



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/68 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년04월16일 10-0708237 2007년04월10일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2001-7004017	(65) 공개번호	10-2001-0083878
(22) 출원일자	2001년03월29일	(43) 공개일자	2001년09월03일
심사청구일자	2004년09월10일		
번역문 제출일자	2001년03월29일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/020615	(87) 국제공개번호	WO 2000/19519
국제출원일자	1999년09월10일	국제공개일자	2000년04월06일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 남아프리카, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장 09/163,370 1998년09월30일 미국(US)

(73) 특허권자 램 리써치 코퍼레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650

(72) 발명자 하워드,아쎈,엠.
미합중국,캘리포니아94566,폴리산톤,캐버넛코트4233

홀랜드,존,피.
미합중국캘리포니아95126,산조세,캘러베라스에비뉴1565

(74) 대리인 특허법인코리아나

(56) 선행기술조사문헌

10-1995-0034406

10-1998-0014133

* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김윤선

전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 진공 프로세서내의 유전 가공품의 정전 디척킹 방법 및 장치

(57) 요약

진공의 플라즈마 처리챔버내에서 처리된 유리가공품은, 가공품을 파지하는데 충분히 높은 전압을 유지하면서 처리동안 척킹전압을 점차 감소시킴으로써, 단극성(monopolar)의 정전척(electrostatic chuck)으로부터 디척킹(dechucking)된다. 처리동안의 척킹전압은 척으로 흐르는 열전달 액체의 흐름속도에 따라 제어되어 척킹력과 흐름속도를 대략 일정하게 유지하게 된다. 처리과정의 끝부분에서 척에 인가된 역극성 전압은 디척킹을 보조한다. 가공품 온도는 디척킹을 보조하도록 처리과정의 끝부분에서 높은 값으로 유지된다. 가공품이 척으로부터 들어올려질 동안 척을 통하여 흐르는 피크 전류는 다음의 디척킹 동작동안 역극성 전압의 크기 및/또는 지속시간을 제어한다. 챔버내의 불활성 플라즈마는 가공품이 척에서 들어올려진 후에 가공품으로부터 잔여의 전하를 제거한다.

특허청구의 범위

청구항 1.

기준전위에서의 금속벽을 가지며, 전극이 있는 정전척을 가지는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내에서 유전 가공품을 처리하는 방법에 있어서,

상기 척에 상기 가공품을 인가하는 단계;

상기 가공품이 상기 척 상에 있는 동안 상기 전극에 DC척킹 전압을 인가하는 단계;

상기 챔버 내에서 상기 가공품을 플라즈마로 처리하는 단계로서, 상기 플라즈마는 충분히 낮은 전기 임피던스를 가져 상기 플라즈마에 노출된 가공품의 앞면이 기준전위와 실질적으로 동일한 전위에 있도록 하는, 플라즈마 처리 단계;

상기 플라즈마에 노출되지 않은 상기 가공품의 뒷면에 열전달액체를 공급함으로써, 상기 플라즈마에 의해 상기 가공품이 처리되는 동안 상기 가공품 온도를 조절하는 단계로서, 상기 액체는 상기 척에 대해 상기 가공품으로 이동하는 성향을 가지고, 상기 척킹전압은 상기 척에 대해 상기 가공품으로 이동하려는 액체의 성향을 극복하도록 상기 가공품 상에 척킹력을 발생시키고, 상기 전극과 상기 가공품의 뒷면 사이의 유전체는 저항률을 포함하는 소정의 수동 전기적 특성을 가지고, 상기 수동 전기적 특성은, 상기 가공품의 처리 동안 상기 전극으로의 일정한 DC척킹 전압의 인가가 상기 가공품 상에 증가하는 척킹력을 발생시키도록, 척킹전압에 의해 유도된 척킹전하가 상기 가공품의 처리동안 상기 유전 가공품의 노출면에서 상기 유전 가공품의 비노출면으로 상기 유전 가공품을 통하여 전도되도록 하는, 온도 조절 단계;

상기 소정의 수동 전기적 특성에 의존하는 복수의 디척킹 처리단계 중 적어도 하나의 디척킹 처리단계를 선택하는 단계로서, 선택된 상기 적어도 하나의 디척킹 처리단계는 상기 가공품 상의 증가하는 척킹력을 발생하는 성향에도 불구하고 상기 척에서 가공품의 제거를 용이하게 하는 것으로 알려진, 적어도 하나의 디척킹 처리단계의 선택 단계; 및

상기 가공품처리가 완료된 때, 상기 척으로부터 상기 가공품의 제거를 용이하게 하기 위해 선택된 상기 적어도 하나의 디척킹 처리단계를 실행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 2.

기준전위에서 금속벽을 가지며, 전극이 있는 정전척을 가지는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내에서 유전 가공품을 처리하는 방법에 있어서,

상기 척에 상기 상기 유전 가공품을 인가하는 단계;

상기 전극에 DC 척킹전압을 인가하는 단계로서, 상기 척킹전압은 상기 가공품이 상기 척 상에 있는 동안 상기 전극에 인가되는, DC 척킹전압 인가 단계;

상기 챔버 내에서 상기 가공품을 플라즈마로 처리하는 단계로서, 상기 플라즈마는 충분히 낮은 전기 임피던스를 가져 상기 플라즈마에 노출된 상기 가공품의 앞면이 기준전위와 실질적으로 동일한 전위가 되도록 하는, 플라즈마 처리 단계;

상기 플라즈마에 노출되지 않은 상기 가공품의 뒷면에 냉각액을 공급함으로써, 상기 가공품이 상기 플라즈마로 처리되는 동안 상기 가공품을 냉각하는 단계로서, 상기 액체는 척에 관련된 가공품으로 이동하려는 성향을 가지고, 상기 척킹전압은 상기 척에 대해 상기 가공품으로 이동하려는 액체의 성향을 극복하도록 상기 가공품 상에 척킹력을 발생시키고, 상기 가공품, 및 상기 전극과 플라즈마에 노출되지 않은 상기 가공품의 뒷면 사이의 상기 유전체는, 상기 가공품의 처리 동안 상기 전극으로의 일정한 DC 척킹전압의 인가가 가공품상의 증가하는 척킹력을 발생시키도록, 상기 척킹전압에 의해 유도된 척킹전하는 상기 가공품의 처리동안 상기 가공품의 노출면에서 상기 가공품의 비노출면으로 상기 유전가공품을 통하여 전도될 정도의 용량과 저항을 가지는, 가공품 냉각 단계; 및

상기 척에 대해 상기 가공품으로 이동하려는 액체의 성향을 극복하도록 유전체를 통하여 상기 전극에 의해 상기 가공품에 인가된 정전 척킹력을 충분히 높게 유지하면서, 상기 가공품의 처리동안 상기 척에 인가된 전압을 감소시킴으로써 상기 가공품상에 증가하는 척킹력을 발생시키려는 성향을 실질적으로 극복하도록 적어도 하나의 디척킹 처리단계를 실행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 디척킹 처리단계 중의 하나는 상기 척에 대해 상기 가공품으로 이동하려는 상기 액체의 성향을 극복하도록 상기 전극에 인가된 전압을 충분히 높게 유지하면서, 상기 가공품의 처리 동안 상기 전극에 인가된 상기 DC 척킹전압을 감소하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 4.

기준전위에서 금속벽을 가지며, 전극이 있는 정전척을 가지는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내에서 유전가공품을 처리하는 방법에 있어서,

상기 척에 상기 가공품을 인가하는 단계;

상기 가공품이 상기 척 상에 있는 동안 상기 전극에 DC척킹 전압을 인가하는 단계;

상기 챔버 내에서 상기 가공품을 플라즈마로 처리하는 단계로서, 상기 플라즈마는 충분히 낮은 전기적 임피던스를 가져 상기 플라즈마에 노출된 상기 가공품의 앞면이 기준전위와 실질적으로 동일한 전위가 되도록 하는, 플라즈마 처리 단계; 및

상기 플라즈마가 소멸한 후에 상기 가공품 저항률의 실질적인 감소를 방지함으로써, 상기 척으로부터 상기 가공품의 제거를 용이하게 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 가공품 저항률의 실질적인 감소를 방지하는 단계는, 상기 플라즈마가 소멸된 후에 상기 가공품 온도에 있어서의 실질적인 감소를 방지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 6.

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 척에 냉각제를 공급하고, 상기 척을 통하여 상기 플라즈마에 노출되지 않은 상기 가공품의 뒷면에 열전달 액체를 공급함으로써 상기 플라즈마에 의해 가공품이 처리되는 동안, 상기 가공품 온도를 조절하는 단계를 더 구비하며,

상기 가공품은 상기 액체를 통하여 냉각된 상기 척에서 상기 가공품으로의 열의 이송에 의해 냉각되는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 7.

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 가공품의 플라즈마 처리가 완료한 후에, 역극성전압은 전극과 비노출면 사이의 전압이 영으로 떨어질 정도의 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 8.

기준전위에서 금속벽을 가지고, 전극이 있는 정전척을 가지는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전 가공품을 처리하는 방법에 있어서,

상기 척에 상기 가공품을 인가하는 단계;

상기 가공품이 상기 척 상에 있는 동안 상기 전극에 DC 척킹전압을 인가하는 단계;

상기 챔버 내에서 상기 가공품을 플라즈마로 처리하는 단계로서, 상기 플라즈마는 충분히 낮은 임피던스를 가져 상기 플라즈마에 노출된 상기 가공품의 앞면이 상기 기준전위와 실질적으로 동일한 전위가 되도록 하는, 플라즈마 처리 단계;

상기 가공품의 처리를 완료하고, 그 후 상기 척으로부터 상기 가공품을 제거하기 위해, 상기 플라즈마를 소멸시키는 단계로서, 상기 가공품의 처리동안 상기 가공품에 걸쳐 나타난 전하는 상기 척에서 상기 가공품의 제거 후에 상기 가공품 상에 잔존하는 성향을 가지는, 플라즈마 소멸 단계; 및

상기 가공품이 상기 챔버 내에서 상기 척으로부터 제거된 동안, 상기 챔버로 불활성 플라즈마를 인가함으로써, 상기 가공품 상에 남아있는 전하를 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 9.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디척킹 처리단계중의 하나는 상기 가공품 처리의 완료시 상기 전극에 인가된 상기 DC전압의 극성을 바꾸는 단계, 그 후, 상기 척킹력을 상기 가공품이 상기 척으로부터 손상없이 제거되는데 충분한 값으로 감소되도록 하는 단계, 및 그 후 상기 척으로부터 상기 가공품을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 10.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디척킹 처리단계 중의 하나는 상기 가공품의 저항률이 디척킹이 완료될 때까지와 상기 가공품 처리의 완료에 있어서 실온 저항률보다 적어도 한 차수 더 작은 크기일 정도로, 상기 플라즈마에 의한 상기 가공품 처리가 완료된 후에 상기 가공품의 온도가 실질적으로 떨어지는 것을 방지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 11.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디척킹 처리단계 중의 하나는 디척킹이 완료될 때까지와 상기 가공품 처리의 완료에 있어서, 상기 가공품의 온도가 실질적으로 감소하는 것을 방지하는 단계를 포함하고, 처리동안과 디척킹이 완료될 때까지 상기 가공품의 온도가 처리동안 상기 가공품 상에 형성된 구조나 상기 가공품에 해로운 영향을 초래하는 값으로 증가하지 않도록 상기 가공품 온도가 제어되는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 12.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

- (a) 상기 플라즈마를 소멸시키는 단계;
- (b) 그 후, 상기 챔버 내의 기압을 낮추는 단계;
- (c) 상기 챔버 기압이 낮아진 후에, 상기 척으로부터 상기 가공품을 제거하는 단계;
- (d) 상기 척에 인가된 상기 전압을 실질적으로 영으로 감소시키는 단계는,

상기 가공품의 플라즈마 처리가 완료된 후에 수행되는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 13.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 척에 인가된 전압은 상기 가공품이 상기 척에서 제거되기 전에 실질적으로 영으로 감소하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 14.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 척에 인가된 전압은 상기 척에서 상기 가공품이 제거된 후에 실질적으로 영으로 감소되는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 15.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가공품이 상기 척에서 제거된 후에 상기 가공품으로부터 전하를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 16.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 챔버 내의 가스를 플라즈마로 점화함으로써, 상기 가공품으로부터 전하를 제거하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 17.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 척에서 상기 가공품이 제거된 때 상기 척을 통하여 흐르는 전류의 크기를 측정하는 단계; 및

측정된 전류크기에 따라 실질적으로 처리된 적어도 하나의 가공품의 전극에 인가된 역극성의 전압을 제어하는 단계를 더 포함하고,

상기 제어된 역극성의 전압은, 실질적으로 처리된 적어도 하나의 가공품이 척에서 제거된 때 실질적으로 처리된 적어도 하나의 가공품에 척에 의해 인가된 힘이 실질적으로 영으로 되도록 하는 크기와 지속시간을 가지는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

상기 역극성 전압의 크기와 지속시간 중의 적어도 하나는 측정된 전류크기에 따라서 제어되는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 19.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

가공품이 처리된 후에 챔버내에 있을 동안, 방전이 됨으로써 가공품으로부터 전하를 실질적으로 제거하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 방전은 AC공급원에 의해 여기된 플라즈마인 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

상기 방전은 상기 가공품의 마주보는 면에 걸친 DC타운젠트 방전이며, 상기 DC타운젠트 방전은 이온화가능한 가스를 챔버내로 도입하는 것으로부터 기인된 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 22.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가공품 처리 동안 가공품 뒷면으로의 액체 흐름속도를 측정하는 단계, 상기 가공품 처리동안 측정된 흐름속도에 따라 상기 가공품 처리동안 상기 전극에 인가된 DC척킹전압의 크기를 제어하여, 상기 가공품 처리동안 상기 전극과 상기 유전체를 통하여 상기 가공품에 인가된 정전기력을 제어하는 단계를 더 포함하는 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서,

상기 DC척킹전압 크기는 측정된 흐름속도에 의해 제어되어, 냉각액 흐름속도가 가공품 처리동안 대략 일정하게 남아 있는 것을 특징으로 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 24.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가공품은 유리이며 $10^{14}\Omega\cdot\text{m}$ 까지의 저항률을 가지는 것을 특징으로 하는 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법.

청구항 25.

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 5 항, 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진공 플라즈마 프로세서 챔버내의 유전가공품을 처리하는 방법을 수행하는 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 처리 중에 제위치에 유전 가공품(dielectric workpiece)을 고정하기 위한 정전 척(electrostatic chuck)을 포함하는 진공 플라즈마 프로세서에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 가공품의 정해진 저항률 범위의 기능에 따라 복수의 디척킹(dechucking) 처리 단계 중 적어도 하나가 행해지는 방법에 관한 것이다.

본 발명의 다른 측면은, 상기 척으로부터 상기 가공품이 용이하게 제거되도록, 가공품 처리에, 상기 정전 척에 의해 상기 유전 가공품으로 인가되는 전압이 처리된 가공품을 클램핑(clamping)하기에 충분하도록 높지만 시간의 함수에 따라 감소하는 프로세서에 관한 것이다.

본 발명의 또 다른 측면은, 상기 척으로부터 상기 가공품이 용이하게 제거되도록, 유전 유리 가공품을 위해 특별히 설계된 정전 척이 상기 가공품에 인가되는 전압과 반대의 극을 가지는 프로세서에 관한 것이다.

본 발명의 또 다른 측면은, 처리 완료 시에 가공품 저항률의 실질적인 증가를 억제함으로써, 정전 척으로부터 유전 가공품의 디척킹이 용이하게 되는 프로세서에 관한 것이다.

본 발명의 또 다른 측면은, 유전 가공품이 정전 척으로부터 제거될 때 발생하는 전류 펄스의 크기가 상기 척에 의해 다음 차례로 처리되는 적어도 어느 하나의 가공품에 인가되는 역 디척킹 전압의 크기 및/또는 지속시간을 제어하는 디척킹 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

진공 플라즈마 프로세서는 플라즈마 처리되는 노출된 표면, 즉 플라즈마 에칭(etching)하는 및/또는 플라즈마가 물질을 퇴적(depositing)시키는 표면을 가지는 가공품을 운반하기 위한 가공품 홀더(holder), 즉 척이 들어있는 진공 챔버를 포함한다. 상기 에칭 및 적층은, 특히 상기 챔버로 하나 또는 그 이상의 소정의 가스를 주입함에 의해 발생하는 상기 챔버의 낮은 임피던스 플라즈마의 이온과 상기 가스에 무선주파수필드(RF field)를 가함으로써 달성된다.

상기 가공품 온도는 헬륨과 같은 불활성 열전달 가스를 상기 가공품의 뒷면에 가함으로써 제어된다. 상기 열전달 가스는 상기 가공품과 물로 냉각되는 상기 척 간의 열접촉을 향상시킨다. 일반적으로, 상기 가공품은 전기적 도체 물질(즉, 금속), 반도체 또는 유전 가스 시트로 만들어진 상대적으로 얇은 기판이다. 상기 가공품의 뒷면을 누르는 열전달 가스의 압력에 대항하여 상기 가공품을 제위치에 붙들기 위해, 상기 가공품은 상기 척에 클램프되어야 한다.

유전 유리시트 가공품의 진공 플라즈마 처리는 피트(feet)로 측정하여 상대적으로 큰 치수의 패넌을 가지는 평판 디스플레이의 등장으로 큰 중요성을 얻게 되었다. shufflebotham 등으로부터 공동으로 양도되어 계류중인 출원("Electrostatic Clamping Method and Apparatus for Dielectric Workpieces in Vacuum Processors", 출원번호:08/542,959, 출원일:1995년 10월 13일)에는 유전 가공품을 기준 전위의 벽을 구비한 진공 플라즈마 프로세서 챔버 내의 정전 척에 클램핑하는 것이 개시되어 있다. 유전 유리 가공품을 클램프하기 위해, 상대적으로 높은 전압이 상기 척의 금속 전극 플레이트에 가해지는 동안, 낮은 임피던스 플라즈마가 상기 플라즈마에 노출된 가공품의 표면에 투사되어야 한다. 상기 전극은, 거의 상기 기준 전위의 정전하가 낮은 임피던스 플라즈마에 의해 상기 가공품의 노출된 표면에 가해지는 동안, 상기 플라즈마와는 본질적으로 다른 전압이다. 이로써 상기 가공품과 상기 홀더에 상기 가공품을 클램프하기 위한 척과의 사이에 정전기력 발생된다.

상기 출원에서 개시된 단극 전극 배열에서는, DC 전압(바람직하게는, 필수적이지는 않지만 부전압(negative))이 금속 전극 플레이트에서 상기 가공품까지, 바람직하게는 얇은 보호 유전체(바람직하게는 상기 금속 전극 플레이트에 산화 피막층으로 형성된)를 통해 가해진다. 상기 부전압은 상기 유리의 상기 상면에 있는 플라즈마 순수 양전하를 끌어당긴다. 상기 금속 전극의 상면의 부전하와 상기 유리 기판(즉, 가공품)양전하 사이의 인력은 상기 유리를 클램프한다. 그러므로, 상기 척에 상기 기판을 고정하기 위해 충분한 클램핑 정전기력이, 상기 전극에 가해지는 상기 DC 전압과 상기 가공품의 노출된 면에서의 거의 DC 기준 전압 간의 전압차에 의해, 상기 가공품의 두께 방향으로 작용한다.

상기 출원에 개시된 방법 및 장치는 평판 디스플레이에 사용되는 패넌과 같은 유리 유전 가공품을 위한 많은 상업적 분야에서 성공적으로 사용되어 오고 있다. 그러나, 상기 출원의 방법 및 장치가 어떤 평판 디스플레이 생산자의 유리 유전 가공품을 처리하는 데에 사용되었을 때, 상기 가공품은 정전 척에 붙어서 이탈, 즉 디척킹(dechucking)될 수 없었다. 디척킹은, 일반적으로 상기 척을 통해 상기 가공품의 저면과 맞물려 올라가는 핀을 포함하는 기계적 메카니즘으로 상기 척으로부터

상기 가공품을 들어올림으로써 행해진다. 상기 메카니즘은 상기 척으로부터 상기 가공품을 이탈시키기 위해, 상기 척이 상기 가공품에 가하는 힘보다 더 큰 힘을 상기 가공품에 발휘해야 한다. 그러나, 상기 가공품에 의해 발휘되는 힘은 가공품의 손상, 즉 파손, 균열 또는 영구적인 힘을 방지하기에 충분할 정도로 낮아야 한다.

처음에는 디척킹의 실패는 정전 척의 기능장애때문으로 생각되었다. 그러나, 동일한 유리 가공품이 만족스럽게 기능하는 것으로 알려진 척을 구비한 프로세서에 장착되었을 때, 상기 가공품은 여전히 디척킹되지 않았다. 우리는 연구를 통해 디척킹되지 않는 유리 가공품은 종래의 정전 척으로부터 성공적으로 디척킹되는 유리 가공품과는 다른 수동 전기적 특성을 가지고 있다는 것을 알게 되었다. 본 발명은 특히 평판 디스플레이로서 사용되는 다른 유리 가공품이 정전 척으로부터의 디척킹에 영향을 주는 다른 수동 전기적 특성(특히, 저항률)을 가진다는 사실을 기초로 한다.

문제는 과거에 정전 척으로부터 반도체 웨이퍼를 디척킹함에 있어서 우연히 발견되었다. 유리 및 반도체 가공품을 위한 웨이퍼 척킹 구조는 양자가 가공품을 운반하는 유전체로 피복된 금속 전극을 포함한다는 점에서 유사하다. 소위 Johnsen-Rahbek gap이라 불리는 상기 가공품의 저면의 비접촉 부분과 상기 유전체의 상면 간의 진공에서의 공간은, 가공품의 다른 타입을 척킹하기 위한 메카니즘의 분석에 한 요인이 된다. 실리콘 웨이퍼가 정전 척에 붙게 되는 데는 여러가지 요인이 있지만, 오직 하나(웨이퍼의 저면과 유전층의 상면 사이에 형성된 커패시터에 남은 잔여 전하)가 본 발명의 배경기술에 대한 논의와 관련있는 것으로 믿어진다.

반도체 가공품을 척킹하기 위한 메카니즘은 유전 가공품의 그것과는 본질적으로 다르다. 상기 메카니즘은 반도체 웨이퍼를 위한 정전 척에 인가되는 전압보다 유전 가공품을 위한 정전 척에 인가되는 전압이 본질적으로 더 높아야 한다는 것들이다. 실리콘 웨이퍼가 전극의 상면과 웨이퍼의 저면 상의 역극성 전하의 상호 인력으로 인해 클램프하기 때문에, 높은 저항률 유리 기판을 위한 정전 척은 실리콘 웨이퍼를 위한 정전 척보다 더 높은 전압을 요한다. 이들 전하는 상기 척 전극 상의 상대적으로 얇은 유전층에 의해 분리된다. 한편, 유리 패널은 상기 척 전극의 상면과 상기 유리 패널의 상면 상의 전하의 상호 인력에 의해 제위치에 고정된다. 이들 전하는 상기 유리 패널의 두께에 의해 분리되는데, 상기 유리 패널의 두께는 상기 전극 상에 유전 코팅의 두께보다 훨씬 두꺼워야 한다. 상기 전극과 상기 상대적으로 낮은 저항률의 반도체 웨이퍼 사이의 커패시터의 두께보다 상기 전극과 척킹되는 유전 시트의 상면 사이에 커패시터를 형성하는 유전체의 두께를 훨씬 두껍게 함으로 인해, 웨이퍼보다 더 큰 척킹 전압이 유리 패널에서 요구된다.

반도체 웨이퍼를 위한 척의 금속 전극에 가해지는 부전압은 플라즈마로부터의 양전하를 끌어당긴다. 상기 양전하는 웨이퍼의 노출된 상면에 정착한다. 반도체 재료가 금속의 저항률에 비해 높은 저항률을 가지고 있는 반면, 반도체 재료의 저항률은 평판 디스플레이의 유리와 같은 유전체의 저항률보다 훨씬 낮다. 실리콘 웨이퍼의 최대 저항률은 약 $1\Omega\text{m}$ 이어서, 상기 웨이퍼의 상면과 저면 사이를 이동하는 양전하의 시간 상수가 약 $1\mu\text{s}$ 보다 작다. $1\mu\text{s}$ 는 일반적으로 웨이퍼 처리에서 요구되는 시간보다 훨씬 짧은 시간이기 때문에, 상기 웨이퍼를 통한 상기 전하의 이동은 순간적으로 일어난다고 생각된다.

마찬가지로, 고저항률 유리 유전 시트의 노출된 상면의 표면에 있는 전하가 상기 유리의 상면에서 저면으로 상기 유리를 통과하여 이동하는 경향이 있다. 고저항률 유리의 저항률은 실리콘 웨이퍼의 저항률보다 훨씬 높기 때문에(약 $1\Omega\text{m}$ 와 비교하여, 약 $10^{15}\Omega\text{m}$ 보다 더 크다), 고저항률 유리를 통과하는 상기 전하 이동의 시간 척도는 약 일주일이다. 고저항률 유전체를 통과하는 전하 이동 시간이 유리 가공품의 일반적인 처리 시간보다 훨씬 길기 때문에, 상기 고저항률 유리를 통과하는 상기 전하 이동은 무시될 수 있다.

이와 같은 두가지 상황(반도체 웨이퍼 및 고저항률 유전 가공품)에서, 가공품의 척킹 및 디척킹은, 필요한 전하를 공급하는 척 전극에 가해지는 DC 전압원의 능력에 따라 결정되는 시간 척도(일반적으로 1 또는 2초보다 작다)동안 행해진다. 따라서, 반도체 및 고저항률 유리 가공품의 척킹 및 디척킹은 상기 가공품의 상면과 저면 사이의 전하 이동의 매우 빠르거나 매우 느린 시간 척도에 의존하지 않는다. 두가지 모든 경우에, 상기 가공품의 상면과 저면 사이의 전하 분포는 가공품 처리 시간 동안으로 정해지는 것으로 생각된다. 이하에서와 같이, 저중간의 저항률(즉, 약 10^8 및 $10^{14}\Omega\text{m}$ 의 사이)을 가진 유전 가공품의 상면과 저면 사이의 전하 분포는 가공품 처리 동안으로 정해지는 것으로 생각되지 않는다.

Birang 등의 미국특허 제5,612,850호와 동일한 것을 개시하는 것으로 보이는 Birang 등의 미국특허 제5,459,632호는 단극 척 전극에 가해지는 디척킹 전압이 척킹된 위치에 가공품을 유지하기 위해 사용되는 전압의 극과 같은 극을 갖도록 하는 반도체 웨이퍼 디척킹 방법을 개시한다. 상기 디척킹 전압은 상기 척과 가공품 사이의 정전 인력을 최소화하기 위해 척킹 전압과는 다른 크기를 가진다. 디척킹 전압의 "최적"의 값은 실험적으로 또는 상기 가공품이 초기에 상기 척에 장착될 때 발생하는 전류 펄스의 크기를 측정함으로써 결정된다.

가공품이 최초로 척에 장착될 때 상기 가공품과 상기 정전 척을 통해 흐르는 전류 펄스의 크기를 측정하는 것은 유리, 유전 가공품의 처리에 적용할 수 없다. 이것은 가공품이 초기에 척에 장착될 때 상기 정전 척과 상기 유전 가공품 사이에 흐르는 전류가 없기 때문이다. 유리 패널의 경우, 새 패널이 최초로 상기 정전 척에 내려질 때, 전류 펄스는 없다. 이것은 먼저 처리된 유전 가공품 상의 잔여 전하가 유전 가공품이 정전 척으로부터 제거되었을 때 상기 유전 가공품과 함께 남기 때문이다.

Birang 등의 미국특허 제5,491,603호에서도 지적된 바와 같이, 다른 두 Birang 등의 특허에서 개시된 방법은 매우 짧은 전기적 펄스의 지속시간의 복잡한 측정을 요구한다. 그러한 복잡한 측정 과정을 피하기 위해, 상기 제5,491,603호 미국특허는, 상기 척에 정전 전위를 가한 다음 웨이퍼와 척 사이에 가스를 주입하고 웨이퍼와 척 사이로부터 가스 누설의 비율을 관찰하면서 상기 척의 정전 전위를 감소함으로써, "최적"의 전압을 계산하는 다소 복잡한 방법을 개시한다. 누설 비율이 미리 정해진 문턱치를 초과할 때 발생하는 정전 전위의 값으로서 최적의 디척킹 전압이 메모리에 기록된다. 상기 계산된 최적의 전압은 플라즈마가 턴오프될 때 또는 그 후에 상기 척으로 분명하게 가해진다. 상기 플라즈마가 턴오프된 후에는 상기 웨이퍼가 상기 척으로부터 들어올려진다. 처리 중에 척을 경유하여 가공품에 가해지는 가스의 흐름속도(flow rate)에 대응하여 웨이퍼 처리 중에 상기 척에 가해지는 척킹 전압을 제어하는 것에 대해서는 상기 미국특허 제5,491,603호에 개시되어 있지 않다. 상기 제5,491,603호 미국특허는 또한 플라즈마에 의한 웨이퍼 처리 동안 상기 척에 의해 상기 웨이퍼에 가해지는 힘을 실질적으로 일정하게 유지하는 것에 대해서는 개시되어 있지 않다.

반도체 웨이퍼를 위한 단극 척에 관한 세가지 모든 Birang 등의 특허에서는, 상기 반도체 웨이퍼가 전류를 전도하고, 가공품과 정전 척 사이의 잔여 클램핑 힘의 원인이 되는 트랩(trap)된 전하가 상기 가공품과 척 유전층의 윗표면 사이의 진공 갭(gap)을 통해 전도된다. 반도체 웨이퍼의 전도특성때문에, 상기 척에 상기 가공품을 고정시키고 있는 상기 포획된 전하는 상기 가공품의 저면과 상기 척 전극 사이에 존재한다. 반대로, 유리 유전 가공품에서는, 대부분의 전하는 상기 가공품 자체에, 상기 유리 유전 가공품의 상면과 저면의 사이에, 포획된다.

Watanabe 등의 미국특허 제5,117,121호는 쌍극 정전 척으로부터 반도체 웨이퍼를 해제하는 방법을 개시한다. 상기 쌍극 척에 상기 반도체 웨이퍼 가공품을 클램프하기 위해, 미리 정해진 크기와 극을 가진 DC 전압이 두 척 전극 사이에 가해진다. 상기 Watanabe 등의 특허에서 가공품은 반도체 웨이퍼이기 때문에, 방대한 양의 포획된 전하가 상기 웨이퍼의 저면과 상기 척 전극의 사이에 있다. 실제로는 상기 가공품의 대향하는 면 사이에는 포획된 전하가 없다.

상기 DC 전압에 의한 클램핑 후 상기 척으로부터 상기 가공품이 제거되기 전에, 제 1 전압의 극과 반대되는 극을 가지는 제 2 전압이, 상기 척이 상기 반도체 가공품에 가하는 잔여 인력을 제거하기 위해, 상기 척 전극에 가해진다. 상기 제 2 전압은 상기 제 1 극의 전압의 크기보다 1.5~2배로 높은 크기를 가진다. 상기 제 2 전압은 상기 제 2 전압의 크기에 역비례하는 기간 동안 쌍극 전극에 지속적으로 가해진다. 분명하게는, 상기 제 1 및 제 2 전압의 크기는 실험적으로 정해진다. 여하튼, 상기 제 1 및 제 2 전압의 크기는 유전, 유리 가공품의 수동 전기적 임피던스 특성의 분석에 의해 정해지지는 않는다.

따라서, 진공 플라즈마 프로세서에서의 가공품의 정전기적인 척킹 및 디척킹을 위한 새롭고 개선된 방법 및 장치를 제공하는 것은 본 발명의 목적이다.

본 발명의 다른 목적은, 처리하는 동안에 가공품 상의 척에 의해 발휘되는 클램핑 힘이 상기 척을 통해 상기 가공품으로 흐르는 냉각 가스에 의해 상기 척에 대응하여 상기 가공품이 움직이는 경향을 극복하기에 충분한, 진공 플라즈마 프로세서에서 유전 유리 가공품, 특히 평판 디스플레이의 새롭고 개선된 정전기적 척킹 및 디척킹 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 가공품이 빠르게 디척킹되기 때문에 가공품의 처리량이 증가하는, 모든 타입의 유전, 유리 가공품을 위한 진공 플라즈마 프로세서에서 사용되는 새롭고 개선된 정전 척 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

또한, 본 발명의 다른 목적은, 가공품의 수동 전기적 파라미터의 분석을 기반으로 한 정전 척으로부터 유리, 유전 가공품을 디척킹하는 새롭고 개선된 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은, 정전 척으로부터 디척킹하는 동안 가공품으로부터 제거되어야 할 전하량을 결정하기 위한 새롭고 개선된 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 기준 전위의 금속 벽과 전기적 유전체로 덮힌 면을 가지는 전극을 구비한 정전 척을 가진 진공 플라즈마 프로세서 챔버에서 플라즈마에 의한 유전 가공품의 처리에 적용될 수 있다. 처리는 상기 가공품이 상기 척에 있는 동안 상기 전극에 DC 척킹 전압이 가해진 후에 행해진다. 상기 플라즈마는 이에 노출된 상기 가공품의 정면이 실질적으로 기준 전위와 동일한 전위가 되도록 충분히 낮은 전기적 임피던스를 가진다. 상기 플라즈마에 노출되지 않는 상기 가공품의 배면에 가해지는 열교환 유체(예컨대, 기체화 된 헬륨)는 상기 가공품이 상기 플라즈마로 처리되는 동안 상기 가공품의 온도를 제어하도록 돕는다. 일반적으로 상기 열교환 유체는 상기 가공품과 상대적으로 낮은 온도의 상기 척(액체로 냉각되는) 사이에 열을 전도함으로써, 상기 가공품을 냉각한다. 상기 유체는 상기 척에 대응하여 상기 가공품을 이동시키는 경향을 가진다. 상기 척킹 전압은 상기 척에 대응하여 상기 가공품을 이동시키려는 상기 유체의 경향을 극복하기 위해 상기 가공품 상에 척킹 힘을 발생시킨다.

저항률을 포함하는, 측정이나 공급자로부터 결정되는 상기 가공품과 유전체의 수동 전기적 특성은, 만약 가공품 처리 동안 일정한 DC 척킹 전압이 상기 전극에 가해진다면, 상기 가공품에 가해지는 척킹 힘은 증가할 것이라고 하는 그런 것들이다. 상기 척킹 힘은 상기 가공품의 노출된 면과 상기 척 전극 사이를 이동하는 플라즈마의 전하로부터 발생한다. 상기 전하는 상기 가공품, 상기 Johnsen-Rahbek gap 및 상기 유전체를 통해 이동하고 저장된다.

본 발명의 일측면에 있어서, 저항률을 포함하는 결정된 수동 전기적 특성에 의존하는 하나 또는 그 이상의 디척킹 처리 단계가 선택된다. 상기 선택된 처리 단계 또는 단계들은 상기 가공품 상에 증가하는 척킹 힘을 발생시키는 경향을 억제한다. 그런 다음, 상기 선택된 디척킹 처리 단계 또는 단계들은, 가공품 처리가 완료된 때, 상기 척으로부터 상기 가공품을 제거하는 것을 용이하게 하도록 실행된다.

만일 상기 유전 가공품이 낮거나 중간의 저항률을 가진다면, 상기 디척킹 단계는 이에 따라 선택되어야 한다. 실리콘 웨이퍼와 고저항률 유리의 경우에도 마찬가지로, 상기 척 전극 전압(일반적으로 부(negative)전압이지만, 정(positive)전압도 가능하다)은 상기 플라즈마로부터 상기 낮거나 중간의 저항률 유리의 상부 노출된 면으로 역극성의 전하를 끌어당긴다. 상기 척 전극과 상기 유전 가공품 상의 전하들 사이의 인력은 가공품 처리 동안 상기 척에 상기 가공품을 체위치에 고정한다. 실리콘 웨이퍼와 고저항률 유리의 경우에도 마찬가지로, 낮거나 중간의 저항률 유리 상의 전하는 그 상면에서 저면으로 상기 유리를 통과하여 이동하는 경향을 가진다.

저중간의 저항률 유리의 저항률은 약 $10^8 \sim 10^{14} \Omega m$ 의 범위에 있기 때문에, 그 전하의 시간상수는 약 1~5000초의 범위에 있다. 상기 범위의 시간상수는 거의 작업 처리 시간의 길이를 포함하기 때문에, 상기 저중간의 저항률의 유리 가공품의 상면 및 저면 상의 전하 분포는 가공품 처리 동안 변화되기 쉽다.

DC 전압이 초기에 저중간의 저항률의 유리 가공품을 척킹하는 정전 척의 전극에 가해진 직후에, 노출된 유리 면에 적층된 상기 플라즈마 내의 전하는 상기 상면에 필수적으로 남고, 클램핑은 고저항률 유리를 위한 것과 유사하다. 상기 전압이 충분히 긴 시간, 즉 낮거나 중간의 저항률의 유리 가공품을 처리하는 데에 요구되는 길이의 시간 동안 상기 전극에 가해진 후, 상기 유리 가공품의 상면과 저면의 사이에는 정상 상태 분포의 전하가 있다. 그러나, 척 유전층과 Johnsen-Rahbek 갭(상기 유전층과 갭은 직렬 회로에 있는 것으로 간주될 수 있다)의 결합된 저항이 상기 유리의 저항보다 크다는 우리의 관찰에 기초하면, 대부분의 전하는 상기 가공품의 저면에 있다. 그러므로, 동일한 척킹 전압이 가해지면, 짧은 시간 동안 상기 전극에 전원이 공급되는 상태보다 상기 전극에 긴 시간 동안 전원이 공급된 후에 더 높은 클램핑 힘이 생긴다. 이것은 총 전하량(유리의 부전압과 전극의 정전압)이 상기 전극에 짧은 시간 동안 전원이 공급되는 상태보다 상기 전극에 긴 시간 동안 전원이 공급된 후에 더 크기 때문이다.

상기 척의 클램핑 힘이 거의 전하량의 제공에 비례하기 때문에, 시간이 지남에 따라 증가된 클램핑 효과(즉, 힘)는 실제적이다. 상기 낮거나 중간의 저항률의 유리 가공품의 저면 상의 전하량은 고저항률 유리의 경우보다 크다. 이것은, 그러한 저중간의 유리에서, 전극과 유리 저면 사이의 커패시턴스가 상기 전극과 상기 유리의 상면 사이의 커패시턴스보다 크다고 하는 우리의 관찰을 따른다. 커패시터에 저장된 전하량이 상기 커패시터의 커패시턴스에 비례하기 때문에(동일하게 가해지는 전압에 있어서), 낮거나 중간의 유리 가공품의 클램핑 힘은 초기에 상기 척 전극에 전압을 가한 때부터 시간이 경과함에 따라 고저항률 유리 가공품의 경우보다 훨씬 더 커진다.

낮거나 중간의 저항률의 유리 가공품의 처리 동안 전하 분포는 분명하게 변하기 때문에, 만일 일정한 DC 전압이 상기 정전 척에 가해지면 상기 클램핑 힘은 처리 동안 증가한다. 고저항률 유리, 즉 $10^{15} \Omega m$ 를 초과하는 저항률을 가지는 유리의 경우에는, 상기 척킹 전압이 상기 전극에 가해질 때 상기 플라즈마에 의해 노출된 상부 유리 면에 쌓인 전하는 상기 전압이 턴오프되면 상기 플라즈마에 의해 쉽고 빠르게 제거된다. 그러므로, 상기 고 저항률 유리 가공품은 쉽고 빠르게 디척킹된

다. 그러나, 저중간 저항률의 유리의 경우에는, 상기 전극의 상부 표면과 상기 가공품의 하부 표면 사이의 커패시턴스에 의해 정해진 시간상수로 상기 가공품 상부 표면에서 상기 가공품의 하부 표면으로 상기 유리 가공품을 통과하여 전하가 전도되고, 상기 가공품의 상부 및 하부 표면 사이의 저항은 일반적으로 동일한 시간상수로 역방향으로 상기 유리가공품을 부도체화한다. 이 시간상수(일반적으로 1~5000초 사이)는 저중간 유리 가공품가 상기 척 전극에 가해지는 상기 전압이 턴오프된 후 소정의 시간 동안 상기 정전 척에 붙어있도록 하기에 충분한 만큼 길다.

가능한 디척킹 처리 단계 중 하나는, 가공품 처리가 진행되는 동안 상기 전극과 유전체를 경유하여 상기 유전 가공품에 가해지는 전압을(전압의 극을 바꾸지 않고) 감소시키는 것을 포함한다. 상기 전압은, 상기 유전체를 경유하여 상기 가공품에 상기 전극에 의해 가해지는 상기 정전기력이 상기 유체가 상기 척에 대응하여 상기 가공품을 이동시키는 경향을 억제하기 위해 처리 동안 충분히 높게 유지되도록 감소된다. 상기 척킹 전압 감소는 복수의 정해진 시간에 단계적으로 또는 지속적으로, 바람직하게는 지수 방식 또는 상기 냉각 유체의 흐름속도(flow rate)를 거의 일정하게 유지하는 제어된 방식으로 이루어지고, 이로써 상기 유전 가공품에 가해지는 정전기력은 실질적으로 가공품 처리 동안 일정하게 된다.

다른 하나의 디척킹 처리 단계는 상기 가공품 처리의 완료시에 상기 전극으로 가해지는 상기 DC 전압의 극을 바꾸는 것을 포함한다. 이로써, 상기 척킹 힘은 상기 가공품가 상기 척으로부터 손상없이 제거될 수 있도록 하기에 충분한 만큼 낮게 감소된다.

제 1 실시예에 있어서, 처리가 완료되었을 때, 즉 처리 후 상기 척에 가해지는 DC 전압의 극이 처리 동안 상기 척에 가해지는 DC 전압의 극과 반대로 될 때, 상기 가공품은 상기 척에 역극성의 전압을 가함으로써 상기 가공품가 디척킹된다. 상기 역극성의 전압 크기 및 상기 척에 가해지는 상기 역극성의 전압의 지속시간은, 일단 상기 역극성의 전압이 없어지면, (1)상기 가공품가 다시 상기 척에 붙도록 하지 않고, (2)상기 가공품에 손상을 주지 않고, 들어올리는 메카니즘이 상기 척으로부터 상기 유리 가공품을 제거할 수 있도록 상기 가공품 상의 정전기력은 충분히 감소한다. 바람직하게는, 상기 제 1 실시예에서, 상기 척으로부터 제 1 가공품이 제거될 때 상기 척을 통해 흐르는 전류의 크기는, 상기 전극에 가해지는 상기 역극성의 전압의 크기 및/또는 하나 또는 그 이상의 차후 처리되는 가공품을 위해 상기 전극에 상기 역극성의 전압이 가해지는 시간의 길이를 제어한다. 그러한 전류가 흐르도록 하기 위해, 플라즈마는 상기 제 1 가공품가 제거될 때 상기 챔버 내에 있어야 한다.

제 2 실시예에 있어서, 처리가 완료되었을 때, 역극성의 DC 전압이 척에 가해져서, 전압은 여전히 가해지는 반면 가공품 상의 정전기력은 0으로 감소하고, 상기 가공품은 상기 척으로부터 제거된다. 다음 단계들은, 바람직하게는, 상기 가공품에 가해지는 상기 정전기력이 상기 들어올리는 메카니즘이 상기 척으로부터 상기 가공품을 제거할 수 있도록 충분히 감소한 후에, 행해진다: (1)플라즈마를 제거하고, (2)다음으로 챔버를 진공으로 만들고, (3)다음으로 상기 척으로부터 상기 가공품을 제거하며, (4)상기 척에 가해지는 전압을 0으로 감소한다. 상기 척에 가해지는 상기 전압은, 바람직하게는 상기 가공품에 대한 손상을 방지하기 위해, 상기 척으로부터 상기 가공품가 제거되기 전에 0으로 감소된다.

상기 유전 가공품 상의 전하는, 바람직하게는 상기 가공품가 내재된 상기 챔버에 불활성 플라즈마(예컨대, RF 플라즈마 또는 DC 타운젠트 방전에 여기된 아르곤)를 가함에 의해 상기 척으로부터 상기 가공품가 제거된 후에, 실질적으로 0으로 감소된다.

상기 척으로부터 상기 유전 가공품의 제거는 가공품 처리 완료시 처리 플라즈마가 꺼진 후 유전 저항률의 실질적인 증가를 방지함으로써 용이하게 된다. 상기 가공품로부터 전하 제거를 위한 상대적으로 짧은 시간상수는 가공품 제거 직전에 유전 저항률의 증가를 방지함으로써 얻어진다. 결국, 가공품 처리가 완료된 후에 상기 척을 경유하여 상기 가공품로의 열전달 가스의 흐름을 억제함으로써 가공품 온도의 실질적인 감소가 억제된다.

본 발명의 상기 목적과 또 다른 목적, 특징 및 장점은 몇가지 실시예를 통한 이하의 상세한 설명에서, 특히 첨부된 도면을 참조하여 볼 때, 명백해 질 것이다.

실시예

도면 중 도 1을 참조하면, 유전 기판을 에칭하거나 상기 유전 기판 상에 필름을 적층하기 위해 사용될 수 있는 플라즈마 프로세서는, 직사각형의 금속(바람직하게는 산화처리된 알루미늄) 측벽(12)으로 형성된 전기적으로 접지되고 밀폐된 외부 표면을 가지는 바람직하게는 직육면체로 구성된 진공 챔버(10)를 포함하는 것으로 되어 있다. 또한, 진공 챔버(10)는, 유전 윈도우 구조(19)를 포함하여, 직사각형의 금속(바람직하게는 산화처리된 알루미늄) 바닥판(16)과 직사각형의 천정판 구조(18)를 포함한다. 상기 챔버(10)의 외부 표면의 밀폐는 종래 개스킷(gasket)(도시되지 않음)에 의한다.

플라즈마에 여자(勵磁)될 수 있는 소정의 가스는 라인(15), 포트(20) 및 밸브(21)를 경유하여 가스 소스(도시되지 않음)로부터 챔버(10)의 내부로 공급된다. 상기 챔버(10)의 내부는, 측벽(12)에 있는 포트(22)에 연결된 진공펌프(도시되지 않음)에 의해, 일반적으로 0.5~100 mTorr의 압력의 진공상태로 유지된다. 상기 진공 챔버(10) 내의 가스는, 윈도우(19) 바로 위에 탑재되고, 자동으로 제어되는 리액턴스(도시되지 않음)를 포함하는 정합네트워크(28)를 경유하여 RF 소스(RF source)(26)에 의해 여자되는 실질적으로 평면형 코일(24)과 같은 소정의 전기 소스에 의해 플라즈마 상태로 여자된다. 플라즈마 발생은 어떤 방법이든 채택될 수 있다.

정전 척(30)은 챔버(10) 내에서, 베이스(27)는 바닥판(16)에 고정되고, 전기적 유전 시트(29)에 의해 상기 척으로부터 전기적으로 분리된 접지된 금속 베이스(27)를 포함하는 지지 구조 상에 고정적으로 탑재되어 있다. 척(30)은 선택적으로 비플라스틱 유전 기관(일반적으로, 평판 디스플레이를 형성하는 데에 사용되는 평면 유리 기관 시트)을 포함하는 가공품(32)을 고정하기 위해 특별히 디자인되어 있다. 상기 유리는 예컨대 정해진 유전상수와 저항률과 같은 정해진 수동 전기적 특성을 가지는 여러가지 다른 타입 중 어느 것이어도 좋다. 상기 유리 저항률은, 저저항률이 약 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{11} \Omega m$ 이고, 중간 저항률이 약 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{15} \Omega m$ 이고, 고저항률이 약 $1 \times 10^{15} \Omega m$ 를 초과하는, 낮거나 중간 또는 높은 범위의 저항률 중 어느 하나를 가지는 것이 특징이다.

상기 저항률은 유리의 화학적 조성물 및 온도에 의존한다. 온도가 증가함에 따라 저항률이 감소하는데, 매 10℃ 온도 상승에 대해 거의 2.5배로 모든 유리 가공품의 저항률이 감소한다. 약 5.6~7.7 범위의 상기 유리 가공품의 유전상수는 예컨대 약 6.5이다. 저저항률, 중간저항률 및 고저항률 범위에 있는 세가지 예시적 타입의 유리의 상기 유전상수 및 저항률은 각각 표1의 세 줄에 나타나 있다.

【표 1】

유리 타입	유전 상수	저항률 (Ωm)		
		20℃	60℃	80℃
Soda lime	7.6	1×10^{11}	4×10^9	8×10^8
Borosilicate	6.7	5×10^{13}	1×10^{12}	2×10^{11}
Aluminosilicate	5.7			10^{15}

상기 유리 시트는 일반적으로, 1.1mm의 정상적인 두께, $\pm 0.1mm$ 의 두께 허용한계, 및 0.02microns의 최대 피크 대 피크 조도를 가지는 매우 부드러운 표면을 가진다. 상기 유리 시트는, 생산될 때, 약간 휘거나 구불구불할 수도 있다. 다양한 처리 단계, 특히 적층(deposition),를 통과한 후에, 상기 유리 시트는 상당히 더 휘거나 구불구불해 질 수 있어서, 챔버(10) 내에서 그것의 플라즈마 처리 동안 기관 시트(32)를 평평하게 해야할 더 큰 필요성을 가져온다.

일반적으로 가공품(32)의 온도는, 척(30)을 통해 도관(34)과 밸브(35)를 경유하여 소정의 소스(도시되지 않음)로부터 상기 가공품의 배면 즉, 처리 챔버(10) 내에서 이온에 노출되지 않는 유리 기관의 면으로 헬륨 가스를 공급하고, 냉각 액체 예컨대, 물과 에틸렌 글리콜의 혼합물을 소정의 소스(도시되지 않음)로부터 도관(37)과 밸브(39)를 경유하여 척(30)으로 공급함에 의해, 25℃~100℃ 사이로 제어된다. 일반적으로, 가공품(32)의 배면으로 가해지는 상기 헬륨 가스의 압력은 5~15Torr의 범위에 있고, 도관(34)을 통한 상기 헬륨 흐름속도는 5~70sccm의 범위에 있다. 상기 헬륨은, 상기 소스로부터 스템(stem)과 "T"연결관의 한쪽 아암(arm)을 경유하여 압력변환기를 통해 도관(34)으로 흐르는데, 상기 "T"연결관의 다른 쪽 아암은 제어되는 개구부를 가진 구멍을 통해 펌프에 연결되어 있다. 모든 실시예에서, 상기 가공품의 배면에 가해지는 헬륨의 압력은 도관(34)의 흐름 제어기(flow controller)에 의해 실질적으로 일정하게 유지된다. 모든 냉각제 흐름 속도에 대해, 가공품(32)의 배면에 가해지는 가스의 압력은 척(30)으로부터 유리 시트(32)를 밀어서 떨어뜨리기에 충분한, 즉 만일 상기 척이 상기 가공품에게 정전기력을 전혀 가하지 않는 경우에 상기 척에 대응하여 상기 시트를 이동시키기에 충분한 압력이다. 상기 헬륨 가스는 상기 가공품과 척(30) 사이에 열을 전달하고, 인도함으로써 가공품(32)을 냉각시킨다. 척(30)은 도관(34)을 경유하여 흐르는 액체 냉각제 때문에 상대적으로 냉각 열 소멸 점으로서 기능한다.

척(30)은 도관(37)을 통해 흐르는 냉각 액체로부터 상기 척을 통해 기관(32)에 이르는 높은 열 전도율 경로를 제공하도록 구성된다.

상기 가공품(32)의 배면은 상기 척의 면에서 홈이 파인 부분을 제외하고, 척(30)의 평면에 접한다. 척(30)은 상기 가공품의 노출된 표면이 평평하고 상기 척의 평면에 실질적으로 평행하게 놓여있도록 상기 가공품에 힘을 가한다. 척(30)의 평면으로부터 멀어지게 상기 가공품을 위쪽으로 구부리는 도관(34)을 통해 챔버(10)로 흐르는 헬륨 가스의 경향에도 불구하고, 심지어 가공품(32)이 상기 척에 놓여질 때 휘거나 구불구불하게 되어도, 이 결과는 달성된다. 척(30)은 또한, 상기 가공품의 배면이 척(30)의 평면의 홈이 파지지 않은 부분과 접하여도, 가공품(32)의 배면의 실질적인 부분과 상기 헬륨 가스가 접촉하도록 구성된다.

도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 정전 척(30)은, 저역 RF 제거필터(도시되지 않음)를 포함하고, 프로그램된 DC 소스(38)의 고압 단자(40)에 연결된, 높은 전기 전도율의 금속(바람직하게는 알루미늄)판(36)으로 형성된 오직 하나의 전극을 가지는 단극 장치이다. 챔버(10) 내에서 플라스마에 의한 가공품(32)의 초기 처리 동안, 단자(40)에서의 전압은 하우징(10)의 금속 벽에 연결된 접지된 단자(42)에서 소스(38)의 전압에 대하여 일반적으로 수 천volts(예컨대 5000volts)이다. 단자(42), 챔버(10) 및 상기 챔버 내의 플라스마는 모두 거의 동일한 DC 접지(단자, 기준) 전위에 있다. 전압 소스(38)는, 단자(40)이 접지된 단자(42)의 전압에 대하여 부(negative) 또는 정(positive) 전압이 되도록 구성될 수 있다. 챔버(10) 내에서 플라스마에 의한 가공품(32)의 처리 동안, 단자(40)에서의 전압은, 상대적으로 낮은 유동성의 양이온을 가공품(32)의 노출된 면으로 끌어당기기 위해 터미널(42)를 고려하여 부전압으로 하는 것이 바람직하다. 부극성은 전원(power supply)(38)상의 나쁜 효과를 억제하기 때문에 유용하다.

무선 주파수 바이어스 전압은 이온 에너지 제어를 위해 척(30)에 공급된다. 이 결과, RF 소스(60)는 정합 네트워크(62)와 직렬 DC 블로킹 커패시터(164)를 경유하여 척(30)의 플레이트(36)에 연결된다. AC 바이어스 전압은, 고유동성의 플라스마 전자가 저유동성의 무거운 플라스마 이온보다 훨씬 더 큰 정도로 척에 이끌리기 때문에 상기 척(30)이 DC 부전압으로 충전되도록 한다.

플레이트(36)의 정면, 즉 유리 가공품(32)에 가장 가까운 플레이트의 면은 전기적 보호 유전체(59)(바람직하게는 상기 플레이트(36)의 정면을 완전히 덮어 가스를 방출하지 않는 산화처리된 층으로 형성된다)에 의해 덮혀 있다. 유전층(59)은 일반적으로 약 0.1mm의 두께와 정해진 수동 전기적 파라미터, 예컨대 정해진 커패시터 및 저항으로 이어지는 정해진 유전 상수 및 저항률을 가진다.

플레이트(36)의 나머지는 역시 가스를 방출하지 않는 재료(보통 플라스틱이 아닌 바람직하게는 세라믹)로 만들어진 유전 전기적 유전체(44)로 둘러싸여 있다. 유전체(44)는, 챔버 내에서 전극과 이온 사이에 실질적인 DC 전위 차가 존재하도록 상기 전극 플레이트(36)가 전기적으로 상기 이온과 접촉하는 것을 방지한다. 이 결과, 유전체(44)는 오목부분(46)을 가지는 플레이트와 같은 형상으로 된다. 금속 플레이트(36)는 상기 플레이트의 주변 가장자리가 유전체(44)의 플랜지(flange)의 내벽(47)과 접하도록 상기 오목부분(46)에 위치하고, 가공품(32)은 상기 기관이 완전하게 상기 플레이트(36)의 상부 표면을 덮도록 상기 플레이트(36)에 대응하는 사이즈로 된다.

도관(34)을 통해 흐르는 헬륨 가스가 유리 가공품(32)의 배면의 실질적인 부분에 접촉할 수 있도록 하기 위해, 플레이트(36)의 부드럽고 평평한 상면(53)에는 상호 유체 흐름 관계에 있는 간격을 두고 배치된 상호 연결된 홈(54)(도 3)과 도관이 제공된다. 도관(34)은 상기 도관과 홈이 연결된 중앙 보어(bore)(55)를 포함하는 척의 덕분에 상기 척(30)을 통해 유효하게 연장된다. 가공품(32)이 척(30)에 세워치레 클램프될 때, 상기 가공품의 노출된 평면 상면은 상면(53)과 평행하게 전개된다. 유전체(44)는 냉각 액체가 통과해서 흐르도록 도관(37)과 유체 흐름 관계에 있는 통로(65)를 포함한다. 유전체(44)와 금속 플레이트(36)가 높은 열 전도성을 가지고 있고 또 상기 통로와 가공품(32) 사이의 거리가 짧기 때문에, 열은 가공품(32)으로부터 통로(65) 속의 냉각제로 용이하게 이전된다.

동작에 있어서, 전원(도시되지 않음)으로부터 연결이 끊어진 DC 소스에 의해 전극(36)에 연결된 DC 소스(38)의 전압이 0으로 될 때, 상기한 타입의 유리 유전 기관 가공품(32)은 유전층(59) 상에 위치한다. 유전체(44)에 의해 완전히 둘러싸인 층(59)에 가공품(32)이 위치한 후, 소스(38)는 전원에 연결된다. 다음으로 냉각 가스가 밸브(35)를 개방함에 의해 도관(34)으로 공급된다.

가공품(32)은, 전기적으로 척 전극(36)에 연결되고 상기 척을 통해 수직으로 연장되며 상기 척의 상면 위로 올려지는 한 세트의 수직으로 움직이는 금속 승강(lifting) 핀(도시되지 않음)들로 상기 가공품을 전달하는 로봇 팔(도시되지 않음)에 의해 척(30) 상에 위치된다. 가공품(32)이 유리이기 때문에, 상기 가공품의 저면은 전극(36)과 상기 승강 핀들의 전압과 무관한 전압에 있다. 상기 핀들이 내려갈 때, 가공품(32)은 유전체(59) 상에 머물러 있고, 상기 핀들과 간격을 두게 된다. 처리가 완료된 후에는, 때때로 작은 클램핑 힘이 척(30)에 의해 가공품(32)에 가해지는 동안, 상기 가공품은 이에 대하여 상기 핀들을 올림으로써 상기 척으로부터 제거된다. 그러면, 상기 핀들은 상기 처리된 가공품을 상기 로봇 팔로 되돌려 준다.

전하층(58)은, 노출된 표면이 챔버(10) 내의 실질적으로 기준 전위인 이온과 접촉하기 때문에, 유리 가공품(32)의 상기 노출된 상부 표면에 형성된다. 결과적으로, 전하층(58)은 챔버(10)의 접지 전압에 가까운 기준 전위에 있다. 소스(38)가 온되고 스위치(61)가 연결될 때는, 전류가 단자(40)에서 전극(36)으로 흐르고, 변위 전류가 전극(36)으로부터 유전층(59) 및 유리 가공품(32)을 통해 흐르며, 가공품(32)의 노출된 상층으로부터 챔버(10) 내의 플라스마를 통해 상기 챔버 벽으로 흐르고, 여기서부터 상기 순환을 완료하기 위해 소스(38)의 접지 단자(42)로 흐른다. 이 전류 흐름은 전극(36)과 가공품(32)의 상부 표면 사이에 형성된 커패시터의 유전체의 충전을 일으킨다. 소스(38)의 전압은, 상기 전극(36)과 가공품(32)의 상부 표면 사이에 형성된 유전체 상의 전하가 가공품(32)과 전극(36) 사이에 척(30)으로 상기 가공품을 클램프하기에 충분한 인력을 발생하기에 충분할 만큼 높다.

상기 소스(38)의 전압은, 가공품(32)의 두께를 가로지르는 전하가 상기 가공품(즉, 기판)을 유전층(59)의 상면(53)으로 클램프하는 상기 가공품을 가로지르는 인력을 발생하기에 충분할 만큼 높다. 유리 유전 가공품(32)을 클램프하는 데 요구되는 소스(38)의 전압값(일반적으로 5000volts와 같은)은 단극 정전 클램프에 반도체 또는 금속 가공품을 클램핑하는 데 요구되는 전압보다 훨씬 더 높다. 고전압은, 전극 플레이트(36)로부터 상기 가공품의 노출된 상의 전하층으로 가공품(32)과 유전층(59)을 가로질러 클램핑 압력을 만들기 위해 필요하다. 일반적으로 가공품(32)에 가해지는 상기 클램핑 힘은 도판(34)을 통해 흐르는 헬륨에 의해 상기 가공품의 뒤쪽에 가해지는 힘의 약 두배이다.

저중간 저항률의 유리 가공품에 있어서, 처리가 완료되었을 때 전하와 전압은 가공품(32) 상에 그대로 남아있는 경향이 있다. 상기 전하와 전압은 상기 편이 척(30)으로부터 상기 가공품을 들어올릴 때 상기 유리 가공품 상에 머무른다. 유리 가공품(32)이 척(30)으로부터 완전하게 이탈되지 않을 때 및 처리 플라스마가 전기 회로를 완성하기 위해 온될 때, 전하는 상기 유리 가공품의 바닥에 트랩(trap)되고, 이미지 전하들이 유리 가공품의 상부와 전극(36) 상에 형성된다. 상기 이미지 전하는 가공품(32)의 저면 상에 포획된 전하에 이끌리기 때문에, 상기 이미지 전하는 전극(36) 상에 있게 된다.

플라스마가 가공품의 상면을 기준 전압으로 유지하기 위한 챔버(10) 내에 있는 동안 가공품(32)이 척(30)으로부터 들어올려질 때, 전하는, 전극과 가공품의 저면 사이의 커패시턴스가 감소하기 때문에, 전극(36)과 가공품 상면 사이로 전달된다. 결과적으로 전류 펄스는, 상기 편이 척(30)으로부터 상기 유리 가공품을 들어올릴 때, 상기 전극(36)과 상기 유리 가공품(32)의 저면 사이에 흐른다.

상기 전류 펄스의 크기는 플레이트(36)와 소스(38)의 단자(40) 사이에 연결된 전류계(61)에 의해 측정된다. 전류계(61)의 피크(peak)는 상기 편이 척(30)으로부터 상기 가공품을 들어올릴 때, 가공품(32) 상의 잔여 전압 및 전하와 직접 비례한다. 다른 대안으로는, 상기 전류계(61)에 의해 감지된 전류의 순간 크기는 상기 편이 가공품(32)을 들어올리기 시작하고 몇 마이크로초 후에 시작하고 상기 펄스가 끝나기 전에 종료하는 미리 정해진 기간 동안 감지된다. 상기 전류계(61)의 순간 출력은 상기 기간 동안 기록된다. 컴퓨터 시스템(64)은 피크 크기를 결정하거나 전류계(61)에 의해 감지된 전류의 값을 평균한다. 상기한 바와 같이, 컴퓨터 시스템(64)은 가공품이 척으로부터 제거되는 동안 적어도 어느 하나의 차후 처리되는 유리 가공품(32)에 가해지는 클램핑 힘을 제어하기 위해 전류계(61)의 독출값에 따라 응답한다.

마이크로프로세서(66), 랜덤 액세스 메모리(RAM)(67) 및 리드 온리 메모리(ROM)(68)을 포함하는 컴퓨터 시스템(64)은 RF 소스(26)의 온오프와 정합 네트워크(28)의 리액티브 임피던스뿐 아니라 소스(38)에 의해 구동되는 시변 전압의 크기와 밸브(21,35,39)의 개폐를 제어한다. 마이크로프로세서(66)는 ROM(68)에 저장된 프로그램과 RAM(67)에 저장된 신호값 및 전류계(61)에 의해 감지되는 펄스에서 전류의 크기에 응답하여, 밸브(21,35,39), 고전압 소스(38) 및 RF 소스(26)를 제어한다. 게다가, 마이크로프로세서(66)는, 정합 네트워크(69)의 리액턴스를 제어하기 위해, 소정 변환기(도시되지 않음)로부터 유도되듯이, (1)소스(26)의 출력 전력과 (2)상기 소스로 반사되어 오는 전력의 값에 응답한다. 소스(26)의 가압뿐 아니라 소스(38), 밸브(21,35,39)를 제어하기 위해 ROM(68)에 저장된 작동은 아래에 기술되어 있다. 마이크로프로세서(66)에 의해 수행되는 작동은, 정합 네트워크(28)의 리액턴스의 제어를 제외하고, 수동으로 수행될 수도 있다.

평판 디스플레이에 사용되는 유리 가공품의 다른 타입은 척(30)으로부터 유리 기판(32)을 디척킹하는 데에 영향을 주는 예컨대, 저항률 및 커패시턴스와 같은 수동 전기적 특성을 다르게 가진다. 고저항률 유리 유전 기판(32)은, 척(30)에 클램핑될 때, 상기 척에 소스(38)에 의해 가해지는 전압이 0으로 감소할 때 상기 기판으로부터 용이하게 이탈된다. 위에서 지적한 바와 같이, 우리는 저중간 저항률의 유전 가공품(32)은 상기 척에 가해지는 고전압이 0으로 감소할 때 상기 척(30)으로부터 이탈되지 않는다는 것을 발견했다. 특히, 다른 저항률은 상기 유리 유전 가공품에 저장된 전하에 영향을 주고, 척(30)으로부터 상기 가공품을 빠르게 제거하는 능력에 양호한 영향을 준다.

도 4a, 4b 및 4c는 각각 (a)척(30)(금속판(36) 및 유전층(59)을 포함함) 및 클램핑된 유리 유전 가공품(32)의 단면도, (b)도 4a의 구조의 등가 회로도 및 (c)도 4a의 구조의 회로도이다. 도 4a에 도시된 구조는 금속 플레이트(36) 및 유리(32) 사

이에 유전체(59)를 포함하는 것 외에, 상기 유전체 상면 및 유리 가공품(32) 바닥면 사이에 진공갭을 포함한다. 상기 갭은 소위 Johnsen-Rahbek 갭이라고도 한다. 유전체(59), 상기 갭 및 유리 가공품(32)는 각각 근사적으로 두께 d_A , d_{JR} 및 d_G 를 가지는 것으로 알려졌다. 유전체(59), 상기 갭 및 유리 가공품(32) 각각의 DC 소스(38)에 대한 임피던스는 저항과 병렬인 커패시터로서 나타낼 수 있다. 상기 커패시터 및 저항은, 각각 전극 플레이트(36)의 상면 및 유전층(59)의 상면 사이의 커패시턴스 및 저항을 C_A , R_A , 유전층(59)의 상면 및 유리 가공품(38)의 저면 사이, 즉 Johnsen-Rahbek 갭의 커패시턴스 및 저항을 C_{JR} , R_{JR} 및 유리 가공품(32)의 상면 및 저면 사이의 커패시턴스 및 저항을 C_G , R_G 로 하여 도 4b에서 나타내었다. 유전체(59), Johnsen-Rahbek 갭 및 유리 가공품(32)의 상기 병렬 등가 수동 회로 소자는 서로 직렬로 연결되어 있다. 유리 가공품(32)의 상면은 챔버(10) 내의 플라즈마의 거의 기준(즉, 접지) 전압에 있다. 상기 유전층(59)의 저면은 전극 플레이트(36) 및 소스의 저항과 동일한 저항(R_0) 통하여 DC 소스(38)의 전원 전압(V_{ESC})에 연결된다. 상기 가공품(32)의 저면은 처리 동안 소스(38)의 전압 상기 가공품의 노출면 사이의 어떤 전압에 있다.

저중간 저항률 유리 가공품에 있어서, 표 1과 연관하여 위에서 설명한 바와 같이, 상기 Johnsen-Rahbek 갭 저항은 유전체층(59)의 저항보다 훨씬 크고, 상기 유전체층(59)의 저항은 유리 유전 가공품(32)의 저항보다 훨씬 크다. 척(30)으로부터 저중간 저항률의 유리 유전 가공품을 디척킹하는 것과 관련하여 시간 척도에 있어서는, 유전층(59) 및 Johnsen-Rahbek 갭(30)의 조합은 유전체 저항(R_A) 및 유전체 커패시턴스(C_A)와 거의 동일한 저항 및 커패시턴스를 가진 단일층으로서 처리될 수 있다.

이 결과 도 4c에 설명된 등가 회로가 되고, 여기서 유전체(59)의 커패시턴스(C_A) 및 저항(R_A)의 병렬 조합은 유리 가공품(32)의 상기 커패시턴스(C_G) 및 저항(R_G)의 병렬 조합과 직렬이다. 도 4c의 직렬 조합, 즉 R_A 와 병렬인 C_A 및 R_G 와 병렬인 C_G 는 저항(R_0)(소스(38)의 저항)과 직렬이다. (도 4c의 회로 및 그 결과치들은 가공품(32)의 저항 및 유전체(59)의 저항을 실제로는 그렇지 않은 오용으로 취급하기 때문에 근사적인 것이다. 그러나, 도 4c의 회로 및 그 결과치는 소스(38)의 전압이 더 이상 척(30)에 가해지지 않을 때, 빠르고 느린 시간 상수 및 전압 극성의 반전을 보여주기 때문에 유용하다.)

공급원(38)으로부터의 전류는, 각각 (1)레지스터(R_0)에 걸려 있으며, (2)금속플레이트(36)의 상면과 유리 가공품(32)의 하면(즉, 유전체층(59)에 걸린)사이, (3)유리 가공품(32)에 걸린, 시간변화 전압(V_o , V_A 및 V_G)을 설정한다. 플레이트(36), 유전체(59) 및 유리 유전 가공품(32)을 포함하는 정전적에 공급원(38)에 의해 인가된 전압은,

$$V_{ESC} = (V_o + V_G + V_A + V_{plasma})$$

여기서 V_{plasma} 는 유리 유전기관(32)의 노출된 상면에 플라즈마가 인가되는 전압이다.

유리 가공품(32)에 인가된 파지력(clamping force)은,

수학식 1

$$F = \epsilon_0 k_A^2 V_A^2(t) - \frac{A}{2d_A^2} \dots$$

여기서, k_A 는 유전체층(59)의 유전상수이고,

ϵ_0 는 자유공간의 유전율이며,

A는 유전체층(59)의 상면의 영역과 거의 동일한 유리 가공품(32)의 하면의 영역이다.

V_{ESC} 인 스텝 전압 전이를 일으키는 공급원(36)의 스텝전압 변화에 따라, $V_A(t)$ 의 값은:

수학식 2

$$\begin{aligned}
 V_A(t) &= C_A \cdot \exp(-A^+ t) + C_A \cdot \exp(-A^- t) + V_{A0} \\
 \text{여기서,} \\
 A^+ &= (f_G r_G + f_A r_A \pm s) / 2, \\
 C_A^\pm &= [A^\pm (V_{A0} - V_{A0}) + f_A (r_A V_{A0} + V_{G0} - V_{ESC} + V_{plasma})] / (\pm s) \\
 f_G &= 1 / (C_G R_G), \quad f_A = 1 / (C_A R_A), \quad r_G = (1 + R_G / R_0), \quad r_A = (1 + R_0 / R_A), \\
 s &= \sqrt{(f_G r_G - f_A r_A)^2 + 4 f_G f_A}, \quad (\sqrt{} \text{는 스퀘어루트 (제곱근)를 나타낸다.}) \\
 V_{A0} &= V_A(t \rightarrow \infty), \quad V_{A0} = V_A(t=0), \quad V_{G0} = V_G(t=0)
 \end{aligned}$$

시간상수($\tau^+ = 1/A^+$)는 전형적으로 1초(sec)보다는 적으며, 외부저항(R_0)을 통하여 직렬결합 용량 ($C_G * C_A$)/($C_G + C_A$)의 충전에 상응한다. 시간상수(τ^+)는 ($V_G + V_A$)로 정의된 등가회로의 총 전압에 있어서의 변화를 조절하고, 가공품 (32)에 적합한 척(chuck)(30)용의 턴온(turn-on) 시간상수이다. 시간상수(τ^+)로 발생한 변화는 양 커패시터(C_A 및 C_G)를 통한 동량의 변위전하의 이동을 포함하는 것이다.

정전 척(30)과 유전 가공품의 방전 시간상수($\tau^- = 1/A^-$)는, 레지스터(R_0 , R_A 및 R_G)를 통한 직렬 커패시터(C_G 및 C_A)상로의 자유흐름에 대한 것이다. 방전시간 상수(τ^-)는 (1)유전체(59) 또는 유리 가공품(32)의 좀더 작은 저항과 (2)유전체 (59) 또는 가공품(32)의 좀더 큰 용량의 곱과 대략 동일하다. 좀더 작은 저항 및 좀더 큰 용량은 각각 R_G 와 C_A 이다. 중간 저항을 가공품에 대한 곱($R_G C_A$)은 전형적으로 τ^+ 보다 더 큰 크기의 차수이다. τ^- 는 정전척(30)에 대하여 유리기관(32)의 파괴력에 있어서의 점진적인 변화를 일반적으로 조절하는 시간상수이고, 공급원의 전압이 영이하로 떨어진 후에 척에 의해 가공품에 인가된 잉여 파괴력의 쇠퇴를 조절하는 시간상수이다.

두개의 시간상수(τ^+ 와 τ^-)의 효과는 도 5의 파형에 의해, 양의 스텝 변화후에 $0 < t < 120s$ 동안 $V_{ESC} = 0V$ 에서 $V_{ESC} = 800V$ 까지, 120s 이후 $V_{ESC} = 800V$ 에서 $V_{ESC} = 0V$ 까지의 스텝 변화에 대한 시간 함수로서 V_G 와 V_A 에 대한 분석적인 해법으로 나타낸다. 도 5에 있어서, C_A 는 C_G 의 20배가 더 크며, R_A 는 R_G 보다 큰 크기의 차수이며, 시간상수(τ^+)는 0.04s이며, 시간상수(τ^-)는 20s이다. 이들 성분과 시간상수값은 상업용 평판디스플레이에 사용된 특정한 중간 저항을 유리에 있어서 40℃의 온도에 대한 값이다. 800V 레벨이 유전체에 인가된 한편, 가공품(32)의 노출면이 접지에 있는 경우, 전압의 합계($V_G + V_A$)는 시간상수(τ^+)를 가지고 800V까지 빠르게 증가한다. V_G 와 V_A 사이의 초기의 전압분할은 용량전압 디바이더 비율에 의해 설정된다. 800V공급원의 초기의 턴온후에, V_G 는 감소하고, 시간상수(τ^-)를 가지고 유전체와 유리 가공품의 저항성 전압 디바이더값을 향하여 파괴전압(V_A)은 증가한다. $t = 120s$ 에서, ESC전압은 턴오프되고, 즉 $ESC = 0$ 이며, 합계전압은 시간상수(τ^+)를 가지고 영으로 빠르게 감소한다. $C_A * C_G$ 또는 $C_G * C_A$ 의 좀더 작은 곱을 가지고 C_A 또는 C_G 상의 전압은 좀더 작은 시간상수(τ^+)와 극성을 바꾸며, 그리고 나서 양 커패시터상의 전압은 좀더 긴 시간상수(τ^-)를 가지고 저하하게 된다.

평판 디스플레이의 제조에 사용된 다른 유리의 저항률이 5차수 이상으로 다르기 때문에(표 I에 나타내는 바와 같이), 시간상수(τ^-)는 또한 매우 다양하며, 모든 종류의 유리에 디척킹(해제, dechucking) 과정이 효과적이지는 않다.

척(30)에 파괴된 낮거나 중간 저항을 유리 가공품에 대하여 $R_A C_A > R_G C_G$ 이므로, 이러한 가공품의 하면에 유전체(59)를 통하여 전극(36)에 의해 인가된 파괴전압(V_A)은 일정한 량의 DC전압이 공급원(38)에 의해 척에 공급된 후에 시간이 지남에 따라 증가한다. 적절한 디척킹 시간에 도달하기 위해, 플라즈마에 의해 가공품이 처리되는 동안 도관(37)을 통하여 흐르는 냉각액의 힘에 대항하여, 가공품(32)을 원 위치에 고정시키는데 충분한 대략 일정한 값으로 파괴전압(V_A)을 유지하는 것이 바람직하다. 이것은 시간함수로서, 가공품이 파괴된 후에 공급원(38)에 의해 척(30)에 인가된 전압값을 감소하는 것에 의해 이루어질 수 있다.

이상적으로는, 공급원(38)에 의해 파생된 V_{ESC} 의 값이, 유전의 유리 가공품(32)의 처리동안 실질적으로 일정한 척킹력과 척킹전압(V_A)을 유지하도록, 지수적으로(exponentially) 감소된다. 그러나, ROM에 지수함수를 프로그래밍하는 것과 고

전압 공급원의 크기를 조절하는 것은 조금 어려우므로, 그것은 지수적으로 감소하는 시간의 함수이다. 지수적으로 감소하는 전압과 그것에 의해 얻어지는 효과는 마이크로프로세서(66)가 공급원(38)을 제어하여, 공급원이 챔버(10)내의 플라스마에 의한 유리, 유전 가공품(32)의 처리동안 스텝 전압을 감소시키는 일정 간격의 일련의 시간을 유도하는, 프로그램을 저장하는 ROM(68)에 의한 것과 같이 큰 정도로 근접할 수 있다. 예를 들면, 처리되는 동안의 지수적으로 감소하는 전압은 유리 유전 가공품(32)의 처음 15초의 처리동안 플레이트(36)에 -1500V의 전압을 초기에 공급원에 의해 인가하는 전압에 가깝게 될 수 있다. 그리고 나서, ROM(68)은 마이크로프로세서(64)가 15초와 45초사이의 가공품 처리에 존재하는 기간동안 공급원(38)의 출력전압을 -800V로 감소하도록 제어한다. 그런 후에, ROM(68)은 마이크로프로세서(66)를 제어하여 공급원(38)의 전압이 45초에서 75초 사이의 처리시간동안 -600V까지 떨어뜨린다. 75초의 처리시간 후에, ROM(68)은 마이크로프로세서(66)가 공급원(38)의 출력전압을 -500V까지 떨어뜨리게 한다. 60초와 비슷한 정도의 기간을 가지는 비교적 짧은 처리에 의해, 이러한 처리순서는 유전체(59)내에 저장된 파지전하를 손상없이 유전체로부터 유리가공품(32)이 들어올려질 수 있도록 충분히 낮게 할 수 있다. 이러한 프로세스는 중간적 저항을 유리 가공품에 적용가능하다. 고정항을 유리 가공품은 프로그래밍된 전압 공급원을 채용할 필요가 없으며, 종래기술, 일정 전압 기술은 디척킹 목적에 적합하다.

또 하나의 실시예에 의하면, 공급원(38)의 전압은 가공품(32)이 처리되는 동안 계속 제어되어, 가공품에 인가되는 척(30)의 파지력이 대략 일정하게 된다. 이러한 결과는 일정한 설정 포인트값에서, 가공품(32)의 뒷면에 대하여 관로(34)를 통하여 흐르는 헬륨 냉각제의 흐름속도를 유지하도록 공급원(38)의 전압을 제어하는 것으로 얻어질 수 있어, 파지력은 실질적으로 가공품이 처리되는 동안 일정하게 된다.

이러한 목적을 위해, 흐름센서(70)는 밸브(35)와 구멍(55)사이의 헬륨관로에 연결된다. 센서(70)는 비교적 긴 시간 간격, 즉 몇초 이상으로 평균화된 헬륨의 흐름속도에 비례하는 신호를 개시한다. 센서(70)의 평균화된 출력은 척이 가공품(32)에 인가하는 파지력을 효율적으로 나타낸다. 신호는, ROM(68)에 저장된 미리 조정된 흐름속도 신호값과 비교되는 마이크로프로세서(66)의 입력으로 공급된다. 비교적 긴 시간상수에 있어서의 비교결과는 공급원(38)에 마이크로프로세서(66)가 연속적으로 공급하는 것을 제어하여, 공급전압은 가공품이 처리되는 동안 가공품(32)에 인가되는 척의 파지력이 대략 일정하게 유지되도록 다양하게 된다. 마이크로프로세서(66)는 PID(proportional integral differential) 제어와의 비교에 의한 오차를 적용함으로써 공급원(38)의 전압을 제어하도록 적절하게 프로그래밍되어 있다. 짧은 시간상수 제어는 기관(32)의 뒷면상의 헬륨가스에 의해 영향을 받는 가스압력에 응답하는 종래의 압력센서(미도시됨)에 의해 제공된다. 마이크로프로세서(66)와 함께 압력센서는, 밸브(35)와 라인에 공급된 헬륨가스의 압력을 제어한다.

센서(70)의 출력신호에 따른 공급원(38) 전압의 제어는, 헬륨의 흐름속도가 (1)가공품 상의 척(30)에 의한 파지력의 증가에 따라 감소하고, (2)가공품(32)상의 척(3)에 의한 파지력의 감소에 따라 증가한다는 인식에 기초하는 것이다. 공급원(38)이 초기에 척(30)에 일정한 DC전압을 인가하자마자, 가공품(32) 상에 인가된 파지력은 지수적으로 증가하기 시작하여, 관로(34)를 통한 냉각제의 흐름속도가 감소하게 된다. 감소된 흐름속도는 센서(70)에 의해 감지되어, 마이크로프로세서(66)가 공급원(38)이 척에 인가하는 DC전압을 감소하게 하여 파지력을 대략 일정하게 하도록 한다. 가공품(32)이 처리되는 시간내내 이러한 방식의 동작이 계속된다.

많은 중간과 저저항을 유리 가공품, 특히 일분이상 동안 플라스마에 의해 처리된 것들에 대하여, 공급원(36)에 의해 가공품에 공급된 전압이 시간함수로서 감소된다고 할지라도, 처리시간의 완료에서 가공품 내에 저장된 전하는 가공품이 척(30)으로부터 핀에 의해 제거되는 것이 방지될 정도로 충분히 클 것이다. 이러한 상황에서, 가공품 처리가 끝난 후에, 그리고 가공품의 노출면에서의 전압이 대략 영으로 되도록 챔버내에 낮은 전력의 플라스마가 있을 때, ROM(68)은 마이크로프로세서를 활성화하여 공급원(38)이, 단자(40)에 공급된 전압의 극성과 반대의 극성을 가지는 DC전압을 단자(40)에 공급하도록 한다. 반대의, 즉 역극성의 전압은 처리동안 공급원(36)의 전압이 감소된 후에 공급된다.

제2 실시예에 의하면, 단자(40)에 공급원(38)에 의해 공급된 역극성 전압의 크기는, +4000V와 같은 비교적 높은 값으로 예정되어 있으며, +4000V값은 처리동안, 공급원(36)의 전압은 순차 -1500V, -800V, -600V 및 -500V이나 상황에 적용가능하다. 역극성 전압의 크기는 V_A (전극(36)의 상면과 유리 가공품(32)의 하면 사이의 전압)가 영이 되도록 선택되고, 그것은 V_G (유리 가공품(32)의 상면과 하면 사이의 전압)에 있어서 실질적인 증가를 초래한다.

유전체(59)와 유리 가공품(32)의 각각의 임피던스가, 공급원(38)의 전압의 5%에서 10% 만이 커패시터(C_A)에 걸쳐 발생되도록 해야한다는 것을 염두에 두고, 이러한 결과에 도달하기 위해서는 역극성 전압의 크기는 충분하여야 한다. 이러한 디척킹 방법은 보통의 디척킹 시간상수(τ)가 매우 긴 때인 경우를 위한 것이다. 매우 긴 시간상수(τ)는, 예를 들면 유리가공품이 고온의 처리동안 고정되게 된다면, 나타날 수 있다. 고온은 가공품 저항물을 감소시켜서, 스틱킹(sticking)/디척킹(dechucking)시간상수를 더 낮은 온도에서보다 빨라지게 한다.

그러나, 처리후에는 좀더 느린 시간상수의 원인으로 되는 더 낮은 온도에서 디척킹이 발생하도록 하는 플라즈마가 소멸된다. 모든 커패시터 상의 모든 전하가 시간상수(τ^-)로 영으로 저하하는 데 매우 긴 시간이 걸린다 해도, 어느 하나의 특정한 커패시터상의 전압은 다른 커패시터 상의 전압을 증가시킴으로써, 여전히 빠른 시간상수(τ^+)에서 영으로 감소될 수 있다. 그러나, 이러한 방법은 전압(V_A)(이러한 등가 회로모델 내에서)만이 고정력(sticking force)에 직접 관련되므로, 고정된 가공품을 자유롭게 하는 데 사용된다. 이러한 디척킹 방법에 있어서 τ^+ 보다 긴 시간 이외에는, 역극성의 전압이 인가될 어느 특정한 길이의 시간은 없다.

커패시터(C_A)에 걸린 전압이 영으로 떨어진 후에, 챔버내의 플라즈마는 마이크로프로세서(66)에 의해 턴오프되어 밸브(21)를 닫고 r.f. 공급원을 턴오프한다. 그리고 나서, 마이크로프로세서(66)는 펌프(미도시됨)를 활성화하여 1mTorr보다 작은 기압(바람직하게는, 적어도 1mTorr보다 작은 차수의 크기)으로 챔버(10)를 배기하는 한편, 전극(36)은 또한 전압 공급원(38)에 접속되어 있다. 이것은, 챔버벽으로 플라즈마를 통하여 회로가 깨지도록 한다. 그리고 나서, 마이크로프로세서(66)는 공급원(38)의 전압이 영으로 감소하도록 지시한다. 전압(V_A)의 값은 영으로 남아 있으며, 전압(V_G)의 값은 비교적 크게 존재한다.

그리고 나서, 마이크로프로세서(66)는, 승강핀(lifter pin)으로 척(30)에서 유리가공품(32)을 제거하도록 지시하고; 전압(V_G)(유리 가공품(32)의 상면과 하면사이의 전압)은 척(30)에서 핀이 가공품을 들어올린 후에 있어서도 꽤 높게 되어 있다. 다음에, 마이크로프로세서(66)는 챔버(10)내의 불활성 플라즈마의 형성을 초래하는 것으로 전압(V_G)의 값을 실질적으로 영으로 감소하게 하는 동작을 수행한다. 플라즈마는 불활성 이온화 가스, 즉 아르곤을 챔버 내에 도입하고, r.f. 필드를 정합네트웍(28)과 코일(24)을 통하여, 공급원(26)으로부터 가스에 인가하는 것으로 적절하게 형성된다. 선택적으로, 들어올려진 가공품(32)상의 전하는 챔버(10)내의 DC 타운젠트 방전을 점화하는 것에 의해 제거된다.

상기 과정들은 가공품(36)이 전극(32)에 인가된 공급원(36)의 척킹 전압이 영으로 감소되기 전에, 척(30)으로부터 제거되도록 재정비될 수 있다. 그리고 나서, 핀은 역극성의 전압이 커패시터(C_A)의 전압이 대략 영으로 되도록 하는 충분한 길이의 기간동안 있을 때, 척(30)에서 유리기관(32)을 들어올린다. 만약, 공급원(38)의 전압이 미리 영으로 되어 있지 않다면, 공급원의 전압은 뒤에 영으로 감소된다.

제1의 역극성의 실시예에 있어서, 실질적으로 동일한 전하가 커패시터(C_A 및 C_G)상에 존재할 때까지, 즉, 커패시터(C_A)(유전체(59)의 하면과 가공품(36)의 하면사이의 체적에 의해 정의된)와 커패시터(C_G)(가공품(32)의 하면과 상면 사이의 체적에 의해 정의된)사이에 전하 평형이 있을 때까지, 공급원(38)에 의해 플레이트(36)에 역극성의 전압이 공급된다.

커패시터(C_A 와 C_G)에 대략 동일한 전하가 있을 때, 커패시터(C_A)에 걸린 전압, $V_A = V_G C_G / C_A$ 이다. ROM(68)은 $V_A = V_G C_G / C_A$ 일때, 마이크로프로세서(66)가 단자(40)에서 공급원(38)의 전압이 단자(42)에서 접지전위까지 감소하도록 프로그래밍되어 있다. 단자(40)에서 전압이 영으로 감소된 후에, 전압(V_A 와 V_G)은 짧은 시간상수(τ^+)를 가지고 빠르게 저하한다.

결정된 R_G , R_A , C_G 및 C_A 에 기초하여, V_A 의 값은 다른 저항률과 커패시턴스를 가지는 유리 가공품에 대하여 계산된다. V_A 의 계산된 값에서, 가공품 처리의 완료후에 단자(40)에서 역극성 전압의 다른 값에 대한 평형된 전하상태에 도달하는 기간의 시간이 계산된다. 이러한 시간은 ROM(68)에 저장되고, 마이크로프로세서에 공급되어, 단자(40)를 통하여 역극성의 전압이 플레이트(36)에 공급원(38)에 의해 공급되는 시간의 길이를 제어한다. 만약, 예컨대 역의 전압이 4000볼트의 크기를 갖는다면, C_A 와 C_G 에서의 전하의 균등화가 특정의 유리가공품에 대하여 53초 내에 달성된다. 53초에서, 이러한 가공품(32)의 상면과 하면 사이의 전압이 약 -3,830볼트인 반면, 유전체(59)의 하면과 가공품의 하면 사이의 파지전압이 대략 -170볼트이다. 전하 균등화가 발생하면, 마이크로프로세서(66)는 공급원(36)의 전압이 영으로 감소하고, 파지전하(V_A)는 영으로 빠르게 방전한다. 그리고 나서, 승강핀은 척(30)에서 가공품(32)을 제거한다.

전하 평형 실시예는, 특히 저저항률 유리 가공품에 적용가능하다. 역극성 전압은 가공품의 스틱킹(sticking)을 방지하는데 충분히 긴 시간동안 그대로 있다. 전하 평형 역극성 실시예는 방전 시간상수(τ^-)와 관련되어 있다.

전하 평형 실시예에 있어서, 전압은 역극성 프로세스의 개시에서의 전압의 비($|V_{ESC}|/V_A$)와 대략 동일하다. 비($|V_{ESC}|/V_A$)는 용량비(C_A/C_G)와 같이 높을 수 있다. 따라서, 전하 평형 역극성 프로세스는 10 또는 20배율로 디척킹 동작의 시간의 길이를 감소시킨다. 저저항률 유리가공품에 있어서, 이것은 거의 1000초 대신에 대략 50초내에 가공품을 자유롭게 할 수 있다는 것을 의미한다. 그러나, 전하 평형 역극성 프로세스는 중간의 저항률을 가지는 유리 가공품에 대해서는 지나치게 길다.

제1 역극성 실시예에 있어서의 역극성 전압은 바람직하게는 가공품이 척(30)에서 들어올려진 때, 커패시터(C_A)(유전체(59)의 하면과 가공품(32)의 하면 사이)상의 파괴전하의 양에 의해 제어된 크기를 가진다. 특정한 배치내의 유리가공품의 수동적인 전기 파라미터들은 유사하며, 저항률은 가공품 온도 함수이고, 가공품이 척(30)에서 들어올려진 때에 특정 가공품에 대한 커패시터(C_A)상의 전하의 양은 바람직하게는 다음에 처리된 가공품에 대하여 공급원(38)에 의해 척(30)에 인가된 역극성 전압의 크기를 제어한다. 사실상, 특정 가공품이 척(30)에서 제거된 때에 커패시터(C_A)상의 전하는 척(30)에서 다음의 몇개(즉, 대략 10개까지)의 가공품이 제거되는 동안 역극성 전압의 크기 및 시간을 제거하는데 이용될 수 있다.

특정 가공품(32)이 척(30)에서 들어올려진 때 커패시터(C_A)상의 전하를 모니터하기 위해, 전류계(61)는 승강핀이 척(30)에서 특정 가공품(32)을 제거하는 동안 불활성 r.f.플라즈마가 챔버내에 있을 때, 척(30)의 플레이트(36)와 단자(40)를 통하여 흐르는 전류펄스에 응답한다. 불활성 r.f.플라즈마는 플라즈마처리가 완료되고 처리플라즈마가 소멸된 후에, 챔버에 인가된다. 마이크로프로세서(66)는, 계기(61)에 의해 감지된 피크 전류펄스진폭 또는 통합된 전류에 응답하여, 하나이상의 뒤이은 역극성의 전압 스텝동안 인가된 전하의 양을 제어한다. 역의 전압 전하가 제어된 최종 시간 미터(61)에 비례하는 역극성 전압에 의해 인가된 전하의 변화량은 미터(61)의 미리 감지된 표시에 비례하여 전류미터(61)가 감지하는 것에 역비례한다.

제1 실시예에 있어서, 미터(61)의 표시는 역극성 전압의 크기 및/또는 공급원(38)에 의해 역극성 전압이 척(30)에 인가된 시간의 길이를 제어한다. 이상적으로는, 전류는 기판이 적절하게 디척(dechucked)된다면 흐르지 않는다. 만약 가장 최근의 피크 전류가 바로 이전의 피크전류에 비례하여 증가한다면, 마이크로프로세서(66)는 인가된 역의 전압의 크기 및/또는 역의 전압이 인가된 시간의 길이를 증가시킨다. 그러나, 만약 가장 최근의 피크전류가 바로 이전의 피크전류에 비례하여 크기에 있어서 네가티브라면, 마이크로프로세서(66)는 인가된 역극성의 전압의 크기 및/또는 역극성의 전압이 척(30)에 인가된 시간의 길이를 감소시킨다.

낮거나 중간인 저항률 유전 유리 가공품의 전기저항률은 표 I(상기한)에 나타내는 바와 같이, 가공품 온도에 강하게 의존한다. 도 6은 온도함수로서 전형적인 중간 저항률 유리에 대하여 방전 시간함수(τ)를 그래프로 나타낸 것이다. 저항률은 유리가공품 온도내에서 각 10°C 에 대하여 대략 2.5배 감소하므로, 따뜻한 유리 가공품은 동일한 초기의 힘에 의해 척에 고정된 차가운 유리 가공품보다 더 빠르게 디척되는 경향이 있다. 이러한 현상을 이용하여, 가공품의 온도는 디척킹이 완료될 때까지, 높은 레벨에서 대략 일정하게 유지하거나 가공품 처리 완료시에 조금 증가시킨다.

가공품(32)의 처리동안, 플라즈마는 80°C 와 같은 비교적 높은 값으로 가공품의 온도가 상승한다. 80°C 에서, 유리 가공품(32)은 좀더 낮은 20°C 와 같은 온도에서 유리가 가지는 것보다 더 상당히 낮은 저항률을 가진다. 그러나, 가공품(32)의 처리의 완료는, 처리가스 공급 관로내의 밸브의 폐쇄 및 r.f.공급원(26)의 차단하여 챔버(10)내의 플라즈마를 소멸시키는 신호를 마이크로프로세서(66)에 공급하는 ROM(68)에 수반된다. 플라즈마가 소멸되기 때문에, 가공품(32)의 온도는 감소하게 된다.

처리가 완료된 후에 상승된 온도에서 가공품(32)을 유지하기 위해, ROM(68)은 마이크로프로세서에 플라즈마 소멸과 거의 동시에 헬륨 냉각라인(34)내의 밸브(35)를 마이크로프로세서가 단도록 하는 신호를 공급한다. 가공품은, 척으로 헬륨이 흐르지 않을 때 척(30)과 가공품(32) 사이에 열적 접촉이 빈약하기 때문에 처리의 끝부분에서 가졌던 비교적 높은 온도와 낮은 전기 저항률인 상태로 존재한다. 낮은 전기 저항률은 역극성의 과정동안 척(30)에서 가공품(32)의 디척킹을 강화한다.

역극성 과정이 제2 실시예에 대하여 완료된 후에, 핀이 척(30)위의 가공품(32)상에 위치되는 동안, 가공품(32)의 상면과 하면 사이의 전하는 상기한 바와 같이, 몇초동안 낮은 전력의 불활성 플라즈마를 턴온함으로써 제거된다. 또한, 몇 mTorr의 기압에서 아르곤이나 산소와 같은 이온화 가스를, 밸브(21)를 통하여 챔버(10)내로 도입하는 것으로 유리가공품의 면에 걸쳐 DC타운젠트 방전을 설정함으로써 가공품(32)에 걸린 전하는 이러한 방식으로 없앨 수 있다.

제1의 역전압 실시예에 있어서, 플라즈마는 가공품 상면과 하면 사이의 전하를 제거하기 위해서 가공품을 편이 들어올리는 동안 존재한다.

본 발명의 한정된 실시예에 대하여 예를 들어 설명하였지만, 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 진정한 사상과 영역을 일탈하지 않는 한, 구체적으로 설명한 실시예의 상세에 있어서 다양한 변형이 가능한 것은 물론이다.

산업상 이용 가능성

본 발명에 의하면, 처리하는 동안에 가공품 상의 척에 의해 발휘되는 클램핑 힘이 상기 척을 통해 상기 가공품으로 흐르는 냉각 가스에 의해 상기 척에 대응하여 상기 가공품이 움직이는 경향을 극복하기에 충분한, 진공 플라즈마 프로세서에서 유전 유리 가공품, 특히 평판 디스플레이의 새롭고 개선된 정전기적 척킹 및 디척킹 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

또, 가공품이 빠르게 디척킹되기 때문에 가공품의 처리량이 증가하는, 모든 타입의 유전, 유리 가공품을 위한 진공 플라즈마 프로세서에서 사용되는 새롭고 개선된 정전 척 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

또한 본 발명에 따르면, 가공품의 수동 전기적 파라미터의 분석을 기반으로 한 정전 척으로부터 유리, 유전 가공품을 디척킹하는 새롭고 개선된 방법을 제공할 수 있으며, 게다가 정전 척으로부터 디척킹하는 동안 가공품으로부터 제거되어야 할 전하량을 결정하기 위한 새롭고 개선된 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 유리, 유전 시트 가공품을 제위치에 고정하기 위한 정전 척을 포함하는 진공 플라즈마 프로세서의 개략적인 구성도,

도 2는 상기 유리, 유전 시트 가공품과 결합하여 도 1의 프로세서에서 사용되는 단극 정전 척의 일례에서의 측단면도,

도 3은 제위치에 상기 유리, 유전 시트 가공품 없이, 도 2에서의 구조의 평면도,

도 4a, 4b 및 4c는 각각 유리 유전 가공품을 클램핑하는 단극 정전 척의 단면도, 상기 가공품을 클램핑하는 상기 척의 등가 회로, 및 상기 가공품을 클램핑하는 상기 척의 등가 회로,

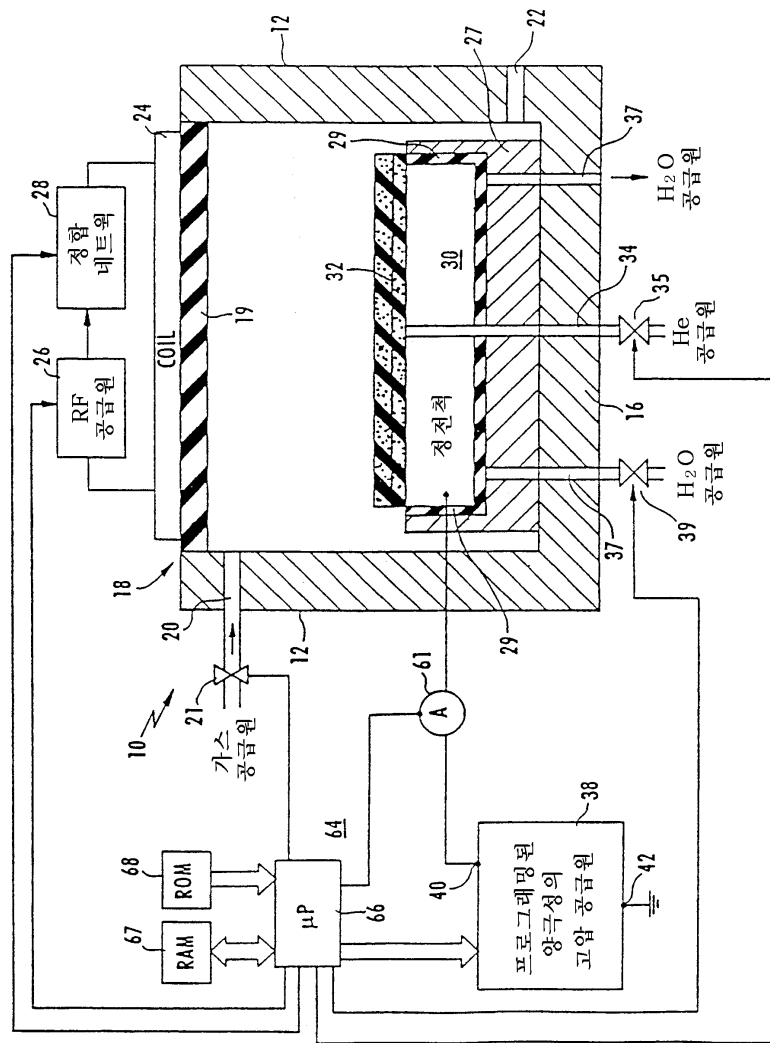
도 5는 중간 저항률의 유리 가공품을 클램핑하는 것과 관련된 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 파형도,

도 6은 일반적인 중간 저항률의 유리 가공품의 경우에 온도의 기능으로 방전 시간상수(τ)의 근접한 그래프,

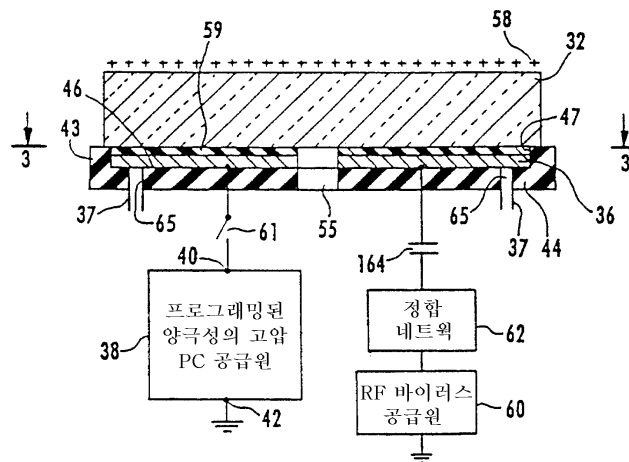
도 7은 처리 동안 상기 척에 가해지는 상기 전압이 상기 냉각제 흐름속도를 일정하기 유지하도록 제어되는 본 발명의 특징의 부분적인 구성도이다.

도면

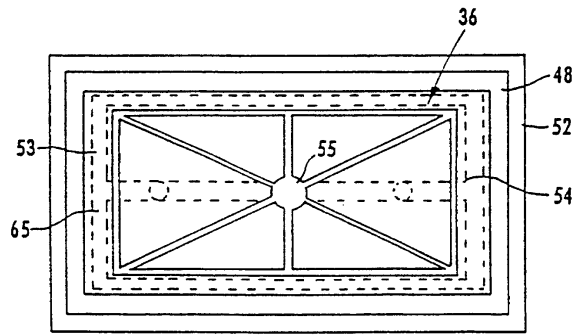
도면1



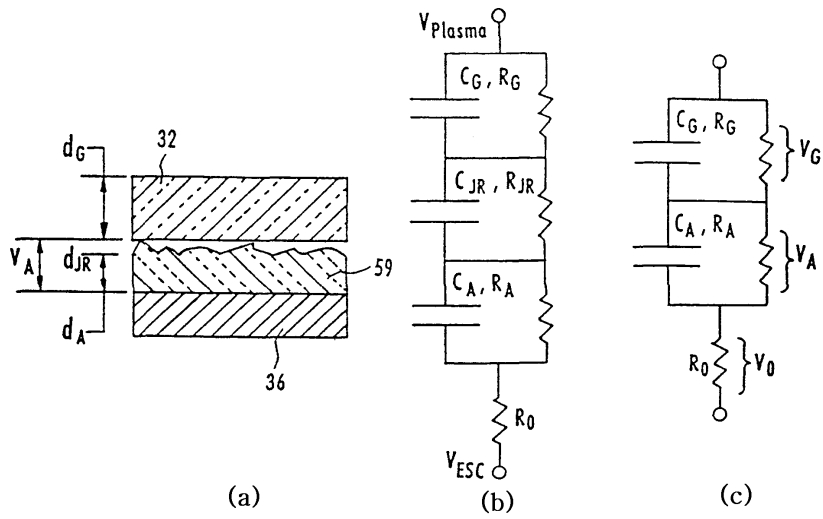
도면2



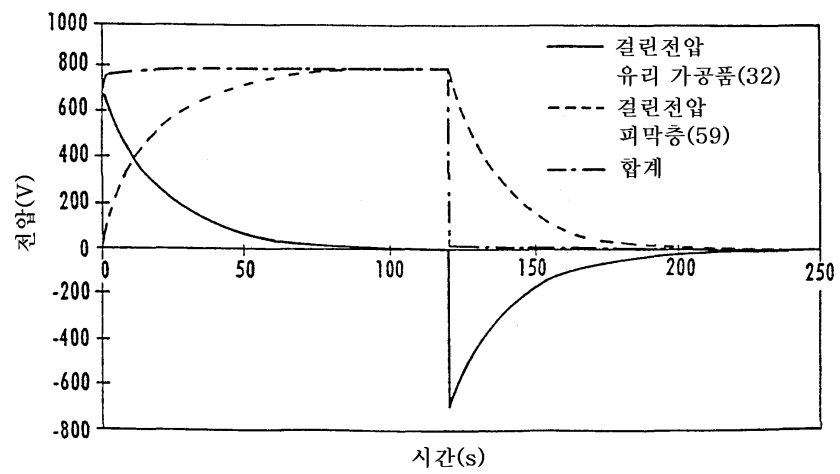
도면3



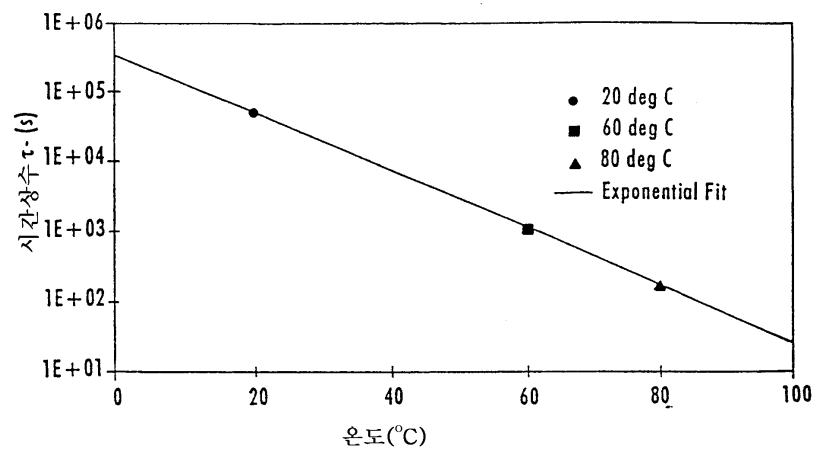
도면4



도면5



도면6



도면7

