

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2008-0008941 (43) 공개일자 2008년01월24일
(51) Int. Cl. <i>H01L 21/683</i> (2006.01) <i>H01L 21/687</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2007-0015622 (22) 출원일자 2007년02월14일 심사청구일자 2007년02월14일 (30) 우선권주장 1020060067754 2006년07월20일 대한민국(KR)	(71) 출원인 충남대학교산학협력단 대전광역시 유성구 공동 220번지 충남대학교 (72) 발명자 백경호 대전 유성구 하기동 송림마을2단지 201동 101호 (74) 대리인 권오식, 박창희, 김종관	

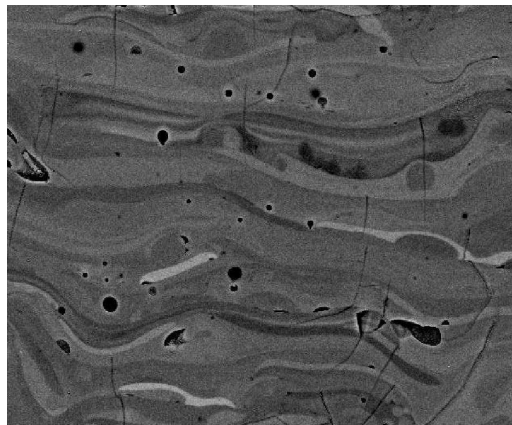
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 고저항 세라믹 열용사 코팅 소재 및 이를 포함하는정전척의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 반도체/디스플레이패널 제조장비에서의 웨이퍼 또는 유리기판을 안정적으로 고정시킬 때 사용되는 정전척의 제조방법에 관한 것으로, 정전척의 핵심 부분을 열용사 코팅에 의하여 형성하되 흡착강도의 증대, 균일한 흡착력, 탈착시간의 단축 그리고 수명의 연장을 이루기 위하여 전기적 절연특성과 유전특성이 요구되는 부분을 내구성이 우수한 Al_2O_3 -YAG계 코팅 소재를 적용하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

금속 모재에 하부 유전층, 전도성 전극층 및 상부 유전층을 적층하여 형성하는 정전척 제조방법에 있어서, 상기 하부 유전층 또는 상부 유전층 중 1층 이상이 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말을 열용사 코팅하여 형성되는 것을 특징으로 하는, Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 유전층을 갖는 정전척의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 Al_2O_3 -YAG 복합산화물은 5 내지 95 중량%의 YAG 및 95 내지 5 중량%의 Al_2O_3 로 이루어지는 Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 유전층을 갖는 정전척의 제조방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 상부 유전층 또는 하부 유전층 중 어느 하나 이상의 표면은 액상의 유기계 또는 무기계 실링액에 의해 실링 처리되며, 실링 처리된 유전층은 $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상의 체적고유저항 및 30 kV/mm 이상의 절연파괴전압을 가지는 것을 특징으로 하는 Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 유전층을 갖는 정전척의 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말은 Al_2O_3 분말 및 YAG분말을 포함하는 슬러리 혼합액을 분무 건조하여 5 내지 100 μm 크기로 제조된 것을 특징으로 하는 Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 유전층을 갖는 정전척의 제조방법.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항에서 선택되는 어느 한 항의 제조방법에 의해 제조된 Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 유전층을 갖는 정전척.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <9> 본 발명은 반도체/디스플레이패널 제조 장치의 핵심 부품인 정전척에 관한 것으로, 우수한 절연특성 및 유전특성을 나타내는 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅 소재를 정전척에 적용하는 것이다.
- <10> 최근 반도체 및 디스플레이패널 제조 공정 기술의 경향인 웨이퍼 또는 유리기판(이하 피처리물로 통칭함)의 대형화, 회로의 고집적화 및 초미세 가공, 그리고 플라즈마 식각 공정 등의 기술동향은 박막증착과 식각공정에서 피처리물을 고정시키는 방법에 큰 변혁을 요구하고 있다. 종래에는 기계적 클램프 또는 진공척을 이용하여 피처리물을 고정하였으나, 최근의 차세대 반도체/디스플레이패널 공정 장비에는 정전기력을 이용한 정전척이 핵심 부품으로 사용되고 있다.
- <11> 정전척은 2개 이상의 유전층(또는 전기적 절연층)과 각 유전층 사이에 전도성 전극층을 삽입하여 구성되어 있으며, 전도성 전극층에 직류전압이 인가됨에 따라 유전체의 분극현상에 의하여 피처리물에 반대 극성이 발생됨으로써 피처리물과 유전체간의 인력을 발생시키는 장치이다. 정전척과 피처리물간의 접촉면 전체에 걸쳐 강하고 균일한 정전기력이 발생됨으로써, 피처리물의 표면 평활도를 확보할 수 있음과 동시에 온도 제어가

용이하며, 오염입자의 발생을 최소화 시킬 수 있는 장점이 있다. 정전척은 상부 유전층의 종류에 따라 양극산화형, 폴리이미드형, 세라믹 시트(sheet)형 등이 있으며, 내구성과 수명이 우수한 세라믹 시트(sheet)형이 주로 사용되어 가는 추세이다.

<12> 종래의 세라믹 sheet 접착형 정전척은 모재에 세라믹 절연 시트, 전도성 전극 시트, 세라믹 유전체 시트를 순차적으로 접착하는 방식이며, 상당히 고가의 부품이다. 이 경우 고분자 수지 또는 실리케이트 화합물을 이용한 접착층의 형성이 필수적이며, 이들 접착층은 세라믹보다 상대적으로 낮은 유전율과 내플라즈마 저항성, 그리고 낮은 열전도율을 가짐으로 인하여 높은 전압 인가하에서 장시간 사용시 접착층의 파단이 발생하는 단점이 있다. 또한, 접착제를 사용하는 방식은 100-1000 μ m 두께의 얇은 세라믹 시트의 가공이 필수적이며, 이로 인하여 대구경의 반도체 웨이퍼와 대면적의 평판 디스플레이패널의 제조에 사용되는 정전척에 대하여서는 적용할 수 없는 문제점이 있다.

<13> 이와 같은 종래 세라믹 시트 접착형 정전척의 문제점을 해결하기 위한 대체 기술로서 정전척의 핵심 구성부분인 유전층과 전극층을 열용사 코팅하는 방법이 제안되어 있다. 한국공개특허공보 제2002-0070340호에는 열용사 코팅공정을 이용하여 도 1에 나타낸 바와 같은 적층구조의 정전척 부재를 제조하는 방법이 제안되어 있으며, 이에 따르면 금속재 모재(1)의 표면에 언더코트(2)를 형성하고, 그 언더코트 위에 Al₂O₃ 세라믹으로 이루어지는 하부 절연층(3)을 형성하고, 그 절연층 위에 금속질 전극층(4)을 형성하고, 그 전극층 위에는 톱코트로서 Al₂O₃ 세라믹으로 이루어지는 상부 절연층(5)을 형성하는 것이다. 또한, 유전층의 소재 측면에서 정전기력을 높이기 위하여 Al₂O₃-TiO₂계 세라믹을 사용하는 것이 일본 공개특허공보 평6-8089호, 일본 공개특허공보 평3-147843호, 일본 공개특허공보 평3-204924호 및 한국공개특허공보 제1997-13180호 등에 개시되어 있다. 그러나 정전척에 사용되는 Al₂O₃-TiO₂계 열용사 코팅층은 낮은 체적 고유저항으로 인하여 전압 인가시 높은 누설전류를 초래하며, 전압의 인가를 중단하였을 때의 응답특성이 나쁜 단점이 있다. 이와 같은 단점을 극복하기 위하여 한국공개특허공보 제2002-0070340호는 유전층으로 전기저항이 보다 높은 Al₂O₃ 열용사 코팅층을 사용하는 것이 개시되어 있다. 그러나 Al₂O₃ 열용사 코팅층이 적용된 정전척 역시도 수 kV 이상의 고전압이 인가되었을 때에 높은 누설전류를 초래하며 느린 응답특성을 나타내는 단점이 있다. 특히 피처리물로 유리를 사용하는 대면적 디스플레이패널 제조 공정은 최소 3-5kV 이상의 고전압에 견딜 수 있는 정전척을 요구하므로 높은 체적전기저항과 절연파괴전압을 갖는 유전체 소재를 필요로 한다.

<14> 종래의 정전척에 사용되고 있는 Al₂O₃로 이루어지는 열용사 코팅층은 소결 세라믹 재료에 비하여 높은 기공도 및 결함을 내재하고 있다. 예를 들면, 상기 한국공개특허공보 제2002-0070340호에는 1~8%의 기공률을 갖는 Al₂O₃ 열용사 유전층에 대하여 기재되어 있다. 열용사 코팅층에서의 기공 및 결함의 생성 원인은 미용융된 입자들의 적층 혼입과 용융 액적의 응고 수축에 기인하며, 이들은 수 μ m 내지 수 십 μ m의 크기를 가지며 국부적인 영역에서 고립되어 존재하기도 하지만, 대부분의 경우에는 코팅층 전반에 걸쳐 서로 연결되어 3차원 네트워크를 형성하고 있다. 도 2는 상술한 종래의 정전척에 사용되고 있는 플라즈마 용사 Al₂O₃ 코팅층의 단면을 관찰한 미세조직을 나타낸 것이며, 약 5-15 μ m 크기를 갖는 기공들이 코팅층 전반에 걸쳐 무질서하게 생성되어 있다. 일반적으로 널리 이용되고 있는 기공율 측정방법인 200배 배율에서의 영상분석을 통한 기공율은 약 1-2% 내외를 나타내고 있다. 그러나 보다 높은 배율(1000배 이상)에서의 관찰한 Al₂O₃ 열용사 코팅층은, 도 3에 도시된 바와 같이, 도 2에서 보여주는 다소 조대한 기공들 이외에도 적층입자들간의 계면에 얇은 기공층이 존재하고 있으며, 또한 적층입자내에 미세균열들이 생성되어 있다. 이들 기공층과 미세균열들은 서로 연결되어 코팅층내에 3차원 결함 네트워크를 이루고 있으며 코팅층의 표면으로까지 연결되어 있다.

<15> 상술한 Al₂O₃ 열용사 코팅층의 기공 네트워크는 전하를 띄는 오염물질의 침입에 의하여 전도 경로로 작용하게 된다. 여기서 오염물질로는 대기중의 전하를 띄고 있는 다양한 입자와 수분을 들 수 있으며, 또한 정전척을 포함하는 장치 내에서의 플라즈마 입자들도 이에 포함된다. 그러므로 종래의 Al₂O₃를 열용사하여 이루어지는 세라믹 코팅형 정전척에 높은 전압을 인가하게 되면, Al₂O₃ 유전층보다 상대적으로 낮은 절연파괴전압을 나타내는 오염물질들의 존재로 인하여 정전척의 누설 전류가 크게 증가하게 되며, 결국 정전력을 소실하게 되는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로, 상기 한국공개특허공보 제2002-0070340호에 기재된 바와 같이, 외부로부터 코팅층으로의 오염물질의 침입을 단절하기 위하여 유기계 또는 무기계 실링재를 Al₂O₃ 열용사 코팅층에 주입하고, 이를 통하여 정전척의 저항을 향상시키는 방법을 강구할 수 있다. 그러나 실링재의 주입으로 코팅층

의 기공을 완전히 제거하는 것은 어려우며, 또한 Al_2O_3 에 비하여 상대적으로 낮은 유전율과 낮은 플라즈마 에칭 저항력을 갖는 실링재를 다량 사용함에 따라 정전척의 정전기력 감소, 내구성 감소 및 수명 단축을 초래할 수 있다. 그러므로 열용사법에 의하여 이루어지는 세라믹 코팅층의 기공율을 최소화시키는 것이 필요하다.

<16> 또한, 가넷(garnet) 결정구조를 포함하는 세라믹 분말을 열용사하여 코팅층을 형성하는 방법이 WO 03/059615호에 개시되어 있다. 상기 특허는 반도체 에칭 챔버내의 정전척을 비롯한 다양한 부품의 표면에 수 십 마이크로미터 두께의 가넷 결정구조의 코팅층의 형성을 통하여 플라즈마 가스에 대한 내부식성을 향상시키는 것을 목적으로 하고 있다. 이는 부품의 표면을 보호하기 위한 방법이며, 이를 통하여 정전척 부품의 정전특성의 향상을 기대하기는 어렵다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<17> 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 열용사법을 이용하여 세라믹 코팅 정전척을 제조함에 있어, 체적고유저항과 절연파괴전압이 높은 세라믹 코팅층을 하부 절연층 또는/및 상부 유전층에 적용함으로써, 정전척의 누설전류를 감소시키고 정전기력을 높임과 동시에 고전압 인가 시에도 우수한 정전특성을 발휘하게 하는데 목적이 있다.

<18> 또한 본 발명은 정전척을 구성하는 세라믹 코팅층을 제조함에 있어 기공 네트워크와 미세균열과 같은 결함의 생성을 억제시킴으로써 외부로부터 코팅층내로의 이종 오염 물질이 침입하는 것을 방지하고 실링재의 사용을 최소화하는데 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<19> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 정전척 부재 및 이의 제조방법은, 정전척 부재는 하부 유전(절연)층, 전도성 전극층 및 상부 유전(절연)층을 포함하여 이루어지고, 상기 하부 유전층 및 상부 유전절연층 중 적어도 하나는 Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 비결정질 코팅층으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<20> 상기 Al_2O_3 -YAG 복합산화물계 비결정질 코팅층은 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말을 열용사하는 공정에 의하여 형성하되, 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말은 각각 순도 98.0wt% 이상인 알루미늄 분말과 YAG 분말을 함유하는 슬러리를 제조한 후, 슬러리를 분무 건조하여 제조된 것을 사용하는 것이 바람직하다.

<21> 또한 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말은 5 내지 95 중량%의 YAG 및 95 내지 5 중량%의 Al_2O_3 로 이루어지는 것이 바람직한데, 이는 상기 YAG의 함량이 5중량% 미만일 경우 열용사 코팅층내에 비결정질 상이 형성되기 어렵고, 상기 함량이 95중량%를 초과하는 경우에는 미세균열의 발생 빈도가 크게 증가하는 문제점이 있기 때문이다. Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말은 열용사 코팅층내의 비결정질 상의 생성으로 인하여 적층입자의 응고수축을 최소화시킴과 동시에 적층입자간의 결합력을 증대시킬 수 있으며, 결국 적층입자 계면에서의 기공층과 미세균열의 발생이 억제된다.

<22> 또한 상기 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅층으로 이루어지는 유전층은 100-1000 μ m 두께를 가지는 것이 바람직하며, Al_2O_3 -YAG 복합산화물을 열용사 코팅하여 형성된 유전층은 체적고유저항 값이 $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상, 그리고 대기 중에서의 절연파괴전압이 15kV/mm 이상의 값을 가지며, 또한 코팅층의 기공도가 2% 이하로 우수하다.

<23> 또한 상기 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말을 열용사하여 이루어지는 하부 및 상부 유전(절연)층 중 어느 하나 이상의 코팅층은 액상의 유기계 또는 무기계 실링액에 함침시켜 실링 처리함으로써 체적고유저항값 및 절연파괴전압을 더욱 향상시킬 수 있으며, 실링 처리된 유전층의 체적고유저항 값이 $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상, 그리고 대기 중에서의 절연파괴전압이 30kV/mm 이상으로 정전척용 유전(절연)층으로 더욱 우수한 효과를 나타낸다.

<24> 이하 본 발명을 보다 상세히 설명한다.

<25> 본 발명은 금속 모재에 하부 유전층, 전도성 전극층 및 상부 유전층을 적층하여 형성하는 열용사 방법에 의한 정전척 제조방법에 관한 것으로, 상기 하부 유전층 또는 상부 유전층 중 1층 이상이 Al_2O_3 -YAG계 비결정질 코팅층으로 형성되는 것을 특징으로 한다.

<26> 먼저, Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말을 제조하는 방법에 대하여 살펴본다.

- <27> Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말은 Al_2O_3 와 페로브스카이트(perovskite) 구조를 갖는 YAG($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)의 원료분말을 이용하여 열용사법에 적합한 크기인 5-100 μm 의 Al_2O_3 -YAG계 분말과립을 분무건조법으로 제조한다. 그러나, 상기 입도 범위를 갖는 분말을 제조할 수 있으면 복합산화물 분말의 제조방법에 제한을 둘 필요는 없다. 이때 초기 원료분말은 순도 98wt% 이상과 입도 0.05-5.0 μm 범위를 가지는 것이 바람직하다. 복합산화물 전체 중량에 대하여 YAG의 함량은 본 발명의 효과를 구현하기 위하여 5 내지 95중량%인 것이 바람직하다. 상기 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말의 제조방법의 일례로서 분무건조법에 의한 제조과정을 설명하면 다음과 같다. Al_2O_3 분말과 YAG 분말, 그리고 바인더와 분산제를 액상용매에서 투입하고, 볼 밀링하여 균일하게 혼합된 슬러리를 만든다. 상기의 슬러리 혼합 용액을 고속으로 회전하는 아토마이저(atomizer) 또는 고압의 가스 아토마이저에 의하여 마이크로 크기의 액적으로 분사하여 고온의 공기 또는 불활성 가스 분위기에서 용매를 제거함으로써 Al_2O_3 -YAG계 과립 분말을 제조한다. 분무건조된 Al_2O_3 -YAG 복합산화물은 구형의 형상을 가지는 것이 바람직하며, 입도는 5-100 μm 의 범위가 적당하다. 분말의 입도가 5 μm 보다 작거나 또는 구형의 형상이 아닌 경우에는 분말의 유동성의 저하로 플라즈마 화염으로의 균일한 분사가 어려우며, 반면에 분말입도가 100 μm 보다 클 경우에는 플라즈마 화염 내에서 완전한 용융이 일어나지 않게 됨에 따라 코팅층 내에 결함들을 다량 형성하게 된다. 분무건조된 과립분말은 바로 열용사 코팅에 사용되어질 수 있으며, 또한 과립분말의 강도를 증대시키기 위하여 1000-1600 $^{\circ}\text{C}$ 에서 열처리 하여 열용사 코팅에 사용될 수 있다. 열처리 온도가 1000 $^{\circ}\text{C}$ 보다 낮은 경우에는 낮은 과립분말의 강도로 인하여 분말의 깨짐이 발생하게 되며, 반면에 1600 $^{\circ}\text{C}$ 보다 높게 되면 과립분말간의 소결로 인하여 조대한 분말 입도를 나타내게 된다.
- <28> 이하 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말을 열용사 코팅법에 의하여 하부 유전층 및 상부 유전층을 형성하는 정전척 제조 방법에 대하여 도 1을 바탕으로 보다 상세히 설명한다. 정전척 구성을 위하여 기계적 가공 또는 연마된 모재를 이용하여, 도 1에 나타난 바와 같이, 그 표면에 언더코트, 하부 유전층, 전극층, 상부 유전층을 열용사 코팅법으로 순차적으로 형성한다.
- <29> 모재의 표면은 열용사 코팅층의 계면접합력을 높이기 위하여 블라스트 처리하고, 그 후 조면화 처리한 기판 표면에 금속재 용사재료를 용사하여 언더코트를 형성한다. 언더코트는 정전척 모재와 하부 유전층 간에 높은 계면접합력을 부여하기 위하여 필요로 하며, 만약 정전척의 모재가 하부 유전층과 비슷한 열팽창계수를 가지는 경우에는 생략할 수 있다.
- <30> 언더코트 위에는, 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말을 열용사하여 하부 유전층을 형성한다. 하부 유전층의 두께는 정전척에 인가하는 직류전압에 세기에 따라 결정되며, 절연파괴가 일어나지 않을 정도로 충분히 두꺼워야 한다. 하부 유전층의 두께는 통상 100-1000 μm 범위로 하는 것이 바람직하다.
- <31> 상기 하부 유전층의 표면에는 마찬가지로 열용사 코팅법에 의해, 바람직하게는 주연부를 남기고 전도성 전극층을 형성한다. 전도성 전극층은 상온에서 높은 전기전도도를 가져야 하며, 대개의 경우 $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 이하의 전기비저항을 갖는 것이 바람직하다. 전극층은 높은 직류전압의 인가에 장시간 견딜 수 있어야 하므로, W, Mo, Ta, Re, Ni, Nb 등의 용점이 높은 내열 금속 및 그 합금을 이용하는 것이 바람직하며, 또한 전도성 세라믹 소재의 적용도 가능하다. 전도성 전극층의 두께는 20-100 μm 범위로 하는 것이 바람직하다.
- <32> 상기 전도성 전극층 위에는, 상기 하부 유전층과 마찬가지로, Al_2O_3 -YAG계 복합산화물 분말을 열용사하여 상부 유전층을 형성한다. 상부 유전층은 피처리물에 직접적으로 정전기력을 부여하는 역할을 하며, 주어진 유전재료에서 보다 높은 정전기력을 얻기 위하여서는 유전층의 두께가 얇으면서도 높은 직류전압에 견딜 수 있어야 한다. 그러므로 Al_2O_3 -YAG계 유전층은 100-500 μm 범위의 두께를 갖게 하는 것이 바람직하다.
- <33> 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물로 이루어지는 하부 및 상부 유전층은 높은 체적고유저항과 절연파괴전압을 가져야 하며, 동시에 누설전류를 최소화 하여야 한다. 이를 위하여 상기 Al_2O_3 -YAG계 용사 코팅층은 기공도가 2% 이하로 제한하는 것이 바람직하며, 또한 코팅층내 3차원 네트워크 구조의 미세 기공 채널의 발생을 최소한으로 억제하여야 한다.
- <34> 본 발명에 의하면, 하부 및 상부 유전층에 적용되는 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅층은 적층입자들간의 치밀한 결합으로 인하여 종래의 Al_2O_3 열용사 코팅층에서 관찰되는 미세 기공 네트워크 및 채널을 포함하지 않는 특징이 있다.

도 4는 본 발명에 따라 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅층의 단면 미세조직을 1000배의 배율에서 관찰한 것으로, 적층입자들 사이에 어떠한 기공층도 형성되어 있지 않고 있다. X-선 회절분석을 통하여 상기 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅층은 균일한 조성의 비결정질 구조를 갖는 상으로만 이루어져 있음을 확인하였다. 즉, 고온의 화염에 의하여 완전 용융된 상기 Al_2O_3 -YAG계 액상 입자는 모재의 표면에 도달함과 동시에 급속히 응고되며, 이때 Al_2O_3 -YAG 복합재의 높은 비결정질 형성 성능으로 인하여 액상에서의 불규칙 결정구조가 그대로 고상으로 변태한다. 따라서 액상에서 고상으로의 변태 시 발생하는 응고수축이 최소화됨으로 인하여 적층입자간의 계면분리가 발생하지 않게 되며, 결국 적층입자간의 계면 기공층이 발생하지 않게 되고 동시에 3차원 기공 네트워크의 생성 또한 억제된다. 이와 같은 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅층의 미세조직학적인 특징으로 인하여, 본 발명의 실시예에 기술된 바와 같이, 상기 Al_2O_3 -YAG계 열용사 코팅층이 적용된 정전척은 매우 높은 체적고유저항과 절연과피전압을 나타내고 있음을 실험을 통하여 확인하였다.

<35> 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물로 이루어지는 상부 유전층은 필요에 따라 코팅층의 두께 정밀성을 확보하고 표면조도를 감소시키기 위하여 기계적으로 연마하여 마무리 되어질 수 있다.

<36> 최종적으로, 열용사 코팅에 의하여 제조된 정전척은 유기계 또는 무기계 실링재를 도포하여 실링(sealing) 처리하여 체적고유저항 및 절연과피전압을 더욱 향상시킬 수 있다. 이 실링처리는 열용사 코팅층에 잔존하는 미세 기공부를 실링재로 충전함으로써 이물질과 전하를 띤 입자의 침투를 방지함으로써, 정전척에 전압인가 시 누설 전류를 최소화하여 정전기력을 높일 수 있으며 또한 절연과피에 의한 정전기력 소실을 방지할 수 있다. 종래에 정전척의 유전층은 결합 또는 기공도가 높아 Al_2O_3 에 비하여 상대적으로 낮은 유전율과 낮은 플라스마 에칭 저항력을 갖는 실링재를 다량 사용함에 따라 정전척의 정전기력 감소, 내구성 감소 및 수명 단축을 초래하는 문제점이 있으나, 본 발명에 따른 정전척의 유전층의 기공도가 2% 미만이므로 소량의 실링재를 사용하여 효과적으로 기공을 실링할 수 있어서 정전척 성능을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 상기 실링재는 에폭시 수지계, 페놀 수지계와 같은 유기계 실링재와 규소 화합물을 포함하는 무기계 실링재 등을 사용한다.

<37> 여기서, 상기 Al_2O_3 -YAG계 복합산화물로 이루어지는 정전척의 하부 및 상부 유전층을 형성하는데 사용되는 열용사법으로는 가스 화염 용사법, 저속 및 고속 화염 용사법, 폭발 용사법, 대기 플라스마 용사법, 감압 플라스마 용사법 등 어떠한 공지된 방법을 사용하여도 무방하나, 품질 안정성과 생산성의 관점에서 대기 플라스마 용사법이나 감압 플라스마 용사법 등을 사용하는 것이 바람직하다.

<38> 이하 본 발명을 실시예를 들어 보다 상세히 설명하나, 하기 실시예에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

<39> [제조예] Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말의 제조

<40> 통상의 알려진 분무건조공정(단행본: Ceramic precursor technology and its applications, 저자: C.K. Narula, 출판사: M. Dekker (N.Y.) 출판년도: 1995)을 이용하여 하기 표 1에 나타낸 바와 같은 조성 및 평균입경을 갖는 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말을 제조하였다.

<41> [표 1]

	Al_2O_3 : YAG 중량비	평균 입경(μm)
제조예 1	17 : 83	35
제조예 2	50 : 50	35
제조예 3	75 : 25	35
제조예 4	90 : 10	35

<42>

<43> [실시예 1 내지 4]

<44> 평판의 Al 모재(폭 100mm x 길이 100mm x 두께 5mm)의 한 면을 #100 Al_2O_3 입자를 이용하여 블라스팅 처리하여 표면거칠기(R_a : 2-3 μm)를 준 후, 그 표면의 전면에 상기 제조예에서 제조된 서로 다른 조성을 갖는 4종의 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말을 사용하여 대기 플라스마 용사법으로 500 μm 두께로 유전층인 Al_2O_3 -YAG계 코팅층을 형성하

였다. Al_2O_3 -YAG계 코팅층의 표면에 50mm x 50mm 면적부분을 전도성 전극층인 텅스텐을 대기 플라즈마 용사법으로 50 μm 두께로 형성하였으며, 상기 플라즈마 열용사 후 코팅층의 실링처리는 하지 않았다.

<45> [비교예 1]

<46> 실시예 1과 동일한 방법으로 유전층 및 전도성 전극층을 형성하되, 유전층 형성시 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말 대신에 순도가 99.9wt%의 Al_2O_3 용사분말을 이용하여 500 μm 두께의 유전층을 형성하였다.

<47> 상기 실시예 1 내지 4 및 비교예에서 제조된 시편을 이용하여 Al 소재와 텅스텐 코팅층의 양쪽에 직류전압을 인가하여 저항을 측정한 후 체적고유저항 값을 계산하였으며, 또한 0.5kV 단위로 인가전압을 증가시켜 코팅층의 절연파괴전압을 측정하였다. 상기 실험의 결과를 표 2에 나타내었다.

<48> [표 2]

	측정조건 및 코팅층	체적고유저항 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	절연파괴전압 (kV/mm)
비교예 1	온도 13℃, 습도 19%		
실시예 1	Al_2O_3	6.2×10^{10}	11.6
실시예 2	제조예 1의 Al_2O_3 -YAG	2.2×10^{13}	15.5
실시예 3	제조예 2의 Al_2O_3 -YAG	8.3×10^{13}	16.0
실시예 4	제조예 3의 Al_2O_3 -YAG	3.4×10^{13}	16.2
실시예 5	제조예 4의 Al_2O_3 -YAG	2.6×10^{13}	17.5
비교예 2	온도 5℃, 습도 84%		
실시예 1	Al_2O_3	2.6×10^{10}	<1.5
실시예 2	제조예 2의 Al_2O_3 -YAG	3.1×10^{13}	5.0
(비고) 코팅층의 저항은 1kV의 전압을 60초 동안 인가하여 측정하였으며, 단 온도 5℃, 습도 84%의 조건에서의 Al_2O_3 코팅층만이 낮은 절연파괴전압으로 인하여 0.5kV 인가전압에서 저항을 측정하였음.			

<49> 표 2에 나타난 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 측정조건에 관계없이, 본 발명의 Al_2O_3 -YAG계 코팅층은 종래의 Al_2O_3 코팅층보다 약 1000배 이상의 높은 체적고유저항과 높은 절연파괴전압을 나타내었다. 두 코팅층은 모두 습도에 민감한 전기적 절연 특성을 보였으며, 특히 Al_2O_3 코팅의 경우 1.5kV/mm 이하의 매우 낮은 전압인가에 대하여도 큰 누설전류를 흘렸다. 즉, 도 3에 나타난 바와 같이, Al_2O_3 코팅층 내에 다량 포함되어 있는 미세한 기공 네트워크/채널은 주위로부터의 침투된 수분에 의하여 전도경로로 작용한다. 정전척이 사용되는 실제 환경은 전하를 띄는 플라즈마에 노출되어 있으므로, 상기 Al_2O_3 코팅층은 정전척의 유전층으로 사용할 수 없다. 반면에 Al_2O_3 -YAG계 코팅층은 상기 표 1에 기재된 모든 조성에서 제한된 기공 네트워크/채널로 인하여 습도가 높은 환경에서도 비교적 높은 절연파괴전압을 유지하고 있다.

<51> [실시예 5 내지 8]

<52> 실시예 1 내지 4에서 형성한 상부 유전(절연)층의 표면에 유기계 액상 실링재를(Metcoseal ERS, Sulzer Metco Inc., USA) 도포한 후 진공에서 150℃에서 3시간 가열하는 실링처리를 더 진행한 것을 제외하고는 실시예 1 내지 4와 동일하게 유전층 및 전도성 전극층을 형성하였다.

<53> [비교예 2]

<54> 실시예 5와 동일한 방법으로 실링처리된 유전층 및 전도성 전극층을 형성하되, 유전층을 Al_2O_3 -YAG 복합산화물 분말 대신에 순도가 99.9wt%의 Al_2O_3 용사분말을 사용하였다.

<55> 표 3은 실링처리된 비교예 2의 Al_2O_3 코팅층과 실시예 2의 Al_2O_3 -YAG계 코팅층의 전기적 절연특성을 나타낸 것이다.

<56> [표 3]

	코팅층	체적고유저항 ($\Omega \cdot \text{cm}$)	절연파괴전압 (kV/mm)
비교예 2	Al_2O_3	2.3×10^{12}	19.4
실시예 5	제조예 1의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$	1.1×10^{15}	>44.0
실시예 6	제조예 2의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$	1.3×10^{15}	>44.0
실시예 7	제조예 3의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$	1.5×10^{15}	>44.0
실시예 8	제조예 4의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$	1.3×10^{15}	>44.0
(비고) 실링처리된 코팅층의 저항은 5kV의 전압을 60초 동안 인가하여 측정하였으며, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ 코팅층의 절연파괴전압의 경우 측정기기의 최대 인가전압까지 견디어 그 이상의 전압을 인가하지 못하였음.			

<57>

<58> 종래의 Al_2O_3 플라즈마 코팅층의 경우 실링처리에 행함에 따라 크게 증가된 체적고유저항과 절연파괴전압을 나타내었으나, 실링처리를 행한 후에도 실링처리를 하지 않은 본 발명의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ 계 코팅층과 비교하여 비슷한 값의 체적고유저항과 절연파괴전압을 나타내었다. 반면에 본 발명에 의한 실시예의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ 계 코팅층은 표 1에 기재된 모든 조성에서 실링처리에 의하여 $1 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상의 매우 높은 체적고유저항을 나타내었으며, ~44 kV/mm 이상의 매우 높은 직류전압 인가에도 절연파괴를 보이지 않았다.

<59> [실시예 9]

<60> 실시예 9에서는 종래의 Al_2O_3 플라즈마 코팅층과 본 발명의 실시예에 따른 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{YAG}$ 계 플라즈마 코팅층의 실제 정전척으로의 적용에 따른 전기적 절연특성을 평가한 결과이다. 이를 위하여 직류전압을 인가할 수 있는 금속 전극봉이 포함된 축소된 크기(폭 100mm x 길이 120mm)의 Al 정전척 모재를 가공하였으며, 그 상부에 언더코트, 하부 절연(유전)층, 도전성 전극층, 상부 유전(절연)층을 플라즈마 용사법을 이용하여 순차적으로 적층하였다. 이때 도전성 전극층의 코팅 면적은 80mm x 100mm 이었다. 금속 전극봉은 중간의 전도성 전극층과 직접적으로 연결되며, 금속 전극봉 주위는 하부 절연(유전)층과 동일한 재료로 처리하여 Al 모재와 절연하였다. 언더코트로서는 100 μm 두께의 Ni 코팅층을 형성하였으며, 전도성 전극층으로는 50 μm 두께의 W 코팅층을 형성하였다. 비교예의 경우에는 하부 및 상부 유전(절연)층으로 순도가 99.9wt%의 Al_2O_3 코팅층을, 본 발명의 실시예의 경우에는 제조예 2의 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ 복합산화물 분말($\text{Al}_2\text{O}_3\text{:YAG}$ 중량비 = 50:50, 평균입경 35 μm)을 사용하여 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ 계 코팅층을 각각 400 μm 두께로 플라즈마 용사법을 이용하여 형성하였다. 플라즈마 코팅 완료 후, 상부 유전(절연)층의 표면에 에폭시계 액상 실링재(Metco seal ERS, Sulzer Metco Inc., USA)를 도포한 후 진공에서 150℃에서 3시간 가열하는 실링처리를 행하였다.

<61> 상기 제조된 정전척의 전기적 특성을 평가하기 위하여, 대기 중에서 금속 전극봉에 0.5~5.0kV의 직류전압을 60초간 인가하여, 정전척의 누설전류 및 절연저항을 측정하였다.

<62> [표 4]

인가전압[kV]	누설 전류[nA]		절연저항[GΩ]	
	비교예3 (Al ₂ O ₃)	실시예9 (Al ₂ O ₃ -YAG)	비교예3 (Al ₂ O ₃)	실시예9 (Al ₂ O ₃ -YAG)
0.5	3.10	0.72	172	1000
1.0	5.75	1.37	164	790
1.5	8.70	1.98	167	780
2.0	12.03	2.56	143	890
2.5	16.44	3.10	153	940
3.0	20.81	3.84	147	780
3.5	절연파괴	4.52	절연파괴	890
4.0	절연파괴	5.15	절연파괴	815
4.5	절연파괴	5.85	절연파괴	890
5.0	절연파괴	6.05	절연파괴	820
5.0 (10min)	절연파괴	2.48	절연파괴	1950

<63>

<64> 종래의 Al₂O₃ 플라즈마 코팅층이 포함된 정전척은 인가전압의 증가와 함께 누설전류의 급격한 증가를 나타내었으며, 약 3.1kV의 인가전압에서 절연파괴 현상이 발생하였다. 반면에, 본 발명에 의한 Al₂O₃-YAG계 코팅층이 적용된 정전척은 동일한 인가전압에 대하여 Al₂O₃ 정전척과 비교하여 약 5배 이상의 높은 절연저항을 나타내었으며, 인가전압의 증가에 따른 누설전류의 증가가 크지 않았다. 또한 상기 Al₂O₃-YAG계 코팅층이 적용된 정전척에 5.0kV의 직류전압을 10분간 이상 장시간 인가하더라도 유전(절연)층의 절연파괴가 발생하지 않았다.

<65> [실시예 10]

<66> 상기 실시예 9에서 축소된 크기의 정전척의 특성을 바탕으로, 실제 크기의 디스플레이패널 장비용 정전척(가로 1950mm x 세로 2150mm)을 실시예 9와 동일한 방법으로 제조하였으며, 정전척의 전기적 절연특성을 평가하였다. 종래의 Al₂O₃ 열용사 코팅층이 적용된 정전척은 인가전압의 증가와 함께 누설전류가 크게 증가하였으며, 1-2kV 범위의 낮은 인가전압 하에서 아킹(arcing)이 발생하거나 절연파괴 됨으로써 정전척의 기능을 소실하였다. 반면에 본 발명의 Al₂O₃-YAG계 코팅층이 적용된 정전척의 경우, 인가전압 2.5-3.0kV에서 유리기관을 고정하기 위한 충분한 정전기력을 발생시켰으며, 그 이상의 전압에서도 절연파괴가 발생하지 않음과 동시에 허용된 범위의 누설전류를 나타내었다.

발명의 효과

<67> 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 열용사 코팅법을 이용한 정전척의 제조에 있어 체적고유저항과 절연파괴전압이 매우 큰 Al₂O₃-YAG계 코팅층을 하부 또는/및 상부 유전층에 적용함에 따라 정전척의 정전기력을 증가시킬 수 있고 동시에 내구성 및 수명을 크게 향상시킬 수 있다.

<68> 또한 본 발명에 따르면 정전척을 구성하는 유전층을 Al₂O₃-YAG계 열용사 코팅층으로 형성하여 기공 네트워크 및 채널 생성이 억제됨으로써 외부로부터 코팅층 내로의 이종 오염 물질의 침입을 억제하고 실링재의 사용을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

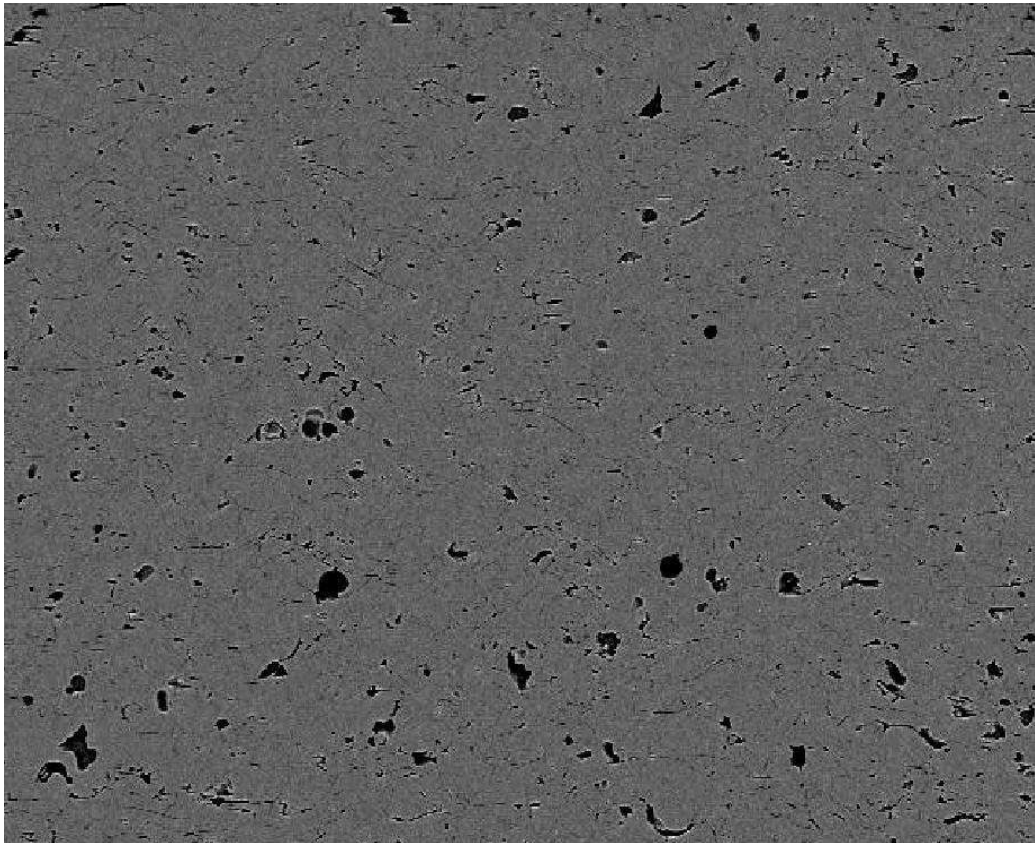
<1> 도 1은 정전척의 단면 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

<2> 도 2는 종래의 정전척에 사용되고 있는 플라즈마 용사 Al₂O₃ 코팅층의 단면을 200배의 배율에서 관찰한 미세조직을 나타낸 것이다.

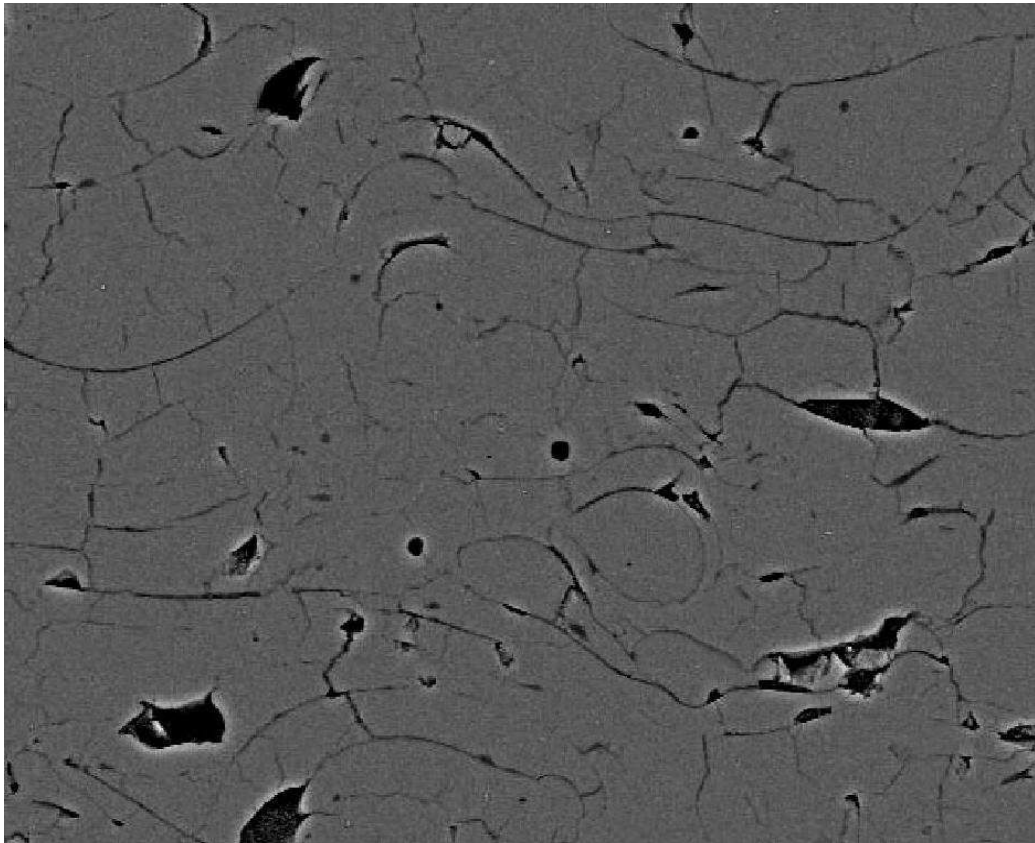
<3> 도 3은 종래의 정전척에 사용되고 있는 플라즈마 용사 Al₂O₃ 코팅층의 단면을 1000배의 배율에서 관찰한 미세조직을 나타낸 것이다.

<4> 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Al₂O₃-YAG계 코팅층의 단면을 1000배의 배율에서 관찰한 미세조직을

도면2



도면3



도면4

