



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월02일
(11) 등록번호 10-2597965
(24) 등록일자 2023년10월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) G01N 21/47 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8806 (2013.01)
G01N 21/47 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7029680
(22) 출원일자(국제) 2020년02월10일
심사청구일자 2022년12월27일
(85) 번역문제출일자 2021년09월14일
(65) 공개번호 10-2021-0120113
(43) 공개일자 2021년10월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2020/017415
(87) 국제공개번호 WO 2020/171991
국제공개일자 2020년08월27일
(30) 우선권주장
16/279,395 2019년02월19일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2018182521 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
케이엘에이 코포레이션
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크
놀로지 드라이브
(72) 발명자
리 프랑크
미국 캘리포니아주 94506 덴빌 그리폰 스트리트
이스트 3039
리 칭
미국 캘리포니아주 95132 새너제이 헤리티지 파크
서클 2636
수 지웨이
미국 캘리포니아주 94087 서니베일 로렌티안 웨이
1780
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 24 항

심사관 : 이창호

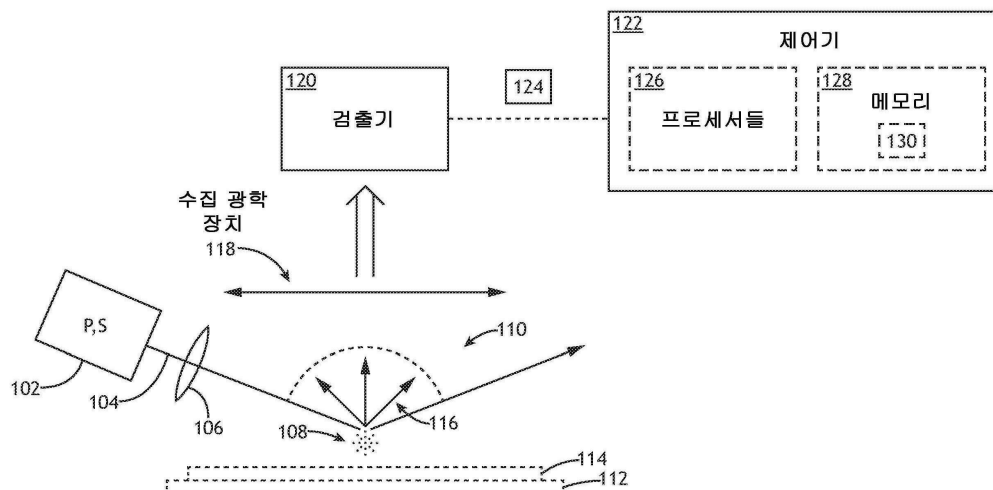
(54) 발명의 명칭 광산란 기반 광학 기기 및 도구를 위한 공기 산란 표준

(57) 요약

공기 산란 표준을 활용하는 검사 시스템은, 조명 빔을 생성하기 위한 하나 이상의 조명원; 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 조명 빔을 집속하도록 구성된 조명 광학 장치; 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하도록 구성된 하나 이상의 수집 광학 장치; 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 수집된 조명의 일부를 수신하도록 구성된 검출기; 검출기에 통신 가능하게 결합된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함하고, 하나 이상의 프로세서는, 검출기로부터 하나 이상의 신호를 수신하고, 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 강도 또는 편광 중 적어도 하나와 미리 결정된 공기 산란 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 조명 빔의 상태를 결정하게끔 프로그램 명령어의 세트를 실행하도록 구성된다.

대표도

100



(52) CPC특허분류

G01N 21/8851 (2013.01)

G01N 2021/8822 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050049261 A

US05471298 A

US06326608 B1

US20090046289 A1

명세서

청구범위

청구항 1

검사 시스템에 있어서,

조명 빔을 생성하도록 구성된 하나 이상의 조명원;

검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적(a volume of air) 내로 상기 조명 빔을 집속(focus)하도록 구성된 하나 이상의 조명 광학 장치;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집(collect)하도록 구성된 하나 이상의 수집 광학 장치;

상기 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 상기 수집된 조명의 일부를 수신하도록 구성된 검출기; 및

상기 검출기에 통신 가능하게 결합된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기

를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램 명령어의 세트를 실행하도록 구성되고, 상기 프로그램 명령어의 세트는 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금:

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도를 나타내는 하나 이상의 신호를 상기 검출기로부터 수신하고;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준(intensity standard) 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하게 하도록

구성되는 것인, 검사 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 것은:

선택된 시간에 상기 조명 빔의 강도를 결정하는 것

을 포함하는 것인, 검사 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 것은:

복수의 시간에 상기 조명 빔의 강도를 모니터링하는 것

을 포함하는 것인, 검사 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 것은:

선택된 시간에 상기 조명 빔의 편광을 결정하는 것

을 포함하는 것인, 검사 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 것은:

복수의 시간에 상기 조명 빔의 편광을 모니터링하는 것을 포함하는 것인, 검사 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 수집 광학 장치는 대물 렌즈(objective)를 포함하는 것인, 검사 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 공기의 체적은 암시야 검사 도구의 검사 챔버 내에 포함되는 것인, 검사 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 공기의 체적은 샘플 스테이지(sample stage) 위에 위치되는 것인, 검사 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 검출기는 전하 결합 소자(charge coupled device; CCD) 검출기를 포함하는 것인, 검사 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 상기 하나 이상의 조명원, 상기 하나 이상의 조명 광학 장치, 또는 상기 하나 이상의 수집 광학 장치 중 적어도 하나의 상태를 조정하게 하는 것을 더 포함하는, 검사 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 상기 하나 이상의 조명원의 전력 또는 상기 하나 이상의 조명원의 정렬 중 적어도 하나를 조정하게 하는 것을 더 포함하는, 검사 시스템.

청구항 12

방법에 있어서,

조명 빔을 생성하는 단계;

검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 상기 조명 빔을 집속하는 단계;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하는 단계;

하나 이상의 수집 광학 장치로부터 상기 수집된 조명의 일부를 검출기로 검출하는 단계;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 단계는:

선택된 시간에 상기 조명 빔의 강도를 결정하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 단계는:

복수의 시간에 상기 조명 빔의 강도를 모니터링하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 단계는:

선택된 시간에 상기 조명 빔의 편광을 결정하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 상태를 결정하는 단계는:

복수의 시간에 상기 조명 빔의 편광을 모니터링하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하는 단계는:

대물 렌즈를 활용해 상기 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 상기 조명 빔을 집속하는 단계는:

암시야 검사 도구의 검사 챔버 내에 포함된 공기의 체적에 상기 조명 빔을 집속하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 19

제12항에 있어서,

상기 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 상기 조명 빔을 집속하는 단계는:

검사 챔버 내에 포함되어 위치된 공기의 체적 내로 상기 조명 빔을 집속하는 단계를 포함하며, 상기 공기의 체적은 샘플 스테이지 위에 위치되는 것인, 방법.

청구항 20

제12항에 있어서,

상기 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 상기 수집된 조명의 일부를 검출기로 검출하는 단계는:

전하 결합 소자(CCD) 검출기로, 상기 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 상기 수집된 조명의 일부를 검출하는 단계

를 포함하는 것인, 방법.

청구항 21

제12항에 있어서,

상기 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 상기 하나 이상의 조명원, 상기 하나 이상의 조명 광학 장치, 또는 상기 하나 이상의 수집 광학 장치 중 적어도 하나의 상태를 조정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 22

제12항에 있어서,

상기 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 상기 하나 이상의 조명원의 전력 또는 상기 하나 이상의 조명원의 정렬 중 적어도 하나를 조정하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 23

검사 시스템에 있어서,

조명 빔을 생성하도록 구성된 하나 이상의 조명원;

검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 상기 조명 빔을 집속하도록 구성된 하나 이상의 조명 광학 장치;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하도록 구성된 하나 이상의 수집 광학 장치;

상기 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 상기 수집된 조명의 일부를 수신하도록 구성된 검출기; 및

상기 검출기에 통신 가능하게 결합된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기

를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램 명령어의 세트를 실행하도록 구성되고, 상기 프로그램 명령어의 세트는 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금:

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도를 나타내는 하나 이상의 신호를 상기 검출기로부터 수신하고;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 강도를 결정하게 하도록

구성되는 것인, 검사 시스템.

청구항 24

검사 시스템에 있어서,

조명 빔을 생성하도록 구성된 하나 이상의 조명원;

검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 상기 조명 빔을 집속하도록 구성된 하나 이상의 조명 광학 장

치;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하도록 구성된 하나 이상의 수집 광학 장치;

상기 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 상기 수집된 조명의 일부를 수신하도록 구성된 검출기; 및

상기 검출기에 통신 가능하게 결합된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기

를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램 명령어의 세트를 실행하도록 구성되고, 상기 프로그램 명령어의 세트는 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금:

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도를 나타내는 하나 이상의 신호를 상기 검출기로부터 수신하고;

상기 공기의 체적으로부터 산란된 상기 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 상기 조명 빔의 편광을 결정하게 하도록

구성되는 것인, 검사 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 광학 기기 및 도구에 관한 것으로, 보다 상세하게는 광산란을 위한 표준에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광학 시스템이 제대로 기능하려면 시스템 교정(calibration) 및 정렬이 필요하다. 광학 시스템은 종종 산란 표준을 활용하여 도구를 교정하고, 도구 안정성과 상태(health)를 모니터링하고, 광학 정렬을 지원한다. 예를 들어, 스펙트랄론 타일(spectralon tiles) 및 실리콘 웨이퍼 표준과 같은 현재 산란 표준은 가능한 오염원을 도입하고, 추가 정렬 단계를 필요로 하고, 비용을 증가시키며, 전자기 복사 및 환경에 대한 노출로 인해 시간이 지남에 따라 성능이 저하된다.

[0003] 이와 같이, 위에서 식별된 결점을 치료하는 개선된 시스템 교정을 제공하는 시스템 및 방법을 제공하는 것이 유리할 것이다.

발명의 내용

[0004] 본 개시의 하나 이상의 예시적인 실시예에 따라, 공기 산란 표준과 함께 사용하기 위한 검사 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 검사 시스템은 조명 빔을 생성하도록 구성된 하나 이상의 조명원을 포함한다. 또 다른 실시예에서, 검사 시스템은 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적(a volume of air) 내로 조명 빔을 집속(focus)하도록 구성된 하나 이상의 조명 광학 장치를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 검사 시스템은 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하도록 구성된 하나 이상의 수집 광학 장치(collection optics)를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 검사 시스템은 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 수집된 조명 부분을 수신하도록 구성된 검출기를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 검사 시스템은 검출기에 통신 가능하게 결합된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 제어기를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 프로세서는 메모리에 저장된 프로그램 명령어들의 세트를 실행시키도록 구성된다. 또 다른 실시예에서, 프로그램 명령어의 세트는 하나 이상의 프로세서가 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 강도를 나타내는 하나 이상의 신호를 검출기로부터 수신하게 하도록 구성된다. 또 다른 실시예에서, 프로그램 명령어의 세트는 하나 이상의 프로세서로 하여금 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 간의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 조명 빔의 상태를 결정하게 하도록 구성된다.

[0005] 본 개시의 하나 이상의 예시적인 실시예에 따라, 공기 산란 표준을 이용하는 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 본 방법은 조명 빔을 생성하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 방법은 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 조명 빔을 집속하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 방법은 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부를 수집하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 방법은 하나 이상의 수집 광학 장치로부터의 수집된 조명 부분을 검출기로 검출하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 방법은 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 사이의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 예를 들면, 빔 강도 및/

또는 편광과 같은 조명 빔의 상태를 결정하는 단계를 포함한다.

[0006] 전술한 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 모두 단지 예시적이고 설명적인 것이며, 청구된 본 발명을 반드시 제한하는 것은 아니라는 것을 이해해야 한다. 본 명세서에 통합되어 그 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 실시예를 도시하고, 일반적인 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 본 개시의 많은 장점은 첨부 도면을 참조함으로써 당업자에 의해 더 잘 이해될 수 있다.

도 1은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 검사 시스템의 블록도를 도시한다.

도 2는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 공기 산란 강도의 도면을 도시한다.

도 3a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 센서의 제공 평균 제곱근(root mean square) 노이즈를 도시한다.

도 3b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 입사 P-편광 광(P-polarized light)에 의한 공기 산란을 도시한다.

도 3c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 입사 S-편광 광에 의한 공기 산란을 도시한다.

도 4a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 편광을 측정하기 위한 공기 산란의 예를 도시한다.

도 4b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 편광을 측정하기 위한 공기 산란의 예를 도시한다.

도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른, 검사 시스템에서 조명 빔의 상태를 결정하기 위한 방법에서 수행되는 단계들을 도시하는 흐름도이다.

도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른, 검사 시스템에서 조명 빔의 강도를 결정하기 위한 방법에서 수행되는 단계들을 도시하는 흐름도이다.

도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른, 검사 시스템에서 조명 빔의 편광을 결정하기 위한 방법에서 수행되는 단계들을 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이제, 첨부 도면에 예시되는, 개시되는 특허 대상에 대해 참조가 상세하게 이루어질 것이다.

[0009] 일반적으로 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 개시에 따라 산란을 모니터링하고 측정하기 위해 공기 산란 표준을 이용하는 시스템 및 방법이 개시된다.

[0010] 본 개시의 실시예는 광학 시스템 및 도구에 대한 산란 표준으로서 공기 산란을 이용한다. 본 개시의 실시예들은 공기의 체적으로부터 빔의 산란에 기초하여 조명 빔의 강도 및/또는 편광을 측정하는 것에 관한 것이다. 본 개시의 실시예는 광학 시스템을 정렬, 교정 및/또는 모니터링하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 검사 챔버에 포함된 공기의 체적으로부터 산란된 조명이 수집될 수 있다. 또한, 수집된 산란 조명은 공기 산란 표준(예컨대, 알려진 빔 특성으로 얻은 산란 데이터)과 비교할 수 있다. 또한, 이러한 비교에 기초하여, 빔의 하나 이상의 상태(예컨대, 강도 또는 편광)가 시간의 인스턴스(instance)에서 결정되거나 시간 세그먼트에 걸쳐 모니터링될 수 있다. 여기에서 공기 표준은 삽입 가능한 물리적 물체가 시스템에 장착되는 것을 요구하지 않는다는 점에 유의한다.

[0011] 도 1은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 검사 시스템(100)의 개념적 블록도를 도시한다. 검사 시스템(100)은 하나 이상의 조명원(102), 하나 이상의 조명 광학 장치(106), 하나 이상의 수집 광학 장치(118), 및 검출기(120)를 포함할 수 있다.

[0012] 검사 시스템(100)은 샘플 검사 분야에 공지된 임의의 검사 구성으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 검사 시스템(100)은 암시야 검사 도구로 구성될 수 있지만 필수는 아니다.

[0013] 하나 이상의 조명원(102)은 샘플 검사의 분야에서 공지된 임의의 조명원을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 조명원(102)은 조명(104)의 하나 이상의 빔을 생성하도록 구성된다. 예를 들어, 하나 이상의 조명원(102)은 적외선, 가시광선 및/또는 자외선을 생성하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 조명원(102)은 협대역 광원을 포함한다. 예를 들어, 하나 이상의 조명원(102)은 레이저원을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 조명원(102)은 광대역 광원을 포함한다. 예를 들어, 하나 이

상의 조명원(102)은 방전 램프 또는 레이저 지속 플라즈마(laser-sustained plasma; LSP) 광원을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

- [0014] 하나 이상의 조명 광학 장치(106)는 하나 이상의 조명원(102)으로부터의 광을 집속, 지향, 필터링, 또는 달리 조절하는 데 사용되는 샘플 검사 분야에서 알려진 임의의 광학 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 조명 광학 장치(106)는 하나 이상의 렌즈, 하나 이상의 거울, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 프리즘, 하나 이상의 회절 요소, 하나 이상의 빔 스플리터 등을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다.
- [0015] 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 조명원(102) 및 조명 광학 장치(106)는 P-편광 조명 및/또는 S-편광 조명을 생성하도록 구성된다. 또 다른 실시예에서, 조명(104)은 공기(108)의 체적에 지향된다. 공기(108)의 체적은 검사 챔버(110)의 챔버 내에 포함될 수 있다.
- [0016] 또 다른 실시예에서, 검사 시스템(100)은 하나 이상의 샘플(114)을 지지하고 고정(secure)하도록 구성된 스테이지(112)를 포함한다. 또 다른 실시예에서, 검사 시스템(100)은, 검출기(120)가 샘플 스테이지(112) 위에 위치한 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명을 수집하게끔 샘플 스테이지(112)가 배열되도록 구성될 수 있다.
- [0017] 하나 이상의 수집 광학 장치(118)는 조명을 수집하고, 집속하며, 지향시키는 데 사용되는 조명 수집 분야에 알려진 임의의 광학 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 수집 광학 장치(118)는, 제한되지 않지만, 하나 이상의 렌즈, 하나 이상의 미러 등의 임의의 조합을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 예를 들어, 수집 광학 장치(112)는 대물 렌즈를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 수집 광학 장치(118)는 공기 산란 조명(116)을 수집하도록 구성된다. 예를 들어, 수집 광학 장치(118)는 적외선, 가시광선 및/또는 자외선의 공기 산란 조명(116)을 수집하도록 구성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 수집 광학 장치(118)는 조명을 검출기(120)에 지향한다. 예를 들어, 대물 렌즈는 조명을 검출기(120)에 지향시킬 수 있다.
- [0018] 검출기(120)는 조명을 검출, 감지, 기록 또는 증폭하기 위해 사용되는 조명 검출 분야에 알려진 임의의 검출기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기는 전하 결합 소자(charge coupled device; CCD) 검출기, 광전자 증배관(photomultiplier tube; PMT) 검출기 등을 포함할 수 있지만 이에 제한되지 않는다.
- [0019] 검사 시스템(100)은 하나 이상의 프로세서(126) 및 메모리(128)를 포함하는 제어기(122)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 제어기(122)는 검출기(120) 및 메모리(128)에 통신 가능하게 결합된 하나 이상의 프로세서(126)를 포함한다. 하나 이상의 프로세서(126)는 메모리(128)에 유지되는 프로그램 명령어(130)의 세트를 실행하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 제어기(122)의 하나 이상의 프로세서(126)는 후술되는 바와 같이 정렬 또는 교정 절차의 하나 이상의 단계를 수행하도록 프로그래밍될 수 있다. 도 1에 도시된 검사 시스템(100)의 실시예는 여기에서 설명되는 것처럼 또한 구성될 수 있다. 게다가, 검사 시스템(100)은 본 개시에서 설명된 방법 실시예(들) 중 임의의 방법 실시예의 임의의 다른 단계(들)를 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 하나 이상의 프로세서(126)는 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명 빔(104)의 상태를 나타내는 하나 이상의 신호를 검출기(120)로부터 수신할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(126)는 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명의 강도 및/또는 편광을 나타내는 하나 이상의 신호를 수신할 수 있다. 하나 이상의 프로세서(126)는 또한, 산란 조명(116)의 강도 및/또는 편광을 미리 결정된 강도 및/또는 편광 표준과 비교할 수 있다. 일 실시예에서, 산란 조명(116)의 데이터는 메모리(126)에 저장되고 산란 표준으로서 활용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(126)는 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명의 강도 및/또는 편광과 미리 결정된 강도 및/또는 편광 표준 사이의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 조명 빔(104)의 상태를 결정한다.
- [0022] 메모리(128)는 검출기(120)로부터 제어기(122)에 의해 수신된 데이터의 분석을 수행하기 위한 프로그램 명령어(130)의 세트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(128)는 검출기에 의해 생성된 데이터를 산란 표준과 비교하기 위한 프로그램 명령어(130)의 세트를 포함할 수 있다.
- [0023] 프로그램 명령어(130)의 세트는 하나 이상의 프로세서(126)로 하여금 하나 이상의 선택된 시간에서 조명 빔의 강도 및/또는 편광을 결정하게 할 수 있다. 예를 들어, 프로그램 명령어(130)의 세트는 하나 이상의 프로세서(126)로 하여금 하나 이상의 시간에 조명 빔(104)의 강도 및/또는 편광을 모니터링하게 할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에서, 공기 산란 표준은 알려진 특성을 갖는 조명 빔으로부터 산란된 조명으로부터 획득된 데이터를 포함한다. 예를 들어, 산란 표준은 알려진 강도 특성을 갖는 조명 빔(104)으로부터의 검출된 산란 조명의 데이터를 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 산란 표준은 알려진 편광 특성을 갖는 조명 빔(104)으로부터의 검출된

산란 조명의 데이터를 포함할 수 있다.

- [0025] 일 실시예에서, 조명 빔(104)의 강도 또는 편광 중 적어도 하나의 결정에 응답하여, 하나 이상의 조명원(102), 하나 이상의 조명 광학 장치(106), 및/또는 하나 이상의 수집 광학 장치(108)가 조정된다. 예를 들어, 사용자는 조명 빔(104)의 결정된 상태에 기초하여 하나 이상의 조명원(102)의 전력을 조정할 수 있다. 또 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 하나 이상의 조명원(102)의 전력을 조정할 수 있다. 또 다른 예로서, 하나 이상의 조명원(102), 하나 이상의 조명 광학 장치(106), 및/또는 하나 이상의 수집 광학 장치(108)는 조명 빔(104)의 결정된 상태에 기초하여 사용자 또는 하나 이상의 프로세서(126)에 의해 정렬될 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 하나 이상의 조명원(102), 하나 이상의 조명 광학 장치(106), 또는 수집 광학 장치(118) 중 하나 이상이, 수집된 산란 조명과 산란 표준 간의 차이가 선택된 문턱값 내에 있을 때까지 조정된다. 예를 들어, 수집된 산란 조명과 산란 표준 간의 차이가 선택된 문턱값 내에 있을 때까지, 하나 이상의 프로세서(126)는 하나 이상의 조명원(102)의 전력 및/또는 정렬, 및/또는 하나 이상의 조명 광학 장치(106) 및/또는 수집 광학 장치(108)의 정렬을 반복적으로 또는 동시에 조정할 수 있다.
- [0027] 제어기(122)는 유선 및/또는 무선 부분을 포함할 수 있는 전송 매체에 의해 다른 시스템으로부터 데이터 또는 정보(예컨대, 검출기로부터의 강도, 조명 및/또는 수집 광학 장치로부터의 광학 요소 배향)를 수신 및/또는 획득하도록 구성될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 제어기(122)는 데이터 또는 정보(예컨대, 본 명세서에 개시된 하나 이상의 프로세서의 출력)를, 유선 부분 및/또는 무선 부분을 포함할 수 있는 전송 매체에 의해 하나 이상의 시스템 또는 서브시스템(예컨대, 조명 광학 장치 또는 수집 광학 장치)으로 전송하도록 구성될 수 있다. 이런 방식으로, 전송 매체는 제어기(122)와 검사 시스템(100)의 다른 서브시스템 간의 데이터 링크로서 사용될 수 있다. 또한, 제어기(122)는 전송 매체(예컨대, 네트워크 접속)를 통해 외부 시스템에 데이터를 전송할 수 있다.
- [0028] 검출기(120) 및 제어기(122)는 제어기(122)가 검출기(120)로부터 정보를 수신하도록 임의의 적절한 방식으로(예컨대, 도 1에 도시된 라인에 의해 표시된 하나 이상의 유선 또는 무선 전송 매체에 의해) 통신 가능하게 결합될 수 있다. 일 실시예에서, 검출기(120)는 하나 이상의 이미지(124) 또는 강도 데이터를 제어기(122)로 전송한다. 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 이미지(124)는 메모리(128)에 저장된다.
- [0029] 제어기(122)의 하나 이상의 프로세서(126)는 해당 기술에서 공지된 임의의 하나 이상의 프로세싱 요소를 포함할 수 있다. 이 점에서, 하나 이상의 프로세서(126)는 알고리즘 및/또는 명령어를 실행하도록 구성된 임의의 마이크로프로세서 디바이스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(126)는, 본 개시 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 검사 시스템(100)의 전부 또는 일부를 동작하도록 구성된 프로그램을 실행시키도록 구성된, 데스크톱 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 이미지 컴퓨터, 병렬 컴퓨터, 또는 다른 컴퓨터 시스템(예컨대, 네트워킹된 컴퓨터)으로 구성된다. 본 개시 전반에 걸쳐 설명되는 단계들은 단일 컴퓨터 시스템에 의해, 또는 대안적으로 다수의 컴퓨터 시스템에 의해 수행될 수 있다는 점을 이해하여야 한다. 일반적으로, 용어 "프로세서"는 비일시적 메모리 매체(예컨대, 메모리(128))로부터의 프로그램 명령어를 실행시키는, 하나 이상의 프로세싱 요소를 갖는 임의의 디바이스를 포괄하도록 광범위하게 정의될 수도 있다. 그에 따라, 위의 설명은 본 발명에 관한 제한으로서가 아니라 단지 예시로서 해석되어야 한다.
- [0030] 메모리(128)의 메모리 매체는, 연관된 하나 이상의 프로세서(126)에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어를 저장하기 위해 적절한, 당업계에서 공지된 임의의 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들면, 메모리(128)는 비일시적 메모리 매체를 포함할 수 있다. 예를 들면, 메모리(128)는 판독 전용 메모리, 랜덤 액세스 메모리, 자기 또는 광학 메모리 디바이스(예컨대, 디스크), 자기 테이프, 솔리드 스테이트 드라이브 등을 포함할 수 있지만 이것들에만 제한되지는 않는다. 또 다른 실시예에서, 메모리(128)는 본 개시에서 설명된 검사 시스템(100) 및/또는 다양한 단계들의 출력으로부터의 하나 이상의 결과를 저장하도록 구성된다는 점이 본 개시에서 주목된다. 또한, 메모리(128)는 하나 이상의 프로세서(126)와 함께 공통 제어기 하우징에 하우징될 수 있다는 점에 주목한다. 대안적인 실시예에서, 메모리(128)는 프로세서(126) 및 제어기(122)의 물리적 위치와 관련하여 원격에 위치될 수 있다. 예를 들면, 제어기(122)의 하나 이상의 프로세서(126)는 네트워크(예컨대, 인터넷, 인트라넷 등)를 통해 액세스 가능한 원격 메모리(예컨대, 서버)를 액세스할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 메모리(128)는 하나 이상의 프로세서(126)로 하여금 본 개시를 통해 설명하는 각종 단계들을 수행하게 하기 위한 프로그램 명령어(130)를 저장한다.
- [0031] 단순화를 위해 검사 시스템(100)이 단순화된 블록도에 도시되어 있음에 유의한다. 컴포넌트와 기하학적 구성을 포함한 이 묘사는 단지 예증적 목적을 위해서만 제공된다. 여기에서 검사 시스템(100)은 조명 빔 상태와 공기

산란 표준의 비교를 수행하기 위해 임의의 수의 광학 요소(예컨대, 렌즈, 거울, 필터 빔 스플리터 등), 에너지 원(예컨대, 조명원) 및 검출기(예컨대, 조명 검출기)를 포함할 수 있다.

[0032] 도 2는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 공기 산란 강도(200)의 도면을 도시한다. 보다 구체적으로, 공기 산란 강도(200)는 편광된 전자기 방사선의 단일 파장에 의한 단일 산란체(scatterer)의 공기 산란 강도의 다이어그램을 예시한다. 여기에서 도 2는 Z 방향으로 진행하는(traveling) E 방향으로 편광된 방사선의 공기 산란 강도(200)를 도시한다는 점에 유의한다. 일 실시예에서, 단일 파장에 의한 공기 산란 및 방사선의 편광은 다음과 같이 설명된다:

$$I = \left(\frac{\mu_0 p_0 \omega^4}{32\pi^2 c} \right) \frac{(\sin \theta)^2}{r^2} \hat{r}$$

[0033]

[0034] 여기서 공기 산란 강도는 산란체로부터의 거리인 r과 E축에서 시작하는 방위각인 각도 θ 의 함수로서 계산된다. μ_0 는 자유 공간의 투과성이고, p_0 는 최대 쌍극자 모멘트이고, ω 는 방사선의 주파수이고, θ 는 고도각이며, r은 쌍극자 중심으로부터의 반경 거리라는 것이 여기서 주목된다.

[0035] 도 3a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 SurfScan® 센서의 제곱 평균 제곱근(RMS) 노이즈(310)를 도시한다. 보다 구체적으로, 도 3a는 P 및 S 입사 편광에 대해 SurfScan® 검사 도구에서 측정된 공기 산란에 대한 RMS 노이즈(310)를 예시한다. 입사 평면에 평행한 전기장을 포함하는 조명 부분이 P-편광 조명이라는 것이 본 개시에서 주목된다. 입사 평면에 수직인 전기장을 포함하는 조명 부분이 S-편광 조명이라는 것이 본 개시에서 추가로 주목된다.

[0036] 도 3b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 입사 P-편광 광을 갖는 공기 산란(320)을 예시한다. 보다 구체적으로, 도 3b는 P 및 S 입사 편광으로부터 SurfScan® 검사 도구 상에서 측정된 P-입사 공기 산란(320)을 도시한다.

[0037] 도 3c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 입사 S-편광 조명을 갖는 공기 산란(330)을 도시한다. 보다 구체적으로, 도 3c는 P 및 S 입사 편광으로부터 SurfScan® 검사 도구 상에서 측정된 S-편광 입사 공기 산란(330)을 도시한다.

[0038] 공기 산란(320 및 330)은 SurfScan® 센서의 RMS 노이즈(310) 위에서 측정된다는 것이 여기에서 주목된다. 측정된 공기 산란(320 및 330)은 입사 편광에 민감하다는 것이 추가로 주목된다. 공기 산란이 광학 시스템 및 도구로부터 산란 표준으로서 이용될 수 있다는 것이 여기서 더 주목된다.

[0039] 도 4a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 편광을 측정하기 위한 공기 산란의 예를 도시한다. 보다 구체적으로, 도 4a는 경사 모드에서 대물 렌즈의 개구수(numerical aperture; NA)가 75° 인 조명의 편광을 측정하기 위한 P-편광 조명 공기 산란(410) 및 S-편광 조명 공기 산란(420)의 예를 도시한다. 일 실시예에서, P-편광 및 S-편광 입사광에서 수집된 총 공기 산란의 백분율을 대물 렌즈에 의해 수집된 영역에 걸쳐 통합하는 것이 계산될 수 있다. 예를 들어, 다음 방정식을 사용하여 P-편광 및 S-편광 입사광에서 수집된 총 공기 산란의 백분율을 계산할 수 있다:

$$P = \iint \left(\frac{\mu_0 p_0 \omega^4}{32\pi^2 c} \right) \frac{(\sin \theta)^2}{r^2} r^2 \sin \theta d\theta d\phi$$

[0040]

[0041] 여기서 도 4a에 도시된 특정 예에 대해 P-편광 입사광의 백분율은 32.1%이고 S-편광 입사광의 백분율은 41.6%임을 주목한다.

[0042] 도 4b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 편광을 측정하기 위한 공기 산란의 예를 도시한다. 보다 구체적으로, 도 4b는 빔 편광이 이동 축을 중심으로 회전할 때 Surfscan® SP7 대물 렌즈에 의해 수집된 정규화된 공기 산란 전력을 예시한다. 여기에서 도 4b에서 0도는 P-편광 입사광이고 90도는 S-편광 입사광임을 주목한다. 여기에서 도 4b에 도시된 공기 산란 패턴은 P-편광 및 S-편광 입사 조명에 대해 상이하고 공기 산란이 입사 빔 편광에 민감함을 주목한다. 여기에서 대물 렌즈에 의해 포착된 P-편광 및 S-편광 입사 조명 강도의 양이 다른 경우 P 및 S 입사 조명의 강도 비율은 입사 빔의 편광 품질에 대한 정보가 될 수 있음을 또한 주목한다.

[0043] 일 실시예에서, 검사 시스템(100)은 산란 조명(116)으로부터의 신호를 이용하여 조명(104)의 입사 빔의 강도를 모니터링한다. 예를 들어, 산란 조명(116)으로부터의 신호는 시간에 따라 검사 시스템(100)의 조명(104)의 입사 빔을 모니터링하기 위한 산란 표준으로서 활용될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 산란 조명(116)으로부터의 신호

는 다수의 도구에 걸친 공기 산란 강도의 정규화 교정을 위해 이용된다. 여기서 안정적이고 균일한 산란 조명(116)으로부터의 신호는 시스템 모니터링 및 교정을 개선하는 것으로 생각됨을 주목한다.

[0044] 일 실시예에서, 검사 시스템(100)은 산란 조명(116)으로부터의 신호를 이용하여 조명(104)의 입사 빔(104)의 편광을 측정한다. 또 다른 실시예에서, 검사 시스템(100)은 산란 조명(116)으로부터의 신호를 이용하여 조명(104)의 입사 빔의 편광을 모니터링한다. 예를 들어, 산란 조명(116)으로부터의 하나 이상의 신호는 조명(104)의 편광을 측정하고 시간에 따른 조명(104)의 편광을 모니터링하기 위해 이용될 수 있다.

[0045] 일 실시예에서, 검사 시스템(100)은 산란 조명(116)으로부터의 신호를 이용하여 편광 감지 광학 장치 및 마스크를 수집 경로에서 정렬시킨다. 또 다른 실시예에서, 산란 조명(116)은 광학 마스크 및 편광기를 평가하고(qualify) 모니터링하기 위해 이용될 수 있다. 공기 산란은 편광된 균일한 산란을 제공한다는 것이 여기에서 주목된다. 본 개시로부터 산란 표준을 필요로 하는 광학 시스템의 임의의 프로세스는, 공기가 시스템의 작업 환경에 있고 시스템이 공기 산란 강도를 측정하기에 충분히 민감하다면 공기 산란으로 수행될 수 있음에 추가로 주목한다. 삽입된 물리적 산란 표준에 의존하는 시스템이, 잠재적인 오염을 도입하지 않고 삽입 가능한 물리적 산란 표준으로 인한 공간 제약을 제거하는 산란 표준으로부터 이익을 얻을 것으로 여기에서 추가로 주목된다. 삽입 가능한 물리적 표준에 의해 생성된 제약으로 인해 실현 가능하지 않은 광학 교정 및/또는 정렬을 필요로 하는 시스템이 이제 정렬 및/또는 교정을 위한 공기 산란 표준을 활용하여 실현 가능하다는 것이 여기서 추가로 주목된다.

[0046] 도 5는 본 개시의 일 실시예에 따른, 검사 시스템(100)에서 조명 빔의 상태를 결정하기 위한 방법(500)에서 수행되는 단계들을 예시하는 흐름도이다. 방법(500)의 단계들은 검사 시스템(100)에 의해 전부 또는 부분적으로 구현될 수 있다는 점에 주목한다. 하지만, 방법(500)은, 추가적인 또는 대안적인 시스템-레벨 실시예가 방법(500)의 단계들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다는 점에서 검사 시스템(100)에 제한되지 않는다는 것이 또한 인정된다.

[0047] 단계(502)에서, 하나 이상의 조명원(102)은 조명을 제공하여 조명 빔(104)을 생성한다. 일 실시예에서, 조명 빔(104)은 편광되지 않는다. 또 다른 실시예에서, 조명 빔(104)은 편광된다. 예를 들어, 조명 빔(104)은 선형 편광, 타원 편광, 원형 편광, 또는 무작위 편광 중 하나 이상일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 조명(104)은 P-편광 조명 및 S-편광 조명을 포함한다.

[0048] 단계(504)에서, 조명 빔은 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 집속된다. 일 실시예에서, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)을 공기(108)의 체적에 집속한다. 예를 들어, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)이 공기(108)의 체적을 향해 지향되고 집속되도록 정렬되고 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)이 암시야 검사 도구의 검사 챔버(110) 내에 포함된 공기(108)의 체적 내로 집속되도록 정렬 및 구성될 수 있다.

[0049] 단계(506)에서, 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부가 수집된다. 일 실시예에서, 산란 조명(116)은 수집 광학 장치(118)에 의해 수집된다. 예를 들어, 산란 조명(116)은 대물 렌즈에 의해 수집된다. 또 다른 실시예에서, 수집 광학 장치(118)는 산란 조명을 검출기(120)를 향해 지향시키도록 구성된다. 예를 들어, 대물 렌즈는 수집된 산란 조명(116)을 검출기(120)를 향해 지향시키도록 구성될 수 있다.

[0050] 단계(508)에서, 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 수집된 조명 부분이 검출된다. 일 실시예에서, 공기(108)의 체적으로부터 산란 조명(116)의 수집된 부분이 검출기(120)에 의해 검출된다. 예를 들어, 검출기(120)는 대물 렌즈에 의해 수집되고 검출기(120)를 향해 지향되는 산란 조명(116)을 검출할 수 있다.

[0051] 단계(510)에서, 조명 빔(104)의 상태는 공기의 체적(108)으로부터 산란된 조명의 상태와 미리 결정된 산란 표준 사이의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 결정된다. 단계(510)는 검출기(120)가 하나 이상의 이미지(124)를 획득하고 하나 이상의 이미지(124)를 제어기(122)에 전송하는 것을 포함한다. 검출기(120)에 의해 생성되고 제어기(122)로 전송된 하나 이상의 이미지(124)는 하나 이상의 프로세서(126)에 의해 미리 결정된 산란 표준과 비교된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 이미지(124)는 메모리(128)에 저장되고 나중의 분석을 위해 사용된다. 또 다른 실시예에서, 공기의 체적(108)으로부터 산란된 조명의 상태와 미리 결정된 산란 표준 사이의 비교로부터의 하나 이상의 결과는 나중에 사용하기 위해 메모리(128)에 저장된다.

[0052] 단계(512)에서, 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 조명원(102) 중 하나 이상, 조명 광학 장치(106) 중 하나 이상, 또는 수집 광학 장치(108) 중 하나 이상을 조정한다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 하나 이상의 조명원(102), 조명 광학 장치(106), 또는 수집 광학 장치(108) 중 하나 이

상을 조정할 수 있다. 또 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 상태에 기초하여 하나 이상의 조명원의 전력 또는 하나 이상의 조명원의 정렬 중 적어도 하나를 조정할 수 있다.

- [0053] 도 6은 본 개시의 일 실시예에 따른, 검사 시스템(100)에서 조명 빔의 강도를 결정하기 위한 방법(600)에서 수행되는 단계들을 예시하는 흐름도이다. 방법(600)의 단계들은 검사 시스템(100)에 의해 전부 또는 부분적으로 구현될 수 있다는 점에 주목한다. 하지만, 방법(600)은, 추가적인 또는 대안적인 시스템-레벨 실시예가 방법(600)의 단계들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다는 점에서 검사 시스템(100)에 제한되지 않는다는 것이 또한 인정된다.
- [0054] 단계(602)에서, 하나 이상의 조명 소스(102)가 조명을 제공하여 조명 빔(104)을 생성한다. 일 실시예에서, 조명 빔(104)은 편광되지 않는다. 또 다른 실시예에서, 조명 빔(104)은 편광된다. 예를 들어, 조명 빔(104)은 선형 편광, 타원 편광, 원형 편광, 또는 무작위 편광 중 하나 이상일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 조명(104)은 P-편광 조명 및 S-편광 조명을 포함한다.
- [0055] 단계(604)에서, 조명 빔은 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 집속된다. 일 실시예에서, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)을 공기(108)의 체적에 집속한다. 예를 들어, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)이 공기(108)의 체적을 향해 지향되고 집속되도록 정렬되고 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)이 암시야 검사 도구의 검사 챔버(110) 내에 포함된 공기(108)의 체적 내로 집속되도록 정렬 및 구성될 수 있다.
- [0056] 단계(606)에서, 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부가 수집된다. 일 실시예에서, 산란 조명(116)은 수집 광학 장치(118)에 의해 수집된다. 예를 들어, 산란 조명(116)은 대물 렌즈에 의해 수집된다. 또 다른 실시예에서, 수집 광학 장치(118)는 산란 조명을 검출기(120)를 향해 지향시키도록 구성된다. 예를 들어, 대물 렌즈는 수집된 산란 조명(116)을 검출기(120)를 향해 지향시키도록 구성될 수 있다.
- [0057] 단계(608)에서, 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 수집된 조명 부분의 강도가 검출된다. 일 실시예에서, 공기(108)의 체적으로부터 산란 조명(116)의 수집된 부분의 강도가 검출기(120)에 의해 검출된다. 예를 들어, 검출기(120)는 대물 렌즈에 의해 수집되고 검출기(120)를 향해 지향되는 산란 조명(116)의 강도를 검출할 수 있다.
- [0058] 단계(610)에서, 조명 빔(104)의 강도는 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명의 강도와 미리 결정된 강도 표준 사이의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 결정된다. 단계(610)는 검출기(120)가 하나 이상의 이미지(124)를 획득하고 하나 이상의 이미지(124)를 제어기(122)에 전송하는 단계를 포함한다. 검출기(120)에 의해 생성되고 제어기(122)로 전송된 하나 이상의 이미지(124)는 하나 이상의 프로세서(126)에 의해 미리 결정된 강도 표준과 비교된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 이미지(124)는 메모리(128)에 저장되고 나중의 분석을 위해 사용된다. 또 다른 실시예에서, 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명의 강도와 미리 결정된 강도 사이의 비교로부터의 하나 이상의 결과는 나중에 사용하기 위해 메모리(128)에 저장된다.
- [0059] 단계(612)에서, 조명 빔의 결정된 강도에 기초하여 조명원(102) 중 하나 이상, 조명 광학 장치(106) 중 하나 이상, 또는 수집 광학 장치(108) 중 하나 이상을 조정한다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 강도에 기초하여 하나 이상의 조명원(102), 조명 광학 장치(106), 또는 수집 광학 장치(108) 중 하나 이상을 조정할 수 있다. 또 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 강도에 기초하여 하나 이상의 조명원의 전력 또는 하나 이상의 조명원의 정렬 중 적어도 하나를 조정할 수 있다.
- [0060] 도 7은 본 개시의 일 실시예에 따른, 검사 시스템(100)에서 조명 빔의 편광을 결정하기 위한 방법(700)에서 수행되는 단계들을 예시하는 흐름도이다. 방법(700)의 단계들은 검사 시스템(100)에 의해 전부 또는 부분적으로 구현될 수 있다는 점에 주목한다. 하지만, 방법(700)은, 추가적인 또는 대안적인 시스템-레벨 실시예가 방법(700)의 단계들의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다는 점에서 검사 시스템(100)에 제한되지 않는다는 것이 또한 인정된다.
- [0061] 단계(702)에서, 하나 이상의 조명원(102)이 조명을 제공하여 조명 빔(104)을 생성한다. 일 실시예에서, 조명 빔(104)은 편광되지 않는다. 또 다른 실시예에서, 조명 빔(104)은 편광된다. 예를 들어, 조명 빔(104)은 선형 편광, 타원 편광, 원형 편광, 또는 무작위 편광 중 하나 이상일 수 있다. 또 다른 실시예에서, 조명(104)은 P-편광 조명 및 S-편광 조명을 포함한다.
- [0062] 단계(704)에서, 조명 빔은 검사 챔버의 챔버 내에 포함된 공기의 체적 내로 집속된다. 일 실시예에서, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)을 공기(108)의 체적에 집속한다. 예를 들어, 조명 광학 장치(106)는 조명(104)이 공기(108)의 체적을 향해 지향되고 집속되도록 정렬되고 구성될 수 있다. 또 다른 예로서, 조명 광학 장치(106)는

조명(104)이 암시야 검사 도구의 검사 챔버(110) 내에 포함된 공기(108)의 체적 내로 집속되도록 정렬 및 구성될 수 있다.

[0063] 단계(706)에서, 공기의 체적으로부터 산란된 조명의 일부가 수집된다. 일 실시예에서, 산란 조명(116)은 수집 광학 장치(118)에 의해 수집된다. 예를 들어, 산란 조명(116)은 대물 렌즈에 의해 수집된다. 또 다른 실시예에서, 수집 광학 장치(118)는 산란 조명을 검출기(120)를 향해 지향시키도록 구성된다. 예를 들어, 대물 렌즈는 수집된 산란 조명(116)을 검출기(120)를 향해 지향시키도록 구성될 수 있다.

[0064] 단계(708)에서, 하나 이상의 수집 광학 장치로부터 수집된 조명 부분의 편광이 검출된다. 일 실시예에서, 공기(108)의 체적으로부터 산란 조명(116)의 수집된 부분의 편광이 검출기(120)에 의해 검출된다. 예를 들어, 검출기(120)는 대물 렌즈에 의해 수집되고 검출기(120)를 향해 지향되는 산란 조명(116)의 편광을 검출할 수 있다.

[0065] 단계(710)에서, 조명 빔(104)의 편광은 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명의 편광과 미리 결정된 편광 표준 사이의 비교에 기초하여 하나 이상의 시간에 결정된다. 단계(710)는 검출기(120)가 하나 이상의 이미지(124)를 획득하고 하나 이상의 이미지(124)를 제어기(122)에 전송하는 것을 포함한다. 검출기(120)에 의해 생성되어 제어기(122)로 전송된 하나 이상의 이미지(124)는 하나 이상의 프로세서(126)에 의해 미리 결정된 편광 표준과 비교된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 이미지(124)는 메모리(128)에 저장되고 나중의 분석을 위해 사용된다. 또 다른 실시예에서, 공기(108)의 체적으로부터 산란된 조명의 편광과 미리 결정된 편광 사이의 비교로부터의 하나 이상의 결과는 나중에 사용하기 위해 메모리(128)에 저장된다.

[0066] 단계(712)에서, 조명 빔의 결정된 편광에 기초하여 조명원(102) 중 하나 이상, 조명 광학 장치(106) 중 하나 이상, 또는 수집 광학 장치(108) 중 하나 이상을 조정한다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 편광에 기초하여 하나 이상의 조명원(102), 조명 광학 장치(106), 또는 수집 광학 장치(108) 중 하나 이상을 조정할 수 있다. 또 다른 예로서, 하나 이상의 프로세서(126)는 조명 빔의 결정된 편광에 기초하여 하나 이상의 조명원의 전력 또는 하나 이상의 조명원의 정렬 중 적어도 하나를 조정할 수 있다.

[0067] 여기에서 설명하는 모든 방법들은 방법 실시예의 하나 이상의 단계들의 결과를 저장 매체에 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 이 결과들은 여기에서 설명하는 임의의 결과를 포함할 수 있고 당업계에 공지된 임의의 방식으로 저장될 수 있다. 저장 매체는 여기에서 설명한 임의의 저장 매체 또는 업계에 공지된 임의의 다른 적당한 저장 매체를 포함할 수 있다. 결과가 저장된 후, 결과는 저장 매체에서 액세스되고 여기에 설명된 방법 또는 시스템 실시예 중 임의의 것에 의해 사용되고, 사용자에게 디스플레이되도록 포맷되며, 또 다른 소프트웨어 모듈, 방법 또는 시스템 등에 의해 사용될 수 있다. 또한, 이 결과들은 "영구적으로", "반영구적으로", 일시적으로, 또는 일정 시구간 동안 저장될 수 있다. 예를 들면, 저장 매체는 랜덤 액세스 메모리(random access memory; RAM)일 수 있고, 상기 결과들은 반드시 저장 매체에서 무한대로 지속될 필요가 없다.

[0068] 당업자라면 기술의 상태가 시스템 양상의 하드웨어 구현과 소프트웨어 구현 간에 차이가 거의 없는 지점까지 진전되었다는 것을 이해할 것이다; 즉, 하드웨어 또는 소프트웨어의 사용은 일반적으로(그러나 어떤 상황에서는 하드웨어와 소프트웨어 간의 선택이 중요할 수 있다는 점에서 항상 그런 것은 아님) 비용 대 효율 교환조건(tradeoff)을 나타내는 설계 선택 사항이다. 당업자라면 여기에서 설명한 프로세스 및/또는 시스템 및/또는 다른 기술들을 실행시킬 수 있는 각종 매개물(예를 들면, 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어)이 있고, 선호되는 매개물은 프로세스 및/또는 시스템 및/또는 다른 기술들이 전개되는 상황에 따라 변한다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 만일 구현자가 속도 및 정확성이 중요하다고 결정하면, 구현자는 주로 하드웨어 및/또는 펌웨어 매개물을 채택할 수 있고; 대안적으로 만일 유연성이 중요하면 구현자는 주로 소프트웨어 구현을 채택할 수 있으며; 또는, 또 다른 대안으로서, 구현자는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어의 임의의 조합을 채택할 수 있다. 그러므로, 여기에서 설명되는 프로세스 및/또는 디바이스 및/또는 다른 기술들을 실행시키는 몇 가지 가능한 매개물이 있고, 활용되는 임의의 매개물은 매개물이 전개되는 상황 및 구현자의 특정 관심 사항(예를 들면, 속도, 유연성 또는 예측 가능성)에 의존하는 선택 사항이며, 이들은 변할 수 있다는 점에서 그 어느 것도 다른 것보다 본질적으로 우수하다고 할 수 없다. 당업자라면 구현의 광학적 양상이 전형적으로 광학적으로 지향되는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어를 사용한다는 것을 이해할 것이다.

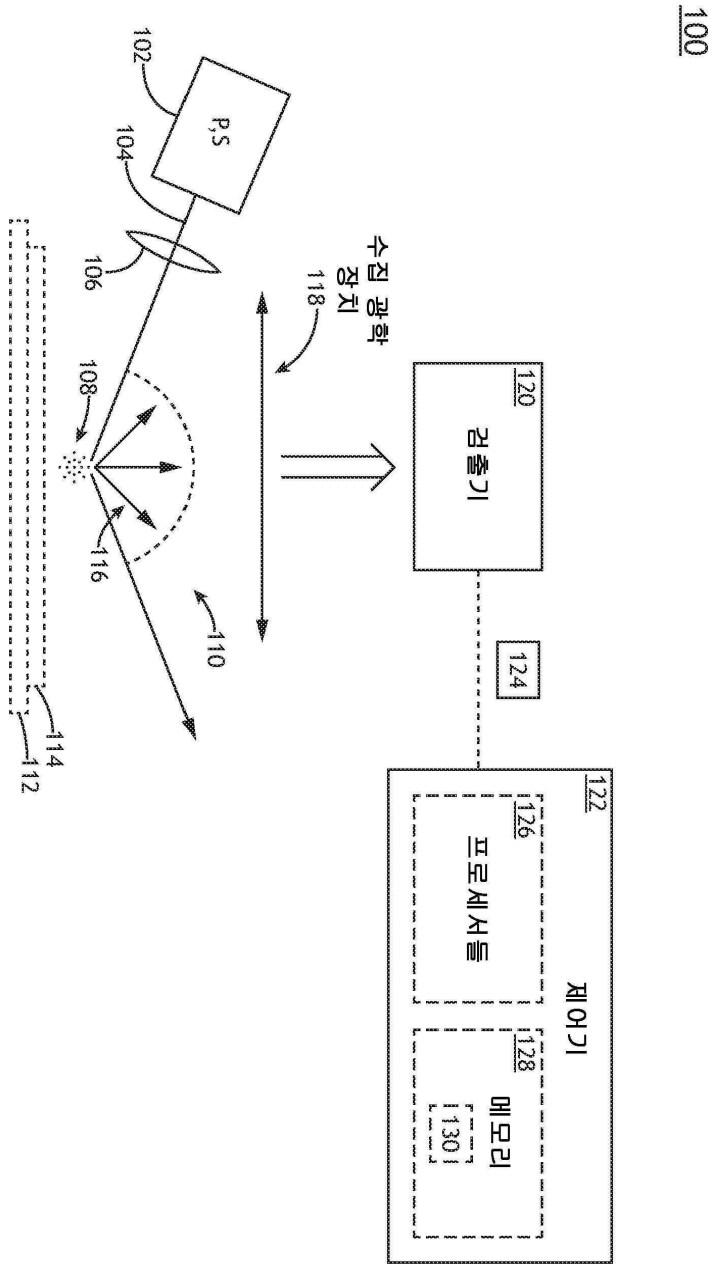
[0069] 본원에서 설명된 본 요지의 특정 양상들이 도시되고 설명되었지만, 본원에서 교시 사항들에 기초하여, 본원에서 설명된 요지 및 그 더욱 폭넓은 양상들로부터 이탈하지 않으면서 변경들 및 수정들이 행해질 수도 있고, 그러므로, 첨부된 청구항들은 본원에서 설명된 요지의 진정한 사상 및 범위 내에 있는 바와 같은 이러한 모든 변경들 및 수정들을 그 범위 내에 망라하기 위한 것이라는 점이 당해 분야의 당업자들에게 명백할 것이다.

[0070] 또한, 본 발명은 첨부된 청구항들에 의해 한정되는 것으로 이해되어야 한다. 일반적으로, 본 명세서에서 그리고 특히 첨부된 청구항들(예컨대, 첨부된 청구항들의 본체부들)에서 사용되는 용어는 일반적으로, "열린(open)" 용어들이라고 의도된다(예를 들면, 용어 "포함하는"은 "포함하지만 이러한 포함에만 제한되지는 않는" 것으로 해석되어야 하고, 용어 "갖는"은 "적어도 갖는"으로 해석되어야 하고, 용어 "포함한다"는 "포함하지만 이러한 포함에만 제한되지는 않는다"로 해석되어야 함)는 것을 당업자가 이해할 것이다. 특정 개수의 도입되는 청구항 기재가 의도되면, 이러한 의도는 청구항에서 명시적으로 기재될 것이고, 이러한 기재가 없을 시에는 이러한 의도가 존재하지 않는다는 것을 당업자가 또한, 이해할 것이다. 예를 들면, 이해를 돕기 위해, 하기의 첨부된 청구항들은 청구항 기재를 도입하기 위해 도입 문구들 "적어도 하나"와 "하나 이상"의 사용을 포함할 수 있다. 하지만, 심지어 동일 청구항이 도입 문구들 "하나 이상" 또는 "적어도 하나"와 "단수형의 부정 관사들"을 포함할 때(예컨대, 단수형 부정 관사는 통상적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하도록 해석되어야함) 초차, 이러한 문구들의 사용은, 부정관사(단수형 관사)에 의한 청구항 기재의 도입이 이러한 도입된 청구항 기재를 포함하는 임의의 특정 청구항을 단지 하나의 이러한 기재만을 포함하는 발명들에 제한하는 것을 의미하는 것으로 해석되지 말아야 하며, 이러한 것은 청구항 기재를 도입하기 위해 사용되는 정관사의 사용에 대해서도 성립한다. 또한, 비록 특정 개수의 도입된 청구항 기재가 명시적으로 기재될지라도, 당업자는 이러한 기재가 통상적으로 적어도 기재된 개수를 의미하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 인식할 것이다(예를 들면, 다른 수식어가 없이 "두 개의 기재들"의 단순한 기재는 적어도 두 개의 기재들, 또는 두 개 이상의 기재들을 의미함). 더 나아가, "A, B와, C 등 중 적어도 하나"와 유사한 규정이 이용되는 예시에서, 일반적으로 이러한 구성은, 당업자가 이 규정을 이해할 의미로 의도된다(예를 들면, "A, B, 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 A만, B만, C만, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B와 C를 함께 등을 갖는 시스템을 포함하지만, 이러한 시스템에만 제한되지는 않음). 이러한 예시에서, "A, B, 또는 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 규정이 이용되는 예시에서, 일반적으로 이러한 구성은, 당업자가 이 규정을 이해할 것이라는 의미로 의도된다(예를 들면, "A, B, 또는 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은 A만, B만, C만, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B와 C를 함께 등을 갖는 시스템을 포함하지만, 이러한 시스템에만 제한되지는 않음). 발명의 상세한 설명, 청구항들, 또는 도면들 중 어디에 있든지 간에, 2개 이상의 대안적 용어들을 제시하는 임의의 택일적 단어 및/또는 어구는 용어들 중 하나, 용어들 중 어느 하나, 또는 용어들 둘 다를 포함하는 가능성을 고려하도록 사실상 이해되어야 함을 당업자가 또한 이해할 것이다. 예를 들면, 어구 "A 또는 B"는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

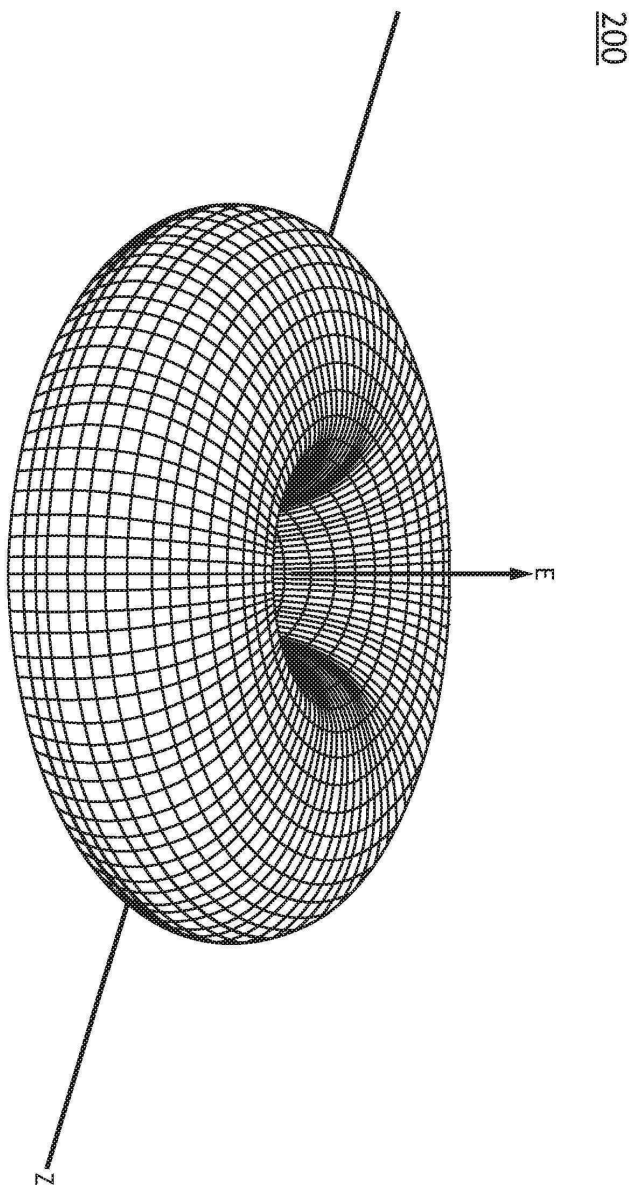
[0071] 본 개시 및 그 많은 부수적인 장점들은 전술한 설명에 의해 이해될 것으로 믿어지고, 개시되는 요지로부터 벗어나지 않고 또는 그 중요한 장점들을 모두 희생하지 않고 컴포넌트의 형태, 구성 및 배열에 있어서 각종 변화가 이루어질 수 있다는 점은 명백할 것이다. 여기에서 설명된 형태는 단지 예를 든 것이고, 첨부되는 청구항들은 그러한 변화들을 내포하고 포함하는 것으로 의도된다.

도면

도면1

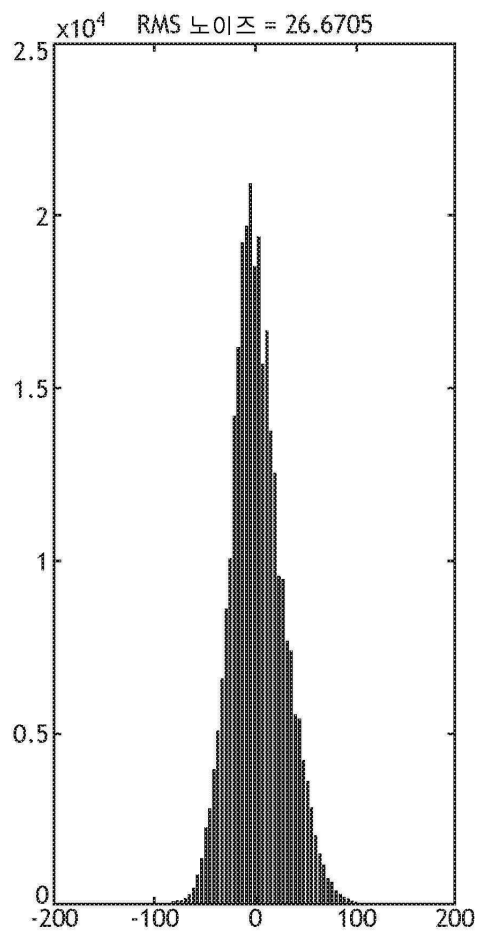


도면2

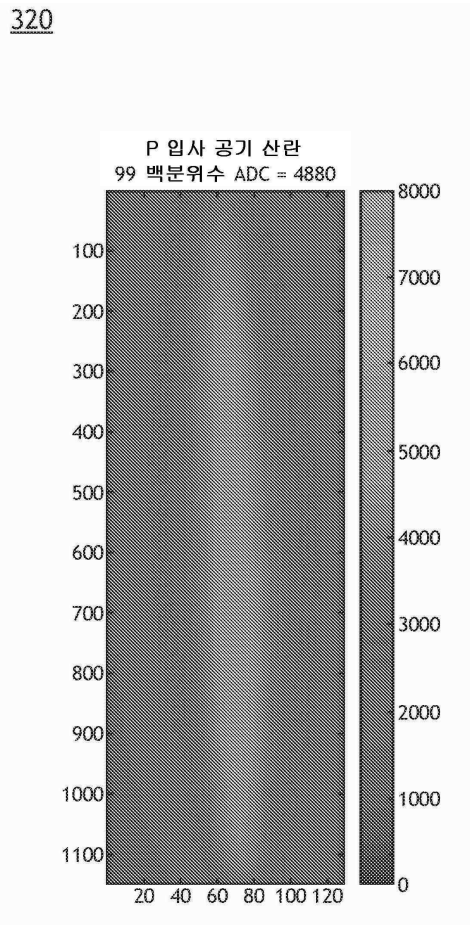


도면3a

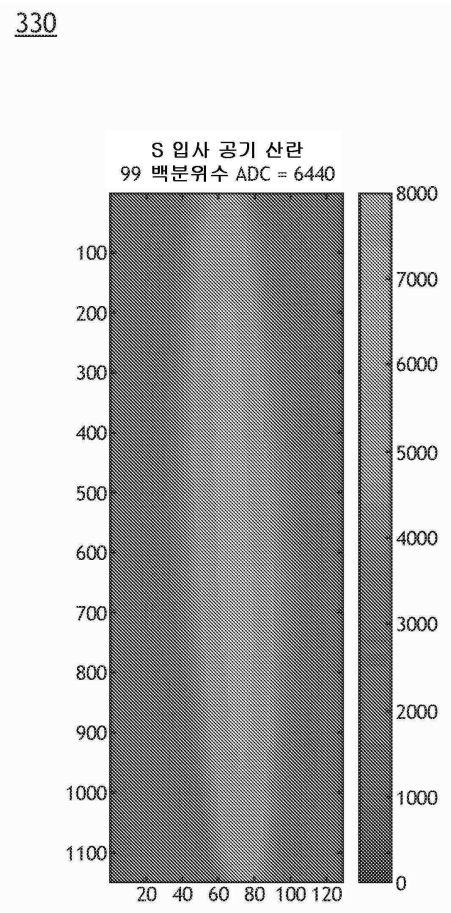
310



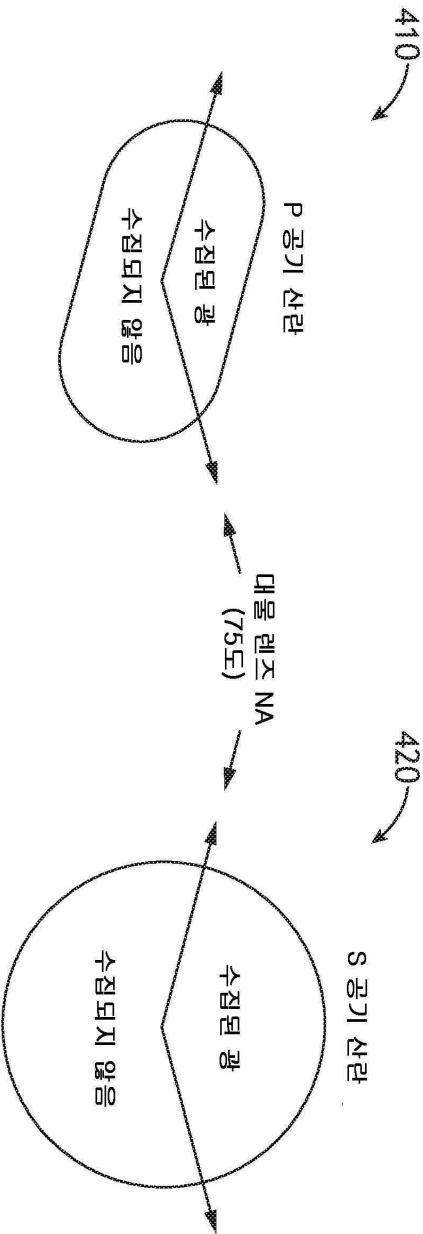
도면3b



도면3c

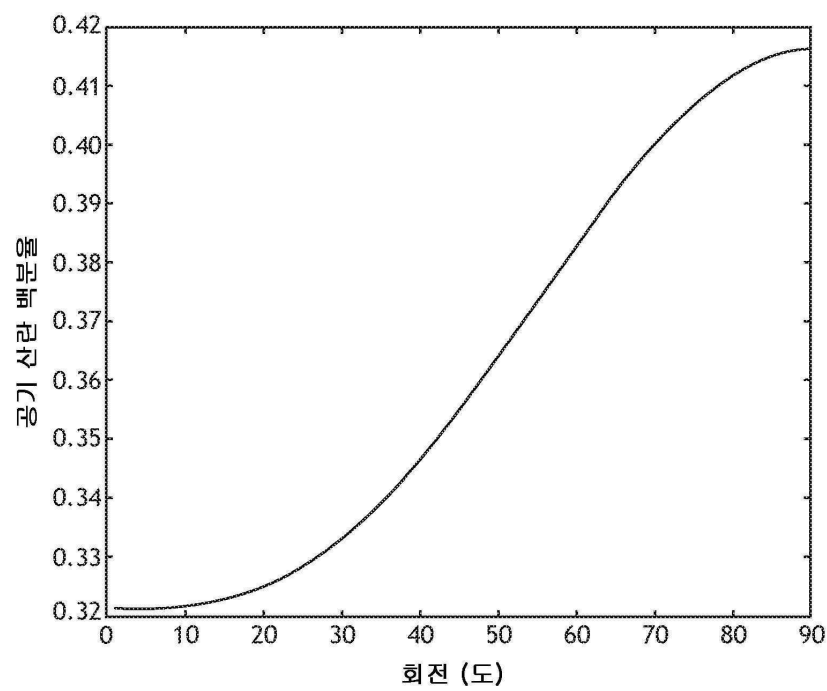


도면4a

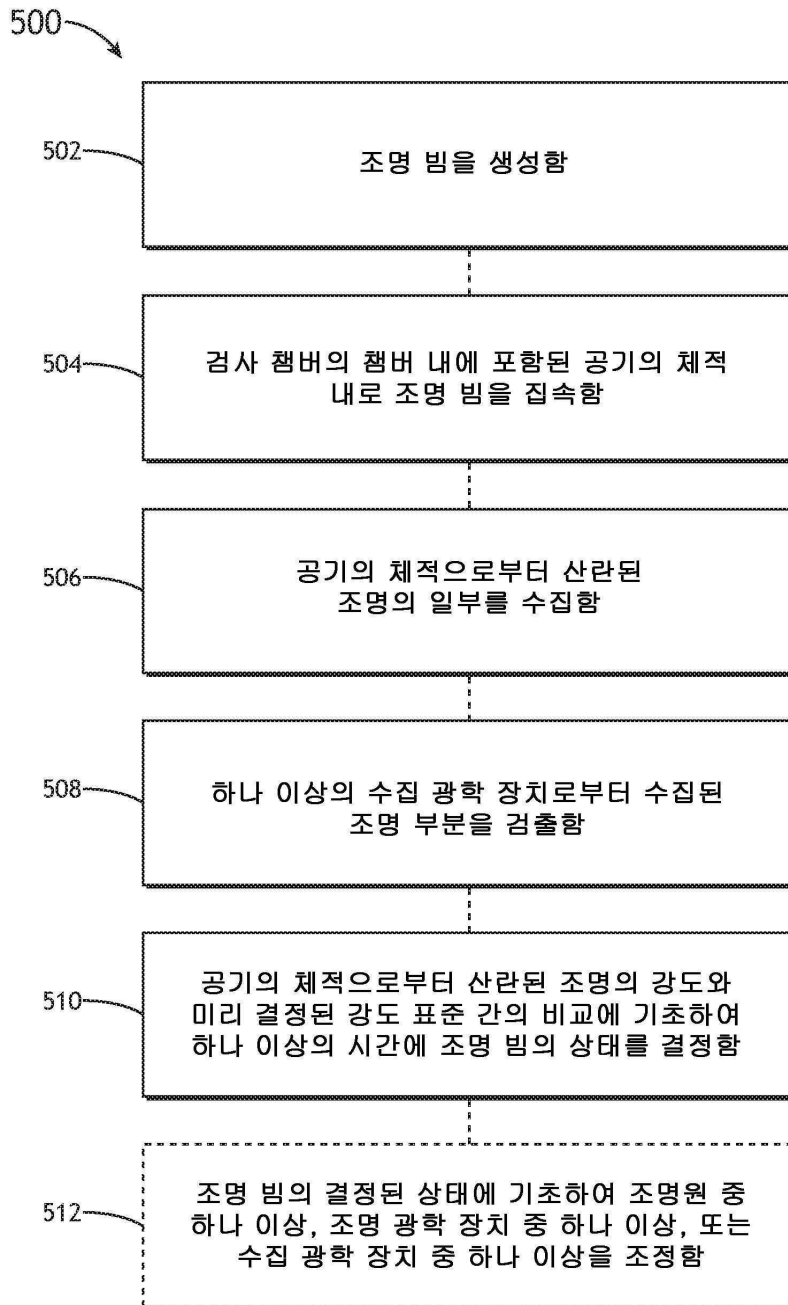


도면4b

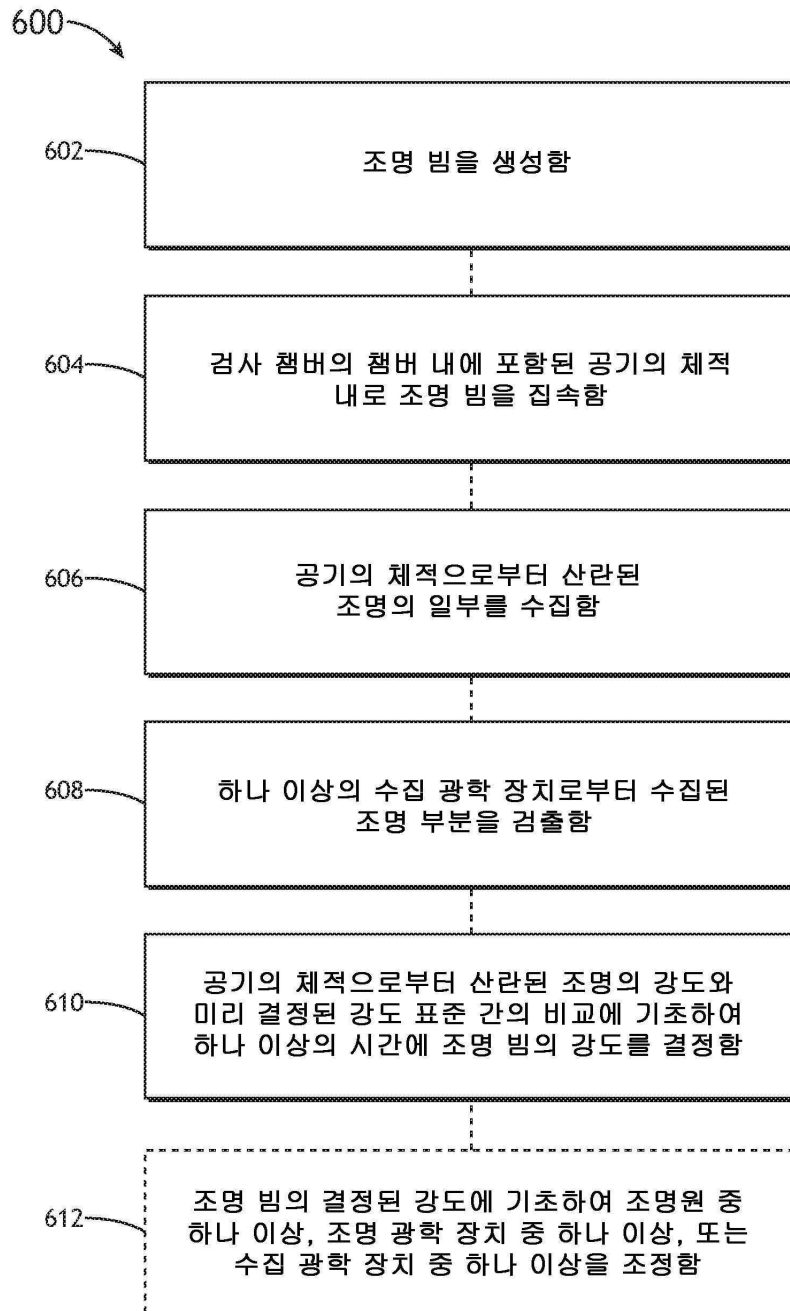
430



도면5



도면6



도면7

