(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0091895
(43) 공개일자 2023년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/08 (2006.01) *C23C 14/02* (2006.01)
C23C 16/02 (2006.01) *C23C 16/40* (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01) *C23C 28/04* (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 14/083 (2013.01)
C23C 14/024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7013286
(22) 출원일자(국제) 2021년10월19일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2023년04월19일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2021/078906
(87) 국제공개번호 WO 2022/084292
국제공개일자 2022년04월28일
(30) 우선권주장
10 2020 006 407.8 2020년10월19일 독일(DE)

(71) 출원인
오를리콘 서피스 솔루션스 아크티엔게젤샤프트, 페피콘
스위스 8808 페피콘 에스제트 추러스트라쎄 120
(72) 발명자
크라스니트저, 시그프리드
오스트리아 6800 펠트키르히 루나스트라세 40에이
기몽, 세바스티앙
스위스 9000 스트리트 갈렌, 레나우스트라세 16
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김해중

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **불소 플라즈마 에칭 공정에서 보호층으로 사용되는 탄소 도핑된 이트륨 옥시플루오라이드(C:Y-O-F) 층**

(57) 요 약

본 발명은 물품에 관한 것으로, 물품은,

-기재

-기재의 적어도 일부를 덮는(overlaying) 보호 필름을 포함하고, 상기 필름은 원소 주기율표의 III족 및/또는 IV족 원소 중 하나 이상의 원소를 함유하는 불소화 금속 산화물을 포함하는데, 상기 보호 필름은 탄소 농도가 0.1at% 이상 및 10at% 이하, 바람직하게는 0.5at% 이상 및 보다 바람직하게는 2.5at% 이하를 지닌 탄소 도핑을 갖는 불소화 금속 산화물을 포함하며, 여기서 물품은 플라즈마 에칭 챔버 구성요소 및/또는 부품이고, 바람직하게는 물품 그룹은 정전 척(electrostatic chuck,ESC), 링, 프로세스 키트 링 또는 단일 링, 챔버 벽, 샤워헤드, 노즐, 뚜껑, 라이너, 창, 배플 또는 패스너에 의해 형성된다.

대 표 도 - 도1

Element	#6-8741-CF_4/O_2 (10/90)	#6-8742 – CF_4/O_2 (30/70)
C	1.3	1.3
O	54.9	42.3
F	14.4	28.2
Y	29.4	28.2

(52) CPC특허분류
C23C 16/0272 (2013.01)
C23C 16/405 (2013.01)
C23C 16/45529 (2013.01)
C23C 28/042 (2013.01)
H01L 21/67069 (2013.01)
(72) 발명자
케라우디, 줄리앙
스위스 9470 부흐스, 추러스스트라세 80
코니프, 존
미국 애리조나 85142, 퀸 크릭, 17736 이. 콜트 드라이브
커크, 매튜 폴
미국 뉴욕 14094, 뉴욕, 록포트, 4472 플랭크 로드

명 세 서

청구범위

청구항 1

물품에 있어서,

-기재

-기재의 적어도 일부를 덮는(overlaying) 보호 필름을 포함하고, 상기 필름은 원소 주기율표의 III족 및/또는 IV족 원소 중 하나 이상의 원소를 함유하는 불소화 금속 산화물을 포함하는데,

상기 보호 필름은 탄소 농도가 0.1at% 이상 및 10at% 이하, 바람직하게는 0.5at% 이상 및 보다 바람직하게는 2.5at% 이하를 지닌 탄소 도핑을 갖는 불소화 금속 산화물을 포함하며, 여기서 물품은 플라즈마 에칭 챔버 구성 요소 및/또는 부품이고, 바람직하게는 물품 그룹은 정전 척(electrostatic chuck,ESC), 링, 프로세스 키트 링, 단일 링, 챔버 벽, 샤워헤드, 노즐, 뚜껑, 라이너, 창, 배플 또는 패스너에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 2

제1항에 있어서,

보호 필름의 금속은 이트륨을 함유하며, 바람직하게는 이트륨 인 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

보호 필름은 0.1 μm 이상 및 30 μm 이하의 코팅 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 4

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

보호 필름은 Ra < 1㎛, 바람직하게는 Ra < 0.25㎛, 가장 바람직하게는 Ra < 0.025㎛ 의 거칠기를 갖는 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 5

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

보호 필름은 Rpk < 0.25 μm, 바람직하게는 Rpk < 0.10 μm, 가장 바람직하게는 Rpk < 0.025 μm의 감소된 피크 높이를 갖는 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 6

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

보호 필름은 5mN의 고정 부하로 나노 압입에 의해 결정된 적어도 10GPa의 경도를 가지며, 한편으로 압입 깊이는 코팅 두께의 10% 이하로 유지되는 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 7

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

보호 필름 및 기재 사이에 제2 금속 또는 제2 금속 산화물인 접착-촉진 층이 있고, 여기서 필름의 금속 및 제2 금속은 바람직하게는 동일한 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 8

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

보호 필름은 보호 필름의 깊은 부분으로부터 보호 필름의 덜 깊은 부분까지 측정된 불소 농도가 증가하는 구배층(gradient layer)을 포함 및/또는 보호 필름은 기재에서 더 먼 층의 불소 농도가 기재에서 가까운 층의 불소 농도보다 높은 상이한 불소 농도를 지닌 적어도 2개의 층(layers)을 포함하는 다층 시스템 인 것을 특징으로 하는 물품

청구항 9

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

보호 필름은 순수한 M2O3으로부터 MaObFcCd 까지 기판 가까이에서 시작하는 구배 층을 포함하며, 여기에서 MaObFcCd의 농도는 바람직하게는 하기에 선택되는데: $0.25 < a < 0.4$, $0.2 < b < 0.6$, $0.1 < c < 0.6$ 및 $0.01 < d < 0.1$ 이고 $a+b+c+d = 1$ 인 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 10

전술한 항 중 어느 한항에 있어서,

접착-촉진 층이 주어지는 경우, 보호 필름과 예견된 기재 사이에 Y-함유 용사된 사전 코팅, 바람직하게는 Y2O3 및/또는 YOF를 포함하는 Y-함유 용사된 사전 코팅이 있는 것을 특징으로 하는 물품.

청구항 11

전술한 항 중 어느 한항에 따른 물품을 제조하는 방법에 있어서,

기판의 적어도 일부를 덮는 보호 필름은 물리 기상 증착법(PVD) 및/또는 화학 기상 증착법(CVD)에 의해 적용되는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 불소 플라즈마 에칭 공정에서 보호층으로 사용되는 탄소 도핑된 이트륨 옥시플루오라이드(C:Y-O-F)층에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 할로겐-함유 플라즈마(불소, 염소, 브롬화물, 요오드)는 실리콘 웨이퍼를 에칭하기 위해 반도체 산업에서 광범위하게 사용되었습니다. 그러나, 할로겐 함유 플라즈마는 또한 플라즈마 에칭 챔버(plasma etching chambers)의 부품 및 구성요소에 충격을 가하고(bombard) 부식시키는 반면, 생성된 입자(resultant particles)는 웨이퍼를 오염시켜 장치 수율(device yields)을 낮추고 플라즈마 에칭 챔버의 부품 및 구성요소의 수명(lifetime)을 단축시켜 궁극적으로 공정 가동휴지시간 및 반도체 장치들의 생산 비용을 증가시킨다.

[0003] 침식, 부식 및 오염 물질 형성으로부터 장치를 보호하기 위해 Al2O3, AlON 또는 Y2O3과 같은 많은 산화물 세라믹이 플라스마 에칭 방지 부품 보호 재료 및 코팅으로 사용된다. 전통적인 플라즈마-저항성 세라믹 중 하나는 산화이트륨(Yttria, (Y2O3))이다. 다른 산화물-기반 세라믹에 비해 플라즈마 침식 및 내부식성(corrosion resistance)이 높기 때문에 금속 에칭 및 유전체 실리콘-기반 에칭 응용 분야 모두에서 플라즈마 하에서 더 긴 챔버 수명이 입증되었다.

[0004] 그러나, 불소-함유 플라즈마에서 에칭 보호층(etch protection layer)으로 Y2O3을 사용할 때, 불소 플라즈마가 Y2O3층과 반응하여 변형된 YOF 표면층을 형성하는 것이 보고되었다. 이 YOF 층은 박리되는(peel off) 경향이 있으며 에칭될 웨이퍼 상에 표면 오염을 일으키는 입자를 생성합니다. 이는 궁극적으로 생산 수율의 감소와 집적회로에 대한 높은 수준의 공정 재현성(process reproducibility)을 달성하는 데 큰 어려움을 초래한다.

[0005] Kazuhiro et al in J. Vac. Sci. A 27(4), 2009년 7월/8월은 YOF의 형성이 네 단계로 일어나는 것을 설명한다. 제1 단계에 따르면 플루오로카본 필름이 Y2O3 표면 상에 형성된다. 제2 단계에 따르면 플루오로카본 필름의 카본 및 Y2O3의 산소가 반응하여 휘발성 CO(volatile CO)를 형성한다. 제3 단계에 따르면 분해된 Y-O 결합의 이트륨이 플루오로카본 필름(fluorocarbon film)의 불소와 반응하므로 YOxFy 및/또는 YFx 결합이 형성된다.

[0006] 이러한 문제를 회피하기 위해 선행 기술은, 제3 단계를 방지하기 위해 에칭 저항성 이트륨 옥시플루오라이드 Y-O-F(YxOyFz) 코팅을 증착하여, 불소 플라즈마 및 입자 생성에 의해 코팅 표면이 추가로 침식되는 것을 방지하기 위한 보호층으로 작용하는 것이 제안되었다. 그러나 F에 대해 화학적 불활성(inert)임에도 불구하고, YOF 코팅은 또한 YOF 표면상에 플루오로카본 래디컬(fluorocarbon radical)의 흡착에 의한 플루오로카본 폴리머 층의 증착(deposition)으로 인해 저하(degradation)될 수 있다. 다른 결점 중에서 이러한 층은 에칭 공정에 영향을 미치고 크고 제어되지 않는 이동(shifts)을 생성할 수 있다.

[0007] 따라서 플라즈마 에칭 저항성이 우수하고 집적 회로 생산을 위한 높은 수준의 공정 안정성 및 재현성을 제공하는 향상된 코팅이 필요하다. 많은 경우에 이러한 안정성과 재현성을 향상시키기 위해 시즈닝 및 컨디셔닝(seasoning and conditioning)이 사용된다. 그러나 이것은 시간이 많이 소요될 수 있으며 생산 비용을 크게 증가시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하고, 플라즈마 에칭 저항성이 우수하고,반도체 디바이스의 생산을 위한 불소 플라즈마 기반 에칭 공정에 대해 높은 수준의 공정 안정성 및 재현성을 제공하는 향상된 공정 챔버 부품용 코팅을 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 발명은 또한 그러한 향상된 코팅을 제조하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명에 따르면, 상기 문제는 독립 청구항 1에 따른 물품(article)에 의해 해결되며, 상기 물품은 바람직하게는 진공 호환 기재(vacuum compatible substrate)를 포함하는 진공 호환 플라즈마 에칭 챔버 물품(vacuum compatible plasma etch chamber article)으로서 형성될수 있다. 종속항들은 본 발명의 추가적이고 바람직한 실시예를 기술한다.

[0010] 본 발명에 따르면 물품은 향상된 코팅을 포함하는데, 향상된 코팅은 불소화 금속 산화물(fluorinated metal oxide)을 포함하는 얇은 필름으로서 형성될 수 있고, 상기 얇은 필름은 추가로 0.1 at% 에서 10 at% 까지의 범위, 바람직하게는 0.5at% 및 2.5at% 사이의 범위의 농도를 지닌 탄소를 포함한다. 불소화 금속 산화물의 금속은 주기율표(periodical system)의 III족(group) 및/또는 IV족 원소 중 하나 이상의 원소일 수 있다. 보다 바람직하게는 금속은 이트륨을 함유할 수 있거나 이트륨(Yttrium)일 수 있다.

[0011] 또 다른 실례에 따르면, 보호 필름(protective film)은, 보호 필름의 깊은 부분으로부터 보호 필름의 덜 깊은 부분까지 측정된 불소 농도가 증가하는 구배 층(gradient layer)을 포함 및/또는 보호 필름은, 기재(substrate)에서 더 먼 층의 불소 농도가 기재에서 가까운 층의 불소 농도보다 높은 상이한 불소 농도를 지닌 적어도 2개의 층(layers)을 포함하는 다층 시스템일 수 있다.

[0012] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 얇은 필름은 MaObFcCd 필름인데, 필름에서 이들 재료만을 고려하면, $0.25 < a < 0.4$, $0.2 < b < 0.6$, $0.1 < c < 0.6$ 및 $0.01 < d < 0.1$ 이고 $a+b+c+d = 1$ 이다. 이는 추가 재료가 필름에 존재할 수도 있음을 의미한다. 그러나 각각의 추가 재료의 농도는 5 at% 를 초과하지 않는 것이 바람직하다. 가장 바람직하게는 오염을 회피하기 어려운 것과는 별도로 추가 재료가 필름에 존재하지 않는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 본 발명에 따른 물품을 제조하는 방법이 개시되며, 여기서 기재의 적어도 일부를 덮는(overlaying) 보호 필름은 물리 기상 증착법(Physical Vapor Deposition,PVD) 및/또는 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition,CVD)에 의해 적용된다. 본 발명의 필름은 물리 기상 증착법(PVD) 및/또는 예컨대 플라즈마 촉진 CVD 와 같은 화학 기상 증착법(CVD)에 의해 반도체 생산 장비에 사용하기 위한 챔버 부품/구성요소에 적용될 것이다. 본 발명의 필름은 알루미늄 및/또는 산화 알루미늄 및/또는 양극 산화 알루미늄(anodized Aluminum) 및/또는 사전 코팅 알루미늄 및/또는 사전 코팅 양극 산화 알루미늄 부품에 적용하기에 가장 적합하다. 한가지 실례는 양극 산화 알루미늄 상에 용사(thermal spray) Y2O3 사전 코팅 층의 증착일 것이다. 예컨대 석영(quartz)과 같은 다른 기재도 가능하다.

[0014] 본 발명의 필름은 기재 상의 순수한 금속산화물(Me-O)로부터 시작하여 상부 층으로서 Me-O-F-C까지의 구배진 층(graded layer)을 포함하거나 구배진 층일 수 있다. 필름은 바람직하게는 표면 방향으로 증가하는 F 및/또는 C 농도를 지닌 2개의 층 또는 다층 시스템일 수도 있다.

[0015] 본 발명의 필름은 기재에 대한 접착-촉진수단(adhesion-promoting means)으로서 하나 이상의 금속 및/또는 금속 산화물 층(들)을 포함할 수 있다.

[0016] 바람직하게는 본 발명의 필름은 나노 압입(nanoindentation)에 의해 결정되는 적어도 10 GPa의 경도를 갖는다.

[0017] 바람직하게는 본 발명의 필름은 0.1㎛ 및 30㎛ 사이의 두께를 갖는다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 본 발명의 필름은 비정질 상(amorphous phase)을 갖지만, 바람직한 실시예에 따르면 본 발명의 필름은 예컨대 x-선 회절(x-ray diffraction)에 의해 결정되는 삼방정 및/또는 사방정 및/또는 바람직하게는 능면체 결정상(rhombohedral crystalline phase)과 같은 결정상을 갖는다.

[0019] 바람직한 실시예에 따르면 본 발명의 필름은 Ra < 1㎛, 바람직하게는 Ra < 0.25㎛, 가장 바람직하게는 Ra < 0.025㎛의 거칠기(roughness)를 갖는다.

[0020] 바람직한 실시예에 따르면 본 발명의 필름은 Rpk < 0.25㎛, 바람직하게는 Rpk < 0.10㎛, 가장 바람직하게는 Rpk < 0.025㎛의 감소된 피크 높이를 갖는다.

[0021] 본 발명의 필름은 예컨대 플라즈마 기상 증착(PVD) 공정, 바람직하게는 펄스 DC 및/또는 HiPIMS 및/또는 바이폴라(bipolar) HiPIMS 및/또는 변조 펄스 전력 마그네트론 스퍼터링(MPPS)과 같은 반응성 스퍼터 공정에 의해 제조된다. 반응성 공정이 사용되는 경우, 반응 가스는 예컨대 CF 함유 가스(CF4, C2F6, C3F8 등과 같은)와 산소 함유 가스(O2와 같은)의 혼합물일 수 있다. 타겟은 순수한 금속 타겟일 수 있다. 그러나, 예컨대 산화물, 바람직하게는 Y2O3 및/또는 불화물, 바람직하게는 YF3 또는 이들의 혼합물과 같은 세라믹 타겟일 수도 있다. PVD 공정은, 기존 기술(용사, 에어로졸 증착)에 비해 PVD 필름의 고유 밀도(inherent density) 와 다공성(porosity) 부족이 특히 미립자 형성의 감소에 긍정적으로 기여하기 때문에 특히 적합하다.

[0022] 플로팅(floating) 및/또는 DC 및/또는 펄스 DC 및/또는 바이폴라 및/또는 RF인 기재 바이어스를 사용하는 것이 유리할 수 있다.

[0023] Y2O3 및/또는 YOF 층과 같으나 이에 제한되지 않는 Y-함유 용사된 사전 코팅을 사용하는 것이 유리할 수 있다.

[0024] 적용의 실례는 정전 척(electrostatic chuck,ESC), 링(예컨대 프로세스 키트 링 또는 단일 링), 챔버 벽, 샤워헤드, 노즐, 뚜껑, 라이너, 창, 배플, 패스너를 포함하되 이에 제한되지 않는 챔버 구성요소이다.

[0025] 바람직하게는 코팅 동안 기재 온도는 180℃ 이하로 유지되며, 가장 바람직하게는 150℃ 이하로 유지된다. 더 높은 온도에서는 더 높은 증착 속도를 실현할 수 있지만 때때로 기재에 온도 제한이 있다는 점에 유의해야 한다.

[0026] 본 발명은 이제 실례에 기초하여 그리고 도면들의 도움으로 상세히 설명된다.

발명의 효과

[0027] 본 발명은 플라즈마 에칭 저항성이 우수하고, 반도체 디바이스의 생산을 위한 불소 플라즈마 기반 에칭 공정에 대해 높은 수준의 공정 안정성 및 재현성을 제공하는 향상된 공정 챔버 부품용 코팅을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 두번의 코팅 진행으로 인한 필름의 재료 조성을 보여준다.

도 2는 알루미나, 알루미늄 및 실리콘 상에 코팅된 필름의 상이한 거칠기 값을 보여준다.

도 3a는 샘플의 단면의 SEM을 보여준다.

도 3b는 샘플의 표면 일부의 SEM을 보여준다.

도 4는 두번의 코팅 진행으로 인한 필름의 측정된 경도 및 E-계수(modulus)를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 첫번째 코팅 진행에서 실리콘 기재뿐만 아니라 알루미늄 및 알루미나(4μ-in. Ra)가 솔벤트 세척되고 스테인리스-스틸 증착 시스템 내부의 2축 회전 유성연동 시스템(rotation planetary system)상에 로드된다.

[0030] 기재의 아르곤 플라즈마 에칭이 DC 필라멘트 방전(DC filament discharge) 및 펄스 DC 기재 바이어싱을 사용하여 수행된다.

[0031] 챔버는 1E-2mbar 이하로 진공처리(evacuated)되고 160sccm으로 조절된 아르곤 흐름이 확립된다.

[0032] 그 다음 펄스 DC 전력이 50% 전력 설정에서 시작하여 6kW로 증가하면서(ramping) 균형 잡힌 평면 이트륨 타겟에 전달된다.

[0033] 그 다음 반응 가스 O2 및 CF4는 C가 도핑된 이트륨 산화불소(Yttrium Oxyfluoride,YOFC) 코팅을 증착하는 데 사용된다. CF4 대 O2의 비율은 30:70 비율로 설정된다.

[0034] 그 다음 반응 가스가 5분의 기간에 걸쳐서 천천히 이 설정 비율로 조정되므로, 음극 전압(cathode voltage)은 565V(순수 금속 필름)으로부터 380V(완전히 산화 불소가 탄소 필름에 도핑됨)의 최종 설정점까지 꾸준히 감소한다. 이 시점에서 CF4/O2 비율은 여전히 고정된다, 가스 흐름의 약간의 조정은 증착 기간 동안 스퍼터링 음극(캐소드)의 작동 전압 설정값(setpoint)을 유지한다. 이로써 코팅의 YOF 기능성 상부 층에 대해 원하는 두께 2 μm에 도달할 때까지 조건이 일정하게 유지된다.

[0035] 두번째 코팅 진행이 수행된다. CF4 대 O2 비율을 제외한 모든 매개변수는 첫 번째 코팅 진행과 동일하다. CF4 대 O2 비율은 10:90 비율로 설정된다.

[0036] 도 1은 ERDA/RBS 분석에 의해 결정된 두 코팅 진행에 대한 생성된 코팅 조성을 보여준다. 코팅 조성은 원자비율 at.%로 주어진다. 검출 한계는 0.1 at.% 이하이다. 두 코팅 모두에 대해 C 농도가 1.2 at% 인 것을 볼수 있다. 대조적으로 CF4 /O2 비율이 증가하면 산소 농도는 내려하고 불소 농도는 올라간다.

[0037] XRD 측정은 코팅의 능면체 결정 구조를 보여준다.

[0038] 거칠기 측정은 스타일러스 프로필로미터(stylus profilometer)로 수행된다. 결과는 도 2에 도시된다. 본 발명의 필름은 박리 효과(flaking effect)를 감소시키는 데 도움이 될 수 있는 매우 작은 거칠기 값을 제공하는 것으로 보인다. 주목할 만한 것은 작은 Rpk(감소된 피크 높이) 값이다. 코팅 표면은 특별한 피크가 있는 토폴로지(topology)를 제공하지 않으며 구릉지 경관과 더 비슷하다. 이는 상부에서 찍은 도 3b의 SEM 사진에서도 볼 수 있다. 도 3a는 샘플 중 하나의 단면의 SEM을 보여준다.

[0039] 본 발명자들은 UNAT 장비(Universal Nanomechanical Tester)에서 수행된 샘플에 대한 경도 측정도 수행했다. 경도는 더 단단한 필름이 일반적으로 더 높은 밀도를 갖고 따라서 에칭될 가능성이 적기 때문에 적어도 간접적으로 역할을 할 수 있다. 필름은 5mN의 고정 부하(load)를 사용하여 45회 압입되었으며, 한편으로 압입 깊이는 필름 두께의 10% 이하로 유지된다(Oliver and Pharr 방법 규칙). 도 4는 각각의 측정(값)을 보여준다.

[0040] 경도 및 E-계수는 참조용으로 취해진 선행 기술 Y203 필름과 비교하여 동일한 범위에 있는 것으로 판명되었다.

도면

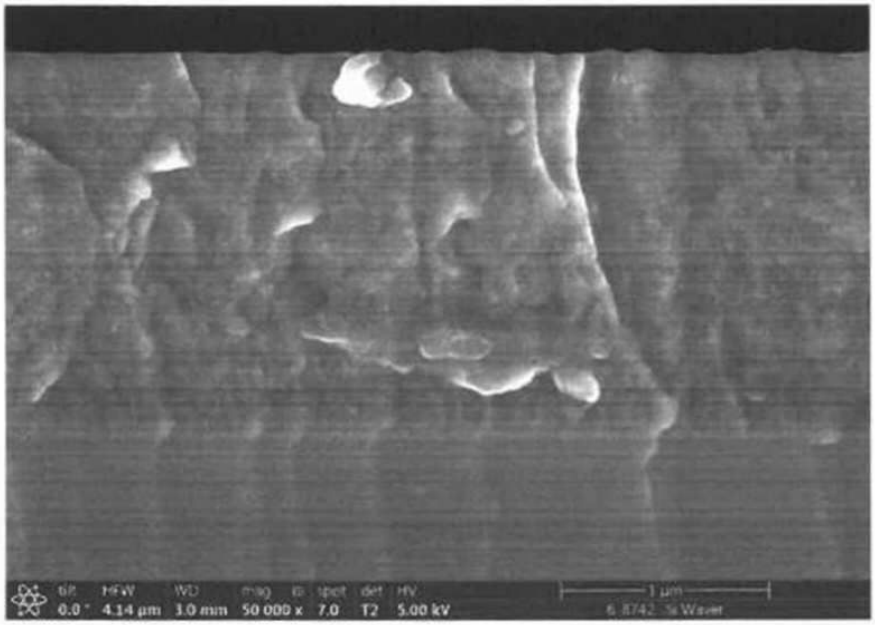
도면1

Element	#6-8741-CF_4/O_2 (10/90)	#6-8742 – CF_4/O_2 (30/70)
C	1.3	1.3
O	54.9	42.3
F	14.4	28.2
Y	29.4	28.2

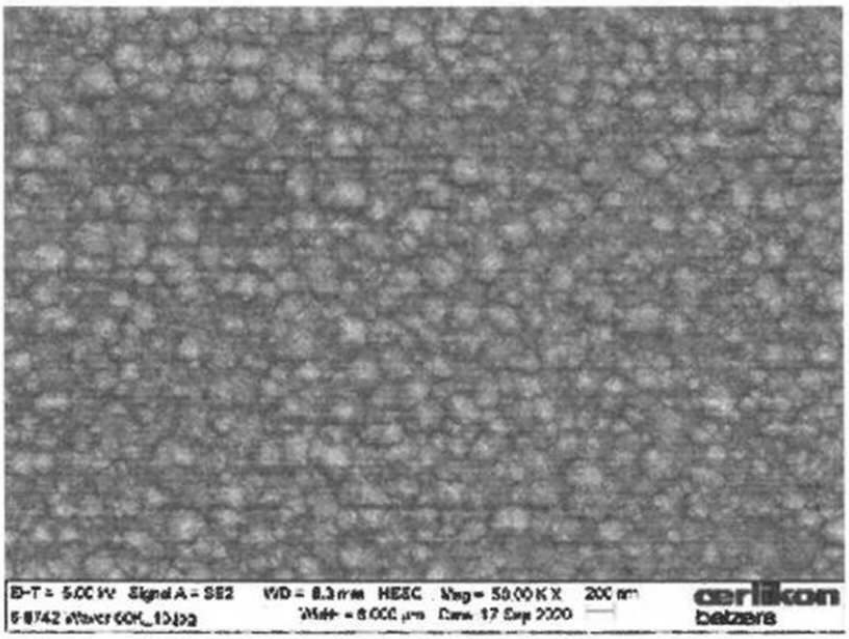
도면2

Sample ID	Substrate	R_a [μm]	R_z [μm]	R_{max} [μm]	R_{pk} [μm]
#6-8741 CF_4/O_2 (10/90)	Alumina	0.014	0.108	0.121	0.016
	Aluminium	0.036	0.338	0.541	0.052
	Silicon	0.013	0.097	0.104	0.015
#6-8742 CF4/O2 (30/70)	Alumina	0.014	0.100	0.109	0.014
	Aluminium	0.035	0.314	0.397	0.040
	Silicon	0.014	0.109	0.127	0.017

도면3a



도면3b



도면4

	PVD Y_2O_3 (Ref)	#6-8741-CF_4/O_2 (10/90)	#6-8742 – CF_4/O_2 (30/70)
Load [mN]		5.0	5.0
Indentation depth [nm]		127	146
Hardness [GPa]	12.85 ± 0.47 [*]	13.17 ± 0.84	10.73 ± 0.26
E-Modulus [GPa]	145 ± 3.0 [*]	175.7 ± 11.4	136.0 ± 3.3