



공개특허 10-2022-0084213

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0084213
(43) 공개일자 2022년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 4/11 (2016.01) *C23C 4/134* (2016.01)
H01J 37/32 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 4/11 (2016.01)
C23C 4/134 (2016.01)
- (21) 출원번호 10-2022-7020158(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년05월15일
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2016-7002586
원출원일자(국제) 2015년05월15일
심사청구일자 2020년05월06일
- (85) 번역문제출일자 2022년06월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/031172
- (87) 국제공개번호 WO 2015/175987
국제공개일자 2015년11월19일
- (30) 우선권주장
61/994,648 2014년05월16일 미국(US)
14/712,054 2015년05월14일 미국(US)

- (71) 출원인
애플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
- (72) 발명자
선, 제니퍼 와이.
미국 94041 캘리포니아 마운틴 뷰 오크 하벤 플레이스 106
챈, 이카이
미국 95051 캘리포니아 산타클라라 아게이트 드라이브 3585 아파트먼트 308
카눈고, 비라자 프라사드
미국 95128 캘리포니아 새너제이 프루트데일 애비뉴 1919 아파트먼트 디-20
- (74) 대리인
특허법인 남앤남

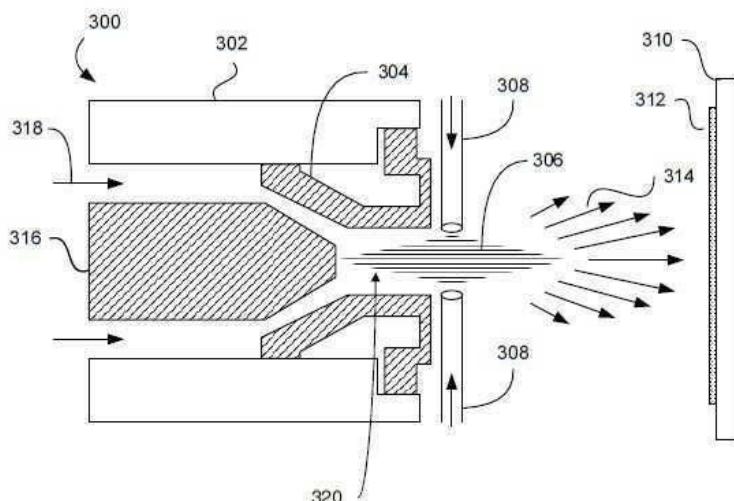
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 상 및 응력 조절을 이용한 플라즈마 스프레이 설계

(57) 요약

반도체 프로세싱 챕버에 대한 물품을 위한 코팅을 제조하기 위해서, Al, Al₂O₃, 또는 SiC 중 하나 이상의 바디를 포함하는 물품이 제공되고, 세라믹 코팅이 바디상에 코팅되고, 여기서, 세라믹 코팅은 Y₂O₃, Al₂O₃, 및 ZrO₂의 컴파운드를 포함한다. 세라믹 코팅은 약 100 Å 내지 약 1000 Å의 범위의 플라즈마 전류를 지니는 플라즈마 스프레이 시스템을 제공하고, 바디로부터 약 60 mm 내지 약 250 mm의 거리에 플라즈마 스프레이 시스템의 토치 스탠드오프를 정위시키고, 첫 번째 가스를 플라즈마 스프레이 시스템을 통해서 약 30 L/min 내지 약 400 L/min의 유량으로 흐르게 하고, 바디를 플라즈마 스프레이 코팅하여 세라믹 코팅을 형성시킴을 포함하는 방법으로서, 코팅의 스플랫들이 비정질이고 팬케이크 모양을 지니는 방법에 의해서 바디에 적용된다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H01J 37/32495 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

Al, Al₂O₃, AlN, Y₂O₃, YSZ, 또는 SiC 중 하나 이상을 포함하는 바디(body); 및

바디의 하나 이상의 표면상의 플라즈마-스프레이드된 세라믹 코팅(plasma-sprayed ceramic coating)을 포함하는 물품으로서,

세라믹 코팅이 Y₂O₃, Al₂O₃, 및 ZrO₂를 포함하는 컴파운드(compound)를 포함하고, 세라믹 코팅이 복수의 중첩 팬케이크-모양 스플랫(overlapping pancake-shaped splat)들을 추가로 포함하며, 세라믹 코팅이 비정질 상(amorphous phase)을 지니는 물품.

청구항 2

제 1항에 있어서, 세라믹 코팅이 약 53 mol%의 Y₂O₃, 약 10 mol%의 ZrO₂, 및 약 37 mol%의 Al₂O₃를 포함하는 물품.

청구항 3

제 1항에 있어서, 세라믹 코팅이

50-75 mol%의 Y₂O₃, 10-30 mol%의 ZrO₂, 및 10-30 mol%의 Al₂O₃;

40-100 mol%의 Y₂O₃, 0-60 mol%의 ZrO₂, 및 0-10 mol%의 Al₂O₃;

40-60 mol%의 Y₂O₃, 30-50 mol%의 ZrO₂, 및 10-20 mol%의 Al₂O₃;

40-50 mol%의 Y₂O₃, 20-40 mol%의 ZrO₂, 및 20-40 mol%의 Al₂O₃;

70-90 mol%의 Y₂O₃, 0-20 mol%의 ZrO₂, 및 10-20 mol%의 Al₂O₃;

60-80 mol%의 Y₂O₃, 0-10 mol%의 ZrO₂, 및 20-40 mol%의 Al₂O₃;

40-60 mol%의 Y₂O₃, 0-20 mol%의 ZrO₂, 및 30-40 mol%의 Al₂O₃;

30-60 mol%의 Y₂O₃, 0-20 mol%의 ZrO₂, 및 30-60 mol%의 Al₂O₃; 및

20-40 mol%의 Y₂O₃, 20-80 mol%의 ZrO₂, 및 0-60 mol%의 Al₂O₃로 이루어진 목록으로부터 선택된 조성을 지니는 물품.

청구항 4

제 1항에 있어서, 세라믹 코팅이 내부 압축 응력(internal compressive stress)을 지니는 물품.

청구항 5

제 1항에 있어서, 물품이 전면, 배면, 상부 라이너(upper liner), 슬릿 밸브 도어(slit valve door), 플라즈마 스크린(plasma screen), 하부 라이너 및 캐소드 라이너(cathode liner)를 포함하는 라이너 키트를 포함하는 물품.

청구항 6

제 1항에 있어서, 대부분의 팬케이크-모양 스플랫들이 균열이 없는 물품.

청구항 7

제 1항에 있어서, 세라믹 코팅이 2-15 밀(mil)의 두께 및 플라즈마 환경에서의 5000 시간(h) 이상의 프로세싱 유효 수명을 지니는 물품.

청구항 8

플라즈마 스프레이 시스템(plasma spraying system)을 위해서, 플라즈마 전류를 약 100 A 내지 약 1000 A의 값으로 설정하는 단계;

바디로부터 약 60 mm 내지 약 250 mm의 토치 스탠드오프 거리(torch standoff distance)에 플라즈마 스프레이 시스템의 토치를 정위시키는 단계;

첫 번째 가스를 플라즈마 스프레이 시스템을 통해서 약 30 L/min 내지 약 400 L/min의 유량으로 흐르게 하는 단계; 및

플라즈마 스프레이 코팅을 수행하여 바디상에 세라믹 코팅을 형성시키는 단계를 포함하는 방법으로서,

세라믹 코팅이 내부 압축 응력 및 비정질 상을 지니며, 세라믹 코팅이 Y_2O_3 , Al_2O_3 , 및 ZrO_2 의 컴파운드를 포함하고, 세라믹 코팅의 스플랫들이 팬케이크 모양을 지니는 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서, 세라믹 코팅이 약 53 mol%의 Y_2O_3 , 약 10 mol%의 ZrO_2 , 및 약 37 mol%의 Al_2O_3 를 포함하는 방법.

청구항 10

제 8항에 있어서, 세라믹 코팅이

50-75 mol%의 Y_2O_3 , 10-30 mol%의 ZrO_2 , 및 10-30 mol%의 Al_2O_3 ;

40-100 mol%의 Y_2O_3 , 0-60 mol%의 ZrO_2 , 및 0-10 mol%의 Al_2O_3 ;

40-60 mol%의 Y_2O_3 , 30-50 mol%의 ZrO_2 , 및 10-20 mol%의 Al_2O_3 ;

40-50 mol%의 Y_2O_3 , 20-40 mol%의 ZrO_2 , 및 20-40 mol%의 Al_2O_3 ;

70-90 mol%의 Y_2O_3 , 0-20 mol%의 ZrO_2 , 및 10-20 mol%의 Al_2O_3 ;

60-80 mol%의 Y_2O_3 , 0-10 mol%의 ZrO_2 , 및 20-40 mol%의 Al_2O_3 ;

40-60 mol%의 Y_2O_3 , 0-20 mol%의 ZrO_2 , 및 30-40 mol%의 Al_2O_3 ;

30-60 mol%의 Y_2O_3 , 0-20 mol%의 ZrO_2 , 및 30-60 mol%의 Al_2O_3 ; 및

20-40 mol%의 Y_2O_3 , 20-80 mol%의 ZrO_2 , 및 0-60 mol%의 Al_2O_3 로 이루어진 목록으로부터 선택된 조성을 지니는 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서, 플라즈마 전류가 약 450 A 내지 약 800 A의 범위에 있고, 플라즈마 스프레이 시스템의 토치 스탠드오프 거리가 약 60 mm 내지 약 200 mm인 방법.

청구항 12

제 18항에 있어서, 첫 번째 가스가 주요 가스와 부차적인 가스를 포함하는 가스 혼합물의 주요 가스이고, 가스 혼합물이 아르곤과 수소의 혼합물, 아르곤과 헬륨의 혼합물, 질소와 수소의 혼합물, 질소와 헬륨의 혼합물 및 아르곤과 산소의 혼합물로 이루어진 목록으로부터 선택되는 방법.

청구항 13

제 12항에 있어서, 부차적인 가스가 플라즈마 스프레이 시스템을 통해서 약 3 L/min 내지 약 100 L/min의 유량으로 흐르는 방법.

청구항 14

제 8항에 있어서, 스플랫들이 상 변화의 진행 없이 비정질 상에서 고형화되는 방법.

청구항 15

제 8항에 있어서, 플라즈마 스프레이 코팅을 수행하는 플라즈마 스프레이 시스템이 약 6 mm의 노즐 직경을 지니는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 개시내용의 구체예는, 일반적으로, 세라믹 코팅된 물품 및 세라믹 코팅을 부품에 적용시키기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

반도체 산업에서, 소자는 계속 작아지는 크기의 구조물을 생산하는 많은 제조 프로세스(manufacturing processes)에 의해서 제작된다. 일부 제조 프로세스, 예컨대, 플라즈마 에칭 및 플라즈마 세정 프로세스는 기판(substrate)을 고속 플라즈마 스트림(stream)에 노출시켜서 기판을 에칭시키거나 세정한다. 그러한 플라즈마는 매우 부식성일 수 있고, 프로세싱 챔버들 및 플라즈마에 노출되는(예, 플라즈마 환경에 노출되는) 그 밖의 표면들을 침식할 수 있다. 이러한 부식은 프로세싱되는 기판(예, 반도체 웨이퍼)을 종종 오염시키는 입자들을 생성시킬 수 있다. 이들 온-웨이퍼(on-wafer) 입자들은 소자 결함의 원인일 수 있다.

[0003]

소자의 기하구조가 작아짐에 따라서, 결함에 대한 민감성은 증가하고 입자 오염 요건이 더 엄격해지고 있다. 따라서, 소자 기하구조가 작아짐에 따라서, 허용 가능한 입자 오염의 수준이 감소될 수 있다. 플라즈마 에칭 및/또는 플라즈마 클리닝 프로세스에 의해서 발생되는 입자 오염을 최소화하기 위해서, 플라즈마에 내성인 챔버재료가 개발되었다. 상이한 재료는 상이한 재료 성질, 예컨대, 플라즈마 내성, 견고성, 굽힘 강도, 및 열 충격 내성을 제공한다. 또한, 상이한 재료는 상이한 재료 비용을 지닌다. 따라서, 일부 재료는 우수한 플라즈마 내성을 지니며, 다른 재료는 비용이 더 저렴하고, 또 다른 재료는 우수한 굽힘 강도 및/또는 열 충격 내성을 지닌다.

발명의 내용

[0004]

요약

[0005]

한 가지 구체예에서, 물품은 Al, Al₂O₃, AlN, Y₂O₃, YSZ, 또는 SiC 중 하나 이상을 포함하는 바디(body)를 포함한다. 그러한 물품은 추가로 바디의 하나 이상의 표면상의 플라즈마-스프레이된 세라믹 코팅을 포함하고, 그러한 세라믹 코팅은 Y₂O₃, Al₂O₃, 및 ZrO₂를 포함하는 컴파운드(compound)를 포함한다. 세라믹 코팅은 추가로 중첩팬케이크-모양 스플랫(overlapping pancake-shaped splat)들을 포함하고 비정질 상을 지닌다.

[0006]

한 가지 구체예에서, 물품을 코팅시키는 방법은 플라즈마 스프레이 시스템의 플라즈마 전류를 약 100 A 내지 약 1000 A의 값으로 설정함을 포함한다. 그러한 방법은 추가로 바디로부터 약 60 mm 내지 약 250 mm의 거리에 플라즈마 스프레이 시스템의 토치 스탠드오프(torch standoff)를 정위시킴을 포함한다. 그러한 방법은 추가로 플라즈마 스프레이 시스템을 통해서 약 30 L/min 내지 약 400 L/min의 유량으로 첫 번째 가스를 흐르게 함을 포함한다. 그러한 방법은 추가로 플라즈마 스프레이 코팅을 수행하여 바디 상에 세라믹 코팅을 형성시킴을 포함하며, 그러한 세라믹 코팅은 내부 압축 응력 및 비정질 상을 지니고, 여기서, 세라믹 코팅은 Y₂O₃, Al₂O₃, 및 ZrO₂의 컴파운드를 포함하고, 코팅의 스플랫들은 팬케이크 모양을 지닌다.

[0007]

한 가지 구체예에서, 물품은 Al, Al₂O₃, AlN, Y₂O₃, YSZ, 또는 SiC 중 하나 이상을 포함하는 바디를 플라즈마 스프레이 시스템에 넣고(예, 물품을 플라즈마 스프레이 시스템의 노즐 또는 건(gun) 앞에 놓고), 플라즈마 스프레이 시스템에 의한 플라즈마 스프레이 프로세스를 수행하여 Y₄Al₂O₉ 및 Y₂O₃-ZrO₂의 고용체를 포함하는 컴파운드로

구성된 세라믹 코팅으로 바디의 하나 이상의 표면을 코팅시킴을 포함한다. 플라즈마 스프레이 시스템은 중첩 팬케이크-모양 스플랫들로 제조된 세라믹 코팅을 증착시킨다. 추가로, 세라믹 코팅은 상 변화의 진행 없이 비정질 상에서 직접적으로 형성된다.

도면의 간단한 설명

[0008]

유사한 참조번호는 유사한 요소를 나타내는 첨부된 도면의 특징들에서, 본 발명은 예로서 예시되고 있으며 제한으로서 예시되는 것이 아니다. 본 발명의 개시내용에서의 "단수" 또는 "한 가지"의 구체예에 대한 상이한 참조는 반드시 동일한 구체예를 나타내는 것이 아니며 그러한 참조는 하나 이상을 의미함을 주지해야 한다.

도 1은 한 가지 구체예에 따른 라이너 키트(liner kit)의 횡단면도를 예시하고 있다.

도 2는 한 가지 구체예에 따른 제조 시스템의 예시적 구조를 예시하고 있다.

도 3은 한 가지 구체예에 따른 플라즈마 스프레이 시스템의 횡단면도를 예시하고 있다.

도 4는 한 가지 구체예에 따라서 물품에 코팅을 적용시키는 방법을 예시하고 있다.

도 5는 구체예들에 따른 스플랫 표면들의 주사 전자 현미경(scanning electron microscope: SEM) 사진을 예시하고 있다.

도 6은 구체예들에 따른 시간에 따른 코팅의 곡률(curvature)을 예시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009]

상세한 설명

[0010]

본 발명의 구체예들은 반도체 프로세싱 챔버에서 플라즈마 화학에 노출되는 물품(예, 플라즈마 스크린(plasma screen), 라이너 키트(liner kit), 샤워헤드(showerhead), 리드(lid), 정전 챙(electrostatic chuck), 또는 그 밖의 챔버 부품들) 및 그러한 물품 상의 세라믹 코팅에 관한 것이다. 물품을 세라믹 코팅으로 코팅시키는 방법은 약 100 A 내지 약 1000 A의 범위의 플라즈마 전류를 지니는 플라즈마 스프레이 시스템을 제공하고, 물품으로부터 약 50 mm 내지 약 250 mm 사이의 거리에 플라즈마 스프레이 시스템의 토치 스텐드오프를 정위시킴을 포함한다. 그러한 방법은 또한 플라즈마 스프레이 시스템을 통해서 약 30 L/min 내지 약 400 L/min의 유량으로 플라즈마 가스(플라즈마를 생성시키기 위해서 사용되는 가스)를 흐르게 하고 물품을 세라믹 코팅으로 플라즈마 스프레이 코팅함을 포함한다. 세라믹 코팅은 Y_2O_3 , Al_2O_3 , 및 ZrO_2 의 컴파운드를 포함하고, 물품 상의 코팅의 스플랫들은 팬케이크 모양을 지닌다. 한 가지 구체예에서, 컴파운드는 $Y_4Al_2O_9$ 및 $Y_2O_3-ZrO_2$ 의 고용체를 포함하는 세라믹 컴파운드이다. 제공된 세라믹 및 제공된 플라즈마 스프레이 세팅을 사용한 플라즈마 스프레이 공정을 수행함으로써, 팬케이크 모양 스플랫들이 생성된다. 이를 팬케이크 모양 스플랫들은 코팅이 빌트-인(built-in)(내부) 압축 응력을 지니는 조밀하고 평활한 표면을 지니게 한다. 세라믹 코팅은 약 2 밀(mil) 내지 약 15 밀 범위의 두께를 지닐 수 있다.

[0011]

한 가지 구체예에서, 세라믹 코팅은 약 53 mol%의 Y_2O_3 , 약 10 mol%의 ZrO_2 , 및 약 37 mol%의 Al_2O_3 를 포함한다. 플라즈마 전류는 약 540 A 내지 약 560 A 범위일 수 있으며, 플라즈마 스프레이 시스템의 토치 스텐드오프는 바디로부터 약 90 mm 내지 약 110 mm의 거리에 정위될 수 있다. 한 가지 구체예에서, 플라즈마 전류는 대략 550 A이고, 바디로부터의 거리는 약 100 mm이다. 플라즈마 가스는 플라즈마 스프레이 시스템을 통해서 약 30 L/min 내지 약 400 L/min의 유량으로 흐를 수 있다. 구체예들에서, 토치의 노즐은 약 6 mm의 직경을 지니는 구멍을 지닐 수 있고, 토치는 약 700 m/s의 래스터 속도(raster speed)를 지닐 수 있고, 분말의 공급 속도는 약 20 g/m일 수 있다.

[0012]

반도체 챔버 부품들, 예컨대, 리드들, 라이너들, 및 프로세싱 키트들은 침식 내성 플라즈마 스프레이 코팅으로 코팅될 수 있다. 플라즈마 스프레이 코팅은 허용 가능하지 않게 높은 수의 온-웨이퍼 입자(on-wafer particle)들을 유발시키는 표면 균열 및 높은 다공도(예, 약 3% 초과)를 초래하는 빌트-인 인장 응력(built-in tensile stress)을 지닐 수 있다. 추가로, 코팅에서의 고유한 다공도로 인해서, 습식 클리닝 동안의 화학적 공격이 코팅 손상 및/또는 박리를 유발시킬 수 있다.

[0013]

구체예들에 따른 코팅들은 코팅에 고유한 다공도 및 균열을 줄일 수 있으며 온-웨이퍼 결합 성능(on-wafer defect performance)을 개선시킬 수 있는, 빌트-인(내부) 압축 응력을 지닌 조밀하고 평활한 표면들을 제공할

수 있다. 추가로, 구체예들에 따른 코팅들의 침식 내성이 표준 코팅에 비해서 우수할 수 있고, 이는 코팅을 지닌 부품의 유효 수명을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 구체예들에 따른 코팅을 지니는 세라믹 기판으로 형성된 리드들은 다공도 및 균열을 감소시켜서 향상된 온-웨이퍼 성능을 유도할 수 있다. 또 다른 예로, 구체예들에 따른 코팅을 지니는 금속 기판으로 형성된 라이너들은 강력한 습식 클리닝 동안의 화학적 공격으로부터 유발되는 손상에 대해서 더욱 내성일 수 있다. 또 다른 예로, 구체예들에 따른 코팅들을 지니고 있는, 프로세싱 동안에 웨이퍼들을 둘러싸고 있으며 일반적으로 높은 침식율을 지니는 프로세싱 키트 링(processing kit ring)들은 균열이 없거나 거의 없는 더 평활한 코팅들을 지닐 수 있고, 이러한 코팅들은 온-웨이퍼 입자 성능을 향상시킨다.

[0014] 구체예들에 따르면, 코팅들은 스프레이 동안에 코팅 상 및 응력(coating phase and stress)을 조절함으로써 평활하고 조밀하도록 플라즈마 스프레이에 의해서 형성될 수 있다. 플라즈마 스프레이를 위한 분말은 또한 결정질 상이 아니라 비정질 상이고 스프레이 동안에 압축 응력을 지니도록 포뮬레이션(formulation)될 수 있다. 분말 재료들은 코팅 중착 동안에 용이하게 완전히 용융되도록 포뮬레이션될 수 있다. 분말의 스플랫들은, 코팅 프로세스 조건에 추가로, 분말 포뮬레이션을 조절함으로써 균열이 없거나 거의 없는 팬케이크 모양으로 최적화될 수 있다. 본원에서 사용된 용어 "팬케이크-모양"은 많은 자리수로 두께보다 더 큰 직경(또는 길이 및 너비)을 지니는 대체적인 원, 타원 또는 오블롱(oblong) 모양을 나타낸다.

[0015] 한 가지 구체예에서, 코팅은 주로 비정질 상일 수 있고 스프레이 동안에 압축 촉진 응력을 전개할 수 있다. 코팅 중착 동안에, 완전히 용융된 입자들은 상 변화없이 비정질 상으로 고형화될 수 있다. 고형화 동안의 상 변화를 피하는 것은 코팅 용적 변화로 인해서 형성되는 균열들의 발생정도를 감소시킬 수 있다. 코팅의 스플랫들에서의 균열들은, 증가된 수의 온-웨이퍼 입자들을 포함한, 불량한 코팅 성능을 유도할 수 있다.

[0016] 구체예들에 따르면, 기판 재료들은 금속, 금속 옥사이드, 니트라이드, 카바이드 및 이들의 얼로이(alloy), 예컨대, Al, Al₂O₃, AlN, SiC, Y₂O₃, 이트리아-안정화된 지르코니아(YSZ), 등을 포함할 수 있다.

[0017] 도체 에칭 프로세스는 가스 혼합물에 의한 도체 기판, 예컨대, Si 웨이퍼의 플라즈마 보조 에칭(plasma assisted etching)을 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 도체 에칭에서, 온-웨이퍼 수준 입자 성능은 주로 챔버 부품들, 예컨대, 라이너 키트(100)와 연관되어 있다. 라이너 키트(100)는 전면(120), 배면(122) 및 외경(124)를 지니며, 이는 챔버 바디(111), 상부 라이너(101), 슬릿 벨트 도어(slit valve door: 103), 플라즈마 스크린(105)(즉, 웨이퍼 둘레의 그릴-유사 구조물(grill-like structure), 하부 라이너(107) 및 캐소드 라이너(cathode liner: 109)를 포함할 수 있다. 상부 라이너(101), 슬릿 벨트 도어(103) 및 하부 라이너(107)는 챔버 바디(111)에 더 가까운 반면에, 플라즈마 스크린(105)은 웨이퍼 둘레에 위치되어 있으며(도시되지 않음, 그러나, 작동 동안에는 위치(130)에 위치됨), 캐소드 라이너(109)는 웨이퍼 밑에 자리한다.

[0018] 표준 라이너 키트는 약 100-270 μ in의 표면 조도를 지니는 8-12 밀의 플라즈마 스프레이된 Y₂O₃(이트리아) 또는 다른 세라믹으로 코팅된 Al 기판으로 제조될 수 있다. 대부분의 전형적인 반도체 적용을 위해서, 온-웨이퍼 입자 사양은 90 nm 또는 그 초과의 입자 크기의 최대 약 30개의 애더(adder)(예, 웨이퍼 상에 위치하는 30 개의 스트레이 입자(stray particle))이다. 표준 Y₂O₃ 라이너 키트는 이러한 온-웨이퍼 입자 사양에 부합한다.

[0019] 28 nm 소자 노드(device node)에서의 특이적으로 진보된 적용에 대해서, 온-웨이퍼 입자 사양은 45 nm 또는 그 초과 크기의 1.3 또는 그 미만의 애더로 훨씬 더 업격하다. 더욱이, 이를 적용은 종종 온-웨이퍼 입자 오염을 증가시키는 환원 화학(H₂, CH₄, CO, COS, 등)을 사용할 수 있다. 환원 화학하의 통상의 Y₂O₃ 코팅된 라이너 키트를 사용한 챔버 시험은 높은 온-웨이퍼 입자들(예, 45 nm 또는 그 초과의 입자 크기에서 약 50 내지 100 또는 그 초과의 애더)을 나타낸다. 일부 예에서, 상당한 챔버 시즈닝(chamber seasoning)(예, 100 내지 150 라디오 주파수 RF 프로세싱 시간)은 입자 결함 수준을 약 45 nm 또는 그 초과의 입자 크기에서 약 0 내지 10개의 애더로 감소시켜서 생산이 재개되기 전에 생산 사양에 부합할 수 있다. 그러나, 긴 챔버 시즈닝 시간은 생산성을 낮출 수 있다. 시험에서, 에너지 분산성 X-레이 분광법으로 통상의 Y₂O₃-기반 온-웨이퍼 입자들이 라이너 키트로부터 기원될 수 있음을 확인하였다. 추가로, Y₂O₃ 코팅은 환원 화학(예, H₂, CH₄, CO, COS, 등)하에 덜 안정하며, 상당한 Y-OH를 형성시킨다. Y-OH 전환은 용적 변화를 생성시키고, 이는 웨이퍼 상의 쉘드 입자(shed particle)들을 생성시킨다.

[0020] 본 발명의 구체예들은 반도체 산업 적용에서의 챔버 부품들을 위한 온-웨이퍼 입자 성능을 개선시키기 위한 복합 세라믹 코팅 재료를 포함한다. 예를 들어, 라이너 키트 적용에서, 복합 세라믹 코팅(예, 이트리아 기반 복

합 세라믹 코팅)이 플라즈마 스프레이 기술을 이용하여 라이너 키트의 플라즈마 대향 면에 적용될 수 있다. 다른 구체예들에서, 복합 세라믹 코팅은 에어로졸 중착, 슬러리 플라즈마, 또는 다른 적합한 기술, 예컨대, 다른 열 스프레이ing 기술들을 통해서 적용될 수 있다. 한 가지 구체예에서, 알루미늄 라이너 키트상의 코팅 두께는 최대 15 밀일 수 있다. 또 다른 예에서, 코팅의 열팽창 계수(coefficient of thermal expansion: CTE)가 기판의 CTE와 더 우수하게 매칭되는 Al_2O_3 또는 다른 금속 옥사이드 기판이 더 두꺼운 코팅을 지닐 수 있다.

[0021] 한 가지 구체예에서, 복합 세라믹 코팅은 Y_2O_3 , Al_2O_3 , 및 ZrO_2 의 컴파운드(compound)로 구성된다. 예를 들어, 한 가지 구체예에서, 복합 세라믹 코팅은 약 53 mol%의 Y_2O_3 , 약 10 mol%의 ZrO_2 , 및 약 37 mol%의 Al_2O_3 를 포함한다. 또 다른 구체예에서, 복합 세라믹 코팅은 20~90 mol% 범위의 Y_2O_3 , 0~80 mol% 범위의 ZrO_2 및 10~70 mol% 범위의 Al_2O_3 를 포함할 수 있다. 다른 구체예들에서, 복합 세라믹 코팅에 대해서 다른 분배가 또한 이용될 수 있다. 한 가지 구체예에서, 복합 세라믹은 ZrO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , Er_2O_3 , Nd_2O_3 , Nb_2O_5 , CeO_2 , Sm_2O_3 , Yb_2O_3 , 또는 이들의 조합들 중 하나 이상과 혼합될 수 있는 이트륨 옥사이드 함유 고용체이다. 한 가지 구체예에서, 컴파운드는 $Y_4Al_2O_9$ 와 $Y_2O_3-ZrO_2$ 의 고용체를 포함하는 세라믹 컴파운드이다.

[0022] 복합체 세라믹 코팅은 앞서 설명된 성질을 지니는 스플랫들을 생성시키는 분말 혼합물 및 플라즈마 스프레이 파라미터들을 이용하여 생성될 수 있다. 이를 스플랫들은 복합 세라믹 코팅이 벨트-인 압축 응력을 지니게 한다. 벨트-인 압축 응력은 중착 프로세스 동안에 세라믹 코팅내로 통합되는 내부 압축 응력이다.

[0023] 도 2는 제조 시스템(200)의 예시적인 구조를 예시하고 있다. 제조 시스템(200)은 (예, 복합 세라믹 코팅을 물품, 예컨대, 라이너 키트에 적용시키기 위한) 코팅 제조 시스템일 수 있다. 한 가지 구체예에서, 제조 시스템(200)은 장비 자동화 층(215)에 연결된 프로세싱 장비(201)를 포함한다. 프로세싱 장비(201)는 비드 블라스터(bead blaster: 202), 하나 이상의 습식 클리너들(wet cleaners: 203), 플라즈마 스프레이 건 시스템(plasma spray gun system: 204) 및/또는 그 밖의 장비를 포함할 수 있다. 제조 시스템(200)은 추가로 장비 자동화 층(215)에 연결된 하나 이상의 연산 장치(220)를 포함할 수 있다. 대안적인 구체예들에서, 제조 시스템(200)은 더 많거나 더 적은 부품들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제조 시스템(200)은 장비 자동화 층(215) 또는 연산 장치(220)가 없는 수동 조작(예, 오프-라인(off-line)) 프로세싱 장비(201)를 포함할 수 있다.

[0024] 비드 블라스터(202)는 물품(예, 라이너 키트)의 표면을 거칠게 하거나 평활하게 하도록 구성된 기계이다. 비드 블라스터(202)는 비드 블라스팅 캐비넷(bead blasting cabinet), 핸드 헬드 비드 블라스터(hand held bead blaster) 또는 다른 유형의 비드 블라스터일 수 있다. 비드 블라스터(202)는 기판을 비드들 또는 입자들과 충돌시킴으로써 기판을 거칠게 할 수 있다. 한 가지 구체예에서, 비드 블라스터(202)는 기판에 세라믹 비드들 또는 입자들을 쏜다. 비드 블라스터(202)에 의해서 달성되는 조도는 비드를 쏘기 위해서 이용되는 힘, 비드 재료, 비드 크기, 기판으로부터 비드 블라스터의 거리, 및 프로세싱 기간 등을 기초로 할 수 있다. 한 가지 구체예에서, 비드 블라스터는 세라믹 물품을 거칠게 하기 위해서 일정 범위의 비드 크기를 이용한다.

[0025] 대안적인 구체예에서, 비드 블라스터(202)와 다른 유형의 표면 러프너(surface roughener)들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 모터 가동 연마 패드(motorized abrasive pad)가 세라믹 기판의 표면을 거칠게 하기 위해서 사용될 수 있다. 연마 패드가 물품의 표면에 대해서 압박하는 동안에 샌더(sander)가 연마 패드를 회전 또는 진동시킬 수 있다. 연마 패드에 의해서 달성되는 조도는 적용된 압력, 진동 또는 회전 속도 및/또는 연마 패드의 조도에 좌우될 수 있다.

[0026] 습식 클리너들(203)은 습식 클린 프로세스(wet clean process)를 이용하여 물품(예, 라이너 키트)을 클리닝하는 클리닝 장치들이다. 습식 클리너들(203)은 기판을 클리닝하기 위해서 기판이 침지되는 액체로 충진된 배쓰(bath)들을 포함한다. 습식 클리너들(203)은 클리닝 동안에 초음파를 이용하여 습식 배쓰를 진탕시켜서 클리닝 효율을 개선시킬 수 있다. 이는 본원에서 습식 배쓰를 초음파 처리하는 것으로 일컬어진다. 다른 구체예들에서, 대안적인 유형의 클리너들, 예컨대, 건식 클리너들이 물품들을 클리닝하기 위해서 사용될 수 있다. 건식 클리너들은 열을 적용시킴으로써, 가스를 적용시킴으로써, 및 플라즈마를 적용시킴으로써 등등에 의해서 물품들을 클리닝 할 수 있다.

[0027] 세라믹 코터(ceramic coater: 204)는 세라믹 코팅을 기판의 표면에 적용시키도록 구성된 기계이다. 한 가지 구체예에서, 세라믹 코터(204)는 코팅(예, 복합 세라믹 코팅)을 기판(예, 라이너 키트) 상에 플라즈마 스프레이ing하는 플라즈마 분무기(또는 플라즈마 스프레이 시스템)이다. 대안적인 구체예들에서, 세라믹 코터(204)는 다른 열적 스프레이ing 기술들, 예컨대, 폭발 스프레이ing(detonation spraying), 와이어 아크 스프레이ing, 고속 산소 연료

(high velocity oxygen fuel: HVOF) 스프레이, 화염 스프레이, 따뜻한 스프레이(warm spraying) 및 차가운 스프레이를 적용할 수 있다.

[0028] 장비 자동화 층(215)은 제조 기계들(201)의 일부 또는 전부를 연산 장치들(220)과, 다른 제조 기계들과, 계측 도구들 및/또는 다른 장치들과 상호연결시킬 수 있다. 장비 자동화 층(215)은 네트워크(예, 근거리 네트워크 (LAN)), 라우터(router)들, 게이트웨이(gateway)들, 서버들, 및 데이터 저장소들 등을 포함할 수 있다. 제조 기계들(201)은 SEMI Equipment Communications Standard/General Equipment Model (SECS/GEM) 인터페이스를 통해서, Ethernet 인터페이스를 통해서, 및/또는 다른 인터페이스를 통해서 장비 자동화 층(215)에 연결될 수 있다. 한 가지 구체예에서, 장비 자동화 층(215)은 프로세스 데이터(예, 프로세스 가동 동안에 제조 기계들(201)에 의해서 수집된 데이터)를 데이터 저장소(도시되지 않음)에 저장되게 할 수 있다. 대안적인 구체예에서, 연산 장치(220)는 제조 기계들(201) 중 하나 이상에 직접적으로 연결된다.

[0029] 한 가지 구체예에서, 일부 또는 모든 제조 기계들(201)은 프로세스 레시피(recipe)들을 부하시키고, 저장하고, 실행할 수 있는 프로그램 가능한 제어기를 포함한다. 프로그램 가능한 제어기는 제조 기계들(201)의 온도 설정, 가스 및/또는 진공 설정, 시간 설정, 등을 제어할 수 있다. 프로그램 가능한 제어기는 메인 메모리(main memory)(예, 판독 전용 메모리(read-only memory: ROM), 플래시 메모리, 동적램(dynamic random access memory: DRAM), 정적램(static random access memory: SRAM), 등 및/또는 이차 메모리(예, 데이터 저장 장치, 예컨대, 디스크 드라이브)를 포함할 수 있다. 메인 메모리 및/또는 이차 메모리는 본원에 기재된 열처리 프로세스를 수행시키기 위한 명령을 저장할 수 있다.

[0030] 프로그램 가능한 제어기는 또한 명령을 실행하도록 메인 메모리 및/또는 이차 메모리에 (예, 버스(bus)를 통해서) 연결된 프로세싱 장치를 포함할 수 있다. 프로세싱 장치는 일반 목적의 프로세싱 장치, 예컨대, 마이크로 프로세서, 또는 중앙처리장치, 등일 수 있다. 프로세싱 장치는 또한 특수 목적 프로세싱 장치, 예컨대, 주문형 집적회로(application specific integrated circuit: ASIC), 필드 프로그램 가능한 게이트 어레이(field programmable gate array: FPGA), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor: DSP), 또는 네트워크 프로세서 등일 수 있다. 한 가지 구체예에서, 프로그램 가능한 제어기는 프로그램 가능한 논리 제어기(programmable logic controller: PLC)이다.

[0031] 한 가지 구체예에서, 제조 기계들(201)은 제조 기계들이 기판을 거칠게 하고/거나, 기판 및/또는 물품을 클리닝 하고/거나, 물품을 코팅하고/거나, 물품을 기계 가공(예, 그라인딩 또는 연마)하게 할 레시피를 실행하도록 프로그램된다. 한 가지 구체예에서, 제조 기계들(201)은, 이하 도면을 참고하여 기재된 바와 같이, 세라믹 코팅된 물품을 제조하기 위한 다중-작업 프로세스(multi-operation process)의 작업들을 수행하는 레시피를 실행하도록 그램그램된다. 연산 장치(220)는 제조 기계들(201)이 본 발명의 구체예들에 따른 세라믹 코팅된 물품을 제조하도록 제조 기계들(201)에 다운로드될 수 있는 하나 이상의 세라믹 코팅 레시피들(225)을 저장할 수 있다.

[0032] 도 3은 유전체 에칭 부품, 또는 부식성 시스템에 사용되는 다른 물품(예, 라이너 키트) 상에 코팅을 플라즈마 스프레이하기 위한 시스템(300)의 횡단면도를 예시하고 있다. 그러한 시스템(300)은 일정 유형의 열적 스프레이 시스템이다. 플라즈마 스프레이 시스템(300)에서, 아크(306)가 두 전극, 즉, 애노드(304)와 캐소드(316) 사이에 형성되고, 이를 통해서, 플라즈마 가스(318)가 가스 전달 튜브(302)를 경유하여 흐른다. 플라즈마 가스(318)는 둘 이상의 가스의 혼합물일 수 있다. 플라즈마 스프레이 시스템(300)에 사용하기에 적합한 가스 혼합물의 예들은, 이로 한정되는 것은 아니지만, 아르곤/수소, 아르곤/헬륨, 질소/수소, 질소/헬륨, 또는 아르곤/산소를 포함한다. 첫 번째 가스(사선(/) 전의 가스)는 주요 가스를 나타내고, 두 번째 가스(사선 후의 가스)는 부차적인 가스를 나타낸다. 주요 가스의 가스 유량은 부차적인 가스의 가스 유량과 다를 수 있다. 한 가지 구체예에서, 주요 가스의 가스 유량은 약 30 L/min 내지 약 400 L/min이다. 한 가지 구체예에서, 부차적인 가스의 가스 유량은 약 3 L/min 내지 약 100 L/min이다.

[0033] 플라즈마 가스가 아크(306)에 의해서 이온화되고 가열됨에 따라서, 가스가 팽창하고 성형된 노즐(320)을 통해서 가속되어서 고속 플라즈마 스트림을 생성시킨다.

[0034] 분말(308)이 (예, 분말 추진 가스에 의해서) 플라즈마 스프레이 또는 토치내로 주입되고, 그곳에서, 강한 온도가 분말을 용융시키고 물질을 물품(310)을 향해서 용융된 입자들(314)의 스트림으로써 추진시킨다. 물품(310)과 충돌시에, 용융된 분말은 평탄화되고, 신속하게 고형화되며, 코팅(312)을 형성하며, 그러한 코팅은 물품(310)에 부착된다. 코팅(312)의 두께, 밀도, 및 조도에 영향을 주는 인자들은 분말의 유형, 분말의 크기 분포, 분말의 공급 속도, 플라즈마 가스 조성, 플라즈마 가스 유량, 에너지 입력량, 토치 오프셋 거리(torch offset distance), 기판 냉각 등을 포함한다. 도 4를 참고로 논의된 바와 같이, 이들 인자들은 구체예들에 따라서 빌

트-인 압축 응력을 지니는 조밀하게 스프레이된 코팅을 형성하도록 최적화된다.

[0035] 도 4는, 한 가지 구체예에 따라서, 코팅된 물품을 제조하기 위한 프로세스(400)를 도시하고 있는 흐름도이다. 프로세스(400)의 작업들은 다양한 제조 기계들에 의해서 수행될 수 있다. 프로세스(400)의 작업들은 반응성 이온 에칭 또는 플라즈마 에칭 시스템에서 사용될 수 있는 상기 기재된 바와 같은 어떠한 물품을 참고하여 기재될 것이다.

[0036] 블록(402)에서, 코팅을 플라즈마 스프레이하기 위한 분말이 최적화된다. 이는 복합 세라믹 코팅을 위한 분말 조성, 분말 모양, 및 분말 크기 분포의 최적화를 포함할 수 있다. 한 가지 구체예에서, 코팅을 최적화시키는 것은, 이로 한정되는 것은 아니지만, 분말 유형(예, 화학적 조성), 평균 분말 크기, 및 분말 공급 속도를 측정하는 것을 포함한다. 분말 유형은 앞서 기재된 바와 같은 코팅을 생성시키도록 선택될 수 있다. 특정된 조성, 순도 및 입자 크기를 지니는 원료 세라믹 분말들이 선택될 수 있다. 세라믹 분말은 Y_2O_3 , $Y_4Al_2O_9$, $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG), 또는 다른 이트리아 함유 세라믹으로 형성될 수 있다. 추가로, 세라믹 분말은 Y_2O_3 , ZrO_2 , Al_2O_3 , HfO_2 , Er_2O_3 , Nd_2O_3 , Nb_2O_5 , CeO_2 , Sm_2O_3 , Yb_2O_3 , 또는 다른 옥사이드들 및/또는 유리 분말들 중 하나 이상과 조합될 수 있다. 이어서, 원료 세라믹 분말들이 혼합된다. 한 가지 구체예에서, Y_2O_3 , Al_2O_3 및 ZrO_2 의 원료 세라믹 분말들이 복합 세라믹 코팅을 위해서 함께 혼합된다. 한 가지 구체예에서, 분말 포뮬레이션(powder formulation)은 약 53 mol%의 Y_2O_3 , 37 mol%의 Al_2O_3 및 10 mol%의 ZrO_2 이다. 이들 원료 세라믹 분말들은 한 가지 구체예로 99.9% 또는 그 초과의 순도를 지닐 수 있다. 원료 세라믹 분말들은, 예를 들어, 볼 밀링(ball milling)을 이용하여 혼합될 수 있다. 세라믹 분말이 혼합된 후에, 이들은 특정된 하소 시간 및 온도에서 하소될 수 있다.

[0037] 한 가지 구체예에서, 세라믹 분말은 62.93 몰 비율(mol%)의 Y_2O_3 , 23.23 mol%의 ZrO_2 및 13.94 mol%의 Al_2O_3 를 포함한다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 분말은 50–75 mol% 범위의 Y_2O_3 , 10–30 mol% 범위의 ZrO_2 및 10–30 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 분말은 40–100 mol% 범위의 Y_2O_3 , 0–60 mol% 범위의 ZrO_2 및 0–10 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 분말은 40–60 mol% 범위의 Y_2O_3 , 30–50 mol% 범위의 ZrO_2 및 10–20 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 분말은 40–50 mol% 범위의 Y_2O_3 , 20–40 mol% 범위의 ZrO_2 및 20–40 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 컴파운드는 70–90 mol% 범위의 Y_2O_3 , 0–20 mol% 범위의 ZrO_2 및 10–20 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 컴파운드는 60–80 mol% 범위의 Y_2O_3 , 0–10 mol% 범위의 ZrO_2 및 20–40 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 또 다른 구체예에서, 세라믹 컴파운드는 40–60 mol% 범위의 Y_2O_3 , 0–20 mol% 범위의 ZrO_2 및 30–40 mol% 범위의 Al_2O_3 을 포함할 수 있다. 다른 구체예에서, 세라믹 분말에 대한 다른 분포가 또한 이용될 수 있다.

[0038] 한 가지 구체예에서, 분말은 플라즈마 플라즈마 스프레이 동안에 비정질상을 유지하도록 최적화된다. 한 가지 예로, 비정질상은 분말 포뮬레이션을 조절함으로써 조절될 수 있다. 특수 포뮬레이션된 분말이 상 변화없이 직접적으로 비정질상으로 고형화될 수 있다.

[0039] 블록(404)에서, 플라즈마 스프레이 인자들은 분말들의 용융을 최대화하고, 표면 노들(surface nodule)들의 수를 감소시키고, 스플랫 표면을 증가시키고, 조도를 감소시키고, 다공도를 감소시키도록 최적화된다. 추가적으로, 플라즈마 스프레이 인자들은 분말 입자들이 완전히 용융되게 하고 이들 완전히 용융된 입자들이 상 변화의 진행 없이 비정질상으로 고형화되게 하도록 최적화된다. 구체예들에서, 플라즈마 스프레이 인자들은 플라즈마 스프레이 동안에 재료의 팬케이크 모양 스플랫들을 생성하도록 최적화된다. 팬케이크 모양 스플랫들은 서로 중착되어 세라믹 코팅을 형성하는 많은 층의 팬케이크 모양 스플랫들을 형성시킨다. 한 가지 구체예에서, 플라즈마 스프레이 인자를 최적화시키는 것은, 이로 한정되는 것은 아니지만, 플라즈마 건 파워(plasma gun power) 및 스프레이 캐리어 가스의 조성을 측정함을 포함한다. 플라즈마 스프레이 인자를 최적화시키는 것은 또한 기관(예, 플라즈마 스크린)상에 코팅(예, 복합 세라믹 코팅)을 적용하기 위한 특정의 스프레이 코팅 시퀀스 및 프로세스 조건들을 측정함을 포함한다.

[0040] 예를 들어, 표 A는 플라즈마 스프레이 동안에 팬케이크 모양 스플랫들을 달성시키기 위한 예시적인 코팅 프로세스 인자들을 나타낸다.

[0041]

표 A: 팬케이크-모양 스플랫들을 생성시키기 위한 코팅 프로세스 인자들

인자	레벨 1
토치	F4
주요 가스 유량 (L/min)	45 Ar
부차적인 가스 유량 (L/min)	8 H ₂
플라즈마 전류 (A)	550
토치 스탠드오프 거리 (mm)	100
분말 주입장치 (g/ml)	20
래스터 속도 (mm/s)	700
노즐 직경 (mm)	6

[0042]

한 가지 구체예에서, 인자들은 용융을 최대화시키고, 노들들의 수를 감소시키고(이는 분말의 용융의 증가를 나타낼 수 있다), 스플랫 표면을 증가시키고(이는 (분말의 용융의 증가를 나타낼 수 있다), 표면 조도를 감소시키고, 코팅의 다공도를 감소시키도록 최적화되며, 여기서, 코팅의 다공도를 감소시키는 것은 온-웨이퍼 입자 수를 감소시킬 수 있는데, 그 이유는 입자들이 덜 제거되게 하기 때문이다. 추가로, 인자들은 용융된 입자들이 상 변화없이 비정질 상으로 고형화되게 하도록 최적화된다.

[0044]

예를 들어, 최적화된 플라즈마 전류는 약 400 A 내지 약 1000 A의 범위에 있을 수 있다. 추가의 최적화된 플라즈마 전류는 약 500 A 내지 약 800 A의 범위에 있을 수 있다. 또 다른 예로, 플라즈마 스프레이징 시스템의 토치 스탠드오프의 최적화된 정위는 물품(예, 라이너 키트 또는 플라즈마 스크린)으로부터 약 50 mm 내지 약 250 mm의 일정 거리일 수 있다. 토치 스탠드오프의 추가의 최적화된 정위는 물품으로부터 약 70 mm 내지 약 200 mm의 일정 거리일 수 있다. 또 다른 예로, 플라즈마 스프레이징 시스템을 통한 최적화된 가스 유량은 약 40 L/min 내지 약 400 L/min의 유량일 수 있다. 플라즈마 스프레이징 시스템을 통한 추가의 최적화된 가스 유량은 약 50 L/min 내지 약 300 L/min의 유량일 수 있다.

[0045]

블록(406)에서, 물품은 선택된 인자들에 따라서 코팅된다. 열적 스프레이징 기술들 및 플라즈마 스프레이징 기술들이 선택된 인자들을 이용하여 재료들(예, 세라믹 분말들)을 용융시키고, 용융된 재료들을 물품 상으로 스프레이 할 수 있다. 세라믹 분말들은 중착 동안에 완전히 용융될 수 있고, 표적 바디와 충돌하여 표적 바디 상에 비교적 큰 팬케이크-모양 스플랫들을 형성시킬 수 있다. 열적으로 스프레이된 또는 플라즈마 스프레이된 세라믹 코팅은 많은 중첩 팬케이크-모양 스플랫들의 쌓임으로 구성될 수 있다. 개념상으로, 세라믹 코팅은 단일 코팅을 형성하는 중첩 팬케이크 모양 스플랫들의 많은 층들로 제조된다. 열적으로 스프레이된 또는 플라즈마 스프레이된 세라믹 코팅은 약 2-15 밀의 두께를 지닐 수 있다. 한 가지 예로, 두께는 물품이 플라즈마 환경에 대한 적어도 대략 5000 라디오 주파수 시간(Radio Frequency Hour: RFHr) 노출의 유효 수명을 지니는 것을 보장하도록 복합 세라믹 코팅의 침식율에 따라서 선택되며, 여기서, RFHr는 부품이 프로세싱에 사용되는 시간 수의 척도이다. 달리 설명하면, 복합 세라믹 코팅의 침식율이 약 0.005 mil/hr이면, 약 2500 RF의 유효 수명의 경우에, 약 12.5 mil의 두께를 지니는 세라믹 코팅이 형성될 수 있다.

[0046]

플라즈마 스프레이 프로세스는 복수의 스프레이 통로에서 수행될 수 있다. 각각의 통로에 대해서, 플라즈마 스프레이 노즐의 각도는 스프레이되는 표면에 대해서 상대적인 각도를 유지하도록 변화될 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 스프레이 노즐은 스프레이되는 물품의 표면과 대략 45도 내지 대략 90도의 각도를 유지하도록 회전될 수 있다.

[0047]

한 가지 구체예에서, 플라즈마 스프레이 시퀀스(plasma spray sequence)는 개선된 코팅(예, 더 작은 다공도, 감소된 표면 노辱, 큰 팬케이크 모양 스플랫 및 감소된 표면 조도)을 달성시킬 뿐만 아니라, 코팅 표면상의 스트레이 입자(stray particle)들의 재증착(물품의 배면 코팅으로부터 대부분 발생)을 감소시키도록 최적화될 수 있

다.

[0048] 블록(408)에서, 플라즈마 코팅 특성화가 수행될 수 있다. 이는 표면 형태(morphology), 조도, 다공도를 측정하고, 표면 노들을 확인하는 등등을 포함할 수 있다.

[0049] 도 5는 스플랫 표면들의 예시적인 주사 전자 현미경(SEM) 사진을 도시하고 있다. 사진(501)은 20 마이크론 규모를 지니는 3000x 줌 사진(예, 1 인치 샘플의 3000x 주사 전자 현미경사진(SEM)) 상의 코팅의 스플랫들을 도시하고 있다. 사진(502)은 50 마이크론 규모를 지니는 1000x 줌 사진(예, 1 인치 샘플의 1000x 주사 전자 현미경사진(SEM)) 상의 코팅의 스플랫들을 도시하고 있다. 사진(503)은, 분말 포뮬레이션 및 플라즈마 스프레이팅이 코팅에 대한 균열 없이 팬케이크 모양 스플랫들을 형성하도록 최적화된 구체예에 따라서, 100 마이크론 규모를 지니는 500x 줌 사진(예, 1 인치 샘플의 500x 주사 전자 현미경사진(SEM)) 상의 코팅의 스플랫들을 도시하고 있다. 사진(504)은 20 마이크론 규모를 지니는 3000x 줌 사진(예, 1 인치 샘플의 3000x 주사 전자 현미경사진(SEM)) 상의 코팅의 스플랫들을 도시하고 있다. 사진(505)은 50 마이크론 규모를 지니는 1000x 줌 사진(예, 1 인치 샘플의 1000x 주사 전자 현미경사진(SEM)) 상의 코팅의 스플랫들을 도시하고 있다. 사진(506)은, 분말 포뮬레이션 및 플라즈마 스프레이팅이 코팅에 대한 균열 없이 팬케이크 모양 스플랫들을 형성하도록 최적화되지 않은 경우로, 100 마이크론 규모를 지니는 500x 줌 사진(예, 1 인치 샘플의 500x 주사 전자 현미경사진(SEM)) 상의 코팅의 스플랫들을 도시하고 있다.

[0050] 도 5에 도시된 바와 같이, 팬케이크 모양 스플랫들을 지니도록 최적화된 코팅의 사진들(501, 502, 및 503)은 코팅의 사진들(504, 505, 및 506)에 비해서 균열을 나타내지 않거나 거의 나타내지 않는다. 예를 들어, 팬케이크 모양 스플랫들은 대체로 둥글고 평평한 디스크 유사 모양을 지닐 수 있다. 사진들(501, 502, 및 503)의 스플랫들은 사진들(504, 505, 및 506)의 스플랫들에 비해서 더 평활하며, 크랙이 없고, 둥근 가장자리를 지니며, 더욱 디스크-유사한 외관을 지닌다. 팬케이크 모양 스플랫들을 형성하도록 최적화된 분말 및 플라즈마 스프레이팅으로 형성된 코팅의 평가는 다른 모양의 스플랫들을 지니는 코팅에 비해서 개선된 형태 및 다공도를 나타냈다. 예를 들어, 구체예들에 따른 코팅들은 분말들의 개선된 용융으로 인한 더 적은 노들 및 더 많은 스플랫, 감소된 조도, 및 감소된 다공도를 지니는 경향이 있으며, 이들 모두는 개선된 온-웨이퍼 입자 성능의 원인이다.

[0051] 도 6은 스프레이팅 동안의 코팅의 동일반응계내(in-situ) 곡률 변화(curvature change)를 예시하고 있으며, 여기서, 그래프(601)는 비교 코팅을 나타내고, 그래프(602)는 한 가지 구체예에 따른 코팅을 나타낸다. 곡률 변화는 스프레이팅 동안의 코팅 내의 응력 수준의 지표이다. 그래프(601)는 양성 곡률 변화를 나타내고 있으며, 이는 인장 응력을 나타낼 수 있고 일반적으로 더욱 입방체 상인 코팅의 결과일 수 있다. 그래프(602)는 음성 곡률 변화를 나타내고 있으며, 이는 압축 응력을 나타낼 수 있고 일반적으로 더욱 비정질 상인 코팅의 결과일 수 있다.

[0052] 앞선 설명은 본 개시내용의 몇 가지 구체예들의 양호한 이해를 제공하기 위해서 다양한 특정의 상세사항들, 예컨대, 특정의 시스템들, 부품들, 및 방법들 등의 예들을 기재하고 있다. 그러나, 본 개시내용의 적어도 일부의 구체예들은 이를 특정의 상세사항 없이도 실행될 수 있음이 당업자에게는 자명할 것이다. 다른 예에서는, 공지된 부품들 또는 방법들이 상세히 기재되지 않거나, 본 개시내용을 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위해서 간단한 블록 다이아그램 형식으로 나타내어져 있다. 따라서, 기재된 특정의 상세사항은 단지 예시적인 것이다. 특정의 실행들은 이를 예시적인 상세사항과 다를 수 있으며, 여전히 본 발명의 범위 내에 있는 것으로 여겨질 수 있다.

[0053] "한 가지 구체예" 또는 "구체예"에 대한 본 명세서 전체에 걸친 언급은 구체예와 연관되어 기재된 특정의 피쳐, 구조, 또는 특성이 적어도 한 가지 구체예에 포함됨을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸친 다양한 위치에서의 구 "한 가지 구체예에서" 또는 "구체예에서"의 표현은 동일한 구체예를 반드시 모두 언급하는 것은 아니다. 추가로, 용어 "또는"은 배제하는 "또는"이 아니라 내포적인 "또는"을 의미하는 것으로 의도된다. 용어 "약" 및 "대략"이 ±10% 값을 나타낸다.

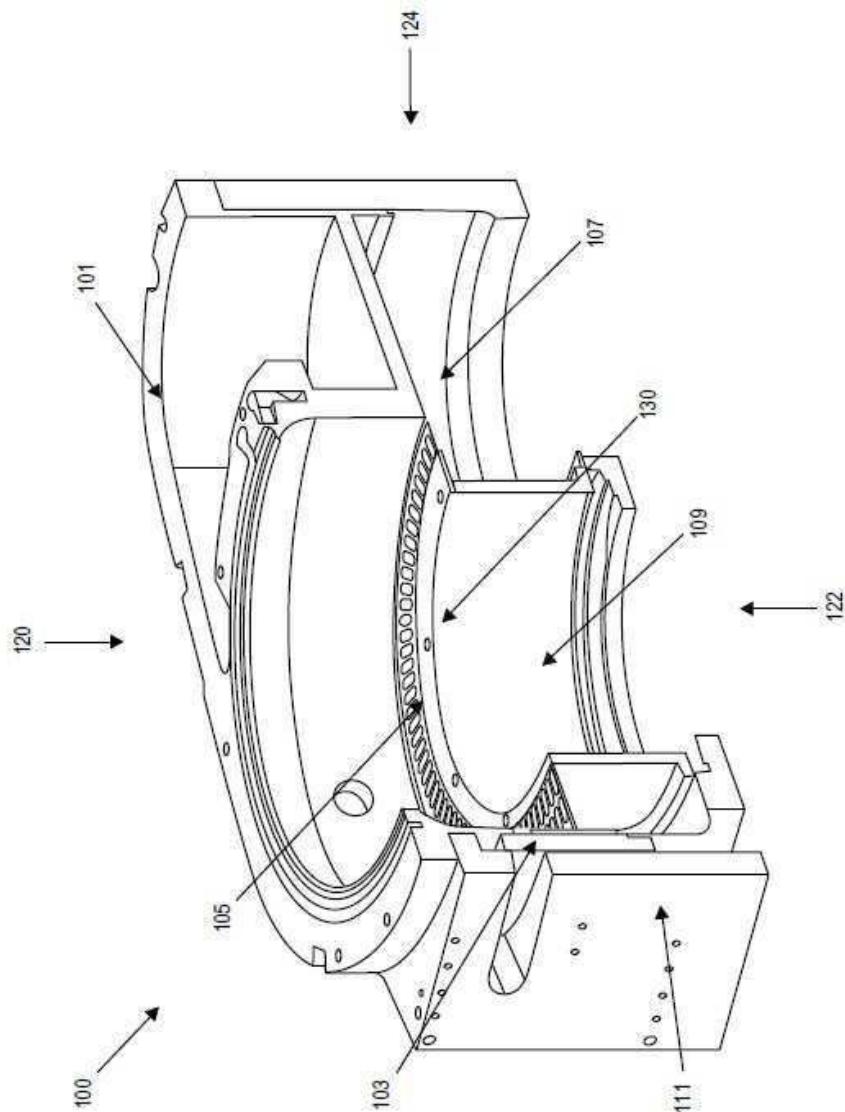
[0054] 비록, 본원에서의 방법들의 작업들이 특정의 순서로 나타내어져 있지만, 각각의 방법의 작업들의 순서는 변경되어서 특정의 작업들이 역 순서로 수행되거나 특정의 작업들이 다른 작업들과 적어도 일부 동시에 수행될 수 있다. 또 다른 구체예에서, 별개의 작업들의 지시들 또는 서브-작업들은 간헐적 및/또는 교대 방식으로 존재할 수 있다.

[0055] 상기 설명은 예시적인 것이며 제한하고자 하는 것이 아닌 것으로 의도됨을 이해해야 한다. 많은 다른 구체예가 상기 설명을 읽어보고 이해한 당업자에게는 자명할 것이다. 따라서, 본 개시내용의 범위는 첨부된 청구범위에

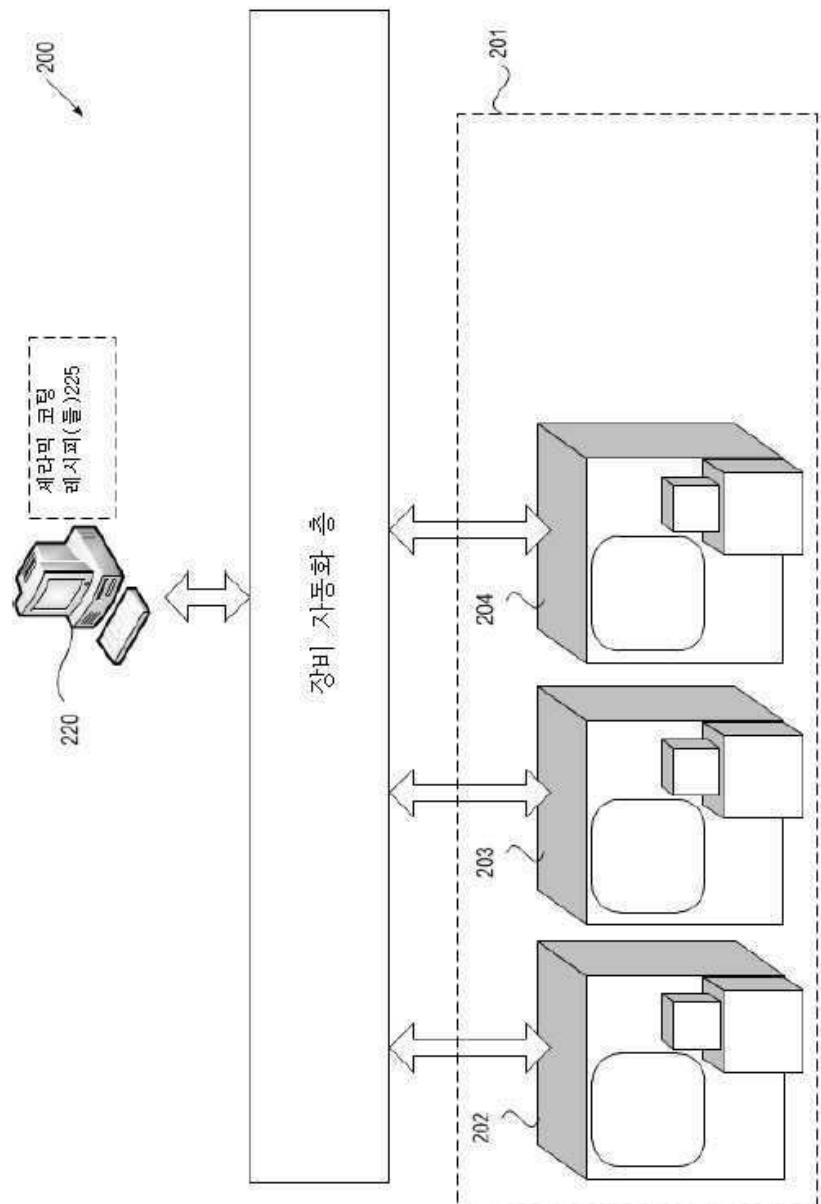
의해서 정해지는 것의 균등률의 전체 범위와 함께 그러한 청구범위를 참조로 하여 결정되어야 한다.

도면

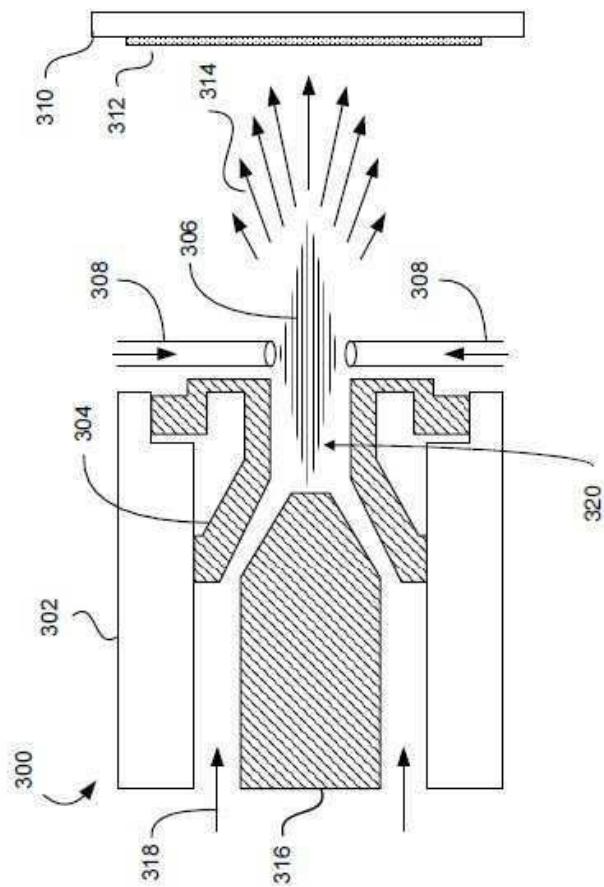
도면1



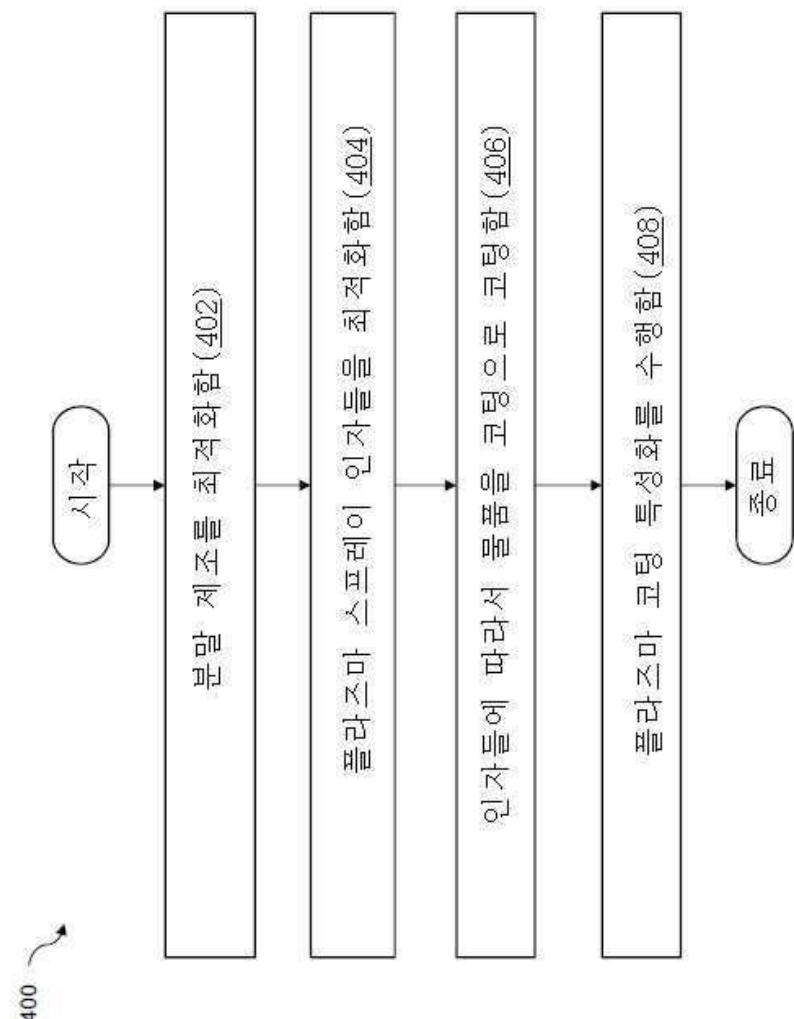
도면2



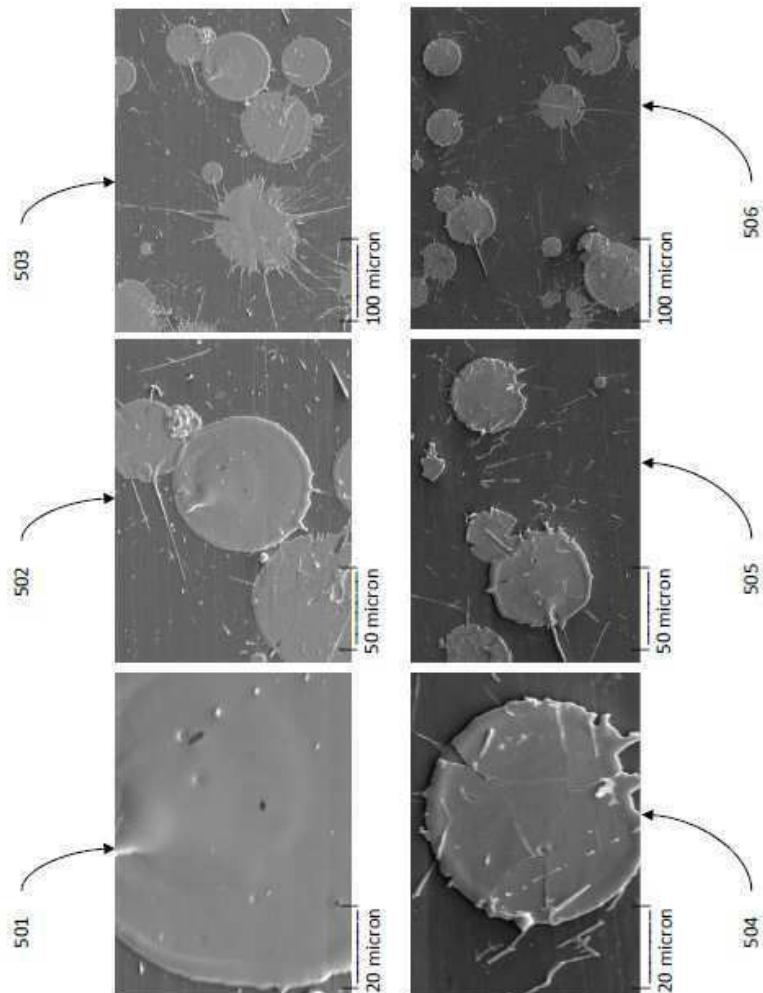
도면3



도면4



도면5



도면6

