(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월25일
(11) 등록번호 10-2206544
(24) 등록일자 2021년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/317 (2006.01) *F15D 1/02* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) *H01J 37/30* (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01) *H01J 9/38* (2006.01)
B82Y 10/00 (2017.01) *B82Y 40/00* (2017.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/3174 (2013.01)
F15D 1/025 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7020687(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년03월20일
심사청구일자 2020년08월18일
(85) 번역문제출일자 2020년07월16일
(65) 공개번호 10-2020-0091478
(43) 공개일자 2020년07월30일
(62) 원출원 특허 10-2020-7001461
원출원일자(국제) 2013년03월20일
심사청구일자 2020년02월14일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/055865
(87) 국제공개번호 WO 2013/139878
국제공개일자 2013년09월26일
(30) 우선권주장
61/613,391 2012년03월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1019870010942 A
KR1020040046176 A
KR1020100098515 A
US20010006070 A1

(73) 특허권자
에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.
네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
(72) 발명자
크루트, 피터
네덜란드 엔엘-2611 이비 델프트 쿠른마르크트 49
스미츠, 마크
네덜란드 엔엘-2641 에이케이 피즈나커 누르드베그 55
(74) 대리인
특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 오제욱

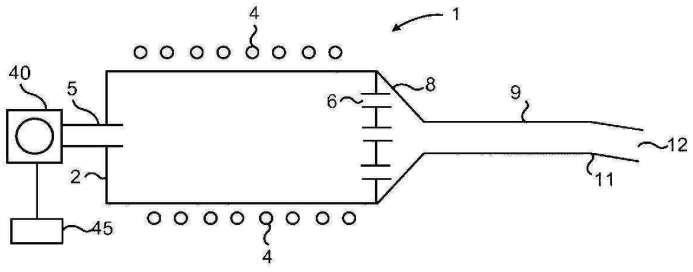
(54) 발명의 명칭 **라디칼을 운반하기 위한 배열체 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 라디칼들을 운반하기 위한 배열체에 관한 것이다. 이 배열체는 플라즈마 발생기 및 안내 본체를 포함한다. 플라즈마 발생기는 내부에 플라즈마가 형성될 수 있는 챔버(2)를 포함한다. 챔버는 입력 가스를 수용하기 위한 유입구(5) 및 플라즈마 및 그 안에 생성된 라디칼들을 중 하나 이상의 제거를 위한 하나 또는 둘 이상의

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도5a



유출구(6)들을 갖는다. 안내 본체는 중공형이고 플라즈마 내에 형성된 라디칼들을 오염물질 퇴적물이 제거될 영역 또는 용적을 향하여 안내하기 위해 배열된다. 챔버 유입구는 안내 몸체 내에 유동을 생성하도록 챔버 내로 펄스형 압력을 제공하기 위한 압력 장치(40)에 커플링된다.

(52) CPC특허분류
G03F 7/70925 (2013.01)
H01J 37/3007 (2013.01)
H01J 37/3177 (2013.01)
H01J 37/32862 (2013.01)
H01J 9/38 (2013.01)
B82Y 10/00 (2013.01)
B82Y 40/00 (2013.01)
H01J 2237/006 (2013.01)
H01J 2237/022 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자 광학 시스템(electron optical system)으로서,

복수의 전자 빔렛(beamlet)을 발생시키기 위한 빔렛 발생기;

상기 복수의 전자 빔렛을 조정하기 위한 통공들(apertures)의 어레이를 포함하는 빔렛 조종기(beamlet manipulator);

플라즈마가 내부에서 형성될 수 있는 챔버를 포함하는, 플라즈마를 발생시키기 위한 플라즈마 발생기 - 상기 챔버는, 입력 가스를 받아들이기 위한 유입구와, 내부에서 생성된 플라즈마와 라디칼들 중 적어도 하나의 제거를 위한 하나 이상의 유출구를 포함함 - ; 및

상기 플라즈마 내에서 형성되는 라디칼들을 오염물질 퇴적물이 제거될 상기 통공들의 어레이를 향하여 안내하기 위한 하나 이상의 챔버 출구에 커플링된 중공형 안내 본체

를 포함하는,

전자 광학 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는, 상기 하나 이상의 챔버 유출구와 유동연결되는 하나 이상의 발생기 유출구를 추가로 포함하는,

전자 광학 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 발생기 유출구들 중 적어도 하나는 상기 빔렛 조종기에 측방향으로 배열되는,

전자 광학 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는 깔때기(funnel)의 의해 하나 이상의 챔버 유출구로 연결되는,

전자 광학 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 깔때기에는 슬릿 형태로 적어도 두 개의 챔버 유출구가 제공되는

전자 광학 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

각각의 챔버 유출구의 슬릿에 연결되는 튜브를 더 포함하고, 유출구를 갖는 각각의 튜브는 오염물질 퇴적물이 제거될 상기 통공들의 어레이의 표면에 근접한,

전자 광학 시스템.

청구항 7

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 중공형 안내 본체와 발생기 유출구의 연장 부분 사이의 연결부 위에 배치시키기 위한 커버를 더 포함하고, 상기 중공형 안내 본체는 상기 커버에 의하여 상기 발생기 유출구의 연장 부분에 제거가능하게 연결될 수 있는,

전자 광학 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 커버는 상기 연결부의 위치 위에서 슬라이딩 가능하게 위치되도록 배열되는,

전자 광학 시스템.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 중공형 안내 본체는 상기 플라즈마 발생기 유출구와 상기 빔렛 조종기 사이의 유동 연결을 수립하는,

전자 광학 시스템.

청구항 10

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 빔렛 조종기는 제거가능한 모듈 판 상에 장착되고, 상기 중공형 안내 본체는 상기 제거가능한 모듈 판 상에 장착되는,

전자 광학 시스템.

청구항 11

제 4 항에 있어서,

상기 빔렛 조종기를 지지하도록 배열되는 정렬 프레임, 및 상기 정렬 프레임을 지지하도록 배열된 프레임을 더 포함하고,

상기 플라즈마 발생기의 챔버와 상기 깔대기는 상기 정렬 프레임에 통합되는,

전자 광학 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 정렬 프레임을 지지하도록 배열되는 프레임은, 진동 감쇠 마운트들을 통해 상기 정렬 프레임을 지지하도록 배열되는,

전자 광학 시스템.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 플라즈마 발생기는 상기 빔렛 조종기에 측방향으로(laterally) 배열되는,

전자 광학 시스템.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 정렬 프레임은, 슬라이딩하게 제거가능한 하나 이상의 빔렛 조종기 모듈들을 지지하도록 배열되는,

전자 광학 시스템.

청구항 15

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 빔렛 조종기의 모듈들을 포함하는 진공 챔버를 추가로 포함하는,

전자 광학 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 예를 들면 오염물질 퇴적물들의 제거를 위해 라디칼(radical)들을 운반하기 위한 배열체 및 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이 같은 배열체를 포함하는 하전 입자 리소그래피 시스템(charged particle lithography system)에 관한 것이다. 본 발명은 또한 플라즈마 챔버로의 연결을 위한 압력 조절기에 관한 것이다. 본 발명은 또한 라디칼들을 운반하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 하전 입자 리소그래피 시스템들의 정밀도 및 신뢰도는 오염에 의해 부정적인 영향을 받는다. 이 같은 리소그래피 시스템에서 오염에 대한 중요한 원인 제공은 오염물질들의 퇴적물들의 축적에 의해 유발된다. 패턴화된 빔렛(patterning beamlet)들의 부분이 되고 이 시스템에서 발생되는 하전 입자들은 시스템 내에 이미 존재하는 탄화수소들과 상호 작용한다. 결과적인 전자 빔 유도 퇴적(EBID)은 시스템 내의 표면상에 탄소 함유 층을 형성한다. 탄소 함유 재료의 이러한 층은 빔 안정성에 영향을 미친다. 하전 입자 빔들 및/또는 빔렛들이 통과하여 지나가는 통공들 내 또는 통공들 주위에 이 같은 탄소 함유 층의 축적은 또한 통공의 크기를 감소시키고 이러한 통공들을 통한 빔들 또는 빔렛들의 전달을 감소시킨다. 따라서 특히 비교적 높은 탄화수소 부분 압력들 및 비교적 높은 빔 전류 밀도들을 갖는 영역들에서, EBID의 제거가 매우 바람직하다.

[0004] 이 같은 퇴적물들은 원자 세정에 의해 감소 또는 제거될 수 있다. 이는 퇴적물들과 반응하기 위한 원자들의 스트림을 발생하기 위하여 플라즈마 발생기를 사용하여 달성될 수 있다. 여기서 제공된 플라즈마 및 원자들, 특히 라디칼들의 운반은 종종 비효율적이어서 상대적으로 긴 세정 기간들, 및 불충분한 세정 품질, 즉 특정 표면 또는 특정 용적 상의 퇴적물들의 불완전하거나 부적절한 제거를 초래할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 예를 들면 오염물질 퇴적물들이 더 효과적인 방식으로 제거되는 구역을 향하여 라디칼들을 운반하기 위한 배열체 및 방법을 제공하는 것이다. 이를 위해, 본 발명의 일부 실시예들은 예를 들면 오염물질 퇴적물의 제거를 위해 라디칼들을 운반하기 위한 배열체에 관한 것으로, 상기 배열체는 내부에 플라즈마가 형성될 수 있는 챔버로서, 상기 챔버는 입력 가스를 수용하기 위한 유입구, 및 플라즈마 및 플라즈마 안에 생성된 라디칼들 중 하나 이상의 제거를 위한 하나 또는 둘 이상의 유출구들을 포함하는 챔버를 포함하는 플라즈마 발생기; 및 오염물질 퇴적물이 제거될 영역 또는 용적을 향하여 플라즈마 내에 형성된 라디칼들을 안내하기 위한 중공형 안내 본체(hollow guiding body)를 포함하며, 상기 챔버 유입구는 안내 본체 내에 유동을 생성하기 위하여 챔버 내로 펄스형 압력을 제공하기 위한 압력 장치에 커플링된다. 펄스형 방식으로 챔버 내의 압력을 증가시킴으로써, 챔버 안에 발생된 라디칼들이 더 이상 분자 유동 상태(regime)로 이동하지 않지만 대신 라디칼들은 소위 점성 압력 상태로 이동한다. 점성 압력 상태에서 플라즈마는 유동을 형성하고 이 유동은 점성 유동으로 지칭될 수 있고 국부적으로 증가되는 압력의 이러한 기간들 동안 라디칼들을 운반하고 라디칼들은 라디칼들, 및 선택적으로 플라즈마의 전달의 효율을 상당히 증가시킬 수 있는 안내 본체를 향하여 안내될 수 있다. 결과적으로, 안내 본체를 통하여 원하는 위치, 예를 들면 오염된 영역을 향하여 전달되는 원자 라디칼들의 개수가 증가한다. 부가적으로, 펄스형 방식으로 국부적으로 증가된 압력의 기간들을 제공함으로써, 안내 본체 내의 플라즈마 소멸의 가능한 우려가 감소된다.

과제의 해결 수단

[0008] 바람직하게는, 압력 장치는 밸브이다. 밸브는 유입구의 신속한 개방 및 폐쇄를 가능하게 하며, 이는 비교적 고주파수에서 펄스형 압력을 제공하는 것을 가능하게 한다.

[0009] 일부 실시예들에서, 본 발명은 예를 들면 오염물질 퇴적물의 제거를 위해 라디칼들을 운반하기 위한 배열체에 관한 것으로, 상기 배열체는 내부에 플라즈마가 형성될 수 있는 챔버로서, 상기 챔버는 입력 가스를 수용하기 위한 유입구, 및 플라즈마 및 플라즈마 안에 생성된 라디칼들 중 하나 이상의 제거를 위한 하나 또는 둘 이상의 유출구들을 포함하는, 챔버를 포함하는 플라즈마 발생기, 및 오염물질 퇴적물이 제거될 영역 또는 용적을 향하여 플라즈마 내에 형성된 라디칼들을 안내하기 위한 하나 또는 둘 이상의 챔버 유출구들에 커플링되는 중공형 안내 본체를 포함하며, 상기 챔버 내의 압력은 라디칼들과 함께 끌어당기기에 충분한 세기를 가진 유동을 일시적으로 형성하기 위하여 증가될 수 있다. 안내 본체 내부의 일시적으로 증가된 압력은 플라즈마의 소멸을 유발할 수 있다. 또한, 이 같은 압력 증가는 재조합에 의해 예를 들면 3개의 바디 상호 작용(라디칼+라디칼+분자)에 의해, 라디칼들의 감소를 증가시킬 수 있다. 그러나, 이러한 이벤트(event)들 중 하나 또는 양자 모두가 발생하는 예상 밖의 환경들 하에서조차, 증가된 압력의 결과로서 챔버로부터 안내 본체의 유출구를 향한 라디칼들의 더 유효한 전달이 일시적인 플라즈마 소멸 및/또는 재조합에 의한 라디칼 손실들보다 더 크다. 특히, 증가된 압력은 전달되는 라디칼들의 개수의 증가를 유발할 수 있다. 압력 증가가 펄스 특성(pulsed nature)을 갖는 경우, 플라즈마 소멸의 변화들이 상당히 감소하여, 라디칼 운반의 증가된 효율이 안내 본체 내의 압력의 잔존과 조합될 수 있다.

[0010] 일부 실시예들에서, 본 발명은 예를 들면 오염물질 퇴적물의 제거를 위해 라디칼들을 운반하기 위한 배열체에 관한 것으로, 상기 배열체는 내부에 플라즈마가 형성될 수 있는 챔버로서, 상기 챔버는 입력 가스를 수용하기 위한 유입구, 및 플라즈마 및 플라즈마 안에 생성된 라디칼들 중 하나 이상의 제거를 위한 하나 또는 둘 이상의 유출구들을 포함하는 챔버를 포함하는 플라즈마 발생기; 오염물질 퇴적물이 제거될 영역 또는 용적을 향하여 플라즈마에 형성된 라디칼들을 안내하기 위한 챔버의 하나 또는 둘 이상의 유출구들에 커플링된 중공형 안내 본체; 및 제 1 횡단면적을 구비한 유입구 및 제 2 횡단면적을 구비한 유출구를 가지는 압력 조절기를 포함하며, 상기 제 1 횡단면적이 상기 제 2 횡단면적보다 크고, 상기 압력 조절기는 하나 또는 둘 이상의 챔버 유출구들에 커플링되며, 상기 압력 조절기 유출구는 안내 본체에 커플링되며, 상기 압력 조절기에는 추가 유입 가스를 수용하기 위한 추가 유입구가 제공된다. 깔때기 압력 조절기 내의 추가 유입구의 존재는 챔버 내부 및 안내 본체

내부의 압력을 독립적으로 조정하는 가능성을 열어둔다. 안내 본체의 컨덕턴스(conductance)는 지금부터 안내 본체 내부의 압력이 최적치 아래에 있도록 설계될 수 있다. 최적 압력은 이어서 압력 조절기 내의 추가 유입구를 경유하여 추가 가스를 첨가(insert)함으로써 수행될 수 있다. 따라서, 안내 본체 내부의 압력이 이의 유출구를 향하여 라디칼들을 안내하기 위해 추가 유입구를 통해 적절한 가스의 제어된 공급에 의해 최적화될 수 있는 동안 챔버 내의 압력은 라디칼들을 발생하기 위해 최적화될 수 있다.

[0011] 플라즈마 발생기의 챔버는 천공 벽과 같은 유동 제한기를 포함할 수 있다. 유동 제한기는 플라즈마 발생기의 챔버와 환경, 일반적으로 진공 환경 사이의 압력 차를 유지하는 것을 보조하는데, 상기 환경으로 압력 조절기의 유출구가 연결된다. 압력 조절기의 압력에서의 위치와 안내 본체의 유출구 사이의 압력 차는 선택적으로 플라즈마 유동과 조합하여 라디칼들의 유동을 만드는데 도움이 된다.

[0012] 요약하면, 위에서 설명된 배열체들은 안내 본체를 통하여 라디칼 운반 효율을 증가시킨다.

[0013] 본 발명의 일부 실시예는 플라즈마를 포함하는 챔버로의 연결을 위한 압력 조절기에 관한 것으로, 압력 조절기는 제 1 횡단면적을 가지며 플라즈마 및 플라즈마 내에 생성된 라디칼들 중 하나 이상을 수용하기 위한 유입구 및 제 2 횡단면적을 구비한 유출구를 가지며, 제 1 횡단면적은 제 2 횡단면적보다 더 크며, 압력 조절기 유입구는 플라즈마 챔버에 커플링되며, 압력 조절기 유출구는 중공형 몸체에 제거가능하게 부착가능하다. 압력 조절기는 깔때기 형태를 취할 수 있다. 압력 조절기는 추가 유입 가스(inlet gas)를 수용하기 위한, 예를 들면 앞에서 설명된 바와 같은 목적을 위한 추가 유입구가 제공될 수 있다.

[0014] 본 발명의 일부 실시예들은 리소그래피 시스템에 관한 것으로, 리소그래피 시스템은 복수의 빔렛들을 발생하기 위한 빔렛 발생기; 빔렛들을 조종하기 위한 복수의 빔렛 조종기 요소; 및 위에서 언급된 실시예들 중 하나에 따른 배열체를 포함하며, 상기 배열체는 플라즈마 및 플라즈마 안에 생성된 라디칼들을 발생하도록 그리고 빔렛 조종기 요소들 중 하나 또는 둘 이상의 표면으로 라디칼들을 지향시키도록 구성된다. 빔렛 조종기 요소들의 예들은 투사 렌즈 구조 및 빔렛 변조 구조를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 선택적으로 플라즈마와 조합하여 라디칼들을 빔렛 조종기 요소들 중 하나 또는 둘 이상의 표면상으로 지향시킴으로써, 오염물질 퇴적물들은 효과적인 방식으로 국부적으로 제거될 수 있다.

[0015] 리소그래피 시스템은 하전 입자 리소그래피 시스템일 수 있다. 각각의 빔렛 조종기 요소는 이어서 빔렛이 관통하여 지나가는 복수의 통공들을 포함할 수 있다. 빔렛 변조 구조는 이어서 블랭커(blanker) 구조, 즉 복수의 블랭커들의 배열체의 형태를 취할 수 있으며, 블랭커들은 하나 또는 둘 이상의 하전 입자 빔렛들을 편향시킬 수 있다. 전형적으로, 블랭커들은 제 1 전극, 제 2 전극 및 통공이 제공되는 정전 편향기들이다. 이어서 전극들은 통공을 가로질러 전기장을 발생시키기 위한 통공의 마주하는 측면들 상에 위치된다. 일반적으로, 제 2 전극은 접지 전극, 즉 접지 전위에 연결된 전극이다. 하전 입자 리소그래피 시스템에서 투사 렌즈 구조는 하나 또는 둘 이상의 정전 렌즈 어레이들을 포함할 수 있다.

[0016] 소정의 다른 실시예들에서, 리소그래피 시스템은 극자외선(EUV) 리소그래피 시스템이다. 이 같은 시스템에서, 각각의 빔렛 조종기 요소는 배향이 제어 가능할 수 있는 거울과 같은, 반사 요소의 형태를 취할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일부 실시예들은 라디칼들을 운반하기 위한 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 표면에 매우 근접하게 중공형 안내 본체의 단부를 구비한 위에서 언급된 실시예들 중 하나에 따른 배열체를 제공하는 단계; 챔버 내로 입력 가스를 첨가하는 단계; 챔버 내에 플라즈마 및 라디칼들을 형성하는 단계, 및 중공형 안내 본체의 단부를 향하여 라디칼들의 유동을 생성하는 단계를 포함한다. 바람직하게는, 유동을 생성하는 단계는 펄스형 압력을 밸브 또는 펌프와 같은 압력 장치에 의해 챔버 내로 펄스형 압력을 제공하는 단계를 포함한다. 밸브는 매우 효율적인데, 이는 밸브가 신속하게 작동하고 밸브는 비교적 높은 주파수들로 작동될 수 있기 때문이다.

[0018] 마지막으로, 본 발명의 일부 실시예들은 라디칼들을 운반하기 위한 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 표면에 매우 근접한 중공형 안내 본체의 단부를 구비한 위에서 언급된 실시예들 중 하나에 따른 배열체를 제공하는 단계; 입력 가스를 챔버 내로 첨가하는 단계; 챔버 내에 플라즈마 및 라디칼들을 형성하는 단계; 및 라디칼들과 함께 끌어당기기에 충분한 세기를 가진 유동을 형성하도록 챔버 내의 압력을 일시적으로 증가시키는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0020] 본 발명의 실시예들이 지금부터 첨부되는 개략도들을 참조하여 단지 예로서 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 라디칼들을 운반하기 위한 배열체를 개략적으로 도시하며;

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 라디칼들을 운반하기 위한 배열체를 도시하며,

도 3은 분자 유동 상태(molecular flow regime)에서 라디칼들의 예시적인 일부 궤도들을 도시하며,

도 4는 점성 유동 상태에서 라디칼들의 예시적인 일부 궤도들을 도시하며,

도 5a는 압력 장치를 더 포함하는, 도 1의 배열체를 개략적으로 도시하며,

도 5b는 추가 유입구를 더 포함하는, 도 5a의 배열체를 개략적으로 도시하며,

도 6a는 압력 조절기에 추가 유입구가 제공되는 배열체의 대안적인 실시예를 개략적으로 도시하며,

도 6b는 도 6a에서 사용된 압력 조절기의 더 상세한 도면을 개략적으로 도시하며,

도 7은 하전 입자 다중-빔렛 리소그래피 시스템의 일 실시예의 단순화된 개략도를 도시하며,

도 8은 모듈형 리소그래피 시스템의 단순화된 블록도를 도시하며,

도 9는 라디칼들을 운반하기 위한 배열체의 일 실시예의 상부(elevated) 평면도를 도시하며,

도 10은 도 9에 도시된 배열체를 포함하는 모듈형 리소그래피 시스템의 횡단면도를 도시하며,

도 11은 도 9에 도시된 배열체의 압력 조절기와 도 8에 도시된 리소그래피 시스템에서 사용하기 위한 모듈 사이의 연결부의 일 실시예의 더 상세한 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 도면들을 참조하여 단지 예로서 주어진 본 발명의 다양한 실시예들의 설명이 후술된다. 도면들은 축척 대로 도시되지 않으며 단지 예시 목적들로 의도된다.

[0023] 도 1은 라디칼들을 운반하기 위한, 예를 들면 오염물질 퇴적물, 특히 진공 환경 내에 위치되는 표면들 상에 퇴적되는 오염물질들의 제거를 위한 배열체(1)를 개략적으로 도시한다. 배열체(1)가 플라즈마를 사용하여 작동하기 때문에, 이 같은 배열체는 또한 플라즈마 소스(plasma source)로서 지칭될 수 있다. 배열체(1)는 챔버(2)의 외부 주위에 RF 코일(4)을 구비한 챔버(2)를 포함하는 무선 주파수(RF) 플라즈마 발생기를 포함한다. 챔버(2)에는 산소와 같은 입력 가스의 챔버(2) 내로의 유입을 허용하기 위한 유입구(5)가 제공된다. 입력 가스는 챔버(2) 내에 발생될 라디칼들을 위한 전구체이며, 바람직하게는 이러한 라디칼들의 의도된 사용의 관점에서 선택된다. 챔버(2) 내의 가스는 코일(4) 위에 인가된 RF 전압으로 통전될 수 있어(energize) 산소 원자 라디칼들과 같은, 라디칼들을 포함하는 플라즈마를 발생한다. 플라즈마 및 라디칼들은 하나 또는 둘 이상의 유출구(6)들을 통해 챔버(2)로부터 나올 수 있다.

[0025] 배열체(1)는 깔때기(8)와 같은 압력 조절기 및 플라즈마 및 플라즈마 안에 생성된 라디칼들을 미리 결정된 목적지 영역을 향하여 집속하여 안내하기 위한 튜브(9)와 같은 안내 본체를 더 포함한다. 안내 본체는 플라즈마를 원하는 방향으로 지향시키기 위해 직선형일 수 있거나 절곡부(bend; 11)(도 1에 도시됨) 또는 엘보우(elbow; 12)(도 2에 도시됨)와 같은 하나 또는 둘 이상의 절곡부들을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 안내 본체는 안내 본체를 통하여 전달되는 라디칼들의 평균 수명을 증가시키기 위해 가능하게는 직선형이다. 안내 본체는 감소되거나 제거될 오염물질 퇴적물에 매우 근접하게 위치될 수 있는 유출구(12)를 갖는다. 전형적으로, 유출구(12)는 진공 환경과 직접 접촉한다.

[0027] 일부 실시예들에서, 챔버(2)에는 통공 어레이의 형태를 취할 수 있는 복수의 유출구(6)들을 생성하는 천공 벽과 같은, 유동 제한기가 제공된다. 유동 제한기는 압력 조절기의 유출구가 연결되는 환경, 일반적으로 진공 환경과 플라즈마 발생기의 챔버(2) 사이의 압력차를 유지하는 것을 돕는다. 입력 조절기의 유입구에서의 위치와 안내 본체의 유출구 사이의 압력차는 라디칼들의 유동을 생성하는 것을 돕는다.

[0029] 도 2는 라디칼들을 운반하기 위한 배열체(1')를 도시한다. 안내 본체가 도 1의 배열체에 도시된 바와 같은 절곡부(11)에 대한 대안으로서 턴(turn) 또는 엘보우(13)를 포함하는 튜브(9)의 형태를 취하는 것을 제외하고 배열체(1')는 도 1의 배열체(1)와 유사하다. 또한, 도 2는 플라즈마(20)가 챔버(2) 내에 발생되는 상태들 하에서 작동 중인 배열체(1')를 도시한다. 도 1에 도시된 배열체가 유사한 방식으로 작동될 수 있는 것이 이해될 것이다.

[0031] 특히, 산소와 같은 입력 가스는 챔버(2)에 공급되고 RF 코일(4)은 입력 가스를 유도 가열하기 위해 통전되고 플라즈마(20)는 챔버(2) 내에 발생된다. 플라즈마(20) 및 특히 플라즈마 내에 발생된 라디칼들은 점선 화살표

(21)에 의해 개략적으로 표시된 바와 같이 챔버(2)로부터 나와서 깔때기(8) 및 튜브(9) 내로 유동할 수 있다.

[0033] 산소의 사용의 경우, 플라즈마 발생기(1)로부터의 산소 라디칼들은 특히 EBID 오염에 의해 유발된 오염물질 퇴적물들을 제거 또는 감소시키기 위해 적용된다. 챔버(2) 내에 발생되는 산소 라디칼들은 깔때기(8) 및 안내 본체를 통해 감소되거나 제거되는 오염물질 퇴적물을 향하여 안내된다. 깔때기(8) 및/또는 안내 본체는 석영 또는 폴리테트라플루오로에틸렌(상표명 Teflon® 으로 주지됨)과 같은 불활성 재료로 제조될 수 있거나, 이들의 내부 표면이 산소 원자 라디칼들이 이러한 요소들과 상호 작용할 때 산소 원자 라디칼들의 소멸을 억제하기 위하여 이 같은 불활성 재료로 코팅될 수 있다.

[0035] 이후, 본 발명의 실시예들은 산소 원자 라디칼들을 참조하여 설명될 것이다. 그러나, 본 발명의 일부 실시예들이 다른 라디칼들을 채용할 수 있다는 것이 이해될 것이다. 더욱이, 비록 라디칼들의 운반이 참조되지만, 이 같은 참조는 라디칼들과 조합되는 플라즈마의 운반을 배제하지 않는다.

[0037] 표면들, 예를 들면 리소그래피 시스템에서 하나 또는 둘 이상의 빔렛 조종기 요소들의 표면들로부터 전자 빔 유도 퇴적물(일반적으로 "탄소")을 제거하기 위해, 산소 원자 라디칼들과 같은 라디칼들이 사용될 수 있다. 이 같은 산소 원자 라디칼들은 도 1 및 도 2에 도시된 배열체(1, 1')들의 챔버(2) 내부에서 만들어질 수 있다.

[0039] 불행하게도, 이러한 배열체(1, 1')들에서 라디칼들의 주 손실들이 관측되는데, 이는 이러한 배열체들에서 라디칼들이 소위 분자 유동 상태로 전달되기 때문에 당연하다. 이 같은 상태에서, 다른 라디칼들과 라디칼들의 상호 작용이 무시될 수 있으며, 반면 벽과의 상호 작용은 재조합을 초래할 수 있다. 더욱이, 라디칼들은 챔버(2)로부터 나와서 임의 각도들로 전체 유출구를 거쳐 안내 본체, 즉 도 1, 2의 튜브(9)로 들어간다.

[0041] 분자 유동 상태에서 라디칼들의 일부 예시적인 궤도들은 점선(15)으로서 도 3에 도시된다. 도 3에서 볼 수 있는 바와 같이, 라디칼들은 안내 본체로 전혀 들어가지 않을 수 있고, "되튀게(bounce back)"될 것이다.

[0043] 발명자들은 라디칼 운반의 효율이 배열체(1, 1')를 통하여 사용되는 압력들에 의존하는 것을 구현하였다. 챔버(2) 내부의 압력은 플라즈마의 효율, 및 플라즈마 안에 발생되는 라디칼들의 개수를 결정한다. 안내 본체(및 깔때기(8)) 내부의 압력은 안내 본체를 통과하는 라디칼들의 운반의 효율을 결정한다.

[0045] 펄스 방식으로 챔버(2) 내부의 압력을 증가시킴으로써, 챔버 안에 발생되는 라디칼들은 더 이상 분자 유동 상태로 이동하지 않지만, 대신, 라디칼들은 대신 소위 점성 압력 상태로 이동한다. 점성 압력 상태에서 플라즈마는 점성 유동으로서 지칭될 수 있는 유동을 형성하며, 이 유동은 예를 들면 화살표들에 의해 도 4에 개략적으로 도시된 바와 같은 방식으로 라디칼들을 운반한다. 국부적으로 증가된 압력의 이러한 기간들 동안, 라디칼들은 안내 본체를 통하여 원하는 장소, 예를 들면 오염된 영역을 향하여 전달될 수 있는 원자 라디칼들의 개수를 상당히 증가시킬 수 있는 안내 본체를 향하여 안내될 수 있다.

[0047] 일부 실시예들에서, 안내 본체 내의 일시적으로 증가하는 압력은 플라즈마의 소멸을 유발한다. 또한 일부 실시예들에서 재조합에 의한, 예를 들면 3개의 바디 상호 작용(라디칼+라디칼+분자)에 의한 라디칼들의 감소는 일시적으로 증가된 압력의 결과로서 증가하는 것이 가능하다. 그러나, 형성되는 유동의 존재에 의해 챔버(2)로부터 튜브 유출구(12)를 향하여 전달되는 라디칼들의 개수의 증가가 일시적인 플라즈마 소멸 및 제조합에 의한 라디칼 손실들보다 더 크다.

[0049] 도 5a는 도 1의 배열체(1)를 개략적으로 도시하며, 이 배열체는 압력 장치(40), 바람직하게는 밸브, 그러나 선택적으로 제어 유닛(45)에 의해 제어 가능한 펌프와 같은 다른 독립체(entity)를 더 포함한다. 제어 유닛(45)은 챔버(2) 내의 압력의 임시적 증가를 처리하도록 배열될 수 있어 챔버(2)로부터 튜브 유출구(12)를 향하여 라디칼들과 함께 끌어당기기에 충분한 강도를 가진 유동을 형성한다. 제어 유닛(45)은 펌프와 같은 압력 장치(40)를 직접 제어할 수 있다. 그러나, 제어 유닛(45)은 또한 이 같은 펌프와 챔버(2) 사이의 연결을 제어하기 위하여 하나 또는 둘 이상의 밸브들을 제어할 수 있다.

[0051] 압력 장치(40)는 챔버 내의 압력이 주기적 압력 펄스들을 겪는 방식으로, 즉 압력이 일시적으로 주기적 방식으로 증가하는 방식으로 제어될 수 있다. 압력 증가는 일시적으로 유입구(5)를 통해 챔버(2) 내로 더 많은 입력 가스를 허용하는 것을 초래할 수 있다. 대안적으로, 압력 증가는 하나 또는 둘 이상의 다른 유입구들을 통해 추가 입력 가스를 첨가함으로써 설정될 수 있다.

[0053] 대안적으로, 또는 부가적으로, 일시적인 압력 증가는 추가의 입력 가스, 예를 들면 질소 가스를 첨가함으로써 달성될 수 있다. 추가 입력 가스는 유입구(5)를 통해 첨가될 수 있다. 대안적으로, 추가 입력 가스는 도 5b에 도시된 바와 같이, 챔버(2)의 추가 유입구(5')를 통해 첨가될 수 있다. 추가 유입구(5')는 압력 장치(41), 예

를 들면 밸브 또는 펌프에 커플링될 수 있으며, 제어 유닛(45)과 같은, 제어 유닛에 의해 제어될 수 있다.

[0055] 도 5a, 도 5b의 배열체에서, 챔버(2) 내부 및 안내 본체, 본 실시예에서 튜브(9)의 내부 압력은 독립적으로 조정될(tuned) 수 없다. 압력들 양자 모두는 하나 또는 그 초과의 유출구(6)들의 컨덕턴스에 의해 그리고 튜브(9) 자체의 컨덕턴스에 의해 관련된다. 더욱이, 앞에서 언급된 바와 같이, 이러한 배열체에서 튜브(9) 내부의 일시적으로 증가된 압력은 플라즈마의 소멸을 유발할 수 있다.

[0057] 도 6a는 깔때기(8)와 같은 압력 조절기에는 산소와 같은 추가 입력 가스, 또는 질소와 같은 버퍼 가스의 공급을 위한 추가 유입구(35)가 제공되는 배열체의 대안적인 실시예를 도시한다. 이후, 추가 유입구(35)를 통해 공급된 가스는 추가 유입 가스로서 지칭될 것이다. 도 6a의 깔때기(8)는 도 6b에서 더 상세하게 도시된다. 깔때기(8)에서 추가 유입구(35)의 존재는 챔버(2) 내부 및 튜브(9) 내부의 압력을 독립적으로 조정하는 가능성을 열어놓는다. 튜브(9)의 컨덕턴스는 지금부터 튜브(9) 내부의 압력이 최적치 아래가 되도록 설계될 수 있다. 최적 압력은 이어서 추가 유입구(35)를 통해 추가 가스를 첨가함으로써 달성될 수 있다. 챔버(2) 내부의 압력은 이어서 라디칼들을 발생하도록 최적화될 수 있고 안내 본체 내부의 압력은 이의 유출구를 향하여 라디칼들을 안내하기 위하여 추가 유입구(35)를 통해 적절한 가스의 제어된 공급에 의해 최적화될 수 있다. 추가 유입구(35)의 구현은 또한 플라즈마가 튜브(9) 내에서 소멸되는 위험을 감소시킬 수 있다. 추가 유입구(35)는 밸브 또는 펌프와 같은 압력 장치에 연결될 수 있다. 압력 장치는 제어 유닛(45)과 같은 제어 유닛에 연결될 수 있다.

[0059] 도 7은 하전 입자 다중 빔렛 리소그래피 시스템(51)의 일 실시예의 단순화된 개략도를 도시한다. 이 같은 리소그래피 시스템은 예를 들면 미국 특허 제 6,897,458호 및 제 6,958,804호 및 제 7,084,414호 및 제 7,129,502호에서 설명되며, 이 미국 특허들은 본 출원의 출원인에게 양도되고 전체가 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0061] 이 같은 리소그래피 시스템(51)은 적합하게는 복수의 빔렛들을 발생하는 빔렛 발생기, 변조된 빔렛들을 형성하기 위하여 빔렛들을 패턴화하는 빔렛 변조기, 및 변조된 빔렛들을 타겟(target)의 표면상으로 투사하기 위한 빔렛 투사기를 포함한다.

[0063] 빔렛 발생기는 전형적으로 소스 및 하나 이상의 빔 스플리터를 포함한다. 도 7의 소스는 실질적으로 균일하게 팽창하는 전자 빔(54)을 발생하기 위해 배열되는 전자 소스(53)이다. 전자 빔(54)의 빔 에너지는 바람직하게는 약 1 내지 10keV의 범위 내에서 비교적 낮게 유지된다. 이를 달성하기 위하여, 가속 전압은 바람직하게는 낮으며, 전자 소스(53)는 비록 다른 설정들이 또한 사용될 수 있지만, 접지 전위에서 타겟에 대해 약 -1 내지 -10 kV 의 전압으로 유지될 수 있다.

[0065] 도 7에서 전자 소스(54)로부터의 전자 빔은 전자 빔(54)을 시준하기 위하여 시준기 렌즈(55)를 통과한다. 시준기 렌즈(55)는 시준하는 광학 시스템의 임의의 타입일 수 있다. 시준 전에, 전자 빔(54)은 이중 팔중극(double octopole; 도시안됨)을 통과할 수 있다.

[0067] 후속적으로, 전자 빔(54)은 빔 스플리터, 도 7의 실시예에서 통공 어레이(56) 상에 충돌한다. 통공 어레이(56)는 바람직하게는 관통 구멍들을 가지는 판을 포함한다. 통공 어레이(56)는 빔(54)의 일부를 차단하도록 배열된다. 부가적으로, 어레이(56)는 복수의 평행한 전자 빔렛(57)들을 발생하기 위하여 복수의 빔렛(57)들이 관통하여 지나가는 것을 허용한다.

[0069] 비록 리소그래피 시스템이 다소의 빔렛들을 발생하는 것이 물론 가능하지만, 도 7의 리소그래피 시스템(51)은 많은 개수의 빔렛(57)들, 바람직하게는 약 10,000 내지 1,000,000개의 빔렛들을 발생한다. 다른 공지된 방법들이 또한 시준된 빔렛을 발생하기 위해 사용될 수 있다는 것에 주의하여야 한다. 전자 빔(54)으로부터 서브빔(subbeam)들을 생성하고 서브빔으로부터 전자 빔렛(57)을 생성하기 위하여 제 2 통공 어레이가 시스템 내에 부가될 수 있다. 이는 서브빔들의 조작을 추가의 하류에서 허용하며 특히 시스템에서 빔렛들의 개수가 5,000개 또는 그 초과일 때 시스템 작동을 위해 유익한 것으로 증명된다.

[0071] 도 7에서 모듈 시스템(58)으로서 표시되는 빔렛 변조기는 통상적으로 복수의 블랭커들의 배열체를 포함하는 빔렛 블랭커 어레이(59) 및 빔렛 중단 어레이(70)를 포함한다. 블랭커들은 전자 빔렛(57) 중 하나 또는 둘 이상을 편향시킬 수 있다. 본 발명의 실시예들에서, 블랭커들은 제 1 전극, 제 2 전극, 및 통공이 제공되는 더 특별한 정전 편향기들이다. 전극들은 이어서 통공을 가로질러 전기장을 발생하기 위해 통공의 마주하는 측면들 상에 위치된다. 일반적으로, 제 2 전극이 접지 전극, 즉 접지 전위에 연결된 전극이다.

[0073] 블랭커 어레이(50)의 평면 내에 전극 빔렛(57)을 집속하기 위하여, 리소그래피 시스템은 집광 렌즈 어레이(도시안됨)를 더 포함할 수 있다.

[0075] 도 7의 실시예에서, 빔렛 중단 어레이(70)는 빔렛들이 통과하는 것을 허용하기 위한 통공들의 어레이를 포함한다. 빔렛 중단 어레이(70)는 이의 기본 형태에서, 비록 다른 형상들이 또한 사용될 수 있지만 관통공들, 전형적으로 라운드형 구멍(round hole)들이 제공되는 기판을 포함한다. 일부 실시예들에서, 빔렛 중단 어레이(70)의 기판은 관통공들의 일정하게 이격된 어레이를 구비한 실리콘 웨이퍼로 형성되고 표면 차징(surface charging)을 방지하기 위하여 금속의 표면 층으로 코팅될 수 있다. 일부 추가 실시예들에서, 금속은 CrMo와 같은, 천연(native)-산화물 스킨을 형성하지 않는 타입이다.

[0077] 빔렛 블랭커 어레이(59) 및 빔렛 중단 어레이(70)는 빔렛(57)들을 차단하거나 통과시키기 위해 함께 작동한다. 일부 실시예들에서, 빔렛 중단 어레이(70)의 통공들은 빔렛 블랭커 어레이(59)에서 정전기적 편향기들의 통공들과 정렬된다. 빔렛 블랭커 어레이(59)가 빔렛을 편향하는 경우, 빔렛 중단 어레이(70) 내의 대응하는 통공을 통과하여 지나가지 않을 것이다. 대신 빔렛은 빔렛 차단 어레이(70)의 기판에 의해 차단될 것이다. 빔렛 블랭커 어레이(59)가 빔렛을 편향하지 않는 경우, 빔렛은 빔렛 중단 어레이(70) 내의 대응하는 통공을 통과하여 지나가지 않을 것이다. 일부 대안적인 실시예들에서, 빔렛 블랭커 어레이(59)와 빔렛 중단 어레이(70) 사이의 협동은 블랭커 어레이(59) 내의 편향기에 의한 빔렛의 편향이 빔렛 중단 어레이(70) 내의 대응하는 통공을 통한 빔렛의 통과를 초래하며, 반면 비-편향이 빔렛 중단 어레이(70)의 기판에 의한 차단을 초래한다.

[0079] 변조 시스템(58)은 제어 유닛(60)에 의해 제공된 입력을 기초로 하여 빔렛(57)들에 패턴을 부가하기 위해 배열된다. 제어 유닛(60)은 데이터 저장 유닛(61), 판독 유닛(read out unit; 62), 및 데이터 변환기(63)를 포함할 수 있다. 제어 유닛(60)은 시스템의 나머지로부터 멀리, 예를 들면 세정실의 내부 부분 외부에 위치될 수 있다. 광학 섬유(64)들을 사용하여, 패턴 데이터를 홀딩하는 변조된 광선(modulated light beam; 74)들이 광(light)을 섬유 어레이(개략적으로 판(75)으로서 도시됨) 내의 섬유들의 단부로부터 점선 박스 및 도면 부호 "78"로 개략적으로 표시된, 리소그래피 시스템(51)의 전자 광학 부분 내로 투사하는 투사기(65)로 전달될 수 있다.

[0081] 도 7의 실시예에서, 변조된 광선들은 빔렛 블랭커 어레이(59) 상으로 투사된다. 더욱 상세하게는, 광학 섬유 단부들로부터 변조된 광선(74)들은 빔렛 블랭커 어레이(59) 상에 위치된 대응하는 감광성 요소들 상에 투사된다. 감광성 요소들은 광 신호를 상이한 타입의 신호, 예를 들면 전기 신호로 변환하기 위해 배열될 수 있다. 변조된 광선(74)은 대응하는 감광성 요소에 커플링되는 하나 또는 둘 이상의 블랭커들을 제어하기 위한 패턴 데이터의 일 부분을 운반한다. 적절하게, 대응하는 감광성 요소들 상으로 광선(74)들을 투사하기 위하여, 투사기(65)와 같은 광학 요소들이 사용될 수 있다. 부가적으로, 적절한 입사각도로 광선(74)들의 투사를 허용하도록, 예를 들면 투사기(65)와 빔렛 블랭커 어레이(59) 사이에 적절히 배치된 거울이 포함될 수 있다.

[0083] 투사기(65)는 제어 유닛(60)의 제어 하에서 투사기 위치 설정 장치(77)에 의해 판(75)과 적절히 정렬될 수 있다. 결과적으로, 빔렛 블랭커 어레이(59) 내의 감광성 요소들과 투사기(65) 사이의 거리가 또한 변화할 수 있다.

[0085] 일부 실시예들에서, 광선들은 판으로부터 적어도 부분적으로 광 도파로(optical waveguide)에 의해 감광성 요소들을 향하여 전달될 수 있다. 광 도파로는 광을 감광성 요소들에 매우 근접한 위치로, 적절하게는 일 센티미터보다 적게, 바람직하게는 일 밀리미터 정도로 떨어지게 안내할 수 있다. 광 도파로와 대응하는 감광성 요소들 사이의 짧은 거리는 광 손실을 감소시킨다. 한편, 하전 입자 빔렛들에 의해 점유될 수 있는 공간으로부터 멀리 위치된 판(75) 및 투사기(65)의 사용은 빔렛 장애가 최소화되고, 빔렛 블랭커 어레이(59)의 구성이 덜 복잡하게 되는 장점을 갖는다.

[0087] 빔렛 변조기로부터 나오는 변조된 빔렛들은 빔렛 투사기에 의해 타겟(84)의 타겟 표면(73) 상으로 점(spot)으로서 투사된다. 빔렛 투사기는 전형적으로 타켓 표면(73) 위로 변조된 빔렛들을 스캐닝하기 위한 스캐닝 편향기 및 타겟 표면(73) 상으로 변조된 빔렛들을 집속하기 위한 투사 렌즈 시스템을 포함한다. 이러한 구성 요소들은 단일 단부 모듈 내에 존재할 수 있다.

[0089] 이 같은 단부 모듈은 바람직하게는 삽입가능하고 교체 가능한 유닛으로서 구성된다. 단부 모듈은 이에 따라 편향기 어레이(71), 및 투사 렌즈 조립체(72)를 포함할 수 있다. 삽입가능하고, 교체 가능한 유닛은 또한 빔렛 변조기에 관하여 위에서 논의된 바와 같이 빔렛 중단 어레이(70)를 포함할 수 있다. 단부 모듈로부터 나온 후, 빔렛(57)들은 타겟 평면에 위치 설정된 타겟 표면(73) 상에 충돌한다. 리소그래피 적용들에 대해, 타겟은 보통 하전 입자 민감 층 또는 저항 층이 제공된 웨이퍼를 포함한다.

[0091] 편향기 어레이(71)는 빔렛 중단 어레이(70)를 통과하는 각각의 빔렛(57)을 편향하기 위해 배열된 스캐닝 편향기

어레이의 형태를 취할 수 있다. 편향기 어레이(71)는 비교적 작은 구동 전압들의 인가를 가능하게 하는 복수의 정전기적 편향기들을 포함할 수 있다. 비록 편향기 어레이(71)가 투사 렌즈 배열체(72)의 상류에 그려져 있지만, 편향기 어레이(71)는 또한 투사 렌즈 배열체(72)와 타겟 표면(73) 사이에 위치 설정될 수 있다.

[0093] 투사 렌즈 배열체(72)는 편향기 어레이(71)에 의한 편향 전 또는 편향 후, 빔렛(57)들을 집속하기 위해 배열된다. 바람직하게는, 집속은 직경이 10 내지 30 nm의 기하학적 점 크기를 초래한다. 이 같이 바람직한 실시예에서, 투사 렌즈 배열체(72)는 바람직하게는 약 100 내지 500 배, 가장 바람직하게는 가능한 크게, 예를 들면 300 내지 500 배로의 축소를 제공하도록 배열된다. 이러한 바람직한 실시예에서, 투사 렌즈 배열체(72)는 유리하게는 타겟 표면(73)에 근접하게 위치될 수 있다.

[0095] 일부 실시예들에서, 빔 투사기(도시 안함)는 타겟 표면(73)과 투사 렌즈 배열체(72) 사이에 위치될 수 있다. 빔 투사기는 복수의 적합하게 위치 설정된 통공들이 제공된 포일 또는 판일 수 있다. 빔 투사기는 방출된 저항 입자들이 리소그래피 시스템(51) 내의 민감 요소들 중 어느 하나에 도달할 수 있기 전에 방출된 저항 입자들을 흡수하기 위해 배열된다.

[0097] 타겟 표면(73) 상의 픽셀의 위치가 미소 규모로 정정되는 적절한 스캐닝 작동들을 편향기 어레이(71)가 보장할 수 있는 동안, 투사 렌즈 배열체(72)는 이에 따라 타겟 표면(73) 상의 단일 픽셀의 점 크기가 정확하게 되는 것을 보장할 수 있다. 특히, 편향기 어레이(71)의 작동은 픽셀이 궁극적으로 타겟 표면(73) 상에 패턴을 구성하는 픽셀들의 그리드 내로 맞추는 것이다. 타겟 표면(73) 상의 픽셀의 미소 규모 위치 설정이 적절하게는 타겟(84) 아래 존재하는 웨이퍼 위치 설정 시스템에 의해 가능하게 되는 것이 이해될 것이다.

[0099] 보통, 타겟 표면(73)은 기판의 상부 상에 저항 막을 포함한다. 저항 막의 부분들은 하전 입자들, 즉 전자들의 빔렛들의 인가에 의해 화학적으로 수정될 것이다. 이의 결과로서, 필름의 조사 부분은 현상제 내에서 다소 용해가능하게 되어, 웨이퍼 상에 저항 패턴을 초래한다. 웨이퍼 상의 저항 패턴은 후속적으로 하부 층으로 전달될 수 있으며 즉 반도체 제조 분야에서 공지된 바와 같이 에칭 및/또는 증착 단계들을 실행함으로써 전달될 수 있다. 명백하게, 조사가 균일하지 않은 경우, 저항부는 균일한 방식으로 전개되지 않을 수 있어 패턴에 오류들을 초래한다. 고-품질 투사가 이에 따라 재현가능한 결과를 제공하는 리소그래피 시스템을 얻는 것에 관련된다. 조사에서의 차이가 편향 단계들로부터 초래되지 않아야 한다.

[0101] 특히 하전 입자 다중-빔렛 리소그래피 시스템이 참조되지만, 본 발명의 일부 실시예들은 노출 목적을 위해 극자외(EUV) 방사선을 사용하여 리소그래피 시스템들과 같은 다른 타입의 리소그래피 시스템들에 관한 것일 수 있다. EUV 리소그래피 시스템들에서 거울과 같은 반사 표면들은 패턴형 또는 변조된 방사선 빔을 생성하기 위해 또는 빔렛들의 궤도들에 영향을 미치기 위해 사용되어 선택된 빔렛들이 노출될 타겟에 전형적으로 적절한 저항 층이 제공된 웨이퍼에 도달한다.

[0103] 도 8은 모듈식 리소그래피 시스템의 단순화된 블록도를 도시한다. 리소그래피 시스템은 바람직하게는 보수 유지의 용이성을 허용하기 위해 모듈 방식으로 설계된다. 주요 서브시스템들은 바람직하게는 자체 내장되고 제거 가능한 모듈들로 구성되어, 이 서브 시스템들이 가능한 다른 서브시스템들에 대한 방해 없이 리소그래피 기계로부터 제거될 수 있다. 이는 특히 진공 챔버 내에 들어 있는 리소그래피 기계에 대해 특히 유용하며 여기서 기계에 대한 접근이 제한된다. 이에 따라, 결함이 있는 서브 시스템은 다른 시스템들로부터 불필요하게 연결 해제하거나 방해하지 않으면서 신속하게 제거 및 교체될 수 있다.

[0105] 도 8에 도시된 실시예에서, 이러한 모듈형 서브시스템들은 하전 입자 빔 소스(101)와 빔 시준 시스템(102)을 포함하는 조명 광학계 모듈(illumination optics module; 201), 통공 어레이(103) 및 집광 렌즈 어레이(104)를 포함하는 집광 렌즈 모듈(202), 빔렛 블랭커 어레이(105)를 포함하는 빔 스위칭 모듈(203), 및 빔 중단 어레이(108), 빔 편향기 어레이(109) 및 투사 렌즈 어레이(110)를 포함하는 투사 광학계 모듈(204)을 포함한다. 모듈들은 정렬 프레임 내 및 밖으로 슬라이드하도록 설계될 수 있다. 도 8에 도시된 실시예에서, 정렬 프레임은 내부 정렬 서브-프레임(205) 및 외부 정렬 서브-프레임(206)을 포함한다. 투사 광학계 모듈(204)은 하나 또는 둘 이상의 굴곡부에 의해 내부 정렬 서브-프레임(205) 및 외부 정렬 서브-프레임 중 하나 이상에 연결될 수 있다.

[0107] 조명 광학계 모듈(201), 통공 어레이 및 집광 렌즈 모듈(202), 빔 스위칭 모듈(203) 및 투사 광학계 모듈(204)에서 언급된 구성요소들은 도 7의 리소그래피 시스템(1)에 대해 유사한 구성요소들의 기능성에 대응하여 작동하도록 배열될 수 있다.

[0109] 도 8의 실시예에서, 프레임(208)은 진동 감쇠 마운트(207)들을 통해 정렬 서브-프레임(205 및 206)들을 지지한다. 이러한 실시예에서, 웨이퍼(130)는 웨이퍼 테이블(209) 상에 놓이고 웨이퍼 테이블은 이어서 추가 지지 구

조(210) 상에 장착된다. 웨이퍼 테이블(209) 및 추가의 지지 구조(210)의 조합은 앞으로 또한 척(210)으로서 지칭될 수 있다. 척(210)은 스테이지 상의 짧은 스트로크(211) 및 긴 스트로크(212) 상에 놓인다. 리소그래피 기계는 진공 챔버(250) 내에 에워싸이며 이 진공 챔버는 바람직하게는 뮤(mu) 금속 차폐 층 또는 층(215)들을 포함한다. 기계는 프레임 부재(221)들에 의해 지지된 베이스 플레이트(220) 상에 놓인다.

[0111] 각각의 모듈은 대다수의 전기 신호들 및/또는 광학 신호들 및 이의 작동을 위한 전력을 요구할 수 있다. 진공 챔버 내의 모듈들은 전형적으로 챔버의 외부에 위치되는 하나 또는 둘 이상의 제어 시스템(224)들로부터 이러한 신호들을 수신한다. 진공 챔버(250)는 케이블 주위의 진공 밀봉을 유지하는 동안 신호들을 제어 시스템들로부터 진공 하우징 내로 운반하는 케이블들이 유입되는 포트로서 지칭되는 개구들을 포함한다. 각각의 모듈은 바람직하게는 상기 모듈 전용인 하나 또는 둘 이상의 포트들을 통하여 루팅되는 전기적, 광학적 및/또는 전력 케이블링 연결부들의 집합물들을 갖는다. 이는 다른 모듈들 중 어느 하나를 위한 케이블들을 방해하지 않으면서 특별한 모듈을 위한 케이블들이 연결 해제되고 제거되고 교체되는 것을 가능하게 한다. 일부 실시예들에서, 패치 패널은 진공 챔버(250) 내에 제공될 수 있다. 패치 패널은 모듈들의 하나 또는 둘 이상의 연결부들을 제거 가능하게 연결하기 위한 하나 또는 둘 이상의 커넥터들을 포함한다. 하나 또는 둘 이상의 포트들은 제거 가능한 모듈들의 하나 또는 둘 이상의 연결부들을 진공 챔버 내로 유입하기 위해 사용될 수 있다.

[0113] 도 9는 오염물질 퇴적물의 제거를 위한 배열체(300)의 일 실시예의 상부(elevated) 평면도를 도시한다. 상기 배열체(300)는 플라즈마가 형성될 수 있고 깔때기(308)의 형태로 압력 조절기에 커플링되는 챔버(302)를 포함한다. 깔때기(308)에는 슬릿(307a, 307b)들의 형태로 두 개의 유출구들이 제공된다.

[0115] 도 10은 도 9에 도시된 오염물질 퇴적물의 제거를 위한 배열체를 포함하는 모듈식 리소그래피 시스템의 횡단면도를 도시한다. 도시된 실시예에서, 모듈식 리소그래피 시스템은 도 8과 관련하여 논의된 시스템이다. 챔버(302), 및 이러한 특별한 실시예에서 또한 깔때기(308)가 하나 또는 둘 이상의 모듈들을 수용하기 위한 정렬 프레임(208) 내로 통합된다. 배열체는 슬릿(307a)에 연결된 제 1 튜브(309a) 및 슬릿(307b)에 연결된 제 2 튜브(309b)를 더 포함한다. 제 2 튜브(309b)는 투사 광학계 모듈(204)의 표면에 근접한 유출구를 갖는다. 제 1 튜브(309a)는 다른 모듈, 예를 들면 도 8의 모듈식 리소그래피 시스템 내의 빔 스위칭 모듈(203)에 라디칼들을 전달하도록 배열된다.

[0117] 도 11은 튜브(309b)를 이용하는 투사 광학계 모듈(204)과 깔때기(308) 사이의 연결부의 일 실시예의 더 상세한 도면을 도시한다. 유사한 연결부들이 깔때기(308)와 다른 모듈들 사이에 이루어질 수 있다. 도시된 연결부에서, 튜브(309b)는 슬릿(307b)의 연장된 부분 상으로 클릭 결합될 수 있다(click). 압력 조절기 유출구(307b)는 이에 따라 연장된 부분이 제공되고 이 연장된 부분 상으로 안내 몸체, 즉 도 11의 튜브(309b)가 제거 가능하게 부착 가능하다.

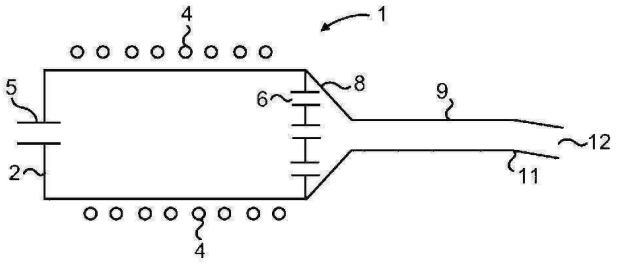
[0119] 또한, 튜브 주변을 향하여 원자 라디칼들과 같은 입자들의 누출을 감소하기 위하여 실제 연결부의 위치 위에 배치될 수 있는 커버(400)가 제공된다. 커버(400)는 슬라이딩 가능한 커버일 수 있다.

[0121] 튜브(309b)는 튜브(309b)의 내벽들과 원자 라디칼들의 상호 작용을 최소화하도록 가능한 직선인 것이 바람직하다. 이러한 특별한 실시예에서, 투사 광학계 모듈(204)은 모듈 판(410) 상에 장착되고 튜브(309b)는 판(410)을 통하여 지나간다. 이 같은 구성은 판(410) 및 튜브(309b)에 의해 점유되는 공간을 감소시킨다.

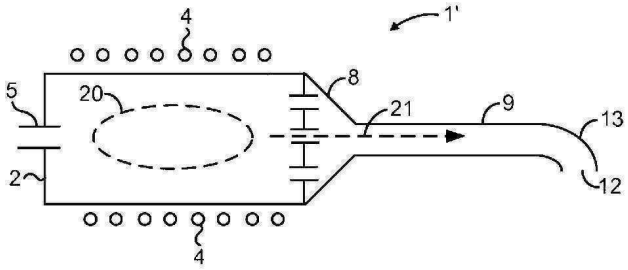
[0123] 본 발명은 위에서 논의된 소정의 실시예들을 참조하여 설명되었다. 이러한 실시예들이 첨부된 청구범위에서 규정된 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않으면서 당업자에게 주지된 다양한 수정들 및 대안적인 형태들로 될 수 있음이 인정될 것이다.

도면

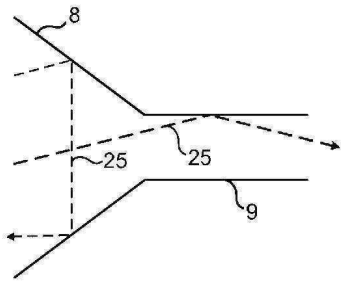
도면1



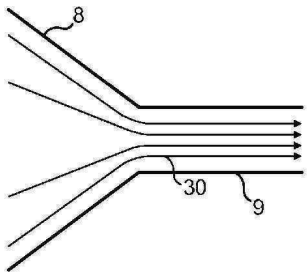
도면2



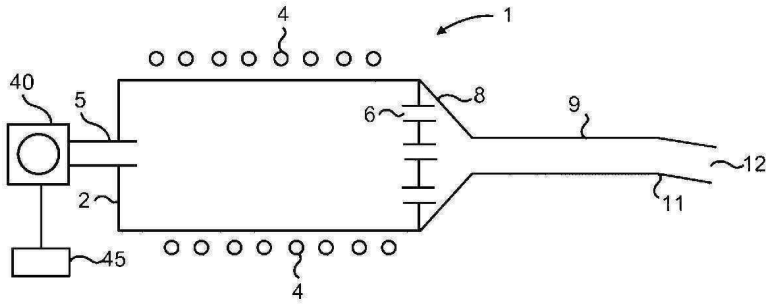
도면3



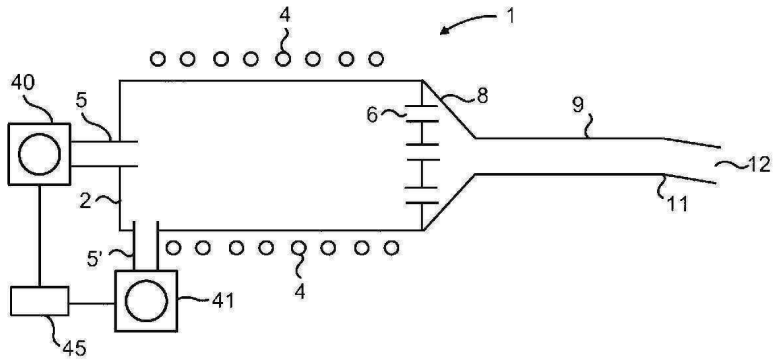
도면4



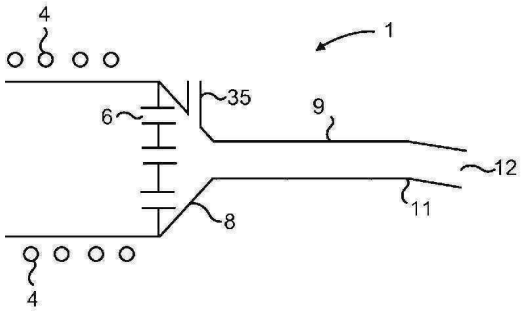
도면5a



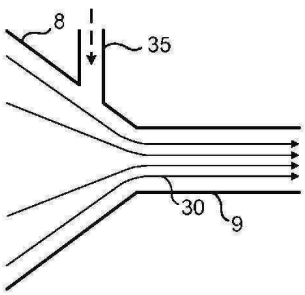
도면5b



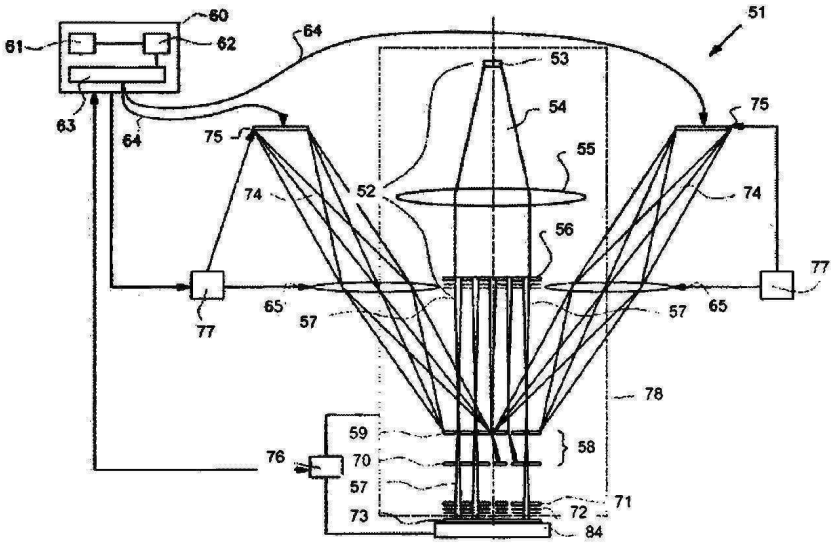
도면6a



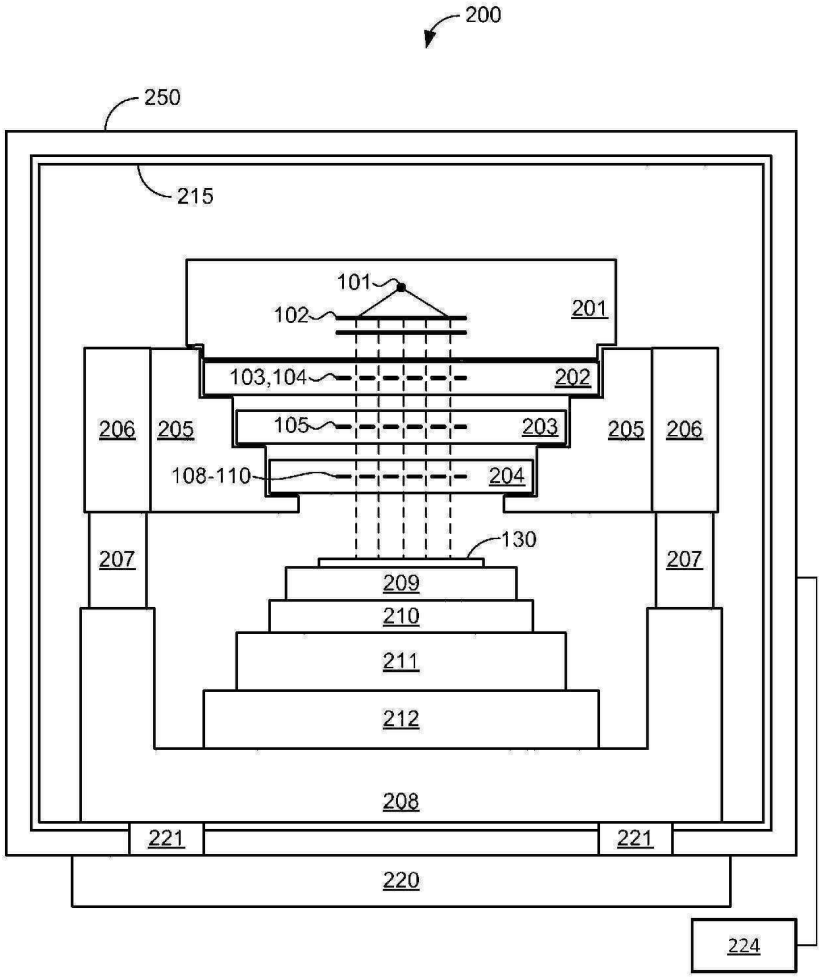
도면6b



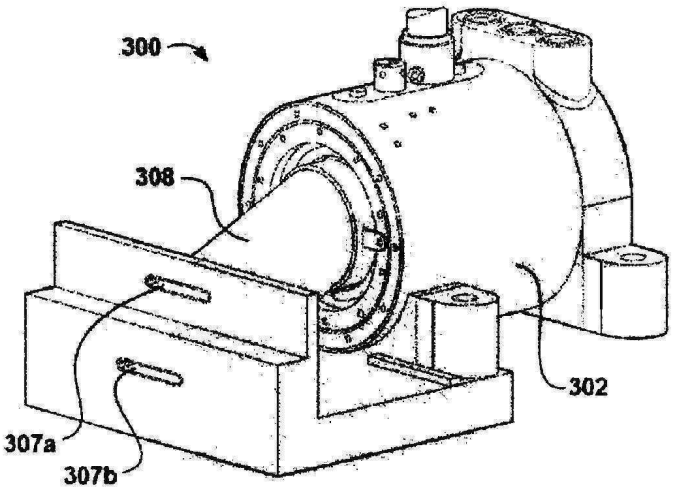
도면7


60
61
62
64
63
64
75
51
53
54
75
55
74
52
74
56
77
65
57
57
65
77
78
59
58
76
70
57
71
73
72
84

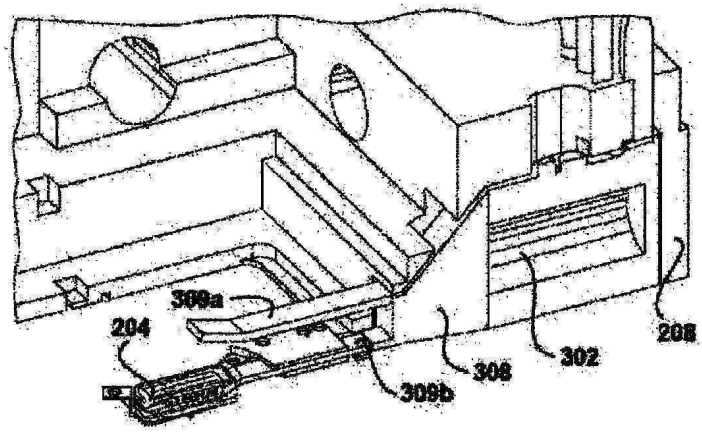
도면8


200
250
215
101
102
201
103,104
202
206
205
105
203
205
206
108-110
204
207
130
207
209
210
211
212
208
221
221
220
224

도면9



도면10



도면11

