



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년12월06일
(11) 등록번호 10-2475021
(24) 등록일자 2022년12월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 7/038 (2006.01)
G03F 7/039 (2006.01) G03F 7/11 (2006.01)
G03F 7/38 (2006.01) G03F 7/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70466 (2013.01)
G03F 7/0382 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7035932
(22) 출원일자(국제) 2017년05월12일
심사청구일자 2020년05월11일
(85) 번역문제출일자 2018년12월11일
(65) 공개번호 10-2019-0007019
(43) 공개일자 2019년01월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/032435
(87) 국제공개번호 WO 2017/197279
국제공개일자 2017년11월16일
(30) 우선권주장
62/335,977 2016년05월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20100273099 A1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
카르카시 마이클 에이.
미국 텍사스주 78749 오스틴 엘로우 로즈 트레일 4603
데빌리어스 안톤 제이.
미국 뉴욕주 12065 클리프턴 파크 태너 로드 734
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 26 항

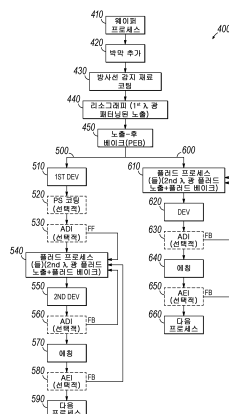
심사관 : 정성용

(54) 발명의 명칭 감광 화학물질 또는 감광 화학 증폭형 레지스트의 사용에 의한 임계 치수 제어

(57) 요약

임계 치수 제어를 위한 방법이 제공되며, 하부 층과 그 위의 방사선 감지 재료 층을 갖는 기판이 수용된다. 방사선 감지 재료는, 패터닝된 마스크를 통해, UV 스펙트럼 내의 제1 파장의 광에 노출되고, 첫 번째 현상된다. 방사선 감지 재료는, 제1 파장의 광과는 상이한 파장을 포함하는 제2 파장의 광에 플러드 노출되고, 두 번째 현상되어, 패턴을 형성한다. 플러드 노출 전에, 방사선 감지 재료는, 방사선 감지 재료 층에서 제1 산 농도로 산의 생성을 제어하고 방사선 감지 재료 층에서 감광제 분자의 생성을 제어하는 제1 광 파장 활성화 임계치와, 산이 제1 산 농도보다 더 큰 제2 산 농도를 포함하게 되도록 감광제 분자를 여기시킬 수 있는, 제1 광 파장 활성화 임계치와 상이한 제2 광 파장 활성화 임계치를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G03F 7/0392 (2013.01)

G03F 7/11 (2013.01)

G03F 7/38 (2013.01)

G03F 7/40 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

W02015127353 A1*

US20130260313 A1

US6180320 B2

W02010126735 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

방법에 있어서,

기판을 수용하는 단계로서, 상기 기판은:

하부 층(underlying layer)과,

상기 하부 층 상의 방사선 감지(radiation-sensitive) 재료 층 - 상기 방사선 감지 재료 층은 광산 발생제(photoacid generator)를 포함하고 제1 광 파장 활성화 임계치를 가져서, 상기 방사선 감지 재료 층이 상기 제1 광 파장 활성화 임계치 이상의 파장의 광에 노출될 때, 상기 광산 발생제가 산을 생성함 -;

을 포함하는 것인, 상기 기판을 수용하는 단계;

패터닝된 마스크를 통해, UV 스펙트럼 내의 파장을 포함하는 제1 파장의 광을 상기 방사선 감지 재료 층에 노출시키는 단계 - 상기 UV 스펙트럼 내의 파장은 상기 산을 생성하도록 상기 제1 광 파장 활성화 임계치 이상임 -;

패턴 노출된 방사선 감지 재료 층을 제1 현상하는 단계 - 상기 제1 현상된 방사선 감지 재료 층은 제1 임계 치수(CD; critical dimension) 균일도를 가짐 -;

상기 제1 파장의 광과는 상이한 파장을 포함하는 제2 파장의 광을 상기 제1 현상된 방사선 감지 재료 층에 플러드(flood) 노출시키는 단계 - 상기 제1 현상된 방사선 감지 재료 층은 감광제 분자를 포함하고 제2 광 파장 활성화 임계치를 가져서, 상기 제1 현상된 방사선 감지 재료 층이 상기 제2 광 파장 활성화 임계치 이상의 상기 제2 파장의 광에 노출될 때, 상기 감광제 분자가 더 많은 상기 산을 생성함 -; 및

상기 제1 CD 균일도에 비해 개선된 제2 CD 균일도를 갖는 방사선 감지 재료 패턴을 형성하도록 상기 플러드 노출된 방사선 감지 재료 층을 제2 현상하는 단계를 포함하고,

상기 방사선 감지 재료 패턴은, 상기 제2 현상하는 단계 다음에, 전체 기판 또는 상기 기판의 일부에 걸쳐 상기 제2 CD 균일도와 관련된 보정된 또는 축소된(slimmed) CD를 갖는 것인, 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 방사선 감지 재료는 상기 방사선 감지 재료의 성분으로서 상기 감광제 분자를 포함하는 것인, 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 감광제 분자를 상기 방사선 감지 재료 층 안으로 통합시키도록, 상기 제1 현상하는 단계 다음에 그리고 상기 플러드 노출시키는 단계 전에, 상기 방사선 감지 재료 층에 상기 감광제 분자를 포함하는 감광제 생성 화합물을 코팅하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

청구항 3에 있어서, 상기 감광제 생성 화합물을 코팅하는 단계는 스핀 코팅을 포함하는 것인, 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 제1 파장의 광은 상기 제2 광 파장 활성화 임계치보다 짧은 것인, 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 제1 파장의 광은 13.5nm, 193nm, 또는 248nm인 것인, 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 제2 파장의 광은 UV 스펙트럼 내인 것인, 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서, 상기 제2 파장의 광은 300nm와 400nm 사이인 것인, 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서, 상기 제2 파장의 광은 365nm인 것인, 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서, 상기 플러드 노출시키는 단계는, 픽셀 기반의 투영 시스템을 사용하여 상기 제2 파장의 광에 상기 현상된 방사선 감지 재료 층을 노출시키는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서, 상기 플러드 노출시키는 단계는, 검류계 장착된 미러(galvanometer-mounted mirror)에 의해 지향된 제2 파장의 광에 상기 현상된 방사선 감지 재료 층을 노출시키는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 13

청구항 1에 있어서, 상기 플러드 노출시키는 단계는, 상기 제2 파장의 광의 광원 하에 상기 기판을 병진이동(translate) 또는 회전, 또는 둘 다 하는 단계를 포함하는 것인, 방법.

청구항 14

청구항 1에 있어서, 상기 제1 파장의 광에 상기 방사선 감지 재료 층의 노출의 노출 선량(exposure dose)은, 후속 프로세스 단계에서 전체 기판에 걸쳐 임계 치수(CD) 보정을 가능하게 하도록, 후속 플러드 노출이 없는 패터닝된 노출을 포함한 프로세스에 비해 감소되는 것인, 방법.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 제1 현상하는 단계 다음에, 또는 상기 제2 현상하는 단계 다음에, 또는 둘 다, 상기 방사선 감지 재료 층을 검사하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 제1 현상하는 단계 다음에 상기 방사선 감지 재료 층을 검사하는 단계로부터 획득된 상기 제1 CD 균일도에 기초하여, 상기 플러드 노출시키는 단계 또는 상기 플러드 노출시키는 단계 다음의 베이킹(bake) 단계, 또는 둘 다의 프로세스 파라미터를 변경하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 17

청구항 15에 있어서,

상기 제2 현상하는 단계 다음에 상기 방사선 감지 재료 층을 검사하는 단계로부터 획득된 상기 제2 CD 균일도에 기초하여, 다음 웨이퍼에 대하여, 상기 플러드 노출시키는 단계 또는 상기 플러드 노출시키는 단계 다음의 베이킹 단계, 또는 둘 다의 프로세스 파라미터를 변경하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 18

청구항 1에 있어서,

상기 방사선 감지 재료 패턴을 마스크로서 사용하여 상기 하부 층을 에칭하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 에칭된 하부 층을 검사하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 에칭된 하부 층을 검사하는 단계로부터 획득된 임계 치수 시그니처에 기초하여, 다음 웨이퍼에 대하여, 상기 플러드 노출시키는 단계 또는 상기 플러드 노출시키는 단계 다음의 베이킹 단계, 또는 둘 다의 프로세스 파라미터를 변경하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 21

청구항 1에 있어서,

상기 제1 현상하는 단계 다음에, 상기 제1 현상된 방사선 감지 재료 층은 일 위치에서 제1 CD를 갖는 패턴을 갖고, 상기 제2 현상하는 단계 다음에, 상기 방사선 감지 재료 패턴은 상기 위치에서 상기 제1 CD와 관련된 제2 CD를 갖고, 상기 제2 CD는 상기 제1 CD보다 작은, 방법.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

플러드 노출은 상기 제1 CD 균일도가 결정된 위치 및 상기 패턴에 걸쳐 측정된 공간적으로 특징화된(spatially characterized) CD 값에 따라, 상기 패턴 상으로 광 빔을 선택적으로 지향시키는 것을 포함하는, 방법.

청구항 23

청구항 21에 있어서,

상기 제2 CD는 상기 제1 CD의 30 nm 이내인, 방법.

청구항 24

청구항 21에 있어서,

상기 제2 CD는 상기 제1 CD의 20 nm 이내인, 방법.

청구항 25

청구항 21에 있어서,

상기 제2 CD는 상기 제1 CD의 10 nm 이내인, 방법.

청구항 26

청구항 21에 있어서,

상기 제1 파장의 광을 노출시키는 단계 다음에 그리고 상기 제1 현상하는 단계 전에, 노출 후 베이킹(post-exposure bake)를 더 포함하는, 방법.

청구항 27

방사선 감지 재료가 제1 광 파장 활성화 임계치 이상의 파장의 광에 노출되도록 상기 제1 광 파장 활성화 임계치를 갖고 산을 발생시키는 광산 발생제를 포함하는 상기 방사선 감지 재료를 사용하여 임계 치수 균일도 제어를 위한 방법에 있어서,

하부 층과 상기 하부 층 상의 방사선 감지 재료 층을 포함하는 기판을 수용하는 단계;

상기 방사선 감지 재료 층에 상기 산을 생성하도록 상기 제1 광 파장 활성화 임계치 이상인 UV 스펙트럼 내의 파장을 포함하는 제1 파장의 광에, 패터닝된 마스크를 통해, 상기 방사선 감지 재료 층을 노출시키는 단계;

복수의 피처들을 갖는 상기 방사선 감지 재료 층에서의 패턴을 현상하는 단계로서, 각각의 피처는 임계 치수(CD)를 특징으로 하며, 복수의 CD들이 제1 CD 균일도를 갖는 제1 CD 분포를 형성하는 것인, 상기 현상하는 단계;

상기 제1 파장의 광과는 상이한 제2 파장의 광에 상기 패턴을 플러드 노출시키는 단계로서, 상기 방사선 감지 재료 층은, 제2 광 파장 활성화 임계치 이상인 상기 제2 파장의 광에의 플러드 노출 동안, 감광제 분자가 더 많은 상기 산을 생성하도록, 상기 제2 광 파장 활성화 임계치를 갖는 상기 감광제 분자를 포함하며, 플러드 노출 동안 상기 제1 CD 분포 및 상기 제1 CD 균일도 중의 적어도 하나에 따라 상기 패턴에 광이 비균일하게 분포되는 것인, 상기 플러드 노출시키는 단계; 및

상기 플러드 노출된 패턴을 현상하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 피처들은, 제2 CD 분포가 상기 제1 CD 분포에 대해 시프트되도록, 비균일한 광 분포에 관련된 제2 CD 균일도를 갖는 상기 제2 CD 분포를 특징으로 하고,

상기 제1 CD 분포 중 과반수(majority)의 CD는 요구되는 공칭 치수(nominal dimension required)보다 더 크고, 상기 제2 CD 분포는 상기 요구되는 공칭 치수를 향해 시프트되는 것인, 임계 치수 균일도 제어를 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

관련 출원에 대한 상호참조

[0002]

본 출원은, 2016년 5월 13일 출원되어 발명의 명칭이 “Critical Dimension Control by Use of Photo-Sensitized Chemicals or Photo-Sensitized Chemically Amplified Resist” 인 미국 가특허 출원 번호 제 62/335,977호의 우선권을 주장하며, 이는 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.

[0003]

기술분야

[0004]

본 발명은 패터닝 임계 치수 균일도(CDU; critical dimension uniformity) 제어에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 보다 나은/대안의 CDU 제어 방법을 위해 레지스트 매트릭스로 감광 화학 증폭형 레지스트(PSCAR; photo-sensitized chemically amplified resist) 화학을 통합한 것과 관련된다.

배경 기술

[0005]

PSCAR은 레지스트를 현상하기 전에 잠재 패턴(latent pattern)을 완전히 생성하기 위한 2-노광 처리를 위해 만들어진 레지스트 조성이다. 이러한 이중 노광은, 마스크를 통한 방사선(radiation)의 단일 노광이 후속 현상을 위한 용해성 또는 불용성 영역을 정의하는 비보호(de-protected)(포지티브-톤) 또는 보호(네가티브-톤) 재료의 영역을 생성하는 종래의 포토레지스트의 사용과는 상이하다. 이와 달리 PSCAR은 레지스트를 현상하기 전에 비 화학적 선택적인(non-chemically selective) 광 노출 다음에 화학적 선택적인 광 노출을 포함할 수 있다. 포토레지스트 재료의 제1(비화학적 선택적인) 노출은 통상적으로 제1 방사선 파장 또는 파장 범위에서 마스크를 통해 일어난다. 이 제1 노출은 2차 화학적 선택적인 노출에 민감하게 되는 포토레지스트의 영역을 생성한다. 그 다음, 제2(화학적 선택적인) 노출은, 종래의 베이킹(bake) 프로세스와 결합되어, 이 화학적으로 민감한 영역으로 하여금 그 영역의 PACAR의 용해성을 변경시킨다. 다르게 말하자면, 생성된 산으로 인해, 보호 사이트에서 폴리머 백본의 자기촉매(autocatalytic) 비보호(de-protection) 반응(들)이 가능하며(통상적으로 베이킹을 수반함), 따라서 후속 현상 동안 레지스트의 용해성을 변경한다. 그 다음, 원하는 비보호 프로파일을 갖는 타겟 잠재 이미지 또는 패턴이 완전히 생성되며, 이러한 레지스트 막은 이어서 릴리프(relief) 패턴으로 현상될 수 있다. 감광 화학 증폭형 레지스트를 사용하는 것에 대한 더 많은 세부사항은, S. Tagawa 등의 “Super High Sensitivity Enhancement by Photo-Sensitized Chemically Amplified Resist Process”, Journal of Photopolymer Science and Technology, Vol. 26, Number 6 (2013), pp. 825-830에서 찾아볼 수 있다.

[0006]

PSCAR의 사용은, 노출 패터닝을 위해 EUV(extreme ultraviolet) 파장을 사용할 때와 같이 광자 밀도가 낮을 때

포토리소그라피 리소그래피 패터닝에 대한 더 높은 감도를 가능하게 한다. 초기 EUV(또는 eBeam, 또는 KrF(krypton fluorine), ArF(argon fluorine) 등을 사용하는 것과 같은 엑시머 레이저) 노출 동안 중간체의 반응에 의해 감광제(photosensitizer)가 생성된다. 후속 UV(ultraviolet) 플러드(flood) 노출은 감광제가 광산 발생제(PAG; photo acid generator)로 하여금 산을 생성하게 할 수 있으며, 이는 이어서 생성된 산과 보호된 폴리머 사이트 간의 자기촉매 비보호 반응을 통해 PSCAR의 용해성을 전환한다. UV 플러드 파장의 선택은 주어진 감광제의 특정 특성에 기초할 수 있다. 통상적으로, 감광제에 의한 흡광도를 최대화하면서 PAG 및 전구체에 의한 감광제에의 흡광도를 최소화하는 파장(또는 파장 범위)을 선택하는 것이 유리하다. 이러한 최적화는 플러드 노출이 감광제가 생성되지 않은 영역에서 산을 생성하는 것을 막는 것을 돕는다. UV 플러드 노출로부터 흡수된 UV 광을 갖는 여기된 감광제는 이어서 감광제 부근의 PAG를 분해할 것이다. 이 분해는 노출된 영역에서의 산 생성을 증폭시키면서, 본질적으로 초기 EUV(또는 eBeam, 또는 엑시머 레이저) 노출로부터의 다크(dark) 영역에서 산 형성이 없음(lack)을 유지한다. 이는 플러드 UV 노출과 연관된 막 내의 DC-바이어스 시프트를 피함을 의미한다.

[0007] PSCAR은 EUV 포토리소그래피 및 광 밀도나 전자 밀도가 낮은 다른 포토리소그래피를 가능하게 할 수 있지만, PSCAR 패터닝의 사용은 임계 치수(CD) 균일도에 관련한 난제를 가질 수 있다. CD 균일도(CDU)는 기관의 표면에 걸쳐 다양할 수 있다. 예를 들어, 소정의 웨이퍼는 웨이퍼의 중심 부분에 하나의 CD 값을 가지면서 웨이퍼의 에지에 가까이 또다른 CD 값을 가질 수 있다. 웨이퍼는 또한, 스텝퍼(stepper) 노출 시스템을 사용할 때와 같이 노출 진행 차수에 기초하여 달라지는 CD를 가질 수 있다. 소정의 기관의 특정 영역에 따라, CD는 너무 크거나 너무 낮을 수 있고, CD 변동은 웨이퍼 전반에 걸쳐 랜덤으로 펼쳐질 수 있으며, 방사상 위치에 기초할 수 있고, 그리고/또는 스크라이브 라인의 위치와 같은 특정 피처(feature)와 상관될 수 있다.

[0008] 산업계 축소가 최소 피처 크기를 점점 더 작은 임계 치수로 계속해서 밀어냄에 따라 그리고 EUV(13.5nm)의 지연 및 잠재 비용으로, 산업계는 이 현행 ArF(193nm) 침지(ArF_i) 스캐너 시스템을 더 확장하는 프로세스를 모색하고 있다. 멀티패터닝에 있어서, 에지 배치 오차 할당(edge placement error budget)은 오버레이 및 현상-후 검사(ADI; after-develop inspection)/에칭-후 검사(AEI; after-etch inspection) CDU에 매우 의존한다. CDU를 더 타이트하게 제어할 수 있는 능력은 매우 가치있고 중요하다.

[0009] 역사적으로, 패터닝 단계(포토리소그래피 또는 에칭)의 CD 제어는 3가지 방법 중의 하나를 수반하였다. 첫 번째 방법은 TEL에 의한 CD 최적화기(CDO; CD Optimizer)이며, 임계 치수 제어는 노출-후 베이킹(PEB; post-exposure bake) 동안 구역 온도 보상(zonal temperature compensation)에 의해 이루어진다. 두 번째 방법은 ASML에 의한 DoseMapper(DoMa)이며, 임계 치수 제어는 노출 동안 인프라필드 및/또는 인터필드 선량(dose) 보상에 의해 이루어진다. 세 번째 방법은 Lam Research에 의한 Hydra이며, 임계 치수 제어는 에칭 동안 구역 온도 제어에 의해 이루어진다.

[0010] 특히 PSCAR 패터닝과 결합하여, CD 제어를 위한 대안의 방법에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0011] 본 개시는 패터닝 CDU를 최소화하기 위한 대안의 방식 및 제어/보정을 위한 대안의 흐름을 제공한다. 실시예에서, 방법은, 하부 층(underlying layer)과, 하부 층 상에 퇴적된 방사선 감지(radiation-sensitive) 재료 층을 갖는 기관을 수용하는 단계를 포함한다. 방법은, 패터닝된 마스크를 통해, UV 스펙트럼 내의 파장을 포함하는 제1 파장의 광을 방사선 감지 재료 층에 노출시키는 단계; 패턴 노출된 방사선 감지 재료 층을 제1 현상하는 단계; 제1 파장의 광과는 상이한 파장을 포함하는 제2 파장의 광을 제1 현상된 방사선 감지 재료 층에 플러드 노출시키는 단계; 및 방사선 감지 재료 패턴을 형성하도록 플러드 노출된 방사선 감지 재료 층을 제2 현상하는 단계를 더 포함한다. 플러드 노출시키는 단계 전에, 방사선 감지 재료는, 방사선 감지 재료 층에서 제1 산 농도로 산의 생성을 제어하고 방사선 감지 재료 층에서 감광제 분자의 생성을 제어하는 제1 광 파장 활성화 임계치와, 산이 제1 산 농도보다 더 큰 제2 산 농도를 포함하게 되도록 방사선 감지 재료 층에서 감광제 분자를 여기시킬 수 있는 제2 광 파장 활성화 임계치를 포함하며, 제2 광 파장 활성화 임계치는 제1 광 파장 활성화 임계치와 상이하다. 방사선 감지 재료 패턴은, 제2 현상하는 단계 다음에, 전체 기관 또는 기관의 일부에 걸쳐 보정된 또는 축소된(slimmed) 임계 치수(CD)를 포함한다.

[0012] 물론, 명확하게 하기 위해 본 명세서에 기재된 바와 다른 단계의 설명 순서가 제시되었다. 일반적으로, 이들 단계는 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 또한, 본 명세서에서의 다양한 특징, 기술, 구성 등의 각각이 본 개시의 상이한 곳에 설명되어 있을 수 있지만, 개념의 각각은 서로 독립적으로 또는 서로 결합하여 실행될

수 있는 것으로 의도된다. 따라서, 본 발명은 많은 다양한 방식으로 구현되고 보여질 수 있다.

[0013] 이 요약 부분은 본 개시 또는 청구하는 발명의 모든 실시예 및/또는 점증적인 신규의 양상을 명시한 것은 아님을 유의하자. 대신, 이 요약은 단지 다양한 실시예들의 예비 설명 및 종래 기술 이상의 신규성의 대응점을 제공하는 것이다. 본 발명 및 실시예의 추가적인 세부사항 및/또는 가능한 관점에 대하여, 아래에 더 설명되는 바와 같은 본 개시의 상세한 설명 부분 및 대응하는 도면을 참조한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 다음의 상세한 설명을 참조하여, 특히 첨부 도면과 함께 고려될 때, 본 발명 및 이의 많은 동반 이점의 보다 완전한 인식이 용이하게 명백하게 될 것이다.

도 1a는 제1 패터닝된 노출 후의 산 및 감광제 농도를 도시한 그래프이다.

도 1b는 제2 플러드 노출 후의 산 및 감광제 농도를 도시한 그래프이다.

도 2는 감광제로 UV 광의 선택적 흡수를 도시한 그래프이다.

도 3은 최종 임계 치수 균일도 시그니처(signature)를 변경하도록 웨이퍼 내에 전달된 방사상 선량 시그니처를 변경하기 위한 다양한 경로를 예시한 표이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 임계 치수 제어를 위한 프로세스를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 제1 실시예는 멀티패터닝 레지스트 재료로서의 사용을 위해 종래의 CAR 화학 대신에 PSCAR 화학의 사용을 제안한다. PSCAR은 상이한 시간에 그리고 상이한 프로세스 조건 하에 포토레지스트 내의 화학물질의 발생이 일어날 수 있게 하는 분리된 활성화 능력을 갖는 포토레지스트를 포함한다. 도 1a의 그래프(100)에 도시된 바와 같이, PSCAR 화학은, 생성되는 초기 산 농도 프로파일(110)을 따르는 일차 노출시(또는 일차 노출과 이차 노출 사이의 시간 동안) 배경 감광제(PS; photosensitizer) 농도 프로파일(120)을 생성한다. 일차 노출 과정은 EUV(13.5nm), ArF(193nm)(건식 또는 침지), 및/또는 KrF(248nm)일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 산 농도 프로파일(110)을 형성하도록 일부 산이 일차 노출 동안, 예를 들어 PAG로부터, PSCAR 안에 형성될 수 있지만, 다른 실시예에서 산은 형성되지 않는다. 이차 노출 과정(UV 플러드)은 대안의 과정에 있고, 종종 레지스트 매트릭스 내의 다른 성분의 흡수를 피하려고 시도하며 따라서 보통 300nm보다 클 것이 요구되고, 예를 들어 365nm이 사용될 수 있다. 그 다음, 일차 노출의 결과로서 생성된 PS는 후속 프로세싱에서 산으로 PAG의 분해를 증폭시킴으로써 생성된 산을 변경하도록 사용될 수 있다. 도 1b는 이차 노출 다음의 감광제(PS) 및 산 농도 프로파일(150 및 140)의 그래프(130)를 각각 도시한다.

[0016] 도 2의 그래프(200)를 참조하면, 이차 노출 과정의 UV 플러드 노출로부터의 여기된 감광제는 여기된 감광제 부근의 PAG를 분해하여, 노출된 영역에서 산 생성의 증폭을 얻는 반면에, 원래 노출의 다크 영역(노출되지 않음)에서는 본질적으로 산 형성이 없음을 유지할 것이다(플러드 UV 노출과 연관된 모든 막의 어떠한 실질적인 DC-바이어스 시프트가 없음을 의미함). 노출된 영역에서만 산을 증가시킴으로써, 다크 영역에서는 적은 산 형성이 본질적으로 유지된다. 비보호 레벨이 폴리머를 비보호하도록 가능한 산 농도와 바로 연결되기 때문에, 측방향 피쳐 에지에서 산의 농도를 증가시키는 것은, 측방향 피쳐 에지에서의 비보호를 증가시키면서 피쳐의 중심에서의 보호 상태를 유지할 것이다(예를 들어, 라인과 공간의 경우).

[0017] 하나의 실시예에서, 레지스트가 (막으로서) 제1 파장 범위의 광에 노출될 때 감광제를 생성하도록 레지스트 조성이 생성된다(또는 선택됨). 그 다음, 열 확산을 사용하지 않고서 산 반응을 증폭시키도록 제2 파장 범위의 광이 사용된다. 제1 및 제2 파장 범위는 중첩할 수 있거나 중첩하지 않을 수 있다. 그러나, 하나의 실시예에서, 분리된 활성화 능력은 감광제와 광산 발생제 간에 중첩할 수 있으며, 그리하여 도 1a에서 볼 수 있듯이 비교적 적은 양의 산이 제1 노출 동안 생성될 수 있다. 이 비교적 적은 양의 산은 예를 들어, 제2 노출 동안 생성될 수 있는 산의 양의 반보다 적을 수 있다. 선택적으로, 포토레지스트는 포토레지스트가 제1 파장 범위의 광에 노출될 때 생성될 수 있는 산의 양 또는 산의 반응 속도를 최소화하도록 최적화될 수 있다. 산 생성은 또한, 광의 제1 노출 동안 포토레지스트와 교차할 수 있는 광의 양을 감소시킬 수 있는 패터닝된 마스크를 통해 광을 통과시킴으로써 최소화될 수 있다. 후속 플러드 노출 단계에서, 포토레지스트 막이 광에 다시 노출된다. 이 후속 노출은, 포토레지스트 막 내의 산 농도를 유도하거나 증폭시키는 제2 파장 범위를 포함할 수 있다. 비한정적인 예로써, 제1 파장 범위는 300nm보다 더 작을 수 있고, 제2 파장 범위는 300nm보다 더 클 수 있다.

- [0018] 종래의 포토레지스트 패터닝 프로세스에서, 제1 광 노출은 노출 위치에서 PAG를 활성화하며, 그리하여 그 위치에서 광산이 생성된다. 그 다음, 광산은 생성된 산과 보호된 폴리머 사이트 간의 자기촉매 비보호 반응을 통해 포토레지스트 막의 용해성을 변경할 수 있다. 이와 달리, PSCAR 막으로는, 종래의 프로세스보다 더 낮은 전력인, 광의 마스크 기반의 패턴 노출은 주로 종래의 프로세스와 비교하여 훨씬 더 적은 양의 산과 함께 감광제를 생성한다. 감광제는 감광제에 대한 전구체인 감광제 생성 화합물에 의해 만들어지거나 생성될 수 있으며, 이는 감광제 생성 분자를 감광제로 변경하도록 부근에 있는 산 분자와 반응한다. 이 초기 마스크 기반의 노출은 종래의 프로세스의 전력에 비해 낮은 전력의 노출로 간주될 수 있다. 그 후에, 높은 전력 UV 플러드 노출이 실행되며, 이는 마스크 기반의 노출로 생성되었던 것에 비해 어마어마한 양의 산을 생성한다. 여기에서의 플러드 노출은 어떠한 마스크 또는 패터닝 메커니즘 없는 광 노출을 지칭하며, 그리하여 기판의 모든 부분은 대략 동일한 양의 방사선을 받는다.
- [0019] 여기에서의 실시예는, 하나 이상의 감광제 생성 화합물을 포함하는 레지스트 조성을 포함할 수 있다. 이러한 화합물은 포토레지스트 층 또는 조성에서 감광제 분자를 생성함으로써 특정 광 파장 활성화 임계치에 대응한다. 감광제 분자는 광 에너지를 흡수하고 광 에너지를 PAG와 같은 또다른 분자로 전달할 수 있다. 이 에너지 전달은 이어서 수신 분자를 활성화할 수 있다. 에너지 전달을 수신한 PAG의 경우에, PAG는 이어서 산을 생성할 수 있다. 일부 감광제 화합물은 접지 상태로 에너지를 전달할 수 있는 반면에, 다른 것들은 여기 상태로 전달을 수행할 수 있다. 예시적인 감광제 생성 화합물은, 아세토페톤, 트리페닐렌, 벤조페논, 플루오렌온, 안트라퀴논, 페난트렌, 또는 이들의 유도체를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0020] 여기에서의 레지스트 조성은 또한, 포토레지스트 층에서 산의 생성을 제어하는 제2 광 파장 활성화 임계치(activation threshold)에 대응하는 PAG 화합물을 포함할 수 있다. 제2 활성화 파장은 제1 활성화 파장과 상이할 수 있다. PAG는 흡수된 광 에너지를 화학 에너지(예컨대, 산 반응)로 전환하는 양이온성 광개시제일 수 있다. PAG 화합물은, 트리페닐설포늄(triphenylsulfonium) 트리플레이트(triflate), 트리페닐설포늄 노나플레이트(nonaflate), 트리페닐설포늄 퍼플루오로옥틸설포네이트(perfluorooctylsulfonate), 트리아릴설포늄(triarylsulfonium) 트리플레이트, 트리아릴설포늄 노나플레이트, 트리아릴설포늄 퍼플루오로옥틸설포네이트, 트리페닐설포늄 염, 트리아릴설포늄 염, 트리아릴설포늄 헥사플루오로안티몬산 염(hexafluoroantimonate salt), N-히드록시나프탈이미드 트리플레이트, 1,1-비스[p-클로로페닐]-2,2,2-트리클로로에탄(DDT), 1,1-비스[p-메톡시페닐]-2,2,2-트리클로로에탄, 1,2,5,6,9,10-헥사브로모시클로도데칸(hexabromocyclododecane), 1,10-디브로모도데칸(dibromodecane), 1,1-비스[p-클로로페닐]2,2-디클로로에탄, 4,4-디클로로-2-(트리클로로메틸)벤즈히드롤, 1,1-비스(클로로페닐) 2-2,2-트리클로로에탄올, 헥사클로로디메틸설포, 2-클로로-6-(트리클로로메틸)피리딘, 또는 이들의 유도체를 포함할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0021] 여기에서의 실시예는 또한, 산 농도 및/또는 감광제의 농도를 수정할 수 있는 광활성제(photoactive agent)를 포함할 수 있다. 광활성제는 제2 PAG, 또는 광분해성 염기(photo-decomposable base)로도 알려진 광파괴성(photo-destructive) 염기를 포함할 수 있다. 광파괴성 염기는 노출된 영역에서 분해하는 하나 이상의 염기 화합물을 포함할 수 있으며, 이는 노출되지 않은 영역에서 광활성 산을 중화시킬 수 있는 더 높은 총 염기 로딩을 허용한다. 따라서 광파괴성 염기는 이 일반적인 염기 로딩 효과를 제공할 수 있는 화합물을 포함한다. 분해되지 않은 염기는 하나 이상의 광산을 변성시킬 것이며, 그리하여 이 광산은 더 이상 감광성이 아니거나 또는 더 이상 방사선에 민감하지 않게 된다. 일반적인 포토레지스트 조성은 통상적으로 또렷한 선이 되도록 콘트라스트를 증가시키는 것을 돕기 위해 일부 유형의 염기 로드를 포함한다. 이 염기 로드는 통상적으로 균일한 프로파일을 제공하기 위해(구배 노출을 제거함) 산 농도를 균일하게 조정하도록 작용한다. 여기에 개시된 바와 같이, 소정의 레지스트 막에 더 많은 염기를 추가함으로써, 소정의 산 농도가 감소될 수 있다. 마찬가지로, 소정의 산 농도는 산 화합물을 선택적으로 추가함으로써 증가될 수 있다.
- [0022] 실시예에서, 감광제 및/또는 감광제 생성자는 시작부터 레지스트 매트릭스 내에 있지만, 이는 슬리밍(slimming)을 위한 산 린스 프로세스와 유사하게, 제1 현상 단계 후에 용액에 용해되어 스핀온 프로세스를 통해 통합된 다음, UV 플러드 노출 프로세스(이차 노출 파장)에 의해 노출되고 베이킹되며 현상되는 것을 배제하지 않는다.
- [0023] 또다른 실시예에서, 웨이퍼내(WIW; within-wafer) CD 분포는 방사상 및 틸트(tilt) 성분으로 디컨벌루션될 수 있다. 방사상 시그니처(radial signature)는 하나의 실시예에서, UV 플러드 노출 동안, 광원 하에 기판을 회전 및 병진이동(translate)하는 것을 사용하여 조정될 수 있다. 이 하드웨어 개념은 최종 WIW CDU 시그니처를 변경하도록 방사상 선량 시그니처 전달된 WIW를 변경하기 위한 많은 경로를 허용한다. 이 실시예에 대하여, 도 3에 도시된 바와 같이, 방사상 선량 변경은, 몇몇 들자면, 회전, 스캔 속도, 전력 설정, 광원 작업 거리, 애퍼처

사용, 초점 위치 변동, 광원 구역 제어 등, 및 이들의 임의의 순열에 대한 가변 설정을 포함할 수 있다.

- [0024] 또 다른 실시예에서, 웨이퍼에 전달된 UV 플러드 광 에너지(이차 노출 파장)는 독립적으로 어드레스가능한 투영 점의 어레이를 갖는 디지털 픽셀 기반의 투영 시스템의 사용에 의해 제어될 수 있으며, 투영된 패턴은 공간적으로 구조의 CD 값을 특징으로 하는 CD 시그니처에 기초한다. 디지털 픽셀 기반의 투영 시스템은, 웨이퍼에 이미지 또는 패턴을 포커싱하고(선택적으로 렌즈를 사용하여) 임계 치수 비균일도를 보정 또는 조정할 수 있는 광원과 함께, 광 빔을 지향시키기 위한 디지털 광 프로세싱(DLP; digital light processing) 칩, 그레이팅 광 밸브(GLV; grating light valve), 검류계 장착 및 작동 미러("galvo-mirror"), 또는 기타 마이크로 투영 및/또는 스캐닝 기술("Other")로서 구현될 수 있다. 디지털 픽셀 기반의 투영 시스템은 역사적으로 300nm 파장 이하에 신뢰성 문제를 가져왔다(투영 시스템 내의 흡수 문제로부터). 더 낮은 파장에서의 동작을 제작하기 위한 많은 방식들이 있지만, 365nm가 바람직한 노출 파장인 PS 재료의 흡광도는 잠재적으로 더 신뢰성있는 동작을 허용한다. 365nm의 파장은 대부분의 EUV/ArF/KrF 레지스트 시스템 내의 기존의 PAG를 광분해하기에 이용가능한 것보다 상당히 더 높은 파장이다(이력적 PAG 흡수 곡선을 고려할 때). 이를 염두에 두어, PSCAR 화학/방법의 사용 및 후속 365nm 플러드 노출 파장 사용은 잠재적으로 더 높은 투영 시스템 수명 및 신뢰성의 이점을 갖는다.
- [0025] 부가의 실시예에서, 회전/병진이동 방법에 의한 UV 플러드(이차 노출 파장)는 CD 비균일도를 보정하기 위해 디지털 픽셀 기반의 투영 시스템(이차 노출 파장)과 결합될 수 있다. PSCAR 화학물질의 선량 요건과 디지털 픽셀 기반의 투영 시스템의 선량 제한을 감안할 때, 이러한 기술의 조합이 요구될 수 있다. 회전/병진이동 플러드 하드웨어가 대부분의 요구된 이차 노출 파장(예컨대, 97%)을 전달할 수 있고, 그 다음 디지털 픽셀 기반의 투영 시스템이 CD 비균일도 최소화를 위해 필요한 나머지 선량을 전달할 수 있다(예컨대, 웨이퍼에 걸쳐 0~3%).
- [0026] UV 플러드 노출에 대한 서브프로세스 흐름의 특정 예는 다음을 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다:
- [0027] 서브 플로우 A: 300-400nm DLP 또는 GLV 또는 Other → 플러드 베이킹
- [0028] 서브 플로우 B: 300-400nm 회전/병진이동 → 플러드 베이킹
- [0029] 서브 플로우 C: 300-400nm DLP 또는 GLV 또는 Other → 300-400nm 회전/병진이동 → 플러드 베이킹
- [0030] 서브 플로우 D: 300-400nm 회전/병진이동 → 300-400nm DLP 또는 GLV 또는 Other → 플러드 베이킹
- [0031] 서브 플로우 E: 300-400nm Galvo-mirror → 플러드 베이킹
- [0032] 서브 플로우 F: 300-400nm Galvo-mirror → 300-400nm 회전/병진이동 → 플러드 베이킹
- [0033] 서브 플로우 G: 300-400nm 회전/병진이동 → 300-400nm Galvo-mirror → 플러드 베이킹
- [0034] 서브 플로우 A-G의 임의의 다른 조합이 사용될 수 있다. 300-400nm 범위의 파장은 365nm일 수 있다.
- [0035] 모든 실시예에 대하여, CDU 개선을 최대화할 수 있는 능력은, 이차 노출이 웨이퍼의 모든 영역을 보정할 수 있는 능력을 갖도록, 웨이퍼에 걸쳐 CD의 대부분이 요구되는 공칭 치수(nominal dimension)의 일측 또는 타측에 있도록(현상 톤에 따라) CD 분포가 시프트될 것을 요구한다. 따라서, 이차 PSCAR 플러드 프로세스(들)를 통합할 때, 일차 노출을 다소 언더도징(under-dosing)하는 시프트가 필요할 수 있다. 다르게 말하자면, 2번의 노출 단계를 사용하는 PSCAR 프로세스에 대하여, 제1 노출 단계의 노출 선량은 단일 노출 단계를 사용하는 CAR 프로세스에서의 노출 선량에 비해 감소된다.
- [0036] 여기에서의 실시예는 여러 프로세스 제어 방식 및 웨이퍼 시퀀스 옵션을 제공한다. 웨이퍼 시퀀스 옵션에 관련하여, 그리고 도 4의 흐름도(400)에 도시된 바와 같이, 이차 노출(들)(및 이차 노출-후 베이킹)은, 흐름도(400)의 분기(600)에서와 같이, 일차 노출 후에 하지만 임의의 현상(DEV) 프로세스(들) 전에 일어날 수 있고, 또는 대안으로서, 흐름도(400)의 분기(500)에서와 같이, 일차 노출/PEB/DEV 프로세스(들) 시퀀스 후에 일어날 수 있다. 둘 다의 시퀀스에서, 프로세스는 웨이퍼의 초기 프로세싱인 410에서 시작된다. 420에서, 하부 층으로 지칭될 수 있는 박막이 추가되며, 그 안에 패턴이 전사될 것이다. 430에서, 방사선 감지 재료, 예를 들어 포토레지스트의 코팅이 박막 위에 도포된다. 440에서, 방사선 감지 재료 코팅에 대해 리소그래피 프로세스가 수행된다. 보다 구체적으로, 방사선 감지 재료 코팅은 패터닝된 노출을 생성하도록 UV 스펙트럼 내에 있는 제1 파장(λ)의 광에 마스크를 통해 노출된다. 450에서, 노출-후 베이킹(PEB)이 수행된다.
- [0037] 450 후에, 프로세스는 하나의 실시예에 따라 흐름도(400)의 분기(500)에 의해 표시된 바와 같이 진행될 수 있다. 510에서, 패턴 노출된 방사선 감지 재료 코팅은 제1 현상 프로세스(1st DEV)를 받는다. 선택적으로, 520에서, 현상된 방사선 감지 재료 코팅은, 방사선 감지 재료 코팅에 PS 생성 화합물 또는 PS 화합물을 통합하

도록, PS 생성 화합물 또는 PS 화합물로 코팅된다. 예를 들어, PS 생성 화합물 또는 PS 화합물을 도포하도록 스핀코팅이 사용될 수 있다. PS 생성 화합물을 코팅하는 경우, 그 다음, 패턴 노출된 방사선 감지 재료 코팅에 존재하는 산은 통합된 PS 생성 화합물과 반응될 수 있다. 대안으로서, 단계 520이 생략될 수 있고, PS 생성 화합물은 430에서 박막 위에 도포될 때 방사선 감지 재료 코팅의 성분일 수 있으며, 나중에 PS 생성 화합물이 PS를 생성하도록 반응된다.

[0038] 540에서, 제1 현상된 방사선 감지 재료 코팅을, 광의 제1 파장(λ)과 상이한 제2 파장(λ)의 광에 플러드 노출하도록 플러드 프로세스(또는 프로세스들)가 수행된다. 플러드 프로세스는 예를 들어, 플러드 베이킹을 포함하는, 상기에 기재된 임의의 서브 플로우 A-G를 포함할 수 있다. 플러드 프로세스(540) 전에 그리고 1st DEV(510) 후에, 피드포워드(FF; feed-forward) 제어 전략의 일부로서, 530에서 현상-후 검사(ADI; after-develop inspection)가 선택적으로 수행될 수 있다. 구체적으로, 540에서 플러드 노출 또는 플러드 베이킹의 프로세스 파라미터는, 분기(500)에서 FF 화살표로 표시된 바와 같이, 제1 현상된 방사선 감지 재료 코팅을 검사하는 것으로부터 얻어진 임계 치수 시그니처에 기초하여 변경될 수 있다.

[0039] 플러드 프로세스 후에, 550에서 제2 현상 프로세스(2ND DEV)가 수행된다. 570에서, 하부 박막은 패턴닝된 방사선 감지 재료 코팅을 마스크로서 사용하여 에칭된다. 590에서, 웨이퍼의 처리는 다음 프로세스로 계속된다. 그 다음, 흐름도(400) 및 분기(500)에 따라 새로운 웨이퍼가 처리될 수 있다.

[0040] 선택적으로, 흐름도(400)의 분기(500)는 560에서 ADI를 그리고/또는 580에서 에칭-후 검사(AEI)를 포함할 수 있으며, 웨이퍼는 피드백(FB; feed-back) 제어 전략의 일부로서 각각, 550에서 2ND DEV 후에 그리고/또는 570에서 에칭 후에 검사된다. 구체적으로, 540에서 플러드 노출 또는 플러드 베이킹의 프로세스 파라미터는, 분기(500)에서 FB 화살표로 표시된 바와 같이, 처리되고 있는 다음 웨이퍼에 대하여, 제2 현상된 방사선 감지 재료 코팅 및/또는 에칭된 하부 박막 층을 검사하는 것으로부터 얻어진 임계 치수 시그니처에 기초하여 변경될 수 있다.

[0041] 450 후에, 흐름도(400)의 프로세스는 대안의 실시예에 따라 분기(600)에 의해 표시된 바와 같이 진행될 수 있다. 610에서, 플러드 프로세스(또는 프로세스들)는 광의 제1 파장(λ)과 상이한 제2 파장(λ)의 광에 패턴 노출된 방사선 감지 재료 코팅을 플러드 노출시키도록 수행된다. 540으로써, 플러드 프로세스(610)는 상기 기재된 임의의 서브플로우 A-G를 포함할 수 있다.

[0042] 플러드 프로세스 후에, 620에서 현상 프로세스(DEV)가 수행되며, 이는 프로세스 흐름의 유일한 DEV 단계이다. 640에서, 하부 박막은 패턴닝된 방사선 감지 재료 코팅을 마스크로서 사용하여 에칭된다. 660에서, 웨이퍼의 처리는 다음 프로세스로 계속된다. 그 다음, 흐름도(400) 및 분기(600)에 따라 새로운 웨이퍼가 처리될 수 있다.

[0043] 선택적으로, 흐름도(400)의 분기(500)는 630에서 ADI를 그리고/또는 650에서 AEI를 포함할 수 있으며, 웨이퍼는 FB 제어 전략의 일부로서 각각, 620에서 DEV 후에 그리고/또는 640에서 에칭 후에 검사된다. 구체적으로, 610에서 플러드 노출 또는 플러드 베이킹의 프로세스 파라미터는, 분기(600)에서 FB 화살표로 표시된 바와 같이, 처리되고 있는 다음 웨이퍼에 대하여, 현상된 방사선 감지 재료 코팅 및/또는 에칭된 하부 박막 층을 검사하는 것으로부터 얻어진 임계 치수 시그니처에 기초하여 변경될 수 있다.

[0044] 540 또는 610에서의 플러드 노출 전에, 방사선 감지 재료 코팅은, 방사선 감지 재료에서 제1 산 농도로 산의 생성을 제어하고 방사선 감지 재료에서 감광제 분자의 생성을 제어하는 제1 광 파장 활성화 임계치, 및 산이 제1 산 농도보다 더 큰 제2 산 농도를 포함하게 되도록 방사선 감지 재료에서 감광제 분자를 여기시킬 수 있는 제2 광 파장 활성화 임계치를 포함하며, 제2 광 파장 활성화 임계치는 제1 광 파장 활성화 임계치와 상이하다. 실시예에서, (440에서) 광의 제1 파장은 제1 광 파장 활성화 임계치이거나 이보다 높으며 제2 광 파장 활성화 임계치보다 더 낮고, (540 또는 610에서) 광의 제2 파장은 제2 광 파장 활성화 임계치이거나 이보다 높다.

[0045] 프로세스 제어 방식에 관하여, 흐름도(400)를 참조하여 상기에 설명된 바와 같이, 독립적으로 또는 서로 함께, 사용될 수 있는 여러 피드백(FB) 또는 피드포워드(FF) 방식이 존재한다. 평균화된 에칭-후 검사(AEI) 결과는, AEI로써 관찰된 변동(fluctuation)을 보정하기 위해, 로트-레벨 평균 전력 설정 및/또는 WIW 전력 시그니처 조정을 용이하게 하도록 피드백될 수 있다. 변동의 원인은 에칭 프로세스, 리소그래피 프로세스, 및 다른 프로세스 단계에 내재할 수 있다. 마찬가지로, 평균화된 현상-후 검사(ADI) 결과는, ADI로써 관찰된 변동을 보정하기 위해, 로트-레벨 평균 전력 설정 및/또는 WIW 전력 시그니처 조정을 용이하게 하도록 피드백될 수 있다. 2 현

상 단계(예컨대, 510 및 550)를 갖는 경우, ADI 결과는 어느 하나의 ADI 단계(예컨대, 530 및 560)로부터 사용될 수 있고, 다음 웨이퍼 프로세스 제어를 위해 피드백될 수 있다. ADI 단계 후 1st DEV(예컨대, 510)를 수행하는 데 있어서, 하지만 플러드 프로세스(들)(예컨대, 540) 및 2nd DEV(예컨대, 550) 전에, 웨이퍼 레벨에서의 피드 포워드 제어 전략이 가능해진다. 기지의 ADI CD 맵이 플러드 컨트롤러로 피드 포워드될 수 있으며, ADI에서 보다 타이트한 최종 CD 분포를 위해 그 웨이퍼에 특정한 플러드 프로세스(웨이퍼 내 국부적으로 선량 전달됨)를 보장할 수 있다. 임의의 상기 제어 방식이 자체적으로 또는 함께 사용됨으로써, 보다 타이트한 패터닝 CD 제어를 이끌 수 있다.

[0046] 이 개념은 최소화된 ADI/AEI CDU를 달성하기 위한 대안의 방식을 제공한다. CDU 제어는 여기에서 주로 UV 플러드 선량 제어 모듈(들)에 의해 제어된다.

[0047] 패터닝 CDU 제어에 대한 이 수정된 접근법으로써, WIW 제어 방식도 또한 더 실현가능해질 수 있으며, 보다 타이트한 패터닝 CD 제어를 허용하도록 실제 WIW 정보를 사용하여 이차 노출에 피드 포워드할 수 있다.

[0048] 이 방법이 임계 치수(CD) 보정, 즉 포토리소그래피-후 타겟 수단 부근의 CDU 보정에 사용되는 것에 더하여, 더 높은 플러드 선량을 사용하는 동일 방법이, 기관 또는 기관의 일부에 걸쳐 임계 치수(CD)를 슬리밍/축소하는 데에 사용될 수 있다. 산업계 축소가 최소 피처 크기 요건을 계속해서 점점 더 작은 CD로 밀어냄에 따라 그리고 EUV(13.5nm)의 자연 및 잠재적 높은 비용으로, 산업계는 그의 현행 193nm 침지(ArF_i) 스캐너 시스템 기반구조/전문지식을 더 확장하는 프로세스를 모색해왔다. 분해능 제한된(예컨대, ~40nm 라인 및 공간) 레지스트 피처 근방의 종래의 포토리소그래피-후 ArF_i의 축소/슬리밍은 하나의 이러한 확장이다. 제어된 습식 프로세스에서 10, 20, 30 나노미터만큼 홀 또는 트렌치를 축소하고 그리고/또는 라인을 슬림 또는 트림할 수 있는 능력은 현재 및 추후 다음에 적용된다: (1) 다소 더 작은 공격적 피처에 대하여 게이트 층이 매우 작은 피처를 갖는 로직 설계에서와 같은 단일 패터닝, 및 (2) 리소-에칭-리소-에칭(LELE; Litho-Etch-Litho-Etch) 또는 “n” 회 반복된 리소-에칭(LEⁿ), 리소-리소-에칭(LER; Litho-Etch), 및 측벽 스페이서를 위한 전구체와 같은 이중 패터닝/멀티패터닝 방식.

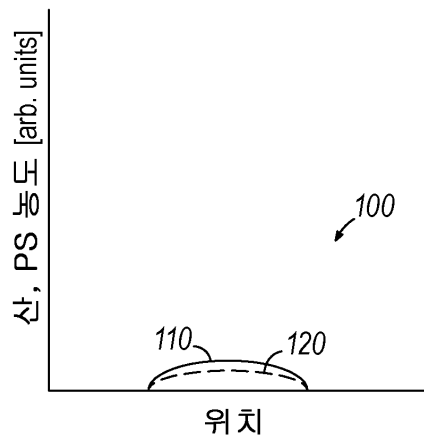
[0049] 다양한 실시예를 이해하는 것을 돕도록 다양한 기술들이 복수의 개별 동작들로서 기재되었다. 기재의 순서는 이 동작들이 반드시 순서에 따라야 함을 의미하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 실제로, 이들 동작은 제시된 순서대로 수행될 필요가 없다. 기재된 동작들은 기재된 실시예와 상이한 순서로 수행될 수 있다. 추가의 실시예에서 다양한 추가의 동작이 수행될 수 있고 그리고/또는 기재된 동작들이 생략될 수도 있다.

[0050] 여기에서 사용될 때에 “기관”은 일반적으로 본 발명에 따라 처리되고 있는 객체를 지칭한다. 기관은 디바이스, 구체적으로 반도체 또는 기타 전자 디바이스의 임의의 재료 부분 또는 구조물을 포함할 수 있고, 예를 들어 반도체 웨이퍼와 같은 베이스 기관 구조물이거나 박막과 같이 베이스 기관 위에 있거나 이를 덮는 층일 수 있다. 따라서, 기관은 임의의 특정 베이스 구조물, 하부층 또는 상부층, 패터닝된 또는 패터닝되지 않은 것에 한정되지 않으며, 오히려 임의의 이러한 층 또는 베이스 구조물 그리고 층 및/또는 베이스 구조물의 임의의 조합을 포함하는 것을 고려할 수 있다. 기재는 기관의 특정 유형을 참조할 수 있지만, 이는 단지 설명을 위한 목적적인 것이다.

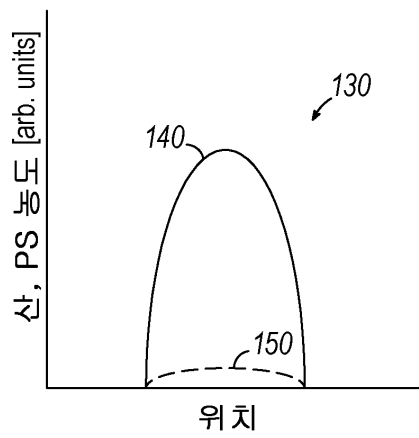
[0051] 본 발명은 이의 하나 이상의 실시예의 설명에 의해 예시되었고 실시예가 상세하게 기재되었지만, 이들은 첨부된 청구항의 범위를 이러한 세부사항에 제한하거나 어떠한 방식으로든 한정하는 것으로 의도되지 않는다. 추가의 이점 및 수정이 당해 기술 분야에서의 숙련자에게 용이하게 나타날 것이다. 그러므로 보다 넓은 양상의 본 발명은 특정 세부사항, 대표적인 장치 및 방법 그리고 도시되고 기재된 예에 한정되지 않는다. 따라서, 전반적인 본 발명의 개념의 범위에서 벗어나지 않고서 이러한 세부사항으로부터 벗어날 수 있다.

도면

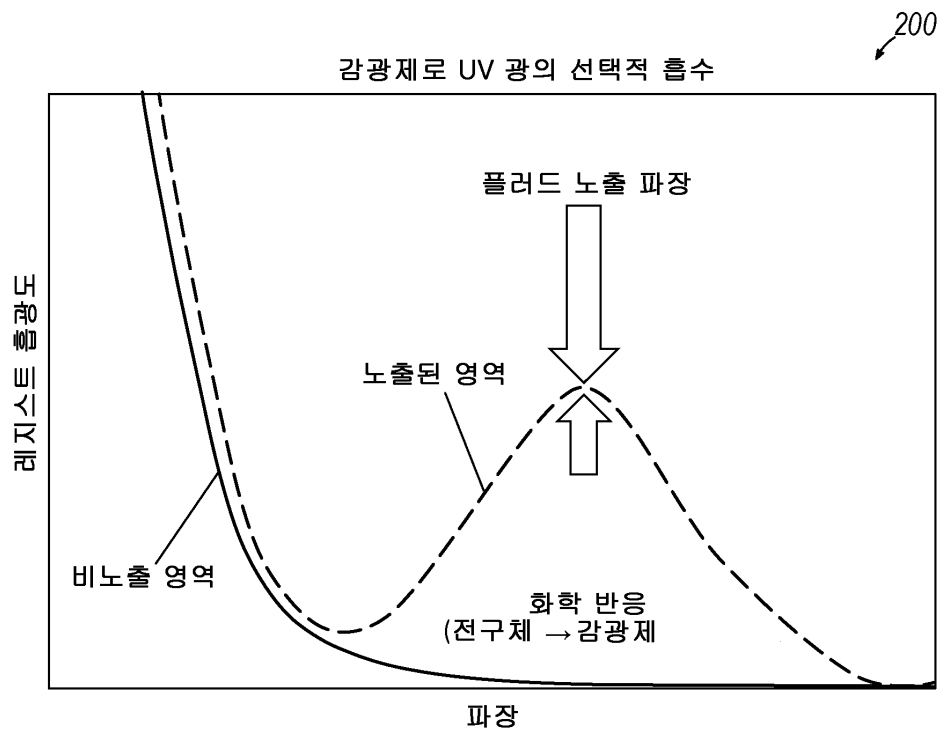
도면1a



도면1b



도면2



도면3

위치 (RPM)	스캔 속도 (mm/s)	전력 (W/cm ²)	광 작동 거리 (mm)	애퍼처 (if used)	포커스 위치
상수	상수	상수	상수	상수	상수
상수	상수	변수	상수	상수	상수
상수	변수	상수	상수	상수	상수
상수	변수	변수	상수	상수	상수
상수	상수	상수	상수	변수	상수
상수	상수	상수	변수	상수	상수
상수	상수	상수	상수	상수	변수

도면4

