



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월13일
 (11) 등록번호 10-1328492
 (24) 등록일자 2013년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/687 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0035983
 (22) 출원일자 2013년04월02일
 심사청구일자 2013년04월02일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2005191500 A*
 KR1020080009028 A
 KR1020110068409 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 주식회사 템네스트
 경기도 화성시 정남면 용수리 58-163
 (72) 발명자
 전영재
 경기도 용인시 처인구 한터로275번길 40, 104동
 1103호 (고림동, 예원마을 코아루아파트)
 (74) 대리인
 한라특허법인

전체 청구항 수 : 총 5 항

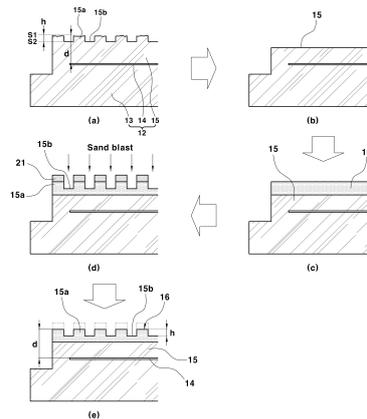
심사관 : 백진욱

(54) 발명의 명칭 **에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법**

(57) 요약

본 발명은 정전척 재생 방법에 관한 것으로서, 재생 가공 후라도 유전층 표면에서 전극층까지의 거리에 변화가 없도록 하여 재생 횟수를 늘릴 수 있고, 특히 척킹력 등 정전척 역할을 하도록 하는 전기적 작용 및 특성의 변화 없이 정전척 표면 부위를 완벽히 재생할 수 있는 방법을 제공하는데 주된 목적이 있는 것이다. 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 표면이 손상된 정전척을 준비하는 정전척 준비 단계와; 손상된 정전척 표면을 평탄하게 가공하는 평탄화 작업 단계와; 상기 평탄화 작업에 의해 얇아진 유전층의 두께를 보완하기 위해 평탄화된 표면의 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성하는 에어로졸 세라믹 코팅 단계와; 상기 에어로졸 세라믹 코팅막의 표면에 패터닝된 엠보싱 돌기들을 형성하는 단계와; 상기 엠보싱 돌기들이 형성된 에어로졸 세라믹 코팅막의 표면 평탄도 및 조도를 조정하기 위한 후속 가공을 하는 평탄도 및 조도 조정 단계를 포함하는 에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법을 제공한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

표면이 손상된 정전척을 준비하는 정전척 준비 단계;

손상된 정전척 표면을 평탄하게 가공하되, 손상된 정전척 표면에 존재하는 엠보싱 돌기와 돌기 사이의 패턴 홈이 모두 제거될 수 있도록 패턴 홈의 깊이 이상으로 평탄화 가공하는 평탄화 작업 단계;

상기 평탄화 작업에 의해 얇아진 유전층의 두께를 보완하기 위해 평탄화된 표면의 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성하되, 에어로졸 세라믹 코팅막을 포함한 유전층 두께가 손상 전 제품의 유전층 두께와 동일해지도록 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성하는 에어로졸 세라믹 코팅 단계;

상기 에어로졸 세라믹 코팅막의 표면에 패턴화된 엠보싱 돌기들을 형성하되, 에어로졸 세라믹 코팅막을 마스크를 사용하여 마스크한 뒤 블라스트 가공하여 패턴화된 엠보싱 돌기 및 돌기 사이의 패턴 홈을 손상 전 제품과 동일하게 형성하는 단계;

상기 엠보싱 돌기들이 형성된 에어로졸 세라믹 코팅막의 표면 평탄도 및 조도를 조정하기 위한 후속 가공을 하는 평탄도 및 조도 조정 단계;

를 포함하는 에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 정전척은 유전층 소재가 AlN, Al₂O₃, SiC, 및 TiO₂ 중 선택된 산화물, 질화물, 또는 탄화물의 세라믹 재질이거나, Al₂O₃와 TiO₂의 복합 세라믹 재질인 것을 특징으로 하는 에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 평탄화 작업 단계에서 폴리싱, 래핑, 또는 연마의 방법으로 표면을 평탄화하는 것을 특징으로 하는 에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 에어로졸 세라믹 코팅막의 소재로 플라즈마 식각에 대한 우수한 내식성을 가진 Y₂O₃의 세라믹 재질을 사용하는 것을 특징으로 하는 에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 평탄도 및 조도 조정 단계에서 폴리싱, 랩핑, 또는 연마의 방법으로 조정하는 것을 특징으로 하는 에어로 졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 정전척 재생 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 반복 사용으로 인해 유전층 표면 부위가 손상된 정전척을 다시 사용할 수 있도록 재생하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 반도체 소자나 LCD 등의 제조 공정 중에 식각 공정(etching process)을 위한 장치에는 웨이퍼를 공정챔버 내 정위치에 고정시켜 주는 정전척(ESC:Electrostatic Chuck)이 포함되어 있다.

[0003] 정전척에 웨이퍼를 정위치에 고정하는 이유는 웨이퍼에 대한 식각 공정 중 웨이퍼가 이동하지 않도록 하기 위함이며, 정전척에 정전 전압을 공급하여 웨이퍼와 정전척 간에 정전력이 발생되도록 하고, 이때 발생한 정전력을 이용하여 웨이퍼를 고정(척킹(chucking))하게 된다.

[0004] 반도체 제조 공정 중 상기의 식각 공정은 정전척에 웨이퍼를 고정한 뒤 웨이퍼 위에 증착된 금속, poly-Si, 산화막 등의 막을 플라즈마 분위기에서 파내는 공정이다.

[0005] 반도체 소자는 통상적으로 포토리소그래피 등을 이용하여 웨이퍼 표면에 도전층과 절연층을 패터닝하는 공정에 의해 전자회로소자를 구현함으로써 얻어지고, 웨이퍼 표면의 도전층과 절연층은 식각 또는 증착에 의해 패터닝된다.

[0006] 상기 식각 또는 증착은 웨이퍼를 정전척에 정전력으로 고정한 뒤 공정챔버 내에서 진행하며, 공정챔버 내에서 플라즈마 분위기를 유지하여 식각 또는 증착을 행하게 된다.

[0007] 이와 같은 반도체 제조 공정 중에서 건식 식각 공정은 소정의 전극에 고주파수를 인가하고 공정 가스를 주입하여 플라즈마를 발생시킴으로써 웨이퍼 상에 미세 패턴을 형성하는 공정이며, 이를 수행하는 건식 식각 장치로는 이온 농도와 이온 에너지의 독립적인 제어가 가능할 뿐만 아니라 공정의 마진을 증가시키고 웨이퍼의 손상을 크게 줄일 수 있는 디커플스(DPS:Decoupled Plasma Source) 장치가 주로 이용된다.

[0008] 이러한 디커플스 장치에는 공정챔버 내에서 플라즈마에 의한 식각 공정이 수행될 웨이퍼가 안착, 고정되는 정전척이 이용되고 있으며, 이러한 정전척은 웨이퍼 고정 기능과 더불어, 특히 플라즈마를 이용하는 건식 식각 공정에서 챔버 상부에 설치되는 RF 상부 전극에 대한 하부 전극의 기능, 그리고 고온 가공되는 웨이퍼의 온도를 일정하게 유지시키는 기능 등을 한다.

[0009] 그 밖에 정전척은 상기한 식각 공정뿐만 아니라 화학기상증착, 스퍼터링, 포토리소그래피, 이온주입 등의 다양한 공정에서 피처리물을 고정하기 위한 수단으로 널리 이용되고 있다.

[0010] 도 1은 반도체 제조 공정에 널리 사용되고 있는 통상의 정전척(10)을 나타내는 개략적인 단면도로서, 정전척 바디(금속 프레임)(11)의 최상부에는 정전절연막(12)이 형성된다.

[0011] 상기 정전절연막(12)은 정전력을 크게 하기 위해 가능한 한 유전율이 높은 재료를 사용(예컨대, Al₂O₃를 사용)하여 형성하며, 구조로 구분할 때 단층막과 3중막 등을 들 수 있다.

- [0012] 단층막으로는 세라믹 막 및 폴리이미드 막 등이 있고, 3중막으로는 세라믹-금속-세라믹으로 구성된 막이 있다.
- [0013] 상기 3중막은 정전척 바디(11) 위에 절연층(세라믹 막임)(13)이 형성되고, 이 절연층(13) 위에 고전압이 인가되는 전극(D/C electrode) 부분으로 도전층(금속 막임, 이하 '전극층'이라 함)(14)이 형성되며, 이 전극층(14) 위에 웨이퍼(미도시) 등의 피처리물이 안착되는 부분으로 유전층(세라믹 막임)(15)이 형성된 구조로 되어 있다.
- [0014] 단층막에서는 웨이퍼의 정전 전압과 정전척 바디에 공급된 정전 전압 간에 정전력이 형성되며, 3중막의 경우에는 웨이퍼의 정전 전압과 정전척 바디(11)의 하부를 통해 전극층(14)에 공급된 정전 전압 간에 정전력이 형성된다.
- [0015] 또한 상기 정전척 바디(11)의 상부 가장자리 전 둘레를 따라서는 미도시된 에지링(edge ring)(또는 포커스링(focus ring)이라 함)이 조립될 수 있고, 정전척 바디(11)의 내부에는 정전척의 온도 제어를 위해 미도시된 칠러(chiller)나 히터 등과 같은 온도조절수단이 설치된다.
- [0016] 또한 도면부호 15a는 피처리물이 안착되는 정전척의 표면(유전층의 표면)을 엠보싱(embossing) 가공하여 요철 구조를 이루도록 형성된 엠보싱 돌기를 나타낸다.
- [0017] 이 엠보싱 돌기(15a)는 정해진 패턴과 높이(h)로 형성되는데, 돌기와 돌기 사이의 패턴화된 홈(15b) 역시 정해진 깊이를 가지며, 웨이퍼 등 피처리물의 가공 동안 패턴 홈의 내부에는 헬륨 등의 가스가 충전(充填)된 상태에서 정전척 및 웨이퍼의 온도 조절이 이루어지게 된다.
- [0018] 한편, 반도체 소자를 제조하는 데에는 화학기상증착, 스퍼터링, 포토리소그래피, 에칭(식각), 이온주입 등의 수많은 단위 반도체 제조 공정들이 순차적으로 또는 반복적으로 수행된다.
- [0019] 이러한 각 공정에서는 웨이퍼를 공정챔버 내부의 정전척에 고정하여 가공한 후, 다음 가공을 위해 정전척을 클리닝(cleaning)해야 하며, 이에 각 정전척은 클리닝 과정을 여러 번 반복하게 된다.
- [0020] 이와 같이 정전척은 반도체 제조 공정 중에 고온에서 반복적으로 사용될 뿐만 아니라 잦은 클리닝을 필요로 하므로, 사용횟수가 많아지게 되면 반복된 가공(식각 가공 등) 및 클리닝으로 인한 표면 부위의 손상이 발생하게 되고(손상과 더불어 표면 조도 변화 등의 문제가 발생함), 이러한 손상은 척킹의 불안정을 유발하여 결과적으로 정전척의 기능을 상실시킨다.
- [0021] 특히, 엠보싱 돌기(15a)들이 손상될 경우 돌기 사이의 공간(15b)에 충전되어 잔류되는 헬륨 등의 가스가 외부로 누출되면서(He leak) 엠보싱 돌기의 주된 역할, 즉 정전척 및 웨이퍼의 온도 조절이 제대로 이루어지지 않게 된다.
- [0022] 따라서, 이 경우에는 손상된 정전척을 폐기하고 새로이 제작된 정전척으로 교체하는 것이 요구된다.
- [0023] 그러나, 통상의 정전척은 고가이므로, 교체 요구시마다 사용된 정전척을 폐기하고 매번 정전척 신품을 사용하는 것은 반도체 제조 공정의 제조 비용을 증가시키는 문제점을 야기한다.
- [0024] 이에 따라 반복 사용으로 인해 손상된 정전척을 폐기하지 않고 다시 사용할 수 있도록 재생하는 기술이 요구되고 있다.
- [0025] 도 2는 종래의 정전척 재생 과정을 나타내는 공정도로, 도 1의 'A' 부분을 확대하여 나타낸 단면도이며, 이를 참조하여 종래의 재생 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0026] 도시된 바와 같이, 종래의 재생 과정에서는 피처리물의 안착, 고정이 이루어지는 정전척 표면 부위, 즉 유전층(15) 표면 부위를 손상된 엠보싱 돌기(15a) 부분이 모두 제거될 수 있도록 연마하고, 이어 연마된 표면에 대해 엠보싱 가공을 하여 다시 규정된 높이의 엠보싱 돌기를 형성하게 된다.
- [0027] 예를 들면, 정전척에서 엠보싱 돌기(15a)의 규정된 높이(h)가 바닥면에서 15 μm 인 사양일 경우, 엠보싱 돌기가 모두 제거될 수 있도록 15 ~ 18 μm 정도를 연마하고, 이어 연마된 표면에 홀이 형성된 마스크(mask)를 얹은 상태에서 샌드 블라스트(sand blast) 공정을 통해 마스크의 홀이 위치한 유전층(15a) 표면 부분을 파내는 방식으로 규정 높이(h)의 패턴화된 엠보싱 돌기를 다시 형성하게 된다(엠보싱 가공).
- [0028] 상기와 같이 엠보싱 가공을 통해 패턴화된 엠보싱 돌기(15a) 및 패턴 홈(15b)(소정 깊이를 가지는 돌기와 돌기 사이의 공간)가 형성되고 나면 다시 표면 조도를 맞추기 위한 폴리싱(polishing) 가공을 하게 된다.
- [0029] 그러나, 이러한 재생 방법은 재생시마다 유전층(15)의 표면을 깎아낸 뒤 그 표면을 엠보싱 및 폴리싱 가공하는

방식이므로 재생이 반복될 때마다 유전층의 두께가 점차 얇아지는 문제가 있다.

- [0030] 정전척에서 유전층(15)의 두께(표면에서 전극층까지의 거리)는 척킹력(chucking force) 등의 전기적 작용 및 특성을 변화시키는 요소이므로 재생이 이루어지더라도 일정 수준 이상을 유지하는 것이 반드시 필요하다.
- [0031] 하지만, 종래의 재생 과정에 의하면 엠보싱 및 폴리싱의 가공량으로 인해 재생시마다 유전층(15)의 두께가 크게 감소되며, 실제로 재생이 1 ~ 3 회로 한정되는 등 재생 횟수가 매우 제한적이다.
- [0032] 이에 정전척 재생을 통해 제조 비용을 절감하고자 하는 경제적 이득 측면에서 큰 효과를 얻기가 어려운 것이 현실이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0033] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출한 것으로서, 유전층 표면 부위가 손상된 정전척을 폐기하지 않고 다시 사용할 수 있도록 재생하는 방법을 제공하고, 이를 통해 정전척 신품 사용시에 비해 제조 공정의 비용을 줄일 수 있도록 함에 그 목적이 있는 것이다.
- [0034] 특히, 본 발명의 목적은 재생 가공 후라도 유전층 표면에서 전극층까지의 거리에 변화가 없도록 하여 재생 횟수를 늘릴 수 있고, 특히 척킹력 등 정전척 역할을 하도록 하는 전기적 작용 및 특성(상기 거리에 의해 달라질 수 있는 특성임)의 변화없이 정전척 표면 부위를 완벽히 재생할 수 있는 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0035] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 표면이 손상된 정전척을 준비하는 정전척 준비 단계와; 손상된 정전척 표면을 평탄하게 가공하는 평탄화 작업 단계와; 상기 평탄화 작업에 의해 얇아진 유전층의 두께를 보완하기 위해 평탄화된 표면의 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성하는 에어로졸 세라믹 코팅 단계와; 상기 에어로졸 세라믹 코팅막의 표면에 패터화된 엠보싱 돌기들을 형성하는 단계와; 상기 엠보싱 돌기들이 형성된 에어로졸 세라믹 코팅막의 표면 평탄도 및 조도를 조정하기 위한 후속 가공을 하는 평탄도 및 조도 조정 단계를 포함하는 에어로졸 코팅을 이용한 정전척 재생 방법을 제공한다.
- [0036] 여기서, 상기 정전척은 유전층 소재가 AlN, Al₂O₃, SiC, 및 TiO₂ 중 선택된 산화물, 질화물, 또는 탄화물의 세라믹 재질이거나, Al₂O₃와 TiO₂의 복합 세라믹 재질인 것을 특징으로 한다.
- [0037] 또한 상기 평탄화 작업 단계에서 손상된 정전척 표면에 존재하는 엠보싱 돌기와 돌기 사이의 패턴 홈이 제거될 수 있도록 패턴 홈의 깊이 이상으로 평탄화 가공하는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 또한 상기 평탄화 작업 단계에서 폴리싱, 랩핑, 또는 연마의 방법으로 표면을 평탄화하는 것을 특징으로 한다.
- [0039] 또한 상기 에어로졸 세라믹 코팅 단계에서 에어로졸 세라믹 코팅막을 포함한 유전층 두께가 손상 전 제품의 유전층 두께와 동일해지도록 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 또한 상기 에어로졸 세라믹 코팅막의 소재로 AlN, Al₂O₃, Y₂O₃, SiC, TiN, 및 TiO₂ 중에 선택된 산화물, 질화물, 또는 탄화물의 세라믹 재질을 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0041] 또한 상기 엠보싱 돌기들을 형성하는 단계는 에어로졸 세라믹 코팅막을 마스크를 사용하여 마스크한 뒤 블라스트 가공하여 패터화된 엠보싱 돌기 및 돌기 사이의 패턴 홈을 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0042] 또한 상기 엠보싱 돌기들을 형성하는 단계에서 엠보싱 돌기 및 패턴 홈을 손상 전 제품과 동일하게 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [0043] 또한 상기 평탄도 및 조도 조정 단계에서 폴리싱, 랩핑, 또는 연마의 방법으로 조정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0044] 이에 따라 본 발명의 정전척 재생 방법에서는 정전척에서 손상된 유전층 표면 부위를 에어로졸 세라믹 코팅에 적절한 수준의 평탄도와 조도를 나타내도록 평탄화하고, 이어 평탄화 가공에 의해 얇아진 유전층의 두께를 보완하기 위하여 유전층 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성한 뒤, 에어로졸 세라믹 코팅막에 패터닝된 엠보싱 돌기를 형성하는 과정으로 정전척을 재생해줌으로써 정전척을 폐기하지 않고 다시 사용할 수 있도록 만들 수 있다.
- [0045] 이와 같이 재생된 정전척을 사용함으로써 고가의 정전척을 신제품으로 교체하는 것에 비해 소요되는 비용을 줄일 수 있고, 반도체 제조 공정의 제조 비용을 줄일 수 있다.
- [0046] 특히, 재생 가공 후라도 유전층 표면(에어로졸 세라믹 막이 코팅된 표면)에서 전극층까지의 거리에 변화가 없으므로 재생 사용 횟수를 종래에 비해 늘릴 수 있고, 척킹력 등 정전척 역할을 하도록 하는 전기적 작용 및 특성의 변화없이 정전척 표면 부위를 재생할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0047] 도 1은 반도체 제조 공정에 널리 사용되고 있는 통상의 정전척을 도시한 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 종래의 정전척 재생 과정을 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 재생 과정을 나타내는 공정도이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 재생 과정의 각 단계별로 정전척 표면 부위의 상태를 순서에 따라 도시한 개략 단면도이다.
- 도 5와 도 6은 에어로졸 코팅과 플라즈마 용사 코팅 방법으로 형성한 막의 현미경 촬영 사진이다.
- 도 7은 같은 조건에서 코팅막의 플라즈마 식각 속도(plasma etching rate)를 비교하여 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0048] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.
- [0049] 본 발명은 정전척 바디(금속 프레임)에 절연층, 전극층(도전층) 및 유전층, 또는 정전척 바디에 전극층 및 유전층이 차례로 적층되어 구성되는 정전척의 재생 방법에 관한 것으로서, 피처리물(웨이퍼나 기판 등)이 안착, 고정되는 손상된 표면 부위를 가공하여 다시 사용할 수 있도록 재생하는 방법에 관한 것이다.
- [0050] 특히, 본 발명은 재생 가공 후라도 정전척의 표면(유전층의 표면)에서 전극층까지의 거리에 변화가 없도록 하여 재생 횟수를 늘릴 수 있고, 특히 정전척 역할을 하도록 하는 전기적 작용 및 특성(척킹력 등)의 변화없이 손상된 정전척 표면 부위를 완벽히 재생할 수 있는 방법을 제공하고자 하는 것이다.
- [0051] 도 3은 본 발명에 따른 재생 과정을 나타내는 공정도이고, 도 4는 본 발명에 따른 재생 과정의 각 단계별로 정전척 표면 부위의 상태를 순서에 따라 도시한 개략 단면도이다.
- [0052] 도 4에서 S1은 손상 전 제품(신품 또는 이전 재생 제품)의 최상단 표면 레벨, 즉 유전층(15)의 최상단(엠보싱 돌기(15a) 상단) 표면 레벨을 나타내고, S2는 엠보싱 돌기(15a) 사이의 홈(15b) 바닥면(즉, 패턴 홈 바닥면) 레벨을 나타내며, h는 규정된 돌기(15a) 높이를, 그리고 d는 S1 표면으로부터 전극층(14)까지의 수직 거리를 나타낸다.
- [0053] 도 4는 재생 과정을 설명하기 위한 도면으로, (a)는 표면 부위가 손상된 재생 전 상태의 단면도이고, (b) 유전층(15)에 대한 평탄화 작업을 거친 정전척의 단면도이며, (c)는 평탄화 작업에 의해 얇아진 유전층(15)의 두께를 보완하기 위해 유전층(15)의 상부에 에어로졸(aerosol) 세라믹 코팅막(16)을 형성한 상태의 단면도이다.
- [0054] 또한 도 4에서 (d)는 에어로졸 세라믹 코팅막(16)에 대해 패터닝된 엠보싱 돌기(15a)들을 새로이 형성하는 엠보싱 가공(블라스트 가공) 상태의 단면도이며, (e)는 새로운 엠보싱 돌기(15a)들이 형성된 에어로졸 세라믹 코팅막(16)에 대해 평탄도 및 조도 맞춤을 위한 후속 가공 작업을 거친 최종 상태의 단면도이다.

- [0055] 도 4에는 정전척 바디에 절연층(13), 전극층(14), 유전층(15)이 차례로 적층되어 구성된 정전척의 예를 도시하였으나, 본 발명의 재생 방법은 정전척 바디에 전극층을 접착제 등으로 부착한 정전척(접착제층이 절연층 역할을 함)의 경우에도 적용이 가능하다.
- [0056] 반도체 제조 공정 등에 사용되는 정전척은 구성이나 형상, 각 층의 두께, 엠보싱 돌기의 높이 등에 있어서 다양한 사양을 가지며, 본 발명의 재생 방법은 유전층(15)과 전극층(14), 그리고 유전층 표면의 엠보싱 돌기(15a)를 가지는 정전척이라면 모두 적용이 가능하고, 본 발명의 재생 방법이 적용될 수 있는 정전척의 구성이나 형태에 있어서는 특정하게 한정되지 않는다.
- [0057] 도 4에는 정전척 바디(금속 프레임)(도 1에서 도면부호 11임)에 대해서는 도시하지 않았으나, 정전척 바디는 전원 인입봉이 수직인 상태로 설치될 수 있도록 내부에 형성된 수직 관통공을 포함할 수 있으며, 그 밖에 공기 및 냉각수를 순환시키기 위한 냉각통로를 포함할 수 있다.
- [0058] 이러한 정전척 바디는 알루미늄 합금 등의 금속 재질로 형성될 수 있다.
- [0059] 또한 본 발명의 재생 방법이 적용 가능한 정전척에서 절연층(13)은 정전척 바디의 상부에 형성되며, 절연층(13)의 상부에는 전극층(14)과 유전층(15)이 차례로 적층 형성되고, 이 중에서 절연층(13)과 유전층(15)은 세라믹 재질로 이루어질 수 있다.
- [0060] 이러한 구성에서 미도시된 전원 인입봉을 통해 정전척 바디에 인입된 전원이 절연층(13) 상부의 전극층(14)에 인가됨으로써 정전기력이 발생하고, 이 정전기력에 의해 정전척이 웨이퍼를 클램핑(척킹)하게 된다.
- [0061] 전극층(14)의 상부에 형성되는 유전층(15)은 반도체 제조 공정의 고온으로부터 정전척을 보호하는 역할을 하며, 이는 정전척의 최상부층이면서 최외곽층이므로 반도체 제조 공정의 고온에서 사용 횟수가 많아질 경우 손상된다.
- [0062] 유전층(15)의 소재로는 AlN, Al₂O₃, SiC, TiO₂ 등의 산화물, 질화물, 또는 탄화물의 세라믹 재질이 주로 사용되고, 그 밖에 Al₂O₃와 TiO₂의 복합 세라믹 재질이 사용될 수도 있다.
- [0063] 이러한 유전층(15)의 소재는 그 예를 든 것일 뿐, 이것에 의해 본 발명의 재생 방법이 적용될 수 있는 정전척이 한정되는 것은 아니다.
- [0064] 또한 유전층(15)의 표면에는 정해진 패턴 형상 및 높이(h)를 갖는 엠보싱 돌기(15a)가 소정의 엠보싱 가공에 의해 형성되는데, 신품 제작시에 엠보싱 돌기(15a)들은 유전층(15)의 표면을 마스크를 이용하여 마스크링한 후 블라스트 가공(예, 샌드 블라스트) 등의 방법으로 가공하여 형성할 수 있다.
- [0065] 이러한 엠보싱 가공을 통해 유전층(15)의 표면에 요철(凹凸) 구조가 형성될 수 있고, 이러한 요철 구조에서 돌기(15a)와 돌기 사이의 공간은 소정 깊이의 홈(15b)이 되는 바(돌기 상단부터 소정 깊이를 가지는 홈 형상임), 이 홈 역시 정해진 패턴 형상과 깊이(돌기 높이와 동일함)를 가지므로, 이하 본 명세서에서는 돌기와 돌기 사이의 공간을 패턴 홈이라 칭하기로 한다.
- [0066] 먼저, 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 정전척 재생 방법은, 표면이 손상된 정전척을 준비하는 정전척 준비 단계(S1), 손상된 정전척 표면을 평탄하게 가공하는 평탄화 작업 단계(S2), 상기 평탄화 작업에 의해 얇아진 유전층(15)의 두께를 보완하기 위해 평탄화된 표면의 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막(16)을 형성하는 에어로졸 세라믹 코팅 단계(S3), 상기 에어로졸 세라믹 코팅막(16)의 표면을 블라스트 가공하여 패턴화된 엠보싱 돌기(15a)들을 형성하는 단계(S4), 및 상기 엠보싱 돌기(15a)들이 형성된 표면의 평탄도 및 조도를 일정 요구 수준으로 맞춰주는 평탄도 및 조도 조정 단계(S5)를 포함하여 구성된다.
- [0067] 이러한 본 발명의 재생 과정에서, 평탄화 작업 단계(S2)는 표면에 형성되어 있는 패턴 홈(15b)의 깊이 이상을 가공하여 표면을 평탄하게 만들어주는 단계이며, 에어로졸 세라믹 코팅 단계(S3)는 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성하여 표면 평탄화 가공으로 얇아진 유전층(15)의 전체 두께를 손상 전 제품과 동일하게 만들어주는 단계이다.
- [0068] 여기서, 재생시 형성되는 에어로졸 세라믹 코팅막 역시 유전 재질로 이루어지므로, 상기 S3 단계에서 손상 전 제품의 두께 수준으로 보완되는 상기 유전층의 전체 두께는 기존 유전층에 에어로졸 세라믹 코팅막을 더 포함하는 유전층 전체의 두께로 이해해야 할 것이다.
- [0069] 또한 일단 재생되고 난 정전척의 경우 최상단 표면 부위가 에어로졸 세라믹 코팅막으로 이루어지고, 상기 에어

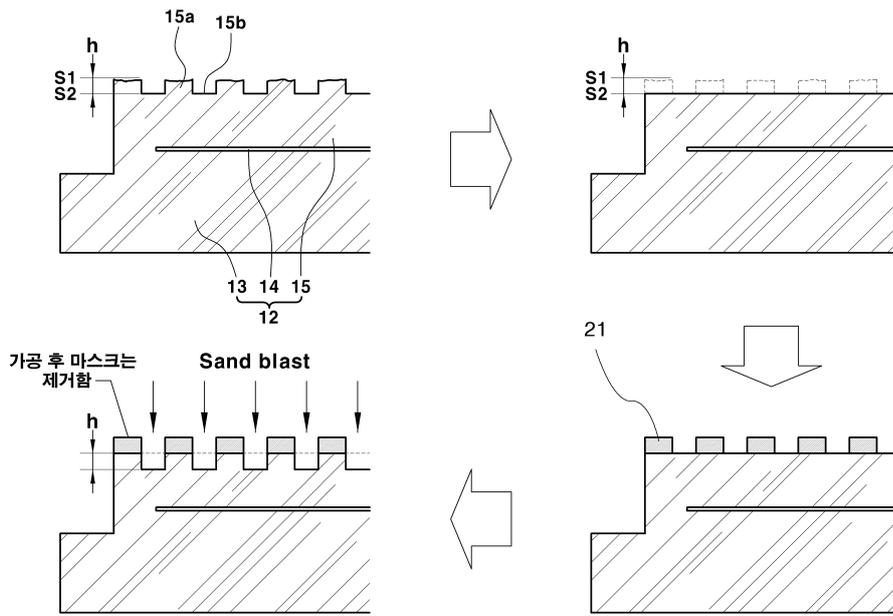
로졸 세라믹 코팅막에 엠보싱 돌기들이 형성되므로, 두 번째 재생시부터는 이하 S1 단계에서 기술되는 유전층(표면이 손상된 유전층)이 에어로졸 세라믹 코팅막에 해당하는 것임을 이해해야 할 것이다.

- [0070] 더불어, S2 단계에서 기술되는 유전층(평탄화 가공되는 유전층)은 에어로졸 세라믹 코팅막, 또는 에어로졸 세라믹 코팅막 및 기존 유전층(코팅막 아래의 유전층)에 해당하는 것임을 이해해야 할 것이다.
- [0071] 단, 첫 번째 재생시의 경우 S1 및 S2 단계에서의 유전층이 에어로졸 세라믹 코팅막이 아닌 기존 신품에서의 유전층을 의미한다.
- [0072] 상기 블라스트 가공 단계(S4)는 에어로졸 세라믹 코팅막(16)의 표면을 가공하여 손상 전 제품과 동일한 사양으로 패턴화된 엠보싱 돌기(15a) 및 패턴 홈(15b)을 형성하는 단계이며, 상기 평탄도 및 조도 조정 단계(S5)는 정전척 표면의 불규칙한 평탄도 및 조도를 일정 수준으로 조정해주는 표면 가공 단계이다.
- [0073] 이하, 각 단계에 대해 좀더 상세히 설명하기로 한다.
- [0074] 먼저, 정전척 준비 단계(S1)는 재생하고자 하는 정전척, 즉 식각 등의 공정에서 반복적으로 사용함으로 인해 피처리물이 안착, 고정되는 유전층(15)의 표면 부위가 손상된 정전척을 준비하는 단계이다.
- [0075] 예로서, 반복 사용으로 인한 손상에 의해 유전층(15)의 표면 평탄도와 조도가 적어도 각각 15 μm , 0.5 μm 이상이 된 정전척을 준비한다.
- [0076] 이렇게 유전층(15)의 표면 평탄도 및 조도가 신품 또는 이전 재생 제품과 다르게 변화되는 주된 이유는 정전척이 반도체 제조 공정 중 고온에서 반복적으로 사용되기 때문이며, 반복적으로 사용된 정전척의 경우 돌기(15a) 등의 유전층 표면 요소가 손상된 상태이므로 유전층 표면이 미세하지만 울퉁불퉁한 상태를 나타내게 된다(도 4의 (a) 참조).
- [0077] 유전층 표면이 손상된 정전척은 공정에서 정전기력에 의해 웨이퍼를 클램핑하는 기능을 온전히 수행할 수 없다.
- [0078] 다음으로, 재생하고자 하는 정전척이 준비되면, 손상된 정전척 표면, 즉 유전층(15) 표면을 연마 가공하여 평탄하게 만들어주는 평탄화 작업(S2)을 진행하며, 이때 유전층 표면의 엠보싱 돌기(15a)와 패턴 홈(15b)이 모두 제거될 수 있도록 패턴 홈의 깊이 이상으로, 예컨대 표면으로부터 대략 25 ~ 30 μm 의 두께만큼을 연마하여 제거한다(도 4의 (b) 참조).
- [0079] 평탄화 작업 단계에서 유전층 표면을 평탄화하기 위해 폴리싱(polishing), 랩핑(lapping), 또는 그 밖의 알려진 연마 방법으로 유전층 표면을 연마하는 것이 가능하다.
- [0080] 한편, 평탄화 작업 단계를 마치고 나면, 평탄화 가공으로 인해 얇아진 유전층의 전체 두께(d)를 손상 전 제품의 수준으로 만들어주기 위해 평탄화된 표면에 에어로졸 세라믹 코팅을 실시한다(S3)(도 4의 (c) 참조).
- [0081] 이때, 평탄화 작업 단계의 가공량을 고려하여 전극층(14)으로부터 코팅막 표면까지의 두께(즉, 에어로졸 세라믹 코팅막을 포함하는 유전층 전체의 두께)가 손상 전 제품의 유전층 전체 두께(d)와 동일한 수준이 될 수 있도록 에어로졸 코팅 장비를 이용하여 평탄화 가공된 표면에 에어로졸 세라믹 코팅막(16)을 형성한다.
- [0082] 이러한 에어로졸 세라믹 코팅 단계는 유전층 표면 높이를 높게 하는 단계로서, 평탄화 작업 단계를 거친 정전척을 진공압 상태의 밀폐된 챔버 공간에 거치한 뒤, 유전층 표면에 대해 고압 분출되는 압축공기나 헬륨(He) 등의 캐리어(carrier) 가스를 이용하여 미세한 사이즈(예, 1 ~ 3 μm)의 세라믹 입자를 초음속으로 충돌시키는 과정으로 진행된다.
- [0083] 이때, 세라믹 입자들은 표면과 충돌하면서 나노 사이즈의 미세한 입자로 깨지게 되며, 응집력을 갖게 되는 나노 사이즈의 미세한 입자들이 표면에서 엉킴과 동시에 쌓이면서 막을 형성하게 된다.
- [0084] 상기한 에어로졸 세라믹 코팅 단계에서 코팅막(16)의 소재로는 AlN, Al₂O₃, Y₂O₃, SiC, TiN, TiO₂ 등의 산화물, 질화물, 또는 탄화물의 세라믹 재질이 사용될 수 있다.
- [0085] 본 발명에서 적용되는 에어로졸 세라믹 코팅막은 플라즈마 용사 코팅 등의 타 방법에 의해 형성되는 코팅막에 비해 기공이 없는 치밀한 막 구조를 가지며, 따라서 플라즈마에 대한 내식성이 우수하다는 이점이 있다.
- [0086] 도 5와 도 6은 동일한 Y₂O₃ 소재를 사용하여 각각 에어로졸 코팅과 플라즈마 용사 코팅 방법으로 형성한 막의 현미경 촬영 사진으로서, 도 10은 1000배, 도 11은 3000배로 확대하여 촬영한 사진을 나타낸다.
- [0087] 도 5를 참조하면, 플라즈마 용사 코팅막의 경우 에어로졸 코팅막에 비해 많은 기공(void)과 불규칙한 적층 구조

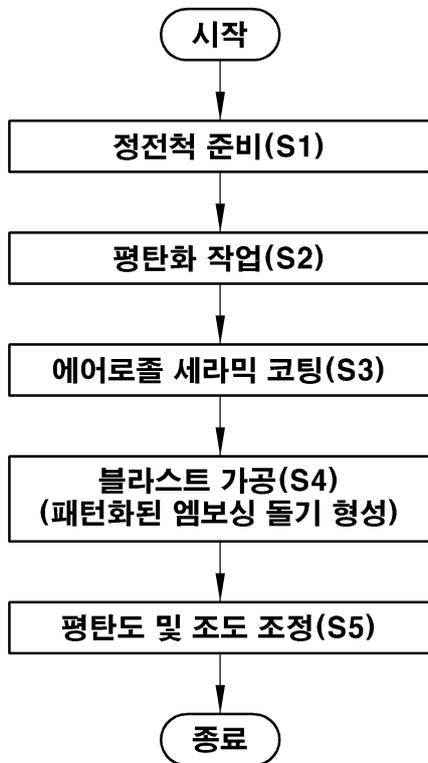
를 가짐을 알 수 있다.

- [0088] 또한 도 6을 참조하면, 에어로졸 코팅막의 경우 치밀한 막 구조를 가짐을 알 수 있으며, 이에 에어로졸 코팅막이 우수한 플라즈마 내식성을 갖는 반면, 플라즈마 용사 코팅막의 경우에는 기공의 존재로 인해 플라즈마 침투가 상대적으로 용이하다.
- [0089] 또한 도 7은 같은 조건에서 코팅막의 플라즈마 식각 속도(plasma etching rate)를 비교하여 나타낸 것으로, Y_2O_3 에어로졸 코팅막의 경우 Al_2O_3 용사 코팅막 및 Y_2O_3 용사 코팅막, Al_2O_3 소결막 모두에 비해 우수한 내식성을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0090] 그 밖에 에어로졸 세라믹 코팅막의 경우 접착 강도가 우수하므로 700℃ 이상의 고온 공정에서도 유전층 표면에서 이격되는 현상이 나타나지 않으며, 무엇보다 플라즈마에 대한 내식성이 우수하므로 정전척 재생 후 기존 신문에 비해 수명이 보다 향상되는 효과를 기대할 수 있다.
- [0091] 다음으로, 에어로졸 세라믹 코팅이 완료되고 나면, 에어로졸 세라믹 코팅막(16)의 표면을 엠보싱 가공하여 손상 전 제품과 동일한 패턴의 엠보싱 돌기(15a)들을 형성한다(S4).
- [0092] 이때, 마스크(21)를 이용하여 코팅막(16)의 표면을 마스크한 뒤 블라스트 가공(예, 샌드 블라스트)하여 코팅막(16)의 표면에 요철(凹凸) 구조를 형성하며(도 4의 (d) 참조), 이 과정에서 패턴화된 엠보싱 돌기(15a)들과 돌기 사이의 공간인 패턴 홈(15b)들이 형성된다.
- [0093] 이 단계에서 정전척 신문 또는 이전 재생 후 제품과 상이한 패턴 및 치수의 돌기(15a)들과 홈(15b)들이 형성될 수도 있지만, 동일 패턴 및 치수의 돌기와 홈을 형성하기 위해서는 신문 제작시나 이전 재생시와 홈 형상 및 홈 배치 형상에 있어서 동일한 마스크가 이용되어야 한다.
- [0094] 또한 블라스트 가공시 홈(15b)들의 가공 깊이는 평탄도 및 조도 조정 단계를 모두 거친 상태에서 규정된 돌기 높이(홈 깊이), 즉 손상 전 제품과 동일한 돌기 높이(h)를 충족시킬 수 있는 수준으로 설정됨이 타당하다.
- [0095] 이후 엠보싱 돌기(15a)들이 형성된 에어로졸 세라믹 코팅막(16)의 평탄도 및 조도를 개선하기 위한 후속 가공, 즉 평탄도 및 조도 조정 단계(S5)를 진행하며, 코팅 후 폴리싱, 래핑, 또는 그 밖의 알려진 연마의 방법으로 연마 가공하여 불규칙한 평탄도 및 조도를 미리 정해진 수준으로 만들어준다.
- [0096] 상기와 같이 평탄도 및 조도 조정 단계를 마치고 나면 손상 전 제품과 동일한 사양의 재생품이 최종적으로 완성되어지게 된다(도 4의 (e) 참조).
- [0097] 도 4의 (e)를 참조하면, 재생품에서는 기존 유전층(15)의 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막(16)이 적층되어 있고, 에어로졸 세라믹 코팅막(16)에 패턴화된 엠보싱 돌기(15a)와 패턴 홈(15b)이 형성되어 있음을 볼 수 있다.
- [0098] 본 발명의 재생 과정에서는 손상된 표면을 제거한 후 에어로졸 세라믹 코팅막(16)을 형성하여 유전층 두께를 보완한 뒤 돌기(15a)들과 홈(15b)들을 형성하므로 재생 후라도 하더라도 전극층(14)으로부터 최상단 표면까지의 거리(d)가 신문이나 이전의 재생품과 동일한 수준으로 관리될 수 있다.
- [0099] 또한 에어로졸 세라믹 코팅막(16)에 신문 또는 이전 재생품과 동일한 치수의 돌기(15a)들과 홈(15b)들을 형성하므로 기능이나 특성상 큰 차이가 없는 재생품을 만들어낼 수 있다.
- [0100] 이와 같이 하여, 본 발명에서는 정전척에서 손상된 유전층 표면 부위를 에어로졸 세라믹 코팅에 적절한 수준의 평탄도와 조도를 나타내도록 평탄화하고, 이어 평탄화 가공에 의해 얇아진 유전층의 두께를 보완하기 위하여 유전층 상부에 에어로졸 세라믹 코팅막을 형성한 뒤, 에어로졸 세라믹 코팅막에 패턴화된 엠보싱 돌기를 형성하는 과정으로 정전척을 재생해줌으로써 정전척을 폐기하지 않고 다시 사용할 수 있도록 만들 수 있다.
- [0101] 이와 같이 재생된 정전척을 사용함으로써 고가의 정전척을 신제품으로 교체하는 것에 비해 소요되는 비용을 줄일 수 있고, 반도체 제조 공정의 제조 비용을 줄일 수 있다.
- [0102] 이러한 본 발명의 재생 방법에 따르면, 재생 후라도 유전층 표면(에어로졸 세라믹 막이 코팅된 표면)에서 전극층까지의 거리에 변화가 없으므로 재생 사용 횟수를 종래에 비해 늘릴 수 있고, 척강력 등 정전척 역할을 하도록 하는 전기적 작용 및 특성(상기 거리에 의해 달라질 수 있는 특성임)의 변화없이 정전척 표면 부위를 재생할 수 있다.
- [0103] 이상으로 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명하였는 바, 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 다음의 특허청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태

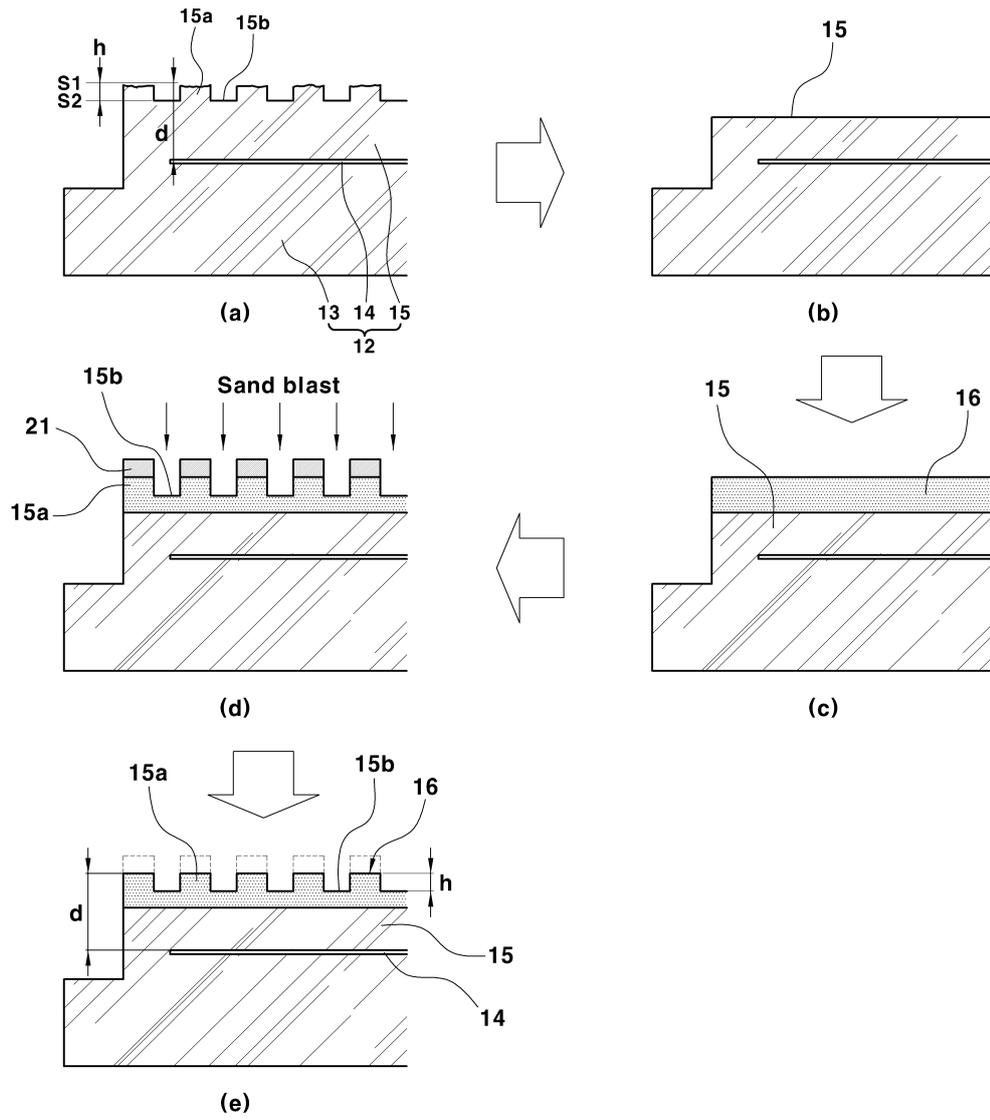
도면2



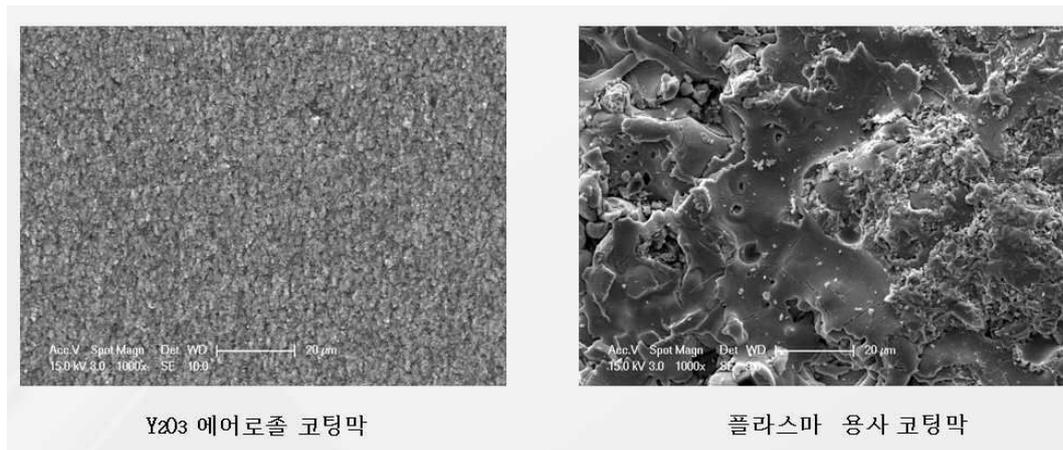
도면3



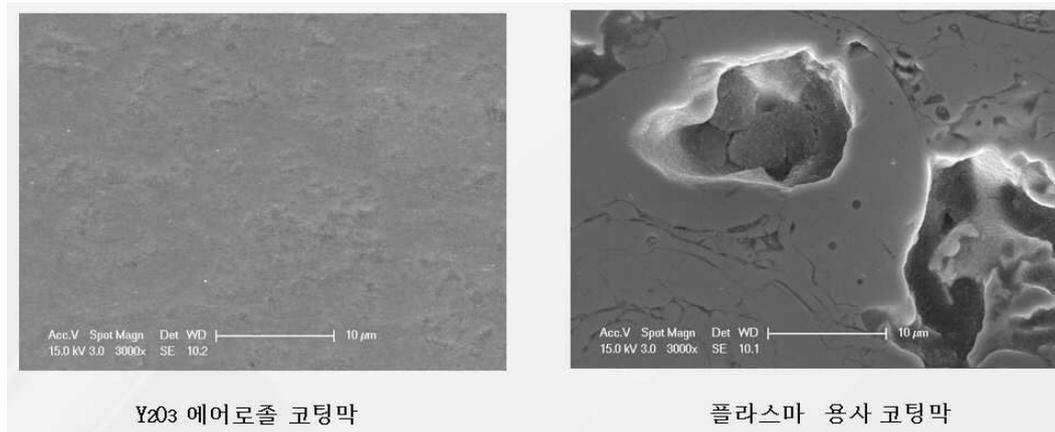
도면4



도면5



도면6



도면7

