



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월18일
(11) 등록번호 10-2090857
(24) 등록일자 2020년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/95 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
H01L 21/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/9501 (2013.01)
G06T 7/0004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7029454
(22) 출원일자(국제) 2014년03월13일
심사청구일자 2019년03월13일
(85) 번역문제출일자 2015년10월14일
(65) 공개번호 10-2015-0130543
(43) 공개일자 2015년11월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/026144
(87) 국제공개번호 WO 2014/151636
국제공개일자 2014년09월25일
(30) 우선권주장
61/800,547 2013년03월15일 미국(US)
13/898,736 2013년05월21일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20020088940 A1*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 44 항

(73) 특허권자
케이엘에이 코퍼레이션
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크
놀로지 드라이브
(72) 발명자
카오 카이
미국 캘리포니아주 94539 프리몬트 오카소 코르테
43503
엠지 데니스
미국 일리노이즈주 60540 네이퍼빌 존슨 드라이브
1101
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

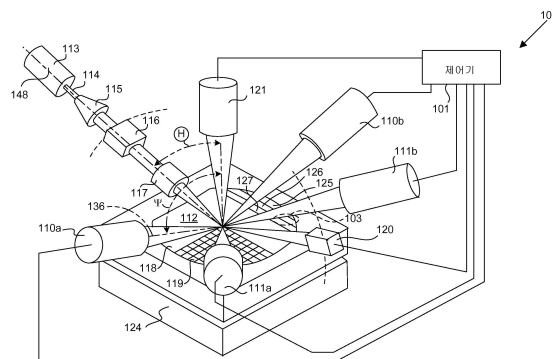
심사관 : 한별

(54) 발명의 명칭 스캐닝 웨이퍼 검사 시스템의 이미지 동기화

(57) 요약

검사 시스템은 견본의 스캔 부분들을 가로질러 스팟들을 편향하기 위한 빔 생성기 모듈을 포함한다. 시스템은 또한 그러한 견본쪽으로 향하는 입사 빔에 응답하여 견본으로부터 나오는 광을 감지하고, 각 스캔 부분에 대한 검출된 이미지를 생성하기 위한 검출 채널들을 또한 포함한다. 시스템은 규정된 주파수에서 스캔 부분들을 가로질러 스팟들을 스캐닝하기 위해 빔 생성기 모듈의 편향기들에 대한 타이밍 신호들을 생성하기 위한 클럭 생성기 모듈들과, 규정된 샘플링률에서 대응하는 검출된 이미지를 생성하기 위해 각 검출 채널들을 포함하는 동기화 시스템을 포함한다. 타이밍 신호는 공통 시스템 클럭에 기초하여 생성되고, 편향기들이 응답 이미지에서 스캔 부분들 사이의 지터를 최소화하기 위해 동기화된 이미지에서 검출된 이미지를 생성하도록 스팟 및 검출 채널을 스캐닝하도록 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 22/12 (2013.01)

G06T 2207/10004 (2013.01)

G06T 2207/30148 (2013.01)

(72) 발명자

왕 지킨

미국 뉴저지주 07310 저지 시티 아파트먼트 0208
뉴포트 파크웨이 40

설리번 제이미

미국 오레곤주 97405 유진 브룩사이드 드라이브
764

카이 웬지안

미국 캘리포니아주 94086 서니베일 핸더슨 애버뉴
넘버 3 1228

니엘센 헨릭

미국 캘리포니아주 95130 샌호세 라티머 애버뉴
4383

(56) 선행기술조사문헌

US20020097393 A1

US20080013076 A1

US20120218623 A1

US20130050687 A1

US20130050689 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

전치-스캐너 음향-광학 편향기(pre-scanner acousto-optic deflector; AOD), 처프(chirp) AOD, 및 복수의 검출 채널들을 포함하는 검사 시스템을 사용하여 견본(specimen)을 검사하거나 측정하는 방법에 있어서,

처프 클록을 생성하고, 상기 생성된 처프 클록에 기초하여 처프 주파수 램프(ramp) 신호를 상기 처프 AOD에 입력하기 위해 공동 트리거 클록(common trigger clock)을 사용하는 단계;

상기 처프 AOD에 입력된 상기 처프 주파수 램프 신호에 응답하여, 상기 처프 AOD를 통해 처프 패킷을 전파하는 단계;

전치-스캐너 클록을 생성하고, 상기 생성된 전치-스캐너 클록에 기초하여 전치-스캐너 주파수 램프 신호를 상기 전치-스캐너 AOD에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클록을 사용하는 단계 - 상기 전치-스캐너 AOD는 입사 빔을 수신하고 상기 처프 AOD에서의 상기 전파되는 처프 패킷 상에 편향시켜, 하나 이상의 스팟(spot)이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 함 -;

각 검출 채널을 위한 획득 클록을 생성하고, 이러한 검출 채널을 위한 상기 생성된 획득 클록에 기초하여 샘플링 주파수 신호를 이러한 검출 채널에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클록을 사용하는 단계; 및

각 검출 채널에서, 상기 견본을 가로질러 스캐닝된 하나 이상의 스팟에 응답하여 상기 견본으로부터 광을 검출하고, 상기 샘플링 주파수 신호에 기초하는 샘플링률을 갖는 검출된 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 처프 클록은 상기 공동 트리거 클록과 동일한 주기를 갖는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 처프 주파수 램프 신호는 상기 처프 클록의 에지(edge)로부터 트리거되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 처프 주파수 램프 신호는 상기 처프 클록 및 상기 공동 트리거 클록의 절반의 주기와 동일한 주기를 갖는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공동 트리거 클록의 주기는 각 스팟의 원하는 크기에 기초하여 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 공동 트리거 클록의 주기는, 결과적인 상기 처프 주파수 램프 신호의 주기가, 상기 하나 이상의 스팟의 스캐닝이 하나 이상의 스캔 라인의 제1 세트로부터 하나 이상의 스캔 라인의 제2 세트에 이동하게 하는 상대 스텝

이지 이동(relative stage movement)에 매칭하도록 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전치-스캐너 클록은, 상기 처프 AOD의 충전 시간(fill time)에서 상기 전치-스캐너 AOD의 충전 시간을 감소한 것과 동일한 시간 지속기간(duration)만큼 상기 처프 클록으로부터 지연되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 검사 시스템은, 상기 처프 AOD로부터 편향된 단일 스팟을 수용하고, 복수의 스팟들이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 하기 위한 회절 요소 또는 미러(mirror) 시스템을 더 포함하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

각 검출 채널의 각 이미지 획득 클록은 상기 처프 AOD의 충전 시간 이후에 트리거되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

각 획득 클록의 주파수는 대응하는 검출 채널의 미리 한정된 왜곡량에 기초하여 조정되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

각 획득 클록의 주파수는 상기 대응하는 검출 채널의 각 스팟마다 조정되고, 이러한 조정은 이러한 스팟에 대한 미리 한정된 왜곡량에 기초하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

각 검출 채널에 대한 상기 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 상기 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 상기 복수의 라인들을 따라 횡단할 때 하나 이상의 스팟의 스캐닝에 실질적으로 정확하게 따르도록 제어되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

각 검출 채널의 각 스팟에 대한 상기 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 상기 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 복수의 라인들을 따라 스캐닝될 때 이러한 스팟의 스캐닝에 따르도록 제어되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

이러한 견본 상에서 결함을 검출하기 위해 상기 검출 채널에 의해 생성된 상기 검출된 이미지를 분석하는 단계를 더 포함하는, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 15

견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템에 있어서,

상기 견본의 복수의 스캔 부분들을 가로질러 하나 이상의 스폿을 편향시키기 위한 빔 생성기 모듈 - 상기 스캔 부분들은 하나 이상의 제1 스캔 부분과, 상기 하나 이상의 제1 스캔 부분 뒤에 스캐닝되는 하나 이상의 다음의 스캔 부분을 포함함 -;

이러한 견본쪽으로 지향되는 입사 빔에 응답하여 견본으로부터 나오는 광을 감지하고, 이러한 스캔 부분들에 걸쳐 상기 입사 빔이 스캐닝될 때 각 스캔 부분에 대한 검출된 이미지를 생성하기 위한 하나 이상의 검출 채널; 및

동기화 시스템

을 포함하고,

상기 동기화 시스템은, 규정된(specified) 주파수에서 상기 스캔 부분들을 가로질러 상기 하나 이상의 스폿을 스캐닝하기 위해, 상기 빔 생성기 모듈의 하나 이상의 편향기를 위한 복수의 타이밍 신호들을 생성하기 위한 복수의 클럭 생성기 모듈들과, 규정된 샘플링률에서 대응하는 검출된 이미지를 생성하기 위한 상기 검출 채널 각각을 포함하며, 상기 타이밍 신호들은 공동 시스템 클럭에 기초하여 생성되고, 상기 하나 이상의 편향기가, 응답 이미지 내의 상기 스캔 부분들 사이에서 지터(jitter)를 최소화하도록 동기화된 타이밍에서 검출된 이미지를 생성하기 위해 상기 하나 이상의 스폿 및 상기 검출 채널을 스캐닝하게 하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 클럭 생성기 모듈들은, 상기 하나 이상의 편향기 각각에 대한 스캐닝 클럭을 생성하고, 각 검출 채널에 대한 샘플링률을 생성하기 위한 복수의 직접 디지털 합성기(direct digital synthesizer; DDS)들을 포함하고, 상기 동기화 시스템은 각 DDS 모듈에 대한 타이밍을 결정하기 위해 동기화 신호 클럭 구동기를 더 포함하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 빔 생성기 모듈은 전치-스캐너 AOD 및 처프 AOD를 포함하고, 상기 동기화 시스템은 동작들을 수행하도록 구성되며, 상기 동작들은,

처프 클럭을 생성하고, 상기 생성된 처프 클럭에 기초하여 처프 주파수 램프 신호를 상기 처프 AOD에 입력하기 위해 공동 트리거 클럭을 사용하는 동작;

상기 처프 AOD에 입력된 상기 처프 주파수 램프 신호에 응답하여, 상기 처프 AOD를 통해 처프 패킷을 전파하는 동작;

전치-스캐너 클럭을 생성하고, 상기 생성된 전치-스캐너 클럭에 기초하여 전치-스캐너 주파수 램프 신호를 상기 전치-스캐너 AOD에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클럭을 사용하는 동작 - 상기 전치-스캐너 AOD는 입사 빔을 수신하고 상기 처프 AOD에서의 상기 전파되는 처프 패킷 상에 편향시켜, 하나 이상의 스폿이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 함 -;

각 검출 채널을 위한 획득 클럭을 생성하고, 이러한 검출 채널을 위한 상기 생성된 획득 클럭에 기초하여 샘플링 주파수 신호를 이러한 검출 채널에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클럭을 사용하는 동작; 및

각 검출 채널에서, 상기 견본을 가로질러 스캐닝된 하나 이상의 스폿에 응답하여 상기 견본으로부터 광이 검출되게 하고, 상기 샘플링 주파수 신호에 기초하는 샘플링률을 갖는 검출된 이미지가 생성되게 하는 동작

을 포함하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 처프 클록은 상기 공동 트리거 클록과 동일한 주기를 갖는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 처프 주파수 램프 신호는 상기 처프 클록의 에지로부터 트리거되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 공동 트리거 클록의 주기는, 결과적인 상기 처프 주파수 램프 신호의 주기가, 상기 하나 이상의 스팟의 스캐닝이 하나 이상의 스캔 라인의 제1 세트로부터 하나 이상의 스캔 라인의 제2 세트에 이동하게 하는 상대 스테이지 이동에 매칭하도록 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 21

제17항에 있어서,

상기 전치-스캐너 클록은, 상기 처프 AOD의 충전 시간에서 상기 전치-스캐너 AOD의 충전 시간을 감소한 것과 동일한 시간 지속기간만큼 상기 처프 클록으로부터 지연되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 22

빔 생성기 모듈과 복수의 검출 채널들을 포함하는 검사 시스템을 사용하여 견본을 검사하거나 측정하는 방법에 있어서,

입사 빔을 수신하고 편향시키는 상기 빔 생성기 모듈에 입력되는 하나 이상의 편향기 클록을 생성하여, 하나 이상의 스팟이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 하도록 공동 트리거 클록을 사용하는 단계;

각 검출 채널을 위한 획득 클록을 생성하고, 이러한 검출 채널을 위한 상기 생성된 획득 클록에 기초하여 샘플링 주파수 신호를 이러한 검출 채널에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클록을 사용하는 단계; 및

각 검출 채널에서, 상기 견본을 가로질러 스캐닝된 하나 이상의 스팟에 응답하여 상기 견본으로부터 광을 검출하고, 상기 샘플링 주파수 신호에 기초하는 샘플링물을 갖는 검출된 이미지를 생성하는 단계

를 포함하는, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 하나 이상의 편향기 클록 중 적어도 하나는 상기 공동 트리거 클록과 동일한 주기를 갖는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 공동 트리거 클록의 주기는 각 스팟의 원하는 크기에 기초하여 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 25

제22항에 있어서,

상기 빔 생성기 모듈은 전치-스캐너 음향-광학 편향기(pre-scanner acousto-optic deflector; AOD), 및 처프 AOD를 포함하고, 상기 하나 이상의 편향기 클록은, 처프 주파수 램프 신호를 상기 처프 AOD에 입력하기 위한 처

프 클록을 포함하고, 상기 하나 이상의 편향기 클록은 전치-스캐너 주파수 램프 신호를 상기 전치-스캐너 AOD에 입력하기 위한 전치-스캐너 클록을 더 포함하며, 상기 공동 트리거 클록의 주기는, 결과적인 상기 처프 주파수 램프 신호의 주기가, 상기 하나 이상의 스팟의 스캐닝이 하나 이상의 스캔 라인의 제1 세트로부터 하나 이상의 스캔 라인의 제2 세트로 이동하게 하는 상대 스테이지 이동에 매칭하도록 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 전치-스캐너 클록은, 상기 처프 AOD를 통해 전파되는 처프 AOD의 충전 시간에서 상기 전치-스캐너 AOD의 충전 시간을 감소한 것과 동일한 시간 지속기간만큼 상기 처프 클록으로부터 지연되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 27

제25항에 있어서,

상기 검사 시스템은, 상기 처프 AOD로부터 편향된 단일 스팟을 수용하고, 복수의 스팟들이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 하기 위한 회절 요소 또는 미러 시스템을 더 포함하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 28

제22항에 있어서,

각 검출 채널에 대한 상기 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 상기 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 상기 복수의 라인들을 따라 횡단할 때 상기 하나 이상의 스팟의 스캐닝에 실질적으로 정확하게 따르도록 제어되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 29

제22항에 있어서,

각 검출 채널의 각 스팟에 대한 상기 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 상기 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 복수의 라인들을 따라 스캐닝될 때 이러한 스팟의 스캐닝에 따르도록 제어되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하는 방법.

청구항 30

견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템에 있어서,

상기 견본의 복수의 스캔 부분들을 가로질러 하나 이상의 입사 스팟을 스캐닝하기 위한 빔 생성기 모듈 - 상기 스캔 부분들은 하나 이상의 제1 스캔 부분과, 상기 하나 이상의 제1 스캔 부분 뒤에 스캐닝되는 하나 이상의 다음의 스캔 부분을 포함함 -;

상기 스캔 부분들을 가로질러 스캐닝되는 상기 하나 이상의 입사 스팟에 응답하여 상기 견본으로부터 나오는 광을 감지하고, 이러한 스캔 부분들에 걸쳐 입사 빔이 스캐닝될 때 각 스캔 부분에 대한 검출된 이미지를 생성하기 위한 하나 이상의 검출 채널; 및

동기화 시스템

을 포함하고,

상기 동기화 시스템은, 공동 시스템 클록을 수신하고, 상기 스캔 부분들을 가로질러 상기 하나 이상의 입사 스팟이 스캐닝되게 하도록 상기 빔 생성기 모듈에 입력되는 하나 이상의 편향기 클록을 생성하며, 상기 검출된 이미지 내의 상기 스캔 부분들 사이에서 지터를 최소화하도록, 동기화된 타이밍에서 검출된 이미지를 생성하기 위해 상기 생성된 하나 이상의 편향기 클록에 기초해, 샘플링 주파수 신호를 각 검출 채널에 입력하기 위한 획득 클록을 생성하기 위한 복수의 클록 생성기 모듈들을 포함하고, 상기 하나 이상의 편향기 클록 및 상기 획득 클록은 상기 공동 시스템 클록에 기초하여 생성되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 클록 생성기 모듈들은 상기 빔 생성기 모듈에 대한 스캐닝 클록을 생성하고, 각 검출 채널에 대한 샘플링률을 생성하기 위한 복수의 직접 디지털 합성기(direct digital synthesizer; DDS)들을 포함하고, 상기 동기화 시스템은 각 DDS 모듈에 대한 타이밍을 결정하기 위해 동기화 신호 클록 구동기를 더 포함하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 32

제30항에 있어서,

상기 빔 생성기 모듈은 전치-스캐너 AOD 및 처프 AOD를 포함하고, 상기 동기화 시스템은 동작들을 수행하도록 구성되며, 상기 동작들은,

처프 클록을 생성하고, 상기 생성된 처프 클록에 기초하여 처프 주파수 램프 신호를 상기 처프 AOD에 입력하기 위해 공동 트리거 클록을 사용하는 동작;

상기 처프 AOD에 입력된 상기 처프 주파수 램프 신호에 응답하여, 상기 처프 AOD를 통해 처프 패킷을 전파하는 동작;

전치-스캐너 클록을 생성하고, 상기 생성된 전치-스캐너 클록에 기초하여 전치-스캐너 주파수 램프 신호를 상기 전치-스캐너 AOD에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클록을 사용하는 동작 - 상기 전치-스캐너 AOD는 입사 빔을 수신하고 상기 처프 AOD에서의 상기 전파되는 처프 패킷 상에 편향시켜, 상기 하나 이상의 입사 스팟이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 함 -;

각 검출 채널을 위한 상기 획득 클록을 생성하고, 이러한 검출 채널을 위한 상기 생성된 획득 클록에 기초하여 샘플링 주파수 신호를 이러한 검출 채널에 입력하기 위해 상기 공동 트리거 클록을 사용하는 동작; 및

각 검출 채널에서, 상기 견본을 가로질러 스캐닝된 상기 하나 이상의 입사 스팟에 응답하여 상기 견본으로부터 광이 검출되게 하고, 상기 샘플링 주파수 신호에 기초하는 샘플링률을 갖는 검출된 이미지가 생성되게 하는 동작

을 포함하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 처프 클록은 상기 공동 트리거 클록과 동일한 주기를 갖는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 처프 주파수 램프 신호는 상기 처프 클록의 에지로부터 트리거되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 처프 주파수 램프 신호는 상기 처프 클록 및 상기 공동 트리거 클록의 절반의 주기와 동일한 주기를 갖는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 36

제32항에 있어서,

상기 공동 트리거 클록의 주기는 각 스팟의 원하는 크기에 기초하여 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하

기 위한 시스템.

청구항 37

제32항에 있어서,

상기 공동 트리거 클록의 주기는, 결과적인 상기 처프 주파수 램프 신호의 주기가, 상기 하나 이상의 입사 스팟의 스캐닝이 하나 이상의 스캔 라인들의 제1 세트로부터 하나 이상의 스캔 라인의 제2 세트로 이동하게 하는 상대 스테이지 이동에 매칭하도록 선택되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 38

제32항에 있어서,

상기 전치-스캐너 클록은, 상기 처프 AOD의 충전 시간에서 상기 전치-스캐너 AOD의 충전 시간을 감소한 것과 동일한 시간 지속기간만큼 상기 처프 클록으로부터 지연되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 39

제32항에 있어서,

상기 처프 AOD로부터 편향된 단일 스팟을 수용하고, 복수의 스팟들이 상기 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되게 하기 위한 회절 요소 또는 미러 시스템을 더 포함하는, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 40

제32항에 있어서,

각 검출 채널의 각 이미지 획득 클록은 상기 처프 AOD의 충전 시간 이후에 트리거되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 41

제30항에 있어서,

각 획득 클록의 주파수는 대응하는 검출 채널의 미리 한정된 왜곡량에 기초하여 조정되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 42

제30항에 있어서,

각 획득 클록의 주파수는 대응하는 검출 채널의 각 스팟마다 조정되고, 이러한 조정은 이러한 스팟에 대한 미리 한정된 왜곡량에 기초하는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 43

제30항에 있어서,

각 검출 채널에 대한 상기 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 상기 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 복수의 라인들을 따라 횡단할 때 하나 이상의 스팟들의 스캐닝에 실질적으로 정확하게 따르도록 제어되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

청구항 44

제30항에 있어서,

각 검출 채널의 각 스팟에 대한 상기 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 상기 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 복수의 라인들을 따라 스캐닝될 때 이러한 스팟의 스캐닝에 따르도록 제어되는 것인, 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 출원은 Kai Cao에 의해 "IMAGE SYNCHRONIZATION OF SCANNING WAFER INSPECTION SYSTEM"이라는 명칭으로 2013년 3월 15일에 출원된 종래의 미국 가출원 번호 61/800,547의 35 U.S.C. § 119 하의 우선권을 주장하고, 이 출원은 모든 목적을 위해 그 전체가 본 명세서에 참고용으로 병합된다.
- [0002] 본 발명은 일반적으로 검사 및 도량형 시스템들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 반도체 웨이퍼들 및 다른 유형들의 패터닝된(patterned) 샘플링들을 검사 및 측정하기 위한 스캐닝 유형의 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 일반적으로, 반도체 제조 산업은 실리콘과 같은 기관 상에 계층화되고 패터닝되는 반도체 물질들을 이용하여 집적 회로들을 제조하기 위한 높은 복잡도 기술들을 수반한다. 회로 집적의 대규모 및 반도체 디바이스들의 감소하는 크기로 인해, 제조된 디바이스들은 결함들(defects)에 크게 민감하게 되었다. 즉, 디바이스에서 장애를 야기하는 결함들은 점점 더 작아지게 된다. 각 디바이스는 최종 사용자들 또는 고객들에게 선적하기 전에 장애가 없을 필요가 있다.
- [0004] 다양한 검사 시스템들은 반도체 레티클(reticle) 또는 웨이퍼 상에서 결함들을 검출하기 위해 반도체 산업 내에 사용된다. 몇몇 종래의 광학 검사 툴들(tools)은 타이트하게(tightly) 집속된 레이저 스팟(spot)으로 웨이퍼의 표면을 스캐닝함으로써 그리고 웨이퍼 상의 조명된 스팟에 의해 산란된 광량을 측정함으로써 패터닝된 웨이퍼 상에 결함들을 위치시킨다. 인접한 다이들(dies)에서의 유사한 위치들 사이에서 산란 세기에서의 불일치는 잠재적인 결함 사이트들로서 리코딩된다.
- [0005] 몇몇 종래의 스캐닝 시스템들은 웨이퍼를 가로질러 하나 이상의 빔들을 편향시키기 위해 하나 이상의 입사 빔 소스들의 조명 시스템을 포함한다. 스캐닝 시스템은 특히 음향-광학 편향기들(acousto-optic deflector; AOD)들 및 AOD의 편향 특징들을 제어하기 위한 메커니즘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 클록은 각 AOD로의 "처프(chirp)" 신호를 생성하는데 사용될 수 있다.
- [0006] AOD들과 같은 편향기들을 갖는 개선된 검사 시스템들을 제공하는 것이 유리하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 다음은 본 발명의 특정한 실시예들의 기본적인 이해를 제공하기 위해 본 개시의 간략한 요약물을 제공한다. 이 요약은 본 개시의 확장된 개요가 아니고, 본 발명의 핵심/중요한 요소들을 식별하거나 본 발명의 범주를 제한하지 않는다. 유일한 목적은 이후에 제공되는 더 상세한 설명에 서론으로서 간략한 형태로 본 명세서에 개시된 일부 개념들을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 일 실시예에서, 전치-스캐너 음향-광학 편향기(AOD), 처프 AOD, 및 복수의 저지(detention) 채널들을 포함하는 검사 시스템을 이용하여 견본을 검사하거나 측정하는 방법이 개시된다. 공동 트리거 클록은 처프 클록을 생성하고, 생성된 처프 클록에 기초하여 처프 주파수 램프 신호를 처프 AOD에 입력하는데 사용된다. 처프 AOD에 입력된 처프 주파수 램프 신호에 응답하여, 처프 패킷은 처프 AOD를 통해 전파된다. 공동 트리거 클록은 또한 전치-스캐너 클록을 생성하고, 생성된 전치-스캐너 클록에 기초하여 전치-스캐너 주파수 램프 신호를 전치-스캐너 AOD에 입력하는데 사용되고, 전치-스캐너 AOD는 처프 AOD에서의 전파하는 처프 패킷 상에 입사 빔을 수신하고 편향시켜, 하나 이상의 스팟들이 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되도록 한다. 공동 트리거 클록은 또한 각 검출 채널을 위한 획득 클록을 생성하고, 그러한 검출 채널을 위한 생성된 획득 클록에 기초하여 샘플링 주파수 신호를 그러한 검출 채널에 입력하는데 사용된다. 각 검출 채널에서, 광은 견본을 가로질러 스캐닝된 하나 이상의 스팟들에 응답하여 견본으로부터 검출되고, 샘플링 주파수 신호에 기초하는 샘플링률을 갖는 검출된 이미지가 검출된다.
- [0009] 특정 구현에서, 처프 클록은 공동 트리거 클록과 동일한 주기를 갖는다. 다른 양상에서, 처프 주파수 램프 신호는 처프 클록의 에지로부터 트리거링(triggered)된다. 또 다른 양상에서, 처프 주파수 램프 신호는 처프 클록

및 공동 트리거 클록의 절반의 주기와 동일한 주기를 갖는다. 다른 실시예에서, 공동 트리거 클록의 주기는 각 스팟의 원하는 크기에 기초하여 선택된다. 다른 양상에서, 공동 트리거 클록의 주기는, 결과적인 처프 주파수 램프 신호의 주기가, 하나 이상의 스팟들의 스캐닝이 하나 이상의 스캔 라인들의 제 1 세트로부터 하나 이상의 스캔 라인들의 제 2 세트로 이동하도록 하는 상대 스테이지 이동에 매칭하도록 선택된다. 또 다른 예에서, 전치-스캐너 클록은 처프 AOD의 충전(fill) 시간으로부터 전치-스캐너 AOD의 충전 시간을 감소한 것과 같은 시간 지속기간(duration)만큼 처프 클록으로부터 지연된다.

[0010] 다른 실시예에서, 검사 시스템은, 처프 AOD로부터 편향된 단일 스팟을 수용하고 복수의 스팟들이 견본을 가로질러 복수의 라인들에서 스캐닝되도록 하기 위한 회절 요소 또는 미러 시스템을 더 포함한다. 다른 실시예에서, 각 검출 채널의 각 이미지 획득 클록은 처프 AOD의 충전 시간 이후에 트리거링된다. 다른 양상에서, 각 획득 클록의 주파수는 대응하는 검출 채널의 미리 한정된 왜곡량에 기초하여 조정된다. 또 다른 양상에서, 각 획득 클록의 주파수는 대응하는 검출 채널의 각 스팟마다 조정되고, 그러한 조정은 그러한 스팟에 대한 미리 한정된 왜곡량에 기초한다. 다른 특징에서, 각 검출 채널에 대한 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 복수의 라인들을 따라 횡단할 때 하나 이상의 스팟들의 스캐닝에 실질적으로 정확하게 후속하도록 제어된다. 또 다른 특징에서, 각 검출 채널의 각 스팟에 대한 획득 클록 및 연관된 샘플링 주파수 신호는, 견본 상의 복수의 위치들의 샘플링이 복수의 라인들을 따라 스캐닝할 때 그러한 스팟의 스캐닝에 후속하도록 제어된다. 다른 실시예에서, 방법은 그러한 견본 상에서 결함들을 검출하기 위해 검출 채널들에 의해 생성된 검출된 이미지들을 분석하는 단계를 포함한다.

[0011] 대안적인 실시예에서, 본 발명은 견본을 검사하거나 측정하기 위한 시스템에 관한 것이다. 이 시스템은 견본의 복수의 스캔 부분들을 가로질러 하나 이상의 스팟들을 편향하기 위한 빔 생성기 모듈을 포함하고, 스캔 부분들은 하나 이상의 제 1 스캔 부분들과, 하나 이상의 제 1 스캔 부분들 뒤에 스캐닝되는 하나 이상의 다음의 스캔 부분들을 포함한다. 시스템은 또한 하나 이상의 검출 채널들을 포함하고, 이러한 하나 이상의 검출 채널들은 그러한 견본쪽으로 향하는 입사 빔에 응답하여 견본으로부터 나오는 광을 감지하고, 그러한 스캔 부분들에 걸쳐 입사 빔이 스캐닝될 때 각 스캔 부분에 대한 검출된 이미지를 생성한다. 시스템은, 규정된 주파수에서 스캔 부분들을 가로질러 하나 이상의 스팟들을 스캐닝하기 위해 빔 생성기 모듈의 하나 이상의 편향기들을 위한 그리고 규정된 샘플링률에서 대응하는 검출된 이미지를 생성하기 위해 각 검출 채널들을 위한 복수의 타이밍 신호들을 생성하기 위한 복수의 클록 생성기 모듈을 포함한다. 타이밍 신호들은 공동 시스템 클록에 기초하여 생성되고, 하나 이상의 편향기들이 응답 이미지에서의 스캔 부분들 사이에서 지터(jitter)를 최소화하도록 동기화된 타이밍에서 검출된 이미지를 생성하기 위해 하나 이상의 스팟들 및 검출 채널들을 스캐닝하도록 한다.

[0012] 특정 실시예에서, 클록 생성기 모듈은 하나 이상의 편향기들 각각에 대한 스캐닝 클록을 생성하고 각 검출 채널에 대한 샘플링률을 생성하기 위한 복수의 직접 디지털 합성기(direct digital synthesizer; DDS)들을 포함하고, 동기화 시스템은 각 DDS 모듈에 대한 타이밍을 결정하기 위한 동기화 신호 클록 구동기를 더 포함한다. 특정 구현들에서, 빔 생성기 모듈은 전치-스캐너 AOD 및 처프 AOD를 포함하고, 동기화 시스템은 전술한 동작들 중 하나 이상을 수행하도록 구성된다.

[0013] 본 발명의 이들 및 다른 양상들은 도면들을 참조하여 아래에 추가로 기재된다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 광학 시스템의 예를 도시한 도면.
- 도 2는 샘플을 가로질러 조명 스팟을 스캐닝하고, 그러한 조명 스팟에 응답하여 그러한 샘플로부터 방출되는 광을 검출하는 것을 도시한 도면.
- 도 3은 전치-스캐너 음향-광학 편향기(AOD) 및 처프 AOD를 포함하는 검사 시스템의 조명 광학기기들을 도시한 도면.
- 도 4는 전치-스캐너 AOD 및 처프 AOD와 연관된 스캔 타이밍을 도시한 도면.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 동기화 시스템을 도시한 도면.
- 도 6은 본 발명의 특정 구현에 따라 스캐닝 및 이미지 획득 타이밍을 동기화하기 위한 절차를 도시한 흐름도.
- 도 7은 본 발명의 특정 구현에 따라 스캐닝 및 이미지 획득 타이밍의 동기화를 도시한 타이밍도.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 스팟 위치의 함수로서 위치 왜곡 및 스팟 위치의 함수로서 이미지 샘플링

주파수 선택을 위한 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 다음의 설명에서, 다수의 특정한 세부사항들은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 설명된다. 본 발명은 이들 특정한 세부사항들의 일부 또는 전부 없이 실시될 수 있다. 다른 경우들에서, 잘 알려진 프로세스 동작들은 본 발명을 반드시 모호하게 하지 않기 위해 구체적으로 설명되지 않는다. 본 발명이 특정 실시예들과 연계하여 기재되지만, 본 발명을 실시예들에 제한하도록 의도되지 않는다.
- [0016] 일반적으로, 본 발명의 특정 실시예들은 검사 시스템의 조명 스캔을 및 이미지(또는 신호) 획득 샘플링률의 타이밍을 제어하기 위한 메커니즘들을 이용한다. 이들 타이밍 메커니즘들은 샘플을 가로질러 하나 이상의 스팟들을 스캐닝하기 위한 조명 시스템과, 그러한 샘플을 가로질러 스캐닝되는 하나 이상의 조명 스팟들에 응답하여 샘플로부터 방출된 검출된 광에 기초하여 하나 이상의 검출된 신호들 또는 이미지들을 생성하기 위한 하나 이상의 이미지 획득 채널들을 갖는 임의의 적합한 유형의 검사 시스템에 일체화될 수 있다. 검사 시스템은 임의의 적합한 수 및 유형의 편향기 및 검출 모듈들 또는 채널들을 포함할 수 있다. 특정한 광학 스캐닝 검사 틀에서, 음향-광학 편향기(AOD) 기반의 스캐닝 시스템은 이미지 획득 시스템과 동기화되어, 최소의 라인 지터를 갖는 정확한 이미지를 초래한다. 광학기기 왜곡은 또한 직접 디지털 합성기(DDS) 기술을 통해 이미지 획득의 ADC 클럭들의 주파수를 변경함으로써 정정될 수 있다. 본 발명의 타이밍 메커니즘 실시예들은 갈바노미터 구동 미러들 등과 같은 다른 유형들의 편향기 유형들에 적용될 수 있다.
- [0017] 특정한 타이밍 메커니즘들을 기재하기 전에, 일반적인 검사 시스템이 먼저 기재될 것이다. 이 시스템이 단일 조명 스팟 및 3개의 검출 채널들을 생성하기 위한 조명 시스템을 갖는 것으로 기재되지만, 본 발명의 타이밍 메커니즘들은 다중 스캐닝 스팟들을 생성하고 및/또는 임의의 적합한 각도 및 임의의 수의 스캐닝 스팟들로부터 광을 검출하기 위한 다중 검출 채널들을 갖는 시스템에 일체화될 수 있다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예들이 구현될 수 있는 광학 시스템(100)의 예를 도시한 도면이다. 광학 시스템(100)은 반도체 웨이퍼 표면과 같은 샘플로부터 방출된 광을 검출하기 위한 임의의 적합한 수의 검출기들 또는 수집 채널들을 포함한다. 검출기들 또는 수집 채널들은 임의의 적합한 위치에 배치될 수 있고, 그러한 배치는 검사 응용의 특정 요건들에 의존한다. 예시된 실시예는 웨이퍼 표면(112) 주위에 대칭적으로 배치된 2개의 수집기 채널들의 2개의 그룹들을 이용(110a 내지 110b 및 111a 내지 111b)하여, 한 쌍 내의 각 수집기 채널이 스캔 라인의 대향 측부들 상에서 동일한 방위각으로 위치된다. 이들 방위각 수집기 채널들은 산란된 광을 검출한다. 수집기 채널들로부터의 출력은 데이터 분석 및/또는 이미지 생성을 위해 제어기(101)로 전송될 수 있다. 채널들로부터의 데이터는 다양한 알고리즘들 및 예를 들어 OR, AND 및 XOR과 같은 논리 연산들을 수행함으로써 비교될 수 있다.
- [0019] 광학 시스템은 또한 입사 빔을 생성하고 이를 샘플쪽으로 향하게 하기 위한 빔 생성기(예를 들어, 구성요소들(113, 115, 116, 및 117))을 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 광원(113), 일반적으로 레이저는 빔(114)을 방출한다. 빔(114)은 전치-편향기 광학기기(115)쪽으로 향하게 되고, 전치-편향기 광학기기(115)는 편향기 모듈(116)과 호환되는 원하는 편광을 갖는 다원형 빔을 생성하기 위해 반파 플레이트, 공간 필터 및 여러 개의 원통형 렌즈들을 포함할 수 있다. 전치-편향기 광학기기(115)는 적절한 개구수를 얻기 위해 빔(114)을 확장시키도록 구성될 수 있다. 후치-편향기 광학기기(117)는 여러 개의 원통형 렌즈들 및 공기 슬릿을 포함할 수 있다. 마지막으로, 빔(114)은 웨이퍼 표면(112) 상에 초점을 맞출 수 있고, 빔(114)의 광 축에 수직으로 웨이퍼 표면(112)의 평면에서의 특정 방향을 따라 스캐닝될 수 있다. 장치에 이용된 편향기의 유형은 응용에 종속적이다. 일 실시예에서, 편향기(116)는 하나 이상의 음향-광학 편향기들(AOD들)을 포함한다.
- [0020] 웨이퍼 표면(112)은 매끄럽거나(118) 또는 패터닝(119)될 수 있다. 전술한 수집기 채널들(110a 내지 110b 및 111a 내지 111b)에 더하여, 반사/자동-위치 채널(120) 및 정상 수집기 채널(121)을 포함하는 검출기 채널들이 제공되고, 이들 각각은 아래에 더 구체적으로 논의된다.
- [0021] 빔(114)의 파장은 응용의 특정 요건들에 종속한다. 예시된 실시예에서, 빔(114)은 약 488nm의 파장을 갖는다. 빔(114)은 아르곤 이온 레이저와 같은 임의의 적합한 광원에 의해 생성될 수 있다. 빔(114)의 광축(148)은 각도(θ)에서 웨이퍼 표면(112) 상으로 향한다. 이 각도(θ)는 바람직하게 특정 응용에 따라 웨이퍼 표면(112)에 법선에 대해 55 내지 85도의 범위에 있다. 스캐닝 메커니즘은 편향기(116) 및 병진 이동(translation) 또는 샘플 스테이지(124)를 포함하고, 그 위에 웨이퍼 또는 샘플이 놓인다. 스테이지(124) 상의 웨이퍼의 위치는 예를 들어, 진공 흡입을 통해 임의의 편리한 방식으로 유지된다. 스테이지(124)는 표면(112)을 125, 126 및 127로 도시

된 스트립형 영역들 또는 스캔 라인들로 분할하도록 이동할 수 있고, 편향기(116)는 스트립형 영역들의 폭을 가로질러 빔을 이동시킨다.

[0022] 각 조명 광학기 열(column)은 샘플을 스캐닝하도록 임의의 적합한 메커니즘에 의해 하나 이상의 검출기들 또는 카메라들을 포함하는, 스테이지 및/또는 각 수집 채널에 대해 이동된 스테이지에 대해 이동될 수 있다. 예를 들어, 모터 메커니즘은 시스템의 스테이지 또는 임의의 다른 구성요소를 이동하도록 이용될 수 있다. 각 모터 메커니즘은 예를로서 나사 구동부 및 스테퍼 모터, 피드백 위치를 갖는 라이너 구동부, 또는 밴드 액추에이터 및 스테퍼 모터로부터 형성될 수 있다.

[0023] 웨이퍼 표면(112)으로부터 산란된 광은 수집기 채널들(110a 내지 110b 및 111a 내지 111b)을 포함하는 복수의 검출기들에 의해 검출될 수 있다. 수집기 채널들은 특히, 채널의 상승각 및 방위각에 따라 고정된 입체각에 걸쳐 광을 수집하도록 배치될 수 있다. 각 수집 채널의 광축은 표면(112)에 법선에 대해 0 내지 90도의 범위에서 상승각(ψ)에 위치된다. 수집기 채널들(110a 및 110b)은 스캔 라인의 대향 측부들 상에서 빔(114)에 대해 동일한 방위각으로 대칭적으로 위치될 수 있다. 수집기 채널들(110a 및 110b)은 측면으로 산란된 광을 수집하기 위해 약 75도 내지 105도의 범위에서 방위각(ψ_1)에서 빔(114)에 대해 위치된다. 측면으로 산란된 광은 빔(114)에 대해 약 75도 내지 약 105도의 범위에서 방위각으로 산란된 광으로서 정의된다. 수집기 채널들(110a 및 110b)과 유사하게, 채널들(111a 및 111b)은 동일한 방위각으로 스캔 라인의 대향 측부들 상에 위치될 수 있다. 하지만, 채널들(111a 및 111b)의 방위각(ψ_2)은 순방향으로 산란된 광을 수집하기 위해 30 내지 60도의 범위에 있다. 순방향으로 산란된 광은 30 내지 60도의 범위에서 방위각으로 산란된 광으로서 정의된다. 수집기 채널들의 개수 및 위치 및/또는 수집 입체각이 본 발명의 범주에서 벗어나지 않고도 다양한 대안적인 실시예들에서 변경될 수 있다는 것을 당업자가 쉽게 인식할 것이다.

[0024] 명시(bright field) 반사/자동 위치 채널(120)은 스펙트럼적으로 반사된 광을 수집하기 위해 빔(114)의 전면에 위치될 수 있다. 이들 채널로부터 유도된 명시 신호는 패턴, 반사 및 높이에서의 국부적인 변동들에 관한 정보를 운반한다. 이 채널은 표면 상에 다양한 결함들을 검출하도록 민감하다. 예를 들어, 명시 신호는 필름 두께 변동들, 변색, 얼룩들 및 유전 상수에서의 국부적인 변경들을 나타내도록 민감하다. 명시 신호는 또한 이에 따라 높이를 조정하기 위해 z-스테이지에 공급되는, 웨이퍼 높이에서의 변동에 대응하는 에러 높이 신호를 생성하는데 사용된다. 마지막으로, 명시 신호는 표면의 반사 맵을 구성하는데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 이 채널은 기본적으로 반사 모드에서 동작하는 접히지 않은(unfolded) 유형 I 동일 초점(confocal) 현미경이다. 조명 및 반사된 빔들이 동일 선상에 있는 기존의 반사 동일 초점 현미경에 비해, 본 명세서에서 조명 빔과 반사된 빔들이 동일 선상에 있지 않기 때문에 접히지 않는 것으로 간주된다.

[0025] 법선 수집기 채널은 웨이퍼의 평면에 대략 수직인 영역에 걸쳐 고정된 입체각에 걸쳐 광을 수집한다. 수집 입체각 이외에, 법선 수집기 구현은 다른 수집기 채널들(110ab 및 111ab)과 유사할 수 있다. 법선 수집기는 웨이퍼 상의 고의적인 패턴들로부터의 산란된 광을 수집할 뿐 아니라 상향 방향으로 광을 산란하는 결함들을 검출하는데 사용될 수 있다. 고의적인 패턴들로부터 수집된 신호는 기구에서의 기계적 스테이지의 좌표계로의 웨이퍼 패턴의 정렬 및 등록(registration)을 용이하게 하는데 사용될 수 있다.

[0026] 수집기 채널들의 하나 이상은 검출된 출력 신호의 동적 범위를 증가시키기 위한 메커니즘을 포함할 수 있다. 바람직하게, 동적 범위를 증가시키기 위한 이들 메커니즘들은 수집기 채널들(110ab, 111ab 및 121) 내에 제공된다. 일반적으로, 높은 동적 범위의 수집기는 검출된 광자로부터 신호를 생성하기 위한 광배출기 튜브(PMT)와 같은 광 센서와, 광 신호를 디지털 광 신호로 변환하기 위한 아날로그-디지털 변환기(ADC)를 포함한다. 적합한 PMT들은 원형 케이지 유형의 PMT, 금속-채널 광배출기 등을 포함한다. 물론, 다른 적합한 메커니즘은 광을 감지하고 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는데 사용될 수 있다.

[0027] 빔(114)의 지표각(grazing angle)은 스캔 라인에 수직인 주축(major axis)을 갖는, 웨이퍼 표면(112) 상의 타원형 스팟을 생성할 수 있다. 편향기들(116)은 반사된 및 산란된 광을 생성하기 위해 스캔 라인(125)의 길이마다 동일한 짧은 스캔 라인을 가로질러 스팟을 스캐닝한다. 스팟은, 스테이지(124)가 스캔 라인에 수직으로 웨이퍼를 이동시킬 때 제 1 방향으로 스캐닝될 수 있다. 이것은 스캔 라인(125)을 따라 스팟이 이동하도록 한다.

[0028] 하나의 구현에서, 조명 빔(114)은 시간에 하나씩 다중 스캔 라인들(125, 126 및 127)을 따라 래스터 스캐닝된다. 예를 들어, 제 1 스캔 라인(125)은 유효 시작 위치를 갖고, 스팟은, 빔이 제 1 스캔 라인의 경계에 도달할 때까지 그러한 제 1 스캔 라인을 따라 좌측에서 우측으로 이동한다. 스캔 라인(125)의 경계에 도달하자마자, 스팟은 스캔 방향에 수직으로 스테이지(124)에 대해 이동하고, 스팟은 새로운 제 2 스캔 라인(126)을 위

한 새로운 시작 위치를 갖는다. 스폿은 제 1 스캔 라인에 평행하게 이 제 2 스캔 라인(126)을 따라 이동한다. 편향기(116)는 제 2 스캔 라인(126)의 전체 길이를 따라 이러한 방식으로 스폿을 계속해서 스캐닝한다. 제 2 스캔 라인(126)의 완료시, 스테이지(124)는 인접한 제 3 스캔 라인(127)의 스캐닝을 허용하기 위해 웨이퍼에 대해 이동한다. 스폿은, 제 2 스캔 라인(126)을 스캐닝할 때 이에 반대 방향으로 제 3 스캔 라인(127)을 따라 이동하여, 구불구불한 스캔을 형성한다.

[0029] 도 2는 웨이퍼(201)의 스캔 라인을 가로질러 조명 스폿을 스캐닝하고, 그러한 조명 스폿에 응답하여 그러한 웨이퍼로부터 광이 방출되는 지를 검출하는 것을 도시한 도면이다. 도시된 바와 같이, 조명 빔(202)은 웨이퍼(201)를 가로지르는 방향(214)으로 스캐닝된다. 그러한 빔(202)이 이동할 때, 조명 스폿은 그러한 웨이퍼의 스캔 라인을 가로질러 스캐닝된다. 예를 들어, 스캐닝 조명 빔(202)은, 제 1 시간에서의 스폿(203a)이 위치(204a)에 형성되도록 하고, 그런 후에 제 2 후속 시간에서의 스폿(203b)이 견본(201) 상의 위치(204b)에 형성되도록 한다. 따라서, 스폿은 방향(214)으로 이동한다.

[0030] 각 조명 스폿이 스캔 라인을 따라 이동될 때, 대응하는 광(206)은 광-배율기 튜브(photomultiplier tube; PMT)(208)와 같은 센서에 의해 검출될 수 있다. PMT는 검출된 광에 기초하여 신호를 생성하고, 이 신호를 아날로그-디지털(ADC)(210)에 출력한다. PMT가 스캔 라인을 따라 상이한 웨이퍼 위치들에 대응하는 검출된 신호를 검출하고 계속해서 출력할 때, ADC는 규정된 샘플링률로 검출된 신호를 샘플링하고, 각 검출된 신호 샘플 간격의 디지털 표시(representation)를 생성한다. 즉, ADC(210)는 특정 시간 간격에 검출된 신호의 부분들을 샘플링하고 변환한다. 각 샘플링 시간 간격은 웨이퍼 상의 특정 위치들에 대응한다. 디지털 표시는 이미지를 생성하는데 사용될 수 있다.

[0031] 샘플링된 신호로부터 생성된 이미지에서 발생하는 라인 지터를 방지하기 위해, ADC(210)의 타이밍은, 검출된 신호의 샘플링된 부분들이 웨이퍼(201) 상의 각 스폿 위치에 대응하도록 제어된다. 예를 들어, 제 1 샘플링 시간 간격은 중앙 위치(204a) 및 에지 위치들(212a 및 212b)을 갖는 제 1 스폿(203a)에 대응한다. 제 2 샘플링 시간은 중앙 위치(204b)에서 제 2 스폿(203b)에 대응한다. 따라서, ADC의 샘플링 시간은 각 스캔 라인을 가로질러 이동할 때 스폿의 타이밍을 따르도록 선택된다. ADC는 또한 웨이퍼 상의 정확한 위치에 각 스캔 라인의 각 단위 픽셀 또는 스폿을 샘플링하여, 결과적인 이미지 라인들은 서로에 대해 뒤틀리지 않는다(skewed). 예를 들어, ADC에 입력된 샘플링률은 스캔 라인의 제 1 픽셀의 중앙 위치(예를 들어, 204a)에서 시작하는 것이 아니라, 스캔 라인(예를 들어, 212a 또는 111b)의 제 1 스폿의 에지에 대응하는 이른 또는 지연된 위치에서 각 스캔 라인의 이미지 샘플링이 시작하는 것으로부터 방지하도록 선택될 수 있다. 샘플링은 상이한 스폿 및 픽셀 관계들을 초래할 수 있다. 예를 들어, 스폿은 하나의 픽셀 또는 다중 픽셀들에 대응할 수 있다.

[0032] 더 느린 스캔 시스템들에서, 이미지 획득의 샘플링 타이밍과 스캔 타이밍 사이의 정밀한 동기화는 상당한 문제를 갖지 않을 수 있다. 예를 들어, 100 MHz 시스템은 각 픽셀에 대해 10ns의 폭에 대응할 수 있고, 2ns의 샘플링 에러는 1/5 픽셀에 대응할 수 있다. 하지만, 5 GHz와 같은 더 빠른 시스템은 200 ps 픽셀 폭에 대응할 수 있고, 2ns 샘플링 에러는 10 픽셀 에러에 대응하고, 이것은 획득된 이미지가 상당히 뒤틀리게 나타나도록 한다. 따라서, 본 발명의 특정 실시예들은, 이미지 획득 시스템이 스캔율로 동기화되는 이미지율로 동작하도록 타이밍 제어를 제공한다. 결과적인 이미지는 뒤틀리지 않는다.

[0033] 일부 검사 시스템들에서, 전치-스캐너 AOD 및 처프 AOD는 테스트 하에서 샘플 상의 각 라인을 가로질러 스폿을 스캐닝하도록 이용된다. 도 3은 전치-스캐너 음향-광학 편향기(AOD)(344) 및 처프 AOD(354)를 포함하는 검사 시스템의 조명 광학기들을 도시한다. 전치-스캐너 AOD(344) 및 처프 AOD(354)는 TeO₂, 석영, 용융된 실리카, 사파이어, 다른 유리질 물질, 또는 종래 기술에 알려진 임의의 다른 적절한 물질과 같은 결정 물질을 포함하지만, 여기에 한정되지 않는 고체 매질로 만들어질 수 있다.

[0034] 사운드 트랜스듀서(346)는 전치-스캐너 AOD(344)의 고체 매질 표면에 결합될 수 있다. 트랜스듀서(346)는 전치-스캐너 AOD(344)를 통해 음파의 전파 시간에 비해 느리게 변하는 주파수를 갖는 음파로 전치-스캐너 AOD(344)를 채우는 구동 신호를 생성하도록 구성될 수 있다. 전치-스캐너 AOD(344)에서 음파의 주파수를 변화시킴으로써, 편향된 빔은 위치(362)로부터 위치(364)로 스캐닝될 수 있다.

[0035] 시스템은 또한 하나 이상의 렌즈(352)를 포함할 수 있다. 렌즈(352)는 빔을 확장하고, 작은 각도 스캔을 전치-스캐너 AOD(344)로부터 처프 AOD(354)에서의 긴 선형 스캔으로 변환하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 렌즈(352)는 제 1 위치(362)에서 빔을 수용하고, 빔(363)을 투과한다. 마찬가지로, 렌즈(352)는 마지막 위치(364)에서 빔을 수용하고, 빔(365)을 투과한다. 렌즈(352)는 또한 임의의 수 및 유형의 방식들로 수용된 빔을 조절하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 렌즈는 망원경, 중계 렌즈, 집속 렌즈, 대물 렌즈, 미러, 또는 종래 기술에 알

려진 임의의 다른 적절한 광학 구성요소를 포함할 수 있다.

- [0036] 처프 AOD(354)는 처프 모드로 동작될 수 있다. 처프 AOD(354)에 부착되거나 결합된 트랜스듀서(358)는 구동 신호를 생성하도록 구성될 수 있고, 이 구동 신호는 위치(359)로부터 위치(360)로 처프 AOD(354)의 폭에 걸쳐 전파하는 처프 패킷을 생성한다. 처프 패킷은 일반적으로 형성하기에 유한한 시간이 걸리고, 이것은 처프 패킷의 원하는 폭과 AOD에서의 음향 속도에 의해 결정된다. 이 처프 패킷 생성 시간은 본 명세서에서 “충전 시간”이라 언급될 수 있다.
- [0037] 처프 AOD(354)를 통해 전파하는 처프 패킷은 스캐닝 빔을 스팟으로 집속시키기 위해 진행(traveling) 렌즈로서 기능하도록 구성될 수 있다. 처프 패킷의 폭은 수용된 광 빔, 예를 들어 363 및 365의 크기와 대략 동일할 수 있고, 이것은 처프 AOD(364)의 폭보다 훨씬 작다. 대안적으로, 처프 AOD(354)는 동시에 다중 처프 패킷들을 포함하도록 야기될 수 있다. 각 처프 패킷은 ADO의 폭보다 실질적으로 더 짧을 수 있다.
- [0038] AOD의 고체 매질을 통해 전파하는 처프 패킷은 초음파범위에서의 주파수를 가질 수 있다. 그러한 고체 매질을 통해 전파하는 처프 패킷은 결정의 격자 구조 또는 굴절률과 같은 고체 매질의 특성을 변경할 수 있다. 이 방식으로, AOD의 고체 매질 상에 입사하는 광 빔은 고체 매질을 통해 전파할 수 있고, 결정을 통해 전파할 때 초음파 처프 패킷에 의해 변경된 결정 격자의 부분에 의해 회절될 수 있다. 그 결과, AOD의 고체 매질을 빠져나가는 광의 부분은 편향된 빔을 포함할 수 있다. 하지만, AOD의 고체 매질을 빠져나가는 광의 부분은 또한 하나 이상의 실질적으로 편향되지 않은 빔을 포함할 수 있다. 처프 패킷은 패킷의 시작으로부터 처프 패킷의 단부로 선형으로 변경되는 다중 주파수를 포함할 수 있고, 이것은 일반적으로 “주파수 램프(frequency ramp)”라 불린다.
- [0039] 입사 빔이 AOD에 의해 편향될 수 있는 각도는 AOD 내부에서 광 및 초음파의 상대 파장에만 의존할 수 있다. 이 방식으로, AOD를 빠져나가는 빔의 편향각은 결정될 수 있고, AOD 상에 입사하는 광의 파장, 및 AOD의 고체 매질 내부에 유도된 초음파의 파장에 의해 제어될 수 있다.
- [0040] 구동 주파수가 처프 패킷에 걸쳐 선형으로 변경되는 처프 모드의 경우에 대해, 입사 빔은 처프 패킷에서의 주파수에 비례하는 상이한 각도로 회절된다. 주파수를 높음으로부터 낮음으로 램핑함으로써, 도 3에 도시된 바와 같이, 처프 패킷(360)의 특정 부분(322)은 동일한 처프 패킷(360)의 다른 부분(320)보다 더 높은 주파수를 가질 수 있다. 부분(322)이 더 높은 주파수를 가지기 때문에, 이 부분은 회절된 빔(316)에 의해 도시된 더 가파른 각도를 통해 입사 광 빔(365)의 부분을 회절한다. 부분(320)이 비교적 낮은 주파수를 가지기 때문에, 이것은 회절된 광 빔(318)에 의해 도시된 더 얇은 각도를 통해 입사 광 빔(365)의 부분을 회절한다. 이 방식으로, 처프 패킷은 스캔 라인(330)으로서 도시된 평면에서 빔을 집속하는데 사용될 수 있다.
- [0041] 처프 모드로 구성된 AOD는 대략 1 옥타브(octave) 미만의 대역폭, 또는 주파수의 범위를 갖도록 제한될 수 있다. 그러한 대역폭 제한들은 AOD에 의해 편향된 광의 1차 빔과 동시에 건본의 표면을 스캐닝하는 것으로부터 AOD에 의해 편향된 광의 2차 빔을 최소화하거나, 실질적으로 제거할 수 있다. 하지만, 그러한 AOD 구성은 AOD(354)에 의해 생성된 스캔 라인(330)에 수직이 아닐 처프(chief) 광선(예를 들어, 316 및 318)을 생성할 것이다.
- [0042] 광원(미도시) 및 전치-스캐너 AOD는 처프 AOD(354)를 통해 전파할 때 단일 처프 패킷을 조명하도록 광을 향하게 구성될 수 있다. 다른 응용들에서, 광원 및 전치-스캐너 AOD는 처프 AOD(354)의 실질적으로 전체 폭을 가로질러 광을 향하게 구성될 수 있다. 광원 및 AOD의 그러한 구성은 “플러드(flood) 모드” 구성으로서 본 명세서에 언급될 수 있다. 이 방식으로, 광은 실질적으로 동시에 AOD의 폭을 따라 제 1 처프 패킷 및 제 2 처프 패킷 또는 임의의 수의 처프 패킷들로 향할 수 있다.
- [0043] 처프 패킷이 트랜스듀서(358)로부터 멀리 있는 처프 AOD(354)를 통해 방향(356)으로 위치(359)로부터 위치(360)로 전파할 때, 처프 패킷은 진폭에서 감쇄될 수 있다. 그 결과, 위치(359)에서의 처프 패킷에 의해 스캔 라인 상으로 집속된 광은 위치(360)에서의 처프 패킷에 의해 스캔 라인 상에 집속된 광보다 더 밝을 수 있다. 스캔 라인 밝기에서의 이러한 비균일성은 검사 시스템의 성능 또는 다중 시스템들의 매칭에 악영향을 줄 수 있다.
- [0044] 처프 AOD(354)를 통해 전파할 때 처프 패킷의 감쇄를 보상하기 위해, 처프 패킷을 조명하는 빔의 밝기는 변할 수 있다. 이것은 트랜스듀서(346)에 의해 제 1 전치-스캐너 AOD(344)에 인가된 구동 신호의 진폭을 변경함으로써 달성될 수 있다. 빔 스위프(sweep)의 시작시, 전치-스캐너 AOD(344)는 낮은 진폭 신호로 구동될 수 있어서, 적은 밝기의 빔(362)을 생성하고, 이것은 이후 처프 AOD(354)에서 트랜스듀서(358) 근처의 위치(359)에서 처프 패킷을 조명한다. 빔 스위프의 마지막에서, 전치-스캐너 AOD(344)는 높은 진폭의 신호로 구동될 수 있어서, 더 밝은 빔(364)을 생성하고, 이것은 이후 처프 AOD(354)의 마지막에서의 위치(360)에서 처프 패킷을 조명한다. 전치-스

캐너 AOD(344)의 진폭 변조는 이를 통해 처프 AOD(354) 내의 감쇄를 보상할 수 있어서, 실질적으로 균일한 밝기를 갖는 최종 스캔 라인을 생성한다.

- [0045] 전술한 시스템에 의해 생성된 스캔 라인의 밝기는 균일한 반사도의 견본을 스캐닝함으로써 교정될 수 있다. 최종 스캔 라인을 따라 상이한 위치들로부터 산란된 광은 수집되고 측정될 수 있다. 제 1 AOD에 인가된 구동 신호의 진폭은 견본에서 측정된 균일한 밝기의 스캔 라인을 생성하기 위해 필요시 변조될 수 있다. 이 교정은 제 2 AOD에서의 감쇄뿐 아니라, 스캐닝 시스템에서의 임의의 다른 비-균일성을 보상할 수 있다.
- [0046] 각 조명 열은 예를 들어, 방향(314)으로 견본(327)을 가로질러 스팟을 스캐닝하도록 처프 AOD(354)로부터의 빔들, 예를 들어 316 및 318을 수용 및 조절하기 위한 하나 이상의 렌즈를 포함할 수 있다. 조명 시스템은 또한 샘플 상의 다중 스팟들을 생성하도록 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 회절 요소 또는 미러 시스템(302)은 다중 스팟들을 다중 조명 열들{예를 들어, 조명된 열은 광학기기 요소들(336 및 326)을 포함한다}에 향하도록 구성될 수 있다. 검사 시스템은 또한 상이한 각도 또는 스팟으로부터 광을 편향하기 위한 다중 검출 채널들을 포함할 수 있다.
- [0047] 샘플(예를 들어, 방향(314)으로 위치(328a 내지 328b)로부터)을 가로질러 스팟을 스캐닝하기 위한 단일 조명 열(예를 들어, 336 및 326)은 간략함을 위해 도시된다. 도시된 바와 같이, 조명 열은 중계 렌즈(336)를 포함할 수 있다. 중계 렌즈(336)는 AOD(354)에 의해 집속된 광을 시준하도록 구성될 수 있다. 중계 렌즈(336)는 종래 기술에 알려진 임의의 적절한 렌즈를 포함할 수 있다. 중계 렌즈(336)의 광축(335)은 AOD(354)에 의해 생성된 스캔 라인(330) 상에 중심을 둘 수 있다. 광축(335)은 AOD(354)의 처프 광선(비-2차 광선)에 평행할 수 있다.
- [0048] 시스템은 또한 대물 렌즈(326)를 포함할 수 있다. 대물 렌즈(326)는 중계 렌즈(336)에 의해 시준된 광을 샘플(328)의 표면에 평행한 초점 평면 상으로 집속하도록 구성될 수 있다. 대물 렌즈(326)는 종래 기술에 알려진 임의의 집속 렌즈를 포함할 수 있다. 중계 렌즈(336)의 광축(335)은 AOD(354)에 의해 생성된 스캔 라인(330) 상에 중심을 둘 수 있다. 더욱이, 중계 렌즈(336)의 광축(335)은 AOD(354)에 의해 생성된 스캔 라인(330)에 수직일 수 있다. 중계 렌즈(336)의 광축(335)은 AOD(354)에 의해 생성된 처프 광선(비-2차)에 실질적으로 평행할 수 있다.
- [0049] 대물 렌즈(326)의 광축(333)은 중계 렌즈(336)의 광축(335)에 대해 실질적으로 탈-중심화(de-centered)될 수 있다. 대물 렌즈(326)의 광축(333)은 중계 렌즈(336)의 광축(335)에 실질적으로 평행할 수 있다. 하지만, 중계 렌즈(336)에 의해 시준되고 형성된 광의 pupils(pupil)은 대물 렌즈(326) 상에 실질적으로 중심을 둘 수 있다. 더욱이, 대물 렌즈(326)는 초점 평면에 실질적으로 평행할 수 있다. 이러한 방식으로, 대물 렌즈(326)는 초점 평면에 실질적으로 중심을 둘 수 있다. 이와 같이, AOD(354)에 의해 편향된 처프 광선(비-2차)은 초점 평면에 실질적으로 수직 각도로 이러한 광학 시스템에 의해 중계될 수 있다. 더욱이, 초점 평면은 견본(327)의 표면에 실질적으로 평행할 수 있다. 이러한 방식으로, 초점 평면이 견본의 표면에 대해 위치될 수 있는 각도는 대략 0도일 수 있다. 그러므로, AOD의 처프 모드와 연관된 필드 경사(field tilt)는, 대물 렌즈의 광축이 중계 렌즈의 광축으로부터 오프셋(offset)될 수 있는 시스템에 의해 정정될 수 있다.
- [0050] 대안적인 실시예에서, 중계 렌즈(336)의 광축(335)은 AOD(354)에 의해 생성된 스캔 라인(330) 상에 중심을 둘 수 있다. AOD(354)에 의해 생성된 처프 광선은 광축(338)에 실질적으로 평행할 수 있다. 중계 렌즈(336)의 광축(338)은 AOD(354)에 의해 생성된 스캔 라인(330)에 수직일 수 있다. 중계 렌즈(336)는 상기 실시예들에 기재된 바와 같이 AOD에 의해 편향되고 집속된 광을 시준하도록 구성될 수 있다. 이와 같이, 그러한 실시예에서, 중계 렌즈(336)에 의해 시준된 광은 대물 렌즈(326) 상에 중심을 두지 않을 수 있다.
- [0051] 추가 실시예에서, 시스템은 중계 및 대물 렌즈들 사이에 위치한 프리즘 조립체 또는 미러들의 시스템과 같은 광학 메커니즘을 더 포함할 수 있다. 미러들 또는 프리즘 조립체의 시스템은 중계 렌즈(336)에 의해 대물 렌즈(326) 상에 시준된 광의 pupils를 다시 중심에 두도록 구성될 수 있다.
- [0052] 조명 시스템은 추가 광학 구성요소들(미도시)을 또한 포함할 수 있다. 예를 들어, 추가 광학 구성요소들은 빔분할기들, 1/4 파 플레이트들, 선형 및 원형 편광기들, 회전 편광기들과 같은 편광기들, 회전 분석기들, 시준기들, 집속 렌즈들, 미러들, 다이크로익(dichroic) 미러들, 부분 투과 미러들, 스펙트럼 또는 편광 필터들, 공간 필터들과 같은 필터들, 반사기들 및 변조기들을 포함하지만, 여기에 한정되지 않는다. 이들 추가 광학 구성요소들 각각은 시스템 내에 배치될 수 있거나, 본 명세서에 기재된 바와 같이 시스템의 임의의 구성요소들에 결합될 수 있다.
- [0053] 본 발명의 특정 실시예들은 얻어진 이미지에서 라인 지터를 최소화하도록 조명 및 이미지 획득의 타이밍을 동기

화하기 위한 메커니즘들을 포함한다. 획득된 이미지 및 스캔 라인에서의 XY 위치는 조명 편향기들(예를 들어, 전치-스캐너 및 처프 AOD) 및 이미지 획득 샘플링 구성요소들(예를 들어, 이미지 획득 ADC들)에 입력된 타이밍 신호에 의해 적어도 부분적으로 제어된다.

[0054] 고속 검사 시스템의 스캔 타이밍은 편향기 타이밍에 의존한다. 도 4는 전치-스캐너 AOD 및 처프 AOD와 연관된 스캔 타이밍을 도시한다. 도시된 바와 같이, 전치-스캐너 충전 시간(T_{psf})은 전치-스캐너(344)와 연관된다. T_{psf} 는 전치-스캐너 AOD를 음파로 채우는데 걸리는 시간의 양에 대응한다. 처프 충전 시간(T_{cf})은 또한 처프 AOD(354)와 연관되고, 이러한 처프 충전 시간(T_{cf})은 처프 AOD를 처프 음파로 채우기 위한 시간의 양(또는 처프 AOD에서의 처프 패킷을 생성하기 위한 시간)에 대응한다. 시간(T_{img})은 처프 패킷이 처프 AOD를 가로질러 스캐닝 하는데 걸리는 시간의 양에 대응하고, 또한 스팟이 검본의 스캔 라인을 가로질러 스캐닝되는 시간 지속기간에 대응한다. T_{img} 은 또한, 이미지가 스캐닝된 빔에 응답하여 검본으로부터 획득될 시간을 나타낸다.

[0055] 특정 실시예들에서, 빠른 2.5 GHz 클럭과 같은 공통 클럭은 검사 툴의 스캐닝 및 이미지 획득 시스템들 모두를 제어하는데 사용된다. 특정 예에서, 이러한 빠른 클럭은 AOD 및 이미지 획득 시스템의 ADC들에 대해 100 MHz 클럭들을 생성하는데 사용된다. ADC 샘플링 클럭들은 광학 왜곡을 보상하기 위해 동적으로 조정될 수 있다. 광학 왜곡은 다중 스캔 스팟 시스템에서 각 스팟에 대해 독립적으로 보정될 수 있다.

[0056] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따라 동기화 시스템(500)을 도시한다. 동기화 시스템(500)은 각 스캔 및 각 검출 채널에 대한 클럭을 생성하기 위해 임의의 수 및 유형의 클럭 생성기 모듈들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 고정된-주파수 기준 클럭으로부터 파형을 생성하기 위한 주파수 합성기는 직접 디지털 합성기(DDS) 등의 형태를 취할 수 있다. 예시된 구현에서, 동기화 시스템(500)은 각 스캐너 및 이미지 채널에 대한 선택된 주파수에서 클럭을 생성하기 위한 DDS를 포함한다. 도시된 바와 같이, DDS(512a 내지 512e)는 이미지 획득 시스템(516)을 위한 다중 검출 채널들에 대한 클럭들(예를 들어, ADC 샘플링 클럭)을 동적으로 생성하도록 구성된다. 시스템은 또한 전치-스캐너 AOD(예를 들어, 전치-스캐너 및 처프 AOD 모듈(514))에 대한 클럭을 생성하기 위한 DDS(510)와, 처프 AOD(예를 들어, 전치-스캐너 및 처프 AOD 모듈(514))에 대한 클럭을 생성하기 위한 DDS(508)를 포함할 수 있다.

[0057] 각 DDS 모듈은 시스템 클럭 생성기 모듈(502)로부터 클럭 구동기(504)에 의해 분배되는 시스템 클럭과, 동기화 신호 클럭 구동기(506)로부터의 동기화 신호(sync_in signal)를 수신할 수 있다. 예를 들어, 시스템 클럭 생성기 모듈(502)은 2.5 또는 5 GHz 시스템 클럭을 생성할 수 있고, 클럭 구동기(504)는 이 시스템 클럭을 각 DDS에 분배한다.

[0058] 각 DDS는 각 AOD 및 ADC에 대한 선택된 클럭을 생성하기 위한 임의의 수의 구성요소들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 각 DDS는 수치적으로(예를 들어, 디지털 방식으로) 제어된 주파수 레지스터를 포함할 수 있다. 입력 시스템 클럭은 안정한 시간 베이스를 제공하고, 클럭을 DDS에 제공하는데, DDS는 주파수 선택 레지스터(동기화 신호 클럭 구동기(506)로부터)에 수신된 입력에 의해 제어된 기간을 갖는 원하는 출력의 이산 시간의 양자화된 버전을 생성한다. 각 DDS는 동적 위상 및 동적 주파수 제어를 위한 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 또한 포함할 수 있다.

[0059] 디지털 제어 모듈(501)은 시스템 클럭 생성기(502)로부터 외부 트리거 클럭 및 국부적으로 생성된 시스템 클럭(Sync_out)을 수신하도록 구성될 수 있다. 디지털 제어 모듈(501)은 상이한 AOD 및 이미지 획득 클럭들(예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이)을 위한 타이밍 시퀀스를 명령하도록 구성될 수 있고, 그러한 타이밍은 국부 시스템 클럭에 동기화된다. 동기화 신호 클럭 구동기(506)는 예를 들어, 서로에 대해 동기화 상태에 있을 DDS 모듈들의 타이밍을 록킹(locking)함으로써, DDS 모듈들 및 그 대응하는 스캐너 및 이미지 획득 채널들의 타이밍을 제어하도록 구성될 수 있다. 동기화 신호 클럭 구동기(506)는 시스템 클럭(예를 들어, sync_out)을 수신할 수 있고, 각 DDS 모듈에 대한 독립적인 클럭들 또는 트리거들(예를 들어, sync_in)을 생성할 수 있다. 동기화 신호 클럭 구동기(506)는 하드웨어 및/또는 소프트웨어의 임의의 적합한 조합으로부터 형성될 수 있다. 예를 들어, 동기화 신호 클럭 구동기(506)는 하나 이상의 FPGA들(전계 프로그래밍가능 게이트 어레이들), ASIC들(응용 특정 집적 회로들), 다른 논리 디바이스들 등을 포함할 수 있다.

[0060] 임의의 적합한 기술은 스캐닝 및 이미지 획득 타이밍을 동기화하도록 이용될 수 있다. 도 6은 본 발명의 특정 구현에 따라 스캐닝 및 이미지 획득 타이밍을 동기화하기 위한 절차(600)를 도시하는 흐름도이다. 처음에, 공통 시스템 클럭은 처프 클럭을 생성하고, 동작(602)에서 생성된 처프 클럭에 기초하여 처프 주파수 램프를 처프 AOD(검사 툴의 스캐닝 시스템의)에 입력하는데 사용될 수 있다. 처프 AOD에 입력되는 처프 주파수 램프에 응답

하여, 처프 패킷은 동작(604)시 처프 AOD를 통해 전파한다. 이러한 처프 패킷은 처프 클록의 주파수에 의존하는 처프 주파수 램프의 주파수에 의존하는 주파수를 갖는다. 처프 주파수 램프 및 처프 클록 모두의 타이밍은 시스템 클록에 기초한 트리거 신호의 타이밍에 의존한다.

[0061] 도 7은 본 발명의 특정 구현에 따라 스캐닝 및 이미지 획득 타이밍의 동기화를 도시한 타이밍도이다. 도시된 바와 같이, 주기(T_{line})를 갖는 트리거 신호(또는 클록)는 처프 클록("Chirp_digital")을 생성하는데 사용된다. 예를 들어, 디지털 처프 클록은 트리거 클록과 동일한 주기(T_{line})를 갖는다. 이러한 디지털 처프 클록은 또한 처프 AOD에 입력되는 주파수 램프 신호(예를 들어, Chirp_in_AOD)를 생성하는데 사용된다. 예를 들어, 주파수 램프 신호는 디지털 처프 클록("Chirp_digital")의 각 상승 에지로부터 트리거링된다(작은 처프 데드 시간(T_{dp})에 후속하여). 도시된 바와 같이, 제 1 주파수 램프(706a)는 트리거 클록의 제 1 에지(708a)에 의해 트리거링되고, 제 2 주파수 램프(706b)는 트리거 클록의 후속 제 2 에지(708b)로부터 트리거링된다. 도시된 바와 같이, 처프 AOD에 입력된 주파수는 제 1 주파수(f_{c1})로부터 제 2 주파수(f_{c2})로 램핑된다. 주파수 램프 지속기간은 디지털 처프 클록("Chirp_digital")의 절반의 사이클(예를 들어, 활성 하이(active high))에 기초한다.

[0062] AOD의 처프 패킷의 폭은 일반적으로 입력 주파수 램프의 대응하는 폭에 기초한다. 본 명세서에 기재된 바와 같이, 처프 패킷은 전치-스캐너로부터 스팟으로 수신된 빔들을 스캔 라인 상에 집속하고, 그러한 스팟은 처프 AOD를 통해 전파할 때 처프 패킷과 함께 이동한다. 처프 패킷이 스팟을 형성하고 처프 패킷이 트리거 클록에 기초하는 처프 주파수 램프로부터 형성되기 때문에, 트리거 클록의 주기는 처프 패킷 크기 및 결과적인 스팟 크기에 직접적으로 관련된다. 따라서, 트리거 클록의 주기는 원하는 스팟 크기에 기초하여 선택될 수 있다.

[0063] 처프 주파수 램프 신호는, 스팟이 건본의 스캔 라인을 따라 스캔하도록 하기 위해 처프 패킷들이 처프 AOD를 통해 한 번에 하나씩 전파하도록 할 수 있다. 예를 들어, 제 1 주파수 램프(706a)는 처프 AOD의 제 1 단부에 입력될 수 있고, 제 1 처프 패킷이 처프 AOD의 이러한 제 1 단부로부터 제 2 단부로 전파하도록 할 수 있다. 제 1 처프 패킷이 처프 AOD의 제 2 단부에 도달할 때, 제 2 주파수 램프(706b)는, 제 2 처프 패킷이 AOD의 제 1 단부로부터 제 2 단부로 전파하도록 할 수 있다. 각 처프 패킷이 스캔 라인 단부에 대응하는 제 2 단부에 도달할 때, 건본이 그 위에 위치하는 스테이지는 또한 특정 스팟의 축에 대해 이동될 수 있어서, 다른 라인은 제 2 처프 패킷 전파에 응답하여 스캐닝된다. 트리거 클록 주기는 또한, 결과적인 처프 주파수 램프 신호의 주기가 스캔 라인마다의 상대적인 스테이지 이동에 매칭하도록 선택될 수 있다. 마찬가지로, AOD의 폭은, 각 처프 패킷이 할당된 스캔 라인들에 가로질러 스캐닝되는 스팟을 초래하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 제 1 처프 패킷은 제 1 스캔 라인(y_1)의 2개의 x 위치들 사이로 이동하는 스팟을 초래하고, 제 2 처프 패킷은 제 2 스캔 라인(y_2)의 2개의 x 위치들로부터 이동하는 스팟을 초래하여, 각 스캔 라인은 동일한 델타 x 위치들을 갖는다.

[0064] 다시 도 6을 참조하면, 트리거 클록은 또한 전치-스캐너 클록을 생성하고, 동작(606)시 그러한 전치-스캐너 클록에 기초하여 전치-스캐너 주파수 램프를 전치-스캐너 AOD에 입력하는데 사용될 수 있다. 전치-스캐너 클록의 타이밍은 일반적으로 처프 AOD 및 전치-스캐너 AOD의 충전 시간에 기초한다. 도 7에 도시된 바와 같이, 전치-스캐너 클록("Pre-Scan_digital")은 시간(T_{diy}) 이후에 시작되고, 이 시간(T_{diy})은 처프 AOD 충전 시간(T_{cf})에서 전치-스캐너 AOD 충전 시간(T_{psf})을 감산한 것과 동일하다. 전치-스캐너 AOD에 입력되는 전치-스캐너 주파수 램프("Pre-scan_in_AOD")는 전치-스캐너 클록 "Pre-Scan_digital"의 상승 에지로부터 트리거링된다(작은 전치-스캐너 데드 시간(T_{dp})에 후속하여). 도시된 바와 같이, 전치-스캐너 AOD에 입력된 주파수는 제 1 주파수(f_{p1})로부터 제 2 주파수(f_{p2})로 램핑한다.

[0065] 전치-스캐너 AOD에서, 입사 빔은 처프 AOD에서의 전파하는 처프 패킷 상에 수신되고 편향되어, 하나 이상의 스팟들이 동작(608)시 샘플을 가로질러 복수의 스캔 라인들에 스캐닝되도록 한다. 예를 들어, 복수의 스팟들은 처프 AOD로부터 출력되는 단일 스캐닝된 스팟으로부터 형성되고, 이들 다중 스팟들은 샘플 상으로 스캐닝하도록 향하게 된다. 대안적으로, 다중 편향기 시스템들(예를 들어, 다중 전치-스캐너 및 처프 AOD들)은 샘플 상에서 다중 스팟들을 생성하는데 사용될 수 있다. 전치-스캐너 주기당 스팟들의 수에 관계없이, 다중 스캔 라인들은 스캐닝 스팟들에 대해 샘플 스테이지를 이동함으로써 스캐닝될 수 있다.

[0066] 공통 트리거 클록은 또한 각 검출 채널을 위한 획득 클록을 생성하고, 동작(610)시 그러한 생성된 획득 클록에 기초하여 샘플링 주파수 클록(예를 들어, IA_ADC 클록)을 그러한 검출 채널에 입력하는데 사용될 수 있다. 각 검출 채널에 대해, 광은 샘플을 가로질러 스캐닝된 하나 이상의 스팟들에 응답하여 샘플로부터 검출되고, 검출된 신호 또는 이미지가 생성된다. 각 채널은 특정 각도로부터 그리고/또는 특정 스팟으로부터 광을 검출할 수

있다. 각 검출 채널에 대해, 광은 채널을 가로질러 스캐닝되는 하나 이상의 스팟들에 응답하여 샘플로부터 검출되고, 검출된 이미지(또는 신호)는 동작(612)시 생성된 획득 클록 및 샘플링 주파수 클록에 기초하여 샘플링률을 갖도록 생성된다. 그리고 나서, 이 절차가 종료될 수 있다.

[0067] 도 7에 도시된 바와 같이, 이미지 획득 클록("Image_Collect")은 처프 충전 시간 지연(T_{cf}) 이후에 트리거링될 수 있다. 이미지 획득 클록은 이미지 수집 영역을 갖고, 이것은, 이미지가 대응하는 스캔 라인 지속기간(T_{img}) 동안 샘플링될 때에 대응한다. 대응하는 샘플링 클록("IA_ADC")은 그러한 특정 획득 클록에 대한 생성된 이미지 획득 클록에 기초하여 특정 검출 채널에 입력된다. 도시된 바와 같이, 샘플링 클록("IA_ADC 클록")은 획득 클록("Image_Collect")의 상승 에지(702)로부터 트리거링된다. 타이밍 부분(703)은 Image_Collect 및 IA_ADC 클록의 영역(704)의 확장된 뷰이다.

[0068] 각 이미지 획득 및 연관된 샘플링 클록은 또한 각 채널에서의 광학 왜곡을 보상하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 위치에서의 얼마나 많은 왜곡이 각 스캔 스팟에 대해 존재하는 지가 먼저 결정될 수 있다. 알려진 위치들에서 알려진 구조들을 갖는 기준 샘플은 테스트 이미지를 얻도록 검사될 수 있다. 테스트 이미지는 광학 왜곡 없이 시뮬레이팅되는 기준 이미지에 비교될 수 있다. 예를 들어, 기준 웨이퍼에 대한 설계 데이터는 왜곡 없는 이상적인 광학기기에 의해 생성되는 다양한 스팟들의 기준 이미지를 시뮬레이팅하도록 사용될 수 있다. 각 스팟에 대해, 테스트 이미지 구조들의 위치들 사이의 차이는 왜곡량을 얻기 위해 기준 구조들의 위치들에 비교될 수 있다. 상이한 샘플링 주파수들은, 왜곡이 그러한 스팟에 대해 정정되도록 각 스팟을 샘플링하기 위한 최적 주파수를 얻기 위해 테스트 샘플에 인가될 수 있다. 각 스팟의 왜곡을 정정하기 위한 최적의 주파수는 샘플링 클록 생성기에 의해 나중 이용을 위해 저장될 수 있다. 예를 들어, 각 스팟에 대한 이미지 획득 클록(및 결과적인 샘플링 클록)은 그러한 스팟에 대한 왜곡을 정정하도록 선택되는 주파수 양에 의해 조정될 수 있다.

[0069] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 스팟 위치의 함수로서 위치 왜곡 및 스팟 위치의 함수로서 이미지 샘플링 주파수 선택을 위한 그래프들을 도시한다. 그래프(802)는 9개의 스팟들의 상대 위치의 함수로서 왜곡을 도시한다. 그래프(804)는 9개의 스팟들의 각 상대 위치에 대한 왜곡을 정정하기 위한 주파수를 도시한다. 예를 들어, 위치(1)에서의 스팟에 대한 이미지 획득 클록은 약 493.5 MHz로 설정될 수 있는 한편, 위치(2)에서의 스팟에 대한 획득 클록은 약 494.5 MHz로 설정될 수 있다.

[0070] 일반적으로, 샘플링률을 제어하는 것은, 각 스팟이 그러한 샘플을 가로질러 스캐닝될 때 샘플 상에서 샘플링되는 위치들을 제어한다. 샘플링된 위치들은, 샘플링된 위치들이 샘플의 스캔 라인들을 가로질러 스캐닝될 때 스팟들을 따르도록 제어될 수 있다. 추가로, 각 스팟의 샘플링은, 라인 지터를 최소화하도록 라인으로부터 횡단할 때 샘플링된 위치가 그러한 스팟을 정밀하게 따르도록 조정될 수 있다. 각 스팟의 샘플링은, 스캐닝된 위치가 그러한 스팟을 위한 광학기들(예를 들어, 조명 및/또는 수집 광학기들)에서의 왜곡을 보상하도록 조정될 수 있다.

[0071] 검출된 이미지들(또는 신호)은, 결함들이 샘플 상에 존재하는 지의 여부를 결정하기 위해 분석될 수 있다. 예를 들어, 목표 다이로부터의 세기 값들은 기준 다이(또는 설계 데이터베이스로부터 생성된)의 대응하는 부분으로부터의 세기 값들에 비교되고, 여기서 상당한 세기 차이는 결함으로서 정의될 수 있다. 이들 검사 시스템들은 아래에 추가로 기재된 새로운 이미지 동기화 메커니즘들과 함께 임의의 적합한 검사 기술을 구현할 수 있다. 예를 들어, 명시야 및/또는 암시야 광학 검사 메커니즘들이 이용될 수 있다. 본 발명의 메커니즘들은 또한 스캐닝 전자 현미경 사용 시스템 내에서 구현될 수 있다.

[0072] 각 검출된 이미지는 또한 결함(예를 들어, 이미지) 프로세서(예를 들어, 101)에 입력될 수 있다. 결함 프로세서는 버퍼링, 압축, 패킹(packaging), 잡음의 필터링, 입력 신호에 기초한 이미지들의 생성, 샘플 상에서 결함들을 검출하기 위해 이미지들의 분석 등과 같이, 수신된 데이터를 처리하기 위한 메커니즘들을 포함할 수 있다. 대부분의 결함들은 세기들 사이의 차이로서 정의된 임계치가 아니라, 목표 및 기준 다이들에서의 세기들의 비율로서 정의된 콘트라스트를 검출함으로써 발견될 수 있다.

[0073] 본 명세서에 기재된 검사 기술들은 도 1에 개략적으로 도시된 것과 같이 다양한 특히 구성된 검사 또는 도량형 시스템들 상에서 구현될 수 있다. 특정 실시예들에서, 견본을 검사 또는 측정하기 위한 시스템은 본 명세서에 기재된 기술들을 구현하기 위한 다양한 제어기 구성요소들을 포함한다. 제어기는 프로세서, 메모리, 프로그래밍 가능 디바이스 또는 전계 프로그래밍 가능 게이트 어레이(FPGA) 등과 같이 하드웨어 및/또는 소프트웨어의 임의의 적합한 조합에 의해 구현될 수 있다.

[0074] 검사 시스템은 결과적인 검사 특징들을 디스플레이하기 위해 사용자 인터페이스(예를 들어, 컴퓨터 스크린 상에

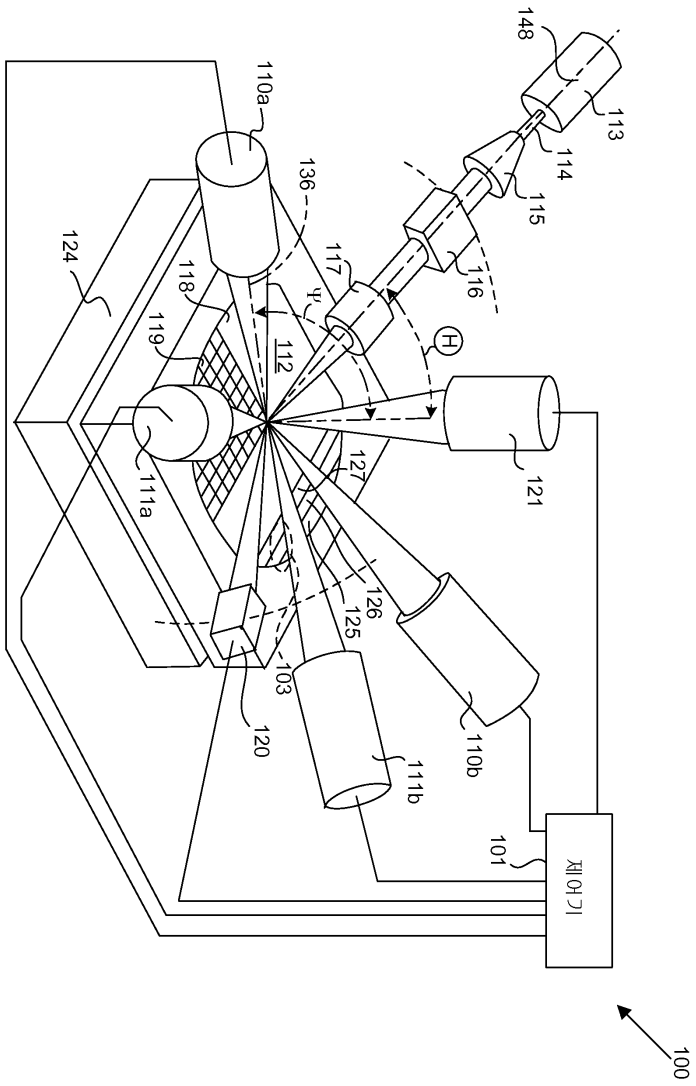
서)를 제공하도록 구성되는 컴퓨터 시스템과 연관될 수 있다. 컴퓨터 시스템은 또한 변화하는 검출 파라미터들과 같이 사용자 입력을 제공하기 위한 하나 이상의 입력 디바이스들(예를 들어, 키보드, 마우스, 조이스틱)을 포함할 수 있다. 특정 실시예들에서, 컴퓨터 시스템은 본 명세서에 상세하게 기재된 제어기(101)와 같은 다른 검사 구성요소들과 연계하여 검사 기술들을 수행하도록 구성된다. 컴퓨터 시스템은 일반적으로 적절한 버스들 또는 다른 통신 메커니즘들을 통해 입력/출력 포트들에 결합된 하나 이상의 프로세서들과, 하나 이상의 메모리들을 갖는다.

[0075] 그러한 정보 및 프로그램 명령어들이 특별히 구성된 컴퓨터 시스템 상에서 구현될 수 있기 때문에, 그러한 시스템은 컴퓨터 판독가능 매체 상에 저장될 수 있는 본 명세서에 기재된 다양한 동작들을 수행하기 위한 프로그램 명령어들/컴퓨터 코드를 포함한다. 기계-판독가능 매체의 예들은 하드 디스크들, 플로피 디스크들, 및 자기 테이프와 같은 자기 매체와; CD-ROM 디스크들과 같은 광학 매체와; 광학 디스크들과 같은 자기-광학 매체와; 판독 전용 메모리 디바이스들(ROM) 및 랜덤 액세스 메모리(RAM)와 같이 프로그램 명령어들을 저장 및 수행하도록 특별히 구성되는 하드웨어 디바이스들을 포함하지만, 여기에 한정되지 않는다. 프로그램 명령어들의 예들은 컴파일러에 의해 생성된 것과 같은 기계 코드와, 해석기를 이용하여 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 높은 레벨의 코드를 포함하는 파일들을 모두 포함한다.

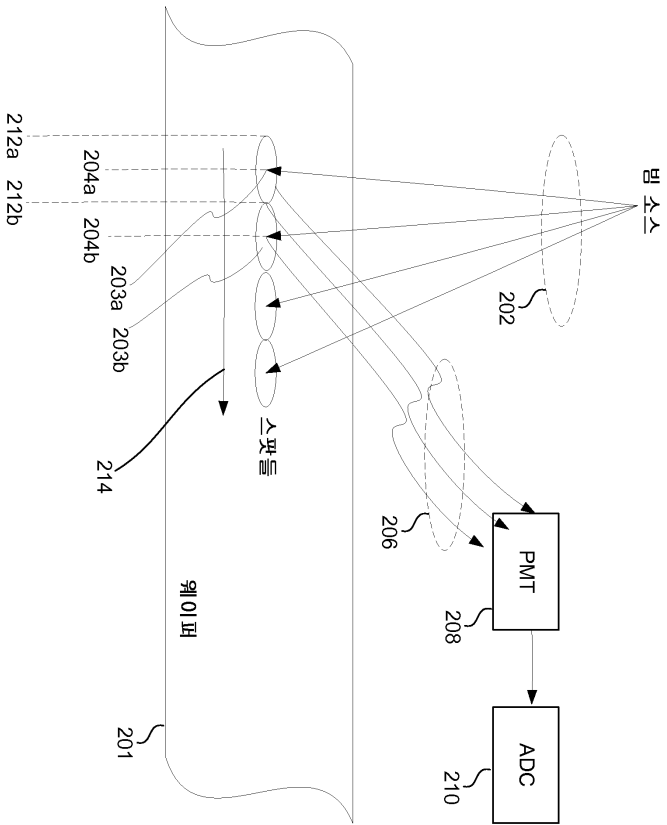
[0076] 이전의 본 발명이 이해의 명확함을 위해 약간 상세하게 기재되었지만, 특정한 변화들 및 변형들이 첨부된 청구항의 범주 내에서 실시될 수 있다는 것이 명백할 것이다. 본 발명의 프로세스들, 시스템들 및 장치를 구현하는 많은 대안적인 방식들이 있다는 것이 주지되어야 한다. 따라서, 본 실시예들은 제한적이 아니라 예시적인 것으로 간주될 것이고, 본 발명은 본 명세서에 주어진 세부사항들에 한정되지 않는다.

도면

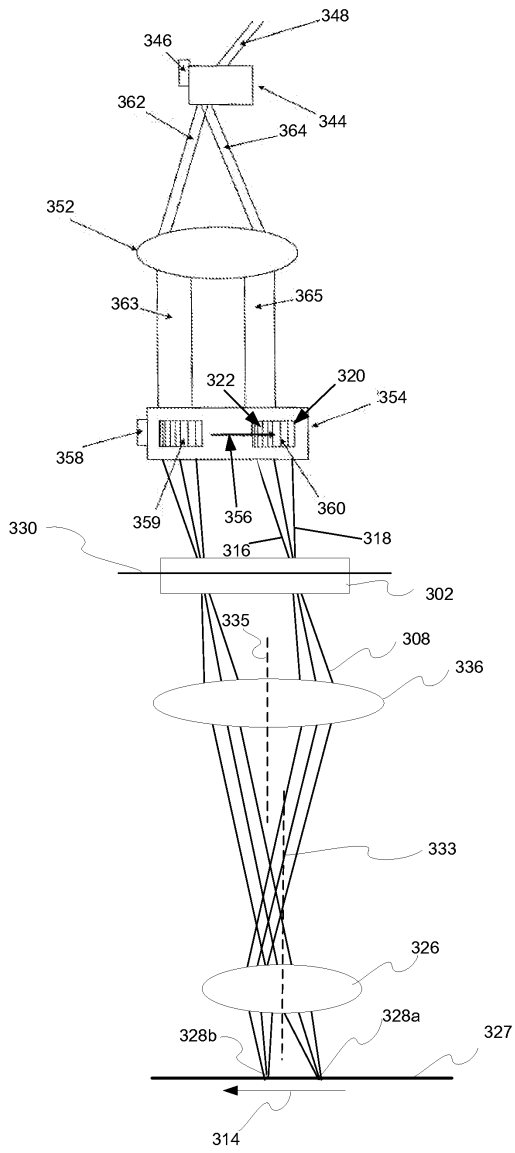
도면1



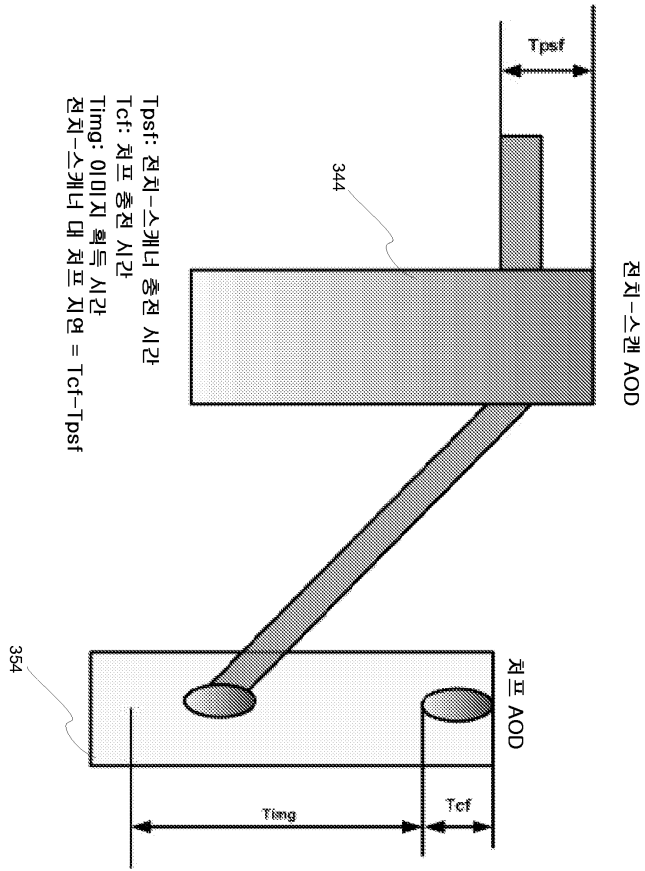
도면2



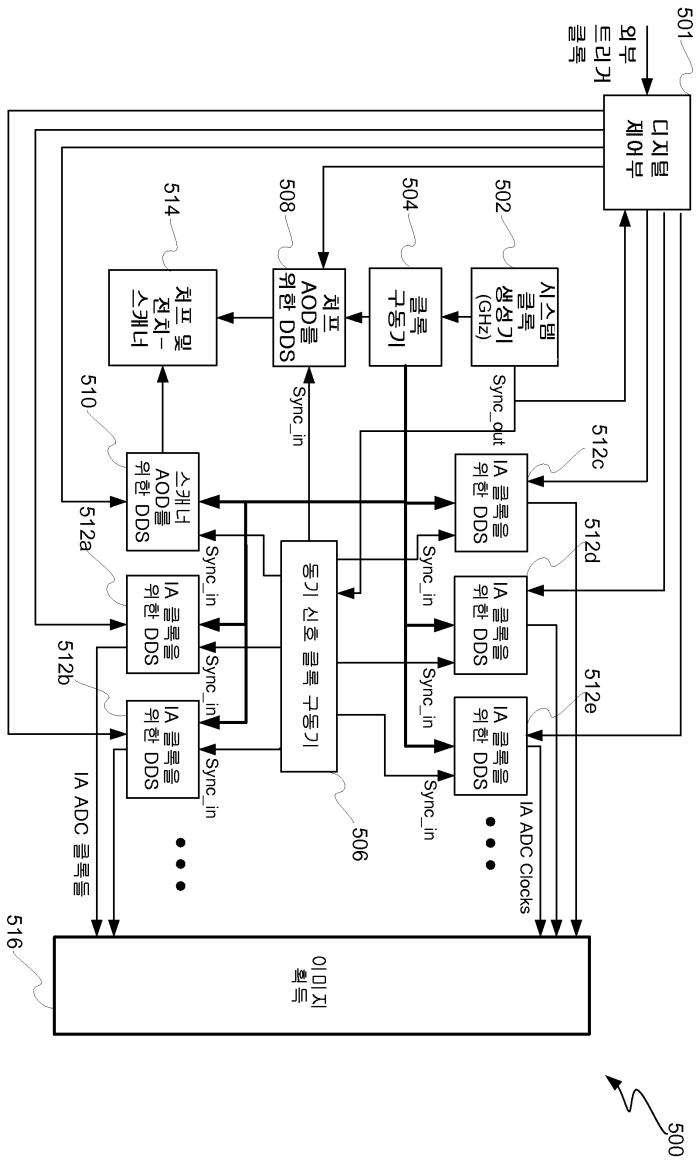
도면3



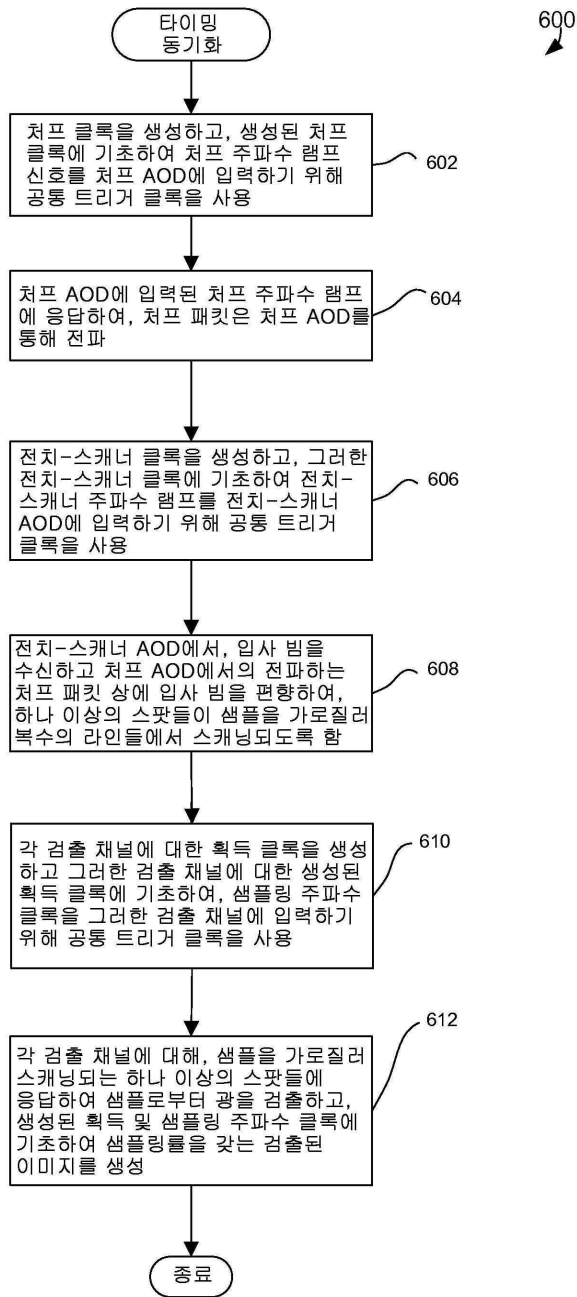
도면4



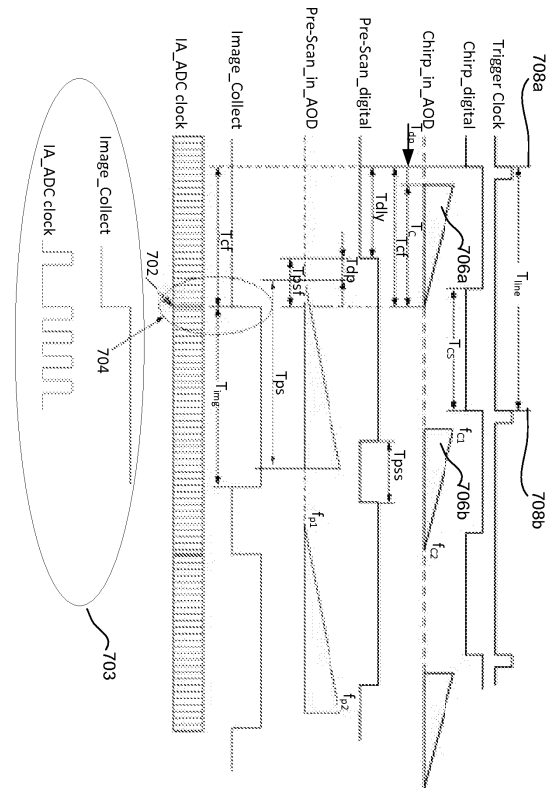
도면5



도면6



도면7



도면8

