



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월09일

(11) 등록번호 10-1886615

(24) 등록일자 2018년08월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01B 11/06 (2006.01) G01M 11/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-7016082

(22) 출원일자(국제) 2011년11월29일

심사청구일자 2016년11월04일

(85) 번역문제출일자 2013년06월21일

(65) 공개번호 10-2013-0121127

(43) 공개일자 2013년11월05일

(86) 국제출원번호 PCT/US2011/062403

(87) 국제공개번호 WO 2012/075013

국제공개일자 2012년06월07일

(30) 우선권주장

13/305,655 2011년11월28일 미국(US)

61/418,148 2010년11월30일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003279440 A*

US20090268199 A1*

JP11348142 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

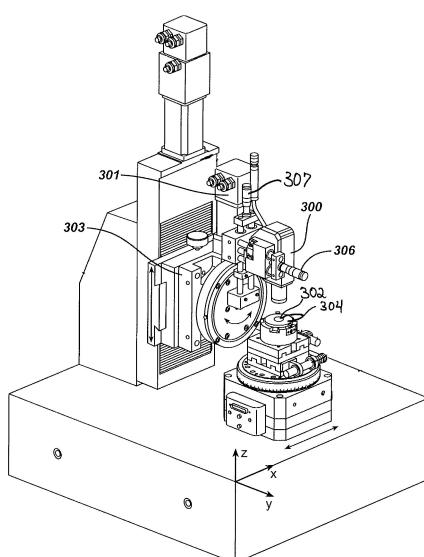
전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이병수

(54) 발명의 명칭 레이저 공초점 센서 계측 시스템

(57) 요 약

본 발명은 건식 콘택트 렌즈의 정확한 3차원 측정치를 얻는 비-접촉 방법을 위한, 보다 구체적으로는 콘택트 렌즈의 정확한 두께를 알기 위해 건식 렌즈 계측을 사용하는 장치를 제공한다.

대 표 도 - 도3a

(72) 발명자

포웰 마크 피.

미국 플로리다 32258 잭슨빌 노스 셈머 해븐 블러
바드 11598

사이츠 피터 더블류.

미국 플로리다 32003 오랜지 파크 카운티 워크 드
라이브 1561

와일드스미스 크리스토퍼

미국 플로리다 32256 잭슨빌 킹스밀 코트 7819

명세서

청구범위

청구항 1

비-수화된(un-hydrated) 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법으로서,

레이저 빔을 발생시킬 수 있는 레이저 공급원을 가지는 변위 센서, 상기 레이저 빔에 초점을 맞추기 위한 대물 렌즈, 상기 대물 렌즈를 진동시키기 위한 발진기(oscillator), 상기 레이저 빔의 초점의 상대 선명도를 결정하기 위한 카메라, 볼록 표면을 가지는 성형 광학 맨드렐을 구비하는 성형 광학 조립체, 상기 성형 광학 조립체를 제외치로 체결하기 위한 운동학적 장착 장치, 및 상기 성형 광학 조립체와 상기 운동학적 장착 장치 사이의 공간을 감압하기 위한 음의 대기압 펌프를 포함하는, 상기 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 장치를 제공하는 단계;

상기 레이저 빔의 경로 내에 상기 볼록 표면을 가지는 상기 성형 광학 맨드렐을 위치설정하는 단계;

상기 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 장치를 사용하는 상기 성형 광학 맨드렐의 형상의 기준 측정을 획득하는 단계;

상기 성형 광학 맨드렐의 상기 볼록 표면상에 상기 비-수화된 안과용 렌즈를 형성하는 단계;

상기 레이저 빔의 경로내에 상기 성형 광학 맨드렐 및 형성된 안과용 렌즈를 위치설정하는 단계;

상기 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 상기 장치를 사용하여, 상기 형성된 안과용 렌즈를 가지는 상기 성형 광학 맨드렐을 측정하는 단계; 및

상기 기준 측정을 상기 형성된 안과용 렌즈를 가지는 상기 성형 광학 맨드렐의 측정과 비교하여 상기 안과용 렌즈의 축방향 두께를 계산하는 단계;를 포함하는, 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 측정 단계는 구면 좌표를 사용하여 수행되는, 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법 .

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 구면 좌표는 직교 좌표로 변환되는, 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 형성 단계는 자유 형태 방식으로 상기 안과용 렌즈를 형성하는 단계를 추가로 포함하는, 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 형성 단계는 상기 광학 맨드렐 상에 직접 렌즈 형성 혼합물을 중합함으로써 상기 안과용 렌즈를 형성하는 단계를 추가로 포함하는, 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 렌즈 형성 혼합물은 화학 방사선을 사용하여 중합된 비-수화된 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원

[0002] 본 출원은 그 내용이 신뢰되고 참고로 포함된, 2011년 11월 28일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/305,655호; 및 2010년 11월 30일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/418,148호에 대해 우선권을 주장한다.

[0003] 본 발명은 건식 콘택트 렌즈의 정확한 3차원 측정치를 얻는 비-접촉 방법을 위한, 보다 구체적으로는 콘택트 렌즈의 정확한 두께를 알기 위해 건식 렌즈 계측을 사용하는 장치를 설명한다.

배경 기술

[0004] 안과용 렌즈는 흔히 캐스트 성형(cast molding)에 의해 제조되며, 여기서 단량체 재료가 대향하는 금형 부분품들의 광학 표면들 사이에 한정된 공동(cavity) 내에 침착된다. 하이드로겔을 안과용 렌즈와 같은 유용한 용품으로 제조하기 위해 사용되는 다중-부분품 금형은 예를 들어 안과용 렌즈의 후방 곡선과 일치하는 볼록한 부분을 가진 제1 금형 부분품 및 안과용 렌즈의 전방 곡선과 일치하는 오목한 부분을 가진 제2 금형 부분품을 포함할 수 있다. 그러한 금형 부분품들을 사용하여 렌즈를 제조하기 위해, 비경화 하이드로겔 렌즈 제형이 플라스틱 일회용 전방 곡선 금형 부분품과 플라스틱 일회용 후방 곡선 금형 부분품 사이에 배치된다.

[0005] 전방 곡선 금형 부분품 및 후방 곡선 금형 부분품은 전형적으로 사출 성형 기술을 통해 형성되며, 여기서 용융된 플라스틱이 광학 품질의 적어도 하나의 표면을 가진 고도로 기계가공된 강철 공구(steel tooling) 내로 밀어 넣어진다.

[0006] 전방 곡선 및 후방 곡선 금형 부분품들은 합쳐져서 원하는 렌즈 파라미터에 따라 렌즈를 형상화한다. 렌즈 제형은 후속적으로, 예를 들어 열 및 광에 대한 노출에 의해 경화되어서, 렌즈를 형성하였다. 경화에 이어서, 금

형 부분품들이 분리되고 렌즈가 금형 부분품들로부터 제거된다.

[0007] 안과용 렌즈의 캐스트 성형은 특히 제한된 수의 렌즈 크기 및 콜질력(power)의 대량 생산에 성공적이었다. 그러나, 사출 성형 공정 및 장비의 특성은 특정 환자의 눈 또는 특정 응용에 특유한 맞춤형 렌즈를 형성하는 것을 어렵게 한다. 따라서, 렌즈 버튼(lens button)을 래싱(lathing)하는 것 및 스테레오 리소그래피(stereo lithography) 기술과 같은 다른 기술들이 강구되었다. 그러나, 래싱은 고 모듈러스(high modulus) 렌즈 재료를 필요로 하고 시간 소모적이며 이용가능한 표면의 범위에 제한이 있고, 스테레오 리소그래피는 사람이 사용하기에 적합한 렌즈를 생산하지 못하였다.

[0008] 종래의 설명에서, 복셀(voxel) 기반 리소그래피 기술의 사용을 통해 맞춤형 렌즈를 형성하기 위한 방법 및 장치가 설명되었다. 이들 기술의 중요한 태양은 2개의 렌즈 표면 중 하나가 캐스트 성형, 래싱 또는 다른 공구 없이 자유 형태 방식으로 형성되는 신규한 방법으로 렌즈가 제조된다는 것이다. 자유 형성된 표면 및 기부는 자유 형성된 표면에 포함된 자유 유동하는 유동성 매체를 포함할 수 있다. 이러한 조합은 때때로 렌즈 전구체(Lens Precursor)로 지칭되는 기구를 생성한다. 렌즈 전구체를 안과용 렌즈로 변환시키기 위해 전형적으로는 고정 방사선(fixing radiation) 및 수화(hydration) 처리가 이용될 수 있다.

[0009] 이러한 방식으로 생성된 자유형태 렌즈가 렌즈의 물리적 파라미터를 확인하기 위해 측정될 필요가 있을 수 있다. 따라서, 전구체로부터 형성된 렌즈를 측정하기 위한 장치 및 방법이 필요하다.

발명의 내용

[0010] 따라서, 본 발명은 안과용 렌즈를 측정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이고, 일부 실시예에서, 비-접촉 광학 기기가 안과용 렌즈의 정확한 두께 측정치를 결정하기 위해 이용될 수 있다. 일부 실시예는 추가로 안과용 렌즈를 3개의 치수로 측정하기 위한 측정 장치 및 방법을 포함한다.

[0011] 일반적으로, 본 발명은 공초점 변위 센서(confocal displacement sensor), 및 일부 실시예에서 안과용 렌즈를 형성하기 위해 후방 곡선으로서 사용되는 성형 광학계(forming optic)를 포함할 수 있는 광학 조립체를 포함한다. 일부 바람직한 실시예에서, 광학 조립체는 공기 베어링 회전 스테이지에 고정식으로 부착될 수 있는 운동 학적 장착부(kinematic mount) 상에 장착될 수 있다.

[0012] 일부 실시예는 또한 안과용 렌즈를 유지시키는 성형 광학 맨드렐(forming optic mandrel) 및 측정 장치 중 하나 또는 둘 모두의 위치설정을 조절하기 위한 장치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 성형 광학 조립체에 대한 회전 중심과 변위 센서가 정렬될 수 있을 때까지 장치에 대한 조절이 이루어질 수 있으며, 여기서 조절된 장치를 통해 렌즈 및 성형 광학 조립체의 정확한 측정이 수행될 수 있다.

[0013] 다른 태양에서, 일부 실시예에서, 예를 들어 변위 센서는 렌즈를 포함하지 않는 성형 광학 맨드렐의 측정을 수행할 수 있다. 이어서, 성형 광학계 측정치의 데이터 파일이 렌즈를 포함하는 성형 광학계로부터 취해지는 측정치와 비교하기 위해 사용될 수 있는 기준 파일로서 이용될 수 있다. 일부 실시예에서, 얻어진 측정 데이터는 다양한 실시예로 저장될 수 있다.

[0014] 또 다른 태양에서, 일부 실시예에서, 성형 광학 조립체는 운동학적 장착부 상에 장착될 수 있고, 또한 안과용 렌즈를 형성하기 위해 한번을 초과하여 사용될 수 있다. 후속하여, 렌즈가 상부에 장착된 성형 광학 조립체의 측정이 이루어질 수 있고, 후속하여 획득된 측정 데이터가 다양한 실시예로 저장될 수 있다. 성형 광학계, 안과용 렌즈, 및 안과용 렌즈를 상부에 포함하는 성형 광학계 중 하나 이상을 기술하는 측정 데이터 사이의 비교가 이루어질 수 있다.

[0015] 다른 태양은 추후 구면 반경 좌표로부터 축 좌표 및 다른 공간 지표 중 하나 또는 둘 모두로 변환될 수 있는 측정 정보를 포함하는 데이터 파일을 포함할 수 있다. 다양한 데이터 파일이 측정된 렌즈에 대한 축방향 두께를 생성하기 위해 수학적으로 비교될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일부 실시예에 따른 맨드렐 상의 안과용 렌즈 및 공초점 변위 센서의 평면도.

도 2a는 운동학적 장착부 및 성형 광학 조립체의 단면도.

도 2b는 운동학적 장착부 및 성형 광학 맨드렐의 평면도.

도 3a는 센서 회전축 및 다수의 변위 센서 조절기를 포함하는 계측 장치의 측면도.

도 3b는 성형 광학 회전축 및 다수의 성형 광학 조절기를 포함하는 계측 장치의 보다 근접한 측면도.

도 4는 본 발명의 일부 추가의 태양에 따른 방법 단계를 예시하는 도면.

도 5a 및 도 5b는 구면 반경 좌표로 표현되는 계측 데이터를 예시하는 도면.

도 6은 본 발명의 일부 실시예를 구현하기 위해 사용될 수 있는 프로세서를 예시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017]

본 발명은 렌즈 및 렌즈 전구체 중 하나 또는 둘 모두의 두께를 측정하기 위한 방법 및 장치를 제공한다. 하기 단락에서, 본 발명의 실시예의 상세한 설명이 주어질 것이다. 바람직한 그리고 대안적인 실시예 둘 모두의 설명은 완전할지라도 단지 예시적인 실시예이며, 당업자에게는 변형, 수정 및 변경이 명백할 수 있을 것으로 이해된다. 따라서 상기 예시적인 실시예는 근본적인 본 발명의 태양의 넓은 범위를 제한하지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 본 명세서에 설명된 방법 단계는 이러한 논의에서 논리적 순서로 열거된다. 그러나, 이러한 순서는 구체적으로 언급되지 않는 한 그들이 구현될 수 있는 순서를 결코 제한하지 않는다. 게다가, 본 발명을 구현하기 위해 단계들 모두가 필요한 것은 아니며, 본 발명의 다양한 실시예에서 추가의 단계가 포함될 수 있다.

[0018]

용어

[0019]

본 발명에 관한 이러한 설명 및 특허청구범위에서, 하기 정의가 적용되는 경우에서 다양한 용어가 사용될 수 있다:

[0020]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 "화학 방사선"은 예를 들어 반응성 혼합물의 중합과 같은 화학 반응을 개시시킬 수 있는 방사선을 지칭한다.

[0021]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 "아치형"은 활과 같은 곡선 또는 만곡을 지칭한다.

[0022]

본 명세서에 언급되며 때때로 "베르-람베르트 법칙(Beers-Lambert Law)"으로 언급되는 바와 같이 "베르의 법칙(Beer's Law)"은 $I(x)/I_0 = \exp(-\alpha cx)$ 이며, 여기서 $I(x)$ 는 조사되는 표면으로부터의 거리 x 의 함수로서의 강도이고, I_0 는 그 표면에서의 입사 강도이며, α 는 흡수 성분의 흡수 계수이고, c 는 흡수 성분의 농도이다.

[0023]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 "시준하다(collimate)"는 입력으로서 방사선을 수용하는 장치로부터 출력으로서 진행하는 광 방사선과 같은 방사선의 원추각을 제한하는 것을 의미하고; 일부 실시예에서 원추각은 진행하는 광선들이 평행하도록 제한될 수 있다. 따라서, "시준기"는 이러한 기능을 수행하는 장치를 포함하고, "시준된"은 방사선에 대한 효과를 설명한다.

[0024]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 디지털 마이크로미러 소자(digital micromirror device)인 "DMD"는 CMOS SRAM 위에 기능적으로 장착된 이동가능한 마이크로미러들의 어레이로 이루어진 쌍안정 공간 광 변조기(bistable spatial light modulator)이다. 각각의 미러는 반사되는 광을 조종하도록 미러 아래의 메모리 셀 내로 데이터를 로딩하고, 비디오 데이터의 픽셀을 디스플레이 상의 픽셀에 공간적으로 맵핑함으로써 독립적으로 제어된다. 데이터는 2진 방식(binary fashion)으로 미러의 경사각을 정전기적으로 제어하고, 여기서 미러 상태는 +X도(온(on)) 또는 -X도(오프(off))이다. 현재의 소자의 경우, X는 10도 또는 12도(공칭)일 수 있다. 온 미러(on mirror)에 의해 반사된 광은 이어서 투사 렌즈를 통하여 스크린 상에 이른다. 광은 반사되어 다크 필드(dark field)를 생성하고, 이미지를 위한 블랙-레벨 플로어(black-level floor)를 한정한다. 이미지는 관찰자에 의해 통합되기에 충분히 빠른 속도로 온 레벨과 오프 레벨 사이의 그레이-스케일 변조(gray-scale modulation)에 의해 생성된다. DMD(디지털 마이크로미러 소자)는 때로는 DLP 프로젝션 시스템이다.

[0025]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 "DMD 스크립트(DMD Script)"는 공간 광 변조기를 위한 제어 프로토콜과, 또한 예를 들어 광원 또는 필터 휠(filter wheel)과 같은 임의의 시스템 구성요소의 제어 신호를 지칭할 것이고, 이들 중 어느 하나는 일련의 시간 커맨드 시퀀스(command sequence in time)를 포함할 수 있다. 두문자 DMD의 사용은 이러한 용어의 사용을 임의의 하나의 특정 유형 또는 크기의 공간 광 변조기로 제한하고자 하는 것이 아니다.

[0026]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 "고정 방사선"은 렌즈 전구체 또는 렌즈를 포함하는 반응성 혼합물의 본질적으로 전부를 중합하고 가교결합하는 것 중 하나 이상에 충분한 화학 방사선을 지칭한다.

[0027]

본 명세서에 사용되는 바와 같이 "유동성 렌즈 반응성 매체(Fluent Lens Reactive Media)"는 그의 본래 형태,

반응된 형태, 또는 부분적으로 반응된 형태 중 어느 하나에서 유동가능한 반응성 혼합물을 의미하고, 반응성 매체의 일부 또는 전부가 추가 처리 시에 안과용 렌즈의 일부로 형성될 수 있다.

[0028] 본 명세서에서 "자유-형성된(free-formed)" 또는 "자유-형태(free-form)"로 사용되는 바와 같이 "자유-형태"는 반응성 혼합물의 가교결합에 의해 형성되고 캐스트 성형, 래싱, 또는 레이저 어블레이션(ablation)에 따라 형상화되지 않은 표면을 지칭한다.

[0029] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "겔 점(Gel Point)"은 겔 또는 불용성 부분이 최초로 관찰되는 점을 지칭할 것이다. 겔 점은 액체 중합 혼합물이 고체로 되는 변환의 정도이다.

[0030] 본 명세서에서 "렌즈"로 사용되는 바와 같이 "렌즈"는 눈 내에 또는 눈 상에 있게 되는 임의의 안과용 기구를 지칭한다. 이들 기구는 광학적 교정을 제공할 수 있거나 미용을 위한 것일 수 있다. 예를 들어, 용어 렌즈는 콘택트 렌즈, 안내 렌즈(intraocular lens), 오버레이 렌즈(overlay lens), 안구 삽입물(ocular insert), 광학적 삽입물, 또는 시력이 교정되거나 변경되게 하는, 또는 시력을 방해함이 없이 눈 생리 기능이 미용적으로 향상되게 하는(예를 들어, 홍채 색상) 다른 유사한 기구를 지칭할 수 있다. 일부 실시예에서, 본 발명의 바람직한 렌즈는 실리콘 하이드로겔 및 플루오로하이드로겔을 포함하지만 이에 제한되지 않는 실리콘 탄성중합체 또는 하이드로겔로부터 제조된 소프트 콘택트 렌즈다.

[0031] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "렌즈 전구체"는 렌즈 전구체 폼(Lens Precursor Form) 및 이 렌즈 전구체 폼과 접촉하는 유동성 렌즈 반응성 혼합물로 이루어진 복합 물체를 의미한다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 유동성 렌즈 반응성 매체는 일정 체적의 반응성 혼합물 내에서 렌즈 전구체 폼을 제조하는 중에 형성된다. 렌즈 전구체 폼 및 부착된 유동성 렌즈 반응성 매체를 렌즈 전구체 폼을 제조하기 위해 사용된 일정 체적의 반응성 혼합물로부터 분리시키는 것이 렌즈 전구체를 생성할 수 있다. 또한, 상당량의 유동성 렌즈 반응성 혼합물의 제거 또는 상당량의 유동성 렌즈 반응성 매체의 비-유동성 혼입 재료로의 변환에 의해 렌즈 전구체가 상이한 실재물(entity)로 변환될 수 있다.

[0032] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "렌즈 전구체 폼"은 추가 처리 시에 안과용 렌즈 내로 혼입되는 것과 양립하는 적어도 하나의 광학 품질 표면을 가진 비-유동성 물체를 의미한다.

[0033] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "렌즈 형성 혼합물", 또는 "반응성 혼합물" 또는 "RMM"(reactive monomer mixture, 반응성 단량체 혼합물)은 가교결합되어 안과용 렌즈를 형성할 수 있는 단량체 또는 예비중합체(prepolymer) 재료를 지칭한다. 다양한 실시예는 하나 이상의 첨가제, 예컨대 UV 차단제, 틴트(tint), 광개시제 또는 촉매, 및 콘택트 렌즈 또는 안내 렌즈와 같은 안과용 렌즈에서 요구될 수 있는 다른 첨가제를 가진 렌즈 형성 혼합물을 포함할 수 있다.

[0034] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "금형"은 비경화 제형으로부터 렌즈를 형성하는 데 사용될 수 있는 강성 또는 반-강성 물체를 지칭한다. 일부 바람직한 금형은 전방 곡선 금형 부분품 및 후방 곡선 금형 부분품을 형성하는 2개의 금형 부분품을 포함한다.

[0035] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 용어 "방사선 흡수 성분"은 반응성 단량체 혼합물 제형 내에 조합될 수 있는 그리고 특정 파장 범위 내의 방사선을 흡수할 수 있는 방사선-흡수 성분을 지칭한다.

[0036] 반응성 혼합물을 또한 때때로 본 명세서에서 렌즈 형성 혼합물 또는 반응성 단량체 혼합물로 지칭되며, "렌즈 형성 혼합물"과 동일한 의미를 가진다.

[0037] 본 명세서에서 "금형으로부터 해제한다"로 사용되는 바와 같이 "금형으로부터 해제한다"라는 것은 렌즈가 금형으로부터 완전히 분리되거나, 가벼운 흔들림으로 제거되거나 스윕(swab)으로 밀어 떼어낼 수 있도록 단지 느슨하게 부착된 것을 의미한다.

[0038] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "스테레オリ소그래피 렌즈 전구체(Stereolithographic Lens Precursor)"는 렌즈 전구체 폼이 스테레オリ소그래피 기술의 사용에 의해 형성된 렌즈 전구체를 의미한다.

[0039] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "기판"은 본 명세서에서 때때로 기판 또는 맨드렐로 지칭되는, 그 상에 다른 실재물이 배치되거나 형성되는 물리적 실재물을 의미한다.

[0040] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "과도성 렌즈 반응성 매체(Transient Lens Reactive Media)"는 렌즈 전구체 폼 상에 남아 있고 완전히 중합되지 않으며 유동성 또는 비-유동성 형태로 남아 있을 수 있는 반응성 혼합물을 의미한다. 과도성 렌즈 반응성 매체는 안과용 렌즈 내에 혼입되기 전에 세정(cleaning), 용매화(solvating) 및

수화 단계들 중 하나 이상에 의해 상당히 제거된다. 따라서, 명료함을 위해, 렌즈 전구체 폼 및 과도성 렌즈 반응성 혼합물의 조합은 렌즈 전구체를 구성하지 않는다.

[0041] 본 명세서에서 "복셀" 또는 "화학 방사선 복셀"로 사용되는 바와 같이 "복셀"은 3차원 공간 내의 규칙적인 격자(grid) 상의 값을 나타내는 체적 요소이다. 그러나, 복셀은 픽셀이 2D 이미지 데이터를 나타내고 복셀이 제3 치수를 포함하는 3차원 픽셀로서 간주될 수 있다. 또한, 복셀은 흔히 의학적 및 과학적 데이터의 시작화 및 분석에 사용되며, 본 발명에서 복셀은 반응성 혼합물의 특정 체적에 도달하는 화학 방사선의 양의 경계를 한정하기 위해 사용되고, 그에 따라 반응성 혼합물의 그러한 특정 체적의 가교결합 또는 중합의 속도를 제어한다. 예로서, 복셀은 본 발명에서 화학 방사선이 2-D 표면에 수직하게 지향될 수 있는 2-D 금형 표면에 등각인 단일 층 내에 그리고 각각의 복셀의 공통 축방향 치수 내에 존재하는 것으로 고려된다. 예로서, 반응성 혼합물의 특정 체적은 768×768 복셀에 따라 가교결합 또는 중합될 수 있다.

[0042] 본 명세서에서 "복셀-기반 렌즈 전구체"로 사용되는 바와 같이 "복셀-기반 렌즈 전구체"는 렌즈 전구체 폼이 복셀-기반 리소그래피 기술의 사용에 의해 형성된 렌즈 전구체를 의미한다.

[0043] 본 명세서에서 X겔(Xgel)로 사용되는 바와 같이 "X겔"은 겔 분율(gel fraction)이 0보다 크게 되는 가교결합 가능한 반응성 혼합물의 화학적 변환의 정도이다.

[0044] 본 명세서에 사용되는 바와 같이 "맨드렐"은 안과용 렌즈를 고정하기 위한 형상화된 표면을 갖는 물품을 포함한다.

[0045] 이제 도 1을 참조하면, 본 발명의 일부 실시예에 따른 성형 광학 맨드렐(102) 상의 안과용 렌즈(101) 및 공초점 변위 센서(100)의 평면도를 예시한다. 일부 실시예에서, 변위 센서(100)는 대물 렌즈(106), 레이저 빔 공급원(107) 및 카메라(108) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 추가의 실시예에서, 대물 렌즈(106)의 중심 광학 부분을 통해, 레이저 빔(109)이 표적화된 표면 상에 초점맞춰질 수 있다. 일부 다른 실시예에서, 대물 렌즈(106)는 대물 렌즈(106)가 어느 위치에서 선명한 초점을 얻을 수 있는지를 카메라(108)가 결정할 때까지 상하로 진동하여 레이저 빔(109) 초점을 변화시킬 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 레이저 빔(109)은 표면으로부터 카메라(108) 상으로 반사될 수 있으며, 여기서 변위 센서(100)의 목표 높이가 결정될 수 있다.

[0046] 또한, 일부 실시예에서, 변위 센서(100)는 표면의 변위를 계산할 수 있다. 일부 바람직한 실시예에서, 예를 들어 변위 센서(100)는 적절한 변위 정확도를 유지하면서, 30 μm 의 동작 범위를 가질 수 있고, + 1 μm 로부터 - 1 μm 까지 두께를 측정할 수 있다. 예시적인 목적을 위해, 일부 실시예에서, 변위 센서(100)는 모델 키엔스(Keyence) LT-9030M(일본) 또는 당업자에게 공지된 임의의 다른 변위 센서를 포함할 수 있다.

[0047] 도 1에 예시된 바와 같이, 성형 광학 맨드렐(102)은 렌즈(101)의 후방 곡선을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 성형 광학 맨드렐(102)은 성형 광학 조립체(104)를 함께 포함하는 금속 프레임(metal frame)(103) 상에 안착될 수 있다. 일부 다른 실시예에서, 운동학적 장착 장치(105)가 성형 광학 조립체(104)를 제위치로 체결할 수 있다. 당업자에게, 운동학적 장착부(105)는 물체를 서로에 대해 고정된 위치로 장착하기 위한 메커니즘으로 정의될 수 있다. 일부 실시예에서, 운동학적 장착부(105) 및 이를 구현하기 위한 장착 기술을 이용하는 것은 성형 광학 조립체(104)가 운동학적 장착부(105) 상에 장착될 수 있을 때마다 성형 광학 조립체(104)가 정확한 위치를 유지하도록 할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 변위 센서(100)가 성형 광학계(102)에 대한 기준 측정을 수행할 수 있는 경우와 관련하여, 정확한 측정 데이터를 얻기 위해, 성형 광학 조립체(104)가 매번 정확한 장착 위치를 유지하는 것이 가능적으로 중요할 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 예를 들어 정확한 위치를 유지하는 성형 광학 조립체(104)는 렌즈(101)의 형성 및 측정 중 하나 또는 둘 모두가 매번 성형 광학계(102)의 정확한 장소에서 일어나도록 그리고 성형 광학계(102)의 측정이 매번 정확한 위치에서 일어나도록 할 수 있다.

[0048] 이제 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 도 2a는 운동학적 장착부(205) 및 성형 광학 조립체(204)의 단면을 예시하며, 여기서 성형 광학 조립체(204)는 성형 광학 맨드렐(202) 및 금속 프레임(203) 둘 모두를 포함한다. 도 2b는 운동학적 장착부(205) 및 성형 광학 맨드렐(202)의 평면도를 예시한다. 일부 실시예에서, 운동학적 장착부(205)의 플레이트의 상부가 보어(bore) 내에 포함되는 하나의 또는 다수의 볼(ball)(200)을 포함할 수 있다. 일부 추가의 실시예에서, 운동학적 장착부(205)는 볼(200)이 단일 지점에서 성형 광학 조립체(204)와 접촉할 수 있어서 성형 광학 조립체(204)가 성형 광학 회전축에 대해 평평해질 수 있을 때까지 볼(200) 높이의 조절을 보조할 수 있는 하나의 또는 다수의 스크류(201)를 포함할 수 있다.

[0049] 또한, 일부 다른 실시예에서, 운동학적 장착부(205)는 운동학적 장착부(205)를 제위치에 고정시키는 것을 보조

할 수 있는 하나 이상의 조절기 볼 핀(207) 및 플런저(206)를 포함할 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 스프링 핀 조립체(210)가 흠 내에 배치될 수 있는 플런저(206), 플런저(206) 후방에 안착될 수 있는 스프링(208), 및 스프링(208)을 억류할 수 있는 스프링 핀 조립 스크류(209) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0050] 본 발명의 일부 태양에서, 플런저(206)는 자유롭게 내외로 이동할 수 있으며, 여기서 플런저(206)는 그 자체를 노치(211) 내로 압입시킴으로써 소정 위치로 성형 광학 조립체(204)와 맞물릴 수 있다. 보다 구체적으로, 일부 실시예에서, 예를 들어 노치(211)는 스프링(208)이 플런저(206)를 노치(211) 내로 압입시킬 수 있기 때문에 성형 광학 조립체(204)를 직각으로 클로킹하여(clocked) 유지시키도록 고정시킬 수 있다. 일부 추가의 실시예에서, 스프링 핀 조립체(210)는 플런저(206)를 통해 성형 광학 조립체(204)를 소정 방향(예컨대, 좌측 또는 우측)으로 밀 수 있으며, 여기서 성형 광학 조립체(204)의 에지가 한쪽 또는 양쪽 조절기 볼 핀(207)에 충돌할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 조절기 볼 핀(207)을 조절하는 것은 성형 광학 조립체(204)의 전체 X, Y 위치의 조절을 가능하게 할 수 있다.

[0051] 다른 태양에서, 음의 대기압 또는 진공압(212)을 성형 광학 회전축을 통해 성형 광학 조립체(204)와 운동학적 장착부(205) 사이의 공간에 공급하기 위해 음의 대기압 펌프가 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어 성형 광학 조립체(204)를 하나 이상의 볼(200) 상으로 하향으로 해제가능하게 고정시키기 위해, 그러나 스프링(208) 및 플런저(206) 중 하나 또는 둘 모두가 성형 광학 조립체(204)를 한쪽 또는 양쪽 조절기 볼 핀(207)에 대향하여 가압시키지 못하게 억제될 수 없도록 진공이 사용될 수 있다.

[0052] 이제 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 도 3a는 센서 회전축(301) 및 다수의 변위 센서(300) 조절기를 포함하는 계측 장치의 측면도를 예시한다. 도 3b는 성형 광학 회전축(308) 및 다수의 성형 광학계(302) 조절기를 포함하는 계측 장치의 보다 근접한 측면도를 예시한다. 일부 실시예에서, 예를 들어 센서(300)는 센서 회전축(301)을 통해 회전할 수 있고, 운동학적 장착 장치(305) 상에 장착된 성형 광학 조립체(304)는 측정의 전체 지속 기간 동안 성형 광학 회전축(308)을 통해 회전할 수 있다. 예시적인 목적을 위해, 성형 광학 회전축(308) 및 센서 회전축(301) 둘 모두는 제한된 반경 방향 런 아웃(run out) 및 양쪽 축의 축방향 이동을 허용하는 최신의 공기 베어링 동력식 서보 축이다. 일부 바람직한 실시예에서, 변위 센서(300) 및 성형 광학 맨드렐(302)이 정렬될 수 있으며, 여기서 센서(300)는 측정 동안 성형 광학 맨드렐(302)의 중심 구체 위에 중심설정될 수 있다.

[0053] 일부 실시예에서, 예를 들어 변위 센서(300)는 센서 x 조절기(303), 센서 y 조절기(306), 및 센서 z 조절기(307) 중 하나 이상을 조절함으로써 수동으로 정렬될 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 센서 x 조절기(303)는 x-축을 따른 내외로의 센서(300)의 이동을 허용함으로써 변위 센서(300)를 정렬시키는 것을 보조할 수 있다. 일부 추가의 실시예에서, 센서 y 조절기(306)는 센서(300)를 y-축을 따라 내외로 이동시킴으로써 변위 센서(300)를 정렬시키는 것을 보조할 수 있다. 또한, 일부 실시예에서, 센서 z 조절기(307)는 센서(300)를 z-축을 따라 상하로 이동시킴으로써 변위 센서(300)를 정렬시키는 것을 보조할 수 있다. 또한, 바람직한 실시예에서, 센서 z 조절기(407)는 변위 센서(300)를 바람직하게는 성형 광학 맨드렐(302) 30 mm 위의 지정된 작업 반경으로 이동시키는 것을 보조할 수 있다.

[0054] 일부 다른 실시예에서, 성형 광학 조립체(304)는 운동학적 장착부(305)의 조절을 통해 성형 광학 x 조절기(309) 및 성형 광학 y 조절기(310) 중 하나 또는 둘 모두를 조절함으로써 수동으로 정렬될 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어 성형 광학 x 조절기(309) 및 성형 광학 y 조절기(310) 중 하나 또는 둘 모두의 조절은 성형 광학 회전축(308) 상에 장착된 때 성형 광학 조립체(304)로부터의 편심을 취할 수 있으며, 여기서 성형 광학계(302)는 성형 광학 회전축(308)의 중심을 중심으로 회전할 수 있다.

[0055] 또한, 일부 추가의 실시예에서, 측정을 수행할 때, 변위 센서(300)는 성형 광학 맨드렐(302) 바로 위에 위치된 때 센서(300)가 위치될 수 있는 위치로부터 대략 65도의 지점으로 센서 회전축(301)을 통해 회전될 수 있다. 따라서, 일부 실시예에서, 측정을 수행하기 위한 변위 센서(300)의 개시 각도는 표면 직경의 크기 및 표면 부분의 크기 중 하나 또는 둘 모두에 대해 보다 크거나 보다 작을 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 변위 센서(300)의 개시 각도는 전체 렌즈를 측정하는 것과는 대조적으로 그리고 렌즈 없는 성형 광학계(302)를 측정하는 것과는 대조적으로 렌즈의 광학 구역을 측정하기 위해 보다 작을 수 있다.

[0056] 따라서, 성형 광학 회전축(308)은 측정 동안 연속적으로 회전하기 시작할 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어 렌즈 측정 동안, 성형 광학 회전축(308)의 하나의 완전한 회전에 후속하여, 변위 센서(300)는 그 자체를 렌즈 에지 외측의 성형 광학계(302)의 나머지 부분에 대해 0으로 설정할 수 있다. 일부 추가의 실시예에서, 변위 센서(300)는 성형 광학 회전축(308)으로 구성되는 모든 ¼도의 회전에 대해, 구면 반경 좌표로 데이터 포인트 측정을 수행하여, 회전축(308)의 하나의 완전한 회전에 대해 총 1440개의 데이터 포인트를 수집할 수 있다.

[0057] 일부 추가의 실시예에서, 성형 광학 회전축(308)의 각각의 Θ° 의 회전에 대해, Θ 에 대한 값과 센서 회전축(301)의 각각의 ρ 각도에 대한 값이 있을 수 있으며, 여기서 변위 값이 결정될 수 있다. 일부 실시예에서, 예를 들어 로(Rho) 값은 측정 동안 데이터의 균일하게 증가되는 축방향 링(ring)이 수집될 수 있도록 계산될 수 있으며, 여기서 데이터의 하나의 링은 센서 회전축(301)이 동시에 다음 ρ 위치로 이동할 때, 성형 광학 조립체(304)의 하나의 회전에 이은 후속 회전을 필요로 할 수 있다. 또한, 일부 태양에서, 센서 회전축(301)은 변위 센서(300)와 함께 각각의 ρ 위치로 상향으로 이동할 수 있으며, 여기서 데이터 포인트는 측정 동안 예를 들어 최대 140개의 축방향 링과 같은 각각의 축방향 링에 대해 수집될 수 있다.

[0058] 대안적으로, 본 발명의 일부 추가의 태양에서, 이제 도 4를 참조하면, 순서도가 계측 데이터를 획득하고 비-수화된(un-hydrated) 안과용 렌즈의 축방향 두께를 결정하도록 구현될 수 있는 방법 단계를 예시한다. 일부 실시예에서, 안과용 렌즈는 렌즈가 원하는 사양을 만족시키는지를 결정하기 위해 측정되도록 만들어지고 측정될 필요가 있을 수 있다. 400에서, 본 발명의 일부 실시예에서, 변위 센서가 성형 광학 구체의 중심 위에 직접 중심 설정될 수 있도록 계측 장치가 정렬될 수 있다. 401에서, 성형 광학계의 표면 상에 렌즈가 없는 성형 광학 맨드렐의 기준 측정(M1)이 수행될 수 있다. 402에서, 401에서 전술된 동일한 성형 광학계 상에 형성된 렌즈의 측정(M2)이 수행될 수 있으며, 여기서 성형 광학계의 기준 측정이 수행되었을 수 있다. 403에서, 측정 M1 및 M2로부터 획득된 계측 데이터가 구면 반경 좌표로부터 직교 좌표로 변환될 수 있다(도 5 참조). 404에서, 렌즈 축방향 두께(M3) 값이 계산될 수 있으며, 여기서 M3 값은 M2 계측 데이터 파일에서 M1 계측 데이터 파일을 뺀 차이와 동일할 수 있다.

[0059] 이제 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 도 5a는 성형 광학 맨드렐(502) 상의 렌즈(501)의 측정을 수행하는 변위 센서(500)를 예시하며, 여기서 계측 데이터는 구면 반경 좌표로 표현된다. 도 5b는 성형 광학 맨드렐(502)의 평면도를 예시하며, 여기서 계측 데이터는 구면 반경 좌표로 표현된다. 일부 예시적인 실시예에서, 기록된 구면 반경 좌표의 변환이 다양한 수학적 계산 중 하나 이상을 이용하여 X, Y 좌표와 같은 직교 좌표의 축방향 두께로 변환될 수 있다. 하기는 사용될 수 있는 일부 예시적인 계산을 나타낸다:

[0060] $R_i = \text{극 반경}$

[0061] $r_s = \text{독립적 측정으로부터의 성형 광학 조립체의 반경}$

[0062] key = 키엔스 센서 판독 값

[0063] 수학식 1:

[0064] $\sin(90 - \rho) = Z / (r_s + \text{key})$

[0065] $Z = (r_s + \text{key}) \sin(90 - \rho)$

[0066] Θ 에 대해, $Z_i = (r_s + \text{key}_i) \sin(90 - \rho_i)$

[0067] 수학식 2:

[0068] $\cos(90 - \rho_i) = R_i / r_s + \text{key}_i$

[0069] $R_i = (r_s + \text{key}_i) (\cos(90 - \rho_i))$

[0070] 수학식 3:

[0071] $\cos \Theta_i = X_i / R_i$

[0072] $X_i = (r_s + \text{key}_i) (\cos(90 - \rho_i)) (\cos \Theta_i)$

[0073] 수학식 4:

[0074] $\sin \Theta_i = Y_i / R_i$

[0075] $Y_i = (r_s + \text{key}_i) (\cos(90 - \rho_i)) (\sin \Theta_i)$

[0076] 반경방향 포맷:

[0077] 3개의 좌표: Θ, ρ, 및 카엔스 판독 값 + 구체 반경

[0078] 축방향 포맷:

[0079] 3개의 좌표: X, Y, 및 Z, 여기서 Z가 두께를 나타낼 수 있음

[0080] 이제 도 6을 참조하면, 본 발명의 일부 태양을 구현하기 위해 사용될 수 있는 컨트롤러(600)를 예시한다. 하나 이상의 프로세서를 포함할 수 있는 프로세서 유닛(601)이 통신 네트워크를 통해 통신하도록 구성되는 통신 장치(602)에 커플링된다. 통신 장치(602)는 예를 들어 하나 이상의 컨트롤러 장치 또는 제조 장비 구성요소와 통신하기 위해 사용될 수 있다.

[0081] 프로세서(601)는 또한 저장 장치(603)와 통신하여 사용될 수 있다. 저장 장치(603)는 자기 저장 장치(예컨대, 자기 테이프 및 하드 디스크 드라이브), 광학 저장 장치, 및/또는 반도체 메모리 장치, 예컨대 랜덤 액세스 메모리(RAM) 장치 및 판독 전용 메모리(ROM) 장치의 조합을 비롯한 임의의 적절한 정보 저장 장치를 포함할 수 있다.

[0082] 저장 장치(603)는 프로세서(601)를 제어하기 위한 실행가능한 소프트웨어 프로그램(604)을 저장할 수 있다. 프로세서(601)는 소프트웨어 프로그램(604)의 명령어들을 수행하여, 예를 들어 전술된 방법 단계와 같이 본 발명에 따라 동작한다. 예를 들어, 프로세서(601)는 성형 광학 기준 측정치, 렌즈 측정치 등을 포함하는 계측 데이터를 기술하는 정보를 수신할 수 있다. 저장 장치(603)는 또한 관련 데이터를 하나 이상의 데이터베이스(605, 606)에 저장할 수 있다.

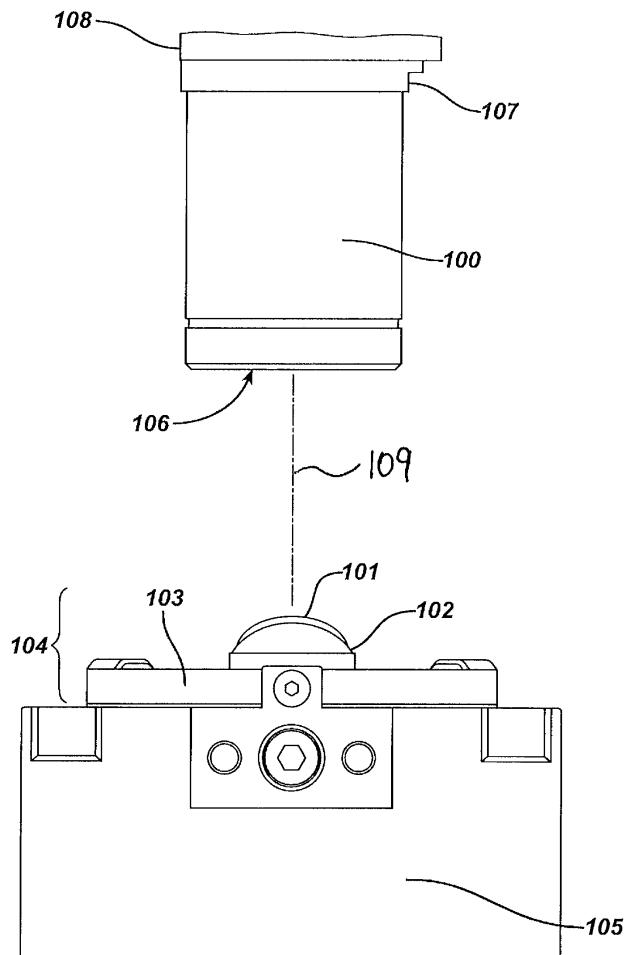
[0083] 결론:

[0084] 본 발명이 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 변화가 이루어질 수 있고 등가물이 본 발명의 요소를 대신할 수 있음이 당업자에 의해 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 특정 상황 또는 재료를 본 발명의 교시 내용에 맞추기 위해 많은 변경이 이루어질 수 있다.

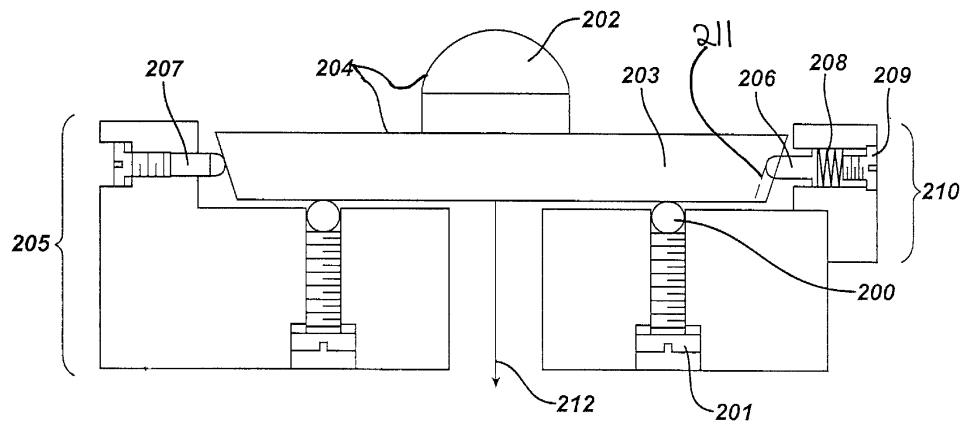
[0085] 따라서, 본 발명은 본 발명을 수행하기 위해 고려되는 최선의 방식으로 개시된 특정 실시예로 한정되지 않고, 본 발명은 첨부된 특허청구범위의 범주 및 사상 내에 속하는 모든 실시예를 포함하는 것으로 의도된다.

도면

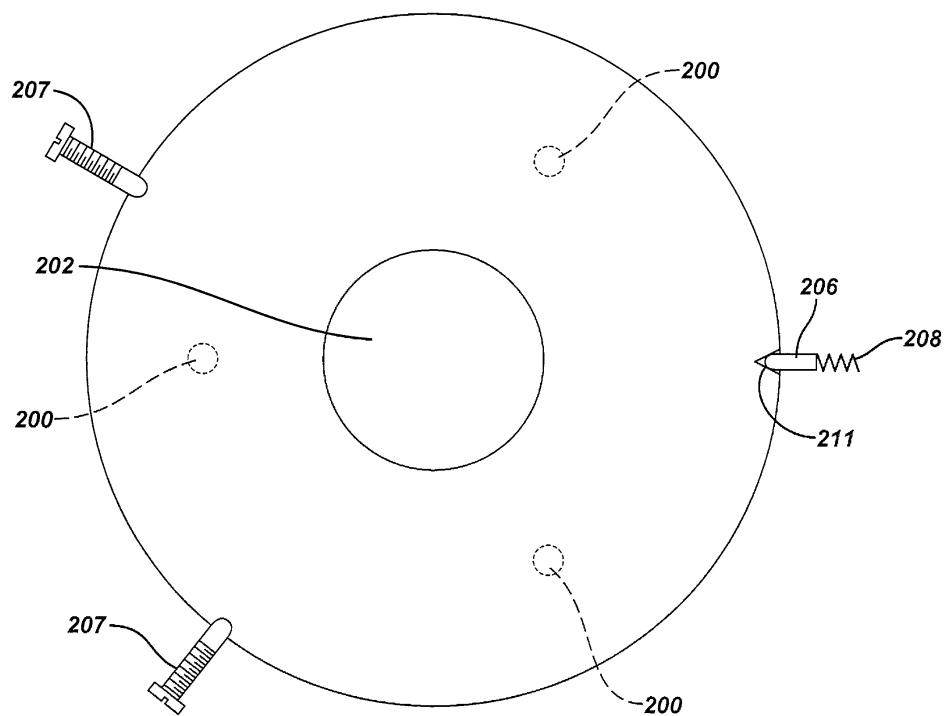
도면1



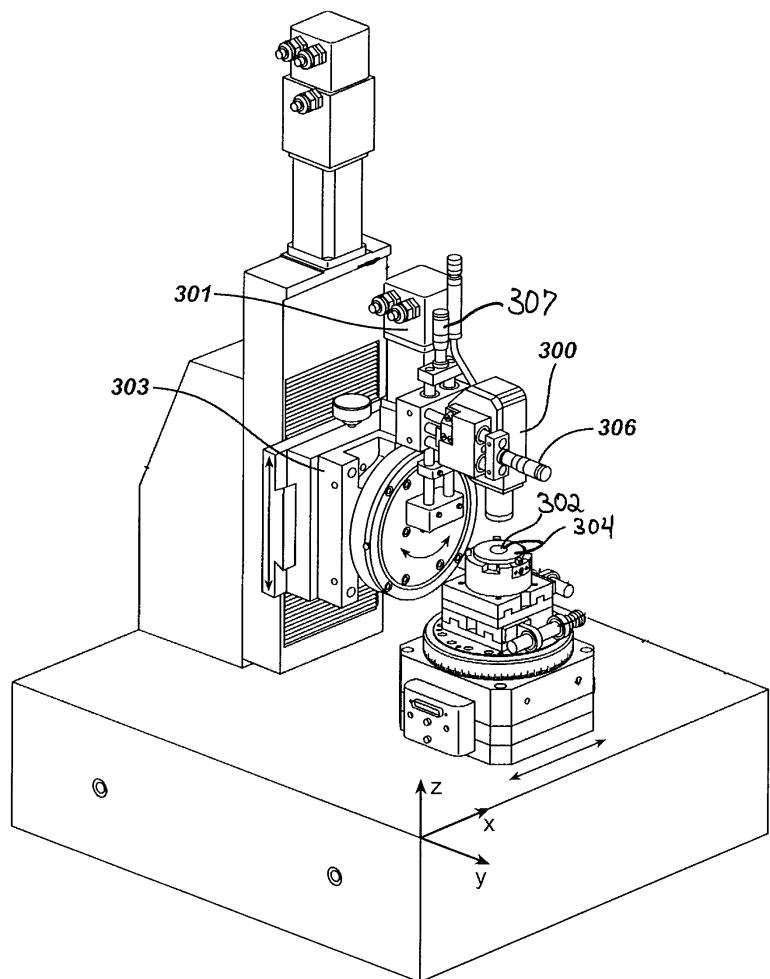
도면2a



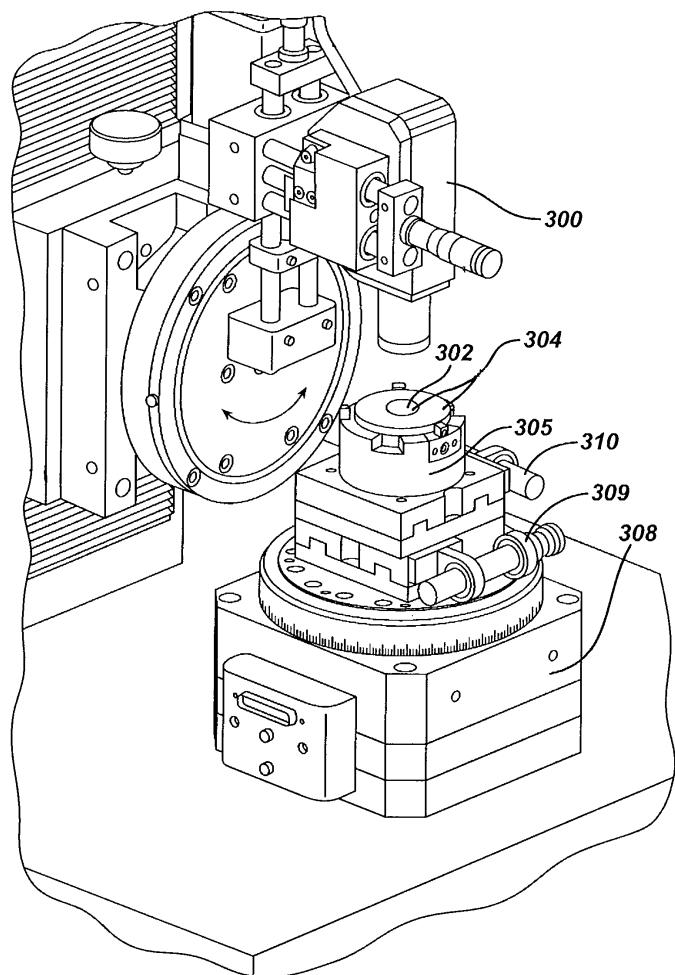
도면2b



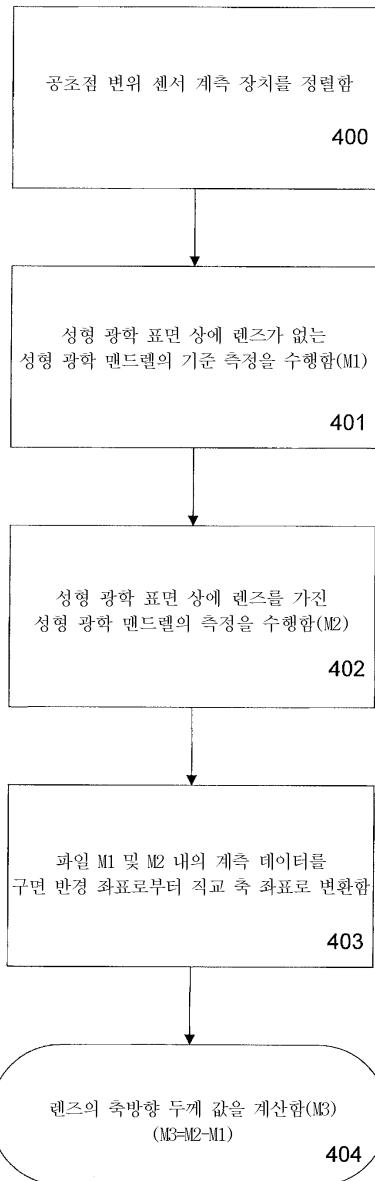
도면3a



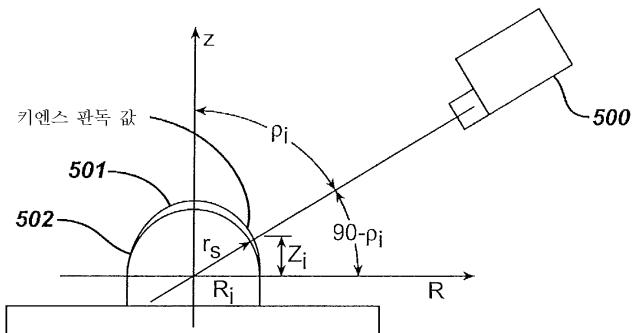
도면3b



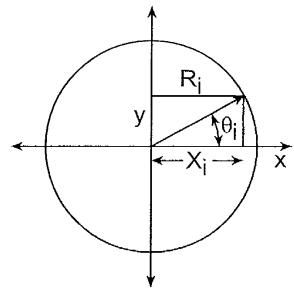
도면4



도면5a



도면5b



도면6

