



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2018-0085004  
 (43) 공개일자 2018년07월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)  
 H01L 21/67 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 G03F 7/7085 (2013.01)  
 G03F 7/70866 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7017948
- (22) 출원일자(국제) 2016년11월23일  
 심사청구일자 2018년06월25일
- (85) 번역문제출일자 2018년06월25일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/078545
- (87) 국제공개번호 WO 2017/089391  
 국제공개일자 2017년06월01일
- (30) 우선권주장  
 15196359.2 2015년11월25일  
 유럽특허청(EPO)(EP)

- (71) 출원인  
 에이에스엠엘 네델란드 비.브이.  
 네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
- (72) 발명자  
 니프스, 패트리키우스, 요코버스  
 네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
 니디아노브, 스토안  
 네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
 특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 15 항

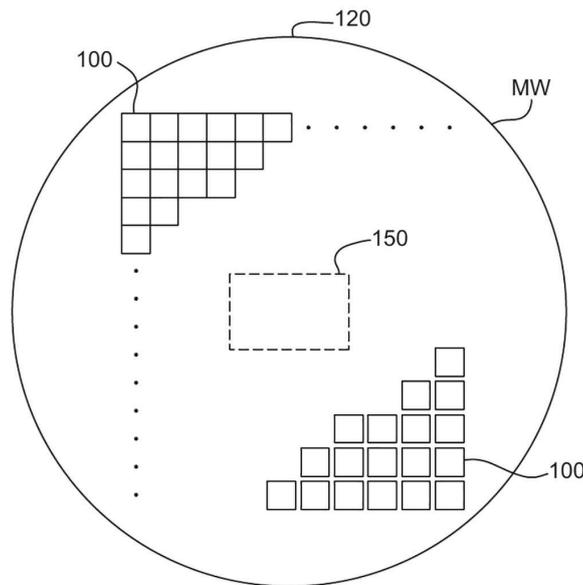
**(54) 발명의 명칭 측정 기관 및 측정 방법**

**(57) 요약**

작동 중 생산 기관을 처리하는 장치에 속하는 상태를 측정하기 위한 측정 기관으로서, 상기 측정 기관은, 상기 측정 기관이 상기 장치와 양립할 수 있도록 생산 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는 본체; 상기 본체 내의 복수의 센서 모듈 - 각각의 센서 모듈은,

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도4



아날로그 측정 신호를 생성하도록 구성된 센서로서, 적어도 하나의 온도 센서 또는 스트레인 센서(strain sensor)를 포함하는 센서;

상기 아날로그 측정 신호로부터 디지털 측정 정보를 생성하도록 구성된 아날로그-디지털 변환기; 및

상기 디지털 측정 정보를 출력하도록 구성된 모듈 제어기 -; 및

상기 모듈 제어기들 각각으로부터 상기 디지털 측정 정보를 수신하고 상기 디지털 측정 정보를 외부 장치와 통신하도록 구성된 중앙 제어 모듈

을 포함한다.

(52) CPC특허분류

*H01L 21/67248* (2013.01)

*H01L 22/34* (2013.01)

(72) 발명자

**블록스, 루드, 헨드리쿠스, 마르티누스, 요하네스**

네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324

**베르빌런, 요하네스, 페트루스, 마르티누스, 베르  
나르두스**

네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324

**델 라 로제트, 요하네스, 폴, 마리**

네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324

**로렌트, 티보, 시몬 마테**

네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324

**마킨와, 코피, 아폴라비, 앤서니**

네덜란드, 5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

작동 중 생산 기판을 처리하는 장치에 속하는 상태를 측정하기 위한 측정 기관으로서,  
 상기 측정 기관이 상기 장치와 양립할 수 있도록 생산 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는 본체;  
 상기 본체 내의 복수의 센서 모듈 - 각각의 센서 모듈은,  
 아날로그 측정 신호를 생성하도록 구성된 센서로서, 적어도 하나의 온도 센서 또는 스트레인 센서(strain sensor)를 포함하는 센서;  
 상기 아날로그 측정 신호로부터 디지털 측정 정보를 생성하도록 구성된 아날로그-디지털 변환기; 및  
 상기 디지털 측정 정보를 출력하도록 구성된 모듈 제어를 포함함 -; 및  
 상기 모듈 제어기를 각각으로부터 상기 디지털 측정 정보를 수신하고 상기 디지털 측정 정보를 외부 장치와 통신하도록 구성된 중앙 제어 모듈  
 을 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 각각의 센서 모듈은 디지털 측정 정보를 저장하도록 구성된 저장 디바이스를 더 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 3

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 각각의 센서 모듈은 상기 아날로그 측정 신호를 증폭하도록 구성된 증폭기를 더 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 4

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 중앙 제어 모듈은 상기 디지털 측정 정보를 저장하도록 구성된 중앙 저장 디바이스를 더 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 5

제2항에 있어서, 각각의 센서 모듈은 상기 아날로그 측정 신호를 증폭하도록 구성된 증폭기를 더 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 온도 센서는 바이폴라 트랜지스터를 포함하는 측정 기관.  
 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 스트레인 센서는 적어도 바이폴라 트랜지스터 또는 저항 센서를 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 센서 모듈은 제1방향으로의 스트레인을 측정하도록 구성된 제1 스트레인 센서와 상기 제1방향에 직교하는 제2방향으로의 스트레인을 측정하도록 구성된 제2스트레인 센서를 포함하는 측정 기관.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 센서 모듈은 온도 센서와 스트레인 센서를 포함하는 측정

기관.

**청구항 9**

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 100 개를 초과하는 센서 모듈을 포함하는 측정 기관.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 센서는 상기 본체 내에 내장된 측정 기관.

**청구항 11**

생산 기관을 처리하기 위한 장치에서의 상태를 측정하기 위한 방법으로서,

측정 기관이 상기 장치와 양립할 수 있도록 상기 생산 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는 측정 기관을 상기 장치에 로딩하는 단계 - 상기 측정 기관은, 중앙 제어 모듈 및 복수의 센서 모듈을 가지며, 각각의 센서 모듈은 센서 및 아날로그-디지털 변환기를 포함하고, 상기 센서는 적어도 온도 센서 또는 스트레인 센서를 포함함 - ;

상기 센서를 동작시켜 아날로그 측정 신호를 생성하는 단계;

상기 아날로그 측정 신호를 디지털 측정 정보로 변환하기 위해 아날로그-디지털 변환기를 사용하는 단계;

상기 디지털 측정 정보를 상기 중앙 제어 모듈로 전송하는 단계; 및

상기 디지털 측정 정보를 상기 중앙 제어 모듈로부터 외부 장치로 출력하는 단계를 포함하는 측정 방법.

**청구항 12**

제12항에 있어서, 상기 장치는 리소그래피 장치인 측정 방법.

**청구항 13**

제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 출력 단계 이전에 상기 장치로부터 상기 측정 기관을 언로딩하는 단계를 더 포함하는 측정 방법.

**청구항 14**

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 센서를 작동시키는 단계는 상기 장치가 기관들을 처리하기 위한 프로세스의 적어도 일부를 수행하는 동안 수행되는 측정 방법.

**청구항 15**

제16항에 있어서, 상기 센서를 작동시키는 단계는 기관들을 처리하기 위한 프로세스의 일부 동안 수회 수행되는 측정 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 2015년 11월 25일에 출원된 유럽 출원 15196359.2의 우선권을 주장하며, 이는 본 명세서에서 그 전문이 인용참조된다.

[0002] 본 발명은 가령, 리소그래피 장치, 메트롤로지 장치 또는 프로세스 장치에서 사용하기 위한 측정 기관 및 측정 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 리소그래피 장치는 기관 상에, 일반적으로 기관의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어, 집적 회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 그 경우, 대안적으로 마스크 또는 레티클이라 칭

하는 패터닝 디바이스가 IC의 개별 층 상에 형성될 회로 패턴을 생성하는데 사용될 수 있다. 이 패턴은 기관(예를 들어, 실리콘 웨이퍼) 상의 타겟부(예를 들어, 다이의 일부, 하나의 다이 또는 수 개의 다이를 포함) 상으로 전사될 수 있다. 패턴의 전사는 전형적으로 기관 상에 제공된 방사선-감응재(레지스트)의 층 상으로의 이미징을 통해 이루어진다. 일반적으로, 단일 기관은 연속적으로 패턴화되는 인접한 타겟부들의 네트워크를 포함할 것이다. 공지된 리소그래피 장치는 한번에 타겟부 상에 전체 패턴을 노광함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 소위 스테퍼, 및 방사선 빔을 통해 패턴을 주어진 방향("스캐닝" 방향)으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되면서, 기관을 동기적으로 이러한 방향과 평행하게 또는 역 평행하게 스캐닝하는, 소위 스캐너를 포함한다. 패턴을 기관 상에 임프린트(imprint)함으로써 패턴 디바이스로부터 기관으로 패턴을 전사하는 것도 가능하다.

[0004] 침지 기술은 리소그래피 시스템에 도입되어 보다 작은 피처의 개선된 해상도를 가능하게 한다. 침지 리소그래피 장치에서, 상대적으로 높은 굴절률을 갖는 액체의 액체 층은 (패터닝된 빔이 기관을 향해 투영되는) 장치의 투영 시스템과 기관 사이의 공간에 삽입된다. 액체는 투영 시스템의 최종 렌즈 요소 아래의 웨이퍼의 부분을 덮는다. 따라서, 노광되는 기관의 적어도 일부가 액체에 잠긴다. 침지 액체의 효과는, 노광 방사선이 가스보다 액체에서 더 짧은 파장을 가질 것이기 때문에, 보다 작은 피처의 이미징을 가능하게 하는 것이다. (액체의 효과는 또한 시스템의 유효 개구수(NA)를 증가시키고 또한 초점 심도를 증가시키는 것으로 간주될 수 있다.)

[0005] 상용화된 침지 리소그래피에서, 액체는 물이다. 일반적으로 물은 반도체 제조 공정에서 일반적으로 사용되는 초순수(Ultra-Pure Water; UPW)와 같은 고순도의 증류수이다. 침지 시스템에서, UPW는 종종 정제되고 침지 액체로서의 침지 공간에 공급되기 전에 추가적인 처리 단계를 거칠 수 있다. 고 굴절률을 갖는 다른 액체가 사용될 수 있고, 물 이외에 침지 액체로서 사용될 수 있다: 예를 들어, 플루오로탄화수소(fluorohydrocarbon)와 같은 탄화수소 및/또는 수용액을 포함한다. 또한, 액침 리소그래피에서의 사용을 위해 액체 이외의 다른 유체가 구상되어 왔다.

[0006] 본 명세서에서, 침지 액체가 최종 렌즈 요소와 최종 요소를 대면하는 표면 사이의 공간에 국한되는 국부적 침지에 대한 설명이 참조될 것이다. 대면 표면은 기관 표면 또는 기관 표면과 동일 평면인 지지 스테이지(또는 기관 테이블)의 표면이다. (다음의 문장들에서 기관(W)의 표면에 대한 언급은 달리 명시적으로 언급되지 않는 한, 기관 테이블의 표면을 추가적으로 또는 대안적으로 언급하고, 그 반대도 마찬가지임에 주의해야 한다.) 투영 시스템과 스테이지 사이에 존재하는 유체 핸들링 구조체는 침지 액체를 침지 공간에 한정하기 위해 사용된다. 액체로 채워지는 공간은 기관의 상부 면보다 평면이 작고, 기관과 기관 스테이지가 아래에서 이동하는 동안 공간은 투영 시스템에 대해 실질적으로 정지된 채로 있다. 비제한 침지시스템[소위 '올-웨트' 침지시스템('All Wet' immersion system)]과 배스 침지시스템(bath immersion system)과 같은 다른 침지 시스템이 구상되어져 왔다.

[0007] 침지 리소그래피의 대안은 EUV 리소그래피이며, 여기서 5 nm 내지 20 nm 범위의 파장을 갖는 EUV 방사선 빔이 형성된다. EUV 방사선은 예를 들어 플라즈마 소스 또는 자유 전자 레이저에 의해 생성될 수 있다. EUV 리소그래피에서, 마스크 및 기관을 포함하는 빔 경로는 거의 진공 상태로 유지되고 반사 광학 요소가 주로 사용된다. 이는 EUV 방사선이 대부분의 물질에 의해 강하게 흡수되기 때문이다. 저압의 수소 가스가 존재할 수 있어서, 가령, 플라즈마 소스가 사용될 때 오염 물질을 세정하는데 도움을 준다.

[0008] 리소그래피 장치에서 기관이 노광될 때, 투영 빔으로부터의 에너지는 기관에 의해 흡수되고 따라서 기관은 가열된다. 가열은 노광되는 타겟부에 국부적이며, 따라서 가열로 인한 기관의 임의의 열팽창은 기관의 왜곡을 초래할 수 있다. 기관 왜곡은, 예를 들어 연속적인 층들(layers) 사이의 오버레이 오류 또는 단일 층을 노광하기 위해 여러 번의 패터닝 기술(다중 노광 사용)을 사용하는 경우 동일한 영역의 노광들 사이의 오버레이 오류로도 이어질 수 있다. 발생할 수 있는 가열은 여러 가지 인자들에 따라 달라진다. 이러한 인자들은 전체 기관 또는 단일 스캔에서와 같은 노광의 지속 시간, 광감 층의 세부 사항, 및 침지형 리소그래피 장치에서의 노광 동안의 침지액 유량(flow rate)을 (제한되지 않은 리스트에서) 포함할 수 있다. EUV 리소그래피 장치에서, 국부 가열의 문제점은, 근접 진공 환경이 침지 타입 리소그래피 장치에서의 침지 액체보다 기관으로부터 더 적은 열을 전도하기 때문에 특히 심각할 수 있다. EUV 리소그래피 장치에 존재하는 그러한 가스의 흐름은 기관으로부터의 열의 전도에 영향을 미친다. 따라서, 기관이 노광될 때 발생할 수 있는 기관 왜곡의 성질 및 크기를 예측하는 것이 어렵다. 따라서 왜곡은 테스트 노광에서 오버레이 오류를 측정하여 경험적으로 결정되었다. 그러나, 이러한 접근법으로는, 기관의 열 변형에 의해 야기된 오버레이 오차를 다른 원인으로부터 유도된 오버레이 오차로부터 분리하는 것이 어렵다.

[0009] 캘리포니아, 밀피타스의 KLA-Tencor에 의해 공급되는 열 테스트 기관(또는 웨이퍼)가 공지되어 있다. 이 열 테스트 기관에는 약 10 ~ 100 개의 음의 온도 계수 온도 센서가 포함된다. 온도 센서는 300 mm 실리콘 웨이퍼의

다양한 지점에 고정되어 있다. 온도 센서는 기관의 중심에 위치한 판독 전자 장치에 연결된다. 열 테스트 기관은 생산 웨이퍼의 대략적인 치수를 가지고 있다. 열 테스트 기관은 생산 기관인 것처럼 리소그래피 장치를 통해 처리된다. 열 테스트 기관은 음의 온도 계수 온도 센서에 의해 기록된 온도를 주기적으로 기록한다. 그러나, 이러한 열 테스트 기관은 보다 작은 임계 치수의 패턴을 이미지화 하고자 하는 요구에 의해 부과된 오버레이 오차에 대한 엄격한 한계를 충족시키기에 충분한 정확한 정보를 제공하지 못한다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0010] 예를 들어, 작동하는 동안 리소그래피 장치 내에서 존재하는 상태(prevaling conditions)의 정확한 측정을 가능하게 하는 수단을 제공하는 것이 바람직하다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 작동 중 생산 기관을 처리하는 장치에 속하는 상태를 측정하기 위한 측정 기관이 제공되며, 상기 측정 기관은,

[0012] 측정 기관이 장치와 양립할 수 있도록 생산 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는 본체;

[0013] 상기 본체 내의 복수의 센서 모듈 - 각각의 센서 모듈은,

[0014] 아날로그 측정 신호를 생성하도록 구성된 센서로서, 적어도 하나의 온도 센서 또는 스트레인 센서(strain sensor)를 포함하는 센서;

[0015] 상기 아날로그 측정 신호로부터 디지털 측정 정보를 생성하도록 구성된 아날로그-디지털 변환기; 및

[0016] 상기 디지털 측정 정보를 출력하도록 구성된 모듈 제어를 포함함 -; 및

[0017] 상기 모듈 제어기를 각각으로부터 상기 디지털 측정 정보를 수신하고 상기 디지털 측정 정보를 외부 장치와 통신하도록 구성된 중앙 제어 모듈을 포함한다.

[0018] 본 발명의 일 실시 형태에 따르면, 생산 기관을 처리하기 위한 장치에서의 상태를 측정하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은,

[0019] 측정 기관이 장치와 양립할 수 있도록 생산 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는 측정 기관을 장치에 로딩하는 단계 - 상기 측정 기관은, 중앙 제어 모듈 및 복수의 센서 모듈을 가지며, 각각의 센서 모듈은 센서 및 아날로그-디지털 변환기를 포함하고, 상기 센서는 적어도 온도 센서 또는 스트레인 센서를 포함함 - ;

[0020] 상기 센서를 동작시켜 아날로그 측정 신호를 생성하는 단계;

[0021] 상기 아날로그 측정 신호를 디지털 측정 정보로 변환하기 위해 아날로그-디지털 변환기를 사용하는 단계;

[0022] 상기 디지털 측정 정보를 상기 중앙 제어 모듈로 전송하는 단계; 및

[0023] 상기 디지털 측정 정보를 상기 중앙 제어 모듈로부터 외부 장치로 출력하는 단계를 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

[0024] 본 발명의 실시 예는 첨부된 개략적인 도면을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이며, 여기서 대응하는 참조 부호는 대응하는 부분을 나타내고;

도 1은 리소그래피 장치를 개략적으로 도시하고,

도 2는 리소그래피 투영 장치에 사용하기 위한 2 개의 침지 액체 한정 구조체를 개략적으로 도시하며,

도 3은 리소그래피 투영 장치에 사용하기 위한 2 개의 다른 침지 액체 한정 구조체를 개략적으로 도시하는 측 단면도이며,

도 4는 일 실시 예에 따른 측정 기관을 도시하고,

도 5는 일 실시 예에 따른 측정 기관의 센서 모듈을 도시하고,

도 6은 일 실시 예에 따른 측정 기관의 센서를 도시하고,

- 도 7은 일 실시 예에 따른 측정 기관의 다른 센서를 도시하고,
- 도 8은 일 실시 예에 따른 측정 기관의 다른 센서를 도시하고,
- 도 9는 일 실시 예에 따른 측정 기관의 중앙 제어 모듈을 도시하고,
- 도 10은 다운로드 스테이션 내의 일 실시 예에 따른 측정 기관을 도시하고, 또한
- 도 11은 일 실시 예에 따른 측정 방법의 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예가 사용될 수 있는 리소그래피 장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는, 방사선 빔(B)(예를 들어, UV 방사선 또는 임의의 다른 적절한 방사선)을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템(일루미네이터)(IL), 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)를 지지하도록 구성되고 특정 파라미터들에 따라 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키도록 구성된 제 1 위치 설정 디바이스(PM)에 연결되는 마스크지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MA)를 포함한다. 상기 장치는 또한 기관(예를 들어, 레지스트 코팅된 웨이퍼)(W)을 유지하도록 구성되고, 특정 파라미터들에 따라 기관을 정확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치 설정 디바이스(PW)에 연결되는 기관 테이블(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT) 또는 "기관 지지부"를 포함한다. 상기 장치는 기관(W)의 타겟부(C)(예를 들어, 하나 이상의 다이들 포함함) 상에 패터닝 디바이스(MA)에 의해 방사선 빔(B)에 부여된 패턴을 투영하도록 구성된 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템)(PS)을 더 포함한다.
- [0026] 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형(shaping) 또는 제어하기 위해 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 유형의 광학 구성 요소 또는 이들의 조합과 같은 다양한 유형의 광학 구성 요소를 포함할 수 있다.
- [0027] 마스크지지 구조체는 패터닝 디바이스를 지지, 즉 그 무게를 지탱한다. 이는 패터닝 디바이스의 방향, 리소그래피 장치의 설계, 및 예를 들어 패터닝 디바이스가 진공 환경에 유지되는지의 여부와 같은 다른 조건에 의존하는 방식으로 패터닝 디바이스를 유지한다. 마스크지지 구조체는 기계, 진공, 정전기 또는 다른 클램핑 기술을 사용하여 패터닝 디바이스를 유지할 수 있다. 마스크지지 구조체는 예를 들어 프레임 또는 테이블일 수 있으며, 필요에 따라 고정되거나 이동할 수 있다. 마스크지지 구조체는 패터닝 디바이스가 예를 들어 투영 시스템에 대해 원하는 위치에 있도록 보장할 수 있다. 본 명세서의 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.
- [0028] 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하여 기관의 타겟 부에 패턴을 생성하는데 사용될 수 있는 임의의 디바이스를 지칭하는 것으로 폭 넓게 해석되어야 한다. 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예를 들어 패턴이 위상-시프팅 피처 또는 소위 어시스트 피처를 포함하는 경우, 기관의 타겟부에서의 원하는 패턴과 정확히 일치하지 않을 수 있음을 알아야 한다. 일반적으로, 방사선 빔에 부여된 패턴은 집적 회로와 같이 타겟부에 생성되는 디바이스의 특정 기능 층에 해당할 것이다.
- [0029] 패터닝 디바이스는 투과형 또는 반사형일 수 있다. 패터닝 디바이스의 예는 마스크, 프로그래밍 가능한 거울 어레이 및 프로그래밍 가능한 LCD 패널을 포함한다. 마스크는 리소그래피에서 잘 알려져 있으며 바이너리, 교번 위상 이동 및 감쇠 위상 이동과 같은 마스크 유형은 물론 다양한 하이브리드 마스크 유형을 포함한다. 프로그래밍 가능한 거울 어레이의 예는 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 경사질 수 있는 작은 거울의 매트릭스 배열을 사용한다. 경사진 거울은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.
- [0030] 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용될 노광 방사선을 위하여, 또는 칩지액의 사용 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들을 위하여 적합하도록 굴절, 반사, 카타디옵트릭, 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 임의의 유형의 투영 시스템을 포괄하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.
- [0031] 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 투과 마스크를 채택하는) 투과형이다. 대안적으로, 상기 장치는 (예를 들어, 위에서 언급된 바와 같은 유형의 프로그래밍 가능한 거울 어레이를 채택하거나 반사 마스크를 채택하는) 반사형일 수 있다.
- [0032] 리소그래피 장치는 2 개 (듀얼 스테이지) 이상의 기관 테이블 또는 "기관 지지체" (및/또는 2 이상의 마스크 테이블 또는 "마스크 지지체")를 갖는 형태일 수 있다. 이러한 "다단계" 기계에서는 추가 테이블 또는 지지대를

병행하여 사용할 수 있으며 하나 이상의 다른 테이블 또는 지지대를 노광에 사용하는 동안 하나 이상의 테이블 또는 지지대에서 준비 단계를 수행할 수 있다.

[0033] 또한, 리소그래피 장치는 기관의 적어도 일부가 상대적으로 높은 굴절률을 갖는 액체, 예를 들어, 액체로 덮일 수 있는 타입일 수 있다. 투영 시스템과 기관 사이의 공간을 채우기 위해 물을 포함한다. 또한, 침지 액체는 리소그래피 장치의 다른 공간, 예를 들어, 마스크와 투영 시스템 사이에 적용될 수 있다. 침지 기술은 투영 시스템의 개구수를 증가시키는데 사용될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "침지"라는 용어는 기관과 같은 구조체가 액체 내에 잠겨져야 함을 의미하는 것이 아니라 오히려 액체가 노광 중에 투영 시스템과 기관 사이에 위치한다는 것을 의미한다.

[0034] 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(SO)로부터 방사선 빔을 수용한다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저 인 경우, 상기 소스 및 리소그래피 장치는 별개의 개체일 수 있다. 그러한 경우에, 상기 소스는 리소그래피 장치의 일부를 형성하는 것으로 고려되지 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 확장기를 포함하는 빔 전달 시스템(BD)의 도움으로 상기 소스(SO)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 다른 경우들에서, 상기 소스는, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 방사선 소스(SO) 및 일루미네이터(IL)는 필요에 따라 빔 전달 시스템(BD)과 함께 방사선 시스템으로 지칭될 수 있다.

[0035] 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하도록 구성된 조정기(AD)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 필드 평면 내의 세기 분포의 적어도 외 반경 및/또는 내 반경 크기(일반적으로 각각  $\sigma$ -외측 및  $\sigma$ -내측으로 지칭됨)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 적분기(IN) 및 콘덴서(CO)와 같은 다양한 다른 구성 요소를 포함할 수 있다. 일루미네이터는 단면에 원하는 균일성과 세기 분포를 갖도록 방사선 빔을 컨디셔닝하는데 사용될 수 있다.

[0036] 방사선 빔(B)은 마스크지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블(MT)) 상에 유지되는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크(MA)) 상에 입사되고, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝 된다. 마스크(MA)를 가로질러, 방사선 빔(B)은 기관(W) 상의 타겟 부(C) 상에 빔을 포커싱하는 투영시스템(PS)을 관통한다. 제 2 위치 설정 디바이스(PW) 및 위치 센서(IF)(예를 들어, 간섭계 디바이스, 선형 인코더 또는 용량성 센서)의 도움으로, 가령 방사선 빔(B)의 경로 내에 상이한 타겟부들(C)을 위치시키도록, 기관 테이블(WT)은 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 위치 설정 디바이스(PM) 및 또 다른 위치 센서(도 1에 명시적으로 도시되지는 않음)는, 가령, 마스크 라이브러리에서 기계적으로 검색한 후 또는 스캔하는 동안, 방사선 빔 (B)의 경로에 대해 마스크(MA)를 정확하게 위치시키도록 사용될 수 있다.

[0037] 일반적으로, 마스크 테이블(MT)의 이동은 제 1 위치 설정 디바이스(PM)의 일부를 형성하는 장-행정 모듈(조대 위치 설정) 및 단-행정 모듈(미세 위치 설정)의 도움으로 실현될 수 있다. 유사하게, 기관 테이블(WT) 또는 "기관 지지부"의 이동은 제 2 위치 설정기(PW)의 일부를 형성하는 장-행정 모듈 및 단-행정 모듈을 사용하여 실현될 수 있다. (스캐너와는 대조적으로) 스테퍼의 경우에, 마스크 테이블 (MT)은 단-행정 액츄에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 마스크(MA) 및 기관(W)은 마스크 정렬 마크(M1, M2) 및 기관 정렬 마크(P1, P2)를 사용하여 정렬될 수 있다. 도시된 바와 같은 기관 정렬 마크가 전용 타겟부를 차지하지만, 이들은 타겟부 사이의 공간에 위치할 수 있다[이들은 스크라이브-레인 정렬 마크(scribe-lane alignment mark)로 알려져 있다]. 유사하게, 하나 이상의 다이가 마스크(MA) 상에 제공되는 상황에서, 마스크 정렬 마크는 다이 사이에 위치될 수 있다.

[0038] 제어기(500)는 리소그래피 장치의 전체 동작을 제어하고, 특히 후술하는 동작 프로세스를 수행한다. 제어기(500)는 중앙 처리 장치, 휘발성 및 비 휘발성 저장 수단, 키보드 및 스크린과 같은 하나 이상의 입력 및 출력 장치, 하나 이상의 네트워크 연결 및 하나 이상의 네트워크 연결 및 리소그래피 장치의 다양한 부분들과의 하나 이상의 인터페이스를 포함하는 적절히 프로그래밍된 범용 컴퓨터로서 구현될 수 있다. 제어 컴퓨터와 리소그래피 장치 사이의 일대일 관계는 필요하지 않다는 것을 이해할 것이다. 하나의 컴퓨터는 다수의 리소그래피 장치를 제어할 수 있다. 하나의 리소그래피 장치를 제어하기 위해 다수의 네트워크 컴퓨터가 사용될 수 있다. 또한, 제어기(500)는 리소그래피 장치가 일부를 형성하는 리소 셀(lithocell) 또는 클러스터(cluster) 내의 하나 이상의 관련 공정 장치 및 기관 처리 장치를 제어하도록 구성될 수 있다. 제어기(500)는 또한 리소 셀 또는 클러스터의 감시 제어 시스템 및/또는 랩의 전체 제어 시스템에 종속되도록 구성될 수 있다.

[0039] 아래에 더 설명되는 다운로드 스테이션(600)은 리소그래피 장치의 일부로서 또는 리소그래피 장치 또는 중심 위치에 아마도 가까운 랩 내의 다른 장치로서 제공된다. 다운로드 스테이션은 제어기(500), 감시 제어 시스템 및/또는 설비의 전체 제어 시스템에 접속된다. 다운로드 스테이션은 검사 기관에서 얻은 정보를 분석하도록 프로그

래밍된 컴퓨터 시스템을 통합할 수 있으며, 그렇지 않은 경우 다른 곳에서 수행할 수도 있다.

- [0040] 투영 시스템(PS)의 최종 렌즈 요소와 기관 사이에 액체를 제공하는 장치는 3 개의 일반적인 범주로 분류될 수 있다. 이들은 배스(bath) 유형 장치, 소위 국부화된 침지 시스템 및 올-웨트 침지 시스템이다. 본 발명은 특히 국부적 침지 시스템에 관한 것이다.
- [0041] 국부적 침지 시스템에 대해 제안된 장치에서, 액체 한정 구조체(12)는 투영 시스템(PS)의 최종 렌즈 요소와 투영 시스템에 대항하는 스테이지 또는 테이블의 대면 표면 사이의 침지 공간의 경계의 적어도 일부분을 따라 연장된다. 테이블이 사용 중에 이동되고 거의 고정되어 있지 않기 때문에 테이블의 대향 표면을 이와 같이 지칭한다. 일반적으로, 테이블의 대향 표면은 기관(W), 기관을 둘러싸는 기관 테이블(WT) 또는 양자의 표면이다.
- [0042] 일 실시 예에서, 도 1에 도시된 바와 같은 액체 한정 구조체(12)는 투영 시스템(PS)의 최종 렌즈 요소(100)와 기관 테이블(WT) 또는 기관(W) 사이의 침지 공간의 경계의 적어도 일부를 따라 연장할 수 있다. 일 실시 예에서, 액체 한정 구조체(12)와 기관(W)/기관 테이블(WT)의 표면 사이에 밀봉부가 형성된다. 상기 시일은 가스 시일(16) 또는 침지 액체 시일과 같은 비접촉식 시일일 수 있다. (가스 시일을 구비한 시스템은 유럽 특허 출원 공개 EP-A-1,420,298에 개시되어 있으며, 이는 본원에 참조로서 통합된다.)
- [0043] 액체 한정 구조체(12)는 침지 액체를 침지 공간에 공급하고 한정하도록 구성된다. 액체는 액체 입구에 의해 침지 공간 내로 운반될 수 있고 액체는 액체 출구에 의해 제거될 수 있다.
- [0044] 액체는 가스 밀봉에 의해 침지 공간 내에 한정될 수 있다. 사용시 가스 시일은 액체 한정 구조체(12)의 바닥과 테이블의 대향 표면(즉, 기관(W)의 표면 및/또는 기관 테이블(WT)의 표면) 사이에 형성된다. 가스 시일 내의 가스에는 액체 한정 구조체(12)와 기관(W) 및/또는 기관 테이블(WT) 사이의 갭에 대한 입구를 통해 과소압력 (under pressure)이 제공된다. 가스는 배출구와 연관된 채널을 통해 추출된다. 가스 입구상의 과압, 출구상의 진공 레벨 및 갭의 기하학적 구조는 액체를 한정하는 내부로 고속의 가스 유동이 있도록 구성된다. 액체 한정 구조체(12)와 기관(W) 및/또는 기관 테이블(WT) 사이의 액체상의 가스의 힘은 침지 공간(10) 내의 액체를 제한한다. 이러한 시스템은 미국 특허 출원 공보 US 2004-0207824에 개시되어 있다.
- [0045] 도 3에 도시된 구성과 같은 다른 침지 액체 한정 구조체(12)가 본 발명의 실시 예와 함께 사용될 수 있다.
- [0046] 도 2 및 3은 액체 한정 구조체(12)의 변형 예에 존재할 수 있는 상이한 특징들을 도시한다. 도 2에 예시되고 후술되는 구성은 상술된 리소그래피 장치 및 도 1에 도시된 리소그래피 장치에 적용될 수 있다. 도면의 좌측 하부 및 우측 하부의 특징에 대한 두 서로 다른 구성들이 도시된다. 달리 언급되지 않는 한, 두 디자인은 공통된 특징을 공유한다. 디자인은 다르게 설명하지 않는 한 위에서 설명한 것과 동일한 기능 중 일부를 공유할 수 있다. 여기에 설명된 특징들은 도시된 바와 같이 또는 필요에 따라 개별적으로 또는 조합하여 선택될 수 있다.
- [0047] 도 2는 최종 렌즈 요소의 바닥면 주위의 한정 구조체(12)를 도시한다. 최종 렌즈 요소(100)는 역 절두-원뿔형 형상(inverted frustro-conical shape)을 갖는다. 절두-원추형은 평평한 바닥면과 원추면을 갖는다. 절두-원추형은 평면으로부터 돌출하고 바닥 평면을 갖는다. 바닥 평면은 투영 빔이 통과할 수 있는 최종 렌즈 요소의 하부 표면의 광학적으로 활성인 부분이다. 한정 구조체는 절두-원추형의 적어도 일부를 둘러싼다. 한정 구조체는 절두-원추형의 원추면을 향하는 내면을 갖는다. 내부 표면과 원뿔 표면은 상보적인 형상을 갖는다. 한정 구조체의 상부 표면은 실질적으로 평면이다. 한정 구조체는 최종 렌즈 요소의 절두-원추형 주위에 맞을 수 있다. 액체 한정 구조체의 바닥면은 대체로 평면이고 사용시 바닥면은 테이블 및/또는 웨이퍼의 대향면과 평행할 수 있다. 바닥면과 대향면 사이의 거리는 30 내지 500 마이크로미터, 바람직하게는 80 내지 200 마이크로미터의 범위일 수 있다.
- [0048] 액체 한정 구조체(12)는 최종 렌즈 요소(100)보다 웨이퍼(W) 및 웨이퍼 테이블(WT)의 대면 표면에 더 가깝게 연장된다. 침지 공간(10)은 따라서 액체 한정 구조체(12)의 내부 표면, 절두-원추형 부분의 평면 및 대향 표면 사이에서 형성된다. 사용 중에, 침지 공간(10)은 액체로 채워진다. 액체는 렌즈와 액체 한정 구조체(12) 사이의 상보적인 표면들 사이의 완충 공간의 적어도 일부를 채우고, 실시 예에서 상보적인 내부 표면과 원추형 표면 사이의 침지 공간(10)의 적어도 일부를 채운다.
- [0049] 액체는 액체 한정 구조체(12)의 표면에 형성된 개구를 통해 침지 공간(10)에 공급된다. 액체는 액체 한정 구조체의 내부 표면에서 공급 개구(20)를 통해 공급될 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 액체는 액체 한정 구조체(12)의 하부면에 형성된 하부 공급 개구(23)로부터 공급된다. 하부 공급 개구는 투영 빔의 경로를 둘러싸고, 일련의 개구가 어레이로 형성될 수 있다. 액체는 투영 시스템 아래의 공간을 통한 유동이 층류가 되도록 침지 공간(10)을 채우도록 공급된다. 액체 한정 구조체(12) 아래의 하부 공급 개구(23)로부터의 액체 공급

은 침지 공간(10)으로의 기포의 진입을 추가로 방지한다. 액체 공급은 액체 밀봉으로서 기능한다.

- [0050] 액체는 내부 표면에 형성된 회수 개구(21)로부터 회수될 수 있다. 회수 개구(21)를 통한 액체의 회수는 과소압 (under pressure)의 인가에 의해 이루어질 수 있으며; 상기 공간을 통한 액체 흐름의 속도의 결과로서 상기 회수 개구(21)를 통해 회수될 수 있거나; 또는 회수는 둘 다의 결과일 수 있다. 회수 개구(21)는 평면에서 보았을 때 공급 개구(20)의 반대측에 위치될 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 액체는 우측 구성으로 도시된 바와 같이 액체 한정 구조체(12)의 상부면에 위치한 오버 플로우 개구(24)를 통해 회수될 수 있다. 만약 존재한다면, 오버 플로우는 투영 빔의 경로 주위의 액체 한정 구조체의 상부 주위로 연장될 수 있다는 것을 유의해야 한다.
- [0051] 부가적으로 또는 대안적으로, 액체는 바닥 회수 개구(25, 32)를 통해 액체 한정 구조체(12) 아래에서 회수될 수 있다. 메니스커스(33)는 액체 한정 구조체(12)와 대향 표면 사이에 형성되며 액체 공간 및 가스상 외부 환경 사이에서 더 넓게 작용한다(serve). 하부 회수 개구는 단일 상 흐름으로 액체를 회수할 수 있는 다공성 플레이트(25)일 수 있다. 메니스커스는 액체 한정 구조체에 대한 대향 표면의 상대적 운동동안 다공성 판의 표면 위로 자유롭게 움직일 수 있다. 선택적으로, 하부 회수 개구(25)는 액체 메니스커스(33)를 액체 한정 구조체(12)에 유지(또는 '고정(pin)')시키는 역할을 할 수 있다. 하부 회수 개구는 액체가 회수되는 일련의 핀 개구(pinning opening; 32) 일 수 있다. 핀 개구(32)는 2 상 흐름으로 액체를 회수할 수 있다.
- [0052] 액체 한정 구조체(12)의 내부 표면에 대해 반경 방향 외측으로 선택적으로 가스 나이프 개구(26)가 있다. 가스는 가스 나이프 개구(26)에서 침지 액체의 한정을 돕기 위해 상승된 속도로 가스 나이프 개구(26)를 통해 공급될 수 있다. 공급된 가스는 가습(humidified)될 수 있고 이산화탄소를 포함할 수 있다. 공급된 가스는 본질적으로 이산화탄소 및 수증기로 이루어질 수 있다. 가스 나이프 개구(26)의 반경 방향 외측은 가스 나이프 개구(26)를 통해 공급되는 가스를 회수하기 위한 가스 회수 개구(18)이다.
- [0053] 도 3은 액체 한정 구조체(12)의 또 다른 2 개의 구성을 도시한다. 2 개의 상이한 구성이 도면의 하부 좌측 및 하부 우측상에 특징들을 위해 도시된다. 달리 언급되지 않는 한, 두 디자인은 공통된 특징을 공유한다. 도 2에 공통인 도 3에 도시된 두 가지 구성의 특징은 동일한 참조 번호를 공유한다. 액체 한정 구조체(12)는 절두-원추형의 원뿔 표면을 보완하는 내부 표면을 갖는다. 액체 한정 구조체(12)의 하부면은 절두-원추형의 바닥 평면보다 대향 표면에 더 가깝다.
- [0054] 액체는 액체 한정 구조체(12)의 내면에 형성된 공급 개구를 통해 침지 공간(10)에 공급된다. 공급 개구(34)는 내측 표면의 바닥쪽으로, 아마도 절두-원뿔 형상의 바닥면 아래에 위치된다. 공급 개구(34)는 투영 빔의 경로 둘레로 이격된, 내부 표면 상에 위치된다.
- [0055] 액체는 액체 한정 구조체(12)의 하부면에 있는 회수 개구(25)를 통해 침지 공간(10)으로부터 회수된다. 대면 표면이 액체 한정 구조체(12) 아래로 이동할 때, 메니스커스(33)는 회수 개구(25)의 표면 위에서 대면 표면의 움직임과 같은 방향으로 움직인다. 회수 개구(25)는 다공성 부재로 형성될 수 있다. 액체는 단일 상으로 회수될 수 있다. 일 실시 예에서, 액체는 2 상 흐름으로 회수된다. 2 상 흐름은 액체 및 가스로 분리되는 액체 한정 구조체(12) 내의 챔버(35)에 수용된다. 액체 및 기체는 챔버(35)로부터 분리된 채널(36, 38)을 통해 회수된다.
- [0056] 액체 한정 구조체(12)의 하부 표면의 내부 주변부(39)는 내부 표면으로부터 멀리 떨어진 공간 내로 연장되어 플레이트(40)를 형성한다. 내부 주변부는 작은 개구를 형성하고, 이는 투영 빔의 형상 및 크기와 매칭되도록 사이즈 조정될 수 있다. 플레이트는 그 양 측으로 액체를 격리시키는 기능을 한다. 공급된 액체는 개구를 향해, 내부 구멍을 통해, 그리고 플레이트의 아래에서 주위 회복 개구(25)를 향해 반경 방향 외측으로 흐른다.
- [0057] 일 실시 예에서, 액체 한정 구조체(12)는 내부 부분(12a)과 외부 부분(12b)의 두 부분으로 이루어질 수 있다. 편의를 위해, 이 구성은 도 3의 우측 부분에 도시되어 있다. 두 부분은 대면 표면에 평행한 평면에서 서로 상대적으로 이동할 수 있다. 내측 부분은 공급 개구(34)를 가질 수 있고 오버 플로우 회수부(24)를 가질 수 있다. 외측 부분(12b)은 플레이트(40) 및 회수 개구(25)를 가질 수 있다. 내부 부분은, 두 부분 사이에서 흐르는 액체를 회수하기 위한 중간 회수기(42)를 가질 수 있다.
- [0058] 기관의 노광 동안, 방사선 빔(B)으로부터의 에너지는 기관에 의해 흡수되어 국부적인 가열 및 기관의 열 변형을 유도한다. 온도 변화와 그에 따른 기관의 변형을 예측하는 데 어려움이 있기 때문에 이러한 국소 가열의 오버레이에 미치는 영향을 예측하는 데는 여러 가지 어려움이 있다. 공지된 열 테스트 웨이퍼는 노광 중에 발생하는 온도 변화에 관한 정보를 제공하지만, 본 발명자는 이 정보가 기관 상에 이미징된 피처 크기의 원하는 감소에 의해 동기 부여된 오버레이에서의 원하는 개선을 지원하기에 불충분하다고 결정하였다. 기존 웨이퍼에 의해 얻을 수 있는 정보는 정확도 및 해상도 중 적어도 하나에서 불충분한 데이터 세트를 제공한다. 리소그래피 프로세

스에 대한 고객의 요구 사항에 따라 오버레이와 같이 성능면에서 도구의 사양이 계속 높아졌다. 따라서 이러한 향상된 사양을 쉽게 구현할 수 있는 진단 도구가 바람직하다.

- [0059] 따라서, 본 발명은 기판을 처리하기 위한 장치에서 사용하기 위한 측정 기판(measurement substrate)을 제안한다. 리소그래피 장치 및 개선된 아키텍처를 갖는 리소그래피 장치에 관한 것이다. 측정 기판은 복수의 센서 모듈 및 중앙 제어 모듈이 내장된 장치와 호환/양립 가능한 지수를 갖는 본체(body)를 갖는다. 각각의 센서 모듈은 아날로그 센서 및 아날로그-디지털 변환기를 포함한다. 아날로그-디지털 변환기는 센서가 출력하는 아날로그 측정 신호로부터 디지털 측정 정보를 생성한다. 디지털 측정 정보는 각 센서 모듈의 모듈 제어기에 의해 중앙 제어 모듈로 출력되어 외부 장치로 출력된다. 각 센서 모듈에서 국부적으로 아날로그-디지털 변환을 수행함으로써, 그렇지 않다면 분산된 센서와 중앙 컨트롤러 사이의 긴 통신 회선에서 나타날 노이즈없이 디지털 측정 정보를 얻을 수 있다. 리소그래피 장치의 기판 스테이지에서, 노이즈 소스는 노광 중에 기판지지 장치(60)를 가속시키는데 필요한 강력한 전자기 모터에 의해 발생하는 높은 레벨의 전자기 노이즈이다.
- [0060] 일 실시 예에서, 저장 장치는 디지털 측정 정보의 국부적 저장을 위해 각 센서 모듈에 포함된다. 저장 장치는 간단한 레지스터가 될 수 있다. 이러한 레지스터는 다수의 센서 모듈이 동시 측정을 하도록 허용할 수 있으며, 그 후 중앙 제어 모듈로 비동기적으로 전송된다. 저장 장치는 더 큰 메모리일 수 있으며, 가령, 복수의 측정치를 저장할 수 있는 NAND 플래시 메모리와 같은 비 휘발성 메모리 또는 DRAM과 같은 휘발성 메모리를 포함할 수 있다. 더 큰 메모리는 리소그래피 장치 내의 테스트 프로세스 동안 얻어진 모든 측정이 센서 모듈에 유지되도록 허용할 수 있다. 측정 기판이 높은 레벨의 전자기적 노이즈가 없거나 이로부터 떨어진 환경에 있을 때 측정 값을 메모리에서 중앙 제어 모듈로 전송할 수 있다.
- [0061] 일 실시 예에서, 저장 장치는 추가적으로 또는 대안적으로 중앙 제어 모듈에 포함된다. 중앙 제어 모듈 내의 저장 장치는 다수의 센서에 의한 많은 측정에 관한 측정 정보를 저장하도록 구성될 수 있다. 중앙 제어 모듈에서 단일 저장 장치를 사용하면 제조 비용이 각 센서 모듈에 별도의 저장 장치를 제공하는 비용보다 낮을 수 있다.
- [0062] 일 실시 예에서, 아날로그-디지털 변환 이전에 아날로그 측정 신호를 증폭하기 위해 각 센서 모듈에 증폭기, 가령, 연산 증폭기(op-amp)가 제공된다. 증폭기는 측정의 감도 및/또는 동적 범위를 증가시킬 수 있다.
- [0063] 본 발명의 측정 기판은 다양한 상이한 유형의 센서에 유용한 아키텍처를 제공한다. 일 실시 예에서, 센서는 온도 센서이다. 온도 센서는 장치에 의해 수행되는 프로세스 동안 기판의 임의의 온도 변동을 직접 측정할 수 있게 한다. 일 실시 예에서, 온도 센서는 바이폴라 트랜지스터이다. 바이폴라 트랜지스터는 본체 내부 또는 본체 상에 형성될 수 있으므로 본체 자체의 온도를 직접 측정할 수 있다. 바이폴라 트랜지스터는 작고 정확한 디바이스이므로 고도로 국소화된 측정 값을 얻을 수 있다.
- [0064] 일 실시 예에서, 온도 센서는 음의 온도 계수 센서이다. 음의 온도 계수 센서는 본체 내에 직접 형성될 수 없지만 픽스(fix)되어야 한다. 따라서 음의 온도 계수 센서와 본체 사이에는 약간의 열 저항이 있을 것이다. 결과적인 온도 측정이 정확하지 않거나 측정을 수행하는 데 더 많은 시간이 요구된다. 오차 또는 지연은, 상대적으로 정확한 측정을 위해 음의 온도 계수 센서와 기판이 열적 평형 상태에 있어야 하기 때문에 발생한다.
- [0065] 일 실시 예에서, 센서는 기판에 겪게 되는 스트레인을 직접 측정할 수 있게 하는 스트레인 센서(strain sensor)이다. 이러한 스트레인 센서는 온도 변화로 인한 열 팽창을 예측할 때 발생할 수 있는 부정확성을 방지한다. 스트레인 센서는 인가된 변형율에 따라 저항이 변하는 저항성 스트레인 센서일 수 있다. 저항성 스트레인 센서는 잘 알려져 있고 매우 정확하다. 스트레인 센서는 바이폴라 트랜지스터일 수 있다. 바이폴라 트랜지스터는 본질적으로 온도와 스트레인 모두에 민감하지만 스트레인에 민감하지 않도록 설계될 수 있다. 온도와 스트레인 모두에 민감한 바이폴라 트랜지스터와 온도에만 민감한 바이폴라 트랜지스터를 조합하여 온도와 스트레인의 영향을 격리할 수 있다. 온도 센서로서의 바이폴라 트랜지스터에 대해 전술한 것과 동일한 장점은 바이폴라 트랜지스터에 스트레인 센서로서 적용된다.
- [0066] 일 실시 예에서, 센서는 온도에 민감한 저항체, 예를 들어 서미스터(thermistor)이며, 측정 기판의 본체에 내장된다. 서미스터는 100 ms의 측정 시간에 약 100  $\mu$ K의 온도 분해능을 제공할 수 있다. 서미스터는 실리콘으로 형성될 수 있고 약 0.3 %/K의 온도 계수를 갖는다. 서미스터는 약 100  $\mu$ K의 분해능을 달성하기 위해 동일한 공칭 저항의 기준 저항으로 휘스톤 브리지로 구성될 수 있다.
- [0067] 일 실시 예에서, 2 개의 스트레인 센서가 측정 기판의 주 표면(예를 들어, 리소그래피 장치의 X 및 Y 방향)에 평행한 2 개의 직교 방향의 스트레인을 측정하기 위해 각각의 센서 모듈에 제공된다.
- [0068] 일 실시 예에서, 센서 모듈은 온도 센서 및 스트레인 센서를 모두 포함한다. 센서 모듈에 두 가지 유형의 센서

가 있으면 온도와 스트레인 간의 관계를 직접 측정할 수 있으며 기관에서 온도로 인한 스트레인 모델을 캘리브레이션하는데 사용할 수 있다. 기계적으로 유도된 스트레인을 열에 의한 스트레인으로부터 분리하는 것도 가능하다.

- [0069] 본 발명의 일 실시 예는 생산 기관을 처리하기 위한 장치에서 상태를 측정하는 방법이다. 생산 기관과 양립 가능한 치수를 갖는 측정 기관이 장치 내로 로딩된다. 측정 기관은 중앙 제어 모듈 및 그 안에 내장된 복수의 센서 모듈을 가지며, 각각의 센서 모듈은 센서 및 아날로그-디지털 변환기를 포함한다. 센서는 아날로그 측정 신호를 생성하도록 작동하고 아날로그-디지털 변환기는 아날로그 측정 신호를 디지털 측정 정보로 변환한다. 디지털 측정 정보는 중앙 제어 모듈로 전송되고 중앙 제어 모듈에서 외부 장치로 출력된다. 이 방법을 사용하면 로컬 아날로그-디지털 변환으로 인한 전자기 노이즈의 간섭없이 디지털 측정 정보를 얻을 수 있으므로 긴 통신 경로가 필요하지 않다.
- [0070] 본 발명의 방법은 리소그래피 장치에 사용될 수 있으며, 측정이 행해지는 동안 생산 기관 상에 통상적으로 수행되는 프로세스의 적어도 일부를 수행하도록 작동하여, 프로세스 동안의 온도 변화를 직접적으로 측정한다. 시간 및 공간에서 온도 또는 다른 상태를 측정하기 위해 프로세스 동안에 복수의 측정이 수행될 수 있다.
- [0071] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 측정 기관(MW)을 도시한다. 측정 기관(MW)은 리소그래피 장치와 호환 가능한 본체(120)를 포함한다. 예를 들어, 본체는 직경이 300 mm 인 실질적으로 원형의 평면 본체일 수 있다. 본체는 생산 기관의 두께 및 평탄도에 대한 표준 사양을 충족시킬 수 있으므로, 마치 표준 처리 기관(standard process substrate)인 것처럼 로딩되어 처리될 수 있다. 측정 기관(MW)은 바람직하게는 침지 액체 및 투영 빔에 저항성을 갖는다. 측정 기관(MW)은 침지 액체에 대한 저항성을 제공하기 위해 그 전체 상부 표면에 걸쳐 평탄화 층을 구비할 수 있다. 평탄화 층은 측정 기관이 처리 기관의 평탄도 사양 규격을 충족시키는 것을 보장할 수 있다.
- [0072] 복수의 센서 모듈(100)은 본체(120)에 형성되거나 내장된다. 센서 모듈(100)은 그리드(또는 2 차원 어레이)로 배열될 수 있고 인접하거나 이격되거나 또는 이 둘의 조합일 수 있다. 바람직하게는, 센서 모듈(100)은 본체(120)의 실질적으로 전체 영역에 걸쳐 배치된다. 센서 모듈(120)은 본체(120)의 표면에 평행한 치수가 5mm 미만, 약 1mm이다.
- [0073] 일 실시 예에서, 기관은 웨이퍼 전체에 걸쳐 분포된 다수의 센서를 갖는다. 특정한 센서는 특정 어플리케이션과 관련된 파라미터의 측정을 위해 선택될 수 있다. 센서 어레이의 분포는 특정 측정에 맞게 설계될 수 있다. 이와 같이, 센서 모듈(100)이 선택된 동작 모드로 선택될 때, 다른 센서 모듈들은 스위치 오프될 수 있다. 다른 수의 센서와 센싱 기관 위의 특정 위치에 있는 센서 다음과 같은 (제한되지 않은 목록에서) 여러 이유로 선택될 수 있다: 특정 표면의 피처와 일치하도록 센서 위치 매칭, 측정 기관에 의해 생성된 열 최소화, 표면의 특정 부분상의 포커싱, 센서 오류시 이중화를 가능화, 특정 어플리케이션 또는 실험을 위해 센싱 웨이퍼의 분해능 및 정확도를 최적화.
- [0074] 예를 들어, 선택된 센서는 액체 한정 구조체의 침지 풋프린트(immersion footprint)와 같은 틀의 작동 구성 요소의 피처와 정합하도록 선택될 수 있다. 센서는 측정 기관의 에지에서와 같이 측정 기관의 제한된 표면에서만 선택될 수 있다. 이러한 구성은, 유체가 기관 에지에서 테이블을 통해 회수될 때, 침지 틀에서 간헐적인 유체 유동을 경험할 작동 중에 기관 에지에서 온도를 측정하는 데 적합할 수 있다. 작동 가능한 센서를 최소화하거나 최적화함으로써 센서가 열을 발생시킬 때 측정 기관 작동을 통해 생성된 열은 열 측정에 필요한 구성 요소로 제한된다.
- [0075] 측정 기관(MW)의 표면 상에 분포된 선택 가능한 센서 모듈을 갖는 경우, 단위 면적당 센서의 수, 즉 센서의 밀도는 변화될 수 있고, 따라서 분해능도 변할 수 있다. 따라서, 선택 가능한 센서는 측정 기관의 분해능을 측정 기관의 용도에 따라 변화시킬 수 있다. 선택 가능한 센서의 어레이를 갖는 경우, 하나의 측정 기관은, 상이한 용도로 상이한 측정 기관을 개발해야하는 번거로움없이, 다양한 용도로 적용될 수 있다.
- [0076] 대안적으로, 모든 센서는 측정 프로세스 중에 동작할 수 있지만, 선택된 센서로부터의 데이터만이 분석을 위해 다운로드되거나 사용된다.
- [0077] 일 실시 예에서, 본체(120)는 실리콘 기관이고 센서 모듈들(100)은 표준 CMOS 프로세스에 의해 본체(120)의 상부면에 직접 형성된다. 중앙 제어 모듈(150)은 측정 기관의 전체 동작을 제어한다. 센서 모듈(120)보다 더 크게 도시되어 있지만, 더 작고 어느 곳에서나 위치 할 수 있다. 유사하게, 본체(120)의 중심에 위치하고 "중앙"이라고 언급되었지만, 본체(120)의 임의의 편리한 위치에 위치될 수 있다. 중앙 제어 모듈(150)은 센서 모듈들로부터

터 본체의 대향 표면 상에 위치될 수 있다.

- [0078] 도 5는 센서 모듈(100)을 보다 상세히 도시한다. 센서 모듈(100)은 제 1 센서(101) 및 제 2 센서(102)를 포함한다. 제 1 센서(101)는 온도 센서일 수 있다. 제 2 센서(102)는 스트레인 센서일 수 있다. 다른 형태의 센서가 가능하다. 센서 모듈(100)은 하나의 센서만을 포함할 수 있다. 센서 모듈(100)은 2 개 이상의 센서를 포함할 수 있다. 스위치(미도시)는 센서 모듈(100)의 활성화 또는 비활성화를 가능하게 하도록 제공될 수 있다.
- [0079] 제 1 센서(101) 및 제 2 센서(102)는 아날로그 측정 신호를 출력한다. 제 1 및 제 2 센서는 각각의 증폭기(103, 104)에 접속된다. 증폭기(103, 104)는 각각의 아날로그 측정 신호를 증폭한다. 증폭기(103, 104)는 바람직하게는 제 1 센서(101) 및 제 2 센서(102)에 가능한 가깝게 배치되어 증폭 전에 최소 잡음이 픽업되도록 하고, 증폭기(103, 104)는 연산 증폭기(op-amps)일 수 있다.
- [0080] 아날로그-디지털 변환기들(105, 106)은 증폭기들(103, 104)로부터 증폭된 아날로그 측정 신호들을 수신하고 그로부터 디지털 측정 정보를 생성한다. 아날로그-디지털 변환기(105, 106)는 아날로그-디지털 변환 전에 픽업되는 잡음의 양을 최소화하기 위해 증폭기(103, 104)에 가능하면 가깝게 위치하는 것이 바람직하다.
- [0081] 모듈 제어기(107)는 아날로그-디지털 변환기들(105, 106)로부터 디지털 측정 정보를 수신하여 이를 저장 장치(108)로 향하게 한다. 모듈 제어기는 임의의 편리한 유형의 프로그래밍 가능한 마이크로 제어기일 수 있다. 저장 장치(108)는 NAND 플래시와 같은 비 휘발성 메모리 또는 DRAM 또는 SRAM과 같은 휘발성 메모리일 수 있다. 관독 모드에서, 모듈 제어기(107)는 저장 장치(108)로부터 디지털 측정 정보를 관독하고 이를 데이터 버스(110)로의 전송을 위해 모듈 인터페이스(109)에 제공한다. 에러 검출 및/또는 정정 코드는 전송 전에 디지털 측정 정보에 부가될 수 있다. 센서 모듈(100)은 수행된 각각의 측정이 데이터 버스(110) 상으로 직접 출력되는 즉시 관독 모드에서 동작할 수 있다. 이러한 모드 저장 장치(108)는 단순한 레지스터일 수 있다. 센서 모듈(100)은 일괄 관독 모드(batch readout mode)에서 동작할 수 있는데, 이 모드에서, 측정은 가령 폴링 요청(polling request)에 대한 응답과 같은 지연 후에 데이터 버스(110) 상에 출력되는 배치들로 수집된다. 그러한 모드에서, 저장 장치(108)는 다수의 측정 배치를 저장할 수 있는 용량을 갖는 것이 바람직하다.
- [0082] 일 실시 예에서, 센서들(101, 102)은 1 내지 100Hz 범위의 샘플링 비율로 측정한다. 1 Hz보다 낮은 비율로 측정할 수도 있다. 리소그래피 장치의 구성 요소의 장기 안정성을 모니터링한다. 아날로그-디지털 변환 후 각 측정에는 단일 바이트만 필요하거나, 오류 감지 및/또는 정정 코드, 타임 스탬프 및 센서 식별자와 같은 메타 데이터로 저장되는 경우 수 바이트가 필요할 수 있다. 따라서, 저장 디바이스(108)는 기껏해야 수십 또는 수백 킬로바이트의 용량을 필요로 한다는 것을 알 수 있다.
- [0083] 센서 모듈(100)을 구성하는 모든 구성 요소는 종래의 기술, 예를 들어, CMOS 공정으로 본체 내에 제조될 수 있다.
- [0084] 데이터 버스(110)는 링 형 또는 허브 형 및 스포크 형 구성의 직렬 버스 또는 병렬 버스일 수 있다. 센서 위의 배선층의 수를 최소화하기 위해, 데이터 버스는 본체(120)의 하부에 형성될 수 있으며, 관통-기판 비아에 의해 센서 모듈에 연결될 수 있다.
- [0085] 도 6은 본 발명의 실시 예에서 온도 및/또는 스트레인 센서로서 사용할 수 있는 바이폴라 접합 트랜지스터라고도 지칭되는 바이폴라 트랜지스터(300)를 도시한다. 도 6은 수직 스케일을 과장한다: 본체의 원 표면 위에 형성된 디바이스의 부분은 매우 얇다. 그럼에도 불구하고, 평탄화 층(320)은 바이폴라 트랜지스터(300) 상부에 제공되어 측정 기관의 상면이 바람직한 평탄도 기준을 만족시킬 수 있도록 해준다.
- [0086] 바이폴라 트랜지스터(300)는 기관 유형이며, p 형인 본체(120)에 형성된 n- 도핑 웰(301)을 포함한다. 이미터 영역(302)은 n- 도핑 웰(301) 내의 p+ 영역으로서 형성된다. 베이스는 n-도핑 웰(301)의 경계에서 n+ 영역(303, 304)에 의해 형성되고, 소스/컬렉터는 n+ 영역(304)에 인접하지만 절연된 p+ 영역에 의해 형성된다. 에미터 베이스와 소스/컬렉터 영역에 대한 연결은 Al 컨덕터(306-309)에 의한 표면 산화물 층(121)의 홀을 통해 이루어질 수 있다. 바이폴라 트랜지스터(300)의 순방향 전압은 온도에 비례하고, 약 1 내지 10 mK의 분해능의 온도 측정을 가능하게 하는 알려진 회로에 의해 측정될 수 있다.
- [0087] 바이폴라 트랜지스터는 네거티브 온도 계수 센서에서 발생하는 열 저항의 간섭없이 본체의 온도를 직접 측정하는데 있어서 유리하다. 바이폴라 트랜지스터는 또한 동일한 전력 소비를 위해 음의 온도 계수 온도 센서보다 약 10 배 더 우수한 분해능을 제공할 수 있다. 바이폴라 트랜지스터는 네거티브 온도 계수 센서를 사용하여 달성할 수 있는 것보다 높은 밀도의 바이폴라 센서가 측정 기관의 본체 상에 존재할 수 있기 때문에 유리할 수 있다. 따라서, 네거티브 온도 계수 센서보다 일반적으로 낮은 정밀도를 갖는 바이폴라 트랜지스터에도 불구하고, 더

높은 해상도가 달성될 수 있다. 단위 면적 당 더 많은 수의 센서를 사용할 때 온도 측정의 정확도가 향상될 수 있다.

- [0088] 도 7은 본 발명의 일 실시 예에서 온도 및/또는 스트레인 센서로서 또한 사용될 수 있는 수직 NPN 타입의 바이폴라 트랜지스터(400)를 도시한다. 도 7은 수직 스케일을 과장한다: 본체의 원 표면 위에 형성된 디바이스 부분은 매우 얇다. 그럼에도 불구하고, 평탄화 층(420)이 바이폴라 트랜지스터(400) 위에 제공되어 측정 기관의 상부 표면이 원하는 평탄도 기준을 만족시키도록 할 수 있다.
- [0089] 바이폴라 트랜지스터(400)는 p 형인 본체(120) 내에 형성된 n-도핑 딥 웰(401)을 포함한다. p-도핑 웰(402) 및 n-도핑 웰(403)은 n-도핑 딥 웰(401) 내에 형성된다. 이미터 영역(404)은 p-도핑 웰(402) 내의 n+ 영역으로서 형성된다. 베이스는 p+ 영역(405, 407)에 의해 p-도핑 웰(402)의 경계에서 형성되고, 소스 및 컬렉터는 n-도핑 웰(403) 내의 n+ 영역(406)에 의해 형성된다. 에미터 베이스와 소스/컬렉터 영역에 대한 연결은 산화물 층 전도체(408 내지 411)를 포함한다. 바이폴라 트랜지스터(400)의 순방향 전압은 온도에 비례하며, 약 1 내지 10 mK의 분해능의 온도 측정을 가능하게 하는 공지된 회로에 의해 측정될 수 있다.
- [0090] 센서(101 또는 102)로서 사용할 수 있는 포일 스트레인 게이지(500)가 도 8에 도시되어 있다. 이러한 센서는 측정 기관(MW)에 사용될 수 있는 스트레인 센서의 예이다. 포일 스트레인 게이지(500)는 스트레인이 측정되는 방향으로 정렬된 다수의 평행 길이를 갖는 지그재그 배열로 배치된 와이어(501)를 포함한다. 와이어(501)는 본체(120)의 표면에 부착된 포일 패키지 내에 캡슐화된다. 본체(120)의 임의의 변형은 지그재그 배열의 길이(a)를 변화시키며 가령 증가한다. 길이(a)에서의 변화는 와이어(501)의 길이의 총 변화를 주기 위해 와이어의 평행 길이의 수와 곱해지므로, 와이어(501)의 저항에 있어서 측정 가능한 변화가 발생한다. 단자(503)는 센서 모듈에 연결된다.
- [0091] 포일 스트레인 게이지(500)는 약 50  $\mu\text{m}$ 의 두께 및 약 50  $\text{mm}^2$ 의 면적을 가질 수 있다. 따라서 포일 스트레인 게이지는 바이폴라 트랜지스터를 센서로 사용하는 센서 모듈보다 훨씬 크기가 커서 스트레인이 온도보다 낮은 분해능으로 측정된다.
- [0092] 본 발명의 일 실시 예에 따른 측정 기관은, 또한 그 전체로서 참조로 여기에 통합된 2015년 7월 15일에 출원된 EP 출원 15177120.1에 기술된 바와 같이, 하나 이상의 활상 장치 및 하나 이상의 압력 센서 모두를 구비할 수 있다. 다른 관련 형태의 센서가 포함될 수 있다.
- [0093] 도 9는 본체(120)에 내장된 중앙 제어 모듈(150)을 보다 상세히 도시하고, 가령, CMOS 프로세스를 사용하여 기관에 직접 제조된다. 중앙 제어 모듈(150)은 센서 모듈(100)보다 본체(120)의 대향 측에 위치될 수 있다. 일 실시 예에서, 중앙 제어 모듈은 예를 들어 정기적으로 주기적인 배열로 각 센서의 위치와 관련하여 센서 모듈(100)의 센서 분포를 교란시키지 않고 센서 모듈(100)의 어레이 내에 위치될 수 있을 정도로 충분히 작을 수 있다.
- [0094] 중앙 제어 모듈(150)은 인터페이스(151)를 포함한다. 인터페이스는 데이터 버스(110) 및 내부 버스(152)와 접속한다. 내부 버스(152)는 또한 무선 통신 모듈(153), 마이크로 제어기(154) 및 저장 디바이스에 또한 연결될 수 있다. 파워는 파워 저장 디바이스(156)에 의해 공급된다. 파워 저장 디바이스는 유도성 충전 유닛(157)에 연결될 수 있다.
- [0095] 도 11은 측정 기관(MW)의 사용 방법을 도시한다.
- [0096] 측정 기관(MW)은 레지스트-코팅된 기관이 노광을 위해 로딩되는 것과 정확히 동일한 방식으로 리소그래피 장치에 로딩된다(S1). 바람직하게는, 리소그래피 장치에 로딩하기 전에 측정 기관(MW)이 감광성 레지스트(photo-sensitive resist)로 코팅될 수 있다. 감광성 레지스트는 본 발명의 방법에서 기능을 갖지 않지만, 측정 기관에 의해 경험되는 조건을 가능한 한 생산 기관에 의해 경험되는 조건에 가깝게 만들기 위해 제공된다. 측정 기관(MW)은 기관 핸들러에 의해 기관 테이블(WT) 상에 배치된다.
- [0097] 일단 리소그래피 장치에 로딩되고 기관 테이블(WT) 상에 배치되면, 측정 기관(MW)은 가령 평탄도 측정과 같은 소정의 사전 자격검증 단계들 S2를 거쳐 측정 기관(MW)을 확인하고 그것이 리소그래피 장치를 손상시키지 않는지를 검증한다. 그러나 생산 기관에 대해 정상적으로 수행되는 완전한 사전 특성화 프로세스는 적용할 필요가 없다. 생산 기관과 동일한 온도 조절 공정이 측정 기관 상에서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0098] 듀얼 스테이션 리소그래피 장치에서, 측정 기관(MW)은 노광 스테이션(ES)으로 이송된다(S3). 측정 기관은 S4 측정을 수행하고 기록하기를 시작한다. 노광용 세트(S5)는 통상의 생산 기관으로서 수행된다. 측정 기관은 S6에서

측정을 중단한다.

- [0099] 일단 모든 원하는 측정치가 수집되면, 측정 기관(MW)은 생산 기관과 동일한 방식으로 장치로부터 언로딩된다(S7). 그러나 처리를 위해 트랙으로 보내지 않고, 측정 기관(MW)은 다운로드 스테이션(600)에 전송된다(S8). 그 실시 예는 도 10에 도시된다. 다운로드 스테이션(600)에서, 저장된 측정치의 데이터는 저장 디바이스(155)로부터 다운로드될 수 있다(S9). 인터페이스(153)는 시리얼(601)을 사용하는 Wi-Fi(TM) 또는 블루투스(TM)와 같은 무선 통신 기술을 통해 다운로드 스테이션 내의 인터페이스(603)에 접속할 수 있다. 파워 저장 디바이스는 가령 무선 유도 충전 시스템을 통해 다운로드 스테이션에서 재충전될 수 있다. 대안적으로, 측정 기관(MW)의 하부 표면에는 저장 디바이스(155)로부터의 이미지 및/또는 측정치 데이터의 다운로드와 파워 저장 디바이스(156)의 충전을 위한 전기 접촉부가 제공될 수 있다.
- [0100] 다운로드된 데이터는 검사된 대상물에서의 임의의 결함 또는 문제점을 식별하기 위해 분석된다(S10). 다운로드된 데이터의 분석은 수동, 자동 또는 수동 및 자동 프로세스의 조합일 수 있다. 자동 분석에는 패턴 인식 또는 기준 데이터와의 비교가 포함될 수 있다.
- [0101] 본 발명의 일 실시 예에서, 측정 기관은 측정 기관을 염두에 두고 설계되지 않은 리소그래피 장치와 함께 사용되므로, 그것이 리소그래피 장치에 있을 때, 리소그래피 장치가 측정 기관과 통신하거나 측정 기관을 제어하기 위한 특정 수단이 제공되지 않는다. 따라서, 측정 기관은 자율적으로 동작하는 것이 바람직하다. 본 발명의 일 실시 예에서, 측정 기관은 리소그래피 장치에 로딩되기 전에 스위치가 켜지자마자 측정치를 기록하고 그것이 언로드되어 다운로드 스테이션(600)에 연결될 때까지 계속하도록 구성된다. 그러나, 이는 대용량의 저장 디바이스(155)를 요구하거나 또는 샘플링 속도가 제한되도록 요구할 수 있다.
- [0102] 일 실시 예에서, 측정 기관은 포함된 클록 또는 개시 이벤트에 관련하여 정의될 수 있는 특정 시간주기 동안의 측정치를 기록하도록 프로그래밍된다. 측정 기록을 위한 시간주기들은 리소그래피 장치를 통한 측정 기관의 미리 결정된 프로그램의 타이밍들과 일치하도록 미리 결정된다.
- [0103] 일 실시 예에서, 측정 기관은 측정 포착을 시작하기 위해 그것이 정확하게 위치되는지를 결정하도록 구성된다. 측정 기관이 리소그래피 장치 내의 그 위치를 결정할 수 있게 하기 위해 다른 센서가 제공될 수 있다.
- [0104] 일 실시 예에서, 리소그래피 장치에는 측정 기관이 기관 테이블 상에 로딩될 때 측정 기관과 통신하기 위한 통신 디바이스가 제공된다. 통신 수단은 가령 Wi-Fi(TM) 또는 블루투스(TM)와 같은 무선 통신 수단이거나 측정 기관 밑면을 통한 유선 연결일 수 있다. 유선 연결이 제공될 수 있다면, 측정 기관에 파워 저장 디바이스(156)를 제공할 필요가 없도록 측정 기관에 파워가 제공될 수도 있다. 통신 디바이스는 기존의 리소그래피 장치에 개조될 수 있다.
- [0105] 통신 디바이스가 리소그래피 장치에 제공되는 경우, 이는 측정치의 캡처를 시작하고 캡처된 측정 데이터를 다운로드하도록 측정 기관을 지시하는데 사용될 수 있다. 일 실시 예에서, 측정 기관에 의해 캡처된 데이터는 노광과 병행하여 다운로드되고 분석된다. 이렇게 하면 문제가 발견되는 즉시 교정 작업을 수행할 수 있다.
- [0106] 본 발명은 리소그래피 장치에서의 상태를 측정하기 위해 측정 기관을 사용하는 것과 관련하여 위에서 설명되었지만, 측정 기관은 또한 메트롤로지 장치와 같은 다른 장치에서의 상태를 측정하는데 사용될 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 측정 기관은 측정 기관이 트랙 내에 존재하는 조건, 예를 들어, 고온을 견딜 수 있다면, 트랙의 프로세스 디바이스에 사용될 수 있다. 일 실시 예에 따른 측정 기관은 테스트 베드 또는 부분 장치에 사용될 수 있다.
- [0107] 본 명세서에서는 IC의 제조에 있어서의 리소그래피 장치의 사용에 대해 구체적으로 언급하였지만, 본 명세서에 설명된 리소그래피 장치는 집적 광학 시스템의 제조, 가이드스 및 자기 도메인 메모리, 평판 디스플레이, 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드 등의 검출 패턴과 같은 다른 애플리케이션을 가질 수 있음을 이해해야 한다. 당업자는, 이러한 대안적인 애플리케이션의 문맥에서, 여기서의 "웨이퍼" 또는 "다이" 라는 용어의 어떠한 사용도, 더 일반적인 용어인 "기관" 또는 "타겟 부"와 동의어로 간주될 수 있음을 이해할 것이다. 본 명세서에서 언급된 기관은 노광 전 또는 후에, 예를 들어 트랙(전형적으로 기관에 레지스트 층을 도포하고, 노광된 레지스트를 현상하는 틀), 메트롤로지 틀 및/또는 검사 틀 내에서 공정 처리될 수 있다. 적용 가능한 경우, 본원의 개시는 그러한 및 다른 기관 프로세싱 틀에 적용될 수 있다. 또한, 기관은 예를 들어 다층 IC를 생성하기 위해 한번 이상 처리될 수 있으므로, 본 명세서에서 사용되는 기관이라는 용어는 이미 하나 또는 다수의 프로세싱된 층을 포함하는 기관을 지칭할 수도 있다.
- [0108] 본 명세서에서 사용되는 "방사선" 및 "빔"이라는 용어는 (예를 들어, 파장이 약 436, 405, 365, 248, 193, 157

또는 126nm 인) 자외선(UV)을 포함하는 모든 유형의 전자기 방사선을 포괄한다. 문맥이 허용하는 "렌즈"라는 용어는 굴절 및 반사 광학 구성 요소를 비롯한 다양한 유형의 광학 구성 요소 중 하나 또는 조합을 나타낼 수 있다.

- [0109] 본 발명의 특정 실시 예들이 상술되었지만, 본 발명은 설명된 것과 다르게 실시 될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0110] 일 실시 예에서, 동작 기관을 동작시키는 동안 생산 기관을 처리하기위한 장치에 속하는 상태를 측정하기위한 측정 기관이 있다. 측정 기관은 본체, 복수의 센서 모듈 및 중앙 제어 모듈을 포함한다. 본체는 측정 기관이 장치와 양립 가능하도록 측정 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는다. 복수의 센서 모듈은 본체에 있다. 각각의 센서 모듈은: 아날로그 측정 신호를 생성하도록 구성된 센서; 상기 아날로그 측정 신호로부터 디지털 측정 정보를 생성하도록 구성된 아날로그-디지털 변환기; 및 상기 디지털 측정 정보를 출력하도록 구성된 모듈 제어기를 포함한다. 중앙 제어 모듈은 각각의 모듈 제어기로부터 디지털 측정 정보를 수신하고 디지털 측정 정보를 외부 장치와 통신하도록 구성된다.
- [0111] 각각의 센서 모듈은 디지털 측정 정보를 저장하도록 구성된 저장 디바이스를 더 포함할 수 있다. 각각의 센서 모듈은 아날로그 측정 신호를 증폭하도록 구성된 증폭기를 더 포함할 수 있다. 중앙 제어 모듈은 디지털 측정 정보를 저장하도록 구성된 중앙 저장 디바이스를 더 포함할 수 있다. 각각의 센서 모듈은 아날로그 측정 신호를 증폭하도록 구성된 증폭기를 더 포함할 수 있다.
- [0112] 센서는 온도 센서를 포함한다. 온도 센서는 바이폴라 트랜지스터를 포함할 수 있다. 센서는 스트레인 센서를 포함할 수 있다. 스트레인 센서는 바이폴라 트랜지스터를 포함한다. 스트레인 센서는 저항성 센서를 포함 할 수 있다.
- [0113] 센서 모듈은 제 1 방향의 스트레인을 측정하도록 구성된 제 1 스트레인 센서 및 제 2 방향의 스트레인을 측정하도록 구성된 제 2 스트레인 센서를 포함할 수 있다. 제 2 방향은 제 1 방향과 직교할 수 있다. 센서 모듈은 온도 센서 및 스트레인 센서를 포함할 수 있다. 측정 기관은 100 개 이상의 센서 모듈을 포함할 수 있다. 센서는 본체에 내장될 수 있다.
- [0114] 본 발명의 실시 예에서, 생산 기관을 처리하기위한 장치에서 상태를 측정하는 방법이 있다. 이 방법은 로딩, 작동, 사용, 전송 및 출력을 포함한다. 로딩시에, 측정 기관이 장치에 적재되며, 측정 기관은 측정 기관이 장치와 양립 가능하도록 생산 기관의 치수와 유사한 치수를 갖는다. 측정 기관은 중앙 제어 모듈 및 복수의 센서 모듈을 갖는다. 각각의 센서 모듈은 센서 및 아날로그-디지털 변환기를 포함한다. 작동시 센서는 아날로그 측정 신호를 생성하도록 작동한다. 사용시 아날로그-디지털 변환기는 아날로그 측정 신호를 디지털 측정 정보로 변환하는 데 사용된다. 전송시 디지털 측정 정보는 중앙 제어 모듈로 전송된다. 그리고 출력시 디지털 측정 정보는 중앙 제어 모듈에서 외부 장치로 출력된다.
- [0115] 상기 장치는 리소그래피 장치일 수 있다. 상기 방법은 상기 출력하기 전에 상기 측정 기관을 상기 장치로부터 언로딩하는 단계를 더 포함할 수 있다. 센서를 작동시키는 것은 장치가 기관을 처리하기위한 프로세스의 적어도 일부를 수행하는 동안 수행될 수 있다. 센서의 작동은 기관을 처리하기위한 공정의 일부 동안 복수 회 수행될 수 있다.
- [0116] 본 명세서에 설명된 임의의 제어기는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램이 리소그래피 장치의 적어도 하나의 구성 요소 내에 위치한 하나 이상의 컴퓨터 프로세서에 의해 관독될 때 각각 또는 그 조합으로 동작할 수 있다. 제어기는 신호를 수신, 처리 및 송신하기위한 임의의 적절한 구성을 각각 또는 조합하여 가질 수 있다. 하나 이상의 프로세서는 적어도 하나의 제어기와 통신하도록 구성된다. 예를 들어, 각각의 제어기는 전술한 방법들에 대한 기계 관독 가능 명령들을 포함하는 컴퓨터 프로그램들을 실행하기위한 하나 이상의 프로세서들을 포함 할 수 있다. 제어기는 그러한 컴퓨터 프로그램을 저장하기위한 데이터 저장 매체 및/또는 그러한 매체를 수용하기위한 하드웨어를 포함할 수 있다. 따라서 제어기(들)은 하나 이상의 컴퓨터 프로그램의 기계 관독 가능 명령에 따라 동작할 수 있다.
- [0117] 본 발명의 하나 이상의 실시 예는 임의의 침지 리소그래피 장치 특히, 그러나 배타적이지는 않지만 앞서 언급된 타입들, 및 침지 액체가 국부적인 표면 영역에만 있는 배스(bath)의 형태로 제공되는지 또는 비한정적인지 여부에 적용될 수 있다. 한정되지 않는 구성에서, 침지 액체는 기관 및/또는 기관 테이블의 표면 위로 유동하여 실질적으로 기관 테이블 및/또는 기관의 커버되지 않은 표면 전체가 습윤될 수 있다. 이러한 비한정 침지 시스템에서, 액체 공급 시스템은 침지 액체를 한정하지 않을 수도 있고 또는 침지 액체 한정의 일부분을 제공할 수도

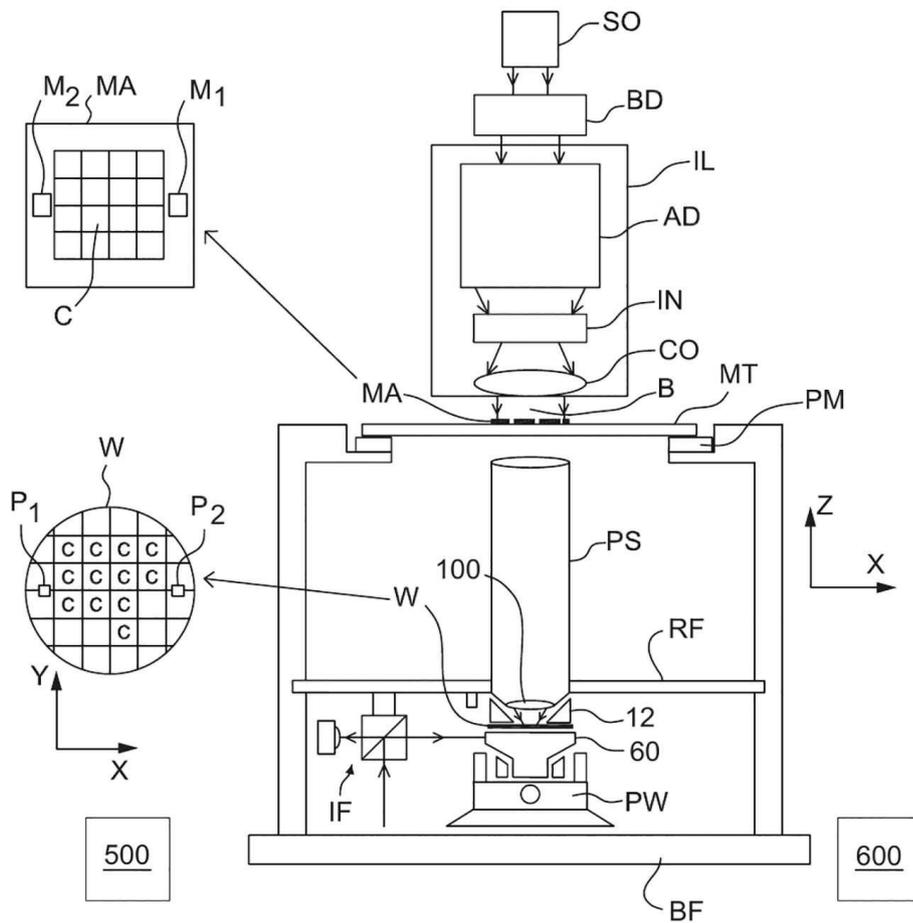
있지만, 침지 액체의 실질적으로 완전한 한정을 제공하지 않을 수 있다.

[0118] 본 명세서에서 고려되는 액체 공급 시스템은 광범위하게 해석되어야 한다. 어떤 실시 예에서, 이는 투영 시스템과 기판 및/또는 기판 테이블 사이의 공간에 침지 액체를 제공하는 메커니즘 또는 구조들의 조합일 수 있다. 그것은 하나 이상의 구조, 하나 이상의 액체 개구를 포함하는 하나 이상의 유체 개구, 하나 이상의 가스 개구 또는 2 상 흐름을 위한 하나 이상의 개구의 조합을 포함할 수 있다. 개구들 각각은 침지 공간으로의 입구(또는 유체 핸들링 구조체로부터의 출구) 또는 침지 공간으로부터의 출구(또는 유체 핸들링 구조체로의 입구)일 수 있다. 일 실시 예에서, 공간의 표면은 기판 및/또는 기판 테이블의 일부일 수 있거나, 또는 공간의 표면이 기판 및/또는 기판 테이블의 표면을 완전히 덮을 수 있거나, 또는 공간이 기판 및/또는 기판 테이블을 둘러쌀 수 있다. 액체 공급 시스템은, 선택적으로, 침지 액체의 위치, 양, 품질, 형상, 유속 또는 임의의 다른 특징을 제어하기 위한 하나 이상의 요소를 더 포함할 수 있다.

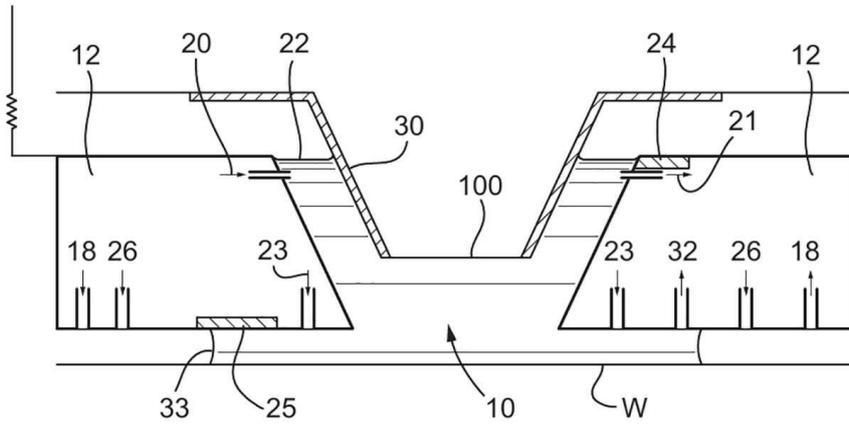
[0119] 앞선 설명은 예시적인 것으로 의도된 것이지 제한하고자 하는 것은 아니다. 따라서, 이하에 설명된 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 기술된 바와 같은 수정이 본 발명에 대해 이루어질 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다.

**도면**

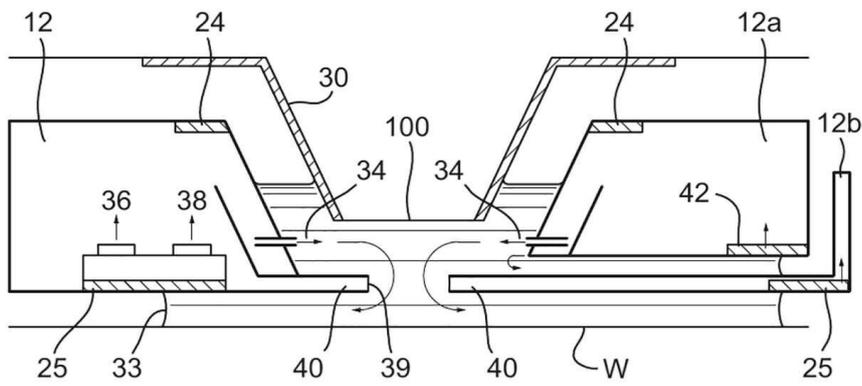
**도면1**



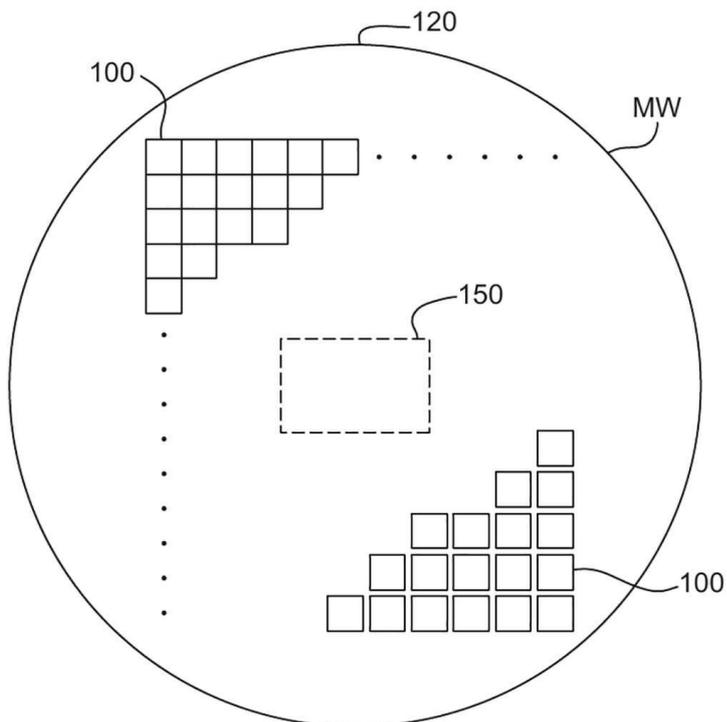
도면2



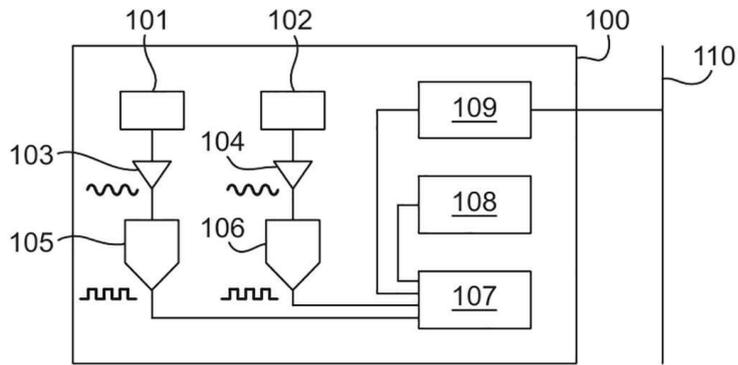
도면3



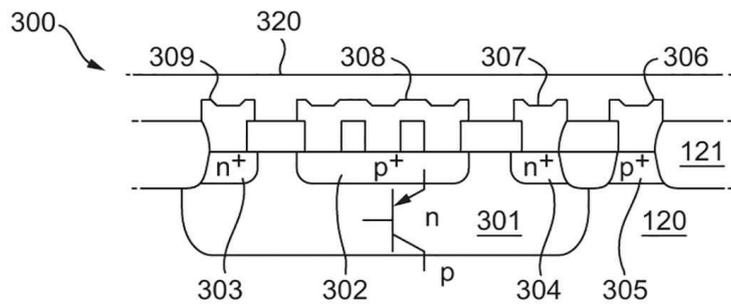
도면4



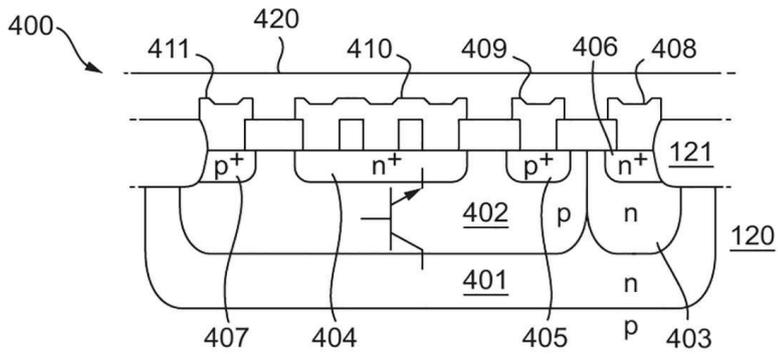
도면5



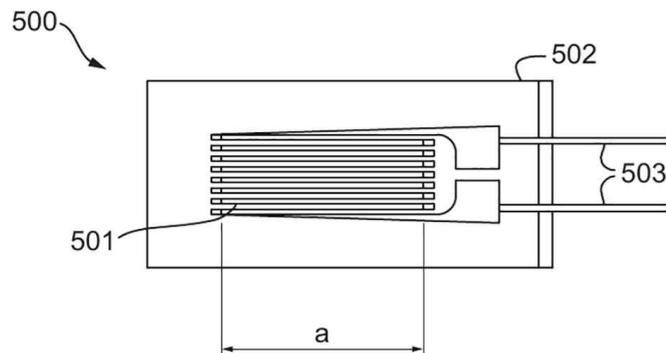
도면6



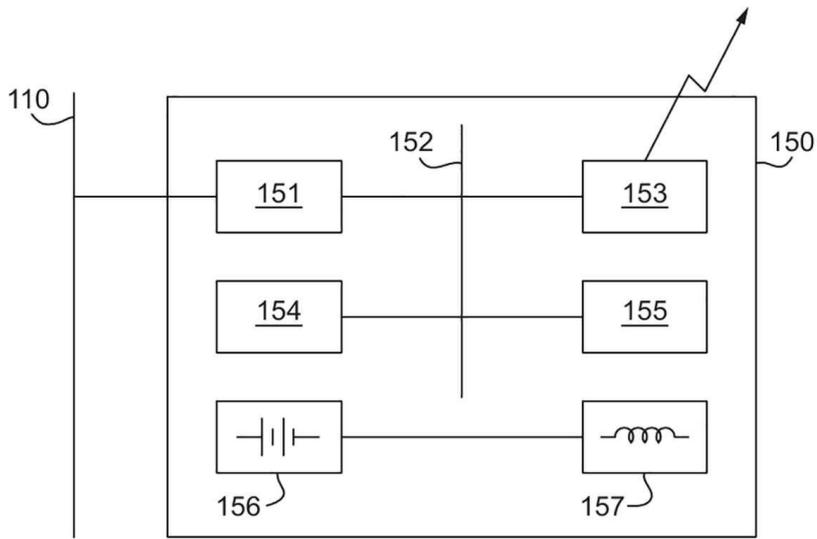
도면7



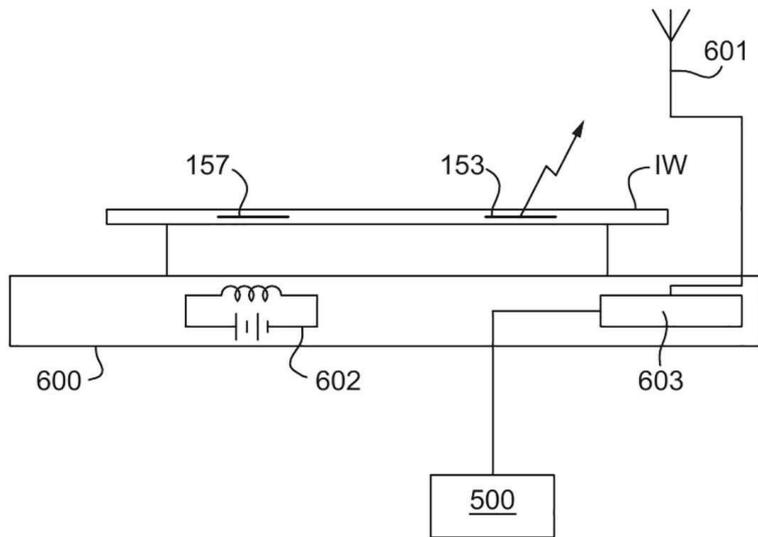
도면8



도면9



도면10



도면11

