



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0138142
 (43) 공개일자 2011년12월26일

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)
 C23C 16/02 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7021459
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2009년03월17일
 심사청구일자 없음
 (85) 번역문제출일자 2010년09월27일
 (86) 국제출원번호 PCT/DE2009/000383
 (87) 국제공개번호 WO 2010/105585
 국제공개일자 2010년09월23일

(71) 출원인

로트 운트 라우 악치엔게젤샤프트

독일 호엔슈타인-에른스트탈 안 데어 바움솔레 6-8 (우: 09337)

(72) 발명자

솔렘 헤르만

독일 07743 예나 잘반호프쉬트라쎄 6

올리그 마티아스

독일 09385 루가우 암 슈테겐발트 80아

(74) 대리인

리엔특허법인

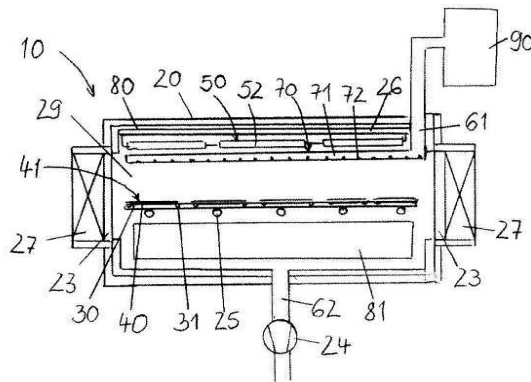
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 기관 처리 장치 및 기관 처리 방법

(57) 요약

본 발명은 적어도 하나의 기관을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어가 도입될 수 있는 적어도 하나의 소개 가능한 공정 챔버를 포함하고, 플라즈마 발생 모듈과, 적어도 하나의 가스 공급기와, 적어도 하나의 가스 토출기를 포함하는 기관 처리 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 적어도 하나의 기관을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어가 적어도 하나의 소개 가능한 공정 챔버에 도입되고, 공정 챔버에서는 가스 또는 가스 혼합물 내에서 플라즈마 발생 모듈에 의한 플라즈마 공정에 의해 플라즈마가 발생되고 기관의 코팅, 식각, 표면 개질, 및/또는 세정이 수행되는, 기관 처리 방법에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 평장히 표면-텍스처된 기관까지도 고처리율 고품질로 등방성 식각할 수 있는 앞서 언급된 범용 타입의 기관 처리 장치와 기관 처리 방법을 제공하는 것이다. 먼저, 상기 목적은 기상 식각 모듈이 공정 챔버에 통합되어 있는 앞서 언급된 범용 타입의 기관 처리 장치에 의해 달성된다. 또한, 상기 목적은 적어도 하나의 기관의 기상 식각이 플라즈마 공정의 이전 및/또는 이후 및/또는 플라즈마 공정과 교대로 공정 챔버에서 수행되는 앞서 언급된 범용 타입의 기관 처리 방법에 의해 달성된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나의 기관(40)을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어(30)가 도입될 수 있는 적어도 하나의 소개 가능한 공정 챔버(20, 21), 플라즈마 발생 모듈(50), 적어도 하나의 가스 공급기(61), 및 적어도 하나의 가스 토출기(62)를 포함하는 기관 처리 장치(10, 11, 12, 13)로서,

기상 식각 모듈(70)이 상기 공정 챔버(20, 21)에 통합되고 기관 처리 장치(10, 11, 12, 13)는 연속 (flow) 장치인 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기상 식각 모듈(70)은 HF 기상 식각 모듈인 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기관 처리 장치(10)는 식각 가스-저항성 (etching gas resistant)내부 라이닝(80)과 식각 가스-저항성 기관 캐리어(30)를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기상 식각 모듈(70)은 공정 챔버(20, 21)의 면적에 걸쳐 분포된 다수의 가스 배출구(72)를 갖는 가스 스프레이(71)를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 기상 식각 모듈(70)은 식각 기체 공급부(90, 90')에 결합되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 식각 기체 공급부(90, 90')는 가스 계량 시스템(91) 및/또는 액상 식각 물질(93)을 포함하며 적어도 하나의 캐리어 가스 흐름이 통과하는 온도 조절된 (tempered) 공간(94)을 갖는 식각 기체 발생 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 플라즈마 발생 모듈(50)은 공정 챔버(20, 21)에 평면으로 (flat) 형성된 적어도 하나의 급전 가능한 전극(52)을 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기관 캐리어(30)는 적어도 하나의 기관(40) 테두리 영역(43)을 위한 평면 지지 영역(32)을 갖는 적어도 하나의 기관 지지대(31)를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 기관 지지대(31)는 상기 지지 영역(32) 내부에 개구(33)를 갖는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 내부 체적 감소 부품(81)이 공정 챔버(20, 21)에 마련되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 기관 처리 장치(10)는 태양 전지를 제조하기 위한 장치인 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 공정 챔버(20, 21)는 가열 및/또는 냉각 장치(26)를 포함하거나 또는 가열 및/또는 냉각 장치(26)에 결합되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 13

적어도 하나의 기관(40)을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어(30)가 적어도 하나의 소개 가능한 (evacuable) 공정 챔버(20, 21)에 도입되고, 상기 공정 챔버(20, 21)에서는 가스 또는 가스 혼합물 내에서 플라즈마 발생 모듈(50)에 의한 플라즈마 공정에 의해 플라즈마가 발생되고 기관(40)의 코팅, 식각, 표면 개선 (surface modification), 및/또는 세정이 수행되는, 기관 처리 방법으로서,

적어도 하나의 기관(40)이 적어도 하나의 공정 챔버(20, 21)를 통과하고, 적어도 하나의 기관(40)의 기상 식각이 플라즈마 공정의 이전 및/또는 이후 및/또는 플라즈마 공정과 교대로 공정 챔버(20, 21)에서 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 기상 식각은 HF를 함유하는 기체를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서, 상기 기관 처리 방법으로 태양 전지를 제조하기 위한 기관(40)들이 처리되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 16

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, PSG가 적어도 하나의 공정 챔버(20, 21)에서 HF 기상 식각 단계에 의해 기관(40)의 전면(41)으로부터 식각되고, 상기 기관(40)의 적어도 하나의 표면층의 플라즈마 산화가 공정 챔버(20, 21)에서 후속 공정 단계에 의해 실시되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 17

제13항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공정 챔버(20) 또는 다른 공정 챔버(21)에서 HF 기상 식각 단계에 의해 PSG가 기관(40)의 후면(42)에서 식각되고, 후속 공정 단계인 플라즈마 식각 단계에서 기관(40)의 에미터 후면 식각이 상기 공정 챔버(20, 21)에서 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서, 기관(40)으로부터 금속 이온을 식각하기 위해 O₃와 HF를 함유하는 기체 혼합물을 이용하는 기상 식각 단계가 공정 챔버(20, 21)에서 PSG를 식각하기 위한 HF 기상 식각 단계 이후에 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 19

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공정 챔버(20) 또는 다른 공정 챔버(21)에서 O₂ 플라즈마 세정이 상기 HF 기상 식각 단계 이전 및/또는 기관(40)의 에미터 후면 식각 이후에 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 20

제13항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, 기관(40)의 적어도 하나의 표면층의 플라즈마 산화가 상기 공정 챔버(20) 또는 다른 공정 챔버(21)에서 실시되고, 산화된 표면층들의 HF 기상 식각이 공정 챔버(20, 21)에서 후속 공정 단계에 의해 실시되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 플라즈마 산화와 상기 HF 기상 식각은 여러 차례 교대로 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 22

제13항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서, O₂ 플라즈마 세정이 공정 챔버(20) 또는 다른 공정 챔버(21)에서 실시되고, 후속 공정 단계인 HF를 함유하는 기체와 활성 산소를 이용한 기상 식각 단계에서 상기 기관(40)의 표면층이 상기 공정 챔버(20, 21)에서 식각되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

청구항 23

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 공정 챔버(20) 또는 다른 공정 챔버(21)에서 공기 산화물이 HF 기상 식각 단계에 의해 기관(40)의 전면(41) 및/또는 후면(42)으로부터 제거되고, 기관(40)의 O₂ 플라즈마 세정이 상기 HF 기상 식각 단계 이전 및/또는 이후에 상기 공정 챔버(20, 21)에서 수행되는 것을 특징으로 하는 기관 처리 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 적어도 하나의 기관을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어가 도입될 수 있는 적어도 하나의 소개 가능한 (evacuatable) 공정 챔버를 포함하고, 플라즈마 발생 모듈과, 적어도 하나의 가스 공급기와, 적어도 하나의 가스 토출기를 포함하는 기관 처리 장치에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 적어도 하나의 기관을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어가 적어도 하나의 소개 가능한 공정 챔버에 도입되고, 공정 챔버에서는 가스 또는 가스 혼합물 내에서 플라즈마 발생 모듈에 의한 플라즈마 공정에 의해 플라즈마가 발생되고 기관의 코팅, 식각, 표면 개선 (surface modification), 및/또는 세정이 수행되는, 기관 처리 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 앞서 언급된 범용 타입의 장치와 방법은 다양한 응용들을 위해 플라즈마 코팅, 플라즈마 식각, 플라즈마 산화, 표면 친수화 및 소수화, 플라즈마 세정 공정을 수행하기 위한 마이크로 전자 공학과 마이크로 공학에 주지되어 있다. 무엇보다도, 이러한 장치와 방법은 태양 전지의 제조에 사용된다.

[0003] 태양 전지 산업은 현재 역동적인 발전을 겪고 있다. 24.7%의 효율을 갖는 실리콘 기반의 기록 태양 전지는 이미 2000년에 제조가능 하였으나, 대량 생산된 실리콘 태양 전지는 단결정 태양 전지의 경우 16% 내지 18%, 다결정 태양 전지의 경우 14% 내지 16%의 효율을 달성하고 있다.

[0004] 표준 태양 전지 기술은 현재 200 μ m 내지 400 μ m의 두께를 갖는 실리콘 웨이퍼에 기반한다. 웨이퍼가 제조된 후에는 표면으로부터 틱질 손상을 제거하는 것이 필요하고, 이는 대략 5 μ m 두께의 실리콘 층의 제거에 상응한다. 현대 태양 전지는 흔히 틱질 손상에 의해 미리 결정된 구조에 기반한 표면 텍스처가 추가적으로 포함된다. 이러한 텍스처는 특히 빛의 경사 입사의 경우에 빛의 결합을 증가시키기 위한 것이다. 이로써 반사가 대략 35%에서 대략 10%로 감소된다.

[0005] 틱질 손상의 제거와 텍스처 형성이 식각에 의해 실시된다. 여기서, 주된 방법은 배치 (batch) 또는 연속(flow) (인라인 (inline)) 방법의 습식 화학 공정들에 기반한다. 지금까지 주로 단결정 기관 재료에 대해 통상적이었던 KOH를 이용한 알칼리 식각조는 결정 방향에 의존하는 방식으로 작동하고, 따라서 다결정 웨이퍼에 단지 평평한 텍스처만 나타난다. 충분한 텍스처 효과를 달성하기 위해, 최근에는 또한 CH₃COOH를 추가적으로 함유하는 일부 경우에 있어서, 예를 들어 HF(불화수소산)와 HNO₃를 주로 함유하는 산성 식각조를 사용한다. 그러므로, 다결정 웨이퍼에 강하게 텍스처된 표면이 나타난다.

[0006] 태양 전지의 제조 중, 웨이퍼 재료가 예를 들어 p-전도성이 되도록 예비 도핑된다. pn 접합을 형성하기 위해, n-전도성 도핑이 적용되어야 한다. 이는 인 확산(phosphorous diffusion)에 의해 이루어지고, 여기서 인은 웨이퍼 재료 내부로 대략 0.5 μ m 깊이까지 확산된다.

- [0007] 인 확산의 목적을 위해, 예를 들어 p-전도성 웨이퍼 상에 증착되는 대략 60nm 내지 100nm 두께의 PSG(포스포실리케이트 글라스; $(\text{SiO}_2)_{1-x}(\text{P}_2\text{O}_5)_y$)층과 같은 산화물 층을 사용한다. 특정한 공정 온도에서 인은 PSG 층으로부터 웨이퍼 재료 내부로 확산된다. 예를 들어 Si_3N_4 와 같은 반사 방지층이 웨이퍼에 적용되기 전에, PSG 층은 후속하여 다시 제거된다.
- [0008] PSG 층의 제거는 대체로 습식 화학 HF(불화수소산) 식각에 의해 실시된다. 습식 식각은 매우 높은 식각 선택비의 이점을 갖는 등방성 식각 방법이다. 전형적으로, 웨이퍼의 양측이 습식 식각 동안 처리된다. 비-텍스처 태양 전지 웨이퍼에 대해서는 2% 강도의 HF를 함유하는 처리가 통상적이다.
- [0009] 텍스처된 (textured) 전면을 갖는 새로운 태양 전지 개념들은 모두 단지 전면의 처리만을 필요로 하고, 따라서 습식 화학 식각을 위해 단일측 식각을 허용하는 습식 화학 기술에서의 복잡한 전환이 요구된다. 또한, 습식 화학은 상대적으로 많은 양의 식각액을 소비하며, 공정 화학의 부단한 변경과 식각조의 반응 산물 및 오염 물질 축적 때문에 식각 동안 공정을 안정화하는 것이 상대적으로 어렵다. 또한, 사용된 식각액들은 처리상의 문제가 있다.
- [0010] 그러므로, 현재로서는 습식 화학법을 플라즈마-기반의 건식법으로 대체할 수 있는 개발들이 이루어지고 있다. 이 경우에, 플라즈마는 반응성 입자, 예를 들어 F^* , O^* 또는 CF_3^* 등의 반응성 라디칼과 CF_3^+ 와 같은 반응성 이온을 생성하는데 사용되고, 표면에 화학 식각 효과를 나타낸다. 플라즈마 중합에 의한 식각 가스로부터의 폴리머 형성에 의해 기판 표면에 평행하게 연장되지 않는 측면의 동시 패시베이션 (passivation), 높은 이방성, 양호한 선택비를 갖는 반응성 이온 식각(RIE)이 마이크로 전자공학에 주로 알려져 있다.
- [0011] 플라즈마에 의한 산화물 식각은 예를 들어 하기 반응식과 같은 불소에 의해 주로 실시된다.
- [0012] $\text{SiO}_2 + \text{CF}_4 \rightarrow \text{SiF}_4 + \text{CO}_2$
- [0013] 또한, NH_4^+ 를 형성하기 위해 NH_3 와 NF_3 가스의 마이크로 플라즈마를 사용한 반응을 수행하는 것으로 알려져 있고, 이는 실리콘에 대하여 선택적으로 SiO_2 를 식각한다.
- [0014] 실리콘 상의 산화물의 플라즈마 화학 식각은 습식 화학 식각처럼 충분히 선택적이다. 그러나, 이러한 방법의 이방성은 다결정 웨이퍼들의 경우에 있어서 신규한 태양 전지 개념들에 사용된 산성 텍스처된 표면을 위해 좋지 않다. 충돌하는 반응성 입자들에 대해 수직으로 놓인 산화물을 갖는 위치들만이 잘 식각된다. 이미 산성 텍스처로 존재하는 수직 영역들과 공동들 모두는 높은 정도의 이방성으로 인해 충분히 식각되지 않는다.
- [0015] 특히 P를 함유하는 물질을 적용하기 위한 인라인 방법들의 경우에, 웨이퍼 표면의 확산 공정과 PSG 층 제거 후에 지나치게 높은 인 농도가 남게 된다. 소위 "사층 (dead layer)"으로 불리는 대략 20nm 내지 대략 50nm의 두께를 갖는 이러한 층은 전하 캐리어로 파괴화되고, 따라서 전기적으로 완전히 활성화될 수 없다. 또한 사층은 바람직하게 제거되어야 한다. WO 2008/943 827호는 질화 규소 증착 이전에 사층을 제거하기 위해 $\text{C}_2\text{F}_6\text{-O}_2$ 혼합물을 식각 가스로서 사용하는 건식 플라즈마 공정을 제시한다. 이 경우에도 역시 플라즈마 식각 방법의 높은 이방성으로 인해 문제가 발생하여, 사층이 단지 비균일하게 제거되거나 또는 과도하게 높은 인 농도를 갖는 영역을 제거하기 위해, 필요한 것보다 훨씬 많은 재료가 산성 텍스처된 표면에 식각된다.
- [0016] 또한, 실리콘 웨이퍼의 식각을 위해서는, SiO_2 를 식각하기 위해 기상 불화 수소산/물 혼합물을 이용하는 장치와 방법이 마이크로 전자공학에 주지되어 있다. 그러므로, 예로서, DE 299 15 696 U1호는 SiO_2 희생층으로 마이크로 구조화된 실리콘 웨이퍼를 HF 기체에 의해 식각하는 HF 기상 식각용 식각 장치를 개시한다. HF 기상 식각을 위해, 주지된 장치는 그리퍼 스테이션에 군(cluster)으로서 배치된 별개의 기상 식각 모듈들을 포함하고, 이들 각각에서 웨이퍼가 식각될 수 있다. HF 식각 이전에 웨이퍼 표면으로부터 유기 재료들 또는 오염 물질들을 제거하기 위해, DE 299 15 696 U1호에 기술된 방법의 경우에, 웨이퍼가 산소 플라즈마 스트리퍼에서 사전에 세정된다.
- [0017] 많은 수의 공정 챔버들과 HF 기상 식각 이전에 요구되는 플라즈마 세정으로 인해, DE 299 15 696 U1호에 기술된 방법은 상대적으로 어렵고 그다지 생산적이지 못하다. 그 결과로서, 주지된 HF 기상 식각 장치는 단지 낮은 처리율의 식각된 웨이퍼들을 산출한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 따라서, 본 발명의 목적은 강하게 표면-텍처된 기관까지도 고처리율 고품질로 등방성 식각할 수 있는 전술한 범용 타입의 기관 처리 장치와 기관 처리 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 먼저, 상기 목적은 적어도 하나의 기관을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어가 도입될 수 있는 적어도 하나의 소개 가능한 공정 챔버, 플라즈마 발생 모듈, 적어도 하나의 가스 공급기와, 적어도 하나의 가스 토출기를 포함하고, 기상 식각 모듈이 공정 챔버에 통합되는 기관 처리 장치에 의해 달성된다.

[0020] 본 발명에 따른 기관 처리 장치는 하나의 공정 챔버 내부에서 적어도 하나의 기관에 플라즈마 공정과 기상 식각 모두를 수행하는 것을 가능하게 한다. 이 경우에, 다양한 플라즈마 처리 및 기상 식각 단계들이 고려되고, 이들은 공정 챔버에서 상이한 순서들로 수행될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 기관 처리 장치는 다양한 응용을 위해 사용될 수 있는데, 여기서 플라즈마 및 기상 식각 단계들 사이의 시간소모적 기관 취급 단계들이 필요하지 않으므로, 플라즈마 및 기상 식각 단계들의 결합된 공정 시퀀스에 의해 기관 처리 장치의 높은 효율이 달성된다.

[0021] 본 발명에 따른 기관 처리 장치에 의해, 플라즈마 단계들의 이점이 최적의 기관 처리에 적합한 방식으로 기상 식각 단계들의 이점과 결합될 수 있다. 이는 플라즈마 및 기상 식각 공정들을 위한 완전히 상이한 요구 조건들에도 불구하고 본 발명에서는 가능하다.

[0022] 본 발명의 하나의 유리한 실시예에서, 기상 식각 모듈은 HF 기상 식각 모듈이다. HF 기상 식각은 예를 들어 실리콘에 대하여 높은 식각 선택비로 이산화 규소의 등방성 식각을 허용한다. 그러므로, 본 발명에 따라 포함된 HF 기상 식각 모듈은 특히 실리콘 태양 전지 웨이퍼의 평장히 텍처된 표면의 PSG 또는 산화물을 식각하는데 적합하고, 여기서 HF를 이용한 화학 기상 식각의 선택비는 습식 화학 HF 식각 공정들과 비교할 만하다. 습식 식각 공정들과는 대조적으로, 본 발명에 따라 포함된 HF 기상 식각 모듈은 기관의 상당히 단순화된 단일 면 식각을 가능케한다. 새로운 미사용 식각 약품이 식각 공정을 위해 끊임없이 제공되기 때문에, 습식 화학 공정의 경우에서 식각조의 완벽한 갱신 또는 부단한 제조정을 필요하게 하는 반응 산물과 오염 물질의 축적 및 시간에 따른 식각 약품의 변화가 일어나지 않는다. 또한, 습식 식각 단계보다 기상 식각 단계에서 상당히 적은 식각액이 소비되고, 그 결과 더욱 비용효율적이고 더욱 환경친화적인 식각 공정이 본 발명에 따른 기관 처리 장치와 함께 사용될 수 있다. 정확하게는, 현재 지속적으로 증가하는 태양 전지 웨이퍼의 제조 수의 경우에, 태양 전지 제조사 측의 HF에 대한 요구조건이 이로써 전체적으로 감소될 수 있기 때문에 특히 의미심장한 일이고, 그 결과로서 약품 제조사로부터 태양 전지 제조사로 HF를 이송할 필요 또한 감소될 수 있고, 그러므로 루트도 줄어들 수 있다.

[0023] 기관 처리 장치가 식각 가스-저항성 내부 라이닝과 식각 가스-저항성 기관 캐리어를 포함하면 특히 편리하다. 이러한 구조적 특징에 의해, 특히 긴 수명의 장치가 사용될 수 있고, 여기서 플라즈마 및 기상 식각 단계들 모두에서 다양한 식각 가스들이 사용될 수 있다.

[0024] 본 발명의 하나의 바람직한 변형에 따르면, 기상 식각 모듈은 공정 챔버의 면적에 걸쳐 분포된 다수의 가스 배출구를 갖는 가스 스프레이를 포함한다. 이는 공정 챔버의 면적에 걸쳐 분포된 다수의 기관을 기상 식각할 수 있다는 가능성을 제공한다.

[0025] 바람직하게는, 기상 식각 모듈은 식각 기체 공급부에 결합된다. 식각 기체 공급부에 의해, 각각의 공정 단계에 따라 좌우되는 방식으로, 요구된 조성의 식각 기체가 연속적으로 및/또는 일시적으로 계량된 방식으로 기상 식각 모듈에 대해 사용될 수 있다.

[0026] 식각 기체 공급부가 가스 계량 시스템 및/또는 액상 식각 물질을 포함하며 적어도 하나의 캐리어 가스 흐름이 통과되는 온도 조절된 (tempered) 공간을 갖는 식각 기체 발생 시스템을 포함하면 특히 유리한 것으로 입증되었다. 가스 계량 시스템에 의해, 다른 식각 기체를 갖는 각각의 식각 기체 및/또는 하나 또는 다수의 캐리어 가스가 계량된 방식으로 혼합되고 식각 기체 공급부에 의해 공정 챔버로 공급될 수 있다. 또한, 캐리어 가스 흐름에 의해 반출될 수 있고 식각 기체 공급부를 거쳐 공정 챔버로 안내될 수 있는 식각 기체가 형성되도록 온도 조절된 공간의 액상 식각 물질이 가열될 수 있다.

- [0027] 본 발명의 특히 바람직한 실시예에서, 플라즈마 발생 모듈은 공정 챔버에 평면으로 형성된 적어도 하나의 급전 가능한 전극을 포함한다. 이 경우에, 다수의 개별적인 또는 전기적으로 상호 연결된 전극들도 또한 포함될 수 있다. 마련된 적어도 하나의 전극이 평면으로 형성됨으로써, 다수의 기관이 공정 챔버에서 동시에 처리될 수 있다. 이 경우에, 적어도 하나의 전극은 기관들의 전면 및/또는 후면 처리를 위해 기관들의 위 및/또는 아래에 포함될 수 있다. 적어도 하나의 전극은 마찬가지로 급전 가능한 상대 전극을 가질 수 있다. 그러나, 공정 챔버의 하우징이 또한 상대 전극 역할을 할 수 있고, 다음으로 상기 하우징은 전형적으로 접지 접속된다.
- [0028] 본 발명의 하나의 적합한 변형 실시예에 있어서, 기관 캐리어는 적어도 하나의 기관의 테두리 영역을 위한 평면 지지 영역을 갖는 적어도 하나의 기관 지지대 (support)를 포함한다. 평면 지지 영역에 의해, 기관 전면 플라즈마 처리 동안 플라즈마가 기관 후면을 공격하지 않거나 단지 아주 작은 정도로만 공격하도록 기관이 기관 지지대에 적용될 수 있다. 또한, 평면 지지 영역이 기관과의 접촉을 가능하게 하고, 따라서 기관이 예를 들어 플라즈마 처리 동안에 접지될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 하나의 특정한 구조에 있어서, 기관 지지대는 지지 영역 내부에 개구를 갖는다. 이는 전면 처리에 더하여 공정 챔버에서 기관의 후면 처리를 추가적으로 허용하고, 여기서 플라즈마 및/또는 식각 기체가 개구를 통과하여 기관 후면으로 진행할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 하나의 바람직한 실시예에 따르면, 적어도 하나의 내부 체적 감소 부품이 공정 챔버에 포함된다. 이로써 공정 챔버에서 수행되는 공정 단계들에서 적은 양의 공정 가스 및/또는 식각 기체가 필요하도록 공정 챔버의 내부 체적이 감소될 수 있고, 따라서 절차들이 특히 비용효율적으로 수행될 수 있다.
- [0031] 또한, 기관 처리 장치가 연속(flow) 장치이면 특히 유리한 것으로 입증되었다. 그 결과로서, 기관 처리 장치에서 다수의 공정 챔버가 서로 결합되고, 기관이 이러한 공정 챔버들을 잇따라 통과할 수 있다. 이로써 기관 처리 장치에서 연속적으로 다수의 공정 단계 또는 기술적인 공정 순서 전체를 처리하는 것이 가능할 수 있다.
- [0032] 바람직하게는, 기관 처리 장치가 태양 전지를 제조하기 위한 장치이고, 그 내부에서 강하게 텍스처된 태양 전지 웨이퍼까지도 효율적인 방식으로 식각하는 것이 가능할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 하나의 적합한 개선에 있어서, 공정 챔버는 가열 및/또는 냉각 장치를 포함하거나 또는 가열 및/또는 냉각 장치에 결합된다. 가열 및/또는 냉각 장치에 의해, 특히 공정 챔버에서 수행되는 기상 식각 단계들이 공정 챔버 내부의 가열 및/또는 냉각과 그에 따른 공정 챔버의 식각 기체의 온도에 의해 특히 잘 제어될 수 있다.
- [0034] 또한, 본 발명의 목적은 적어도 하나의 기관을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어가 적어도 하나의 소개 가능한 공정 챔버에 도입되고, 공정 챔버에서는 가스 또는 가스 혼합물에서 플라즈마 발생 모듈에 의한 플라즈마 공정에 의해 플라즈마가 발생되고 따라서 기관의 코팅, 식각, 표면 개선 (surface modification), 및/또는 세정이 수행되고, 적어도 하나의 기관의 기상 식각이 플라즈마 공정의 이전 및/또는 이후 및/또는 플라즈마 공정과 교대로 공정 챔버에서 수행되는, 기관 처리 방법에 의해 달성된다.
- [0035] 본 발명에 따른 기관 처리 방법은 단일 공정 챔버에서 적어도 하나의 기관의 플라즈마 처리와 기상 식각 모두를 수행하는 것을 가능하게 한다. 그 결과, 플라즈마 처리 단계들이 기관을 공정 챔버에서 꺼내지 않고 기상 식각 단계 바로 전에 수행될 수 있고 그 역도 또한 가능하다. 이는 공정 챔버의 선행된 공정 단계에 의해 설정된 기관 특성들이 공정 챔버의 기관의 후속 공정 단계를 위한 기반으로서 불변으로 존재한다는 이점을 갖고, 그 결과로서 공정 단계들의 품질과 효율성 및 본 발명에 따른 방법에 의해 제조되는 기관의 품질이 상당히 개선될 수 있다. 복잡한 중간 취급 단계들과 이를 위해 요구되는 장치 부분들이 생략될 수 있다. 더 짧은 기관 통과 시간, 더 높은 기관 처리율, 더 작은 필요 공간, 감소된 장치 기술 비용이 그 결과이다.
- [0036] 본 발명의 하나의 선호 실시예에 따르면, 기상 식각은 HF를 함유하는 기체를 이용하여 수행된다. HF 식각 기체에 의해, 특히 이산화 규소와 포스포실리케이트 글라스와 같은 SiO₂를 함유하는 재료들이 습식 식각 방법과 비교할 만한 방식으로 실리콘에 대하여 높은 선택비를 가지고 등방성 식각되는 것이 가능하다. 또한, HF 기상 식각 방법은 특히 기관 단일면 식각에 적합하다. 이는 더 깊은 영역들 및/또는 공동 등에 의해 덮여 있는 영역들까지도 HF 기상 식각 단계에 의해 신뢰성 있게 식각할 수 있는 산성 텍스처된 태양 전지 웨이퍼의 산화 규소 또는 PSG 식각을 위해 특히 편리하다. 또한, 본 발명에 따른 방법의 제안된 실시예는 습식 화학법보다 HF 기상 식각 단계에서 훨씬 적은 HF가 소비된다는 이점을 가져온다. 또한, 최적의 식각 결과를 달성하도록 HF 기체의 HF 농도가 HF를 함유하는 기체의 간단한 공급과 토출에 의해 용이하게 제어될 수 있다.
- [0037] 본 발명에 따른 기관 처리 방법이 태양 전지를 제조하기 위한 기관을 처리하기 위해 사용되면 특히 바람직하다.

특히 태양 전지 웨이퍼의 경우, 정확하게는 새로운 기술의 경우에, 굉장히 텍스처된 표면 상에서도 신뢰성 있게 산화 규소와 PSG를 식각하는 것을 가능하게 하는 단일층 기술에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다. 또한, 태양 전지 제조 시에, 사용되는 기관이 더욱 얇아지고 있고, 얇은 기관은 식각조에서 부유하여 신뢰성 있게 식각될 수 없기 때문에 습식 식각을 더욱 어렵게 한다. 본 발명에 따른 방법은 의하면, 이러한 기관이 일층으로부터 쉽게 등방성 식각될 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 절차는 높은 기관 처리율을 보장하고, 그 결과로써 많은 수의 태양 전지 웨이퍼들이 적은 장치 비용으로 짧은 공정 시간에 제조될 수 있다.

[0038] 본 발명에 따른 방법의 하나의 예에서, PSG가 적어도 하나의 공정 챔버에서 HF 기상 식각 단계에 의해 기관의 전면으로부터 식각되고, 여기서 기관의 적어도 하나의 표면층의 플라즈마 산화가 공정 챔버에서 후속 공정 단계에 의해 실시된다. 그 결과로서, 단일층 등방성 선택적 식각을 가능하게 하는 HF 기상 식각 단계에서, PSG는 기관의 전면으로부터 신뢰성 있게 제거될 수 있고, 여기서 식각된 기관 표면은 후속 공정 단계에서 플라즈마 산화에 의해 산화물로 즉시 덮힐 수 있다. 이런 방식으로 정의 및 세정된 기관 표면이 포함될 수 있다. 또한, 기관 표면에서 오염 물질 및/또는 구조적 결함은 플라즈마 산화 단계에서 형성된 산화물에 의해 문힐 수 있다.

[0039] 본 발명의 다른 적합한 방법 변형에 있어서, 상기 공정 챔버 또는 다른 공정 챔버에서 HF 기상 식각 단계에 의해 PSG가 기관의 후면으로부터 식각되고, 기관의 에미터 후면 식각이 플라즈마 식각 단계의 공정 챔버에서 후속 공정 단계에 의해 수행된다. 이러한 공정 실시예에 의해, 동일한 챔버에서 태양 전지 웨이퍼의 후면으로부터 먼저 PSG와 다음으로 기생 에미터 영역을 제거하는 것이 가능하다.

[0040] 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 선택적 변형에 있어서, 기관으로부터 금속 이온을 식각하기 위해 KOH와 HCl을 함유하는 기체 혼합물을 이용하는 기상 식각 단계가 공정 챔버에서 PSG를 식각하기 위한 HF 기상 식각 단계 이후에 수행된다. 이런 방식으로, 표면 상의 금속 잔여물의 제거가 기관 전면의 플라즈마 산화 이전에 및/또는 기관의 에미터 후면 식각을 위한 플라즈마 식각 단계 이전에 수행될 수 있다.

[0041] 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 선택적 변형에 있어서, 공정 챔버 또는 다른 공정 챔버에서, O₂ 플라즈마 세정이 HF 기상 식각 단계 이전 및/또는 기관의 에미터 후면 식각 이후에 수행된다. HF 기상 식각 단계 이전의 O₂ 플라즈마 세정은 유기 오염 물질을 제거하는 것을 가능하게 하고, 따라서 후속 HF 기상 식각이 더욱 용이하게 실시될 수 있다. 불소를 함유하는 가스를 이용한 플라즈마 식각 단계에서 기관의 에미터 후면 식각 동안 유기 폴리머가 발생하기 때문에, 기관의 에미터 후면 식각 이후 O₂ 플라즈마 세정에 의해 잔여물 없는 표면이 포함될 수 있고, 상기 표면은 예로서 태양 전지 웨이퍼의 제조 시에 반사 방지층의 코팅을 위해 특히 잘 준비된다.

[0042] 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 기관의 적어도 하나의 표면층의 플라즈마 산화가 공정 챔버 또는 다른 공정 챔버에서 실시되고, 산화된 표면층들의 HF 기상 식각이 공정 챔버에서 후속 공정 단계에 의해 실시된다. 플라즈마 산화와 후속 HF 기상 식각에 의해, 기관의 표면층들이 제거될 수 있고, 따라서 기관도 세정될 수 있다. 이런 방식으로, 예로서, 실리콘 기관의 표면은 a-Si PECVD 층의 증착을 위해 준비될 수 있다.

[0043] 플라즈마 산화와 HF 기상 식각이 여러 차례 교대로 수행되면, 세정 효과가 추가적으로 개선될 수 있다. 또한, 이러한 교대 공정에 의해, 이전 공정 단계들에서 PSG에 의해 인으로 도핑되고 PSG가 식각되어진 실리콘 기관으로부터 "사층"이 효과적으로 제거될 수 있다.

[0044] 교대 공정 순서의 마지막 단계가 플라즈마 산화이면, 질화물이 산화물에 잘 부착되기 때문에 기관은 특히 후속 질화 규소 증착을 위해 잘 준비된다. 예를 들어, 질화 규소층이 태양 전지 웨이퍼의 반사 방지층으로서 사용될 수 있다.

[0045] 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 마찬가지로 적합한 실시예에서, O₂ 플라즈마 세정이 공정 챔버 또는 다른 공정 챔버에서 실시되고, 기관의 표면층이 HF를 함유하는 기체와 활성 산소를 이용한 기상 식각 단계에 의해 공정 챔버에서 후속하여 식각된다. O₂ 플라즈마 세정에 의해, 기관의 표면은 먼저 특히 유기 오염 물질에서 자유롭고, 따라서 특히 공정 챔버의 후속 기상 식각 단계를 위해 잘 준비된다. 예를 들어 HF를 함유하는 기체와 오존과 같은 활성 산소의 혼합물이 기상 식각 단계에서 사용된다. 기관 표면은 활성 산소에 의해 산화되고, 여기서 산화된 층들이 HF를 함유하는 기체에 의해 실리콘 기관으로부터 다시 거의 동시에 식각된다. 예를 들어 "사층"이 PSG에 의해 인으로 도핑된 실리콘 기관으로부터 적절하게 제거될 수 있도록, 활성 산소와 HF의 농도의 적절한 설정에 의해 공정 챔버에서 공정을 제어하는 것이 가능하다. 이 경우에, HF 기체의 사용으로 인해 "사층"은 강하게 텍스처된 실리콘 기관에서까지도 신뢰성 있게 제거될 수 있다. 또한, 이러한 공정 변형은 기관의 경우에

세정과 전면 및 후면 층 제거를 위해 사용될 수 있다.

- [0046] HF를 함유하는 기체와 활성 산소를 이용한 기상 식각 단계에 있어서, 기상 식각 단계의 끝에 활성 산소가 강화된 정도로 공정 챔버에 공급되면, 처리된 기판은 공정의 끝에 표면에 산화물 층을 갖게 된다. 이는 예를 들어 태양 전지 웨이퍼에 반사 방지층을 형성하기 위한 후속 질화 규소 증착을 위해 특히 적합하다.
- [0047] 다른 선택적 변형에서, HF를 함유하는 기체와 활성 산소를 이용한 기상 식각 단계 이후에, 공정 챔버에서 플라즈마 산화를 수행하는 것도 또한 가능하고, 따라서 기판 표면에 산화물 층이 형성된다. 이는 예를 들어 태양 전지 웨이퍼를 위해 반사 방지층을 형성하기 위한 후속 질화 규소 증착의 적절한 기반이 된다.
- [0048] 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 다른 선택에 따르면, 공기 산화물이 공정 챔버 또는 다른 공정 챔버에서 HF 기상 식각 단계에 의해 기판의 전면 및/또는 후면으로부터 제거되고, 여기서 실리콘 기판의 O₂ 플라즈마 세정이 HF 기상 식각 단계 이전 및/또는 이후에 상기 공정 챔버에서 수행된다. 이러한 공정은 예를 들어 태양 전지 웨이퍼를 위해 pn 접합을 형성하기 위한 a-Si PECVD 층 증착 이전에 고품질 공기 산화물 제거를 위해 특히 적합하다.

도면의 간단한 설명

- [0049] 본 발명의 바람직한 실시예들 및 그 구성, 기능, 이점들이 하기 도면을 참조하여 이하에 보다 상세히 기술된다.
- 도 1은 공정 챔버를 갖는 본 발명에 따른 기판 처리 장치의 가능한 기본 구성의 간략도를 개략적으로 도시한다.
- 도 2는 본 발명에 따른 기판 처리 장치에서 사용될 수 있고 기판의 전면 및/또는 후면 처리에 적합한 기판 지지대를 개략적으로 도시한다.
- 도 3은 본 발명에 따른 기판 처리 장치에서 기판의 전면 처리를 위한 기판 지지대의 다른 가능한 변형 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 4는 본 발명에 따른 기판 처리 장치에서 사용될 수 있는 기판 지지대의 또 다른 변형을 후크 지지대의 형태로 개략적으로 도시한다.
- 도 5는 본 발명에 따른 기판 처리 장치에서 사용될 수 있는 가스 계량 시스템의 간략도를 개략적으로 도시한다.
- 도 6은 본 발명에 따른 기판 처리 장치에서 사용될 수 있는 식각 기체 발생 시스템의 간략도를 개략적으로 도시한다.
- 도 7은 상류 가스 계량 시스템과 하류 배기 가스 제거 시스템을 갖는 본 발명에 따른 기판 처리 장치의 간략도를 개략적으로 도시한다.
- 도 8은 다수의 공정 챔버를 갖는 본 발명에 따른 기판 처리 장치의 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 9는 본 발명에 따른 기판 처리 장치의 실시예를 태양 전지 기판의 후면 처리를 위한 연속 장치의 형태로 개략적으로 도시한다.
- 도 10은 본 발명에 따른 기판 처리 장치의 다른 실시예를 태양 전지 기판의 전면 처리를 위한 연속 장치의 형태로 개략적으로 도시한다.
- 도 11은 기판 전면의 PSG 식각을 위한 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 변형 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 12는 기판의 PSG 및 에미터 후면 식각을 위한 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 13은 태양 전지 웨이퍼의 제조를 위해 "사층"을 제거하기 위한 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 14는 태양 전지 제조를 위한 질화 규소 증착 이전에 "사층"을 제거하기 위한 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 15는 태양 전지 웨이퍼의 제조를 위해 "사층"을 제거하기 위한 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다.
- 도 16은 태양 전지 제조를 위한 질화 규소 증착 이전에 "사층"을 제거하기 위한 본 발명에 따른 기판 처리 방법

의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다.

도 17은 태양 전지 제조 중 a-Si PECVD 증착 단계 이전에 공기 산화물 제거를 위한 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 실시예를 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0050] 도 1은 소개 가능한 공정 챔버(20)를 포함하는 기관 처리 장치(10)의 간략도를 개략적으로 도시한다. 도 1에 도시된 공정 챔버(20)의 개개의 요소들은 단지 각자의 기능적 원리를 도시하고, 따라서 정확한 비율로 도시된 것이 아니며, 공정 챔버(20) 내부 또는 공정 챔버(20)의 다른 위치에 놓일 수도 있다.
- [0051] 공정 챔버(20)는 실질적으로 스테인레스 스틸, 또는 구조용 강으로 형성되고, 식각 가스-저항성 재료로 구성된 내부 라이닝(lining)(80)을 포함한다. 도 1에 도시된 실시예에서, 내부 라이닝(80)은 HF에 대해 비활성이고 예를 들어 흑연, 순수한 Al₂O₃, 또는 테프론과 같은 폴리머로 형성된다. 내부 라이닝(80)은 식각 가스-저항성 챔버 코팅 또는 그 밖의 챔버의 내벽에 장착된 플레이트들에 의해 형성될 수 있다.
- [0052] 공정 챔버(20)는 각각의 경우에 입구와 출구 양쪽에 개폐 가능한 밸브 플랩(23)을 갖는 게이트(27)를 포함하고, 이를 통해 공정 챔버(20)의 내부(29)가 외부에서 접근가능하며 이를 거쳐 공정 챔버(20)가 기관 처리 장치(10)의 다른 공정 챔버들에 연결될 수 있다. 또한, 공정 챔버(20)는 적어도 하나의 가스 공급기(61)와, 진공 펌프(24)를 갖는 적어도 하나의 가스 토출기(62)와, 가열 및/또는 냉각 장치(26)를 포함한다.
- [0053] 도 1에 도시된 실시예에서, 평면으로 형성된 하나 또는 다수의 전극(52)을 갖는 플라즈마 발생 모듈(50)이 상부 영역에 포함된다. 전극들(52) 각각에 대해 전기적 접촉이 이루어지고, 여기서 전극들(52)은 각각 개별적으로 전위를 공급받거나 그렇지 않으면 상호 연결될 수 있다.
- [0054] 본 발명의 (미도시된) 다른 변형 실시예들에 있어서, 플라즈마 발생 모듈(50)은 또한 예를 들어 마이크로파 빔(microwave beam)과 같은 하나 또는 다수의 다른 플라즈마 발생 소자를 포함할 수 있다. 대신으로, 플라즈마 발생 모듈(50)이 ICP(유도 결합 플라즈마) 모듈을 포함하는 것도 있을 수 있고, 여기서 실제 플라즈마 소스가 공정 챔버(20) 외부에 위치될 수도 있다.
- [0055] 또한, 기상 식각 모듈(70)이 공정 챔버(20)에 통합되는데, 도시된 실시예에서는 공정 챔버(20)의 면적에 걸쳐 분포된 다수의 가스 배출구(72)를 갖는 가스 스프레이(71)를 공정 챔버(20)의 상부 영역에 포함하는 HF 기상 식각 모듈이 사용된다. 상기 기상 식각 모듈(70)은 적어도 하나의 가스 공급기(61)를 거쳐 식각 기체 공급부(90)에 결합되며, 이는 도 5 내지 도 7의 예들에 기반하여 보다 상세히 기술될 것이다.
- [0056] 적어도 하나의 기관(40)을 갖는 적어도 하나의 기관 캐리어(30)가 게이트(27)를 통해 공정 챔버(20)에 도입될 수 있다. 기관 캐리어(30)는 공정 챔버(20)의 단부에서 게이트(27)를 통해 다시 공정 챔버(20)로부터 꺼내어질 수 있다.
- [0057] 기관 캐리어(30)는 식각 가스-저항성 재료, 바람직하게는 HF-저항성 재료로 구성된다. 도시된 실시예에서, 기관 캐리어(30)가 예를 들어 Al₂O₃로 형성된다.
- [0058] 도시된 실시예에서, 기관 캐리어(30)는 기관(40)을 위한 다수의 기관 지지대를 포함한다. 가능한 기관 지지대(31, 34, 38)의 예들이 도 2 내지 도 4에 도시되고 이하에 보다 상세히 기술된다.
- [0059] 기관 캐리어(30)는 바람직하게, 마찬가지로 식각 가스-저항성 재료로 구성되거나 이러한 재료로 코팅된 이송 롤러(25) 상에서 가이드된다.
- [0060] 또한, 내부 체적 감소 부품(81)이 공정 챔버(20) 내에, 이 예에서는 기관 캐리어(30) 아래에 마련되고, 도시된 실시예에서, 상기 부품은 예를 들어 Al₂O₃로 형성되고, 특히 기관들(40) 위에 위치하는 공정 챔버 내부(29)의 일부를 채우기에 충분한 정도의, 단지 상응하는 소량의 공정 가스 또는 식각 기체가 내부(29)를 채우기 위해 공정 챔버(20)에 도입될 정도로 공정 챔버(20)의 내부(29)의 체적을 줄인다.
- [0061] 도 2는 본 발명에 따른 기관 처리 장치(10)의 실시예에서 사용될 수 있는 기관 지지대(31)의 예를 개략적으로 도시한다. 상기 기관 지지대(31)는 기관(40)의 테두리 영역(43)을 위한 평면 지지 영역(32)을 포함한다. 그 결과로서, 기관(40)은 그 테두리가 평면 지지 영역(32)에 지지된다. 평면 지지대는 기관 전면(41)의 처리 시에 플라즈마가 기관 후면(42)에 도달하는 것도 충분히 방지할 수 있다. 또한, 평면 지지 영역(32)으로 인해 기관(40)과의 접촉 가능성이 생기며, 이로써 예를 들어 상기 평면 지지 영역이 플라즈마 공정에서 접지될 수 있다.

기관 지지대(31)는 지지 영역(32) 내부에 개구(33)를 갖는다. 이로써 기관 후면(42)의 처리도 가능하게 된다.

- [0062] 도 3은 마찬가지로 본 발명에 따른 기관 처리 장치(10)의 실시예에서 사용될 수 있는 기관 지지대(34)의 다른 변형 실시예를 개략적으로 도시한다. 기관 지지대(34)는 그 전면에 기관(40)이 삽입될 수 있는 절개 영역(35)을 포함한다. 이 경우에, 기관(40)은 절개 영역(35)의 측벽(37)에 의해 측방향으로 제한된 폐쇄 평면(36)위에 평평하게 (flat) 놓이게 되고, 따라서 기관(40)이 기관 지지대(34) 상의 설치 위치에서 미끄러지지 않는다.
- [0063] 도 4는 본 발명에 따른 기관 처리 장치의 실시예에서 사용될 수 있는 기관 지지대(38)의 또 다른 가능한 실시예를 개략적으로 도시한다. 기관 지지대(38)는 기관(40)이 놓일 수 있는 후크 요소들(39)을 포함한다. 기관 지지대(38)가 예로서 양측 공정 (bilateral process)를 위해 사용될 수 있다.
- [0064] 도 5는 본 발명에 따른 기관 처리 장치를 위한 식각 기체 공급부(90)의 간략도를 개략적으로 도시한다. 도시된 예에서, 식각 기체 공급부(90)는 질량 흐름 제어기 (mass-flow-controller)를 갖는 가스 계량 시스템(91)을 포함하는데, 여기서 도시된 상기 가스 계량 시스템(91)은 예를 들어 질소와 같은 캐리어 가스용 공급 도관(96)과 예를 들어 HF를 함유하는 기체와 같은 식각 기체용인 적어도 하나의 공급 도관(97)을 포함한다. 캐리어 가스/식각 기체 혼합물이 가스 계량 시스템(91)에서 발생하여 도관(98)을 통해 공정 챔버(20)로 공급될 수 있다.
- [0065] 도 6은 다른 식각 기체 공급부(90')의 간략도를 개략적으로 도시한다. 식각 기체 공급부(90')는 예를 들어 HF와 같은 액상 식각 물질(93)이 존재하는 온도 조절된 (tempered) 공간(94)을 갖는 식각 기체 발생 시스템을 포함한다. 공간(94)은 공급 도관(96')을 포함하며, 이를 통해 예를 들어 질소와 같은 캐리어 가스가 식각 물질(93)로 안내될 수 있다. 캐리어 가스는 온도 조절된 액상 식각 물질(93)을 통해 흐르고, 이에 의해 캐리어 가스/식각 기체 혼합물이 공간(94) 내의 식각 물질(93) 위에 형성되고 도관(98')을 통해 공간(94)으로부터 공정 챔버(20)로 도입될 수 있다.
- [0066] 도 7은 도 5의 식각 기체 공급부(90)를 공정 챔버(20)에 결합할 수 있는 방법을 개략적으로 도시한다. 캐리어 가스/식각 기체 혼합물 또는 공정 가스가 라인(98)을 통해 공정 챔버(20)로 공급된다. 도시된 예에서, 공정 압력($p = p_{atm}$) 또는 진공이 공정 챔버(20)에 설정된다. 공정 챔버(20)에 위치한 기관(40)은 라인(98)을 통해 공급된 공정 가스에 의해 공정 압력 또는 진공에서 상응하여 기상 식각된다. 본 발명의 (미도시된) 다른 변형 실시예들에서, 공정 압력($p = p_{atm}$)이 또한 공정 챔버(20)에 설정될 수 있고, 따라서 공정 챔버(20)의 기상 식각 방법은 대기 압력 또는 초과 압력에서 실시될 수 있다.
- [0067] 도 7의 실시예에서, 공정 챔버(20)의 가스 토출기(62)에 마련된 진공 펌프(24)에 의해 압력 감소가 이루어진다. 기상 식각 공정이 이루어진 후에, 소비된 공정 가스는 가스 토출기(62)를 통해 배기 가스 제거 시스템(63)으로 보내질 수 있고, 따라서 환경친화적으로 재처리될 수 있다. 가스 토출기(62)를 통해 배기 가스 제거 시스템(63)에서 나온 유출 공기는 대기압(p_{atm})이다.
- [0068] 도 8은 본 발명에 따른 기관 처리 장치(11)의 실시예를 본 발명에 따라 포함된 두 개 이상의 공정 챔버(20, 21)를 갖는 연속 또는 인라인 장치의 형태로 개략적으로 도시한다. 제1 공정 챔버(20)의 게이트(27) 앞의 캐리어 이송면(49)의 롤러(25) 상에서 도 1에 도시된 바와 같은 기관 캐리어가 공정 챔버(20)로 도입된다. 공정 챔버(20)는 플라즈마 발생 모듈(50)과 기상 식각 모듈(70) 모두를 포함하고, 이에 의해 하나의 동일한 공정 챔버(20) 내에서 플라즈마 처리들과 또한 기상 식각 공정들이 공정 챔버(20)에 도입된 하나 또는 다수의 기관들에 대해 수행될 수 있다.
- [0069] 공정 챔버(20)에 또 다른 게이트(27)가 연결되는데, 이를 통해 공정 챔버(20)에서 처리된 기관들이 기관 캐리어 상에서 다른 공정 챔버(21)로 이동한다. 플라즈마 발생 모듈(50)과 또한 기상 식각 모듈(70)이 마찬가지로 공정 챔버(21)에 통합된다. 그 결과로서, 플라즈마 및 기상 식각 공정들이 2개의 공정 챔버(20, 21)에서 수행될 수 있다. 이러한 방법으로 기관 처리 장치(11)를 통한 더 빠른 기관 처리율이 가능하고 공정 다양성도 증가될 수 있다는 이점을 갖는다.
- [0070] 공정 챔버(21)에 또 다른 게이트(27)가 연결되는데, 이를 통해 공정 챔버(21)에서 처리된 기관들이 다른 공정 챔버(28)로 도입될 수 있다. 다른 공정 챔버(28)는 공정 챔버(20, 21)와 동일 또는 유사하게 형성될 수 있고, 또한 완전히 상이하게 구성될 수도 있다. 예로서, 공정 챔버(28)는 질화규소 증착을 위한 증착 챔버일 수 있다.
- [0071] 공정 챔버(28)의 끝에 게이트(27)가 다시 포함되고, 이를 통해 공정 챔버(28)에서 처리된 기관들(40)이 기관 처리 장치(11)의 미도시된 다른 공정 챔버로 도입되거나 또는 처리된 기관들(40)이 기관 처리 장치(11)에서 꺼내어질 수 있다.

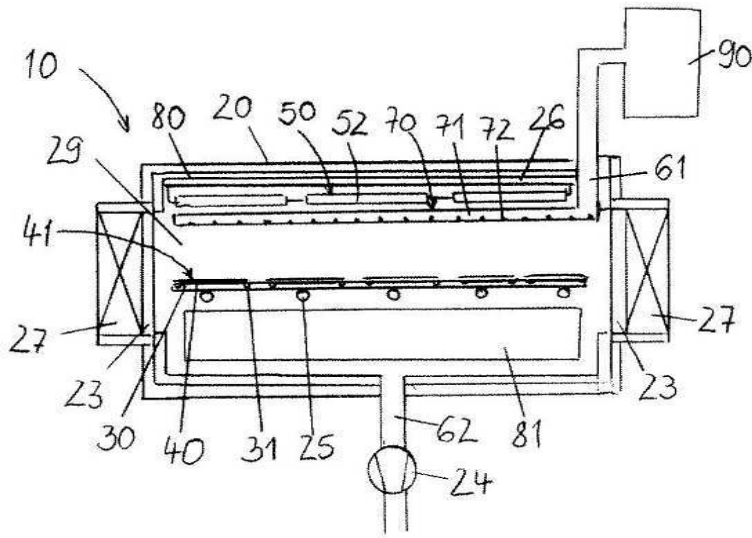
- [0072] 도 9는 본 발명에 따른 기판 처리 장치(12)의 다른 가능한 변형 실시예를 태양 전지를 제조하기 위한 연속 또는 인라인 장치의 형태로 개략적으로 도시한다. 도시된 기판 처리 장치(12)는 특히 태양 전지 기판의 후면(42)의 처리를 위해 적합하다. 기판 처리 장치(12)의 경우에, 처리될 기판들(40)이 먼저 게이트(27)를 통해 로크 인(lock in) 챔버(2)로 도입되는데, 로크 인 챔버(2)는 이를 소개하기 위한 진공 펌프(24)에 결합되어 있다. 후속 처리를 위해 요구되는 공정 온도(T_{px})가 로크 인 챔버(2)에 설정된다. 처리될 기판들(40)은 다른 게이트(27)를 통해 도 1의 공정 챔버(20)와 동일 또는 유사하게 구현되고 특히 플라즈마 발생 모듈(50)과 기상 식각 모듈(70)을 포함하는 공정 챔버(20)로 진입한다. PSG 층을 기판 후면(42)으로부터 식각하는 HF 기상 식각 단계가 공정 챔버(20)에서 실시된다. 이후에, 기판 후면(42)에서 기생 에미터를 제거하기 위해, CF_4 와 O_2 를 이용한 RIE 플라즈마 식각 단계에 의해 에미터 후면 식각이 공정 챔버(20)에서 수행된다. 공정들 동안, 공정 챔버(20)의 내부는 진공 펌프(24)에 의해 소개되고 후속 처리를 위해 요구되는 공정 온도(T_{py})가 설정된다.
- [0073] 기판 캐리어(30) 상의 기판들(40)은 공정 챔버(20)에 연결되는 다른 게이트(27)를 통해 도 1의 공정 챔버(20)와 동일 또는 유사하게 구현되고 특히 플라즈마 발생 모듈(50)과 기상 식각 모듈(70)을 포함하는 다른 공정 챔버(21)로 도입된다. 마찬가지로 진공 펌프(24)에 의해 소개될 수 있는 공정 챔버(21)에서 O_2 플라즈마 세정이 수행되고, 이에 의해 에미터 후면 식각 동안에 발생할 수 있는 폴리머 잔여물이 기판 후면(42)으로부터 제거될 수 있다. 또한, HF 기상 식각이 공정 챔버(21)에서 후속하여 수행된다.
- [0074] 기판들(40)이 그 후 즉시 다른 게이트(27)를 거쳐 로크(3)에 진입하는데, 로크(3)는 진공 펌프(24)에 의해 소개될 수 있고 그 내부 기판들(40)의 온도가 대략 400°C까지 설정될 수 있다.
- [0075] 기판들(40)이 다른 게이트(27)를 통해 다른 공정 챔버(4)로 이송되고, 그 내부에서 Si_3N_4 PECVD 증착이 기판 후면(42)에 수행된다. Si_3N_4 PECVD 증착 동안에, 공정 챔버(4)는 진공 펌프(24)에 의해 소개되고 공정 챔버(4)의 온도는 대략 400°C까지 조절된다. 기판들(40)은 그 후 다른 이어지는 공정 챔버들(5, 6)에서 추가로 처리될 수 있다.
- [0076] 도 10은 본 발명에 따른 기판 처리 장치(13)의 다른 가능한 변형 실시예를 태양 전지를 제조하기 위한 연속 또는 인라인 장치의 형태로 개략적으로 도시한다. 도시된 기판 처리 장치(13)는 특히 태양 전지 기판의 전면(41)의 처리를 위해 적합하다.
- [0077] 기판 처리 장치(13)에서, 처리될 기판들(40)이 기판 캐리어(30)에 의해 원칙적으로 도 9의 로크 인 챔버(2)와 유사하게 형성되는 로크 인 챔버(2)에 진입한다. 기판들(40)은 다른 게이트(27)를 통해 도 1의 공정 챔버(20)와 동일 또는 유사하게 구현된 공정 챔버(20)로 이송된다. 기판 전면(41)으로부터 PSG 층을 식각하는 HF 기상 식각 단계가 공정 챔버(20)에서 실시된다. 후속 플라즈마 단계에서, 식각된 기판 전면(41)이 산화된다. 도 9의 로크(3)와 동일 또는 유사하게 구현되고 그 내부에서 기판들(40)이 대략 400°C까지 가열되는 로크(3)가 게이트(27)를 거쳐 공정 챔버(20)의 뒤를 잇는다. 이후에, 기판들(40)은 게이트(27)를 거쳐 다른 공정 챔버(4)로 진입하고, 그 내부에서 Si_3N_4 PECVD 증착이 기판 전면(41)에 대해 수행된다. 기판들(40)은 그 후 즉시 다른 공정 챔버들(5, 6)에서 추가로 처리될 수 있고, 최종적으로 기판 처리 장치(13)에서 꺼내어질 수 있다.
- [0078] 도 11은 예컨대 도 1의 공정 챔버(20)에서 수행될 수 있는 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 실시예를 개략적으로 도시한다. 도 11의 방법 예는 태양 전지를 제조하기 위한 기판(40)의 전면(41)의 PSG 식각을 위해 사용된다.
- [0079] 단계(111)에서, 먼저 기판 전면(41)의 O_2 플라즈마 세정이 선택적으로 실시된다. 후속 단계(112)에서, 기판 전면(41)으로부터 PSG 층을 식각하기 위해 HF를 함유하는 기체를 이용한 기상 식각이 수행된다. 선택적으로, 기판 전면(41)으로부터 금속 이온을 제거하기 위해, 후속 단계(113)에 의해 동일한 공정 챔버(20)에서 예를 들어 HF와 O_3 를 이용한 기판 전면(41)의 기상 식각이 수행될 수 있다.
- [0080] 후속 단계(112) 바로 다음 또는 단계(113) 다음에, 단계(114)에서, 기판 전면(41)의 플라즈마 산화가 실시되고, 여기서 얇은 산화물 층이 기판 전면(41)에 적용되는데, 예컨대 후속 적용되는 질화 규소층이 산화물 층에 특히 잘 부착된다.
- [0081] 도 12는 본 발명에 따른 기판 처리 방법의 다른 가능한 변형 실시예를 개략적으로 도시한다. 도 12의 방법 예는 예를 들어 태양 전지 기판의 PSG 및 에미터 후면 식각을 위해 사용된다.
- [0082] 도 12의 방법의 제1 방법 단계(121)에서, 기판(40) 후면(42)의 O_2 플라즈마 세정이 선택적으로 실시된다. 후속

단계(122)에서, 기관 후면(42)으로부터 PSG 층의 HF 기상 식각이 수행된다. 선택적으로, 예로서, 기관 후면(42)의 금속 이온의 HF 및 O₂ 기상 식각이 후속 단계(123)에서 실시될 수 있다.

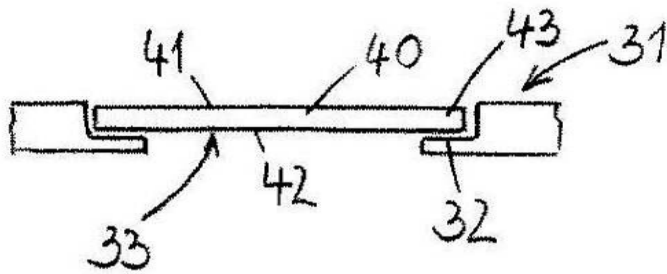
- [0083] 단계(122) 바로 다음 또는 단계(123) 다음에, 방법의 단계(124)에서, F 또는 Cl을 함유하는 식각 가스와 O₂를 이용한 에미터 후면 식각이 공정 챔버(20)에서 플라즈마 식각 단계에 의해 수행된다. 이후에, 선택적으로, 기관 후면(42)의 O₂ 플라즈마 세정이 단계(125)에서 다시 수행될 수 있다.
- [0084] 도 13은 세정 방법과 태양 전지 기관 "사층" 제거 방법으로 사용될 수 있는 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 변형 실시예를 개략적으로 도시한다. 방법의 제 1 단계(131)에서, 기관 전면(41) 및/또는 기관 후면(42)의 플라즈마 산화가 실시된다. 플라즈마 산화 단계(131)에서, 기관 전면(41) 및/또는 기관 후면(42)의 하나 또는 다수의 표면층이 산화되고, 후속하여 방법 단계(132)에서 HF를 함유하는 기체에 의해 식각된다. 단계들(131, 132)은 여러 차례 교대로 수행될 수 있다.
- [0085] 도 14는 특히 태양 전지의 제조 시에 사용될 수 있는 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 변형 실시예를 개략적으로 도시한다. 도 14에 도시된 방법을 시작하는 기관들은 단계(141)에서 후속 인 확산(142)을 위한 PSG 층의 증착을 거친 실리콘 기관들이고, 이 기관들의 경우에 PSG 층이 후속하여 단계(143)에서 제거된다.
- [0086] 공정 챔버(20)에서 수행되는 제1 방법 단계(144)에서 플라즈마 산화가 실시되어, 기관 전면(41) 및/또는 기관 후면(42)의 하나 또는 다수의 표면층이 산화된다. 이후에, 방법 단계(145)에서, 산화된 표면층들을 제거하기 위해 HF를 함유하는 기체를 이용한 기상 식각이 수행된다. 플라즈마 산화 단계(144)와 HF 기상 식각 단계(145)가 여러 차례 교대로 연속적으로 수행된다. 그 결과로서, 인 확산으로 인해 실리콘 기관의 표면에 이미 존재하는 소위 "사층"이 서서히 제거된다.
- [0087] 이어서 플라즈마 산화가 도 14의 방법 단계(146)에서 수행되고, 그 결과로서 산화물 층이 기관들(40)의 표면에 생성되는데, 이 산화물 층에 단계(147)에서 후속하여 증착된 질화 규소층이 잘 부착된다.
- [0088] 도 15는 예로서 태양 전지 기관의 표면 세정을 위해 사용될 수 있는 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 변형 실시예를 개략적으로 도시한다. 이러한 목적을 위해, 제1 방법 단계(151)에서, 기관들(40)은 O₂ 플라즈마 세정을 거치고, 후속하여 예를 들어 오존과 같은 활성 산소와 HF를 함유하는 기체 혼합물을 이용한 기상 식각 단계(152)에서 식각된다. 기체 혼합물 내의 활성 산소 농도의 적절한 설정에 의해, 바람직하게는 산화 또는 HF 기체에 의한 기관 표면의 산화물 층의 식각이 실시될 수 있다. 그러므로, 예로서, 도 15에 도시된 방법에 의해, "사층"이 태양 전지 기관으로부터 제거될 수 있거나 또는 기관의 표면이 단지 간단하게 세정될 수 있고, a-Si PECVD 층이 공정 단계(153)에서 후속하여 증착될 수 있다.
- [0089] 도 16은 도 15의 방법의 방법 단계들에 기반한 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 변형 실시예를 개략적으로 도시한다. 이 경우에, O₂ 플라즈마 세정이 제1 방법 단계(161)에서 선택적으로 수행된다. HF와 활성 산소를 함유하는 기체 혼합물을 이용한 기상 식각 단계가 다른 방법 단계(162)에서 실시된다. 예로서, "사층"은 이 방법 단계에서 제거될 수 있다. 플라즈마 산화가 후속하여 방법 단계(163)에서 실시되고, 그 결과로서, 예를 들어, 태양 전지 제조를 위한 기관이 단계(164)의 후속 질화 규소 증착을 위해 잘 준비된다.
- [0090] 도 17은 예를 들어 a-Si PECVD 증착 단계 이전에 공기 산화물 제거를 위한 본 발명에 따른 기관 처리 방법의 다른 변형 실시예를 개략적으로 도시한다.
- [0091] 먼저, O₂ 플라즈마 세정이 선택적인 방법 단계(171)에서 실시된다. 후속단계(172)에서, HF를 함유하는 기체를 이용한 기상 식각 단계에 의해 공기 산화물이 기관(40)으로부터 식각된다. 단계(172)의 공기 산화물 식각은 기관 전면(41) 및/또는 기관 후면(42)으로부터 실시될 수 있다.
- [0092] O₂ 플라즈마 세정은 후속 플라즈마 단계(173)에서 다시 한번 선택적으로 수행될 수 있다.

도면

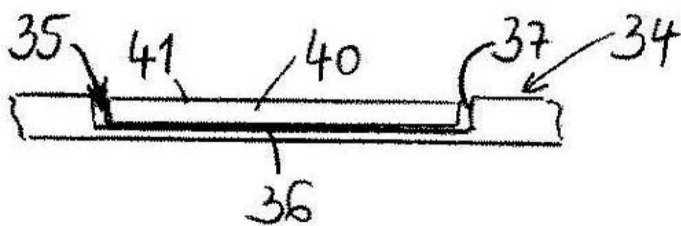
도면1



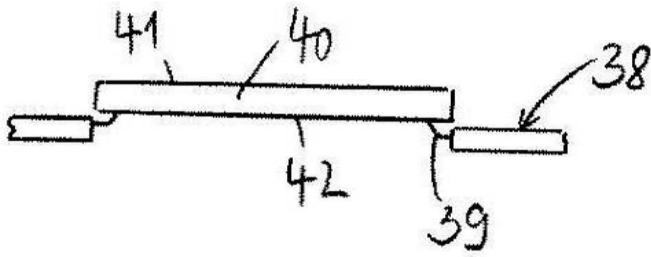
도면2



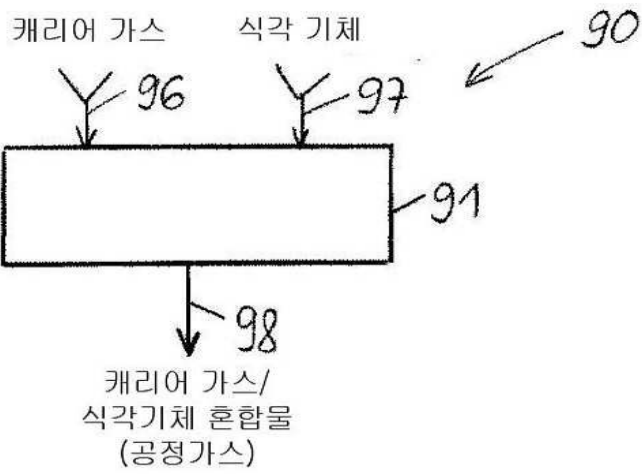
도면3



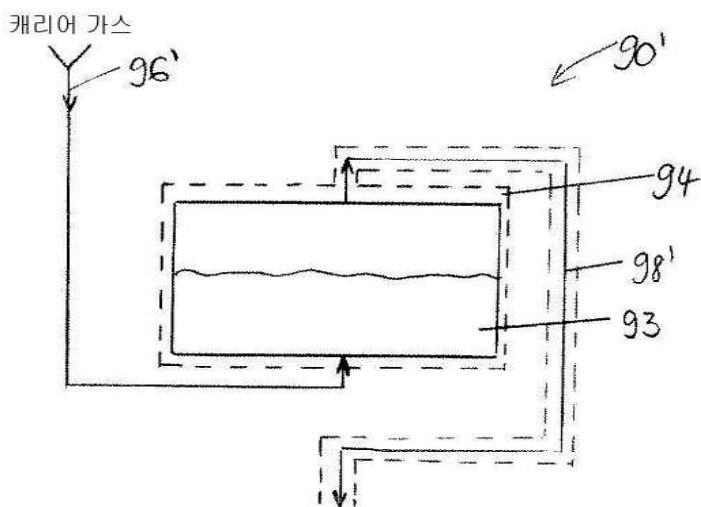
도면4



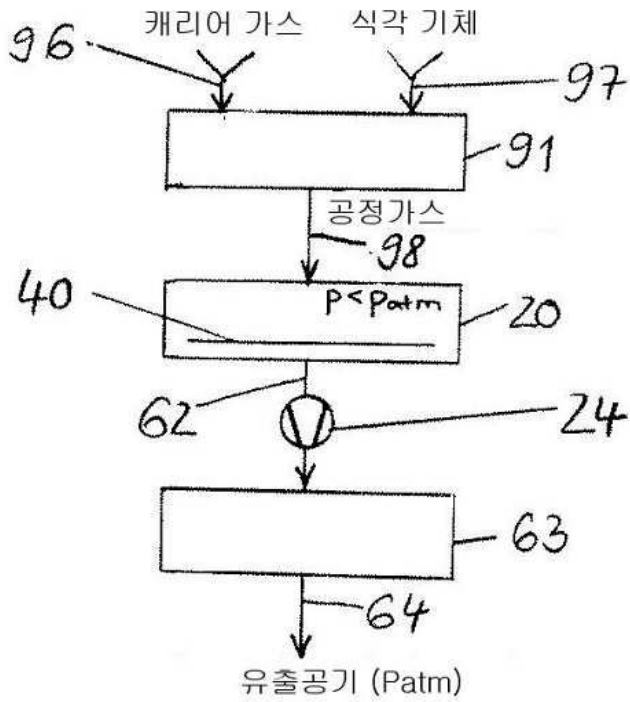
도면5



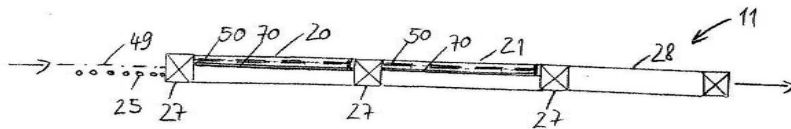
도면6



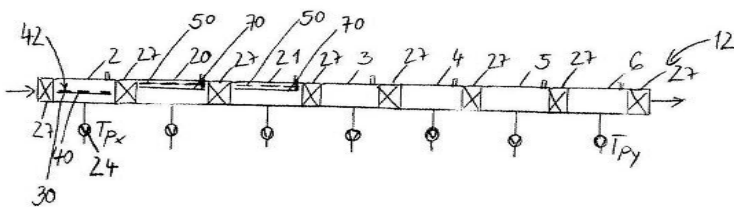
도면7



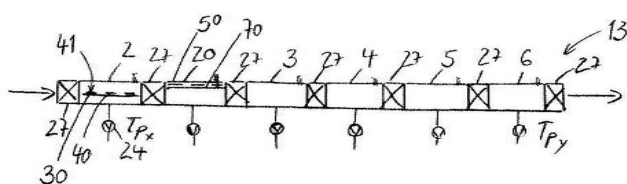
도면8



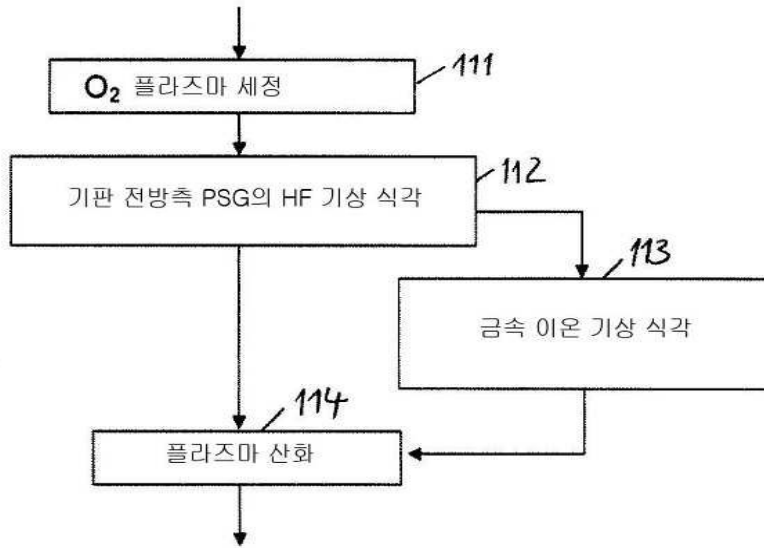
도면9



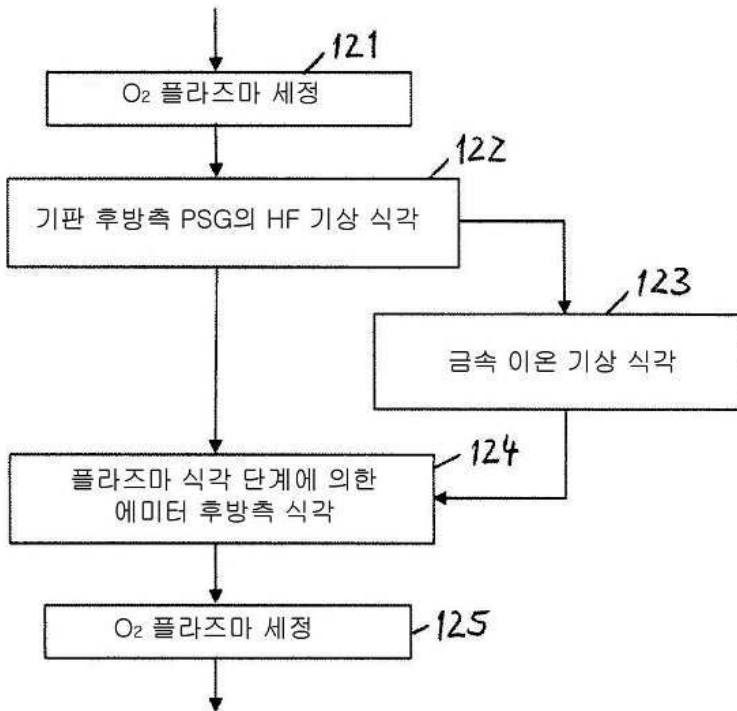
도면10



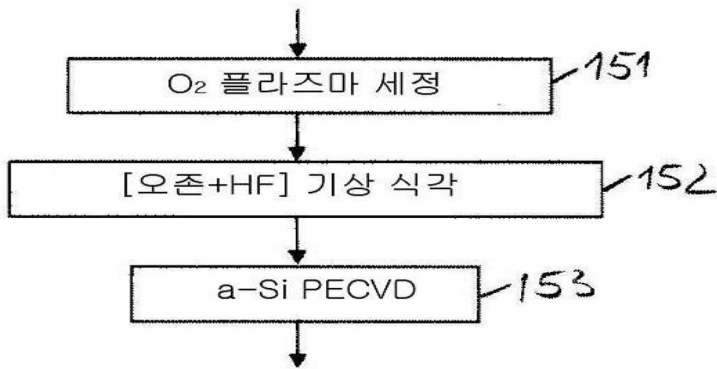
도면11



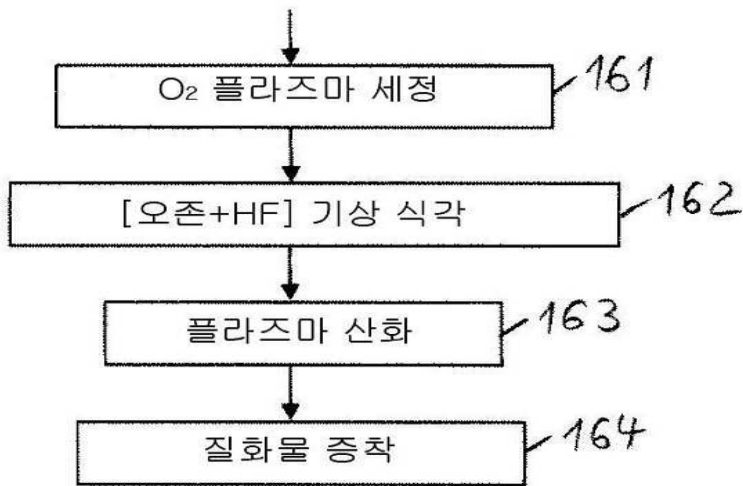
도면12



도면15



도면16



도면17

