(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년02월12일
(11) 등록번호 10-2767600
(24) 등록일자 2025년02월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01) *G03F 7/00* (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01) *H01L 21/56* (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01) *H01L 21/768* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/0274 (2013.01)
G03F 7/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7028126
(22) 출원일자(국제) 2019년03월19일
심사청구일자 2022년02월23일
(85) 번역문제출일자 2020년09월28일
(65) 공개번호 10-2020-0123247
(43) 공개일자 2020년10월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/022920
(87) 국제공개번호 WO 2019/183056
국제공개일자 2019년09월26일
(30) 우선권주장
62/645,124 2018년03월19일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160111524 A*
US20160048080 A1*
KR1020170006341 A*
KR1020030043576 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
데빌리어스 안톤
미국 뉴욕주 12203 올버니 스위트 214 풀러 로드 255 사우스 나노팹 300
나스만 로날드
미국 뉴욕주 12203 올버니 스위트 214 풀러 로드 255 사우스 나노팹 300
스미스 제프리
미국 뉴욕주 12203 올버니 스위트 214 풀러 로드 255 사우스 나노팹 300
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 김대선

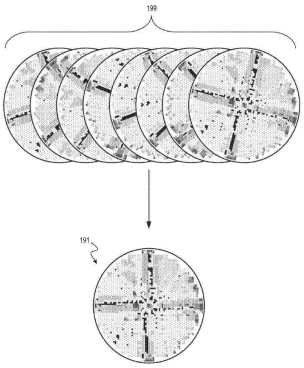
(54) 발명의 명칭 **교정된 조정 선량을 사용하여 임계 치수를 보정하기 위한 방법**

(57) 요 약

본원의 기술은 해상도 향상을 통해, 재현 가능한 CD 편차 패턴이 경감될 수 있거나 보정될 수 있어, 미세 가공 패터닝 공정으로부터 바람직한 CD를 산출하는 공정 및 시스템을 포함한다. 웨이퍼 세트에 걸친 CD 편차의 반복 가능한 부분이 식별된 다음, 보정 노광 패턴이 생성된다. 직접-새김 투영 시스템은 구성 요소 노광, 확대 노광,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



또는 부분 노광으로서 이러한 보정 패턴을 기판 상에 노출시킨다. 통상적인 마스크 기반 포토리소그래피 시스템은 보조 또는 주 구성 요소 노광으로서 1차 패터닝 노광을 수행한다. 두 가지 구성 요소 노광들은 조합된 경우, 패터닝 노광의 해상도를 향상시킴으로써, 각각의 웨이퍼를 측정하지 않으면서, 처리되는 기판의 CD를 개선한다.

(52) CPC특허분류
H01L 21/31105 (2013.01)
H01L 21/56 (2013.01)
H01L 21/67017 (2013.01)
H01L 21/6715 (2013.01)
H01L 21/76816 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판을 패터닝하기 위한 방법으로서,

마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판 세트의 특성을 나타내는 복합 임계 치수 특징을 수신하는 단계로서, 상기 복합 임계 치수 특징은 상기 다수의 기판 각각으로부터 임계 치수를 측정하여 상기 다수의 기판 세트에 걸쳐서 각각의 좌표 위치에서 반복하는 반복된 임계 치수 값을 식별함으로써 생성된, 단계;

상기 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리될 기판을 수용하는 단계;

포토레지스트 막으로 상기 기판을 코팅하는 단계;

제1 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계로서, 상기 제1 화학방사선 패턴은 무마스크 투영 시스템을 사용하여 투영되고, 상기 제1 화학방사선 패턴은 상기 복합 임계 치수 특징의 상기 반복된 임계 치수 값을 사용하여 생성되는, 단계;

상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 상기 특정 포토리소그래피 노광 공정을 수행하기 위한 시스템에 상기 처리될 기판을 이송하는 단계;

상기 시스템이 상기 포토레지스트 막 상에 투영되는 제2 화학방사선 패턴으로서 상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 상기 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 상기 기판을 처리한 후에 상기 시스템으로부터 상기 처리될 기판을 수용하는 단계; 및

상기 제1 화학방사선 패턴 및 상기 제2 화학방사선 패턴으로 인해 용해될 수 있는 상기 포토레지스트 막의 일부분을 제거하기 위해 상기 기판을 현상하는 단계를 포함하는,

기판을 패터닝하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 포토레지스트 막은 제1 광 파장에 반응하는 제1 감광제, 및 제2 광 파장에 반응하는 제2 감광제를 포함하는, 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 포토레지스트 막으로 상기 기판을 코팅하는 단계는, 상기 제1 감광제를 포함하는 제1 포토레지스트 층을 증착하는 단계, 및 상기 제1 포토레지스트 층 상에 제2 포토레지스트 층을 후속적으로 증착하는 단계를 포함하며,

상기 제2 포토레지스트 층은 상기 제2 감광제를 포함하는, 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 포토레지스트 막으로 상기 기판을 코팅하는 단계는, 상기 제2 감광제가 상기 포토레지스트 막의 상부 부분으로 이동하는 반면에 상기 제1 감광제가 상기 포토레지스트 막의 하부 부분으로 이동하는, 자체-분리 포토레지스트 혼합물을 증착하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1 감광제는 광 산 발생제(PAG), 열 산 발생제(TAG), 및 광 파괴성 염기(PDB)로 이루어진 그룹으로부터 선택되며,

상기 제2 감광제는 광 산 발생제(PAG), 열 산 발생제(TAG), 및 광 파괴성 염기(PDB)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 포토레지스트 막으로 상기 기판을 코팅하는 단계는, 단일 분배 작업으로 제1 포토레지스트 및 제2 포토레지스트의 조합물을 증착하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 화학방사선 패턴은 상기 포토레지스트 막 내에 잠복 패턴을 생성하기 위한 미리 결정된 노광 선량을 필요로 하며,

상기 제1 화학방사선 패턴은 상기 제2 화학방사선 패턴의 상기 미리 결정된 노광 선량의 0.1% 내지 5%인 노광 선량으로 투영되는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 상기 포토레지스트 막 내에 잠상을 생성하기 위한 총 노광 선량을 계산하는 단계, 및 상기 무마스크 투영 시스템을 사용하여 상기 총 노광 선량의 0.1% 내지 7%를 투영하는 단계를 포함하며,

상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광은 상기 총 노광 선량의 잔량으로 수행되는, 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 복합 임계 치수 특징은 상기 다수의 기판 세트에 걸쳐서 반복되었던 임계 치수 편차 패턴을 식별하는, 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 언더사이즈의 형상부를 갖는 것으로 식별된 기판 위치 상에 상대적으로 더 많은 선량의 화학방사선을 투영하는 단계, 및 오버사이즈의 형상부를 갖는 것으로 식별된 기판 위치 상에 상대적으로 더 적은 선량의 화학방사선을 투영하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 램프, 이온 레이저, 고체 레이저, 및 엑시머 레이저로 이루어진 그룹으로부터 선택된 광원을 사용하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 172 nm, 193 nm, 248 nm, 256 nm, 365 nm, 백색광, 및 적외선으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 파장을 갖는 화학방사선을 투영하는 단계를 포함하며,

상기 특정 포토리소그래피 노광 공정은 172 ㎚, 193 ㎚, 248 ㎚, 256 ㎚, 365 ㎚, 백색광, 및 적외선으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 파장을 갖는 화학방사선을 방출하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광에 사용되는 제2 전자기방사선 파장에 비해 더 긴 제1 전자기방사선 파장을 사용하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는 코팅기-현상제 시스템 내에서 수행되는 반면에, 상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광은 마스크 기반 포토리소그래피 시스템 내에서 수행되는, 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 상기 특정 포토리소그래피 노광 공정을 수행하기 위한 시스템에 상기 처리될 기판을 이송하는 단계는, 상기 포토레지스트 막 상에 상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계 이후에 수행되는, 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 상기 특정 포토리소그래피 노광 공정을 수행하기 위한 시스템에 상기 처리될 기판을 이송하는 단계는, 상기 포토레지스트 막 상에 상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계 이전에 수행되는, 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 상기 기판 상의 지점 위치에 따라 투영되는 화학방사선의 양을 가변시키도록 구성된 마이크로 미러 투영 시스템을 사용하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 18

기판을 패터닝하기 위한 방법으로서,

마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판 세트의 특성을 나타내는 복합 임계 치수 특징을 수신하는 단계로서, 상기 복합 임계 치수 특징은 상기 다수의 기판 각각으로부터 임계 치수를 측정하여 상기 다수의 기판 세트에 걸쳐서 각각의 좌표 위치에서 반복하는 반복된 임계 치수 값을 식별함으로써 생성된, 단계;

상기 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리될 기판을 수용하는 단계;

포토레지스트 막으로 상기 기판을 코팅하는 단계;

제1 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계로서, 상기 제1 화학방사선 패턴은 무마스크 투영 시스템을 사용하여 투영되고, 상기 제1 화학방사선 패턴은 상기 복합 임계 치수 특징의 상기 반복된 임계 치수 값을 사용하여 생성되는, 단계;

제2 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계로서, 상기 제2 화학방사선 패턴은 상기 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 상기 특정 포토리소그래피 노광 공정을 사용하여 투영되는, 단계; 및

상기 제1 화학방사선 패턴 및 상기 제2 화학방사선 패턴으로 인해 용해될 수 있는 상기 포토레지스트 막의 일부분을 제거하기 위해 상기 포토레지스트 막을 현상하는 단계를 포함하는,

기판을 패터닝하기 위한 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계는 상기 제2 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계 이전에 수행되는, 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 제1 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계는 상기 제2 화학방사선 패턴을 상기 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계 이후에 수행되는, 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 "교정된 조정 선량(trim dosing)을 사용하여 임계 치수를 보정하기 위한 방법"이라는 명칭으로 2018년 3월 19일자로 출원된 미국 가특허출원 제62/645,124호의 이익을 주장하며, 이는 그 전체 내용이 본원에 참조로 포함된다.

[0003] 본 개시물은 일반적으로 실리콘 웨이퍼와 같은 반도체 기판을 포함하는 기판의 패터닝(patterning)에 관한 것이다. 또한, 본 개시물은 반도체 소자 제조의 일부로서 기판 상에 막을 코팅 및 현상하는 단계를 포함하는 포토리소그래피(photolithography)와 관련된 공정에 관한 것이다. 특히, 본 개시물은 포토리소그래피 및 패터닝 공정의 일부로서, 패터닝된 형상부(feature)의 치수 및 정확도를 제어하는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 포토리소그래피는, 전자기(EM) 방사선에 감응성인 막으로 기판을 코팅하는 단계, 막 내에 잠복 패턴(latent pattern)을 한정하기 위해 이러한 막을 EM 방사선 패턴에 노출하는 단계, 그리고 그 다음, 기판 상에 물리적 또는 양각 패턴을 노출시키기 위해 잠복 패턴을 현상하는 단계를 포함한다. 이러한 막의 제조 및 현상은 열처리 또는 베이킹(baking)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 새롭게 도포된 막은, 용제를 증발시키거나/증발시키고 구조적 강성 또는 에칭 저항을 증가시키기 위해, 도포후 베이킹(post-application bake: PAB)을 필요로 할 수 있다. 또한, 막의 추가적인 용해를 방지하도록 주어진 패턴을 새기기 위해, 노광후 베이킹(PEB)이 수행될 수 있다. 전형적으로, 기판을 코팅하고 막을 현상하기 위한 제조 도구는, 막을 추가하고, 막을 베이킹하며, 막을 현상하기 위해 사용될 수 있는 다수의 모듈을 포함한다.

발명의 내용

[0005] 통상적인 패터닝 공정에서, 포토리소그래피 스캐너는 (예를 들어, 193 nm 파장의 광을 사용하여) 광을 마스크 또는 레티클 상에 노출시킴으로써, 포토레지스트로 코팅된 기판이 광의 패턴에 노출된다. 포토레지스트는 용해도 변화를 활성화시키기 위한 첨가제를 포함할 수 있다. 이러한 첨가제는 레지스트 내에 균일하게 분포되는 포토레지스트 산 발생제(PAG)를 포함할 수 있다. 포토레지스트의 PAG는 193 nm 광(또는 다른 선택된 광 파장)과 반응하고, 현상되거나 제거될 기판의 반응 영역을 화학적으로 변화시키는 산을 생성함으로써, 기판 상에 남아 있는 포토레지스트로 이루어진 예를 들어 나노미터 크기의 구조물을 갖는 양각 패턴을 생성한다. 반응 영역은 사용을 위해 선택된 현상제 및 레지스트의 색조에 따라, 주어진 현상제에 가용성 또는 불용성이 될 수 있음을 유의한다.

[0006] 그러나, 통상적인 포토리소그래피 노광 기술은 완벽하지 않다. 예를 들어, 생성된 형상부 및 구조물은, 바람직하지 않거나 명시된 공차 내에 있지 않는 바람직하지 않은 임계 치수(CD) 또는 CD의 편차를 가질 수 있다. 이러한 바람직하지 않은 CD는 소자 결함을 유발할 수 있거나, 성능을 달리 저하시킬 수 있다. 웨이퍼에 걸친 CD 편차는 특히, 온도 편차, 공정 화학 물질의 화학적 조성의 편차, 광학적 결함, 및 공정 편차를 포함하는 다수의 원인에 의해 유발될 수 있다. 이러한 결함은 막 도포, 코팅, 마스킹, 노광 및 에칭을 포함하는 다수의 단계에

전해질 수 있다.

[0007] 주어진 도구 세트, 웨이퍼 패턴, 및 공정 방식에서, 결과적인 CD 편차 패턴이 재현 가능하다. 본원의 기술은 미세 가공 패터닝 공정으로부터 바람직한 CD를 산출하기 위해, 이러한 재현 가능한 CD 편차 패턴이 경감될 수 있거나 보정될 수 있는 공정 및 시스템을 포함한다. 본원의 기술은 해상도 향상 기술을 제공하는 공정을 포함한다. 이러한 기술은, 웨이퍼 세트에 걸쳐서 CD 편차의 반복 가능한 부분을 식별하여 보정 노광 패턴을 생성하는 단계를 포함한다. 직접-새김(direct-write) 투영 시스템은 구성 요소 노광 또는 확대 노광으로서, 이러한 보정 패턴을 기판 상에 노출시킨다. 통상적인 마스크 기반 포토리소그래피 시스템은, 주 노광 또는 구성 요소 노광으로 간주될 수 있는 패터닝 노광을 수행한다. 두 가지 노광이 함께 패터닝 노광의 해상도를 향상시킴으로써, 이에 따라 처리되는 기판의 CD를 개선한다.

[0008] 일 실시형태는 해상도 향상을 제공하는, 기판을 패터닝하기 위한 방법을 포함한다. 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판의 특성을 나타내는 복합 임계 치수 특징(signature)이 수신된다. 특정 포토리소그래피 노광 공정은 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함한다. 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판으로부터 임계 치수를 측정하고, 다수의 기판에 걸친 공간 위치에서 반복된 임계 치수 값을 식별함으로써, 복합 임계 치수 특징이 생성된다. 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리될 기판이 수용된다. 기판은 포토레지스트 막으로 코팅된다. 제1 화학방사선 패턴이 포토레지스트 막 상에 투영된다. 제1 화학방사선 패턴은 무마스크(maskless) 투영 시스템을 사용하여 투영된다. 제1 화학방사선 패턴은 복합 임계 치수 특징을 사용하여 생성된다. 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 후에, 기판이 수용된다. 마스크 기반 포토리소그래피 노광은 포토레지스트 막 상에 투영되는 제2 화학방사선 패턴이다. 제1 화학방사선 패턴 및 제2 화학방사선 패턴으로 인해 용해될 수 있는 포토레지스트 막의 일부분을 제거하기 위해 기판이 현상된다. 결과적인 기판은 개선된 CD를 가진 양각 패턴을 갖는다. 추가적으로, 본원의 기술은 CD의 프로파일 조정을 위해 사용될 수 있다.

[0009] 명확성을 위해 본원에서 설명된 바와 같이 상이한 단계들의 논의 순서가 제시된다. 일반적으로, 이러한 단계는 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 추가적으로, 본원에 제시된 각각의 상이한 특징, 기술, 구성 등이 본 개시물의 상이한 부분에서 설명될 수 있지만, 각각의 개념은 서로 독립적으로 또는 서로 조합하여 수행될 수 있는 것으로 의도된다. 따라서, 본 발명은 많은 상이한 방식으로 구현되고 고려될 수 있다.

[0010] 이러한 요약 부분은 본 개시물 또는 청구된 발명의 모든 실시형태 및/또는 점진적으로 새로운 양태를 명시하지 않는다는 점을 유의한다. 대신에, 이러한 요약은 통상적인 기술에 비해 상이한 실시형태 및 해당 신규성 요소에 대한 예비적인 설명만을 제공한다. 본 발명 및 실시형태의 추가적인 세부 사항 및/또는 가능한 관점에 대하여, 독자는 아래에 추가로 설명되는 바와 같은 본 개시물의 상세한 설명 부분 및 해당 도면을 참조한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 본 발명의 다양한 실시형태 및 이의 많은 수반되는 이점에 대한 보다 완전한 이해는 첨부된 도면과 함께 고려되는 이하의 상세한 설명을 참조하여 용이하게 명백해질 것이다. 도면은 반드시 일정한 비율로 도시된 것은 아니며, 대신에 특징, 원리 및 개념을 예시하는 것에 중점을 둔다.

도 1은 복합 특징 생성의 대표적인 예시이다.

도 2는 본원의 실시형태에 사용되는 예시적인 무마스크 투영 시스템의 단면도이다.

도 3은 본원의 실시형태에 사용되는 예시적인 마스크 기반 포토리소그래피 노광 시스템의 개략도이다.

도 4는 본원의 실시형태에 사용되는 예시적인 분배 시스템의 단면 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본원의 기술은 미세 가공 패터닝 공정으로부터 바람직한 CD를 산출하기 위해, 재현 가능한 CD 편차 패턴이 경감될 수 있거나 보정될 수 있는 공정 및 시스템을 포함한다. 본원의 기술은 해상도 향상 기술을 제공하는 공정을 포함한다. 이러한 기술은, 웨이퍼 세트에 걸쳐서 CD 편차의 반복 가능한 부분을 식별한 다음, 보정 노광 패턴을 생성하는 단계를 포함한다. 직접-새김 투영 시스템은 구성 요소 노광, 확대 노광, 또는 부분 노광으로서, 이러한 보정 패턴을 기판 상에 노출시킨다. 통상적인 마스크 기반 포토리소그래피 시스템은 보조 또는 주 구성 요소로서 1차 패터닝 노광을 수행한다. 두 가지 구성 요소 노광들은 조합된 경우, 패터닝 노광의 해상도를 향상시킴으로써, 처리되는 기판의 CD를 개선한다.

[0013] 비아 및 트렌치와 같은 형상부는 다양한 미세 가공 기술을 사용하여 기판 상에 생성된다. 이러한 기술은 전형적으로, 기판 표면에 걸쳐서 막을 도포하는 단계, 레지스트로 기판을 코팅하는 단계, 및 포토마스크를 통해 방사선에 레지스트를 노출시키는 단계를 포함한다. 이러한 노광으로 인해, 레지스트에 내장된 광 산 발생제(PAG)는 특정 파장 또는 파장 범위의 방사선에 노출된 경우 산을 생성한다. 이러한 산은 광에 노출되는 레지스트를 약화시킨다(또는 사용되는 재료에 따라 레지스트를 가교시킨다). 그 다음, 노출된 레지스트 막은 액체 화학 물질을 레지스트 막 상에 분배함으로써 현상제에 노출될 수 있다. 특히, 현상제는 산에 의해 약화된 레지스트를 침식하여 제거한다. 결과적으로, 레지스트의 양각 패턴은 이제 커버되지 않는 하부층의 부분을 갖는다. 그 다음, 양각 패턴을 에칭 마스크로서 사용하여, 하부층이 에칭될 수 있다. 레지스트 막은 제거될 수 있으며, 그 다음 추가적인 에칭 및/또는 막 형성 공정이 계속될 수 있다.

[0014] 이러한 형상부의 임계 치수 균일성(CDU)을 유지하는 것은, 이러한 형상부를 사용하여 제조되는 소자의 전기적 특성에 유용하다. 형상부 크기가 점점 더 작아짐에 따라, 허용 가능한 편차 레벨도 마찬가지로 더 작아진다. 공정 파라미터를 점점 더 엄격한 공차로 유지할 필요가 있게 되면서, 이러한 공차는 원하는 결과를 생성하는 데 있어 통상적인 기술의 성능을 넘어서게 된다.

[0015] 레지스트에서의 PAG 농도의 균일성 제어, 레지스트 및 현상제를 위한 도포 및 제어 기술, 기판의 엄격한 열 제어(생성된 산의 확산은 온도에 따름), 에칭 플라즈마 환경의 균일성 제어, 그리고 위상 변이 마스크, 축외 조명, 광 근접 보정, 및 스캐너 또는 노광기 시스템에 의해 제공되는 단계별 선량 제어를 위한 피드백 및 CD 측정에 의한 선량 매핑과 같은 방사선 노광(마스크 기반 노광)의 해상도 향상 기술(RET) 등의 기술을 사용하여 CDU의 다양한 정도의 개선이 달성될 수 있다.

[0016] 본원의 기술은 해상도를 향상시키기 위한 하이브리드 또는 이중 노광 기술을 제공하는 것을 포함한다. CD 편차의 반복된 패턴에 기초하는(이로부터 형성되는) 투영된 이미지를 사용하여, 초고해상도로 더 적은 양의 총 노광 선량을 제공하기 위한 직접-새김 투영 시스템이 사용된다.

[0017] 일 실시형태에서, 주어진 리소그래피 공정 또는 공정 세트 동안 웨이퍼에 걸친 CD 편차(AWLV) 패턴의 반복 가능한 부분을 식별하기 위해, 코팅기-현상제(트랙) 도구를 통한 원위치(in situ) 계측이 사용된다. 그 다음, 이러한 반복 가능한 패턴은, 최대/잔여 노광 이전(또는 이후)에 레지스트에 조정 선량 노광을 제공하는 직접 새김 시스템을 구동시키는 보정 알고리즘에 제공된다. 직접 새김 시스템은 레이저 검류계 또는 디지털 광 투영(DLP) 칩과 같은, 마이크로 미러 투영 시스템으로 구현될 수 있다. 대안적으로, 다른 빔 스캐닝 또는 투영 시스템 및 광 밸브가 사용될 수 있다. 본질적으로, 포토마스크를 사용하지 않으면서 디지털 입력에 기초하여 직접적으로 보정 패턴을 투영할 수 있는 임의의 투영 시스템. 직접 새김 시스템은 상대적으로 적은 양의 필수 방사선 선량을 제공할 수 있다. 예를 들어, 직접 새김 시스템에 의해, 필수 화학방사선 선량의 0.1 내지 10% 또는 1 내지 3%의 선량이 제공된다. 어떠한 선량이 직접 새김 시스템에 의해 투영되더라도, 최대 노광 선량으로부터 줄어들 수 있다. 직접 새김 시스템은 적어도 총 필수 노광 선량의 50% 미만을 제공한다.

[0018] 일 실시형태에서, 다수의 기판은 주어진 방식 또는 미리 결정된 일련의 공정 단계에 따라 처리된다. 이러한 기판은 직접 새김 시스템의 사용 없이 처리될 수 있다. 이로 인해, CD 편차를 갖는 기판 세트가 초래될 것이다. 이러한 CD 편차, 또는 CD 편차의 일부분은 기판 세트에 걸쳐서 동일할 것이다. 공정, 재료, 및 도구는 완벽하지 않다. 처리되는 기판에 걸쳐서 일부 무작위 편차가 있을 것이지만, 일부 편차는 반복될 것이다. 예를 들어, 주어진 도구는 이의 웨이퍼 척 상에 핫 스폿을 가질 수 있으며, 그러한 특정 척에 의해 홀딩되는 모든 웨이퍼에 걸쳐서 그러한 핫 스폿에서 CD가 변경된다. 이해될 수 있는 바와 같이, 그러한 척을 사용하여 처리되는 기판은 기판 상의 동일 좌표 위치에서 CD 불균일성을 가질 수 있다. 이는 이후에 인입되는 모든 기판을 측정할 필요 없이, 보정을 위해 식별될 수 있는 반복 패턴이다. 따라서, 모든 기판을 개별적으로 측정할 필요 없이, CD를 개선하면서 처리량을 증가시킬 수 있거나 높게 유지할 수 있다. 불균일성의 반복 패턴이 식별되면, 각각의 기판을 측정하는 데 시간을 소비하지 않고도, 해당 시스템을 통해 처리되는 기판이 보정될 수 있다. 즉, 지속적인 측정 없이도, 예상되는 불균일성이 보정될 수 있다.

[0019] 초기 또는 샘플 기판 상의 형상부가 스캔되거나 측정되어, 각각에 걸친 CD 편차를 결정하고, 보정이 필요한 편차 패턴을 식별한다. 도 1은 기판 세트에 대한 CD 편차 맵들의 모음을 나타내는 CD 특징(199)을 도시한다. 각각의 기판은 무작위 편차를 가질 수 있지만, 반복 편차도 있을 것이다. 식별된 반복 편차는 복합 임계 치수 특징(191)을 생성하기 위해 사용된다. 그 다음, 복합 임계 치수 특징(191)은 반복 편차의 좌표 위치를 매핑할 수 있거나/매핑할 수 있고, 각각의 좌표 위치에서 불균일성을 보정하기 위한 광도 값을 제공할 수 있다. 이러한 CD 특징은 명령 및/또는 투영 이미지로서 직접 새김 시스템에 의해 사용될 수 있다.

[0020] CD 편차 패턴을 식별한 후에, 동일한 주어진 방식 또는 미리 결정된 일련의 공정 단계로 처리될 후속적인 기판은 방식에 따라 레지스트로 코팅되지만, 여전히 트랙 도구에 있는 동안, 이러한 기판은 필요한 최대 노광의 일부로 직접 새김 시스템을 통해 노출된다. 직접 새김 시스템을 통해, 최대 노광 선량의 약 0 내지 3%가 제공된다. 각각의 지점 위치 또는 투영된 지점 위치(기판 상의 스캔 지점)는, 직접 새김 시스템으로부터의 빔 또는 빔들의 가능 강도의 0 내지 100%로 충분히 조정 가능하다. 대안적으로, 마스크 기반 포토리소그래피 도구로 초기 노광 후에, 처리된 기판은 현상 전에 보정 선량을 수신하기 위해 트랙 도구로 복귀된다.

[0021] 식별된 CD 편차 패턴(복합 CD 편차 패턴)에 기초하여, 복합 CD 특징 또는 복합 CD 보정 패턴이 생성된다. 보정 패턴 또는 일련의 보정 패턴들이 직접 새김 시스템에 전송됨으로써, (레지스트 색조에 따라) 형상부가 언더사이즈인 지점 위치에서 노광을 증가시키고, 형상부가 오버사이즈인 곳에서 노광을 감소시키거나 없앤다. 따라서, 기판 상의 임의의 지점 위치에서의 투영의 강도는, 직접 새김 시스템의 해당 가용 출력, 또는 그 사이에서의 광도의 임의의 단계적 변화에 기초하여, 제로 화학방사선에서부터 최대 노광까지 조정 가능하다. 도 2는 예시적인 직접 새김 시스템(130)의 예시적인 단면도를 도시한다. 포토레지스트 막(106) 상에 투영되는 패턴(131)은 복합 임계 치수 특징(191)에 기초하여, 좌표 위치마다 방사선의 양이 가변될 수 있다.

[0022] 그 다음, 기판은 마스크 기반 포토리소그래피 노광 시스템(예를 들어, 노광기 또는 스캐너)일 수 있는 노광 시스템(140)(도 3)으로 이송된다. 그 다음, 기판은 코팅기-현상제 모듈(150)(도 4)을 통해 노출, 현상, 에칭 및 박리될 수 있다. 선택적으로, 마스크 기반 노광 선량은 직접 새김 노광에 할당된 양만큼 감소될 수 있다.

[0023] 노광 시스템(140)은 직접 새김 시스템(130)에 비해 더 높은 공간 해상도를 가질 수 있다. 노광 시스템(140)은, 마스크 기반 패턴일 수 있는 패턴(141)을 투영하기 위한 광원(146)으로부터 광을 수신하는 광학계(144)를 포함할 수 있다. 입력(147), 입력(148), 및 입력(149)은 주어진 레이저 광원에 의해 사용하기 위한 ArF, N_2, 및 헬륨과 같은 다양한 가스를 포함할 수 있다. 이러한 노광 시스템은 통상적으로 알려져 있으므로, 여기서는 간략한 설명만이 제공된다.

[0024] 통상적인 마스크 기반 시스템은 일반적으로, 약 50 nm에 이르는 형상부 크기를 프린팅할 수 있는 193 nm 파장의 광을 사용한다. 모든 직접 새김 시스템이 그러한 해상도를 달성할 수 있거나 그러한 해상도를 유효하게 달성할 수 있는 것은 아니다. 직접 새김 시스템의 해상도는 마이크로 미러의 크기 또는 빔 크기로 제한될 수 있다. 그러나, 본원의 기술은 두 가지 노광 시스템을 조합하여, 무마스크 동적 노광 및 마스크 기반 패턴 노광의 조합을 제공함으로써, 모든 기판을 측정하지 않고도 반복된 패턴을 보정한다.

[0025] 다수의 파장 노광이 수행되는 실시형태에서, 직접 새김 노광을 위한 제1 파장에 감응성이고, 잔여 또는 최대 마스크 기반 노광을 위한 제2 파장에도 감응성인 포토레지스트 막이 형성될 수 있다. 더욱이, 선택적으로, 방사선에 감응성인 작용제의 유형은, 광 노출 시에 산 또는 염기를 생성하도록 및/또는 예를 들어, 백색광 또는 적외선의 열이 활성화될 수 있게 감온성이도록 선택될 수 있다. 2개의 노광 시스템 간에 화학방사선의 임의의 조합이 사용될 수 있다. 조합 노광을 위한 예시적인 파장은, 172 nm, 193 nm, 248 nm, 256 nm, 365 nm, 백색광, 및 적외선을 포함한다.

[0026] 기판(105) 상에 액체를 분배하기 위한 시스템으로서 코팅기-현상제 모듈(150)을 사용하여, 포토레지스트 막으로 기판이 코팅될 수 있다. 기판 홀더(122)는, 기판(105)을 홀딩하고 축을 중심으로 기판(105)을 회전시키도록 구성된다. 선택 가능한 회전 속도로 기판 홀더(122)를 회전시키기 위한 모터(123)가 사용될 수 있다. 분배 장치(118)는, 기판(105)이 기판 홀더(122)에 의해 회전되는 동안 기판(105)의 작용 표면 상에 액체를 분배하도록 구성된다. 분배 장치(118)는 기판 홀더 바로 위에 위치될 수 있거나, 다른 위치에 위치될 수 있다. 기판 홀더로부터 떨어져서 위치된 경우, 기판에 유체를 전달하기 위한 도관(112)이 사용될 수 있다. 유체는 노즐(111)을 통하여 배출될 수 있다. 도 4는 기판(105)의 작용 표면 상에 분배되는 액체(117)를 도시한다. 이 경우, 주어진 분배 작업 동안 기판(105)을 스핀 오프시키는 과잉 액체(117)를 받거나 수거하기 위한 수거 시스템(127)이 사용될 수 있다.

[0027] 분배 구성 요소는, 기판(105)에 걸쳐서 노즐(111)의 위치를 이동시키기 위해 사용될 수 있거나, 예를 들어 분배 작업의 완료 시에 유휴를 위해, 기판 홀더(122)로부터 이격되어 유휴 위치로 이동되도록 사용될 수 있는, 노즐 아암(113) 및 지지 부재(115)를 포함할 수 있다. 대안적으로, 분배 장치(118)는 노즐 자체로 구현될 수 있다. 이러한 노즐은 시스템 제어기(160)와 통신하는 하나 이상의 밸브를 가질 수 있다. 분배 장치(118)는, 기판 상에서 선택 가능한 체적의 유체의 분배를 제어하고, 유체의 조합물을 분배하도록 구성된 다양한 실시형태를 가질 수 있다.

[0028] 기판 상에 분배되는 주어진 포토레지스트 막은 활성화 기능을 위한 다양한 조성을 가질 수 있다. 예를 들어, 일 레지스트는, 다수의 파장에서의 감광도를 제공하는 둘 이상의 포토레지스트 조성물을 단일 분배 작업으로 분배하는 혼합된 블렌드(mixed blend)를 포함할 수 있다. 다른 옵션은, 포토레지스트 막이 두 가지 분배 작업으로 적층된 다층 막인 오버코트(overcoat)이며, 각각의 막은 상이한 파장에 감응성일 수 있다. 다른 실시예로서, 단일 분배 작업으로 포토레지스트 조성물을 증착시키는 탑코트(topcoat)-형성 분배가 사용되어, 기판 표면 상에 분배된 후에 조성물의 분리에 의해 포토레지스트의 2개의 층을 적층 또는 형성한다. 2개의 층 각각은 상이한 파장에 감응성일 수 있다. 다른 실시형태는, 단일 층으로 유지되지만 다수의 광 파장에 감응성인 단일 포토레지스트 조성물을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0029] 본원의 실시형태에 사용하기 위해 하나 이상의 상이한 감광제가 선택될 수 있다. 감광제는 광 산 발생제(PAG), 열 산 발생제(TAG), 및 광 파괴성 염기(PDB)를 포함할 수 있다. 램프, 이온 레이저(적외선, 가시광선, 364 nm), 고체 레이저(적외선, 가시광선), 및 엑시머 레이저(172 nm, 193 nm, 248 nm)와 같은, 다양한 광원 조합이 본원에 사용될 수 있다. 따라서, 이해될 수 있는 바와 같이, 광원, 감광제, 및 레지스트 조성물의 다수의 상이한 조합이 본원의 이중 노광 시스템에 사용될 수 있다.

[0030] 예시적인 일 실시형태는 기판을 패터닝하기 위한 방법을 포함한다. 복합 임계 치수 특징이 수신되거나 달리 획득된다. 이러한 복합 임계 치수 특징은 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판의 특성을 나타낸다. 이러한 기판들은 모두 단일 로트 또는 하루 내에 처리될 수 있거나, 다수의 시간 기간 및 시스템에 걸쳐서 기판들로부터 선택되어, 플랫폼 내의 특정 모듈 등에 의해 식별될 수 있다. 특정 포토리소그래피 노광 공정은 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함한다. 예를 들어, 이러한 공정은 동일한 포토마스크를 사용하여 특정 스캐너 또는 노광기를 통해 처리되는 기판을 포함할 수 있다. 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판으로부터 임계 치수를 측정하고, 예를 들어, 다수의 기판에 걸친 공간 위치에서 반복된 임계 치수 값을 식별함으로써, 복합 임계 치수 특징이 생성되었다. 복합 임계 치수 특징은 다수의 기판에 걸쳐서 반복되었던 임계 치수 편차 패턴을 식별할 수 있다. 또한, 특정 노광 공정은 CD의 측정 전에 완료되는 현상 및 에칭 단계를 포함할 수 있다. 측정을 위한 기판은 동일한 도구로 선택될 수 있거나, 동일한 유형의 다수의 도구에 걸쳐서 선택될 수 있다. 예를 들어, 기판이 단일 침지 스캐너로 측정되어, 그러한 단일 침지 스캐너를 통해 보정된다. 대안적으로, 모두 공통 패턴을 프린팅하는 다수의 침지 스캐너에 걸쳐서 기판이 측정된다.

[0031] (예를 들어, 특정 침지 스캐너 도구를 사용하여) 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리될 기판이 수용된다. 따라서, 복합 임계 특징이 식별된 후에, 동일한 방식으로 처리될 후속적인 기판이 공정을 위해 수용된다. 기판은 포토레지스트 막으로 코팅된다.

[0032] 제1 화학방사선 패턴이 포토레지스트 막 상에 투영된다. 제1 화학방사선 패턴은 무마스크 투영 시스템을 사용하여 투영된다. 제1 화학방사선 패턴은 복합 임계 치수 특징을 사용하여 생성된다. 즉, 복합 임계 치수 특징에 기초하여, 보정 이미지가 생성된다. 이러한 보정 이미지는 더 많거나 더 적은 방사선을 투영하기 위한 기판 상의 영역 또는 지점 위치를 공간적으로 매핑함으로써, 마스크 기반 노광 시스템으로부터 수신되는 더 적거나 더 많은 방사선을 보정한다. 원하는 치수로부터 벗어난 CD를 갖는 것으로 예상되는 기판 상의 식별된 영역을 통해, 후속적인 스캐너 노광을 증가시키도록 이러한 영역이 사전 노출될 수 있다. 직접 새김 시스템은 별도로 처리 가능한 투영 지점들을 통해, 보정 이미지를 포토레지스트 막 상에 스캔/투영할 수 있으며, 이는 각각의 지점 위치에서 수신되는 화학방사선의 강도 또는 양에 따라, 더 많거나 더 적은 감광제를 활성화시킨다.

[0033] 그 다음, 기판은 마스크 기반 포토리소그래피 시스템으로 이송될 수 있다. 기판은 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 후에 수용된다. 마스크 기반 포토리소그래피 노광은 포토레지스트 막 상에 투영되는 제2 화학방사선 패턴이다.

[0034] 기판은 제1 화학방사선 패턴 및 제2 화학방사선 패턴으로 인해 용해될 수 있는 포토레지스트 막의 일부분을 제거하기 위해 현상된다. 각각의 화학방사선 패턴은 동일한 층에서 또는 2개 이상의 층에 걸쳐서 첨가제 용해도 변화를 갖도록 동일한 또는 상이한 감광제를 활성화시킬 수 있다. 따라서, 단일 현상제가 사용될 수 있거나, 2개의 상이한 막이 재료 제거를 위한 상이한 현상 화학 물질을 필요로 하는 경우 다수의 현상제가 사용될 수 있다.

[0035] 다른 실시형태에서, 포토레지스트 막은 제1 광 파장에 반응하는 제1 감광제, 및 제2 광 파장에 반응하는 제2 감광제를 포함한다. 포토레지스트 막으로 기판을 코팅하는 단계는, 제1 감광제를 포함하는 제1 포토레지스트 층을 증착하는 단계, 및 제1 포토레지스트 층 상에 제2 포토레지스트 층을 후속적으로 증착하는 단계를 포함할 수 있다. 제2 포토레지스트 층은 제2 감광제를 포함한다. 다른 실시형태에서, 제2 감광제가 포토레지스트 막의 상부

부분으로 이동하는 반면에, 제1 감광제는 포토레지스트 막의 하부 부분으로 이동하는, 자체-분리 포토레지스트 혼합물이 증착된다. 다른 실시형태에서, 제1 감광제는 광 산 발생제(PAG), 열 산 발생제(TAG), 및 광 파괴성 염기(PDB)로 이루어진 그룹으로부터 선택되며, 제2 감광제는 광 산 발생제(PAG), 열 산 발생제(TAG), 및 광 파괴성 염기(PDB)로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 포토레지스트 막으로 기판을 코팅하는 단계는, 단일 분배 작업으로 제1 포토레지스트 및 제2 포토레지스트의 조합물을 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0036] 일 실시형태에서, 제1 화학방사선 패턴이 제2 화학방사선 패턴의 미리 결정된 노광 선량의 0.1% 내지 5%인 노광 선량으로 투영되므로, 제2 화학방사선 패턴은 포토레지스트 막 내에 잠복 패턴을 생성하기 위한 미리 결정된 노광 선량을 필요로 할 수 있다. 대안적으로, 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 포토레지스트 막 내에 잠상을 생성하기 위한 총 노광 선량을 계산하는 단계, 및 마스크 기반 포토리소그래피 노광이 총 노광 선량의 잔량으로 수행되므로, 무마스크 투영 시스템을 사용하여 총 노광 선량의 0.1% 내지 7%를 투영하는 단계를 포함한다.

[0037] 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 언더사이즈의 형상부를 갖는 것으로 식별된 기판 위치 상에 상대적으로 더 많은 선량의 화학방사선을 투영하는 단계, 및 오버사이즈의 형상부를 갖는 것으로 식별된 기판 위치 상에 상대적으로 더 적은 선량의 화학방사선을 투영하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 램프, 이온 레이저, 고체 레이저, 및 엑시머 레이저로 이루어진 그룹으로부터 선택된 광원을 사용하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 172 nm, 193 nm, 248 nm, 256 nm, 365 nm, 백색광, 및 적외선으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 파장을 갖는 화학방사선을 투영하는 단계를 포함할 수 있으며, 특정 포토리소그래피 노광 공정은, 172 nm, 193 nm, 248 nm, 256 nm, 365 nm, 백색광, 및 적외선으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 파장을 갖는 화학방사선을 방출하는 단계를 포함한다.

[0038] 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 마스크 기반 포토리소그래피 노광에 사용되는 제2 전자기방사선 파장에 비해 더 긴 제1 전자기방사선 파장을 사용하는 단계를 포함할 수 있다. 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는 코팅기-현상제 시스템 내에서 수행될 수 있는 반면에, 마스크 기반 포토리소그래피 노광은 마스크 기반 포토리소그래피 시스템 내에서 수행될 수 있다. 일부 실시형태에서, 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 기판을 처리하는 단계는, 포토레지스트 막 상에 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계 이후에 수행될 수 있다. 제1 화학방사선 패턴을 투영하는 단계는, 기판 상의 지점 위치에 따라 투영되는 화학방사선의 양을 가변시키도록 구성된 마이크로 미러 투영 시스템을 사용하는 단계를 포함할 수 있다.

[0039] 예시적인 다른 실시형태는 기판을 패터닝하기 위한 방법을 포함한다. 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리된 바 있는 다수의 기판의 특성을 나타내는 복합 임계 치수 특징이 수신된다. 특정 포토리소그래피 노광 공정은 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함한다. 다수의 기판으로부터 임계 치수를 측정하고, 각각의 좌표 위치에서 반복된 임계 치수 값을 식별함으로써, 복합 임계 치수 특징이 생성되었다. 특정 포토리소그래피 노광 공정으로 처리될 기판이 수용된다. 기판은 포토레지스트 막으로 코팅된다. 제1 화학방사선 패턴은 무마스크 투영 시스템을 사용하여 포토레지스트 막 상에 투영된다. 제1 화학방사선 패턴은 복합 임계 치수 특징을 사용하여 생성된다. 마스크 기반 포토리소그래피 노광을 포함하는 특정 포토리소그래피 노광 공정을 사용하여, 제2 화학방사선 패턴이 포토레지스트 막 상에 투영된다. 제1 화학방사선 패턴 및 제2 화학방사선 패턴으로 인해 용해될 수 있는 포토레지스트 막의 일부분을 제거하기 위해, 포토레지스트 막이 현상된다. 제1 화학방사선 패턴을 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계는, 제2 화학방사선 패턴을 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계 이전에 수행될 수 있다. 마찬가지로, 제1 화학방사선 패턴을 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계는, 제2 화학방사선 패턴을 포토레지스트 막 상에 투영하는 단계 이후에 수행될 수 있다.

[0040] 따라서, 단일 노광에 비해 더 나은 CD 균일성을 갖는 잠복 패턴을 생성하기 위해, 그리고 개별적인 보정 특징을 생성하기 위해 모든 기판을 측정하지 않으면서, 두 가지 상이한 유형의 노광이 사용된다. 이 경우, 높은 처리량으로 CD가 보정될 수 있다.

[0041] 전술한 설명에서, 공정 시스템의 특정 형상 및 그 내부에 사용되는 다양한 구성 요소 및 공정의 설명과 같은, 구체적인 세부 사항이 상술되었다. 그러나, 본원의 기술은 이러한 구체적인 세부 사항으로부터 벗어나는 다른 실시형태로 실시될 수 있으며, 이러한 세부 사항은 설명을 위한 목적이며 제한 사항이 아님을 이해해야 한다. 본원에 개시된 실시형태는 첨부된 도면을 참조하여 설명되었다. 유사하게, 설명을 위한 목적으로, 완전한 이해를 제공하기 위해 구체적인 수, 재료, 및 구성이 상술되었다. 그럼에도 불구하고, 실시형태는 이러한 구체적인 세부 사항 없이 실시될 수 있다. 실질적으로 동일한 기능적 구성을 갖는 구성 요소는 유사한 참조 부호로 표시되므로, 임의의 중복 설명은 생략될 수 있다.

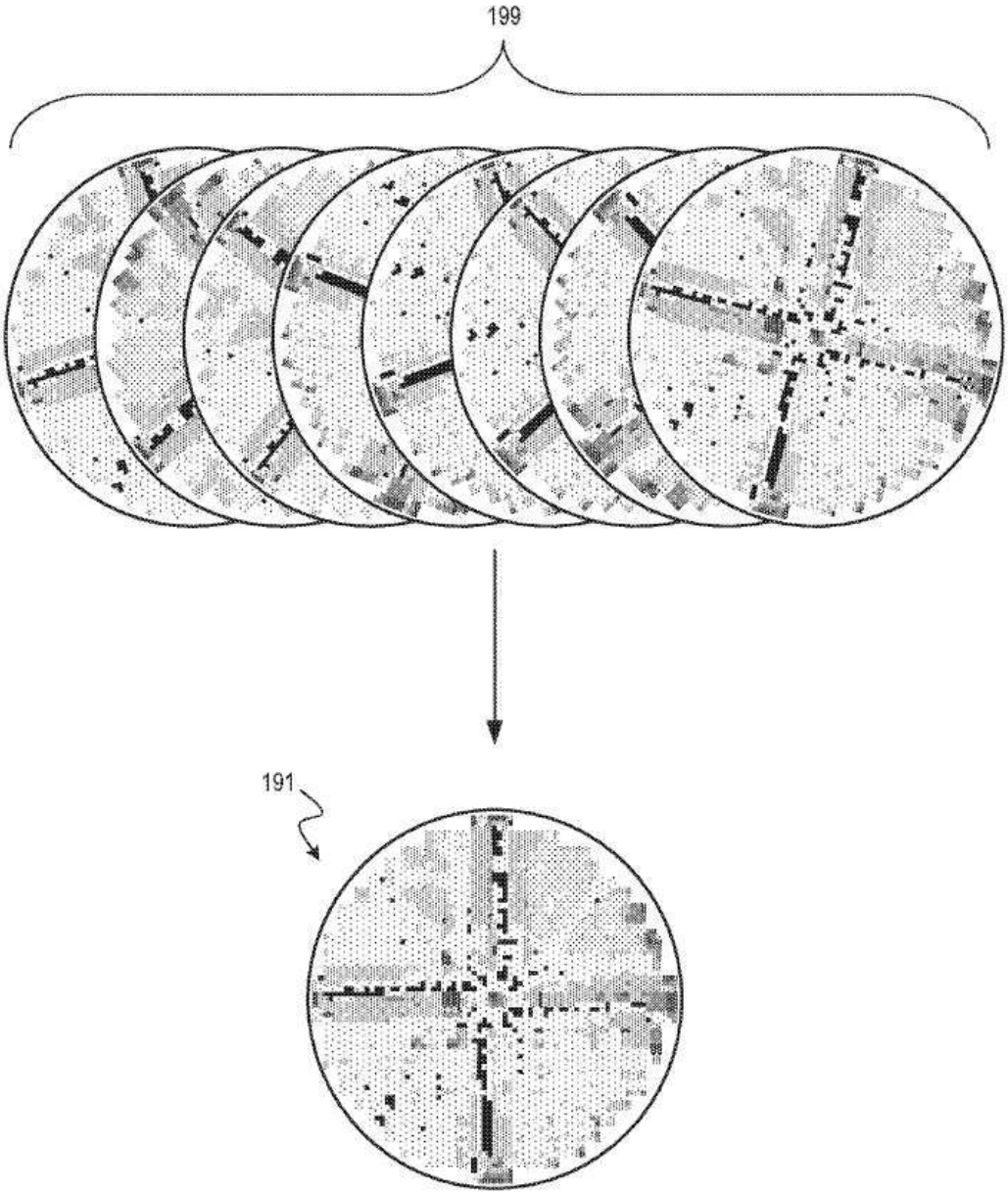
[0042] 다양한 실시형태의 이해를 돕기 위해 다양한 기술이 다수의 별개의 작업으로서 설명되었다. 설명의 순서는 이들 작업이 반드시 순서에 의존하는 것임을 의미하는 것으로 해석되어서는 안된다. 실제로, 이들 작업은 제시된 순서로 수행될 필요가 없다. 설명된 작업은 설명된 실시형태와 상이한 순서로 수행될 수 있다. 다양한 추가적인 작업이 추가적인 실시형태에서 수행될 수 있거나/수행될 수 있고, 설명된 작업이 추가적인 실시형태에서 생략될 수 있다.

[0043] 본원에 사용된 바와 같은 "기판" 또는 "타겟 기판"은 일반적으로 본 발명에 따라 처리되는 대상물을 지칭한다. 기판은 소자, 특히 반도체 또는 다른 전자 소자의 임의의 재료 부분 또는 구조물을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 반도체 웨이퍼와 같은 베이스 기판 구조물, 레티클, 또는 박막과 같이 베이스 기판 구조물 상에 있거나 위에 놓이는 층일 수 있다. 따라서, 기판은 패터닝된 또는 패터닝되지 않은 임의의 특정 베이스 구조물, 하부층 또는 상부층으로 제한되는 것이 아니라, 오히려 임의의 그러한 층 또는 베이스 구조물, 그리고 층 및/또는 베이스 구조물의 임의의 조합물을 포함하는 것으로 고려된다. 설명은 특정 유형의 기판을 언급할 수 있지만, 이는 단지 예시적인 목적을 위한 것이다.

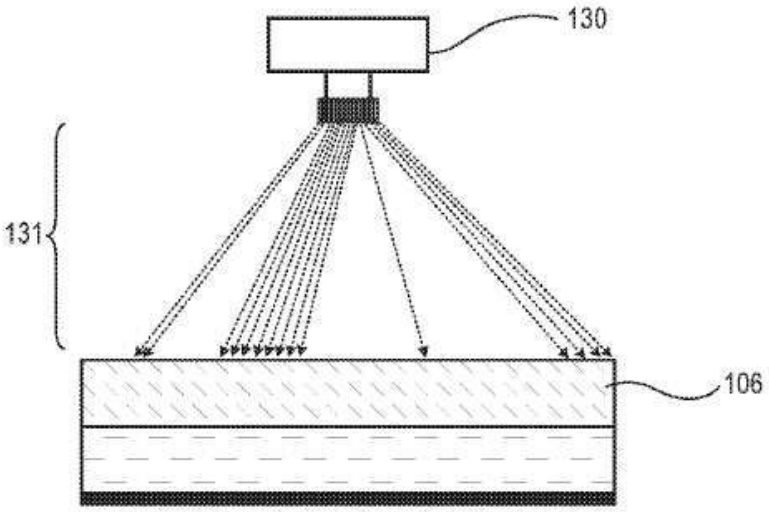
[0044] 또한, 당업자는 본 발명의 동일한 목적을 여전히 달성하면서 위에서 설명된 기술의 작업에 대해 많은 변경이 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 이러한 변경은 본 개시물의 범위에 포함되도록 의도된다. 따라서, 본 발명의 실시형태의 전술한 설명은 제한적인 것으로 의도되지 않는다. 본 발명의 실시형태에 대한 임의의 제한 사항은 이하의 청구범위에 제시된다.

도면

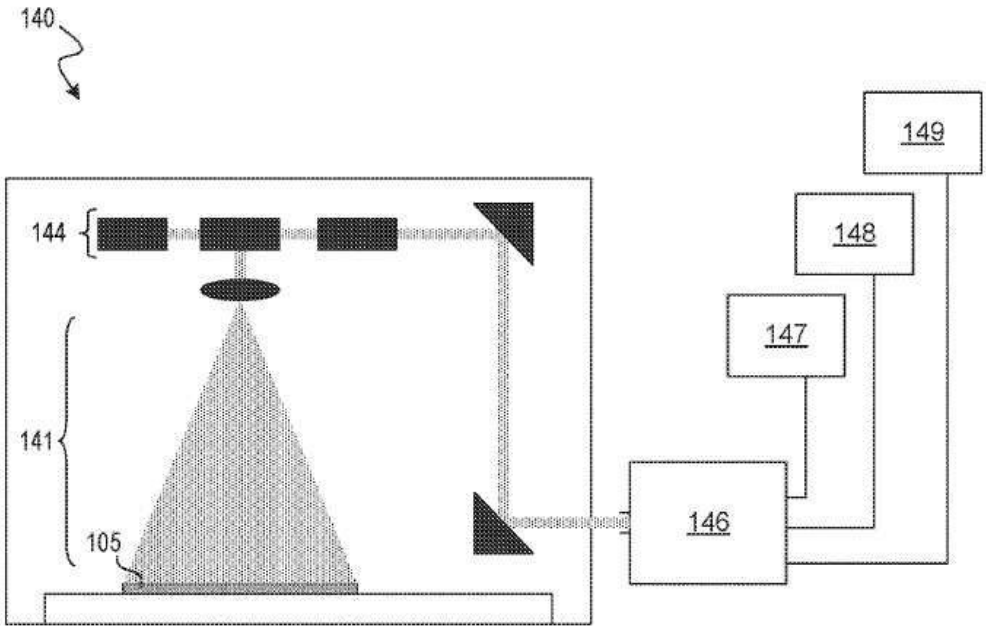
도면1



도면2



도면3



도면4

