 mm 이미지 센서에 대해, 35 mm 미만의 초점 거리를 구비하는 렌즈)이다. 다른 실시예에서, 렌즈(105)는, 정상 초점 또는 긴 초점 렌즈일 수 있을 것이다. 하우징(75)은, 입구(80)를 구비하며 그리고, 입구(80)가 측방 개구(70)와 정렬되어 예비형성물(10)이 하우징(75) 내부로부터 시인 가능하도록, 노(30)의 외부에 고정된다.
- [0032] 도 3은, 카메라(100), 렌즈(105), 및 카메라(100)와 렌즈(105)를 수용하고 보호하는 하우징(75)을 포함하는, 예비형성물 직경을 측정하기 위한 장치의 개략적 평면도를 도시한다. 카메라(100) 및 렌즈(105)와 함께, 노(30)의 하부 접촉체(60) 및, 렌즈(105)와 노(30) 내부의 예비형성물(10) 사이에 투명한 시계(FOV)(한 쌍의 점선으로 도시됨)를 가능하게 하며 그리고 하부 접촉체(60)를 관통하는, 보호 다리(72)가 또한 도 3에 도시된다. 거울(110)은, 이러한 평면도에서 카메라(100)와 렌즈(105) 아래에 놓이기 때문에, 시인 가능하지 않다.
- [0033] 상부 접촉체 및 하부 접촉체(50, 60)가, 그 내부에 예비형성물(10)을 갖는 노(30)의 내부 공간(45)을 가열하기 위해, 자체를 통해 전류를 수용하고 전도한다는 것을 알게 된다. 접촉체들(50, 60)이 전기를 전도하며 그리고 노(30)를 위한 가열 메커니즘의 일부라는 사실은, 하부 접촉체(60)의 벽 내의 개구의 크기(즉, 높이 및 폭)에 대한 구조적 및 기능적 한계들이 존재한다는 것을 의미한다.
- [0034] 더 큰 예비형성물 OD 측정값뿐만 아니라, 더욱 신뢰할 수 있는 측정값을 위한 더 넓은 시계(예를 들어, 도 3의 'FOV' 참조)를 획득하기 위해, 하부 접촉체(60)를 통한 개구의 확장이, 노(30)의 가열 구역(40)의 가열의 균일성에 관하여 더 넓은 개구의 영향을 예측하도록, 수치적 모델을 사용하여 조사되었다. 수치적 모델 및 그의 결과들이, 이하의 예들로 제공되며 그리고 도 4a, 도 4b 및 도 4c에 도시된다. 개구의 폭을 결정하기 위해 사

용될 수 있는 예시적인 수치적 모델은, 비록 다른 수치적 모델들이 또한 예상되지만, 유한 요소법(Finite Element Method: FEM)이다. 수치적 모델링에 기초하여, 개구가 여기에 개시되는 특정 실시예에 대해 대략 150mm 까지 안전하게 확장될 수 있다는 것이 결정되었다. 다른 실시예에서, 개구의 최대 폭은, 대략 150mm 미만 또는 초과될 수 있을 것이다. 당업자는, 어떻게 수치적 모델링에 의해 개구의 최대 폭을 결정하는지에 관해, 본 개시에 기초하여 이해할 것이다.

- [0035] 도 2 및 도 3을 다시 참조하면, 자체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 장치는: (A) 자체에 고정되는 렌즈(105) 및, 예를 들어 (카메라 내부의, 도시되지 않은) 전하-결합 소자("CCD") 이미지 센서와 같은, 감지 및 디지털 기록 장치를 구비하는, 디지털 카메라(100); 및 (B) 알고리즘을 갖도록 프로그램되는 디지털 프로세서(그 자체는 미도시)를 포함한다. 다른 실시예에서, 감지 및 디지털 기록 장치는, 상보성 금속산화물 반도체(CMOS) 이미지 센서일 수 있을 것이다. 더욱 구체적으로, 카메라(100) 및 렌즈(105)는, 렌즈(105)가 측방 개구(70)를 통해 예비형성물(10) 물체의 광학적 이미지를 수신하는 것을 가능하게 하도록 배치된다. 렌즈(105)는, 광학적 이미지를, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하며 그리고 예비형성물(10)의 디지털 이미지를 기록하는, 이미지 센서로 유도한다.
- [0036] 장치는, 노(30)의 측방 개구(70)와 카메라(100)의 렌즈(105) 중간에 배치되는, 거울(110)과 같은, 반사체를 더 포함할 수 있을 것이다. 반사체는, 노(30)의 측방 개구(70) 및 하우징(75)의 입구(80)를 통해 수신되는 광학적 이미지(도 2의 화살표 참조)를, 카메라(100)의 렌즈(105)로 유도한다. 렌즈(105) 및 거울(110)은, 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, 하우징(75) 내부에서 장착 바(120)에 고정될 수 있을 것이다.
- [0037] 디지털 카메라(100)에 부가하여, 장치는 또한, 이미지 센서로부터의 디지털 이미지에 접속하고 해석하며, 그리고 원통형 물체의 직경을 결정하고 보고하는, 디지털 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서를 포함한다. 적당한 프로세서들 및 알고리즘들이, 디지털 이미지들을 해석할 수 있는, 현재 공지된 그리고 미래에 공지될 것들을 포함한다. 예시적인 프로세서들 및 알고리즘들이, 본 발명의 방법과 관련하여, 이하에 더욱 상세하게 설명된다.
- [0038] 예비형성물(10)이 보호 튜브(125)로부터 나오는 노(30)의 위치에서, 예를 들어 도 2의 지점(B)에서와 같이, 예비형성물이 냉각되고 설정된 이후에, 예비형성물(10)의 제2 측정값을 취하는 것이 바람직할 수 있을 것이다. 구체적인 특징부들이 도 2에 도시되지 않지만, 제2 예비형성물 측정값이 지점(B)에서 취해질 때, 노(30)는 지점(B)에, 보호 튜브(125)로부터 나오는 냉각된 예비형성물의 외부로부터의 관찰을 가능하게 하기 위한, 다른 측방 개구 뿐만 아니라, 지점(B)에서 냉각된 예비형성물(10)을 측정하기 위한, 그 자체의 감지 및 디지털 기록 장치와 렌즈를 구비하는 다른 카메라 및 다른 유체 냉각 하우징을 포함하는, 제2 장치를 구비할 것이다. 모든 그러한 특징부들은, 예비형성물(10)이 노(30)의 하부 접촉체(60)를 통과하고 있는, 주된 측정 지점, 예를 들어 지점(A)과 연관되어 이상에 설명된 것과 동일할 수 있을 것이다.
- [0039] 다른 일반적인 실시예에서, 본 발명은, 원통형 물체가 그를 통해 시인 가능한 측방 개구를 구비하는 고온 노 내에서의 투명한 원통형 물체의 제조 도중에, 투명한 원통형 물체의 직경을 측정하기 위한 방법을 제공한다. 방법은 기본적 단계들: 즉, (A) 자체에 고정되는 렌즈를 구비하는 카메라를 사용하여 측방 개구를 통해 방출되는 원통형 물체의 광학적 이미지를 수신하는 단계; (B) 광학적 이미지를 감지 및 디지털 기록 장치로 유도하는 단계; (C) 감지 및 디지털 기록 장치를 사용하여, 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하며 그리고 디지털 이미지를 기록하는 단계; 및 (D) 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서를 사용하여, 디지털 이미지를 해석하며 그리고 원통형 물체의 직경을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0040] 도 2 및 도 3에 도시된 장치를 다시 간단히 참조하면, 노(30)의 측방 개구(70)를 통해 방출되는, 원통형 물체(예를 들어, 예비형성물(10))의 광학적 이미지(115)가, 카메라(100) 및 렌즈(105)에 의해 수신된다. 카메라(100) 내부에서, 적절하게 장착되고 조절되는 렌즈(105)에 의해, 당업자에 의해 쉽게 이해될 것으로서, 광학적 이미지(115)는, 이후 광학적 이미지를 디지털 이미지로 변환하고 디지털 이미지를 기록하는, 또한 카메라 내부의, 감지 및 디지털 기록 장치(미도시)로 유도된다. 카메라(100)의 일부분일 수 있으며, 또는 별도의 마이크로 프로세서일 수 있으며, 또는 컴퓨터 등의 일부분일 수 있는, 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서(미도시)가, 원통형 물체(예비형성물(10))의 직경 뿐만 아니라, 이에 국한되는 것은 아니지만, 원통형 물체(예비형성물(10))의 중심의 위치 그리고 예비형성물(10)의 코어 막대(15)(도 1 참조) 내의 임의의 조인트의 존재 및 지점을 포함하는, 다른 특성들을 결정하기 위해, 디지털 이미지를 해석한다.
- [0041] 디지털 이미지를 해석하며 그리고 원통형 물체의 직경을 결정하는 마지막 단계(D)는, 알고리즘을 갖도록 프로그램된 프로세서의 사용을 요구한다. 프로세서는 예를 들어, 제한 없이, 지금부터 상세하게 설명될 알고리즘을

실행할 수 있는 당업자에게 현재 공지된 또는 미래에 공지될, 컴퓨터, 프로세스 제어 장비 및 시스템과 통합되는 컴퓨터 구성요소, 독자적 마이크로프로세서, 또는 임의의 다른 프로그램 가능한 프로세서일 수 있을 것이다.

[0042] 일반적으로, 알고리즘은: (1) 더 작은 잘라낸 디지털 이미지를 생성하기 위해 디지털 이미지를 잘라내는 단계; (2) 잘라낸 디지털 이미지로부터 구배 여과된 이미지를 생성하는 단계; (3) 그레이 레벨 구배 스펙트럼을 형성하기 위해, 복수 구배 라인 스캔을 실행하며 그리고 이들을 함께 합하는 단계; (4) 그레이 레벨 구배 스펙트럼 내의 복수의 정점 중의 어느 것이 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 나타내는지 식별하는 단계; (5) 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 값들을 사용하여 예비형성물의 외경을 계산하는 단계; 및 (6) 예비형성물의 외경을 보고하는 단계를 포함한다. 이러한 단계들 각각이 지금부터 더욱 상세하게 설명될 것이다. 알고리즘의 단계 (1) 내지 단계 (4)로부터 생성되는 샘플 이미지들 및 스펙트럼들이, 도 5에 제공된다.

[0043] 알고리즘의 제1 단계에서, 디지털 이미지는, 둘러싸는 어두운 공간을 제거하기 위해 그리고 더 작은 잘라낸 디지털 이미지(도 5의 "미가공 이미지"(1) 참조)를 생성하기 위해, 잘리게 된다. 더 작은 잘라낸 이미지(1)는 단지, 노의 측방 개구를 통해 시인 가능한 밝은 시계만을 포함한다.

[0044] 알고리즘의 제2 단계에서, 구배 여과된 이미지(2)(도 5의 "구배 여과된 이미지"(2) 참조)가, 잘라낸 디지털 이미지(1)에 표준 편차 필터를 적용함에 의해 생성된다. 표준 편차 필터는, 구배 여과된 이미지(2)의 각각의 픽셀이 잘라낸 디지털 이미지(1)의 대응하는 픽셀의 주변 영역 내부에의 픽셀들의 표준 편차와 동등한, 구배 여과된 이미지(2)를 생성하도록 작동한다. 잘라낸 디지털 이미지(1)의 픽셀의 표준 편차가, 주변 영역이 밝은 곳으로부터 어두운 곳으로 또는 그 반대로 전이되는 곳에서 최대일 것이기 때문에, 구배 여과된 이미지(2)는 잘라낸 디지털 이미지(1) 내의 에지들을 검출하기 위해 사용된다.

[0045] 알고리즘의 제3 단계에서, 구배 여과된 이미지(2)의 복수 라인 스캔이, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(도 5의 "그레이 레벨 구배 스펙트럼"(3) 참조)을 형성하기 위해, 수집되며 그리고 함께 합해진다. 일부 실시예에서 단지 하나의 라인 스캔이 수집될 수 있지만, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(3)은, 복수 라인 스캔의 합을 포함할 때, 개선된 신호-대-노이즈 비율을 구비할 수 있을 것이다. 예시적인 실시예에서, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(3)은, 대략 40 내지 50개의 라인 스캔의 합을 포함한다. 다른 실시예에서, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(3)은, 50개 초과 또는 40개 미만의 라인 스캔을 포함할 수 있을 것이다. 더욱 구체적으로, 복수의 구배 라인은, 구배 여과된 이미지(2)의 수직 중심에 인접한 그리고 구배 여과된 이미지의 전체 폭의 적어도 일부분을 수평으로 가로질러 연장되는, 즉 측정되는 예비형성물의 전체 폭을 포함하기에 충분한, 스캔 영역 내부에서 스캔된다(스캔 영역의 대략적 위치를 확인하기 위해 도 6의 미가공 이미지 내부의 흰색 선(140)을 참조). 각각의 라인 스캔은, 구배 여과된 이미지(2)의 스캔 영역 내부에서 수평 스캔 라인 위치를 선택함에 의해 그리고 설정된 수평 스캔 라인 위치(예를 들어, 도 5의 "하나의 구배 스캔 라인"(pre-3) 참조)를 따라 이미지의 그레이 레벨을 기록함에 의해 실행된다. 구배 여과된 이미지(2)의 라인 스캔들을 수집하고 합한 이후에, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 이미지(3)는, 복수의 좌측 정점(145), 복수의 우측 정점(150) 및 복수의 부차적 배경 정점(155a, 155b, 155c)을 구비한다(다시 도 5의 스펙트럼(3) 참조). 일부 실시예에서, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 이미지(3)는, 단지 하나의 좌측 정점, 단지 하나의 우측 정점을 구비하며, 및/또는 하나의 부차적 배경 정점을 구비하거나 또는 부차적 배경 정점을 구비하지 않을 수 있을 것이다. 좌측 정점들 및 우측 정점들(145, 150)은, 개별적으로, 그들 중에 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 포함한다. 부차적 배경 정점들(155a, 155b, 155c)은, 복잡한 광 배경 뿐만 아니라 배경 흑연 요소들의 표면 상태에서부터 생성되는 노이즈를 나타낸다. "부차적"에 의해, 이러한 배경 정점들(155a, 155b, 155c)이 일반적으로 관심의 좌측 정점 및 우측 정점보다 더 짧거나 작으며 그리고 예비형성물 직경을 측정할 때 고려될 필요가 없다는 것을 의미한다.

[0046] 알고리즘의 제4 단계에서, 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지가, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(3) 내의 복수의 좌측 정점들 및 우측 정점들(145, 150) 중에서 식별된다. 지금부터 도 7을 참조하면, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 분석(4)이, 복수의 좌측 정점(145)을 포함하는, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 상의, 좌측 정점 창 영역(160)을 선택함에 의해 실행된다. 유사하게, 복수의 우측 정점(150)을 포함하는 우측 정점 창 영역(165)이, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 상에서 또한 선택된다. 이러한 선택들은, 선택되지 않으며 그리고 이하에 설명되는 별개의 분석의 대상인, 각각의 창 영역 외부의 부차적 배경 정점들(155a, 155b, 155c)을 남긴다. 좌측 정점 창 영역(160)은, 복수의 좌측 정점(145) 중의 최고의 하나 상에 중심을 두어야 하며 그리고, 마찬가지로, 우측 정점 창 영역(165)은, 복수의 우측 정점(150) 중의 최고의 하나 상에 중심을 두어야 한다는 것을 알게 된다.

[0047] 그레이 레벨 구배 스펙트럼(4)(도 7의 단계 (4))으로부터의 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 식별

은, 추가적인 분석으로부터 부차적 배경 정점들을 제거하기 위한, 정점 검출을 위한 기준선을 설정하는 것을 더 포함한다. 이는, 우선 부차적 배경 정점들 중의 일부분(155c)을 동적으로 샘플링함에 의해, 그리고 동적 샘플링의 결과에 기초하여 노이즈 바닥 레벨을 계산함에 의해, 달성된다. 기준선은 이후, 노이즈 바닥 레벨에 사전 결정된 임계량을 부가함에 의해 유도된다. 그 후, 기준선 아래의 임의의 정점들이 처리 및 분석 목적을 위해 무시된다. 임계량은, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(4)의 선택된 창의 최대 정점 높이로부터 노이즈 바닥 레벨을 뺀셈함에 의해, 그리고 이어서 사전 결정된 인자에 의해 결과적인 높이를 나눗셈함에 의해 결정되며, 상기 인자는, 도 7의 정점(E)과 같은 식별된 노이즈 정점을 제거하기에 충분할 정도로 크지만, 도 7의 정점(D)과 같은 실제 에지 정점들을 제거하기에 충분하지 않다. 예시적인 실시예에서, 인자는 대략 3일 수 있을 것이다. 대안적인 실시예에서, 사전 결정된 임계량은, 예를 들어, 동적으로 샘플링된 부차적 배경 정점들의 상기 일부분의 평균 높이에 0.5를 곱하여 계산함에 의해 결정될 수 있을 것이다.

[0048] 알고리즘에 의한 추가적인 고려로부터의 부차적 배경 정점들(노이즈 및 산포 데이터)의 제거 이후에, 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 위치들에 대한 수치적 값들이, 개별적으로 획득된다. 우선, 표적 좌측 정점 및 표적 우측 정점이 각각 식별된다. 지금부터 도 7을 참조하여, 우측 정점 창 영역(165) 내의 복수의 우측 정점(150)(그들 모두 기준선보다 더 높음)이 해석되며 그리고 우측 정점 창 영역(165) 내의 우측으로 가장 멀리 위치하게 되는 정점(정점(D))이 표적 우측 정점이 되도록 선택된다. 표적 우측 정점의 위치는, 예비형성물의 실제 우측 에지와 동등한 수치적 값으로서 기록된다. 그 자체로 도시되지는 않지만, 동일한 분석 및 선택 절차가, 좌측 정점 창 영역(160) 내의 복수의 좌측 정점(145)(또한 그들 모두 기준선보다 더 높음)에 적용되며, 그리고 표적 좌측 정점의 위치는, 예비형성물의 실제 좌측 에지와 동등한 수치적 값으로서 기록된다. 계속해서 도 7을 참조하면, 상기한 분석적 절차에 의해, 부차적 배경 정점들(155a, 155b, 155c)은, 창 영역들(160, 165)에서 제외될 수 있다. 도 7에 도시된 그레이 레벨 구배 스펙트럼 분석(4)에 대해, 정점들(A 및 E)은 기준선에 의해 제외되는 가운데, 정점들(B, C 및 D)은 정점 후보들로서 남게 된다. 이때 정점(D)은, 우측 정점 창 영역(165) 내의 최 우측 위치의 자체의 위치에 의해 표적 우측 정점으로서 식별된다.

[0049] 마지막으로, 예비형성물의 외경(OD)은, 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지 사이의 차이를 확인함에 의해, 그리고 그러한 차이의 절대 값을 취함에 의해, 계산된다. 예비형성물의 외경(OD)은, 이어서 보고될 수 있으며, 또는 추가적인 분석 및 의사 결정의 대상일 수 있을 것이다.

[0050] 광학적 이미지가 감지 및 디지털 기록 장치에 의해 취득되고 변환된 이후에, 알고리즘의 나머지 단계들을 계속하기 이전에 노가 작동 중인 것을 확실히 하기 위한 검사를 실행하는 것이 가능하며 그리고 바람직할 것이다. 예를 들어, 선택적으로, 잘라낸 디지털 이미지 내에서의 평균 그레이 레벨이 프로세서에 의해 계산될 수 있을 것이며, 그리고 평균 그레이 레벨이 사전 결정된 임계값 아래에 놓이는 경우, 알고리즘을 진행하는 것을 중단한다. 사전 결정된 임계값은, 사용 중인 그레이 스케일에 기초하여 선택되며 그리고, 잘라낸 디지털 이미지 내의 평균 그레이 레벨이 임계값 이하일 때 노가 작동 중이 아니라고 가정하는 것이 타당하다는 것을 담당자가 믿기에 충분하도록 낮은 값이어야 한다. 더욱 구체적으로, 사전 결정된 임계값은, 작동 중이 아닌 것으로 확인되는 동안, 카메라로부터 노의 이미지를 수집함에 의해, 그리고 이미지의 모든 픽셀들의 평균 그레이 레벨을 결정함에 의해, 결정될 수 있을 것이다. 이미지가 8-비트 그레이 스케일 이미지(즉, 256개의 회색 음영)인 예시적인 실시예에서, 작동 중이 아닌 동안의 노의 평균 그레이 레벨은 8 또는 그 미만일 수 있을 것이다. 사전 결정된 임계값은, 노 설계 및 특정 적용에 기초하여, 실시예 별로 변할 것이다.

[0051] 일부 실시예에서, 예비형성물 직경(OD)이 성장하고 특정 크기에 도달함에 따라, 마스크(미도시)가, 정점 록킹(peak locking)을 혼란스럽게 하는 인터페이스 결합들/거품들을 방지하기 위해, 예비형성물의 중심 구역 내에 적용된다. 마스크는, 일단 예비형성물이 적하 시작 국면(start-up dripping phase)을 통과하고, 그 후 예비형성물 외경(OD)이 더 이상 빠르게 크기 변경되지 않을 때, 활성화될 수 있을 것이다. 따라서, 좌측 에지 및 우측 에지는, 개별적으로, 자체의 마지막 20개의 지점에 대해 추적된다. 지점들의 (최대 ? 최소) 값은, 각 측부의 에지에 대해 계산된다. 지점들의 (최대 ? 최소) 값이 양자 모두의 유리 에지들에 대한 특정 임계값 미만인 경우, 유리의 외경(OD)이 충분한 안정성에 도달되었다는 것을 의미한다. 따라서, 마스크 지표(indicator)는, 0 으로부터 1 로 업데이트된다. 다음 루프로부터 시작하여, 일단 프로그램이 지표=1 임을 확인하면, 프로그램은 이러한 마스크를 개방할 것이며 그리고 단지 마스크 외부의 구역들에 대한 이미지 수평 구배를 스캔할 것이다. 그러나, 뽑기의 종결 국면에서, 예비형성물 외경(OD)은 다시 작아지게 된다. 따라서, 그러한 지점에서, 마스크는 무능해져야 한다. 무능화 지점(disabling point)은, 마스크 지표 = 1 이며 그리고 예비형성물 외경(OD)이 특정 임계값 미만임을 확인함에 의해 결정될 수 있을 것이다.

[0052] 일단 2개의 유리 에지가 외경(OD) 계산을 위해 식별되면, 즉시 유도될 수 있는 다른 유용한 정보는 예비형성물

중심 위치이다. 그의 계산 공식은 단순하게:

[0053] 예비형성물 중심 위치 = 좌측 에지의 위치 + OD/2

[0054] 이다.

[0055] 이러한 정보는, 예비형성물 곡선을 개선하기 위한 스주그(szug) 작업자를 위해 매우 도움될 수 있다. 일단 이들이, 진동 진폭이 특정 임계값을 통과하는, 중심 위치를 확인하면, 이들은, 중심 위치 진동을 약화시키기 위해 그리고 그에 따라 예비형성물의 잠재적 곡선 형성을 정정하기 위해, "곡선-바(bow-bar)"를 사용하기 시작할 것이다.

[0056] 도 8, 도 9 및 도 10은, 이상에 논의된 장치 및 디지털 이미지들을 사용하는, 통상적인 코어 조인트 검출을 위한 알고리즘의 설명을 용이하게 하기 위해 제공된다. 카메라(100)에 의해 생성되는 디지털 카메라 이미지에 의해, 코어 막대들 사이의 조인트가, 또는 심지어 제1 코어 막대의 전방 단부가, 본 발명의 방법 및 장치를 사용하여 온라인 상에서 식별될 수 있다. 그러한 조인트 식별은, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(도 5의 (3) 및 도 8의 (A) 참조)의 생성 이후에, (a) 복수의 좌측 정점 및 복수의 우측 정점(145, 150)(도 5의 (3)) 중간의 중앙 창 영역(190)을 선택함에 의해, (b) 그러한 중앙 창 영역(190)에 대한 적분 면적(area of integration)을 계산함에 의해, 그리고 (c) 조인트가 존재하는지 결정하기 위해 적분 면적을 해석함에 의해, 그레이 레벨 구배 스펙트럼(A) 내의 복수의 좌측 정점 및 복수의 우측 정점(145, 150) 중간에 위치하게 되는 복수의 중간 정점들(185)이 존재하는지를 결정하는 제1 단계를 수반한다. 적분 면적은, 적분 면적이 조인트를 나타내기에 충분한 값을 가질 때 주관적으로 식별하는, 작업자에 의한 시각적 검사에 의해 분석될 수 있을 것이다. 다른 실시예에서, 적분 면적은, 적분 면적이 적용 별로 변할 수 있는 사전 결정된 값을 초과할 때를 결정하기 위해 자동으로 해석될 수 있을 것이다. 적분 면적이 적분 임계값을 초과할 때, 이후 코어 막대의 조인트의 크기를 결정하기 위해 복수의 좌측 정점 및 우측 정점과 연관되어 이상에서 설명된 바와 같이 해석될 수 있는, 명확한 조인트 신호(J)가 존재한다(도 8의 (B) 및 (C) 참조).

[0057] 제1 코어 조인트의 검출은, 예비형성물 제조 공정에 대한 제어를 착수하는데 대해 상당히 중요할 수 있을 것이다. 그러나, 제1 코어 조인트는 종종, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 내에 산개된 용접 정점들(195)을 생성하는 용접 특징부들에 의해 간섭된다. 제1 코어 조인트를 나타내는 그러한 용접 정점들(195)은, 코어 막대 내의 후속 조인트들과 비교하면 더욱 신장될 수 있을 것이다. 따라서, 제1 코어 조인트를 더욱 양호하게 캡처하는 더욱 정교한 알고리즘이, 또한 개발된 바 있다. 도 9는, 이러한 새로운 "J 폭 신호"(2)의, 이상에서 설명된 바와 같은 "J 신호"(1)와의 비교를 제공한다.

[0058] 예를 들어, 일단 조인트가 예비형성물(10) 내에 존재한다는 것이 결정되면, 그레이 레벨 구배 스펙트럼은, 조인트의 크기 및 위치를 결정하기 위해 해석된다. 예비형성물의 실제 좌측 에지 및 우측 에지를 결정하기 위한 이상에 설명된 방법(알고리즘 단계 (4))과 유사하게, 도 10에 도시된 바와 같이, 중앙 창 영역(190)이, 그레이 레벨 구배 스펙트럼 내의 복수의 좌측 정점 및 복수의 우측 정점(145, 150) 중간에서 선택된다. 중앙 창 영역(190)은, 조인트의 좌측 에지 및 우측 에지(그 자체는 도시되지 않음)를 포함하는 조인트의 위치를 나타내는, 복수의 중간 정점(200)을 포함한다. 이어서, 정점 검출을 위한 기준선이, 알고리즘 단계 (4)에 대해 이상에 설명된 바와 같이, 추가적인 분석으로부터 부차적 배경 정점들을 제거하기 위해 설정된다. 이후, 조인트의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 위치들에 대한 수치적 값들이, 개별적으로 획득될 수 있을 것이다. 가장 외측의 좌측 정점 및 우측 정점은 각각, 중앙 창 영역(190) 내의 복수의 중간 정점(200) 중에서 식별되며, 그리고 그들의 값들은, 조인트의 실제 좌측 에지 및 우측 에지의 위치들로서, 개별적으로, 할당된다. 조인트 폭이 이어서, 실제 조인트의 좌측 에지 및 우측 에지의 값들 사이의 차이를 확인함에 의해, 예비형성물의 폭(직경)에 대해 상기한 바와 같이, 계산될 수 있을 것이다. 조인트 폭은, 이어서 보고될 수 있으며, 또는 추가적인 분석 및 의사결정의 대상일 수 있을 것이다. 나아가, 조인트의 중심의 위치가, 뒤따르는 공식을 사용하여 결정될 수 있을 것이다.

[0059] 조인트 중심의 위치 = 조인트의 좌측 에지의 위치 + (조인트 폭)/2

[0060] 부가적으로, 유리화 단계가, 가정된 코어 조인트에 관련되는 값들을 보고하기 이전에 실행될 수 있으며, 조인트 중심의 위치가 예비형성물 중심으로부터 너무 멀리 떨어진 경우(임계값 설정), 검출되는 특징부가 실제로 코어 조인트가 아니며 그리고 에지들에 대한 위치들 또는 특징부의 폭이 보고되지 않을 것이라고 가정될 것이다.

[0061] 이상에 설명되는 본 발명 및 본 발명의 다양한 실시예들은, 단지 실제로 본 발명의 특정 실시예들이며 그리고 본 발명의 장치 또는 방법의 범위를 결코 제한하지 않는, 뒤따르는 예들을 참조하면 더욱 양호하게 이해될 것이

다.

[0062] **예들**

[0063] 수용 가능한 하부 접촉체 내의 가장 넓은 개구의 결정

[0064] 하부 접촉체(60)의 벽(65)을 관통하는 개구는 초기에 130mm 이었다. 그러한 폭은, 앞서 사용된 텔레센트릭 레이저 스캐닝 방법을 위해 충분했지만, 대략 130mm 초과와 직경을 구비하는 예비형성물들을 측정하기 위해서는 충분하지 않다. 수치적 모델이, 확대된 개구가 노 온도 및 가열 구역(40) 전체에 걸친 균일성에 수용 불가능한 영향을 야기할 수 있는, 폭을 추산하기 위해 사용되었다. 가열 구역(40) 내부에서 달성되는 가열 패턴을 디스플레이하는, 수치적 모델링의 도식적 결과가, 도 4a, 도 4b 및 도 4c에 제공된다. 더욱 구체적으로, 도 4a는, 130mm의 본래 개구(67)를 동반하는 수용 가능하게 균일한 가열 패턴을 도시한다. 도 4b는 또한, 150mm로 확대된 개구(67)가 균일하고 수용 가능한 가열 패턴을 여전히 생성하는 것을 도시한다. 그러나, 개구(67)가 180mm로 확대될 때, 수치적 모델은, 가열 구역(40)이, 도 4c에 도시된 바와 같이, 수용 불가능한 정도까지 불균일하게 가열되는 것으로 예측한다.

[0065] 장치의 성능 및 알고리즘

[0066] 사용되는 카메라 장비: 알라이드 비전 테크놀로지스 사로부터의 "Guppy" 5 메가픽셀(MP), 모델 F-503B.

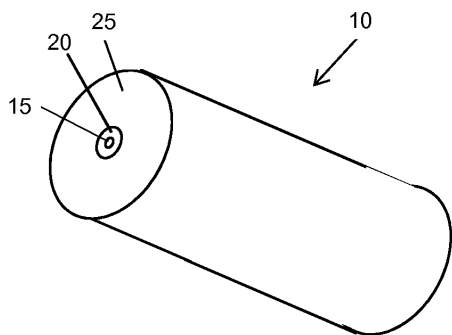
[0067] 소프트웨어: 알라이드 비전 테크놀로지스 표준 파이어패키지 v 3.1 이, 카메라로부터 이미지들을 캡처하기 위해 사용되었다. 다른 상업적인, 또는 심지어 주문형의, 프로그램들이 이러한 기능을 위해 사용될 수 있을 것이다.

[0068] 렌즈: 에드먼트 옵틱스로부터의 16mm 고정 초점 거리 MP 렌즈. 사용되는 초점 거리는 요구되는 시계(FOV) 및 렌즈와 표적 예비형성물 사이의 거리에 의존했다. 16mm는 이러한 적용을 위해 적절했다.

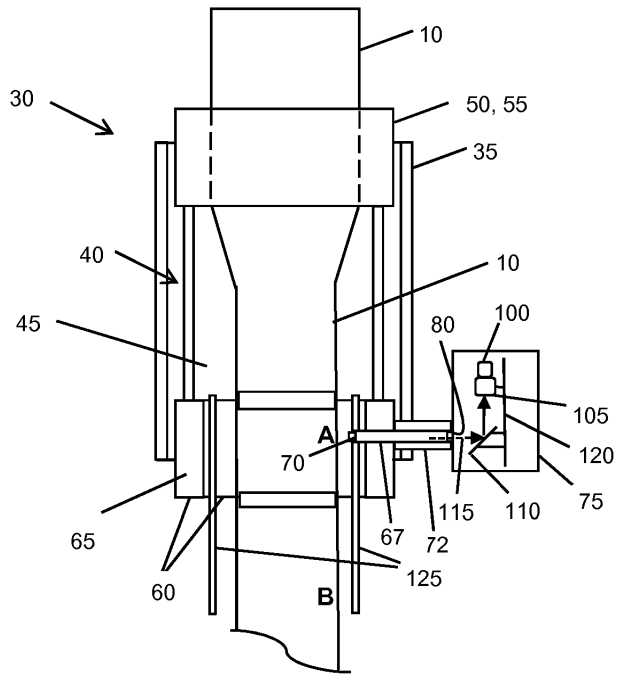
[0069] 필터: (a) 강한 노 광의 감쇠를 위한 중간 밀도 필터. 다양한 광학적 밀도를 포함하는, 그러한 필터들의 상이한 조합들이, 상측 대 하측 위치들에 사용되었다; (b) 유리 에지들과 흑연 배경(즉, 하부 접촉체 및 하부 보호 튜브의 내표면) 사이의 그레이 스케일 이미지 명암을 증가시키기 위한 적색 필터; (c) 선형 편광 필터가 측정과 간섭하는 유리 표면으로부터의 원치 않는 반사를 제거하기 위해 사용되었다.

도면

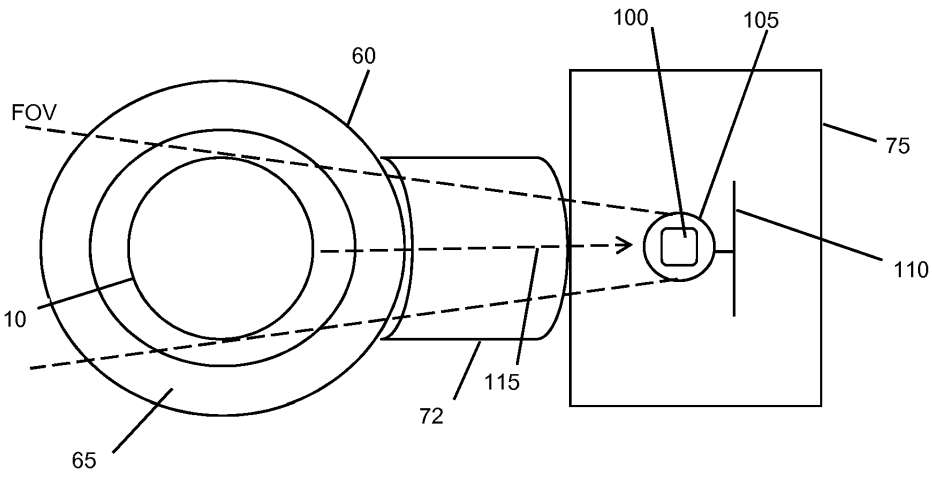
도면1



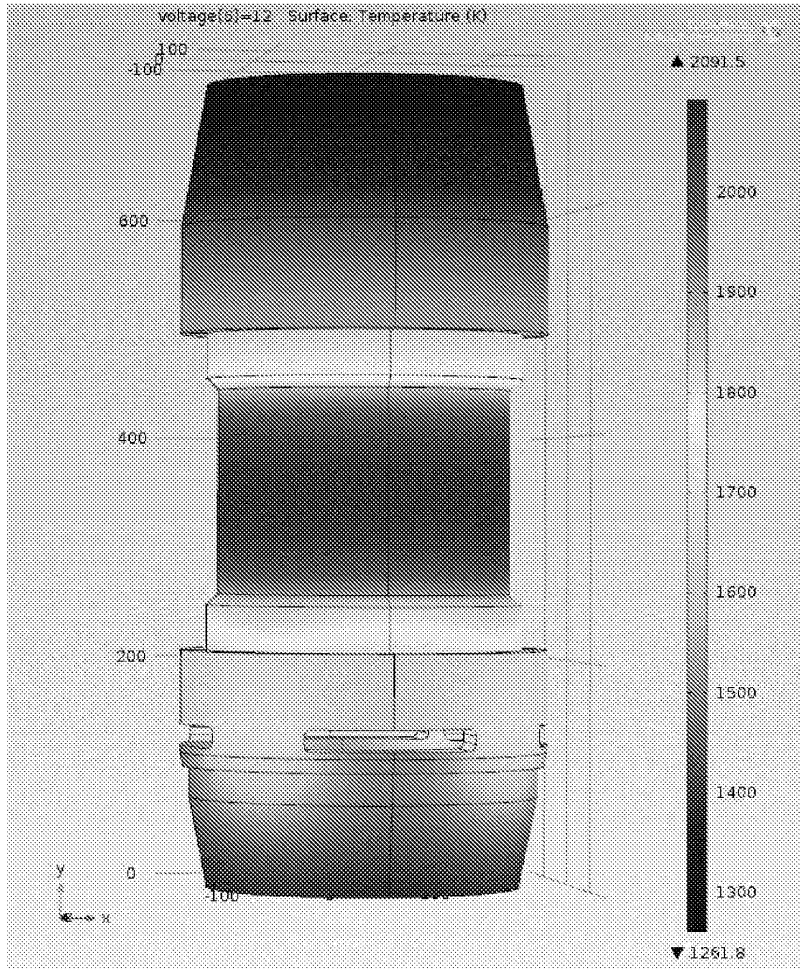
도면2



도면3

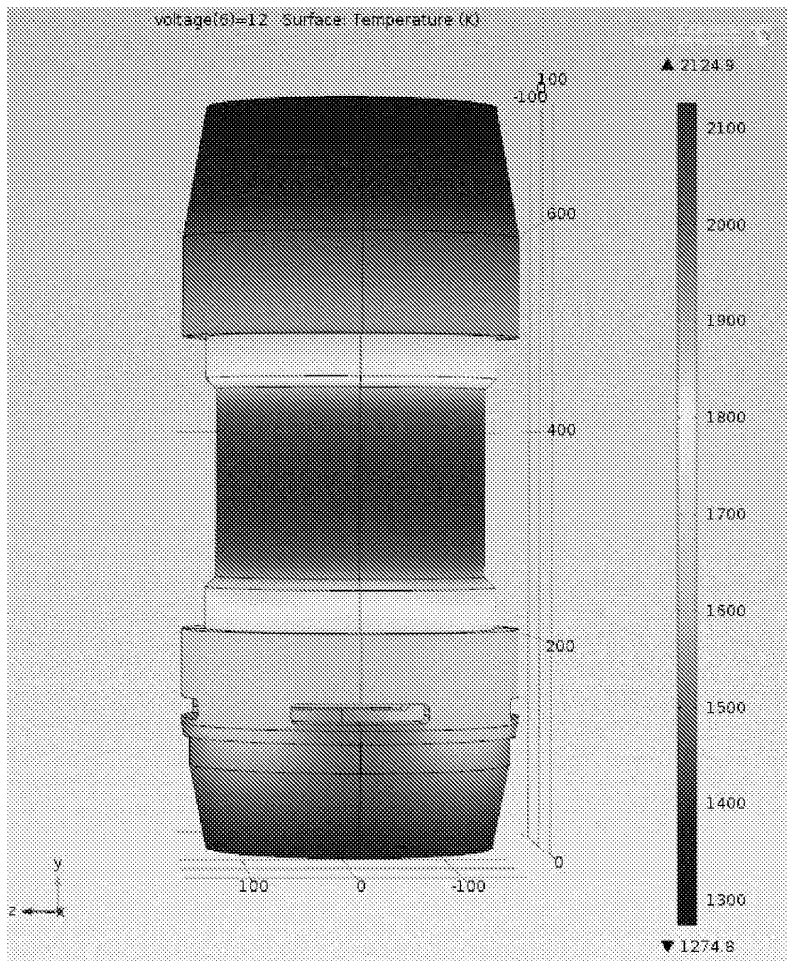


도면4a



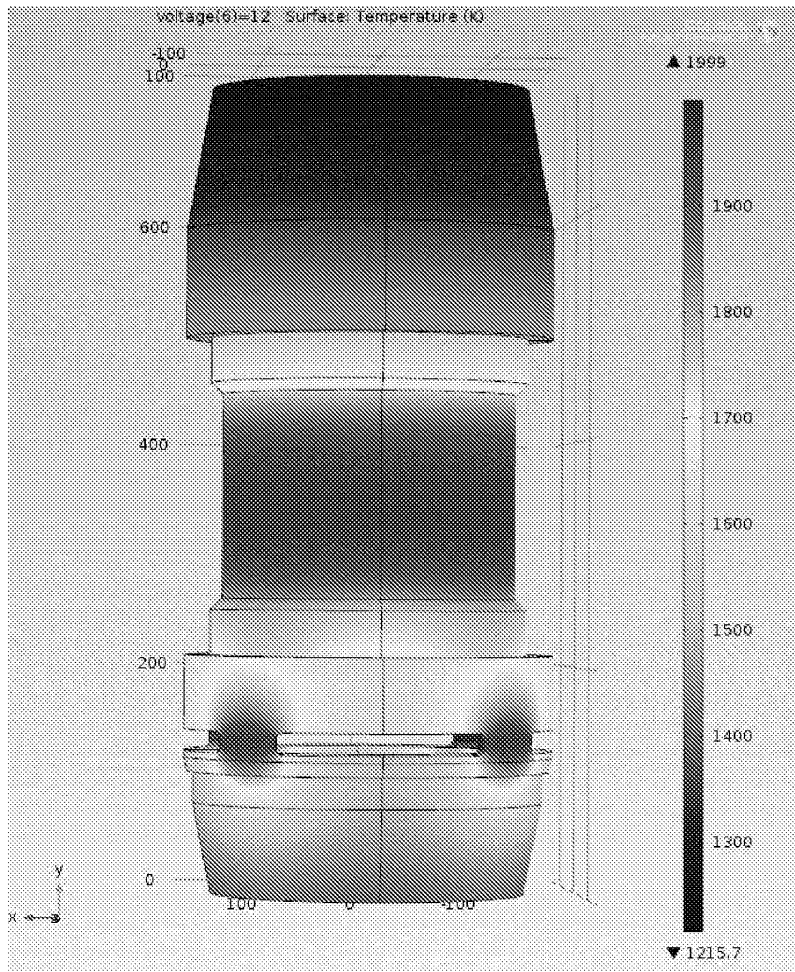
130 mm

도면4b

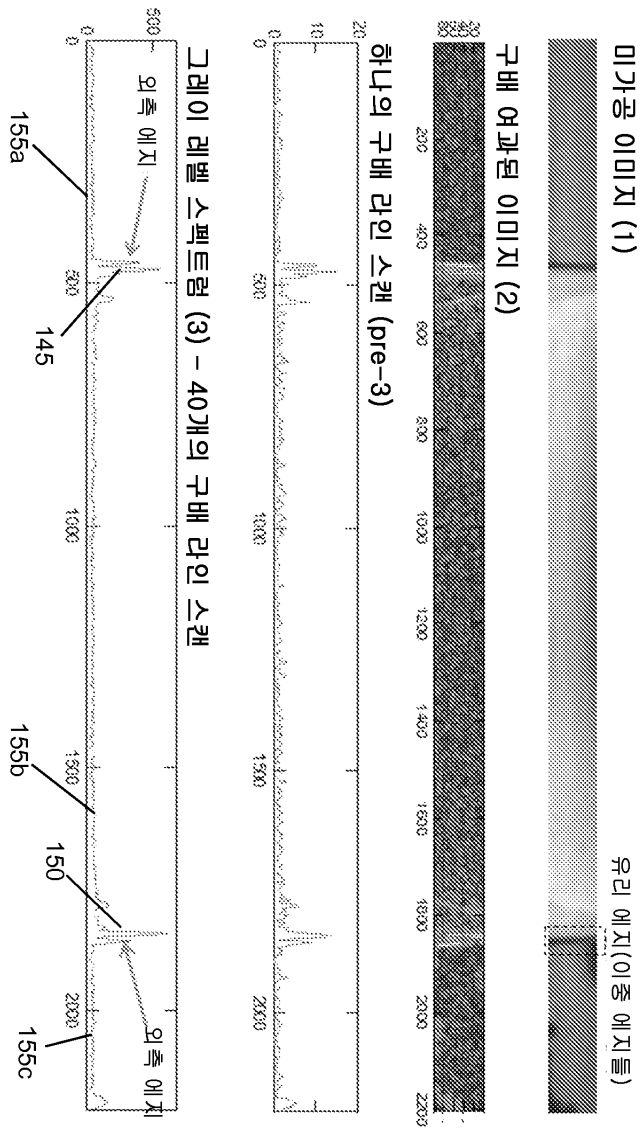


150 mm

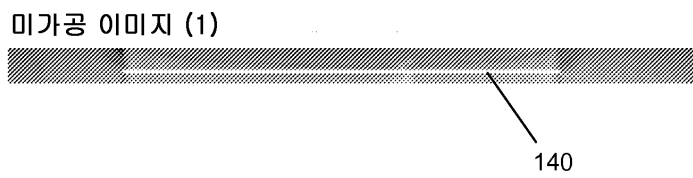
도면4c



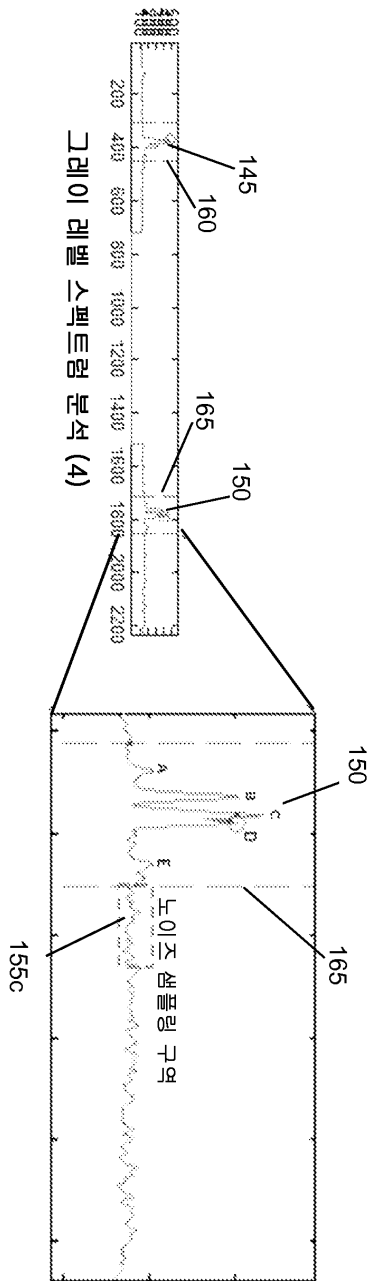
도면5



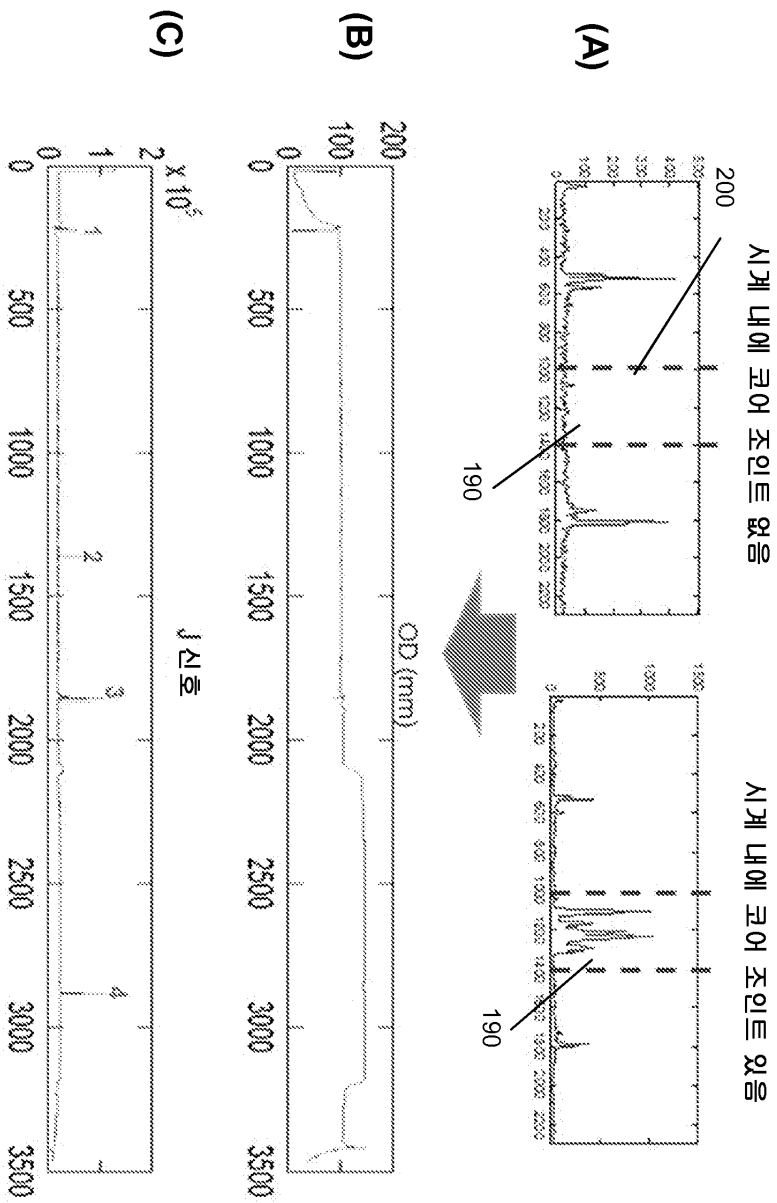
도면6



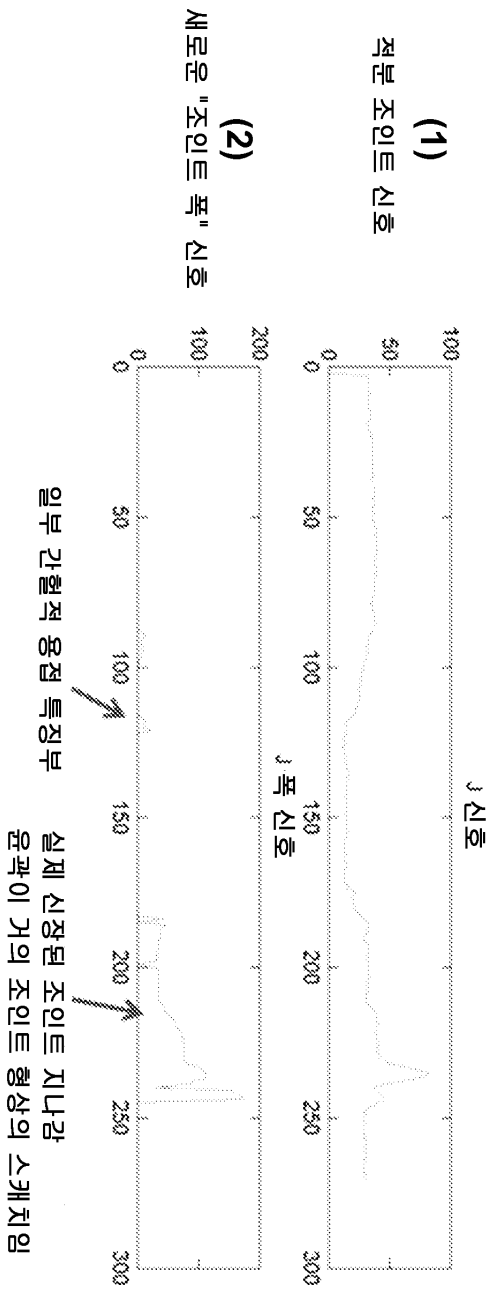
도면7



도면8



도면9



도면10

