



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월18일
 (11) 등록번호 10-1234492
 (24) 등록일자 2013년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/16 (2006.01) **C23C 16/458** (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-7015601
 (22) 출원일자(국제) 2005년02월15일
 심사청구일자 2010년02월12일
 (85) 번역문제출일자 2006년08월01일
 (65) 공개번호 10-2007-0026378
 (43) 공개일자 2007년03월08일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2005/004905
 (87) 국제공개번호 WO 2005/103325
 국제공개일자 2005년11월03일
 (30) 우선권주장
 10/814,768 2004년03월31일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20030064225 A1*
 US20030165620 A1*
 WANG, Q. et al. APPLIED PHYSICS LETTERS,
 Vol.84(8), pp. 1380-1382 (2004.02.23.)*
 SUGAWARA, K.-I. et al. Chemical Physics
 Letters, Vol.182(5), pp.466-471 (1991.8.9.)*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인터내셔널 비지네스 머신즈 코퍼레이션
 미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
 (72) 발명자
나카무라 가즈히토
 미국 뉴욕주 12084 길더랜드 메도우브룩 코트 28
 지
와즈다 코리
 미국 뉴욕주 12153 샌드 레이크 타보톤 로드 479
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
강승욱

전체 청구항 수 : 총 18 항

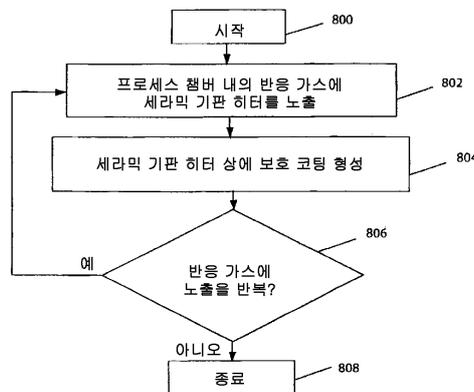
심사관 : 김상준

(54) 발명의 명칭 기관 처리 방법

(57) 요약

본 발명은 프로세스 챔버(10) 내의 세라믹 기관 히터(20, 600, 700) 상에서 기관(26, 620, 720)을 처리하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 프로세스 챔버(10) 내의 세라믹 기관 히터(20, 600, 700) 상에 보호 코팅 (730, 790)을 형성하는 단계와, 코팅된 세라믹 기관 히터 상에서 기관(25, 620, 720)을 처리하는 단계를 포함한다. 상기 처리 단계는 처리할 기관(25, 620, 720)을 코팅된 세라믹 기관 히터 상에 제공하는 단계와, 프로세스 가스에 기관(25, 620, 720)을 노출시킴으로써 기관(25, 620, 720) 상에서 처리를 행하는 단계와, 처리된 기관을 프로세스 챔버(10)로부터 제거하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도8



(72) 발명자

모스카 엔리코

미국 뉴욕주 10562 오씨닝 에드워드 스트리트 27

루싱크 거트

미국 뉴욕주 12578 솔트포인트 네더우드 로드 1117

맥펠리 펜톤 알

미국 뉴욕주 10562 오씨닝 도날드 레인 25

가와노 유미코

일본 야마나시켄 고후시 이와쿠보초 60-1

와이알-103 쿠프

말호트라 산드라 지

미국 뉴욕주 12508 비콘 롬바우트 에비뉴 96

특허청구의 범위

청구항 1

프로세스 챔버 내의 세라믹 기판 히터 상에서 기판을 처리하기 위한 방법에 있어서,

(a) 기판을 기판 히터 상에 배치하기 이전에 프로세스 챔버 내의 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하는 단계와,

(b) 코팅된 세라믹 기판 히터 상에서 하나 이상의 기판을 처리하는 단계

를 포함하고,

상기 (a) 보호 코팅 형성 단계는,

(a-i) 세라믹 기판 히터 상에 제1 금속층을 증착시키기 위해 세라믹 기판 히터를 금속 함유 가스에 노출시키는 단계와,

(a-ii) 제1 금속층 상에 하나 이상의 비금속을 증착시키기 위해 세라믹 기판 히터를 하나 이상의 비금속 함유 가스에 노출시키는 단계로서,

상기 보호 코팅은 기판을 받기 위한 비금속층 표면 부분을 구비하고,

상기 비금속층 표면 부분은, 기판을 받기 위한 제1 표면 부분과, 제1 표면 부분이 기판을 받을 때 노출된 상태로 남는 제2 표면 부분을 포함하는 것인, 세라믹 기판 히터를 하나 이상의 비금속 함유 가스에 노출시키는 단계를 포함하며,

상기 (b) 기판 처리 단계는,

(b-i) 비금속층 표면 부분의 제1 표면 부분 상에 하나 이상의 기판을 배치한 후, 추가 금속층을 제2 표면 부분 상에 증착하는 단계와,

(b-ii) 처리된 기판을 프로세스 챔버로부터 제거하고, 상기 추가 금속층을 덮는 추가 비금속층을 증착시키기 위해, 코팅된 세라믹 기판 히터를 하나 이상의 비금속 함유 가스에 재(再)노출시키는 단계와,

(b-iii) 원하는 개수의 기판을 처리할 때까지, 상기 (b-i) 단계와 (b-ii) 단계를 반복하는 단계와,

(b-iv) 세라믹 기판 히터로부터 보호 코팅, 추가 금속층 및 추가 비금속층의 증착물을 벗겨 내는 단계를 포함하는 것인 기판 처리 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 비금속층 표면 부분은 규소 또는 흑연인 것인 기관 처리 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 세라믹 기관 히터는, AlN, Al₂O₃, SiC 및 BeO로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 세라믹을 포함하는 것인 기관 처리 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 보호 코팅의 금속은, W, Re, Ru, Ti, Ta, Ni, Mo, Cr, 또는 이들의 2 이상의 조합을 포함하는 것인 기관 처리 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 금속 함유 가스는, Ru₃(CO)₁₂, Ni(CO)₄, Mo(CO)₆, Co₂(CO)₈, Rh₄(CO)₁₂, Re₂(CO)₁₀ 및 Cr(CO)₆으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 금속 카르보닐 가스를 포함하는 것인 기관 처리 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 비금속 함유 가스는, 규소 함유 가스, 탄화수소 가스, 산소 함유 가스, 질소 함유 가스, 또는 이들의 2 이상의 조합을 포함하는 것인 기관 처리 방법.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 비금속 함유 가스는, SiH₄, Si₂H₆, SiCl₂H₂, Si₂Cl₆, 알칸, 알켄, 알킨, O₂, O₃, CO₂, CO, N₂, NO, NO₂, N₂O, 또는 이들의 2 이상의 조합을 포함하는 것인 기관 처리 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

제1항에 있어서,

상기 (a) 보호 코팅 형성 단계는, 세라믹 기판 히터를 100℃ 내지 800℃로 가열하는 것을 더 포함하는 것인 기판 처리 방법.

청구항 24

제1항에 있어서,

상기 (a) 보호 코팅 형성 단계는, 세라믹 기판 히터를 300℃ 내지 600℃로 가열하는 것을 더 포함하는 것인 기판 처리 방법.

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

제1항에 있어서,

상기 비금속층은 Si를 포함하는 것인 기판 처리 방법.

청구항 28

제1항에 있어서,

상기 (b-i) 추가 금속층을 제2 표면 부분 상에 증착하는 단계는, TCVD 프로세스, ALD 프로세스 및 PECVD 프로세스를 이루어진 그룹에서 선택되는 것인 기판 처리 방법.

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

프로세스 챔버 내의 세라믹 기판 히터 상에서 기판을 처리하기 위한 방법에 있어서,

(a) 기판을 기판 히터 상에 배치하기 이전에 프로세스 챔버 내의 세라믹 기판 히터 상에 Si/Ru 보호 코팅을 형성하는 단계와,

(b) 코팅된 세라믹 기판 히터 상에서 하나 이상의 기판을 처리하는 단계

를 포함하고,

상기 (a) Si/Ru 보호 코팅 형성 단계는,

(a-i) 세라믹 기판 히터 상에 Ru층을 증착시키기 위해, 세라믹 기판 히터를 $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ 에 노출시키는 단계와,
 (a-ii) 그 후에 Ru층 상에 Si층을 증착시키기 위해, 세라믹 기판 히터를 SiH_4 에 노출시키는 단계
 를 포함하며,
 상기 (b) 기판 처리 단계는,
 (b-i) 처리할 기판을 상기 코팅된 세라믹 기판 히터 상에 제공하는 단계와,
 (b-ii) $\text{Ru}_3(\text{CO})_{12}$ 에 기판을 노출시킴으로써 기판 상에서 Ru 증착 공정을 행하는 단계와,
 (b-iii) 처리된 기판을 프로세스 챔버로부터 제거하는 단계
 를 포함하는 것인 기판 처리 방법.

청구항 33

삭제

청구항 34

제32항에 있어서,
 상기 (b-iii) 기판 제거 단계 이후에 상기 보호 코팅 상에 Si층을 형성하는 단계를 더 포함하며,
 상기 (b) 기판 처리 단계를 1회 이상 반복하는 것인 기판 처리 방법.

청구항 35

프로세스 챔버 내의 세라믹 기판 히터 상에서 기판을 처리하기 위한 방법에 있어서,
 기판을 기판 히터 상에 배치하기 이전에 프로세스 챔버 내의 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하는 단계
 와,
 코팅된 세라믹 기판 히터 상에서 하나 이상의 기판을 처리하는 단계
 를 포함하고,
 상기 보호 코팅 형성 단계는,
 (a) 금속을 증착시키기 위해 세라믹 기판 히터를, Ru 함유 가스를 포함하는 금속 함유 가스에 노출시키는 단계
 와,
 (b) 하나 이상의 비금속을 증착시키기 위해 세라믹 기판 히터를, 규소 함유 가스를 포함하는 하나 이상의 비금
 속 함유 가스에 노출시키는 단계
 를 포함하며, 상기 보호 코팅은 기판을 받기 위한 표면 부분을 구비하고, 상기 표면 부분은 비금속층인 것인 기
 판 처리 방법.

청구항 36

제35항에 있어서,
 하나 이상의 기판을 제거하는 단계와, 세라믹 기판 히터로부터 보호 코팅을 벗겨 내는 단계를 더 포함하는 것인
 기판 처리 방법.

청구항 37

제1항에 있어서,
 상기 보호 코팅은 세라믹 기판 히터의 노출된 표면을 덮는 것인 기판 처리 방법.

청구항 38

제1항에 있어서,

상기 (a-i) 단계 내지 (b-iv) 단계를 한 번 이상 반복하는 것인 기관 처리 방법.

청구항 39

제35항에 있어서, 상기 금속 함유 가스는 $Ru_3(CO)_{12}$ 를 포함하며, 상기 비금속 함유 가스는 SiH_4 를 포함하는 것인 기관 처리 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 챔버 처리에 관한 것으로, 보다 구체적으로 말하면, 기관을 지지하는 세라믹 기관 히터를 구비하는 프로세스 챔버 내에서 기관을 처리하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 많은 반도체 제조 프로세스는, 플라즈마 에칭 챔버, 플라즈마 증착 챔버, 열 처리 챔버, 화학 증착 챔버, 원자층 증착 챔버 등의 프로세스 챔버 내에서 실행된다. 이러한 프로세스 챔버들은 대개 기관(예컨대, 웨이퍼)을 지지하고 기관을 가열하는 세라믹 기관 히터를 사용한다. 일반적으로, 세라믹 기관 히터 재료는, 많은 반도체 용례에 있어서 상기 재료를 양호한 재료로 만드는 우수한 특성, 예컨대 낮은 열팽창, 높은 온도 허용 한계, 낮은 유전상수(dielectric constant), 강성, 치수 안정성 등을 제공한다. 세라믹 기관 히터는, 일반적으로 유리 혹은 유리 원료 입자와 결합한 분말 금속 산화물 혹은 질화물로 구성된다. 이러한 재료들의 혼합은 다양한 물리적 특성을 생성하기 위해 바뀐다. 그 혼합물은 테이프 캐스팅(tape casting), 분말 프레스, 롤 압축(roll compacting), 혹은 압출 중 어느 하나에 의해 소기의 형상으로 성형된 다음, 단단한 결정 구조를 형성하도록 소결된다.

[0003] 세라믹 기관 히터에 사용하기 위한 일반적인 세라믹 재료는, 알루미늄(Al_2O_3), 질화알루미늄(AlN), 탄화규소(SiC), 산화베릴륨(BeO)을 포함한다. 알루미늄은 양호한 입수 가능성, 비교적 낮은 가격, 및 안정적인 물리적 특성으로 인해 가장 널리 사용되는 세라믹 재료이다. 알루미늄은 고온에서 강성을 유지하면서 다양한 형상으로 제조하기가 쉽고, 다양한 순도 레벨로 입수할 수 있다. 산화베릴륨은 이용 가능한 열전도도가 가장 높고 일부 용례에 요구되는 우수한 절연 내력을 갖지만, 소형 사이즈로만 이용 가능하고 독성의 산화베릴륨 분말을 취급할 때에는 안전에 주의해야 한다. 탄화규소는 또한 전도성이 높으며 질화알루미늄과 산화베릴륨의 대체물을 제공하지만, 온도가 상승함에 따라 절연 내력이 변할 수 있으므로, 탄화규소 재료를 선택할 때에는 주의가 요구된다.

[0004] 질화알루미늄은, 신속한 응답 혹은 고도의 온도 균일성이 요구되는 분야에서 최선의 선택이 되게 하는 높은 열전도도를 지니지만, 고온 소성 요구와 재료비로 인해, 제조비가 많이 든다. 질화알루미늄 기관 히터는 반도체, 의료 및 다른 매우 엄격한 용례에 있어서, 어려운 클린룸 환경을 충족시키는 화학적으로 "청정한" 기관이다. 또한, 반도체 처리에 사용된 질화알루미늄 기관 히터는, 신속한 가열, 용이한 온도 제어, 및 우수한 플라즈마 내구성을 특징으로 한다.

[0005] 처리 시스템의 프로세스 챔버 내에서의 기관 처리는 프로세스 환경에 노출된 시스템 구성 요소 상에 재료 코팅의 형성을 초래할 수 있다. 예컨대, 기관에 의해 덮이지 않은 세라믹 기관 히터의 영역에 코팅이 형성될 수 있다. 세라믹 기관 히터의 부분적인 코팅은 히터 표면의 (열) 방사율(emittance)의 변화로 이어질 수 있고, 세라믹 기관 히터에서 온도 불균일성과 열 응력을 야기할 수 있다. 열 응력은, 불원간에 세라믹 히터 재료의 균열 등과 같은 수복(修復) 불가능한 기계적 손상을 초래할 수 있다. 추가적으로, 기관이 기관 히터나 또는 기관 히터 상의 재료 코팅과 접촉하면, 기관 배면의 오염이 초래될 수 있다. 예컨대, 잘 알려진 배면 오염 문제로는 실리콘 소자에서의 구리의 확산이 있지만, 다른 금속, 예컨대 루테튬(Ru)도 또한 중간 정도의 온도와 바이어스(bias) 조건 하에서 실리콘 내에서 빠르게 확산하는 것일 수 있다. 본 발명자는, 반도체 기관 처리의 엄격한 요건을 확실하게 준수하면서, 기관의 처리 동안 세라믹 기관 히터 상에 재료 코팅이 형성되는 것과 관련한 전술한 문제점을 줄이거나 없애기 위해서는 개량된 방법이 필요함을 인식하였다.

발명의 상세한 설명

[0006] 본 발명은, 세라믹 기관 히터를 구비하는 프로세스 챔버 내에서 하나 이상의 기관을 처리하기 위한 방법을 제공하며, 이 방법은 세라믹 기관 히터 상에 보호 코팅을 형성하는 단계와, 코팅된 세라믹 기관 히터 상에 지지된 기관을 처리하는 단계를 포함한다. 상기 처리는, 처리할 기관을 상기 코팅된 세라믹 기관 히터 상에 제공하는 단계와, 기관 상에서 처리를 행하는 단계와, 처리된 기관을 프로세스 챔버로부터 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 보호 코팅은 비금속층이거나 금속/비금속의 복합층인 표면 부분을 포함하고, 이 표면 부분은 그 위에 놓인 기관의 배면 오염을 줄이거나 없앤다. 예시적인 실시예에 있어서, 상기 보호 코팅은, 세라믹 기관 히터에 형성된 Ru층과, 이 Ru층 상의 Si층을 포함하는 Si/Ru 코팅이다.

실시예

[0013] 본 발명의 배경기술에서 언급한 바와 같이, 기관을 기관 히터나 또는 기관 히터 상의 재료 코팅과 접촉시키면 기관 배면의 오염을 초래할 수 있다. 또한, 기관의 처리 동안 세라믹 기관 히터 상에 부분적으로 코팅이 형성되면, 세라믹 기관 히터와 그 위에 놓인 기관에서 불균일한 온도 분포가 초래될 수 있다. 또한, 세라믹 기관 히터 내의 온도 불균일성은, 세라믹 재료의 균열 발생 등과 같은 히터의 기계적 손상을 초래할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 전술한 문제들을 해결한 처리 방법은 아직 보고되지 않았는데, 그 이유는, 아마도 예컨대 세라믹 기관 히터와 접촉한 상태에서 기관의 배면 오염(이하, 배면 오염이라 함)을 회피하는 것과 같이, 반도체 처리의 조건을 확실하게 준수하면서 세라믹 기관 히터를 보호하기 위한 새로운 방법을 실현하기가 곤란하기 때문이다.

[0014] 따라서, 본 발명자는, 세라믹 기관 히터의 온도 균일성을 향상시키기 위해 세라믹 기관 히터 표면 상에 보호 코팅을 형성하는 공정과, 기관의 배면 오염을 줄이기 위해 기관을 보호 코팅에 접촉시키는 공정을 분석하는 실험을 행하였다. 이러한 실험과 분석의 결과, 본 발명자는, 세라믹 기관 히터 표면에 보호 코팅을 형성하는 것이, 반도체 처리의 조건을 확실하게 준수하면서 프로세스 챔버 내에서 기관의 일련의 처리를 행하는 동안 세라믹 기관 히터를 보호하기 위한, 실현 가능한 메카니즘을 제공한다는 사실을 발견하였다. 본 발명에 있어서, 보호 코팅은 세라믹 기관 히터 상의 코팅을 말하며, 여기서 코팅은 하나 이상의 상이한 재료의 층을 포함하고, 기관이 그 위에 놓이게 될 적어도 표면 부분을 포함하며, 비금속층이거나 혹은 금속/비금속의 복합층이다. 예컨대, Si/Ru 보호 코팅은 Ru층의 위에 Si층(비금속층)을 지닌다. 비금속층은 금속이 없는 임의의 층이다. 비금속층의 예로는 규소층과 탄소층이 있다. 기관에 인접하는 금속을 없어서 배면 오염으로부터 기관을 보호한다. 하층인 Ru 금속층은 상기 히터를 손상으로부터 더 보호하기 위한 온도 균일성을 제공한다. 금속/비금속의 복합층은 금속 산화물, 금속 질화물, 금속 규화물 등과 같은 층들을 말한다. 이러한 복합층들은, 금속층을 먼저 형성하고 난 다음, 예컨대 산화, 질화 등에 의해 금속을 비금속과 반응시켜 그 층을 변환시킴으로써 형성될 수 있다. 별법으로서, 이러한 복합층들은, 기관 히터를 금속 함유 가스와 비금속 함유 가스에 동시에 노출시켜, 금속과 비금속이 기관 히터 상에 증착되기 이전에 혹은 증착될 때 금속과 비금속을 반응시킴으로써 형성될 수도 있다.

[0015] 현재에는, 상기 금속/비금속의 복합층은, 보호 코팅의 표면 부분만을 형성할 수 있거나, 또는 표면 부분을 포함하는 전체 보호 코팅을 형성할 수 있다. 별법으로서, 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 있어서, 상기 금속/비금속의 복합층은, 금속 하층과 비금속층 표면 부분 사이의 중간층일 수 있거나, 또는 세라믹 기관 히터 상에 형성되고 그 위에 비금속층 표면 부분이 형성되는 하층일 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 보호 코팅은 금속/비금속의 복합층을 포함하지 않으며, 적어도 금속층과 비금속층 표면 부분을 포함한다.

[0016] 첨부 도면을 참조하면, 도 1은 본 발명의 방법이 수행되는 처리 시스템을 보여준다. 처리 시스템(1)은, 기관(25)을 지지 및 가열하기 위한 기관 히터(20)의 장착용 받침대(5)를 갖는 프로세스 챔버(10)와, 가스(15)를 프로세스 챔버(10)로 주입하기 위한 가스 주입 시스템(40)과, 진동 펌프 시스템(50)을 포함한다. 가스(15)는, 예컨대 기관 히터(20) 상에 보호 코팅을 형성하기 위한 반응 가스이거나, 또는 기관 히터(20)에 의해 지지된 기관(25)을 처리하기 위한 프로세스 가스일 수 있다. 가스 주입 시스템(40)은 현장 외 가스 공급원(도시 생략)으로부터 프로세스 챔버의 가스(15)의 운반을 독립적으로 제어할 수 있도록 해준다. 가스는 가스 주입 시스템(40)을 경유하여 프로세스 챔버(10)로 주입될 수 있으며, 프로세스 압력은 조절된다. 예컨대, 컨트롤러(55)는 진공 펌핑 시스템(50)과 가스 주입 시스템(40)을 제어하는 데 사용된다.

[0017] 기관(25)은, 로봇 기관 이송 시스템(100)을 통해 슬롯 밸브(도시 생략)와 챔버 피드스루(도시 생략)를 통하여 프로세스 챔버(10)의 내외로 이송되며, 프로세스 챔버에서는 기관 히터(20) 내에 수용되어 있고 기관 히터 내부에 탑재된 장치에 의해 기계적으로 옮겨지는 기관 리프트 핀(도시 생략)으로 기관을 받는다. 기관(25)을 일단 기관 이송 시스템으로부터 받으면, 기관은 기관 히터(20)의 상면까지 하강된다. 기관(25)은 기관 히터(20) 내

의 흡부에 의해 혹은 센터링 링(도시 생략)에 의해 중심에 위치하게 된다. 또한, 기관(2)은 기계적으로 혹은 정전기적으로 기관 히터(20)에 클램핑될 수 있다(도시 생략).

[0018] 또한, 기관 히터(20)는, 열을 기관 히터(20)로부터 받아 열을 열교환기 시스템(도시 생략)으로 전달하는 재순환 냉각제 흐름을 갖는 냉각 시스템을 더 포함할 수 있다. 또한, 가스(예컨대, He)는 기관(25)과 기관 히터(20) 사이의 가스 간극 열 전도성을 향상시키기 위해 기관의 배면에 전달될 수 있다. 이러한 시스템은 상승된 온도 혹은 하강된 온도에서 기관의 온도 제어가 필요할 때 이용된다.

[0019] 상기 기관 히터(20)는, 가열 요소(30)를 포함하는 세라믹 기관 히터일 수 있다. 가열 요소(30)는, 예컨대 저항 가열 소자일 수 있다. 세라믹 기관 히터의 재료는, 예컨대 Al_2O_3 , AlN, SiC, BeO, 혹은 이들의 2이상의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0020] 도 1을 계속 참조하면, 가스(15)는 기관 주입 시스템(40)으로부터 처리 영역(60)으로 주입된다. 가스(15)는, 가스 주입 플레넘(도시 생략), 일련의 배플판(도시 생략) 및 다중 오리피스 샤워헤드 가스 주입 플레이트(65)를 통해 처리 영역(60)에 주입된다. 본 발명의 일실시예에 있어서, 가스 주입 시스템(40)은 원자층 증착(ALD) 프로세스를 위해 가스의 신속한 순환을 용이하게 하도록 구성될 수 있다. 진공 펌핑 시스템(50)은, 최대 초당 5,000 리터(및 그 이상)의 펌핑 속도가 가능한 터보-분자 진공 펌프(TMP)와, 챔버 압력을 조절하기 위한 게이트 밸브를 포함할 수 있다. TMP는 통상 50 mTorr 미만의 저압 처리에 용하다. 고압 처리(즉, 100 mTorr 초과)의 경우, 기계식 부스터 펌프와 건식 러핑 펌프(roughing pump)가 사용될 수 있다.

[0021] 컨트롤러(55)는, 마이크로프로세서, 메모리, 및 처리 시스템(1)으로부터의 모니터 출력 뿐만 아니라 처리 시스템(10)에의 입력을 통신 및 작동시키기에 충분한 제어 전압을 발생시킬 수 있는 디지털 I/O 포트를 포함한다. 또한, 컨트롤러(55)는, 프로세스 챔버(10), 가스 주입 시스템(40), 가열 요소(30), 기관 이송 시스템(100), 및 진공 펌핑 시스템(50)과 연결되어 정보를 교환할 수 있다. 예컨대, 메모리에 저장된 프로그램은 저장된 처리 레시피에 따라 처리 시스템(1)의 전술한 구성 요소를 제어하는 데 사용될 수 있다. 컨트롤러(55)의 일례로는 텍사스주 달라스 소재의 텍사스 인스트루먼트(Texas Instruments)에서 시판한 디지털 신호 프로세서(DSP); 모델 번호 TMS320이 있다.

[0022] 도 1에 도시된 실시예에서, 처리 시스템(1)은, 예컨대 열화학 증착(TCVD) 프로세스 혹은 ALD 프로세스 등의 열적 공정을 수행하는 데 사용될 수 있다.

[0023] 도 2는 본 발명의 방법을 행하기 위한 또 다른 처리 시스템(1)을 보여준다. 도 2에서, 처리 시스템(1)은 프로세스 챔버(10) 내에 플라즈마를 형성 및 유지할 수 있다. 플라즈마 처리 시스템(1)은, 예컨대 플라즈마 화학 기상 증착(PECVD) 프로세스, 혹은 플라즈마 에칭 프로세스를 수행하는 데 사용될 수 있다. 도 2에 도시된 실시예에 있어서, 기관 히터(20)는 또한 전극의 역할을 할 수 있으며, 고주파(RF) 전력은 이 전극을 통해 처리 영역(60)에서 플라즈마에 연결된다. 예컨대, 기관 히터(20) 내의 금속 전극(도시 생략)은, 임피던스 매치 네트워크(35)를 통해 RF 발생기(45)로부터 기관 히터(20)로 RF 전력을 전달함으로써 RF 전압으로 전기적으로 바이어스될 수 있다. RF 바이어스는 전자를 여기시켜, 플라즈마를 형성 및 유지시키는 역할을 한다. 이러한 구성에 있어서, 플라즈마는 재료를 기관(25)에 증착시키거나[즉, 처리 시스템(1)은 PECVD 반응기로서 작용할 수 있음] 혹은 기관(25)의 노출면으로부터 재료를 제거(즉, 처리 시스템은 반응성 이온 에칭 반응기로서 작용할 수 있음)하기 위해 사용될 수 있다. RF 바이어스를 위한 통상의 주파수는 1 MHz 내지 100 MHz 범위이고, 양호하게는 13.56 MHz 일 수 있다.

[0024] 다른 실시예에서, RF 전력은 복수의 주파수로 기관 히터(20)에 인가될 수 있다. 또한, 임피던스 매치 네트워크(35)는 반사 전력을 최소화함으로써 처리 챔버(10) 내에서의 RF 전력의 플라즈마로의 전달을 최대화하는 역할을 한다. 매치 네트워크 토폴로지(topology)(예컨대, L-타입, π -타입, T-타입 등)와 자동 제어법이 해당 분야에 공지되어 있다. 도 2에서, 컨트롤러(55)는, 프로세스 챔버(10), RF 발생기(45), 임피던스 매치 네트워크(35), 가스 주입 시스템(40), 기관 이송 시스템(100), 및 진공 펌핑 시스템(50)에 결합되어 정보를 교환할 수 있다.

[0025] 도 3은 본 발명의 방법을 행하기 위한 또 다른 처리 시스템(1)을 보여준다. 도 3의 처리 시스템(1)은, 도 2를 참조하여 설명한 구성 요소에 추가하여, 플라즈마 밀도를 잠재적으로 증대시키고, 및/또는 플라즈마 처리의 균일성을 향상시키기 위해, 기계식 또는 전기식의 회전 DC 자장 시스템(70)을 더 포함한다. 또한, 컨트롤러(55)는 자장 강도 혹은 회전 속도를 조절하기 위해 회전 자장 시스템(70)에 연결되어 있다.

[0026] 도 4는 본 발명의 방법을 행하기 위한 다른 플라즈마 처리 시스템(1)을 보여준다. 도 4의 처리 시스템(1)은, RF 전력이 RF 발생기(80)로부터 임피던스 매치 네트워크(75)를 통해 연결되는 상부 전극으로서의 역할도 할 수

있는 다중 오리피스 샤워헤드 가스 주입 플레이트(65)를 포함한다. 상부 전극에 RF 전력을 인가하는 데 이용되는 통상의 주파수는 10 MHz 내지 200 MHz의 범위이고, 60 MHz일 수 있다. 또한, 하부 전극에 RF 전력을 인가하는 데 이용되는 통상의 주파수는 0.1 MHz 내지 30 MHz의 범위이고, 2 MHz일 수 있다. 또한, 컨트롤러(55)는 상부 전극(65)에 대한 RF 전력의 인가를 제어하기 위해 RF 발생기(80)와 임피던스 매치 네트워크(75)에 연결된다.

[0027] 본 발명의 일실시예에 있어서, 도 4의 기관 히터(20)는 전기적으로 접지될 수 있다. 변형례에서, DC 바이어스가 기관 히터(20)에 인가될 수 있다. 또 다른 변형례에서, 기관 히터(20)는 플라즈마 처리 시스템(1)으로부터 전기적으로 절연될 수 있다. 이러한 설정에서, 부유 전위(floating potential)는 플라즈마가 온(on) 상태일 때 기관 히터(20)와 기관(25) 상에 형성될 수 있다.

[0028] 도 5는 본 발명의 방법을 행하기 위한 다른 플라즈마 처리 시스템(1)을 보여준다. RF 전력이 RF 발생기(85)를 통하여 임피던스 매치 네트워크(90)를 통해 연결되는 유도 코일(95)을 더 포함하도록, 도 2의 처리 시스템(1)이 변형되어 있다. RF 전력은, 유도 코일(95)로부터 유전체 윈도우(도시 생략)를 통해 처리 영역(60)에 유도 연결된다. 유도 코일(95)에 RF 전력을 인가하는 데 이용되는 통상의 주파수는 10 MHz 내지 100 MHz의 범위이고, 13.56 MHz일 수 있다. 이와 유사하게, 기관 히터(20)에 전력을 인가하는 데 이용되는 통상의 주파수는 0.1 MHz 내지 30 MHz의 범위이고, 13.56 MHz일 수 있다. 또한, 슬롯이 형성된 패러데이 쉴드(도시 생략)는 유도 코일(95)과 플라즈마 사이의 용량성 결합을 줄이기 위해 사용될 수 있다. 또한, 컨트롤러(55)는, 유도 코일(95)에 대한 전력의 인가를 제어하기 위해 RF 발생기(85)와 임피던스 매치 네트워크(90)에 연결된다.

[0029] 다른 실시예에서, 플라즈마는 전자 사이클로트론 공명(ECR)을 사용하여 형성된다. 다른 실시예에 있어서, 플라즈마는 헬리콘파의 발사로부터 형성된다. 또 다른 실시예에서, 플라즈마는 표면파의 전파로부터 형성된다.

[0030] 본 발명의 일실시예에서, 기관 히터(20)는 전기적으로 접지될 수 있다. 변형례에서는, DC 바이어스가 기관 히터(20)에 인가될 수 있다. 또 다른 변형례에서, 기관 히터(20)는 플라즈마 처리 시스템(1)으로부터 전기적으로 절연될 수 있다. 이러한 설정에서, 부유 전위는 플라즈마가 온 상태일 때 기관 히터(20)와 기관(25) 상에 형성될 수 있다.

[0031] 도 1 내지 도 5의 처리 시스템은 단지 예시적인 목적으로 제공된 것에 주목해야 하며, 특정의 하드웨어와 소프트웨어의 많은 변형례들이 본 발명의 방법을 실시할 수 있는 시스템을 구현하는 데 사용될 수 있고, 당업자라면 이러한 변형례들을 쉽게 알게 될 것이다.

[0032] 본 발명의 일실시예에서는, 도 1 내지 도 5에 도시된 예시적인 처리 시스템에서의 기관의 처리가 프로세스 챔버 내의 시스템 구성 요소 상에 코팅을 형성할 수 있다. 이 코팅은 처리 시스템에서 복수의 프로세스를 행할 경우 하나 이상의 타입의 재료를 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 코팅은 TCVD 혹은 PECVD 프로세스 동안에 증착되는 텅스텐(W), 레늄(Re), Ru, 티타늄(Ti), 탄탈(Ta), 혹은 이들 중 2 이상의 임의의 조합을 갖는 금속층을 포함할 수 있다.

[0033] 도 6a 내지 도 6g는 기관의 처리 동안의 세라믹 기관 히터의 단면을 개략적으로 보여준다. 도 6a는 받침대(610)에 의해 지지되어 있는 세라믹 기관 히터(600) 상에 놓인 기관(620)을 보여준다. 기관(620)은, 예컨대 도 1 내지 도 5에 도시된 바와 같이 기관 이송 시스템에 의해 처리 시스템의 세라믹 기관 히터(600)에 그리고 이 기관 히터로부터 이송될 수 있다. 도 6b는 도 6a의 일부분(660)을 확대하여 보여준다. 기관(620)은, 예컨대 200 mm의 기관, 300 mm의 기관, 혹은 이보다 큰 기관을 비롯한 임의의 크기의 반도체 웨이퍼일 수 있다. 도 6c는 기관(620)의 처리 동안에 기관(620)과 세라믹 기관 히터(600) 상에 형성된 재료 코팅(630)을 보여준다. 도 6d는 도 6c의 일부분(670)을 확대하여 보여준다. 기관(620)의 처리는, 예컨대 TCVD 혹은 ALD 등의 열적 공정과, PECVD 혹은 에칭 프로세스 등의 플라즈마 프로세스 중 적어도 하나를 포함하는 반도체 제조 프로세스를 포함한다. 재료 코팅(630)은 단일 재료를 포함하거나, 혹은 별법으로서 프로세스 챔버에서 복수의 처리가 행해 진다면 다양한 재료를 포함할 수 있다. 또한, 재료 코팅(630)의 두께는 세라믹 기관 히터(600) 및 기관(620) 상에서 실질적으로 균일할 수 있거나, 또는 재료 코팅(630)의 두께는 세라믹 기관 히터(600) 및 기관(620) 상에서 상이할 수 있다. 일례에서, 코팅(630)은 TCVD 프로세스에 의해 증착된 금속막, 예컨대 420°C의 기관 온도에서 Ru₃(CO)₁₂ 전구체를 사용하여 증착된 Ru막일 수 있다.

[0034] 도 6e는 부분적으로 코팅된 세라믹 기관 히터(600)를 보여준다. 도 6e에서, 기관(620)은 도 6d에서의 기관(620)의 처리 이후에 기관 히터(600)로부터 제거되어 있으며, 코팅되지 않은 표면(690)이 드러나 있다. 코팅(630)은 기관(620)의 처리 동안에 프로세스 환경에 노출되었던 기관 히터(600)의 부품들을 덮는다. 도 6f는 도 6e의 일부분(680)을 확대하여 보여준다. 본 발명자는 도 6a 내지 도 6f에 도시된 바와 같이 기관(620)을 처리

하는 것은 도 6g에 도시된 바와 같은 기관 히터(600)의 기계적 손상을 초래할 수 있다는 것을 발견하였는데, 여기서 세라믹 기관 히터(600)에는, 세라믹 기관 히터(600)가 받침대(610)에 의해 지지되어 있는 지점(650)에서 발원할 수 있고 세라믹 기관 히터(600)의 본체를 통해 표면(690)으로 이동할 수 있는 균열(640)이 발생하였다.

[0035] 도 6f에 개략적으로 도시된 바와 같이, 세라믹 기관 히터(600) 상에 불연속 코팅(630)이 존재하게 하면, 상기 표면(690)과 같은 세라믹 기관 히터(600)의 코팅되지 않은 영역으로부터의 방사율(E, 방산된 단위 면적당 방사 플럭스)에 비해, 코팅(630)을 포함하는 세라믹 기관 히터(600)의 영역으로부터의 방사율을 낮출 수 있다. 본 발명자는, 도 6g에 도시된 바와 같은 세라믹 기관 히터(600)의 기계적 파손이 세라믹 기관 히터(600)의 부분 코팅으로 인해 세라믹 기관 히터(600)의 열적 불균일성과 열 응력으로부터 초래될 수 있다고 고려하고 있다.

[0036] 세라믹 기관 히터(600)의 재료와 기관(620)을 직접 접촉시키면, 기관(620)의 배면 오염이 초래될 수 있다. 또한, 기관 히터(600) 상에서 처리될 후속 기관의 외측 가장자리는 코팅(630)과 접촉하게 되어, 기관 히터(600)의 재료로부터 일어날 수 있는 오염 뿐만 아니라 코팅(630)으로부터 기관의 오염도 초래될 수 있다.

[0037] 본 발명에 있어서, 세라믹 기관 히터와 접촉해 있는 기관의 배면 오염은, 기관을 기관 히터에 접촉시키기 이전에 기관 히터 상에 보호 코팅을 형성함으로써 감소될 수 있다. 배면 오염을 줄이기 위해, 상기 보호 코팅은 기관과 접촉하는 표면에 비금속층을 포함할 수 있다. 이 비금속층은 기관 히터를 비금속 함유 가스에 노출시킴으로써 형성된다. 일례에서, 보호 코팅은 기관 히터 상에 형성된 금속층(예컨대, Ru)과 비금속 표면층 상에 형성된 금속층(예컨대, Si, SiO₂, SiN)을 포함할 수 있다. 따라서, 처리 동안에 기관(예컨대, Si 웨이퍼)은 비금속 표면층과 접촉하게 되고 배면 오염은 감소된다. 금속층은 기관 히터를 금속 함유 가스에 노출시킴으로써 형성되어, 기관의 처리 동안의 온도 분포를 향상시키고 또한 기관 히터 재료를 보호한다. 이 실시예에서, 상기 보호 코팅은 기관 히터를 금속 함유 가스에 노출시킨 다음 비금속 함유 가스에 순차적으로 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 또한, 비금속 함유 가스는 이러한 가스, 예컨대 규소 함유 가스, 산소 함유 가스, 질소 함유 가스, 및/또는 탄소 함유 가스를 포함할 수 있으며, 이러한 가스들은 동시에 혹은 순차적으로 주입될 수 있다. 예컨대, SiO₂ 층은, 규소를 증착시키기 위해 기관 히터를 규소 함유 가스에 먼저 노출시킨 다음 산소와 규소를 반응시켜 SiO₂를 형성하도록 산소 함유 가스에 노출시킴으로써 형성될 수 있다.

[0038] 별법으로서, 배면 오염을 줄이기 위해, 보호 코팅은 기관과 접촉하는 표면에 금속/비금속의 복합층을 포함할 수 있다. 일례에서, 보호 코팅은 단독으로 혹은 금속층 상에 형성된 금속 산화물(예컨대, Ru₂O₃), 금속 질화물(예컨대, TiN), 금속 탄화물(예컨대, WC), 혹은 금속 규화물(예컨대, TaSi₃) 층을 포함할 수 있다. 예컨대, 보호 코팅은 기관 상에 형성된 Ru층과, 이 Ru층 상에 형성된 Ru₂O₃ 층을 포함할 수 있다. 상기 금속/비금속의 복합층은, 먼저 금속을 증착시키기 위해 기관 히터를 금속 함유 가스에 노출시킨 다음 금속과 비금속을 반응시켜 증착된 금속을 금속/비금속층으로 변환시키도록 상기 증착된 금속을 비금속 가스에 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 별법으로서, 기관 히터는, 상기 복합층을 형성하기 위해 금속 함유 가스와 비금속 함유 가스 양자에 동시에 노출될 수 있다.

[0039] 또 다른 변형례에 있어서, 상기 보호 코팅은 기관 히터 상에 형성된 금속층, 이 금속층 상에 형성된 금속/비금속의 복합층, 및 상기 복합층 상에 형성된 비금속층을 포함할 수 있다.

[0040] 도 7a 내지 도 7i는 본 발명의 일실시예에 따른 세라믹 기관 히터의 단면을 개략적으로 보여준다. 도 7a는 받침대(710)에 의해 지지되어 있는 세라믹 기관 히터(700)를 도시한다. 도 7b는 본 발명의 일실시예에 따라 보호 코팅(730)이 위에 증착되어 있는 세라믹 기관 히터(700)를 도시한다. 도 7c는 도 7b의 일부분(750)을 확대하여 보여준다. 보호 코팅(730)은 전술한 바와 같이, 프로세스 챔버에 반응 가스를 동시에 혹은 순차적으로 유입시키고 세라믹 기관 히터를 TCVD 프로세스 혹은 PECVD 프로세스에서 상기 가스에 노출시킴으로써 형성될 수 있다.

[0041] 본 발명의 일실시예에서, 보호 코팅(730)은 금속층 혹은 금속/비금속층을 포함할 수 있다. 금속은, 예컨대 W, Re, Ru, Ti, Ta, 니켈(Ni), 몰리브덴(Mo), 및 크롬(Cr) 중 적어도 하나일 수 있다. 금속/비금속층은 비금속 원소, 예컨대 규소(Si), 탄소(C), 산소(O), 및 질소(N) 등을 더 포함할 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 보호 코팅(730)은 비금속층을 포함할 수 있다. 비금속층은, 예컨대 Si, C, 산화규소, 혹은 질화규소 중 적어도 하나일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 도 7b의 일부분(750)의 확대도인 도 7d에 도시된 바와 같이, 보호 코팅(730)은 기관 히터(700) 상에 형성된 Ru층 등의 금속층(730a)과, 금속층(730a) 상에 형성된 Si층 등의 비금속층(730b)을 포함한다.

[0042] 본 발명의 일 실시예에서, 반응 가스는 금속 함유 가스, 예컨대 Ru₃(CO)₁₂, Ni(CO)₄, Mo(CO)₆, CO₂(CO)₈,

$Rh_4(CO)_{12}$, $Re_2(CO)_{10}$, $Cr(CO)_6$ 및 이들의 임의의 조합으로부터 선택된 금속 카르보닐 가스 등을 포함할 수 있다. 별법으로서, 반응 가스는 금속 할로젠 가스를 포함할 수 있다. 반응 가스는, 실란(SiH_4), 디실란(Si_2H_6), 디클로로실란($SiCl_2H_2$), 헥사클로리디실란(Si_2Cl_6), 혹은 이들의 조합 등의 규소 함유 가스; 알칸(C_nH_{2n+2}), 알켄(C_nH_{2n}), 알킨(C_nH_n), 혹은 이들의 조합 등의 탄화수소 가스; O_2 , O_3 , CO_2 , CO , 혹은 이들의 조합을 포함하는 산소 함유 가스; 및 N_2 , NO , NO_2 , N_2O , 혹은 이들의 조합을 포함하는 질소 함유 가스를 포함할 수 있다. 또한, 반응 가스는 He, Ne, Ar, Kr, Xe 및 이들의 조합으로부터 선택된 불활성 가스를 포함할 수 있다.

[0043] 상기 보호 코팅은, 약 100°C 내지 약 800°C 사이로 기판 히터를 가열하고 기판 히터를 반응 가스에 노출시킴으로써 형성될 수 있다. 별법으로서, 세라믹 기판 히터를 약 300°C 내지 약 600°C 사이로 가열해도 좋다.

[0044] 도 7e는 코팅된 세라믹 기판 히터(700) 상에 놓인 기판(720)을 보여준다. 도 7f는 도 7e의 일부분(760)을 확대하여 보여준다. 도 7g는 기판(720)의 처리 동안에 보호 코팅(730)과 기판(720) 상에 형성된 코팅(740)을 보여준다. 이 코팅(740)은 금속막, 예컨대 보호 코팅(730)에 포함된 것과 동일한 하나 이상의 금속막일 수 있다. 도 7h는 도 7g의 일부분(770)을 확대하여 보여준다. 기판(720)의 처리는, 예컨대 TCVD, PECVD, ALD 프로세스 등의 반도체 제조 프로세스일 수 있고, 이들 프로세스 중 2 이상의 순차적인 작업을 포함할 수 있다. 도 7i는 처리된 기판(720)을 제거한 이후의 코팅된 세라믹 기판 히터(700)를 보여준다. 도 7j는 도 7i의 일부분(780)을 확대하여 보여준다. 상기 코팅된 세라믹 기판 히터(700)는, 기판(720)을 지지했던 표면 상의 보호 코팅(730)과, 기판(720)을 지지하는 데 사용되지 않았던 세라믹 기판 히터(700)의 일부분, 즉 기판(720)이 기판 히터(700)에 놓일 때 노출된 채로 남아 있는 표면 부분 상의 코팅(730, 740)을 포함한다. 다음에, 추가의 기판이 동일한 보호 코팅 상에서 처리될 수 있다. 별법으로서, 새로운 보호 코팅(790)을 도 7k에 도시된 바와 같이 코팅(730, 740) 상에 형성할 수 있는데, 도 7k는 새로운 보호 코팅(790)을 도포한 이후의 도 7i의 확대도이다. 새로운 보호 코팅을 형성한 후에 행하는 기판의 처리는, 초기 보호 코팅(730)과 반복되는 층(740, 790)을 제거하기 위한 세척 공정을 수행하기 이전에, 복수의 기판을 처리하는 데 원하는 횟수로 반복될 수 있다. 별법으로서, 새로운 보호 코팅(730)을 깨끗한 세라믹 기판 히터(700) 상에 형성하기 이전에, 세라믹 기판 히터(700)로부터 코팅(730, 740)을 제거하기 위해 세척 공정을 행할 수 있다.

[0045] 새로운 보호 코팅(790)은, 이전의 보호 코팅과 동일한 조성을 지닐 수 있거나, 또는 별법으로서 새로운 코팅(790)은 상이한 조성을 지닐 수 있다. 일례에서, Si/Ru 보호 코팅(730)은 도 7d에 도시된 바와 같이 기판 히터(700) 상에 형성될 수 있어, 보호 코팅은 제1 금속(Ru)층(730a)과 비금속(Si)층 표면 부분(730b)을 갖고, 제2 금속층(예컨대, Ru)이 기판(720) 상에 그리고 기판(720)에 의해 가려지지 않은 보호 코팅(730)의 표면 부분(730b)의 영역 상에 증착될 수 있는, 하나 이상의 기판(720)의 처리 이후에는, 새로운 비금속층(790)(예컨대, Si층)을, 다음 기판의 처리 이전에, 코팅된 기판 히터 상에 증착할 수 있다. 구체적으로, 새로운 비금속층(790)은, 기판의 처리 동안에 노출된 표면 부분(730b)의 영역 상에 형성되는 금속층의 위와, 기판에 의해 가려진 표면 부분(730b)의 위에 증착된다. 따라서, 다음 기판은 새로운 비금속(예컨대, Si)층(790)과 접촉하게 될 것이며, 이에 따라 배면 오염이 줄어든다. 별법으로서, 새로운 Si/Ru 보호 코팅(790)은 코팅된 기판 히터 상에 증착될 수 있다.

[0046] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하는 방법을 보여주는 흐름도이다. 단계(800)에서 공정이 시작된다. 단계(802)에서, 세라믹 기판 히터가 프로세스 챔버 내에서 반응 가스에 노출된다. 단계(804)에서, 보호 코팅이 반응 가스로부터 세라믹 기판 히터 상에 형성된다. 단계(806)에서, 단계(802)로 되돌아가서 세라믹 기판 히터를 반응 가스에 노출시킬 것인가 아니면 소기의 보호 코팅이 세라믹 기판 히터 상에 형성된 경우 단계(808)에서 상기 프로세스를 종료할 것인가를 결정한다. 단계(808)에서 단계(802)로 되돌아가기로 결정하면, 반응 가스는 이전의 노출 단계에서의 가스와 동일한 가스일 수 있거나 아니면 상이한 가스일 수 있다.

[0047] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하고 기판을 처리하는 방법을 보여주는 흐름도이다. 이 프로세스는, 예컨대 도 1 내지 도 5에 도시된 처리 시스템 중 하나에 의해 수행된 반도체 제조 프로세스일 수 있다. 단계(900)에서, 공정이 시작된다. 단계(902)에서, 보호 코팅이 프로세스 챔버 내에서 세라믹 기판 히터 상에 형성된다. 보호 코팅은 도 8에서 설명한 바와 같이 형성될 수 있다. 단계(904)에서, 처리할 기판을 상기 코팅된 세라믹 기판 상에 제공한다. 단계(906)에서는, 기판을 프로세스 가스에 노출시킴으로써 기판 상에서 처리를 행하고, 단계(908)에서는 처리된 기판을 프로세스 챔버로부터 제거한다. 단계(910)에서, 또 다른 기판을 처리하기 위해 단계(904)로 되돌아갈 것인가 아니면 단계(912)에서 공정을

종료할 것인가를 결정한다.

[0048] 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하고 기판을 처리하는 방법을 보여주는 흐름도이다. 단계(1000)에서, 공정이 시작된다. 단계(1002)에서, 보호 코팅이 프로세스 챔버 내에서 세라믹 기판 히터 상에 형성된다. 보호 코팅은 도 8에서 설명한 바와 같이 형성될 수 있다. 단계(1004)에서, 적어도 하나의 기판을 상기 코팅된 세라믹 기판 히터 상에서 처리한다. 상기 기판은 도 9에서 설명된 바와 같이 처리될 수 있다. 단계(1006)에서, 단계(1002)로 되돌아가서 기판 히터를 세척하지 않고 새로운 보호 코팅을 형성할 것인가 아니면 기판 히터의 보호 코팅(그리고 기판 처리로부터 생긴 임의의 추가 코팅)을 세척한 후 기판 히터 상에 새로운 보호 코팅을 형성할 것인가를 결정한다. 새로운 보호 코팅은 하부 코팅과 동일한 재료를 포함할 수 있거나 그렇지 않으면 상이한 재료를 포함할 수 있다. 단계(1008)에서, 또 다른 기판을 처리하기 위해 단계(1002)로 되돌아갈 것인가 아니면 단계(1010)에서 공정을 종료할 것인가를 결정한다.

[0049] 본 발명의 한 예에서는, Si/Ru 보호 코팅의 사용과 Ru 코팅을 비교함으로써 Si 웨이퍼의 금속 오염을 검사하였다. 420°C에서 Ru₃(CO)₁₂에 기판 히터를 노출시킴으로써 Ru 코팅을 AlN 기판 히터 상에 형성하였다. Ru 코팅의 두께를 약 840 Å으로 하였다. 그 후에, Ru 코팅된 AlN 기판 히터 상에 300 mm의 Si 웨이퍼를 제공하였다. Si 웨이퍼의 연마된 면을 코팅과 접촉 상태로 두었다. 코팅된 기판 히터로부터 Si 웨이퍼를 제거한 후, 전반사 형광 X-선(TXRF)을 사용하여 측정된 Si 웨이퍼의 연마된 면의 Ru 오염은 2.4×10¹² 원자/cm²이었다.

[0050] 상기 예에 설명된 바와 같이 기판 히터 상에 Ru 코팅을 먼저 증착한 후 Ru 코팅 상에 Si층을 증착시킴으로써 Si/Ru 보호 코팅을 형성하였다. 550°C의 히터 온도에서 Ru 코팅을 실란(SiH₄)에 노출시킴으로써 Si층을 증착하였다. 그 후에, Si/Ru 코팅 상에 300 mm의 Si 웨이퍼를 제공하였다. Si 웨이퍼의 연마된 면을 코팅과 접촉 상태로 두었다. 코팅된 기판 히터로부터 Si 웨이퍼를 제거한 후에, 측정된 Si 웨이퍼의 연마된 면의 Ru 오염은, TXRF 기기의 검출 한계(4.6×10¹⁰ 원자/cm²) 미만이었다.

[0051] 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, Si/Ru 코팅(Si/Ru)_n은 Ru₃(CO)₁₂와 SiH₄에 기판 히터를 n회에 걸쳐 순차적으로 노출시킴으로써 증착될 수 있다(여기서, n>1).

[0052] 본 발명의 또 다른 실시예에서, Si/Ru 코팅은 Si층을 산화시키기 위해 O₂ 등의 산소 함유 가스에 노출될 수 있다.

[0053] 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, Ru 함유 보호 코팅은 기판 히터를 Ru₃(CO)₁₂, SiH₄ 및 O₂에 순차적으로 노출시킴으로써 세라믹 기판 히터 상에 증착될 수 있다.

[0054] 본 발명의 실시예에서, Si/Ru 보호 코팅을 포함하는 세라믹 기판 히터는 기판을 지지하는 데 사용될 수 있다. 이 기판은 약 420°C의 온도에서 기판 상에 Ru층을 증착시킴으로써 처리될 수 있다. 적어도 하나의 기판을 처리한 후에는, 다음 기판을 처리하기 이전에, 코팅된 기판 히터 상에 새로운 Si층을 증착할 수 있다. 새로운 보호 코팅은, 예컨대 Ru층을 증착시키기 위해 사용한 온도와 동일한 처리 온도에서 증착될 수 있다.

[0055] 전술한 교시 내용을 고려해보건데, 본 발명의 각종 변형과 수정이 가능함은 분명하다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구의 범위의 범주 내에서 본 명세서에 구체적으로 설명한 것과는 다르게 실시될 있음은 물론이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 방법을 행하기 위한 처리 시스템을 개략적으로 도시한 선도이다.

[0008] 도 6a 내지 도 6g는 기판의 처리 동안의 세라믹 기판 히터의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0009] 도 7a 내지 도 7k는 본 발명의 실시예에 따른 기판의 처리 동안의 세라믹 기판 히터의 단면을 개략적으로 도시한 도면이다.

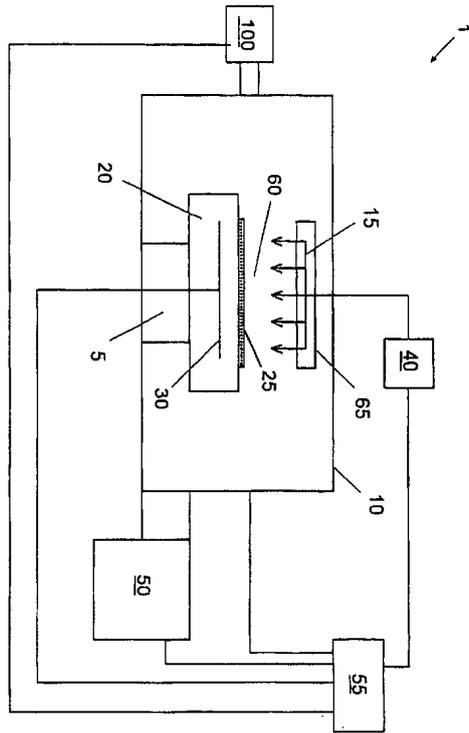
[0010] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하는 방법을 보여주는 흐름도이다.

[0011] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하고 기판을 처리하는 방법을 보여주는 흐름도이다.

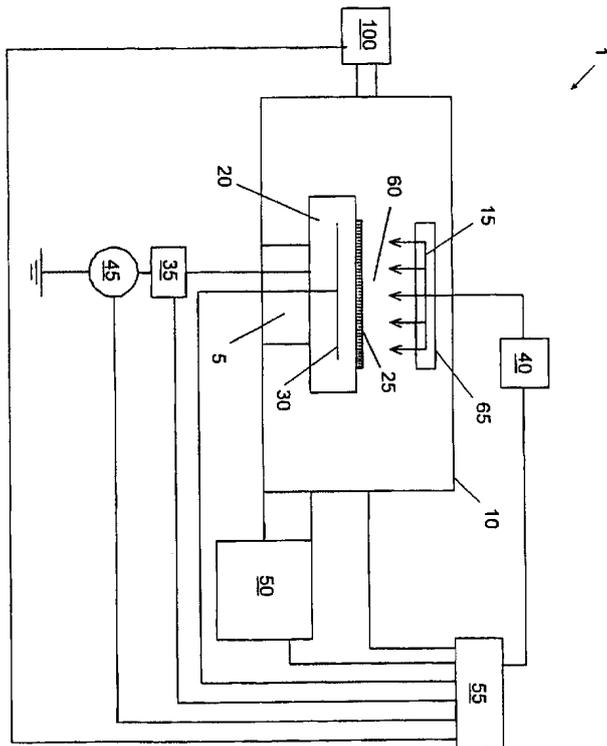
[0012] 도 10은 본 발명의 실시예에 따라 세라믹 기판 히터 상에 보호 코팅을 형성하고 기판을 처리하는 방법을 보여주는 흐름도이다.

도면

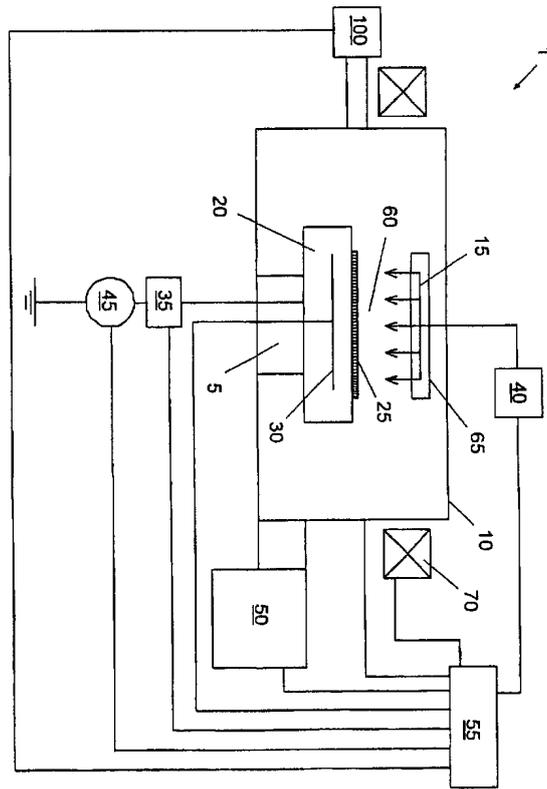
도면1



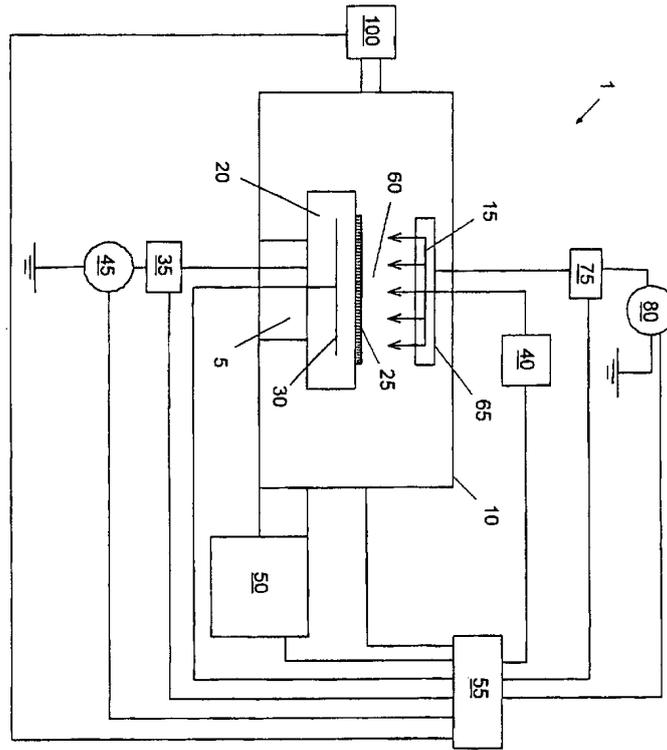
도면2



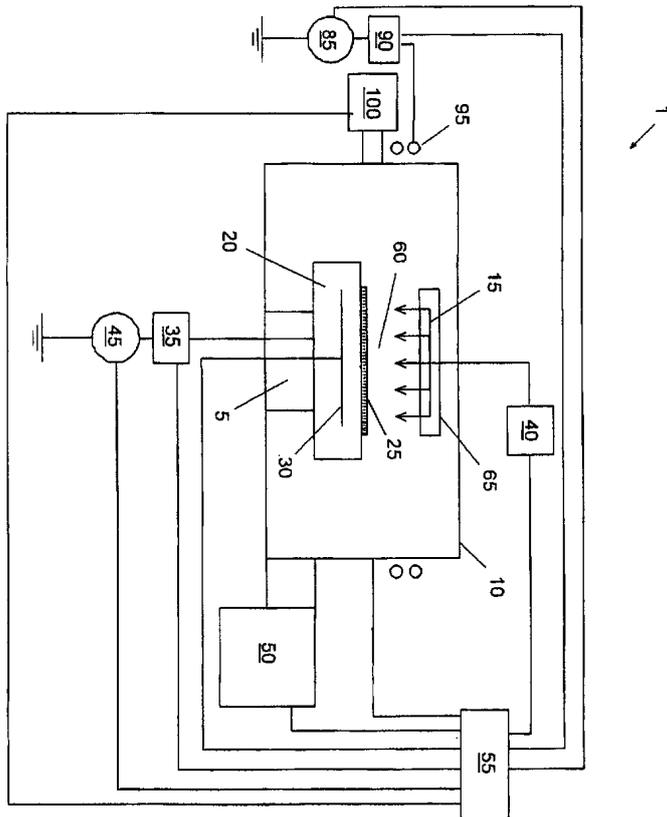
도면3



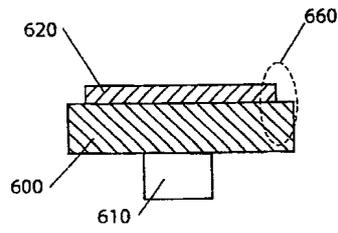
도면4



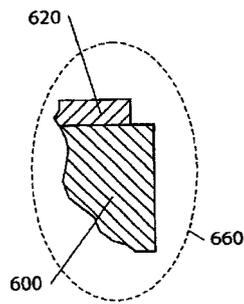
도면5



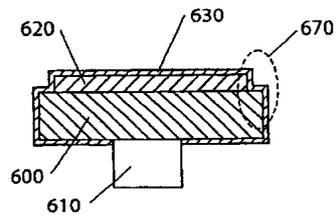
도면6a



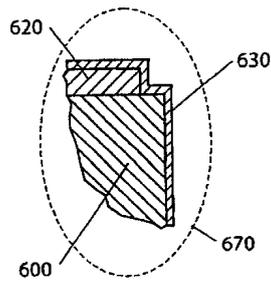
도면6b



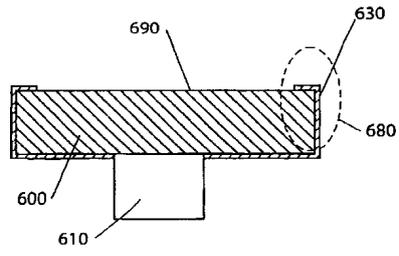
도면6c



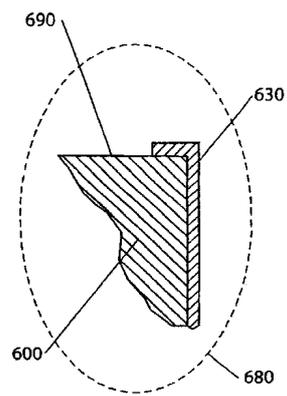
도면6d



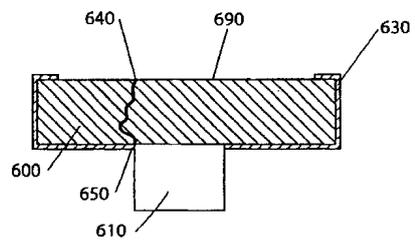
도면6e



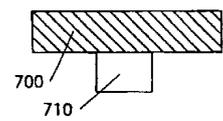
도면6f



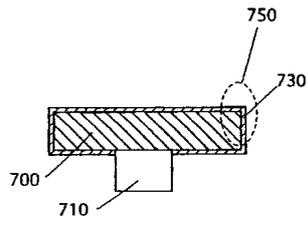
도면6g



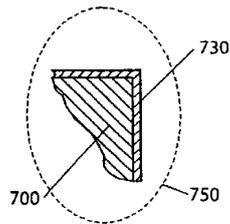
도면7a



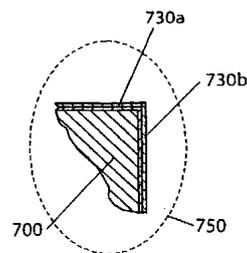
도면7b



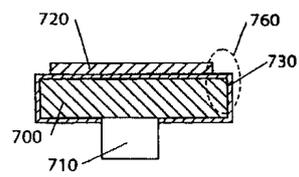
도면7c



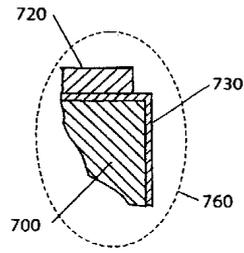
도면7d



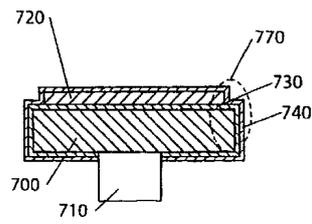
도면7e



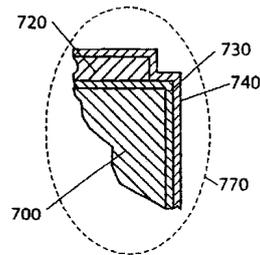
도면7f



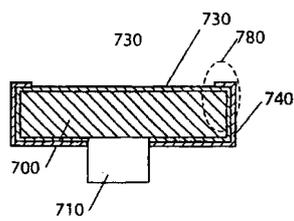
도면7g



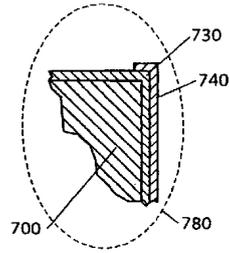
도면7h



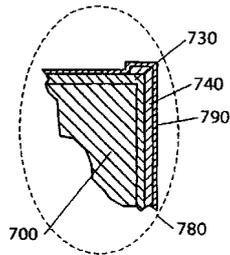
도면7i



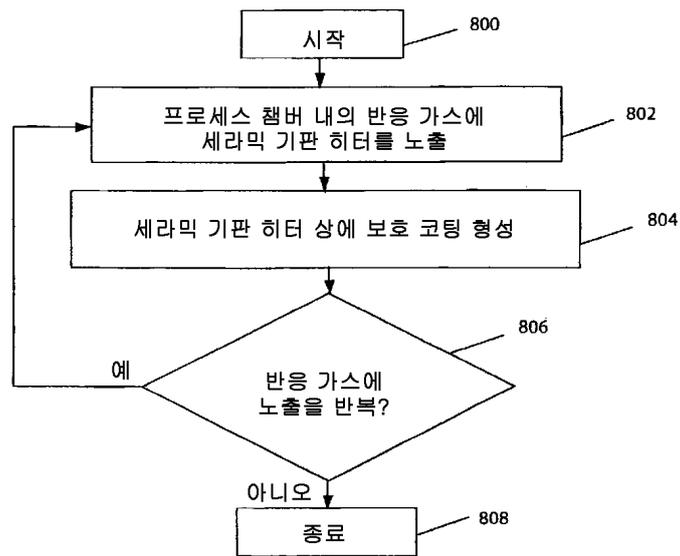
도면7j



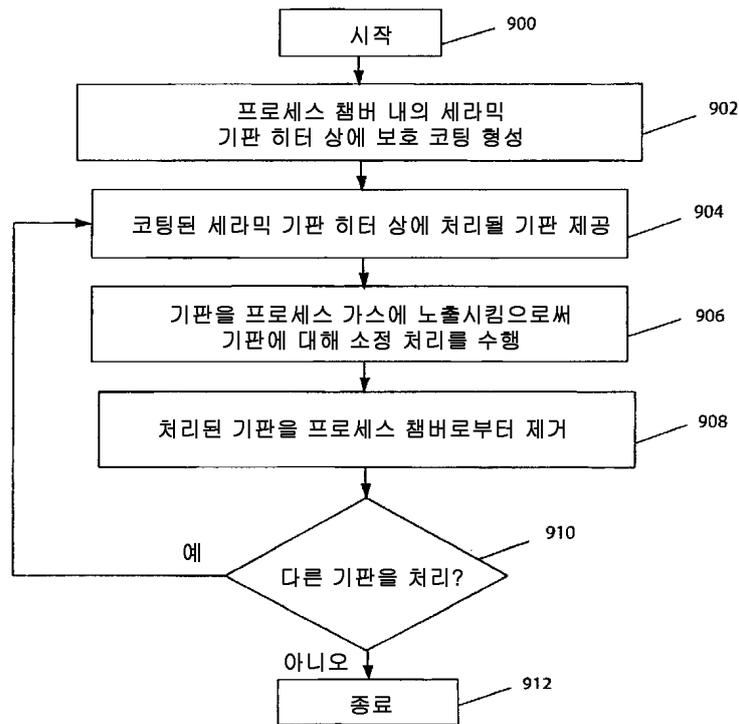
도면7k



도면8



도면9



도면10

