



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월21일
 (11) 등록번호 10-1010419
 (24) 등록일자 2011년01월17일

(51) Int. Cl.

H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0107670
 (22) 출원일자 2007년10월25일
 심사청구일자 2007년10월25일
 (65) 공개번호 10-2008-0037565
 (43) 공개일자 2008년04월30일

(30) 우선권주장

11/553,132 2006년10월26일 미국(US)
 11/676,161 2007년02월16일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP05326477 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

어플라이드 머티어리얼스, 임코포레이티드
 미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
 브뉴 3050

(72) 발명자

가와구치, 마크 나오시
 미국 94087 캘리포니아 써니베일 사우스 매리 애
 브뉴 823

로, 킴 풍

미국 94538 캘리포니아 프리몬트 딕켄슨 커먼
 3519

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

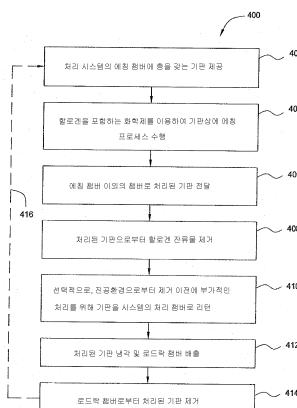
남상선

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 이창용

(54) 열 프로세스에 의한 식각된 챔버로부터 할로겐 잔류물들을 제거하기 위한 통합 방법**(57) 요 약**

기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법 및 시스템이 제공된다. 일 실시예에서, 휘발성 잔류물들 제거 프로세스는 기판상에 할로겐 처리 프로세스를 수행하면서 시스템의 순항로에서 수행된다. 휘발성 잔류물들 제거 프로세스는 할로겐 처리 프로세싱 챔버 및 FOUF 이외의 시스템에서 수행된다. 일 실시예에서, 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법은 진공 기밀 플랫폼을 갖는 처리 시스템을 제공하는 단계, 할로겐을 포함하는 화학제로 상기 플랫폼의 처리 챔버에서 기판을 처리하는 단계, 및 상기 처리된 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 방출시키기 위해 상기 플랫폼에서 상기 처리된 기판을 처리하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도4

(72) 발명자

후겐센, 브래트 크리스천

미국 95032 캘리포니아 로스 가토스 파인 우즈 레
인 500

웬, 샌디 엠.

미국 95131 캘리포니아 샌어제이 소네트 코트 1839
김, 스티븐 에이치.

미국 94587 캘리포니아 유니온 시티 멘도타 스트리
트 4853

방, 케네스 제이.

미국 95015 캘리포니아 쿠퍼티노 피.오.박스 67

다비스, 매튜 웨튼

미국 95018 캘리포니아 웨튼 웬 럿지 로드 720

릴, 토르스텐

미국 95051 캘리포니아 산타 클라라 뷔르 애브뉴
88

특허청구의 범위

청구항 1

기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법으로서,
 진공 기밀 플랫폼을 갖는 처리 시스템을 제공하는 단계;
 할로겐을 포함하는 화학제로 상기 플랫폼의 처리 챔버에서 기판을 처리(processing)하는 단계; 및
 상기 처리된 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 방출시키기 위해 상기 플랫폼에서 상기 처리된(processed) 기판을
 인-시튜 처리(in-situ treating)하는 단계
 를 포함하고, 상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 상기 플랫폼의 로드 락 챔버에 있는 동안 상기 처리
 된 기판을 가열하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법으로서,
 진공 기밀 플랫폼을 갖는 처리 시스템을 제공하는 단계;
 할로겐을 포함하는 화학제로 상기 플랫폼의 처리 챔버에서 기판을 처리하는 단계; 및
 상기 처리된 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 방출시키기 위해 상기 플랫폼에서 상기 처리된 기판을 인-시튜 처
 리하는 단계
 를 포함하고, 상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 상기 플랫폼에 배치된 로봇의 블레이드(blade)상에
 서 상기 처리된 기판을 가열하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 4

기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법으로서,
 진공 기밀 플랫폼을 갖는 처리 시스템을 제공하는 단계;
 할로겐을 포함하는 화학제로 상기 플랫폼의 처리 챔버에서 기판을 처리하는 단계; 및
 상기 처리된 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 방출시키기 위해 상기 플랫폼에서 상기 처리된 기판을 인-시튜 처
 리하는 단계
 를 포함하고, 상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 상기 처리 챔버에 결합된 이송(transfer) 챔버에서
 상기 처리된 기판을 가열하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 200°C 내지 500°C의 온도로 상기 처리된 기판을 가열하는 단계를
 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 상기 처리 시스템의 상기 로드 락 챔버에서 O₂, O₃, H₂O, 알кан, 알

肯 및 H₂ 중 하나 이상으로부터 선택된 가스에 상기 처리된 기판을 노출시키는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 상기 기판을 가열하면서 상기 처리 시스템의 상기 로드 락 챔버에서 상기 처리된 기판을 O₃에 노출시키는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 처리된 기판을 노출시키는 단계는 5초 내지 120초 동안 상기 처리된 기판을 상기 가스에 노출시키는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 처리된 기판을 인-시튜 처리하는 단계는 상기 기판을 가열하면서 5 Torr 내지 300 Torr에서 압력을 유지시키는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 처리된 기판을 가열하는 단계는 상기 기판을 가열하면서 상기 기판을 통과하는 신호의 변화를 감지하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 신호의 변화를 감지하는 단계는 상기 신호의 변화에 상관되는 기판 온도를 결정하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

미리 결정된 온도에 도달할 때 상기 기판의 가열을 종료하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 기판을 처리하는 단계는 수소 브롬화물(HBr), 염소(Cl₂), 및 사불화탄소(CF₄) 중 하나 이상을 이용하여 상기 기판을 처리하는 단계를 더 포함하는, 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 15

기판으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법으로서,

처리 챔버 및 상기 처리 챔버 외부에 배치된 기판 히터를 갖는 처리 시스템을 제공하는 단계;

할로겐을 포함하는 화학제로 상기 처리 챔버에서 기판을 식각하는 단계;

상기 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 방출시키기 위해 상기 처리 시스템에 있는 동안 상기 기판 히터로 상기 식각된 기판을 인-시튜 처리하는 단계; 및

상기 기판을 가열하면서 기판 투과율의 변화를 검출하는 단계
를 포함하는 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 기판 투과율의 변화를 검출하는 단계는 상기 기판을 가열하기 위한 엔드포인트를 결정하는 단계를 더 포함하는, 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 반도체 기판상에 소자들을 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명은 반도체 기판의 층을 플라즈마 식각한 이후 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초대규모 집적(ULSI) 회로들은 실리콘(Si) 기판과 같은 반도체 기판 상에 형성되고 소자내에서 다양한 기능들을 수행하도록 상호동작하는, 백만개 보다 많은 전자 소자들(예, 트랜지스터)을 포함할 수 있다. 통상적으로, ULSI 회로들에 사용되는 트랜지스터들은 상보적인 금속-산화물-반도체(CMOS) 필드 효과 트랜지스터들이다. CMOS 트랜지스터는 폴리실리콘 게이트 전극과 게이트 유전체를 포함하는 게이트 구조물을 갖고, 기판에 형성되는 소스 영역과 드레인 영역 사이에 배치된다.

[0003] 플라즈마 식각은 트랜지스터들 및 다른 전자 소자들의 제조에 통상적으로 사용된다. 트랜지스터 구조물을 형성하는데 사용되는 플라즈마 식각 프로세스들 동안, 막 적층물의 하나 이상의 층들(예, 실리콘, 폴리실리콘, 하프늄 이산화물(HfO_2), 이산화 실리콘(SiO_2), 금속 물질들의 층들 등)은 통상적으로, 수소 브롬화물(HBr), 염소(Cl_2), 사불화탄소(CF_4) 등과 같은 적어도 하나의 할로겐-함유 가스를 포함하는 에센트들에 노출된다. 그러한 프로세스들은 식각된 피쳐들, 식각 마스크들, 및 기판상의 다른 곳의 표면들상에 할로겐-함유 잔류물이 형성되도록 한다.

[0004] 비-진공(non-vacuumed) 환경에 노출될 때(예, 팩토리 인터페이스들 또는 기판 스토리지 카세트들 내에서), 및/ 또는 연속적인 처리 동안, 기체 할로겐들과 할로겐-기질 반응물들(예, 브롬(Br_2), 염소(Cl_2), 염화 수소(HCl) 등)이 식각 동안 증착되는 할로겐-함유 잔류물들로부터 배출될 수 있다. 배출된 할로겐들과 할로겐-기질 반응물들은 입자 오염물을 생성하고, 기판상의 금속 층들의 노출 부분들의 부식 뿐만 아니라 처리 시스템들과 팩토리 인터페이스들의 내부 부식을 초래한다. 처리 시스템들과 팩토리 인터페이스들의 세정 및 부식된 부품들의 교환은 시간 소모적이고 고비용의 프로시저이다.

[0005] 식각된 기판들상의 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위해 몇가지 프로세스들이 개발되었다. 예를 들어, 반응기 외부로 기체-방출 및 펌핑될 수 있는 비-부식성 휘발성 화합물들로 할로겐-함유 잔류물들을 변환시키는 가스 혼합물에 식각된 기판을 노출시키기 위해, 식각된 기판이 원격 플라즈마 반응기로 이송될 수 있다. 그러나, 그러한 프로세스는 부가적인 단계와 함께 전용 처리 챔버를 필요로 하고, 높은 투 비용을 초래하며, 제조 생산성과 수율을 감소시켜서, 높은 제조 비용을 초래한다.

[0006] 다른 예에서, 할로겐-함유 잔류물들은 추가적인 처리가 목표될 때까지 식각된 기판상에 캡슐화(encapsulation)될 수 있고, 추가적인 처리시에 캡슐화가 제거된다.

[0007] 따라서, 기판으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 개선된 방법 및 장치가 필요하다.

발명의 내용

[0008] 식각된 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법 및 시스템이 제공된다. 일 실시예에서, 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법은 진공 기밀 플랫폼을 갖는 처리 시스템을 제공하는 단계, 할로겐을 포함하는 화학제로 상기 플랫폼의 처리 챔버에서 기판을 처리하는 단계, 및 상기 처리된 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 배출시키기 위해 상기 플랫폼에서 상기 처리된 기판을 처리하는 단계를 포함한다.

[0009] 다른 실시예에서, 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 제거하기 위한 방법은 처리 챔버 및 처리 챔버 외부에 배치된 기판 히터를 구비한 처리 시스템을 제공하는 단계, 할로겐을 포함하는 화학제로 상기 처리 챔버에서 기판을 식각하는 단계, 상기 기판으로부터 휘발성 잔류물들을 배출시키기 위해 상기 처리 시스템에 있는 동안 상기 기판 히터로 상기 식각된 기판을 처리하는 단계, 및 프로세스 엔드포인트(endpoint)를 결정하기 위해 상기 기판을 가열하는 동안 기판 투과율(transmittance)의 변화를 검출하는 단계를 포함한다.

[0010] 또 다른 실시예에서, 기판으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법은 적어도 하나의 처리 챔버, 및 가열 엘리먼트를 포함하는 챔버를 구비한 처리 시스템을 제공하는 단계, 브롬화물을 포함하는 화학제로 상기 처리 챔버에서 상기 기판을 식각하는 단계, 상기 가열 엘리먼트를 포함하는 챔버에서 상기 식각된 기판을 처리하는 단계, 및 가열 동안 상기 기판을 O_3 에 노출시키는 단계를 포함한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0011] 본 발명의 상기 인용된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 상기에서 간략히 요약된 본 발명의 보다 상세한 설명이 실시예들을 참조로 이루어질 수 있으며, 그 일부는 첨부된 도면들에 도시된다. 그러나, 첨부된 도면들은 본 발명의 전형적인 실시예들만을 도시하므로, 그 범주를 제한하는 것으로 간주되어서는 안되며, 본 발명은 다른 동일한 효과적인 실시예들에 적용될 수 있다는 것을 유의해야 한다.

- [0012] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 공통인 동일한 엘리먼트들을 지칭하도록 가능한 동일한 참조 부호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들과 피쳐들은 추가적인 인용 없이 다른 실시예들에 바람직하게 포함될 수 있다는 것을 고려해야 한다.
- [0013] 그러나, 첨부된 도면들은 본 발명의 예시적인 실시예들만을 도시하므로, 그 범주를 제한하는 것으로 간주되어서는 안되며, 본 발명은 다른 동일한 실시예들에 적용될 수 있다는 점을 유의해야 한다.
- [0014] 본 발명은 기판 웨이퍼가 전-처리(pre-processing) 또는 후-처리(post-processing)를 위해 전용될 수 있는 별도의 챔버로 진행함이 없이, 메인 식각 챔버와 기판 수송 FOUP 사이의 순항로(en-route)를 통과하는 임의의 위치들에서 전-처리 및/또는 후-처리(메인 식각 챔버 외부에서)를 위한 방법 및 시스템을 제공한다. 기판이 통과하는 위치들은 로드락 챔버로 제한되지 않고 이송(transfer) 챔버를 포함한다. 또한, 본 발명은 할로겐을 포함하는 에센트를 이용하여 식각된 기판으로부터의 할로겐-함유 잔류물들의 제거와 같은 후-처리 순항을 위한 방법 및 시스템을 제공한다. 할로겐-함유 잔류물들 제거 프로세스는 시스템의 진공 플랫폼 하에 임의의 위치에서 수행될 수 있다는 것을 고려한다. 일 실시예에서, 기판 식각 동안 중착되는 할로겐-함유 잔류물들은 처리 시스템의 진공-기밀 플랫폼에서 수행되는 열 프로세스에 의해 제거된다. 열적으로 처리될 수 있는 진공 기밀 플랫폼의 부분은 로봇 블레이드(blade)상에 로드락 챔버, 이송 챔버, 처리 챔버, 및 메인 식각 챔버와 웨이퍼 수송 FOUP 사이의 처리 시스템의 진공하에서 임의의 다른 적절한 위치를 포함할 수 있다. 열 프로세스는 식각된 기판을 가열하고, 할로겐-함유 잔류물들을 펌핑될 수 있는 비휘발성 화합물들로 변환시킨다. 할로겐-함유 잔류물 제거 프로세스를 수행하기 위해 선택된 위치는 전체 프로세스 사이클 시간이 악영향을 주지 않도록 "순항(en-route)"로 선택될 수 있다. 본 발명은 높은 생산성과 처리 수율을 유지하면서, 실질적으로 처리 시스템과 기판의 환경을 오염 및 부식으로부터 방지한다.
- [0015] 도 1은 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 열 프로세스가 수행될 수 있는 처리 시스템(100)의 일 실시예의 개념적인 상부 평면도이다. 일 실시예에서, 처리 시스템(100)은 캘리포니아 산타클레라에 위치한 어플라이드 머티어리얼스 사로부터 상업적으로 이용가능한 CENTURA® 집적 처리 시스템으로 적절히 적용될 수 있다. 다른 처리 시스템들(다른 제조사들로부터의 처리 시스템들을 포함함)이 본 발명의 장점을 갖도록 적용될 수 있다는 것을 고려한다.
- [0016] 시스템(100)은 진공-기밀 처리 플랫폼(104), 팩토리 인터페이스(102), 및 시스템 제어기(144)를 포함한다. 플랫폼(104)은 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120)로서 도시된 다수의 처리 챔버들, 및 진공 기판 이송 챔버(136)에 결합된 적어도 하나의 로드 락 챔버(122)를 포함한다. 2개의 로드 락 챔버들(122)은 도 1에 도시된다. 팩토리 인터페이스(102)는 로드 락 챔버들(122)에 의해 이송 챔버(136)에 결합된다.
- [0017] 일 실시예에서, 팩토리 인터페이스(102)는 기판들의 이송을 용이하게 하기 위해, 적어도 하나의 도킹 스테이션(108) 및 적어도 하나의 팩토리 인터페이스 로봇(114)을 포함한다. 도킹 스테이션(108)은 하나 이상의 전단 개구 통합 포드(FOUP)를 수용하도록 구성된다. 2개의 FOUPS(106A-106B)는 도 1의 실시예에 도시된다. 로봇(114)의 일 단부에 배치된 블레이드(116)를 갖는 팩토리 인터페이스 로봇(114)은 팩토리 인터페이스(102)로부터 처리 플랫폼(104)의 로드 락 챔버들(122)로 기판을 이송하도록 구성된다. 선택적으로, 하나 이상의 계측 스테이션들(118)은 팩토리 인터페이스(102)내에 있는 동안, 기판들의 측정을 용이하게 하기 위해 팩토리 인터페이스(102)의 터미널(126)에 접속될 수 있다.
- [0018] 각각의 로드 락 챔버들(122)은 팩토리 인터페이스(102)에 결합된 제 1 포트, 및 이송 챔버(136)에 결합된 제 2 포트를 갖는다. 로드 락 챔버들(122)은 이송 챔버(136)의 진공 환경과 팩토리 인터페이스(102)의 실질적인 주위(예, 대기) 환경 사이에서 기판의 통과를 용이하기 하기 위해, 로드 락 챔버들(122)을 펌핑 및 배출시키는 압력 제어 시스템(미도시)에 결합된다.
- [0019] 이송 챔버(136)는 그 내부에 배치된 진공 로봇(130)을 갖는다. 진공 로봇(130)은 로드 락 챔버들(122)과 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120) 사이에서 기판들(124)을 이송할 수 있는 블레이드(134)를 구비한다.
- [0020] 일 실시예에서, 적어도 하나의 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120)은 식각 챔버이다. 예를 들어, 어플라이드 머티어리얼스 사로부터 이용가능한 Decoupled Plasma Source(DPS) 챔버일 수 있다. DPS 식각 챔버는 고밀도 플라즈마를 형성하기 위해 유도성(inductive) 소스를 사용하고, 기판을 바이어스시키기 위해 무선-주파수(RF) 전력 소스를 포함한다. 선택적으로, 적어도 하나의 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120)은 다른 제조사들의 것들을 포함하면서, 어플라이드 머티어리얼스 사로부터 이용가능한 HART™, E-MAX®, DPS II, PRODUCER E, 또는

ENABLER® 식각 챔버 중 하나, 또는 다른 챔버일 수 있다. 예를 들어 챔버(110)와 같은 식각 챔버는 그 내부에 배치된 기판(124)을 식각하기 위해 할로겐-함유 가스를 사용할 수 있다. 할로겐-함유 가스의 예들은 수소 브롬화불(HBr), 염소(Cl₂), 사불화탄소(CF₄) 등을 포함한다. 기판(124)을 식각한 이후, 할로겐-함유 잔류물들은 기판 표면상에 남겨질 수 있다. 할로겐-함유 잔류물들은 본 발명에서 기술되는 열 프로세스에 의해 제거될 수 있다. 열 프로세스는 기판을 가열하도록 설비된 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120) 중 하나에서와 같이, 플랫폼(104)에서 인-시튜(in-situ)로 수행될 수 있다. 열 프로세스가 수행되는 플랫폼(104)의 영역은 기판 온도가 모니터링될 수 있도록 열 프로세스 동안 기판을 모니터링하도록 배치된 에너지 생성기 및 센서를 포함할 수도 있다. 예시적인 실시예에서, 열 처리 프로세스는 로드 락 챔버(122)에서 수행되지만, 열 처리 프로세스는 시스템(100)의 적절한 설비 영역에서 수행될 수 있다.

[0021] 시스템 제어기(144)는 시스템(100)의 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120)의 직접 제어를 이용하거나, 또는 선택적으로 시스템(100) 및 처리 챔버들(110, 112, 132, 128, 120)과 연동되는 컴퓨터들(또는 제어기들)을 제어함으로써, 시스템(100)의 동작을 제어한다. 동작시, 시스템 제어기(144)는 시스템(100)의 성능을 최적화하기 위해 각각의 챔버들과 시스템 제어기(144)로부터의 데이터 수집 및 피드백을 가능하게 한다.

[0022] 시스템 제어기(144)는 일반적으로 중앙 처리 유닛(CPU)(138), 메모리(140), 및 지원 회로(142)를 포함한다. CPU(138)는 산업적인 설정으로 사용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서 중 하나일 수 있다. 지원 회로들(142)은 통상적으로 CPU(138)에 결합되고, 캐시, 클럭 회로들, 입력/출력 서브시스템들, 전원들 등을 포함할 수 있다. 도 4를 참조로 이하에서 기술되는 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법(400)과 같은 소프트웨어 루틴들은 CPU(138)에 의해 실행될 때, CPU(138)를 특정 범용 컴퓨터(제어기)(144)로 변환시킨다. 소프트웨어 루틴들은 시스템(100)으로부터 떨어져 위치되는 제 2 제어기(미도시)에 의해 저장 및/또는 실행될 수도 있다.

[0023] 도 2는 기판상에서 열 프로세스를 수행하는데 사용될 수 있는 로드 락 챔버(122)의 일 실시예를 도시한다. 로드 락 챔버(122)는 일반적으로 챔버 몸체(202), 제 1 기판 홀더(204), 제 2 기판 홀더(206), 온도 제어 페디스털(peDESTAL)(240), 및 히터 모듈(270)과 같은 에너지 소스를 포함한다. 센서(298)는 온도 제어 페디스털(240)내에 배치된다. 챔버 몸체(202)는 알루미늄과 같은 물질의 단일체로부터 제조될 수 있다. 챔버 몸체(202)는 챔버 부피(218)를 규정하는 제 1 측벽(208), 제 2 측벽(210), 상면(214) 및 저면(216)을 포함한다. 전형적으로 석영으로 이루어진 원도우(250)는 챔버 몸체(202)의 상면(214)에 배치되고, 히터 모듈(270)에 의해 적어도 부분적으로 커버된다. 일 실시예에서, 다수의 램프들(294)은 기판 열 처리를 위해 열을 생성하기 위해 히터 모듈(270)에 배치된다. 일 실시예에서, 램프들(294)은 약 700nm 내지 약 14000nm의 파장을 갖는 적외선 방사를 제공하는 석영 할로겐 램프들이다. 램프들(294)로부터 생성되는 적외선 방사는 기판을 가열하는 열을 제공할 수 있고, 약 500°C까지 기판 온도를 증가시킬 수 있다. 일반적으로, 센서(678)의 파장은 측정하고자 하는 온도의 범위로, 예를 들어 열 프로세스 엔드포인트의 온도 범위로 가열되는 막들 및/또는 물질들을 통한 투과율의 높은 변화를 갖도록 선택된다.

[0024] 일 실시예에서, 센서(298)는 100°C 내지 약 500°C의 기판 온도 범위를 측정하도록 조정되는 InGaAs 다이오드 센서이다. 센서(298)는 광 조준기(collimator)(292) 및 필터(278)와 광학적으로 정렬된다. 광 조준기(292)는 광 도관(276)(즉, 광섬유)의 단부(274)와 기판(296) 사이의 페디스털(240)에 배치된다. 광 도관(276)은 기판(296)과 조준기(292)를 통해 필터(278)로 통과하는 수집된 에너지를 검출한다. 필터(278)는 광 조준기(292)로부터 수집된 신호를 필터링하도록 조정되고, 단지 목표된 파장을 갖는 IR 광을 센서(298)로 제공한다.

[0025] 일 실시예에서, 광 조준기(292)는 산란된 에너지의 유입 및 도관(276)으로의 다른 노이즈 유입을 최소화하도록 선택된 미리 규정된 각도(290)에서 기판에 입사하는 광 도관(276)에 에너지가 진입할 수 있도록 선택된 개구를 갖는다. 예를 들어, 광 조준기(292)의 선택된 각도(290)는 단지 수집되는 각도(290)만큼 규정된 원뿔 내에서 기판을 통과하는 광(288)을 허용하고, 선택된 각도(290) 외부의 각도들에서 기판으로 입사하는 광이 광 도관(250)으로 진입하는 것을 방지한다. 챔버 벽(284)으로부터 원치 않는 반사 광 및/또는 백그라운드(282, 280)로부터 생성되는 노이즈는 조준기(292)를 통해 광 도관(270)에 진입하는 신호와 방해되는 것이 방지될 수 있고, 최종적으로 필터(278)를 통해 센서(298)에 도달하는 것이 방지될 수 있다. 그 다음, 센서(298)에 도달하는 광 에너지는 기판(298)의 온도를 계산하도록 추가로 분석된다.

[0026] 챔버 부피(218)의 압력은 로드 락 챔버(122)가 이송 챔버(136)의 환경에 실질적으로 매칭되기 위해 진공될 수 있고, 팩토리 인터페이스(102)의 환경에 실질적으로 매칭되기 위해 배출될 수 있도록 제어될 수 있다. 챔버 몸체(202)는 입자 오염을 최소화하기 위해 배출 및 진공 동안 챔버 부피(218)내에 유선형 흐름(laminar flow)을

제공하도록, 하나 이상의 배출 통로들(230) 및 펌프 통로(232)를 포함한다. 배출 통로(230)는 챔버 부피(218)로 가스 혼합물을 제공하기 위해 가스 소스(252)에 부가적으로 결합될 수 있다. 가스 소스(252)로부터 공급될 수 있는 가스들의 예들은 질소(N_2), 아르곤(Ar), 수소(H_2), 알칸, 알켄, 헬륨(He), 산소(O_2), 오존(O_3), 수증기(H_2O) 등을 포함한다. 펌프 통로(232)는 가스들을 아래로 펌핑시키고 목표된 포인트에서 로드 락 챔버(122)의 압력을 제어하기 위해, 펌프(236)에 결합된다.

[0027] 제 1 로딩 포트(238)는 기판(124)이 로드 락 챔버(122)와 팩토리 인터페이스(102) 사이에서 기판(124)이 전달되도록 하는 챔버 몸체(202)의 제 1 벽(208)에 배치된다. 제 1 슬릿 벨브(244)는 로드 락 챔버(122)를 팩토리 인터페이스(102)와 절연시키기 위해 제 1 로딩 포트(238)를 선택적으로 밀봉시킨다. 제 2 로딩 포트(239)는 로드 락 챔버(122)와 이송 챔버(136) 사이에서 기판(124)이 전달될 수 있도록 챔버 몸체(202)의 제 2 벽(210)에 배치된다. 제 1 슬릿 벨브(244)와 실질적으로 유사한 제 2 슬릿 벨브(246)는 로드 락 챔버(122)를 이송 챔버(136)의 진공 환경으로부터 절연시키기 위해 제 2 로딩 포트(239)를 선택적으로 밀봉시킨다.

[0028] 제 1 기판 홀더(204)는 챔버 저면(216) 위에 배치된 제 2 기판 홀더(206)에 동심으로 결합된다(즉, 제 2 기판 홀더의 상부에 적층된다). 기판 홀더들(204, 206)은 일반적으로 챔버 몸체(202)의 저면(216)을 통해 연장되는 샤프트(258)에 결합된 후프(hoop)(220)에 장착된다. 각각의 기판 홀더(204, 206)는 하나의 기판을 유지하도록 구성된다. 샤프트(282)는 챔버 몸체(202)내에서 기판 홀더들(204, 206)의 승강을 제어하는 로드 락 챔버(122) 외부에 배치된 리프트 메커니즘(260)에 결합된다. 제 1 기판 홀더(204)는 팩토리 인터페이스(102)로부터 처리되지 않은 기판을 유지시키는데 사용되는 반면에, 제 2 기판 홀더(206)는 이송 챔버(136)로부터 리턴되는 처리된 기판(예, 식각된 기판)을 유지시키는데 사용된다. 도 2에 도시된 실시예에서, 처리된 기판(296)은 처리 챔버(110, 112, 132, 128, 120) 중 임의의 하나에서 처리 이후, 제 2 기판 홀더(206)상에 위치된다.

[0029] 도 3은 도 1의 처리 시스템(100)의 이송 챔버(136)의 부분 단면도를 도시한다. 도 3에 도시된 실시예에서, 이송 챔버(136)는 회발성 잔류물들이 기판으로부터 방출될 수 있도록 하기 위해 기판을 열 처리하도록 구성된다. 전달 챔버(136)에 배치된 기판은 임의의 적절한 히터 또는 에너지 소스에 의해 가열될 수 있다. 일 예에서, 기판은 이송 챔버 로봇(130)의 블레이드(134)에 내장된 저항성 가열 엘리먼트(322)에 의해 가열될 수 있다. 다른 실시예에서, 기판은 이송 챔버(136)의 상부에, 또는 이송 챔버(136)의 아래에 배치된 히터 모듈(302)에 의해 가열될 수 있다. 히터 모듈(302)은 기판을 기열하기 위해 적합한 하나 이상의 램프들(306)을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 기판은 이송 챔버(136)에 배치된 가열된 페디스털(314)에 의해 가열될 수 있다. 페디스털(314)은 저항성 히터(322) 또는 다른 적절한 가열 장치를 포함할 수 있다. 기판은 이송 챔버(136)네에서 또는 진공 하에 있는 시스템(100)의 다른 부분내에서 다른 방법들에 의해 가열될 수 있다는 것을 고려한다.

[0030] 기판의 가열 동안, 기판은 기판으로부터 회발물들의 방출, 및 시스템으로불 방출된 회발물들의 제거를 용이하게 하는 하나 이상의 가스들에 노출될 수 있다. 도 3에 도시된 실시예에서, 이송 챔버(136)는 가스 소스(316)로부터 이송 챔버(136)의 내부 부피(330)로 상이한 처리 가스들을 공급하도록 제공되는 기스 통로들(318)을 포함한다. 가스 소스(316)로부터 공급될 수 있는 가스들의 예들은 질소(N_2), 아르곤(Ar), 수소(H_2), 알칸, 알켄, 헬륨(He), 산소(O_2), 오존(O_3), 수증기(H_2O) 등을 포함한다.

[0031] 선택적으로, 이송 챔버(136)는 가열 동안 기판의 온도를 감지하도록 구비될 수 있다. 일 실시예에서, 에너지 생성기(304)는 기판(296)을 통해 센서(310)로 전송되는 에너지 신호를 제공하는 이송 챔버(136)의 상부에 배치된다. 에너지 생성기(304)는 레이저, 광역 빔 광원 또는 다른 적절한 파 생성기일 수 있고, 일 실시예에서, 에너지 생성기(304)는 램프들(306) 중 하나일 수 있다.

[0032] 조준기(312)는 에너지 생성기(304)로부터 기판(296)을 통해 미리 규정된 입사각내에서 전송되는 에너지를 수집하기 위해 기판(296) 아래에 배치될 수 있다. 기판(296)을 통해 전송되고 조준기에 의해 수집되는 에너지는 도 2를 참조로 전술한 것처럼, 기판의 온도를 결정하기 위해 광섬유 도관에 의해 센서(310)로 순차적으로 전송된다.

[0033] 도 4는 본 발명에 따라 기판으로부터 할로겐-함유 잔류물을 제거하기 위한 방법(400)의 흐름도를 도시한다. 방법(400)은 도 1의 처리 장치(100)에서 수행된다. 방법(400)은 다른 제조사들의 것들을 포함하여 다른 적절한 처리 시스템들에서 수행될 수 있다는 것을 고려한다.

[0034] 방법(400)은 식각 프로세스를 수행하기 위한 처리 시스템(100)에서, 식각 챔버들(110, 112, 132, 128, 120) 중 하나와 같은, 식각 챔버로 그 상부에 배치된 층을 갖는 기판을 제공함으로써 단계(402)에서 시작된다. 팩토리

인터페이스 로봇(114)은 FOUP들(106A-106B) 중 하나로부터 로드 락 챔버(122)의 제 1 기판 홀더(204)로 처리될 기판을 이송한다. 기판은 막 처리가 수행되는 임의의 기판 또는 물질 표면일 수 있다. 일 실시예에서, 기판은 게이트 구조물을 같은 구조물을 형성하는데 사용되는 그 상부에 형성된 층 또는 층들을 가질 수 있다. 기판은 기판으로 피쳐들 또는 구조물들의 전달을 용이하게 하기 위해 기판 상에 배치된 식각 스텝층 및/또는 식각 마스크로서 마스크 층을 선택적으로 사용할 수 있다. 다른 실시예에서, 기판은 이중 다마신 구조물 등과 같이, 상이한 패턴들 및/또는 피쳐들을 형성하는데 사용되는 예를 들어, 막 적층물과 같은 다중 층들을 가질 수 있다. 기판은 결정 실리콘(예, Si<100> 또는 Si<111>), 실리콘 산화물, 변형된(strained) 실리콘, 실리콘 게르마늄, 도핑 또는 비도핑 폴리실리콘, 도핑 또는 비도핑 실리콘 웨이퍼들, 및 절연체상의 패턴 또는 비-패턴화된 실리콘 웨이퍼들(SOI), 탄소 도핑된 실리콘 산화물들, 실리콘 질화물, 도핑된 실리콘, 게르마늄, 갈륨 비소, 유리, 사파이어, 실리콘상에 배치된 금속층들 등과 같은 물질일 수 있다. 기판은 직사각형 또는 정사각형 패널들 뿐만 아니라, 200mm 또는 300mm 직경 웨이퍼들과 같은 다양한 치수들을 가질 수 있다. 본 발명에 도시된 실시예에서, 기판은 실리콘 반도체 기판일 수 있다.

[0035] 일 실시예에서, 로드 락 챔버(122)로 전달되는 기판은 히터 모듈(270) 또는 로드 락 챔버(122)의 온도 제어 페디스털(240)에 의해 미리 결정된 온도로 미리 가열될 수 있다. 다른 실시예에서, 기판은 이송 챔버 로봇(130)의 블레이드상에 있는 동안 미리 가열된다. 일 실시예에서, 기판은 약 20°C 내지 약 400°C의 온도로 미리 가열될 수 있다. 로드 락 챔버(122)와 이송 챔버(136)내의 압력이 실질적으로 동일한 이후, 진공 로봇(130)은 기판을 처리 챔버들 중 임의의 하나로, 예를 들어 챔버(110)로 이송하여 식각 프로세스를 수행한다.

[0036] 단계(404)에서, 기판은 기판 상에 목표된 피쳐들과 패턴들을 형성하기 위해 처리 챔버(110)에서 식각된다. 기판이 기판 표면상에 배치된 마스크 층들을 갖는 실시예들에서, 식각 프로세스는 목표된 피쳐들과 패턴들을 형성하는 동시에 마스크 층들을 식각한다.

[0037] 일 실시예에서, 기판은 적어도 할로겐-함유 가스를 갖는 가스 혼합물을 공급함으로써 식각된다. 할로겐-함유 가스의 적절한 예들은 이에 제한됨이 없이, 수소 브롬화물(HBr), 염소(Cl₂), 사불화탄소(CF₄) 등을 포함한다. 폴리실리콘을 식각하기 위해 적합한 예시적인 실시예에서, 처리 챔버(110)에 제공되는 가스 혼합물은 20sccm 내지 약 60sccm, 예를 들어 약 40sccm과 같이, 약 20sccm 내지 약 300sccm의 유속에서 수소 브롬화물(HBr) 및 염소(Cl₂) 가스를 포함하는 가스 혼합물을 제공한다. 불활성 가스는 처리 챔버(110)로의 가스 혼합물에 제공될 수 있다. 불활성 가스의 적절한 예들은 질소(N₂), 아르곤(Ar), 헬륨(He) 등을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, N₂와 같은 불활성 가스는 약 0sccm 내지 약 40sccm, 예를 들어 약 20sccm과 같이, 약 0sccm 내지 약 200sccm의 유속에서 가스 혼합물에 제공될 수 있다. 일산화 탄소(CO)와 같은 환원 가스가 가스 혼합물에 제공될 수 있다. 식각 프로세스를 위한 플라즈마 전력은 약 500와트 내지 약 1500와트, 예를 들어 약 1100와트와 같이, 약 200와트 내지 약 3000와트로 유지될 수 있고, 바이어스 전력은 약 0와트 내지 약 80와트, 예를 들어 약 20와트와 같이, 약 0와트 내지 약 300와트로 유지될 수 있다. 프로세스 압력은 약 2mTorr 내지 약 20mTorr, 예를 들어 약 4mTorr와 같이, 약 2mTorr 내지 약 100mTorr에서 제어될 수 있고, 기판 온도는 약 0°C 내지 약 100°C, 예를 들어 약 45°C와 같이, 약 0°C 내지 약 200°C에서 유지될 수 있다.

[0038] 식각 프로세스 동안, 식각된 물질들은 마스크 층들의 성분들, 및 존재시 식각 프로세스의 부산물들과 조합될 수 있을 뿐만 아니라, 에천트 화학제의 성분들과 조합될 수 있고, 이에 따라 할로겐-함유 잔류물을 형성할 수 있다. 일 실시예에서, 식각될 기판상의 물질들은 포토레지스트 층, 하드 마스크 층, 저면 반사-방지 코팅(BARC), 폴리실리콘, 결정 실리콘, 게이트 산화물, 티타늄 질화물(TiN)과 같은 금속 게이트, 알루미늄 산화물(Al₂O₃), 하프늄 함유 산화물과 같은 높은-k 물질들을 포함할 수 있다. 하드 마스크 층의 적절한 예들은 실리콘 질화물, TEOS, 실리콘 산화물, 비정질 탄소, 및 실리콘 카바이드를 포함한다. 할로겐-함유 잔류물들은 기판의 표면들상에 증착된다. 할로겐-함유 잔류물은 대기압들 및/또는 수증기에 노출시, 브롬(Br₂), 염소(Cl₂), 염화 수소(HCl), 수소 브롬(HBr) 등과 같은 가스 반응물들을 방출(기체배출)할 수 있다. 그러한 반응물들의 방출은 도 1에 도시된 바와 같이 진공-기밀 처리 플랫폼(104)과 팩토리 인터페이스(102)와 같은, 기판 이송 동안 처리 장치와 팩토리 인터페이스들의 입자 오염 및 부식들을 초래할 수 있다. Cu, Al, W과 같은 금속층들이 기판 표면에 노출되는 실시예들에서, 금속층은 이하에서 기술되는 진보적인 프로세스에 의해 방출된 기체 반응물들이 제거되지 않는다면 방출된 기체 반응물들에 의해 부식될 수 있으며, 이에 따라 기판상에 형성된 소자들의 성능을 부정적으로 저하시킬 수 있다.

[0039] 할로겐들은 또한 식각 이외의 방식으로 진공 환경에서 처리되는 기판들의 표면상에 존재할 수 있다. 따라서,

할로겐들은 이하에서 기술되는 방법의 적용가능한 부분을 이용하여 그러한 기판들로부터 제거될 수 있다는 것을 고려한다.

[0040] 단계(406)에서, 처리된(예, 식각된) 기판은 프로세스의 종료 이후에 식각 처리 챔버(110)로부터 제거된다. 처리된(예, 식각된) 기판은 이하에서 추가로 기술되는 바와 같은 열 프로세스를 수행하기 위해, 식각 프로세스를 수행하는 식각 챔버 이외의 처리 시스템(100)의 임의의 챔버로 순차적으로 이송될 수 있다. 예를 들어, 식각된 기판은 다른 처리 챔버들(112, 132, 128, 120), 이송 챔버(136), 로드 락 챔버(122) 또는 플랫폼(104)의 다른 부분들 중 임의의 하나를 포함하는 열 챔버로 순차적으로 이송될 수 있고, 여기서 기판은 할로겐들을 방출하기 위해 가열될 수 있다. 선택적으로, 열 프로세스는 팩토리 인터페이스(102), 계측 스테이션들(118)에서 발생할 수 있다. 처리된(예, 식각된) 기판은 단계(408)에서 열적으로 처리되어, FOUP들(106A-106B) 또는 다른 위치에서 대기 조건들 또는 수증기에 노출되기 이전에 단계(404) 동안 생성되는 할로겐-함유 잔류물들을 기판으로부터 제거한다. 단계(406)는 생략될 수 있고, 이하에서 기술되는 열 프로세스 단계(408)는 기판이 식각 또는 할로겐들에 노출되는 챔버에서 수행될 수 있거나, 단계(408)는 로드 락 챔버 또는 다른 적절한 위치에서 수행될 수 있다는 것을 고려한다. 또한, 단계(408)는 전술한 열 프로세스 단계(406)가 식각된 기판으로부터 할로겐들을 효과적으로 제거한다면 생략될 수 있다는 것을 고려한다.

[0041] 단계(408)에서, 기판은 열적으로 처리되어 기판으로부터 할로겐 및/또는 할로겐-함유 잔류물들을 제거한다. 일 실시예에서, 단계(408)는 기판이 가열 엘리먼트를 갖는 로봇들(114, 130) 중 하나에 배치되거나, 휘발물들이 방출되는 온도로 기판을 가열하기 위해 적합한 히터에 충분히 근접하게 기판을 위치시도록 구성되면서 수행될 수 있다. 예를 들어, 단계(408)의 열 처리 프로세스는 기판이 챔버들 사이에 기판을 이송하는 시퀀스 동안 이송 로봇(130)상에 배치되면서 수행될 수 있다. 선택적으로, 단계(408)에서의 기판은 열 프로세스가 수행되면서 기판 지지 장치에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 단계(408)의 열 프로세스는 로드 락 챔버(122)에서 수행되거나, 이송 챔버(136)의 다른 유사하게 구성된 영역 또는 처리 챔버들(112, 132, 128, 120) 중 하나에서 수행될 수 있다. 이하의 예시적인 설명에서, 단계(408)는 로드 락 챔버(122)에서 수행되는 것으로서 기술된다. 가열 단계와 선택적으로 가스 노출 및 감지 단계 중 적어도 하나는 플랫폼(104) 또는 팩토리 인터페이스(102)의 다른 적절히 설비된 영역들에서 수행될 수 있다는 것을 고려한다.

[0042] 단계(408)의 예시적인 실시예에서, 열 처리 프로세스는 로드 락 챔버(122)에서 수행되어 식각된 기판 표면으로부터 할로겐-함유 잔류물들을 제거한다. 제 2 기판 홀더(206)에 의해 유지되는 식각된 기판은 히터 모듈(270)을 향해 기판(124)을 상승시키고, 이에 따라 기판으로의 열 전달 세기를 증가시킨다. 히터 모듈(270)로부터의 열은 기판의 표면 온도를 상승시키도록 하고, 이에 따라 식각된 기판 표면상에 배치된 할로겐-기질 반응물들이 방출 및/또는 기체제거될 수 있도록 한다. 기판 온도가 증가함에 따라, 실리콘 기판의 광 에너지 흡수 특성 또한 가변된다. 예를 들어, 히터 모듈(270)로부터의 광이 실리콘 기판을 가열하고 기판 온도가 상승함에 따라, 기판에 의한 광 에너지 흡수는 높은 기판 온도에서 실리콘 물질의 높은 광 에너지 흡수로 인해 증가한다. 따라서, 가열됨에 따라 보다 적은 광이 실리콘 기판을 통해 전송된다. 센서(298)에 의한 기판 투과율의 변화를 측정함으로써, 기판 온도가 계산될 수 있고, 열 처리 프로세스 동안 기판 온도를 제어하기 위한 프로세스 엔드포인트가 결정될 수 있다.

[0043] 일 실시예에서, 히터 모듈(270)은 약 20초와 같이, 약 5초 내지 약 120초에서, 약 150°C 내지 약 400°C 예를 들어 약 300°C와 같이, 약 20°C 내지 약 500°C의 온도로 기판을 가열한다. 히터 모듈(270)에 의한 기판의 급속 가열은 식각된 기판상의 할로겐-함유 잔류물들이 프로세스 사이클 시간을 증가시킴 없이 제거될 수 있도록 한다. 일 실시예에서, 기판은 식각된 기판상의 할로겐-함유 잔류물들이 그로부터 제거될 때까지, 미리 결정된 시간 주기에서 히터 모듈(270)에 의해 가열될 수 있다. 선택적으로, 엔드포인트는 예를 들어 기판을 통해 광 투과율 변화를 모니터링하는 것과 같이, 기판 온도를 모니터링함으로써 검출될 수 있다.

[0044] 일 실시예에서, 가스 혼합물은 식각된 기판을 가열하면서 가스 소스(252)로부터 로드 락 챔버(122)로 공급될 수 있다. 식각된 기판은 가스 혼합물에 노출되어 가스 혼합물과 반응한다. 가스 혼합물은 기체제거된 할로겐-기질 반응물들을 로드 락 챔버(122) 외부로 펌핑되는 비-부식성 휘발성 화합물들로 변환시킨다. 가스 혼합물은 O₂, O₃, 수증기(H₂O)와 같은 산소-함유 가스, H₂, 형성 가스, 수증기(H₂O), 알кан, 알켄 등과 같은 수소-함유 가스, 또는 질소 가스(N₂), 아르곤(Ar), 헬륨(He) 등과 같은 불활성 가스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 혼합물은 산소, 질소, 및 수소-함유 가스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 수소-함유 가스는 수소(H₂) 및 수증기(H₂O) 중 적어도 하나이다. 다른 예에서, 가스 혼합물은 오존 가스(O₃)를 포함할 수 있다. 마스크 층들이 기판에 존재하는 실시예들에서, 마스크 층들은 할로겐-함유 잔류물들과 함께 동시에 제거될 수 있고, 예를 들어

마스크는 로드 락 챔버의 포토레지스트로부터 벗겨진다.

[0045] 일 실시예에서, 가스 혼합물은 예를 들어 약 7000sccm과 같이 약 100sccm 내지 약 10,000sccm의 유속에서 공급될 수 있다. 할로겐-함유 잔류물들이 대개 브롬-기질의 식각 화학제의 사용으로부터 발생하는 브롬-기질의 잔류물들인 실시예들에서, 가스 혼합물은 오존 가스(O_3/O_2) 및/또는 O_2 와 N_2 와 같은 다른 불활성 가스를 포함할 수 있다. 오존 가스(O_3/O_2)는 예를 들어 약 7000sccm과 같이 약 100sccm 내지 약 10,000sccm의 유속에서 공급될 수 있다. 선택적으로, 불활성 가스는 약 500sccm과 같이, 약 100sccm 내지 약 10,000sccm의 유속에서 오존 가스(O_3/O_2)에 공급될 수 있다. 잔류 가스 분석기(RGA)는 식각된 기판 표면상에 남아 있는 할로겐-함유 잔류물을을 검출하는데 사용될 수 있다.

[0046] 선택적으로, 단계(410)가 수행될 수 있고, 여기서 열 처리된 기판이 진공 환경으로부터 제거되기 이전에 부가적인 처리를 위해 시스템의 처리 챔버(110, 112, 132, 128, 120) 중 하나로 리턴된다. 단계(408)의 할로겐 제거 프로세스 이후, 기판은 순차적인 처리 동안 처리 챔버들로 할로겐들을 유입시키지 않고, 이에 따라 처리 챔버들에 대한 손상을 방지한다.

[0047] 선택적인 단계(412)에서, 열 처리된 기판은 로드 락 챔버(122)에서 냉각된다. 단계(412)에서, 온도 제어 페디스털(240)은 기판을 목표된 온도로 냉각시키는 할로겐 잔류물 제거 단계(408) 이후에 제 2 기판 홀더(206)상에 지지되는 식각된 기판에 접촉되도록 상승된다. 식각된 기판은 페디스털(240)을 통해 열을 전달함으로써 냉각된다. 일 실시예에서, 식각된 기판은 FOUP들(106A-106B)에 대한 손상을 유발함이 없이, 식각된 기판이 FOUP들(106A-106B)로 러턴할 수 있도록 약 10°C 내지 약 125°C 범위의 온도로 냉각될 수 있다.

[0048] 단계(412)에서 기판을 냉각시키면서, 로드 락 챔버(122)는 처리 사이클 시간을 최소화하기 위해 단계(412)에서 순차적인 기판 이송 프로세스의 준비시에 동시에 배출될 수 있다. 로드 락 챔버(122)와 팩토리 인터페이스(102)의 압력들이 매칭되면, 제 1 슬릿 밸브(244)는 팩토리 인터페이스 로봇(1140이) 로드 락 챔버(122)에 액세스할 수 있도록 개방되어, 로드 락 챔버(122)로부터 식각된 기판을 제거하고 FOUP들(106A-106B) 중 하나로 리턴된다. 식각된 기판이 제 2 기판 홀더(206)로부터 제거되는 동시에, FOUP들(106A-106B)로부터 새롭게 처리되지 않은 기판은 제 1 기판 홀더(204)상의 로드 락 챔버(122)로 이송될 수 있고, 이에 따라 도 3에 도시된 루프(416)에 의해 나타낸 것처럼 기판들을 4 연속적으로 처리할 수 있다. 선택적으로, 식각된 기판의 열 처리 프로세스가 로드 락 챔버(122) 이외의 플랫폼(104) 영역에서 수행되는 실시예에서, 식각된 기판은 단계(408)의 종료 이후에, 로드 락 챔버(122) 또는 처리 챔버들(132, 128, 120) 중 하나로 이동된다.

[0049] 따라서, 본 발명은 할로겐 및/또는 할로겐-함유 잔류물들을 기판으로부터 제거하기 위한 방법 및 장치를 제공한다. 방법 및 장치는 방출된 할로겐들에 의한 처리 시스템의 부식 및 오염을 방지하면서 기판상에 증착된 금속 막들의 노출된 부분들의 부식 및 기판 오염을 바람직하게 방지하고, 이에 따라 생산성과 프로세스 수율을 향상시킬 수 있다.

[0050] 전술한 상세한 설명은 본 발명의 실시예들에 관한 것이지만, 본 발명의 다른 실시예들과 추가적인 실시예들은 그 기본 범주를 벗어남이 없이 안출될 수 있고, 그 범주는 이하의 청구범위에 의해 결정된다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명의 처리 시스템의 일 실시예의 개념도를 도시한다.

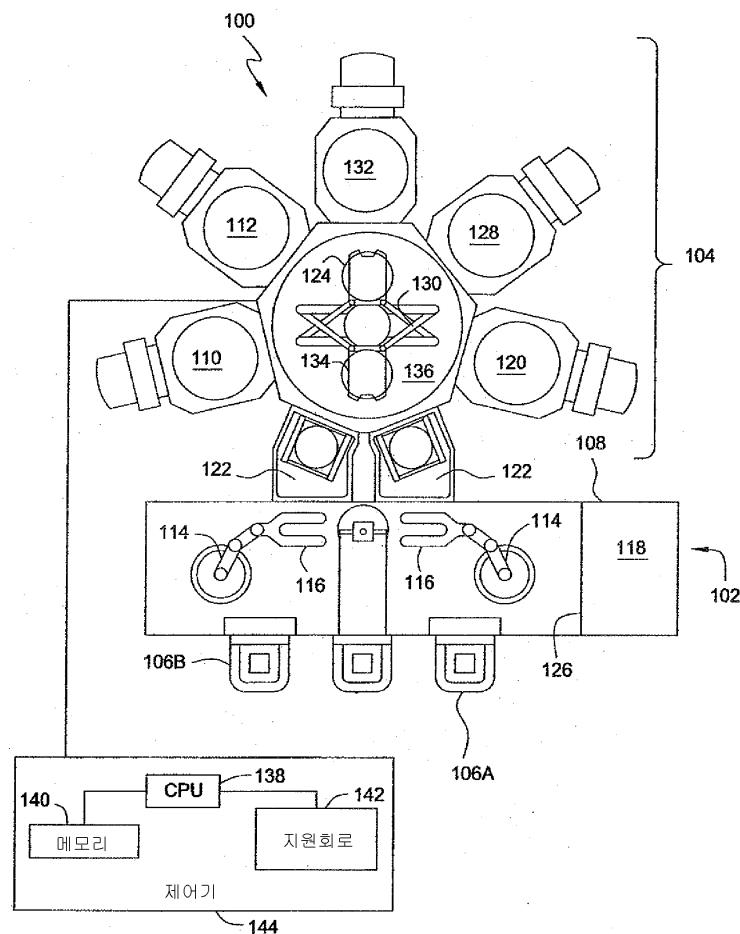
[0052] 도 2는 도 1의 처리 시스템의 로드 락 챔버의 단면도를 도시한다.

[0053] 도 3은 도 1의 처리 시스템의 전달 챔버의 부분 단면도를 도시한다.

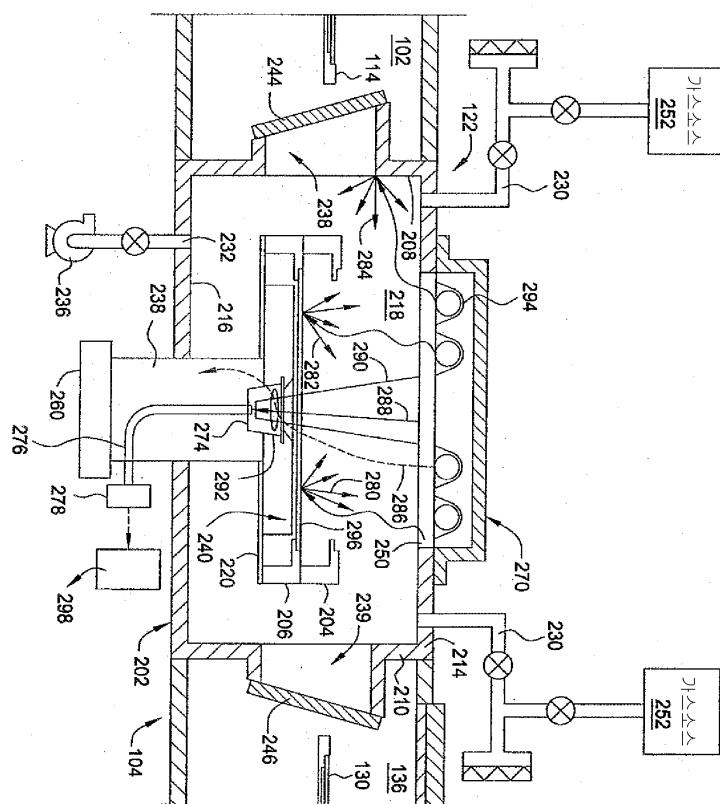
[0054] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 기판상의 할로겐-함유 잔류물들을 제거하기 위한 방법을 나타내는 프로세스 흐름도를 도시한다.

도면

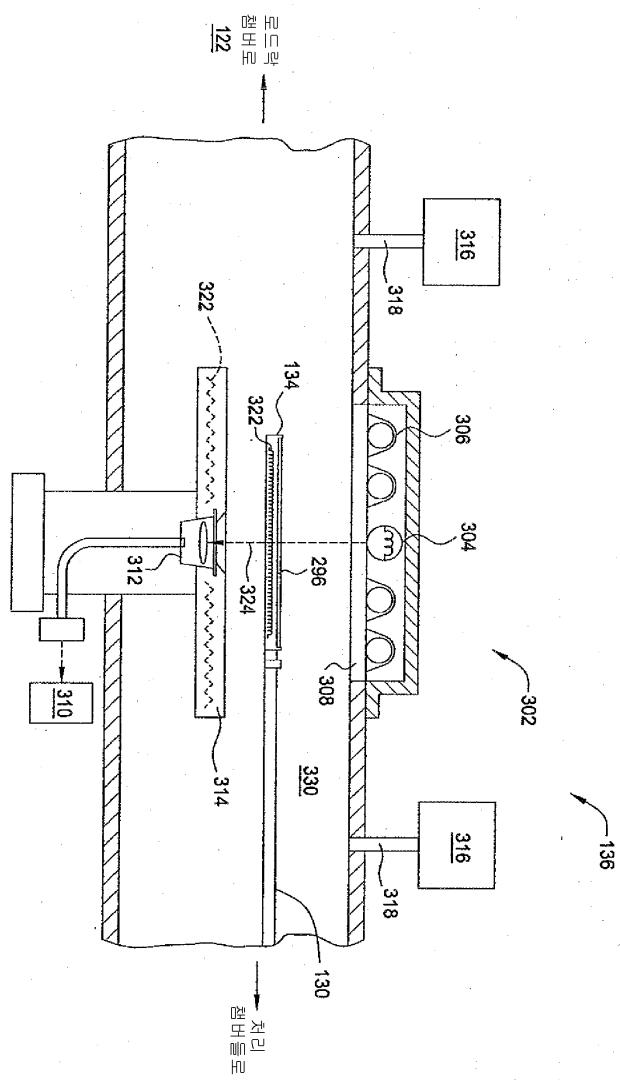
도면1



도면2



도면3



도면4

