

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/3065

(11) 공개번호 10-2005-0094475
(43) 공개일자 2005년09월27일

(21) 출원번호 10-2005-7014249

(22) 출원일자 2005년08월03일

번역문 제출일자 2005년08월03일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/001042

(87) 국제공개번호 WO 2004/070808

국제출원일자 2004년02월03일

국제공개일자 2004년08월19일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00025899 2003년02월03일 일본(JP)
JP-P-2003-00132810 2003년05월12일 일본(JP)
JP-P-2004-00025007 2004년02월02일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시끼가이샤 오크테크
일본 도쿄도 신주꾸쿠 와카바 1쵸메 22반지 1
동경 엘렉트론 주식회사
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5쵸메 3반 6고

(72) 발명자 오쿠무라 가즈야
일본 도쿄도 신주꾸쿠 와카바 1쵸메 22반지 1-103
히모리 신지
일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸 2381-1 동경엘렉트론
에이티 주식회사 내
나가세키 가즈야
일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸 2381-1 동경엘렉트론
에이티 주식회사 내
마즈마루 히로키
일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸 2381-1 동경엘렉트론
에이티 주식회사 내
마즈야마 쇼이치로
일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸 2381-1 동경엘렉트론
에이티 주식회사 내
다카하시 도시키
일본 이와테켄 예사시시 이와야도 마즈나가네 52 동경 엘렉트론에이티
주식회사 내

(74) 대리인 김창세

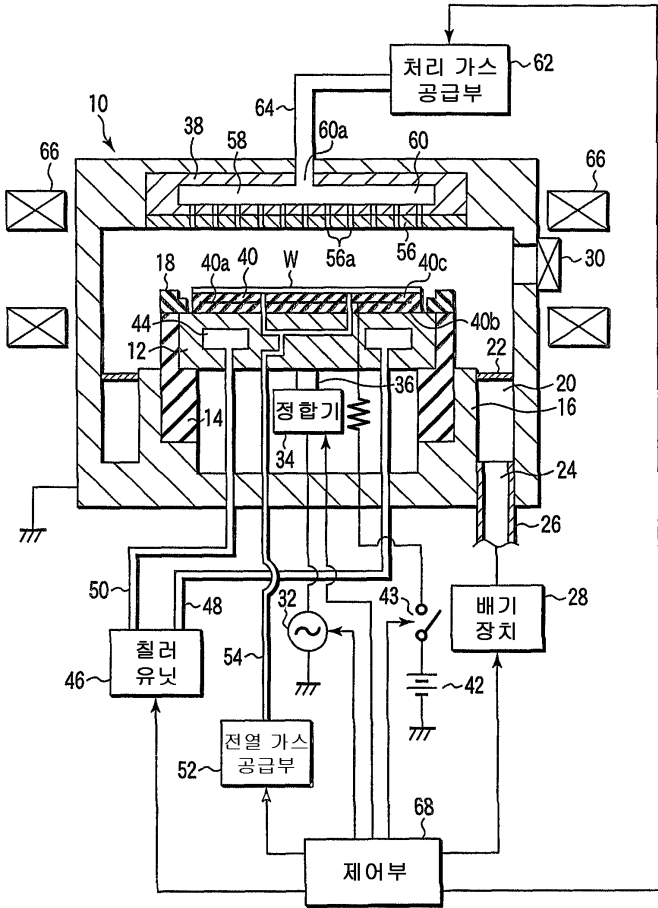
심사청구 : 있음

(54) 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 장치용 전극판 및전극판 제조 방법

요약

피처리 기판(W)에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치는, 피처리 기판을 수납하는 감압 가능한 처리 용기(10)를 포함한다. 처리 용기 내에 제 1 전극(12)이 배치된다. 처리 용기 내에는 처리 가스를 공급하기 위해, 공급계(62)가 배치된다. 처리 가스의 플라즈마를 생성하기 위해, 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하는 전계 형성계(32)가 배치된다. 제 1 전극(12)의 주변에, 플라즈마가 생성되는 공간층을 향하여 돌출하는 다수의 볼록부(70)가 이산적으로 형성된다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 피처리 기판에 플라즈마 처리를 실시하는 기술에 관한 것으로, 특히 고주파를 전극에 공급하여 플라즈마를 생성하는 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 기술에 관한 것이다. 본 발명은, 특히, 반도체 장치를 제조하는 반도체 처리에 있어서 이용되는 플라즈마 처리 기술에 관한 것이다. 여기서, 반도체 처리란, 반도체 웨이퍼나 LCD(Liquid crystal display)나 FPD(Flat Panel Display)용 유리 기판 등의 피처리 기판 상에 반도체층, 절연층, 도전층 등을 소정의 패턴으로 형성함으로써, 해당 피처리 기판 상에 반도체 장치나, 반도체 장치에 접속되는 배선, 전극 등을 포함하는 구조물을 제조하기 위해 실시되는 여러 가지의 처리를 의미한다.

배경기술

반도체 장치나 FPD의 제조 프로세스에 있어서의 에칭, 퇴적, 산화, 스퍼터링 등의 처리에서는, 처리 가스에 비교적 저온에서 양호한 반응을 하게 하기 위해 플라즈마가 많이 이용된다. 일반적으로, 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마를 생성하는 방식으로서, 글로우 방전(Glow discharge) 또는 고주파 방전을 이용하는 것과, 마이크로파를 이용하는 것으로 대별된다.

고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에서는, 처리 용기 또는 반응실 내에 상부 전극과 하부 전극을 평행하게 배치한다. 하부 전극 위에 피처리 기관(반도체 웨이퍼, 유리 기관 등)을 탑재하고, 상부 전극 또는 하부 전극에 정합기를 거쳐서 플라즈마 생성용 고주파 전압을 인가한다. 이 고주파 전압에 의해 생성된 고주파 전계에 의해 전자가 가속되어, 전자와 처리 가스의 충돌 전리에 의해 플라즈마가 발생한다.

최근에는, 제조 프로세스에 있어서의 디자인 룰의 미세화에 따라 플라즈마 처리에 저압 하에서의 고밀도 플라즈마가 요구되고 있다. 이 때문에, 상기한 바와 같은 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에서는, 종래(일반적으로 27MHz 이하)보다도 각별히 높은 고 주파수 영역(50MHz 이상)의 주파수를 이용하게 되고 있다. 그러나, 고주파 방전의 주파수가 높아지면, 고주파 전원으로 부터 급전봉을 통해 전극 배면에 인가되는 고주파 전력이, 표피 효과에 의해 전극 표면을 타고 이동하여 전극 주면(플라즈마와 대향하는 면)의 에지부로부터 중심부를 향하여 흐른다. 마찬가지로의 전극 주면 상에서 에지부로부터 중심부를 향하여 고주파 전류가 흐르면, 전극 주면의 중심부에서의 전계 강도가 에지부에서의 전계 강도보다도 높아진다. 따라서, 생성되는 플라즈마의 밀도도 전극 중심부측이 전극 에지부측보다 높아진다. 플라즈마 밀도가 높은 전극 중심부에서는 플라즈마의 저항율이 낮아지고, 대향하는 전극에 있어서도 전극 중심부에 전류가 집중하여, 플라즈마 밀도의 불균일성이 더 강해진다.

이 문제를 해소하기 위해, 고주파 전극의 주면 중심부를 고 저항 부재로 구성하는 것이 알려져 있다(예컨대 일본 특허 공개 2000-323456호 공보). 이 기법에서는, 고주파 전원에 접속되는 쪽의 전극의 주면(플라즈마 접촉면)의 중앙부를 고 저항 부재로 구성한다. 이 고 저항 부재로 보다 많은 고주파 전력을 주울열로서 소비시킴으로써 전극의 주면에 있어서의 전계 강도를 전극 외주부보다도 전극 중심부에서 상대적으로 저하시킨다. 이에 따라, 상기한 바와 같은 플라즈마 밀도의 불균일성을 보정한다.

그러나, 상기한 바와 같은 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서, 고주파 전극의 주면 중심부를 고 저항 부재로 구성하는 것은, 주울열에 의한 고주파 전력의 소비(에너지 손실)가 많아질 가능성이 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 이러한 종래 기술의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 플라즈마 밀도의 균일화를 효율적으로 달성할 수 있는 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 장치용 전극판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 다른 목적은, 본 발명에 따른 플라즈마 처리 장치용 전극판에 정전척(electrostatic chuck)을 일체적으로 마련하는 구조를 효율적으로 제작할 수 있는 전극판 제조 방법을 제공하는 것에 있다.

상기의 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 제 1 플라즈마 처리 장치는, 감압 가능한 처리 용기 내에 제 1 전극을 마련하여, 상기 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하고, 또한 처리 가스를 유입하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 생성하고, 상기 플라즈마 하에서 피처리 기관에 소망의 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치로서, 상기 제 1 전극의 주면에, 상기 플라즈마가 생성되는 공간을 향하여 돌출하는 다수의 볼록부를 이산적으로 마련한다. 이 장치 구성에 있어서는, 플라즈마 생성용의 고주파를 제 1 전극에 인가하는 것이 가능하다면, 다른 전극 예컨대 평행평판형에 있어서 제 1 전극과 대향하는 제 2 전극에 고주파를 인가하는 것도 가능하다. 제 1 전극에 고주파를 인가하는 경우는, 제 1 전극의 주면과 반대측의 이면으로부터 고주파를 공급해도 좋다.

그와 같이 제 1 전극에 이면으로부터 고주파를 인가하는 경우는, 표피 효과에 의해 고주파 전류가 제 1 전극의 주면 상을 전극 에지부로부터 전극 중심부를 향하여 흐를 때에, 볼록부의 표면층을 흐른다. 볼록부는 플라즈마 공간측을 향하여 돌출되어 있기 때문에, 볼록부 이외의 부분 즉 주면 저면부보다도 낮은 임피던스로 플라즈마와 전기적으로 결합한다. 이 때문에, 전극의 주면의 표면층을 흐르는 고주파 전류에 의해 운반되는 고주파 전력은 주로 볼록부의 정면(頂面)으로부터 플라즈마를 향해서 방출된다. 이와 같이, 제 1 전극의 주면 상에 이산적으로 마련된 다수의 볼록부는 각기 플라즈마에 고주파 전력을 공급하기 위한 소 전극으로서 기능한다. 이러한 볼록부의 속성(형상, 사이즈, 간격, 밀도 등)을 적절히 선택함으로써, 플라즈마에 대한 제 1 전극의 고주파 전력 공급 특성을 소망의 특성으로 제어할 수 있다.

예컨대, 상기한 바와 같은 볼록부에 있어서의 고주파 전력 공급 기능을 보증하기 위해, 제 1 전극의 주면 상에서 볼록부의 높이 및 전극 직경 방향의 폭을 하기의 (1)식으로 표시되는 스킨딥스(skin depth) δ 의 3배 이상으로 하는 것이 바람직하다.

$$\delta = (2/\omega\sigma\mu)^{1/2} \dots (1)$$

단, $\omega = 2\pi f$ (f: 주파수), σ : 도전율, μ : 투자율

또, 전극 직경 방향에서의 전계 강도 내지 플라즈마 밀도의 균일성을 향상시키기 위해서, 바람직하게는, 제 1 전극의 주면 상에서 블록부의 면적 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 크게 하는 구성으로 해도 좋다. 예컨대, 블록부를 일정한 사이즈로 형성하는 경우는, 블록부의 개수 밀도가 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 커지는 분포 특성으로 해도 좋다.

또한, 바람직한 일 형태로서, 블록부를 원주형상으로 형성해도 좋다. 또는, 블록부를 각각 링 형상으로 형성하여, 전체적으로 동심원 형상으로 배치하는 구성도 가능하다.

또한, 상기한 바와 같은 블록부에 의한 고주파 전력 방출 기능을 높이기 위해서, 바람직하게는, 제 1 전극의 주면 상에서 적어도 블록부 이외의 부분 위에 유전체를 마련하는 구성으로 하면 좋다.

본 발명의 제 2 플라즈마 처리 장치는, 감압 가능한 처리 용기 내에 제 1 전극을 마련하여, 상기 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하고, 또한 처리 가스를 유입하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 생성하고, 상기 플라즈마 하에서 피처리 기판에 소망의 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치로서, 상기 제 1 전극의 주면에, 상기 플라즈마가 생성되는 공간과 마주보아 움푹 패이는 다수의 오목부를 이산적으로 마련한다. 이 장치 구성에 있어서도, 플라즈마 생성용의 고주파를 제 1 전극에 인가하는 것이 가능하다면, 다른 전극 예컨대 평행평판형에 있어서 제 1 전극과 대향하는 제 2 전극에 고주파를 인가하는 것도 가능하다. 제 1 전극에 고주파를 인가하는 경우는, 제 1 전극의 주면과 반대측의 이면으로부터 고주파를 공급해도 좋다.

제 1 전극의 주면 상의 오목부는 플라즈마 공간측과 마주보아 움푹 패여 있기 때문에, 오목부 이외의 부분(전극 주면의 정면부)보다도 높은 임피던스로 플라즈마와 전기적으로 결합한다. 이 때문에, 제 1 전극의 주면의 표면층을 흐르는 고주파 전류에 의해 운반되는 고주파 전력은 주로 오목부 이외의 부분(전극 주면의 정면부)으로부터 플라즈마를 향해서 방출된다. 이와 같이, 제 1 전극의 주면 상에서 이산적으로 배치되는 다수의 오목부가 각기 플라즈마에 대한 고주파 전력의 공급을 억제하는 전극 마스크부로서 기능한다. 이러한 오목부의 속성(형상, 사이즈, 간격, 밀도 등)을 적절히 선택함으로써, 플라즈마 생성에 대한 제 1 전극의 작용을 소망의 특성으로 제어할 수 있다.

예컨대, 상기한 바와 같은 오목부에 의한 고주파 전력 공급 마스크 기능을 보충하기 위해, 제 1 전극의 주면 상에서 오목부의 높이 및 전극 반경 방향의 폭을 상기 스킴 8의 3배 이상으로 하는 것이 바람직하다.

또한, 전극 직경 방향에서의 전계 강도 내지 플라즈마 밀도의 균일성을 향상시키기 위해, 바람직하게는, 제 1 전극의 주면 상에서 오목부의 면적 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 작게 하는 구성으로 해도 좋다. 예컨대, 오목부를 일정한 사이즈로 형성하는 경우는, 오목부의 개수 밀도가 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 작아지는 분포 특성으로 해도 좋다.

또한, 바람직한 일 형태로서, 오목부를 원주형상으로 형성해도 좋다. 또한, 상기한 바와 같은 오목부에 의한 고주파 전력 공급 마스크 기능을 높이기 위해서, 제 1 전극의 주면 상에서 적어도 오목부 내에 유전체를 마련하는 구성이 바람직하다.

본 발명의 제 3 플라즈마 처리 장치는, 감압 가능한 처리 용기 내에 제 1 전극을 마련하여, 상기 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하고, 또한 처리 가스를 유입하여 상기 처리 가스의 플라즈마를 생성하고, 상기 플라즈마 하에서 피처리 기판에 소망의 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치로서, 상기 제 1 전극의 주면에 유전체를 마련하여, 상기 제 1 전극의 중심부측에서의 상기 유전체의 두께를 전극 에지부측에서의 상기 유전체의 두께보다도 크게 한다. 이 장치 구성에 있어서도, 플라즈마 생성용의 고주파를 제 1 전극에 인가하는 것이 가능하다면, 다른 전극 예컨대 평행평판형에 있어서 제 1 전극과 대향하는 제 2 전극에 고주파를 인가하는 것도 가능하다. 제 1 전극에 고주파를 인가하는 경우는, 제 1 전극의 주면과 반대측의 이면으로부터 고주파를 공급해도 좋다.

상기의 장치 구성에 있어서는, 플라즈마 공간측에 대하여 상대적으로 전극 중심부측의 임피던스가 크고 전극 에지부측의 임피던스가 낮기 때문에, 전극 에지부측에서의 고주파 전계가 강화되는 한편 전극 중심부측의 고주파 전계가 약하게 되고, 이것에 의해 전계 강도 내지 플라즈마 밀도의 균일성이 개선된다.

상기의 구성에 있어서, 유전체의 바람직한 프로파일은, 제 1 전극의 전극 중심부측으로부터 전극 에지부측을 향하여 유전체의 두께가 점차(보다 바람직하게는 아치형으로) 감소하는 구성이다. 또한, 전극 중심부를 포함하는 제 1 직경의 내측에서 유전체의 두께가 거의 일정한 구성도 바람직하다. 이 경우, 제 1 직경의 외측에서는, 유전체의 두께가, 전극 에지부측을 향하여 테이퍼형으로 감소하더라도 좋고, 또는 제 1 직경보다도 큰 제 2 직경의 내측에서 거의 일정하며, 제 2 직경의 외측으로 전극 에지부측을 향하여 테이퍼형으로 감소하는 것이라도 좋다. 유전체의 면적 사이즈는 피처리 기관의 사이즈에 따라 임의로 설정되어도 좋지만, 전형적으로는 거의 동일 사이즈로 설정할 수 있다. 즉, 유전체의 두께가 최소가 되는 에지부의 위치는, 피처리 기관의 에지부와 대향하는 위치 부근으로 설정할 수 있다. 또한, 양호한 면내 균일성을 부여하는 유전체의 유전율과 전극 중심부에서의 유전체의 두께 사이에 일정한 상관 관계가 있기 때문에, 사용하는 유전체의 유전율에 대응시켜 전극 중심부에서의 유전체의 두께를 설정하면 좋다.

또한, 바람직한 일 형태로서, 제 1 전극의 주면 상에 유전체의 일부 예컨대 에지부 부근을 덮는 도전성의 쉘드 부재를 마련해도 좋다. 이러한 구성에 의하면, 쉘드 부재로 덮는 영역에서 유전체의 전계 강도 저감 효과를 약하게 하는 것이 가능하고, 쉘드 부재의 개구부의 형상 및/또는 사이즈를 바꾸는 것으로 전계 강도 분포를 조정할 수 있다. 이 쉘드 부재는 착탈 가능 즉 교환 가능하게 부착되는 것이 바람직하다.

또한, 바람직한 일 형태로서, 제 1 전극의 주면 상에서, 유전체의 외주 에지보다도 직경 방향 외측으로 소망의 거리만큼 떨어진 위치로부터 외측의 전극 부분을, 플라즈마 생성 공간을 향하여 소망의 돌출량만큼 돌출시키는 구성으로 할 수도 있다. 이러한 전극 구조에 있어서는, 유전체의 직경 방향 외측에 돌출부를 마련하는 것에 의해, 피처리 기관의 에지부 부근의 영역에서 전계 강도를 높이는 방향으로 전계 강도 분포 특성을 제어 또는 조정할 수 있다. 이 돌출부에 의한 전계 강도 분포 제어는 돌출부의 돌출량이나 돌출 단부의 위치에 의해 가감 또는 변경할 수 있다.

또한, 별도의 바람직한 일 형태로서, 제 1 전극의 주면 상에서, 유전체를, 플라즈마 생성 공간을 향하여 소망의 돌출량만큼 돌출시키는 구성도 가능하다. 이러한 전극 구조에 있어서는, 유전체와 대향하는 플라즈마 생성 공간의 각 위치에서 유전체를 돌출한 만큼 전계 강도를 높이는 방향으로 전계 강도 분포 특성을 제어 또는 조정할 수 있다.

또 다른 바람직한 일 형태에 의하면, 제 1 전극의 주면에 있어서 유전체의 내부에 공동(公洞)을 마련하고, 이 공동중에 유전성의 유전성 물질(바람직하게는 유기용제)을 넣는다. 이 구성에 있어서는, 공동 중에 넣은 유전성 물질의 양이나 점유 공간 형상을 적절히 선정 또는 설정함으로써, 유전체 전체의 유전율이나 임피던스를 임의로 조정하는 것이 가능하다. 이러한 공동은, 고체의 유전체 중에 형성하는 것도 가능하고, 제 1 전극의 주면의 적어도 앞면을 고체의 유전체로 구성하고, 내부의 벽면 또는 오목부를 전극모재(도전체)로 구성할 수도 있다.

상기 제 1, 제 2 또는 제 3 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기한 바와 같은 블록부, 오목부 또는 유전체를 마련하는 제 1 전극에 고주파를 인가하지 않는 경우, 예컨대 제 1 전극을 그라운드 전위에 접지하는 경우에도, 플라즈마 생성 공간에 대하여 상기와 동일한 작용을 연주할 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리 장치에 있어서는, 피처리 기관을 쿨롱력에 의해 흡착 유지하기 위한 정전척을, 고주파 전원측의 제 1 전극의 주면의 위에 마련하더라도 좋고, 또는 대향 전극 즉 제 2 전극의 주면에 마련하더라도 좋다. 제 1 전극의 주면의 위에 정전척을 마련하는 경우는, 제 2 전극을 처리 용기를 거쳐서 그라운드 전위에 접속하고, 플라즈마 내의 고주파 전류를 처리 용기를 통해서 그라운드에 흘리도록 해도 좋다.

본 발명의 플라즈마 처리 장치용 제 1 전극관은, 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서 플라즈마를 생성하기 위해 처리 용기 내에 배치되는 전극관으로서, 플라즈마와 대향하는 주면에 다수의 블록부를 이산적으로 마련하여 이루어진다. 이러한 구성의 전극관은, 상기 제 1 플라즈마 처리 장치에 있어서의 제 1 또는 제 2 전극과 마찬가지로의 작용을 연주할 수 있다.

이 제 1 전극관을 제조하기 위한 본 발명의 전극관 제조 방법은, 전극 본체의 주면에 상기 블록부에 대응하는 개구를 갖는 마스크를 씌우는 공정과, 상기 마스크의 위에서 상기 전극 본체의 주면 상에 도전성의 금속 또는 반도체를 용사(溶射)하여 상기 개구 내에 상기 블록부를 형성하는 공정과, 상기 전극 본체의 주면 상에서 상기 마스크를 제거하는 공정을 갖는다.

본 발명의 플라즈마 처리 장치용의 제 2 전극관은, 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서 플라즈마를 생성하기 위해 처리 용기 내에 배치되는 전극관으로서, 플라즈마와 대향하는 주면에 다수의 오목부를 이산적으로 마련하여 이루어진다. 이러한 구성의 전극관은, 상기 제 2 플라즈마 처리 장치에 있어서의 제 1 또는 제 2 전극과 마찬가지로의 작용을 연주할 수 있다.

이 제 2 전극판을 제조하기 위한 본 발명의 전극판 제조 방법은, 전극 기관의 주면에 상기 오목부에 대응하는 개구를 갖는 마스크를 씌우는 공정과, 상기 마스크 위에서 상기 전극 기관의 주면에 고체 입자 또는 액체를 내뿜어 상기 전극 기관의 상기 개구 내의 부분을 물리적으로 제거하여 상기 오목부를 형성하는 공정과, 상기 전극 기관의 주면 상에서 상기 마스크를 제거하는 공정을 갖는다.

본 발명의 전극판 제조 방법에 있어서, 바람직하게는, 마스크를 제거한 후의 전극 기관의 주면 상에 유전체를 용사하여 제 1 유전체막을 형성하는 공정을 가져도 좋다. 이에 따라, 제 1 전극판에서는 블록부 이외의 부분에, 제 2 전극판에서는 오목부 내에, 임피던스비를 높이기 위한 유전체를 마련할 수 있다.

또한, 제 1 전극판 또는 제 2 전극판에 정전척을 일체적으로 마련하기 위해, 바람직하게는, 제 1 유전체막을 전극 기관의 주면 전체를 덮는 두께로 형성하고, 제 1 유전체막의 위에 전극 재료를 용사하여 정전척용 전극막을 형성하며, 전극막의 위에 유전체를 용사하여 제 2 유전체막을 형성해도 좋다. 이 방법에 의하면, 제 1 또는 제 2 전극판의 주면 상에서 임피던스비를 높이기 위한 유전체와 정전척용의 하부 절연막을 동시에 일체 형성할 수 있다.

본 발명의 플라즈마 처리 장치용의 제 3 전극판은, 고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서 플라즈마를 생성하기 위해 처리 용기 내에 배치되는 전극판으로서, 플라즈마와 대향하는 주면에 유전체를 마련하고, 상기 제 1 전극의 중심부에서의 상기 유전체의 두께를 전극 에지부에서의 상기 유전체의 두께보다도 큰 구성으로 한다. 이러한 구성의 전극판은 상기 제 3 플라즈마 처리 장치에 있어서의 제 1 또는 제 2 전극과 동일한 작용을 연주할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 구성을 나타내는 종단면도,

도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 서셉터 구조를 나타내는 평면도,

도 3은 제 1 실시예에 따른 서셉터 구조를 나타내는 부분 확대 종단면도,

도 4는 제 1 실시예에 따른 서셉터 구조에 있어서의 블록부의 개수 밀도 분포 특성의 일례를 도시하는 도면,

도 5는 도 1에 나타내는 플라즈마 에칭 장치에 있어서의 고주파 방전의 구조를 모식적으로 도시하는 도면,

도 6은 도 1에 나타내는 플라즈마 에칭 장치에 있어서의 고주파 전류의 주면을 흐르는 고주파 전류의 방향성을 나타내는 평면도,

도 7은 제 1 실시예의 서셉터 구조에 있어서의 고주파 전류의 흐름과 고주파 전력(전계)의 방사를 나타내는 대략 종단면도,

도 8은 도체를 흐르는 전자파(고주파 전류)의 깊이 방향에서의 감쇠 특성을 나타내는 특성도,

도 9는 제 1 실시예에 있어서 전극 중심부와 에지부의 블록부 개수 밀도의 비율을 파라미터로 했을 때의 전극 반경 방향에서의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 10은 제 1 실시예에 따른 서셉터에 정전척을 일체적으로 마련하는 구성을 나타내는 부분 종단면도,

도 11은 도 10의 정전척 부착 서셉터 구조에 있어서의 블록부와 저면부의 임피던스비 특성을 도시하는 도면,

도 12(a)~도 12(f)는 도 10의 정전척 부착 서셉터 구조의 제조 방법을 공정 순서대로 도시하는 도면,

도 13은 제 1 실시예에 따른 서셉터 구조의 일 변형예를 나타내는 도면,

도 14는 제 1 실시예에 따른 전극 블록부 구조를 상부 전극에 적용한 구성예를 나타내는 종단면도,

도 15는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전극 구조를 나타내는 평면도,

도 16은 도 15의 전극 구조를 나타내는 부분 확대 종단면도,

도 17은 도 15의 전극 구조에 있어서의 오목부의 개수 밀도 분포 특성의 일례를 도시하는 도면,

도 18(a)~도 18(f)는 제 2 실시예에 따른 전극 구조에 정전적을 일체적으로 마련하는 구조의 제조 방법을 공정 순서대로 도시하는 도면,

도 19는 제 3 실시예에 따른 하부 전극 구조를 나타내는 평면도,

도 20은 제 3 실시예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 평면도,

도 21은 제 3 실시예에 있어서의 평행평판 전극 구조의 일례를 도시하는 도면,

도 22는 도 21의 평행평판 전극 구조에 있어서 상부 전극 중심부의 막두께를 파라미터로 하는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포를 도시하는 도면,

도 23(a)~도 23(d)는 제 3 실시예에 있어서의 상부 전극의 유전체막에 관한 막두께 프로파일의 보다 구체적인 실시예를 도시하는 도면,

도 24(a), 도 24(b)는 도 23(a)~도 23(d)의 실시예 및 이상 프로파일에 의해 각기 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 25(a)~도 25(d)는 제 3 실시예에 있어서의 상부 전극의 유전체막에 관한 막두께 프로파일의 보다 구체적인 별도의 실시예를 도시하는 도면,

도 26(a), 도 26(b)는 도 25(a)~도 25(d)의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 27(a)~도 27(c)는 제 3 실시예에 있어서의 상부 전극의 유전체막에 관한 막두께 및 막질 프로파일의 보다 구체적인 별도의 실시예를 도시하는 도면,

도 28(a), 도 28(b)는 도 27(a)~도 27(c)의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 29는 도 28(a), 도 28(b)의 데이터 포인트로부터 작성된 실용상 충분한 면내 균일성을 부여하는 유전체막의 유전율과 전극 중심부의 막두께의 상관 관계를 도시하는 도면,

도 30(a), 도 30(b)는 유기막 예칭의 예칭 속도 분포 특성에 대하여 제 3 실시예를 상부 전극에 적용한 실시예 A와 비교예 B를 대비하여 도시하는 도면,

도 31(a), 도 31(b)는 제 3 실시예를 하부 전극에 적용한 구조의 실시예와 비교예를 대비하여 도시하는 도면,

도 32(a), 도 32(b)는 유기막 예칭의 예칭 속도 분포 특성에 대하여 도 31(a)의 실시예와 도 31(b)의 비교예를 대비하여 도시하는 도면,

도 33(a), 도 33(b)는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조의 실시예를 나타내는 부분 단면도,

도 34는 도 33(a), 도 33(b)의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 35(a)~도 35(c)는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조의 실시예, 비교예, 및 참고예를 각기 나타내는 부분 단면도,

도 36은 도 35(a)~도 35(c)의 실시예, 비교예, 및 참고예에 의해 각기 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시한 도면,

도 37(a)~도 37(c)은 상부 전극 구조의 별도의 2개의 실시예와 비교예를 각기 나타내는 부분 단면도,

도 38은 도 37(a)~도 37(c)의 실시예 및 비교예에 의해 각기 얻어지는 산화막 에칭의 에칭 속도(규격화값) 분포 특성을 도시하는 도면,

도 39(a)~도 39(c)는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조의 실시예, 비교예, 및 참고예를 각기 나타내는 부분 단면도,

도 40은 도 39(a)~도 39(c)의 실시예, 비교예, 및 참고예에 의해 각기 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 41은 도 35(a)~도 38의 실시예의 변형예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 부분 단면도,

도 42(a)~도 42(d)는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 부분 단면도,

도 43은 도 42(a)~도 42(d)의 실시예에 있어서의 구체적인 실시예를 나타내는 부분 단면도,

도 44는 도 43의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면,

도 45(a)~도 45(d)는 도 42(a)~도 42(d)의 실시예의 변형예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 부분 단면도이다.

실시예

이하에 본 발명의 실시예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다. 또, 이하의 설명에 있어서, 대략 동일한 기능 및 구성을 갖는 구성요소에 대해서는, 동일 부호를 부여하고, 중복설명은 필요한 경우에만 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 구성을 나타내는 종단면도이다. 이 플라즈마 처리 장치는 RIE형의 플라즈마 에칭 장치로서 구성된다. 플라즈마 처리 장치는, 예컨대 알루미늄 또는 스테인리스강 등의 금속제의 원통형 챔버(처리 용기)(10)를 갖는다. 챔버(10)는 보안 접지된다.

챔버(10) 내에는, 피처리 기관으로서 예컨대 반도체 웨이퍼 W를 탑재하는 원판형상의 하부 전극 또는 서셉터(12)가 배치된다. 이 서셉터(12)는, 예컨대 알루미늄으로 이루어지고, 절연성의 통형상 유지부(14)를 거쳐서 챔버(10)의 밑바닥에서 수직 윗쪽으로 연장하는 통형상 지지부(16)에 지지된다. 통형상 유지부(14)의 상면에는, 서셉터(12)의 상면을 환상(環狀)으로 둘러싸는 예컨대 석영으로 이루어지는 포커스링(18)이 배치된다.

챔버(10)의 측벽과 통형상 지지부(16) 사이에는 배기로(20)가 형성된다. 이 배기로(20)의 입구 또는 도중에, 환상의 배플판(baffle plate)(22)이 부착되고, 또한 바닥부에 배기구(24)가 배치된다. 이 배기구(24)에 배기관(26)을 거쳐서 배기 장치(28)가 접속된다. 배기 장치(28)는 진공 펌프(기압양수기)를 갖고 있고, 챔버(10) 내의 처리 공간을 소정의 진공도까지 감압할 수 있다. 챔버(10)의 측벽에는, 반도체 웨이퍼 W의 반입출구를 개폐하는 게이트 밸브(30)가 부착된다.

서셉터(12)에는, 플라즈마 생성용의 고주파 전원(32)이 정합기(34) 및 급전봉(36)을 거쳐 전기적으로 접속된다. 이 고주파 전원(32)은, 소정의 고주파수 예컨대 60MHz의 고주파 전력을 하부 전극 즉 서셉터(12)에 인가한다. 또, 챔버(10)의 천장부에는, 후술하는 샤워헤드(38)가 접지 전위의 상부 전극으로서 배치된다. 따라서, 고주파 전원(32)으로부터의 고주파 전압은 서셉터(12)와 샤워헤드(38) 사이에 용량적으로 인가된다.

서셉터(12)의 상면에는, 반도체 웨이퍼 W를 정전 흡착력으로 유지하기 위한 정전척(40)이 배치된다. 이 정전척(40)은 도 전막으로 이루어지는 전극(40a)을 한 쌍의 절연막(40b, 40c) 사이에 끼운 것이다. 전극(40a)에는 직류 전원(42)이 스위치(43)를 거쳐 전기적으로 접속된다. 직류 전원(42)으로부터의 직류 전압에 의해, 쿨롱력으로 반도체 웨이퍼 W를 척 상에 흡착 유지할 수 있다.

서셉터(12)의 내부에는, 예컨대 원주 방향으로 연장되는 냉매실(44)이 배치된다. 이 냉매실(44)에는, 칠러 유닛(46)으로부터 배관(48, 50)을 거쳐 소정 온도의 냉매 예컨대 냉각수가 순환 공급된다. 냉매의 온도에 따라 정전척(40) 상의 반도체 웨이퍼 W의 처리 온도를 제어할 수 있다. 또한, 전열 가스 공급부(52)로부터의 열전도 가스 예컨대 He 가스가 가스 공급라인(54)을 거쳐서 정전척(40)의 상면과 반도체 웨이퍼 W의 이면 사이에 공급된다.

천장부의 샤워헤드(38)는, 다수의 가스 통기구(56a)를 갖는 하면의 전극판(56)과, 이 전극판(56)을 착탈 가능히 지지하는 전극 지지체(58)를 갖는다. 전극 지지체(58)의 내부에 버퍼실(60)이 마련되고, 이 버퍼실(60)의 가스 도입구(60a)에는 처리 가스 공급부(62)로부터의 가스 공급 배관(64)이 접속된다.

챔버(10)의 주위에는, 환상 또는 동심형상으로 연장되는 자석(66)이 배치된다. 챔버(10) 내에서, 샤워헤드(38)와 서셉터(12) 사이의 공간에는, 고주파 전원(32)에 의해 연직 방향의 RF 전계가 형성된다. 고주파의 방전에 의해, 서셉터(12)의 표면 근방에 고밀도의 플라즈마를 생성할 수 있다.

이 플라즈마 에칭 장치내의 각부 예컨대 배기 장치(28), 고주파 전원(32), 정전척용의 스위치(43), 칠러 유닛(46), 전열 가스 공급부(52) 및 처리 가스 공급부(62) 등의 동작을 제어하기 위해, 제어부(68)가 배치된다. 제어부(68)는 호스트 컴퓨터(도시하지 않음) 등과도 접속된다.

이 플라즈마 에칭 장치에 있어서, 에칭을 하는 경우에는, 다음과 같은 조작을 한다. 즉, 우선 게이트 밸브(30)를 열린 상태로 하여 가공 대상의 반도체 웨이퍼 W를 챔버(10) 내에 반입하여, 정전척(40) 위에 탑재한다. 그리고, 처리 가스 공급부(62)로부터 에칭 가스(일반적으로 혼합 가스)를 소정의 유량 및 유량비로 챔버(10) 내에 도입하여, 배기 장치(28)에 의해 챔버(10) 내의 압력을 설정값으로 한다. 또한, 고주파 전원(32)으로부터 소정의 파워로 고주파 전력을 서셉터(12)에 공급한다. 또한, 직류 전원(42)으로부터 직류 전압을 정전척(40)의 전극(40a)에 인가하여, 반도체 웨이퍼 W를 정전척(40) 상에 고정한다. 샤워헤드(38)로부터 토출된 에칭 가스는 양 전극(12, 38) 사이에서 고주파의 방전에 의해 플라즈마화하고, 이 플라즈마로 생성되는 래디칼이나 이온에 의해 반도체 웨이퍼 W의 주면이 에칭된다.

이 플라즈마 에칭 장치에서는, 서셉터(하부 전극)(12)에 대하여 종래(일반적으로 27MHz 이하)보다도 각별히 높은 주파수 영역(50MHz 이상)의 고주파를 인가한다. 이에 따라, 플라즈마를 바람직한 해리 상태로 고밀도화하여, 보다 저압의 조건하에서도 고밀도 플라즈마를 형성할 수 있다.

도 2, 도 3, 및 도 4는, 각기, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 서셉터 구조(서셉터(12))를 나타내는 평면도, 동 구조를 나타내는 부분 확대 종단면도, 동 구조에 있어서의 블록부의 개수 밀도 분포 특성의 일례를 도시하는 도면이다. 서셉터(12)의 주면(본 실시예에서는 서셉터(12)의 상면, 즉 플라즈마 생성 공간측의 면)에는, 도전체 또는 반도체로 이루어지는 일정 사이즈의 원주형 블록부(70)가 이산적으로 다수 배치된다. 이들 블록부(70)는, 각각이 플라즈마에 고주파 전력 또는 고주파 전계를 부여하기 위한 소 전극을 구성한다. 바람직하게는 도 4에 도시하는 바와 같이, 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 커지는 개수 밀도 분포 또는 면적 밀도 분포로 서셉터(12)의 주면 상에 배치된다.

도 5는, 도 1에 나타내는 플라즈마 에칭 장치에 있어서의, 고주파 방전의 구조를 모식적으로 도시하는 도면이다. 도 5에 도시하는 바와 같이, 고주파 전원(32)으로부터의 고주파 전력이 서셉터(12)에 공급되면, 서셉터(하부 전극)(12)와 상부 전극(38) 사이의 고주파 방전에 의해, 에칭 가스의 플라즈마 PZ가 반도체 웨이퍼 W 부근에서 생성된다. 생성된 플라즈마 PZ는, 사방에, 특히 윗쪽 및 반경 방향 외측으로 확산한다. 플라즈마 PZ 중의 전자 전류 내지 이온 전류는 상부 전극(38)이나 챔버 측벽 등을 통해 그라운드로 흐른다.

도 6은, 도 1에 나타내는 플라즈마 에칭 장치에 있어서의, 고주파 전극의 주면을 흐르는 고주파 전류의 방향성을 나타내는 평면도이다. 서셉터(12)에 있어서, 고주파 전원(32)으로부터 급전봉(36)을 거쳐서 서셉터 이면 또는 배면에 인가된 고주파 전력이 표피 효과에 의해 전극 표면층을 전파한다. 도 6에 도시하는 바와 같이, 서셉터(12)의 주면 상에서는 에지부로부터 중심부를 향하여 역 방사상으로 고주파 전류 i가 흐른다.

도 7은 제 1 실시예의 서셉터 구조(서셉터(12))에 있어서의 고주파 전류의 흐름과 고주파 전력(전계)의 방사를 나타내는 대략 종단면도이다. 도 7에 도시하는 바와 같이, 본 실시예에서는, 고주파 전류 i가 서셉터(12)의 주면 상에서 블록부(70)의 표면층을 흐른다. 블록부(70)는, 상부 전극(38)측 즉 플라즈마 PZ측을 향하여 돌출되어 있기 때문에, 주면의 저면부(12a)보다도 낮은 임피던스로 플라즈마 PZ와 전기적으로 결합한다. 이 때문에, 서셉터(12)의 주면의 표면층을 흐르는 고주파 전류 i에 의해 운반되는 고주파 전력은 주로 블록부(70)의 정면으로부터 플라즈마 PZ를 향해서 방출된다.

또, 도 3에 도시하는 바와 같이, 블록부(70)의 주위(저면부(12a) 위)에 유전체(72)를 마련하는 구성이 바람직하다. 이에 따라, 서셉터(12)의 주면 상에서 블록부(70)와 저면부(12a)의 임피던스비 Z_{12a}/Z_{70} 를 크게 할 수 있다. 즉 블록부(70)를 통해서 플라즈마 PZ에 부여하는 고주파 전력의 비율 또는 전력 공급율을 높일 수 있다.

이와 같이, 본 실시예에서는, 서셉터(12)의 주면 상에서 이산적으로 마련된 다수의 블록부(70)가 각기 플라즈마 PZ에 고주파 전력을 공급하기 위한 소 전극으로서 기능한다. 이러한 블록부(70)의 속성(형상, 사이즈, 간격, 밀도 등)을 선택함으로써, 소 전극의 집합체인 서셉터(12)의 고주파 전력 공급 특성을 소망의 특성으로 설정할 수 있다.

예컨대, 상기(도 4)와 같이, 블록부(70)의 개수 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 커지는 분포 특성으로 할 수 있다. 이에 따라, 도 9에 도시하는 바와 같이, 서셉터(12)로부터 플라즈마 PZ에 인가되는 고주파 전력 또는 고주파 전계의 균일성(특히 전극 반경 방향의 균일성)을 개선할 수 있다.

도 9는, 제 1 실시예에 있어서 전극 중심부와 에지부의 블록부 개수 밀도의 비율을 파라미터로 했을 때의 전극 반경 방향에서의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다. 도 9의 예에서는, 서셉터(12)의 반경을 150mm으로 하여, 서셉터(12)상의 반경 방향의 전계 강도 분포를 나타낸다. 여기서, 전극 중심부에서의 블록부(70)의 개수 밀도 N_c 와 전극 에지부에서의 블록부(70)의 개수 밀도 N_e 의 비율 N_e/N_c 을, 1(배), 2(배), 4(배), 6(배), 8(배)로 변경하고 있다. 비율 N_e/N_c 을 크게 할수록, 전계 강도의 균일성이 개선되고, 나아가서는 플라즈마 밀도의 균일성이 개선된다.

블록부(70)의 다른 속성 중에서 특히 중요한 것은 사이즈이다. 블록부(70)의 높이가 지나치게 작으면, 보다 정확하게는 스킨딥스(skin depth) δ 보다도 작으면, 서셉터(12)의 주면 상에서 고주파 전류 i 의 일부 또는 대부분이 블록부(70)의 아래를 그냥 지나친다. 이 때문에, 그 만큼, 블록부(70)로부터 플라즈마 PZ로 공급되는 고주파 전계가 약해진다. 여기서, 스킨딥스 δ 는 도체의 표면층을 흐르는 고주파 전류의 진폭이 깊이 δ 에서 $1/e$ 로 감쇠한다고 하는 요소이며, 하기의 식 (1)로 부여된다.

$$\delta = (2/\omega\sigma\mu)^{1/2} \dots (1)$$

단, $\omega = 2\pi f$ (f: 주파수), σ : 도전율, μ : 투자율

도 8은 도체를 흐르는 전자파(고주파 전류)의 깊이 방향에서의 감쇠 특성을 나타내는 특성도이다. 도 8에 도시하는 바와 같이, 표피 효과에 의해 도체의 표면층을 흐르는 전자파(고주파 전류)의 진폭은 도체의 깊이 방향에서 감쇠하여, 스킨딥스 δ 의 3배의 깊이에서는 대략 5%까지 감쇠한다. 따라서, 블록부(70)의 높이를 스킨딥스 δ 의 3배 이상의 높이로 설정함으로써, 고주파 전류 i 의 대부분(대략 95% 이상)을 블록부(70)에 유입하여, 블록부(70)로부터 플라즈마 PZ로 고주파 전력을 효율적으로 방출시킬 수 있다. 예컨대, 서셉터(12) 및 블록부(70)의 재질을 알루미늄으로 하고, 고주파 전원(32)의 주파수를 100MHz로 한 경우, 스킨딥스 δ 는 $8\mu\text{m}$ 이다. 따라서, 블록부(70)의 높이를 $24\mu\text{m}$ 이상으로 설정하면 좋다.

블록부(70)의 폭사이즈, 특히 전극 반경 방향의 폭사이즈도 중요하다. 블록부(70)의 정면까지 고주파 전류 i 를 충분히 유입하기 위해서는 전극 반경 방향의 폭사이즈가 클수록 좋다. 이 폭사이즈는, 스킨딥스 δ 의 3배 이상, 바람직하게는 주파수 100MHz에서 $30\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 의 범위내에 설정할 수 있다.

블록부(70)간의 거리 간격도, 블록부(70)와 저면부(12a)와의 임피던스비 Z_{12a}/Z_{70} 를 최적화하도록 하는 값으로 선택할 수 있다. 이 간격은, 예컨대 100MHz에서는 $100\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 의 범위내로 설정되는 것이 바람직하다.

도 10은 제 1 실시예에 따른 서셉터에 정전척을 일체적으로 마련하는 구성을 나타내는 부분 종단면도이다. 도 10에 도시하는 바와 같이, 서셉터(12)의 주면 상에, 보다 정확하게는 블록부(70) 및 유전체(72) 위에 정전척(40)의 하부 절연막(40b)이 형성된다. 하부 절연막(40b) 위에 전극막(40a)이 형성되고, 전극막(40a) 위에 상부 절연막(40c)이 더 형성된다.

도 11은, 도 10의 정전척 부착 서셉터 구조에 있어서의 블록부와 저면부의 임피던스비 특성을 도시하는 도면이다. 도 11의 가로축의 파라미터는, 서셉터(12)의 주면 상에 있어서의 블록부(70)(정확하게는 블록부 정면)의 총면적 S_{70} 와 저면부(12a)의 총면적 S_{12a} 의 비율 S_{12a}/S_{70} 을 나타낸다. 도 11의 세로축은, 블록부(70)의 정면으로부터 전극막(40a)까지의 거리(D1)와 서셉터 저면부(12a)에서 전극막(40a)까지의 거리(D2)의 비율 $D2/D1$ 을 나타낸다. 도 11의 함수값은, 서셉터(12)의 주면 상에 있어서의 블록부(70)의 임피던스 Z_{70} 와 저면부(12a)의 임피던스 Z_{12a} 의 비율 Z_{12a}/Z_{70} 를 나타낸다.

도 10에 나타내는 적층 구조에서는, 정전척(40)의 하부 절연막(40b)의 막두께 D1이 중요하다. 다른 조건이 허용하는 한에서 이 막두께 D1을 상대적으로 작게 하는 것이 바람직하다. 도 11에 도시하는 바와 같이, D2/D1을 크게 할수록, Z_{12a}/Z_{70} 를 크게 할 수 있다. 도 11로부터, 이 비율 D2/D1은 2(배) 이상의 값으로 선택되는 것이 바람직하다.

또한, 비율 S_{12a}/S_{70} 를 작게 하는 수법에 의해서도, 즉 블록부(70)의 점유 면적율을 높이는 것에 의해서도, 임피던스비 Z_{12a}/Z_{70} (도 11의 함수값)을 크게 할 수 있다. 상기한 바와 같이, 임피던스비 Z_{12a}/Z_{70} 를 크게 할수록, 플라즈마 PZ에 대한 블록부(70)로부터의 고주파 전력 공급율을 높일 수 있다. 도 11로부터, 비율 S_{12a}/S_{70} 는 4(배) 이하로 선택되는 것이 바람직하다.

도 12(a)~도 12(f)는 도 10의 정전척 부착 서셉터 구조의 제조 방법을 공정 순서대로 도시하는 도면이다.

우선, 도 12(a)에 도시하는 바와 같이, 예컨대 알루미늄으로 이루어지는 서셉터 본체(전극 기관)(12)의 주면 상에, 블록부(70)에 대응하는 개구부(74a)를 갖는, 예컨대 수지재의 마스크(74)를 씌운다. 이 마스크(74)에 있어서, 개구부(74a)의 평면 형상 및 평면 사이즈는 블록부(70)의 평면 형상 및 평면 사이즈를 규정한다. 개구부(74a)의 깊이는 블록부(70)의 높이 사이즈(D2-D1:예컨대 150 μ m)를 규정한다.

다음에, 도 12(b)에 도시하는 바와 같이, 마스크(74) 위에서 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 블록부(70)의 재료 예컨대 알루미늄(Al)을 용사한다. 이에 따라, 마스크(74)의 개구부(74a) 내에 알루미늄을 마스크 상면의 높이까지 충전한다.

다음에, 서셉터 본체(12)의 주면 상에서 마스크(74)를 예컨대 약액으로 녹여 제거한다. 이에 따라, 도 12(c)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 상에 소정 사이즈의 다수의 블록부(70)가 소정의 분포 패턴으로 이산적으로 남는다.

다음에, 도 12(d)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 유전체 재료 예컨대 알루미늄산화물(Al_2O_3)을 용사한다. 이에 따라, 블록부(70)의 정면보다도 소정의 높이(D1:예컨대 50 μ m)에 달하는 막두께에 유전체막(72, 40b)을 형성한다.

다음에, 도 12(e)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 걸쳐 유전체막(40b) 위에 정전척(40)의 전극막(40a)의 재료 예컨대 텅스텐(W)을 용사한다. 이에 따라, 소정 막두께(D3:예컨대 50 μ m)의 전극막(40a)을 형성한다.

다음에, 도 12(f)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 걸쳐 전극막(40a) 위에 유전체 재료 예컨대 알루미늄산화물을 용사한다. 이에 따라, 정전척(40)의 상부 절연막(40c)을 소정의 막두께(D4:예컨대 200 μ m)로 형성한다.

본 실시예에서는, 서셉터 본체(12)의 주면 상에서 블록부(70)의 주위를 덮기(저면부(12a)를 덮기) 위한 유전체(72)와 정전척(40)의 일부를 구성하는 하부 절연막(40b)을 한 번의 용사 공정에 의해 동시에 일체 형성할 수 있다.

상기 실시예의 서셉터(12)는 주면 상에 원주형의 블록부(70)를 마련하는 것이지만, 블록부(70)에는, 임의의 형상을 블록부(70)에 부여하는 것이 가능하다. 도 13은 제 1 실시예에 따른 서셉터 구조의 일 변형예를 나타내는 도면이다. 도 13에 나타내는 변형예에 있어서, 다수의 환상 블록부(70)가 동심원 형상으로 배치된다. 즉, 도 13의 서셉터 구조에서도, 고주파 전류가 전극 예지부로부터 중심부를 향하여 흐를 때에, 저면부(12a)보다도 임피던스가 낮은 블록부(70)로부터 고주파 전력이 효율적으로 플라즈마 PZ측에 방출된다. 블록부(70)의 면적 밀도는 전극 중심부로부터 전극 예지부를 향하여 점차 커지는 분포 특성으로 된다. 이에 따라, 전극 반경 방향에서의 전계 강도의 균일성을 개선하고, 나아가서는 플라즈마 밀도의 균일화를 달성할 수 있다.

도 14는 제 1 실시예에 따른 전극블록부 구조를 상부 전극에 적용한 구성예를 나타내는 종단면도이다. 즉, 상기 실시예와 같이 전극의 주면에 소 전극으로서 기능하는 다수의 블록부(70)를 이산적으로 마련하는 구성은, 도 14에 도시하는 바와 같이, 대향 전극 즉 상부 전극(38)에 적용하는 것도 가능하다.

도 14의 구성예에서는, 샤워헤드(38)의 전극판(56)의 주면(하면, 즉 플라즈마 생성 공간측의 면)에 블록부(70)가 배치되고, 블록부(70)의 주위(저면부(56b)의 위)에 유전체(72)가 배치된다. 가스 통기공(56a)은, 블록부(70)를 수직 방향으로 관통하여 배치할 수 있다. 이러한 구성에 의하면, 상부 전극(38)은 플라즈마 PZ로부터의 고주파 전류를 주로 블록부(70)를

통하여 수취한다. 따라서, 상부 전극(38)에 있어서도 블록부(70)의 속성을 적절히 선택함으로써, 플라즈마 밀도의 균일성을 한층 더 향상시킬 수 있다. 예컨대 블록부(70)의 면적 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 커지는 분포 특성으로 할 수 있다.

도 15, 도 16, 및 도 17은, 각기 본 발명의 제 2 실시예에 따른 전극 구조(서셉터(12))를 나타내는 평면도, 동 구조를 나타내는 부분 확대 종단면도, 동 구조에 있어서의 오목부(80)의 개수 밀도 분포 특성의 일례를 도시하는 도면이다. 서셉터(12)의 주면에는, 일정 사이즈의 원주형 오목부(80)가 이산적으로 다수 배치된다. 이들 오목부(80)는, 대향 전극측 즉 플라즈마 PZ측과 마주보아 움푹 패어 있기 때문에, 주면의 정면부(12a)보다도 높은 임피던스로 플라즈마 PZ와 전기적으로 결합한다. 이 때문에, 서셉터(12)의 주면의 표면층을 흐르는 고주파 전류 i 에 의해 운반되는 고주파 전력은 주로 정면부(12a)로부터 플라즈마 PZ를 향해서 방출된다.

또, 도 16에 도시하는 바와 같이, 바람직하게는 오목부(80)중에 유전체(82)가 배치된다. 이에 따라, 서셉터(12)의 주면 상에서 오목부(80)와 정면부(12a)의 임피던스비 Z_{80}/Z_{12a} 를 크게 할 수 있다. 즉 정면부(12a)보다 플라즈마 PZ에 부여하는 고주파 전력의 비율을 높일 수 있다.

이와 같이, 본 실시예에서는, 서셉터(12)의 주면 상에서 이산적으로 마련된 다수의 오목부(80)가, 각기 플라즈마 PZ에 대한 고주파 전력의 공급을 억제하는 전극 마스크부로서 기능한다. 이러한 오목부(80)의 속성(형상, 사이즈, 간격, 밀도 등)을 적절히 선택함으로써, 서셉터(12)에 있어서의 고주파 전력 공급 특성을 소망의 특성으로 제어할 수 있다.

예컨대, 도 17에 나타내는 바와 같이, 오목부(80)의 개수 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 작아지는 분포 특성으로 할 수 있다. 이에 따라, 서셉터(12)로부터 플라즈마 PZ에 인가되는 고주파 전력 또는 고주파 전계의 균일성(특히 반경 방향의 균일성)을 개선하고, 나아가서는 플라즈마 밀도의 균일성을 개선할 수 있다. 오목부(80)의 다른 속성도 기본적으로는 제 1 실시예에 있어서의 블록부(70)와 같이 취급해도 좋고, 예컨대 오목부(80)의 깊이 사이즈 및 폭 사이즈를 스킨딱스 δ 의 3배 이상의 값으로 설정할 수 있다.

도 18(a)~도 18(f)는, 제 2 실시예에 따른 전극 구조에 정전척을 일체적으로 마련하는 구조의 제조 방법을 공정 순서대로 도시하는 도면이다.

우선, 도 18(a)에 도시하는 바와 같이, 예컨대 알루미늄으로 이루어지는 서셉터 본체(전극 기관)(12)의 주면 상에, 오목부(80)에 대응하는 개구부(84a)를 갖는 예컨대 수지체의 마스크(84)를 덮는다. 이 마스크(84)에 있어서, 개구부(84a)의 평면 형상 및 평면 사이즈는 오목부(80)의 평면 형상 및 평면 사이즈를 규정한다.

다음에, 도 18(b)에 도시하는 바와 같이, 마스크(84) 위에서 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 블라스트법에 의해 고체 입자(예컨대 드라이아이스 펠릿) 또는 유체(고압제트수)를 내뿜는다. 이에 따라, 마스크(84)의 개구부(84a) 내의 부재(알루미늄)를 물리적으로 제거하고, 거기에 소망의 깊이의 오목부(80)를 형성한다.

다음에, 서셉터 본체(12)의 주면 상에서 마스크(84)를 제거한다. 이에 따라, 도 18(c)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 상에 소정 사이즈의 다수의 오목부(80)가 소정의 분포 패턴으로 이산적으로 남는다.

다음에, 도 18(d)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 유전체 재료 예컨대 알루미늄(Al_2O_3)을 용사한다. 이에 따라, 서셉터 정면부(12a)으로부터 소정의 높이에 달하는 막두께로 유전체막(82, 40b)을 형성한다.

다음에, 도 18(e)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 걸쳐 유전체막(40b) 위에 정전척용 전극 재료 예컨대 텅스텐(W)을 용사한다. 이에 따라, 소정 막두께의 전극막(40a)을 형성한다.

다음에, 도 18(f)에 도시하는 바와 같이, 서셉터 본체(12)의 주면 전체에 걸쳐 전극막(40a) 위에 유전체 재료 예컨대 알루미늄을 용사한다. 이에 따라, 상부 절연막(40c)을 소정의 막두께로 형성한다.

본 실시예에서도, 서셉터 본체(12)의 주면 상에서 오목부(80)를 덮기 위한 유전체(82)와 정전척(40)의 일부를 구성하는 하부 절연막(40b)을 한 번의 용사 공정에 의해 동시에 일체 형성할 수 있다.

또한, 본 실시예에서도, 전극의 주면 상에서 전극 마스크부로서 기능하는 다수의 오목부(80)를 이산적으로 마련하는 구성을, 도시 생략하지만, 대향 전극 즉 상부 전극(38)에 적용하는 것도 가능하다. 따라서, 서셉터(12)측에 볼록부(70)를 마련하고, 상부 전극(38)측에 오목부(80)를 마련하는 구성이나, 서셉터(12)측에 오목부(80)를 마련하고, 상부 전극(38)측에 볼록부(70)를 마련하는 구성 등도 가능하다.

도 19 및 도 20은, 각기 제 3 실시예에 따른 하부 전극 구조 및 상부 전극 구조를 나타내는 평면도이다. 즉, 도 19는 제 3 실시예를 서셉터(12)에 적용한 구성예를 나타낸다. 도 20은 제 3 실시예를 상부 전극(38)(정확하게는 전극판(56))에 적용한 구성예를 나타낸다.

본 실시예에서는, 전극의 주면 즉 플라즈마 생성 공간측의 면(상부 전극(38)의 경우는 하면, 서셉터(12)의 경우는 상면)에 유전체막 또는 유전체층(90)이 배치된다. 전극 중심부에서의 유전체막(90)의 막두께는, 전극 에지부에서의 유전체막(90)의 막두께보다도 커지도록 구성된다. 유전체막(90)의 앞면(플라즈마 생성 공간측의 면)은 대략 한면으로 되어 있다. 이 유전체막 또는 유전체층(90)은, 예컨대 알루미늄(Al_2O_3)로 이루어지는 세라믹을 예컨대 알루미늄으로 이루어지는 전극 기판에 용사함으로써 형성할 수 있다.

이러한 전극 구조에 의하면, 플라즈마 PZ측에 대하여 상대적으로 전극 중심부측의 임피던스가 크고 전극 에지부측의 임피던스가 낮다. 이 때문에, 전극 에지부측에서의 고주파 전계가 강화되는 한편 전극 중심부측의 고주파 전계가 약하게 된다. 그 결과, 전계 강도 내지 플라즈마 밀도의 균일성이 개선된다. 특히, 도 19의 구성예에 있어서는, 전극(12)의 이면측으로부터 표피 효과에 의해 주면측으로 돈 전류는, 유전체막(90)에 유입되면 막두께가 작은 부분(유전체층이 얇은 부분)부터 플라즈마측으로 빠지기 쉽다. 이 때문에, 전극 에지부측에서의 고주파 전력의 방출과 플라즈마 밀도의 강화를 이룰 수 있다.

도 21은 제 3 실시예에 있어서의 평행평판 전극 구조의 일례를 도시하는 도면이다. 도 22는 도 21의 평행평판 전극 구조에 있어서 상부 전극 중심부의 막두께를 파라미터로 하는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포를 도시하는 도면이다. 유전체막(90)의 막두께 분포 특성 중에서 중요한 파라미터의 하나는 전극 중심부의 막두께이다. 도 21에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(38)에 원반형상의 유전체막(90)을 마련하는 평행평판 전극 구조에 있어서, 상부 전극 중심부의 막두께 Dc를 파라미터로 하여 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포를 시뮬레이션으로 구했다.

이 시뮬레이션은, 피처리 기판으로서 300mm 구경의 반도체 웨이퍼를 상정했다. 상부 전극(38)에는 알루미늄, 유전체막(90)에는 알루미늄(Al_2O_3), 하부 전극(12)에는 알루미늄을 각기 상정했다. 도 22에 도시하는 바와 같이, 0.5mm~10mm의 범위내에서는, 전극 중심부의 막두께가 클수록 전계 강도의 면내 균일성이 향상하고, 8mm~10mm의 막두께가 특히 바람직하다. 또, 도 22의 가로축상에서 「0」의 위치는 전극 중심점의 위치를 나타낸다.

또한, 유전체막(90)의 막두께가 전극 중심부에서 전극 에지부에 걸쳐서 감소 변화되는 프로파일도 중요하다. 도 23(a)~도 23(d)는, 제 3 실시예에 있어서의 상부 전극의 유전체막에 관한 막두께 프로파일의 보다 구체적인 실시예를 도시하는 도면이다. 도 24(a), 도 24(b)는, 도 23(a)~도 23(d)의 실시예 및 이상 프로파일에 의해 각기 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다.

도 23(a)에 나타내는 실시예 1에서는 유전체막(90)의 막두께 D에 관하여, ϕ (직경)0~30mm에서 D=9mm(플랫 즉 일정), ϕ 30~160mm에서 D=8mm(플랫), ϕ 160~254mm에서 D=8~3mm(테이퍼)로 설정한다. 도 23(b)에 나타내는 실시예 2에서는 ϕ 0~30mm에서 D=9mm(플랫), ϕ 30~80mm에서 D=8mm(플랫), ϕ 80~160mm에서 D=8~3mm(테이퍼)로 설정한다. 도 23(c)에 나타내는 실시예 3에서는 ϕ 0~30mm에서 D=9mm(플랫), ϕ 30~160mm에서 D=8mm(플랫), ϕ 160~330mm에서 D=8~3mm(테이퍼)로 설정한다.

도 23(d)에, 상기 실시예 1, 2, 3의 프로파일을 곡선으로 간명히 나타낸다. 아울러, 단면 형상의 도시를 생략하지만, ϕ 0~150mm에서 D=0.5mm(플랫)로 설정하는 실시예 4의 프로파일도 나타내고, 또한 이상적인 프로파일도 나타낸다. 여기서, 이상적인 프로파일은 ϕ 0~300mm에서 D=9~0mm(아치형)로 설정하는 것이다.

도 24(a), 도 24(b)에 도시하는 바와 같이, 이상 프로파일에 의한 전계 강도 분포 특성이 면내 균일성이 가장 우수하다. 실시예 1, 2, 3, 4 중에서는, 이상 프로파일에 가까운 실시예 1 및 3의 면내 균일성이 우수하다.

또, 상부 전극(38)(전극판(56))에 있어서는, 확산한 플라즈마 PZ로부터의 고주파 전류를 받기 때문에, 피처리 기관의 구경보다도 직경을 크게 하여 에지부를 반경 방향 외측에 연장해도 좋다. 여기서, 상부 전극(38)의 주면에 있어서 유전체막(90)의 주위 또는 직경 방향 외측의 부분에 예컨대 20 μ m의 막두께의 용사피막(92)을 형성하더라도 좋다. 도시 생략하지만, 챔버(10)의 내벽면에도 동일한 용사피막(92)을 형성할 수 있다. 용사피막(92)으로서는, 예컨대 Al₂O₃, Y₂O₃ 등을 이용할 수 있다. 또한 유전체막(90) 및 용사피막(92)의 각기의 앞면 즉 플라즈마에 노출되는 면은 대략 한 면으로 되어 있다.

도 25(a)~도 25(d)는 제 3 실시예에 있어서의 상부 전극의 유전체막에 관한 막두께 프로파일의 보다 구체적인 별도의 실시예를 도시하는 도면이다. 도 26(a), 도 26(b)는 도 25(a)~도 25(d)의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다.

도 25(a)에 나타내는 실시예 5에서는 유전체막(90)의 막두께 D에 관하여, $\phi 0 \sim 250$ mm에서 D=5mm(플랫)로 설정한다. 도 25(b)의 실시예 6에서는 $\phi 0 \sim 30$ mm에서 D=9mm(플랫), $\phi 30 \sim 250$ mm에서 D=8~3mm(테이퍼)로 설정한다. 도 25(c)의 실시예 7에서는 $\phi 0 \sim 30$ mm에서 D=9mm(플랫), $\phi 30 \sim 250$ mm에서 D=5~3mm(테이퍼)로 설정한다. 도 23(d)에 실시예 5, 6, 7의 프로파일을 곡선으로 간명히 나타낸다.

도 26(a), 도 26(b)에 도시하는 바와 같이, 이들 실시예 5, 6, 7 중에서는 이상 프로파일에 가장 가까운 실시예 6이 면내 균일성에 있어서 가장 우수하다. 또한, 실시예 5도 충분히 실용성이 있다. 즉, 실시예 6과 같이 전극 중심부에서 전극 에지부에 걸쳐서 유전체막(90)의 막두께 D가 거의 직선적 또는 테이퍼형으로 감소하는 프로파일에서도, 아치형의 이상적 프로파일에 가까운 면내 균일성을 얻을 수 있다. 또한, 실시예 5와 같이 전극 중심부로부터 전극 에지부에 걸쳐서 유전체막(90)의 막두께 D가 거의 일정(플랫)한 프로파일이라도, 실용성이 있는 면내 균일성을 얻을 수 있다.

도 27(a)~도 27(c)는 제 3 실시예에 있어서의 상부 전극의 유전체막에 관한 막두께 및 막질 프로파일의 보다 구체적인 별도의 실시예를 도시하는 도면이다. 도 28(a), 도 28(b)는 도 27(a)~도 27(c)의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다.

도 27(a)에 나타내는 실시예 8에서는 유전체막(90)의 막두께 D에 관하여, $\phi 0 \sim 30$ mm에서 D=9mm(플랫), $\phi 30 \sim 250$ mm에서 D=8~3mm(테이퍼)로 설정한다. 도 27(b)의 실시예 9에서는 $\phi 0 \sim 30$ mm에서 D=5mm(플랫), $\phi 30 \sim 250$ mm에서 D=5~3mm(테이퍼)로 설정한다. 도 27(c)에 실시예 8, 9의 프로파일을 곡선으로 간명히 나타낸다.

여기서, 유전율 ϵ 을 파라미터로 하여, 실시예 8은, 유전체막(90)의 재질이 유전율 $\epsilon=8.5$ 의 알루미나(Al₂O₃)인 실시예 8-A와, $\epsilon=3.5$ 의 산화 실리콘(SiO₂)인 실시예 8-B로 나누어진다. 또한, 실시예 9도, $\epsilon=8.5$ 의 알루미나(Al₂O₃)인 실시예 9-A와, $\epsilon=3.5$ 의 산화 실리콘(SiO₂)인 실시예 9-B로 나누어진다.

도 28(a), 도 28(b)에 나타내는 바와 같이, $\epsilon=8.5$ 의 실시예 8-A, 9-A의 사이에서는, 전극 중심부의 막두께 Dc가 큰 실시예 8-A 쪽이 실시예 9-A보다도 전계 강도 E의 면내 균일성이 우수하다. $\epsilon=3.5$ 의 실시예 8-B, 실시예 9-B의 사이에서는, 전극 중심부의 막두께 Dc가 작은 실시예 9-B 쪽이 실시예 8-B보다도 전계 강도 E의 면내 균일성이 우수하다.

도 29는, 도 28(a), 도 28(b)의 데이터 포인트로부터 작성된 실용상 충분한 면내 균일성을 부여하는 유전체막(90)의 유전율 ϵ 과 중심부의 막두께 Dc의 상관 관계를 도시하는 도면이다. 이 그래프에 도시하는 바와 같이, 유전체막(90)의 유전율 ϵ 에 대응시켜 중심부의 막두께 Dc를 설정하면 좋다.

도 30(a), 도 30(b)는, 유기막 에칭의 에칭 속도 분포 특성에 대하여 제 3 실시예를 상부 전극에 적용한 실시예 A와 비교예 B를 대비하여 도시하는 도면이다. 여기서는, 실시예의 플라즈마 에칭 장치(도 1)를 이용하는 유기막 에칭의 에칭 속도 분포 특성(X 방향, Y 방향)을 나타낸다. 실시예 A에서는, 상부 전극(38)에 제 3 실시예에 따른 유전체막(90)을 마련한다. 비교예 B에서는, 상부 전극(38)에 유전체막(90)을 마련하지 않는다. 또, 실시예 A는 상기 실시예 1에 상당하는 것이다. 주된 에칭 조건은 아래와 같다.

웨이퍼 구경: 300mm

에칭 가스: NH₃

가스 유량: 245sccm

가스 압력: 30mTorr

RF 전력: 하부=2.4kW

웨이퍼 이면 압력(센터부/에지부):20/30Torr(He 가스)

온도(챔버측벽/상부 전극/하부 전극)=60/60/20℃

도 30(a), 도 30(b)에서 분명하듯이, 전계 강도 분포 특성과 호응하도록 에칭 속도의 면내 균일성에 있어서도 실시예 A 쪽이 비교예 B보다도 각별히 우수하다.

도 31(a), 도 31(b)는, 제 3 실시예를 하부 전극에 적용한 구조의 실시예와 비교예를 대비하여 도시하는 도면이다. 도 31(a)의 실시예 A에서는, 구경 300mm의 반도체 웨이퍼 W에 대하여, 서셉터(12)에 있어서의 유전체막(90)의 막두께 D를 전극 중심부에서 4mm, 전극 에지부에서 200 μ m로서 마련한다. 도 31(b)의 비교예 B에서는, 서셉터(12)의 상면에 똑같은 막두께 0.5mm의 유전체막(94)을 마련한다. 유전체막(90, 94)의 재질은 모두 알루미늄(Al_2O_3)로 할 수 있다.

도 32(a), 도 32(b)는, 유기막 에칭의 에칭 속도 분포 특성에 대하여 도 31(a)의 실시예 A와 도 31(b)의 비교예 B를 대비하여 도시하는 도면이다. 여기서는, 실시예의 플라즈마 에칭 장치(도 1)를 이용하는 유기막 에칭의 에칭 속도 분포 특성(X 방향, Y 방향)을 나타낸다. 에칭 조건은 도 30(a), 도 30(b)의 것과 동일하다.

도 32(a), 도 32(b)에 도시하는 바와 같이, 서셉터(하부 전극)(12)의 경우도, 실시예 A 쪽이 비교예 B보다도 각별히 에칭 속도의 면내 균일성이 우수하다. 또한, 에칭 속도 자체에 있어서도, 실시예 A 쪽이 비교예 B보다도 대략 10% 크다. 또, 실시예 A에서는 전극 중심부에서의 유전체막(90)의 막두께 D를 4mm로 설정했지만, 9mm 정도까지 크게 하더라도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

도 33(a) 및 도 33(b)는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조의 실시예를 나타내는 부분 단면도이다. 본 실시예는, 특히 유전체막(90)을 상부 전극(38)에 마련하는 구성에 적용하기에 바람직하다.

도 33(a), 도 33(b)에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(38)의 주면 상에 유전체막(90)의 일부(통상은 에지부 주변)를 덮는 도전성의 셸드판(100)을 마련한다. 이 셸드판(100)은, 예컨대 표면을 알루미늄 처리(92)된 알루미늄판으로 이루어지고, 나사(102)로 상부 전극(38)에 착탈 가능 즉 교환 가능하게 부착되는 것이 바람직하다. 셸드판(100)의 중심부에는, 유전체막(90)과 동축으로 유전체막(90)의 적어도 중심부를 노출시키는 소망의 구경 θ 의 개구부(100a)가 형성된다. 셸드판(100)의 판두께는, 예컨대 5mm 정도로 선정할 수 있다.

구체예로서, 도 33(a)에 나타내는 실시예 A에서는 $\theta=200$ mm, 도 33(b)에 나타내는 실시예 B에서는 $\theta=150$ mm로 설정한다. 양 실시예 A, B의 모두, 유전체막(90)을 직경 250mm의 원반형으로 형성하고, 그 막두께 프로파일을, $\phi 0 \sim 160$ mm에서 $D=8$ mm(플랫), $\phi 160 \sim 250$ mm에서 $D=8 \sim 3$ mm(테이퍼)로 설정하고 있다.

도 34는 도 33(a), 도 33(b)의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다. 도 34에 도시하는 바와 같이, 유전체막(90)의 일부를 도전성의 셸드판(100)으로 덮는 것에 의해, 그 덮은 영역에 있어서의 유전체막(90)의 작용 즉 전계 강도 저감 효과를 현저히 저감 또는 상쇄할 수 있다. 따라서, 셸드판(100)의 개구부(100a)의 구경 θ 를 바꾸는 것에 의해(셸드판(100)의 부품 교환에 의해), 양 전극(12, 38)간의 전계 강도 분포 특성을 조정할 수 있다.

도 35(a)~도 35(c)는, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조의 실시예, 비교예, 및 참고예를 각기 나타내는 부분 단면도이다. 본 실시예도, 특히 유전체막(90)을 상부 전극(38)에 마련하는 구성에 적용하기에 바람직하다.

도 35(a)에 도시하는 바와 같이, 본 실시예에서는, 상부 전극(38)의 주면 상에서, 유전체막(90)보다도 큰 직경 방향 위치(구경 ω 의 위치)로부터 외측의 전극 부분(38f)을, 서셉터(12)측 또는 플라즈마 생성 공간측을 향하여 소량의 돌출량 h만큼 돌출시킨다. 여기서, 유전체막(90)에 있어서의 전극간 갭 G_0 보다도 전극 부분(38f)에서의 전극간 갭 G_f 가 작아지도록 한다.

도 35(a)에 나타내는 실시예 A에서는, 유전체막(90)의 직경이 80mm, 막두께 프로파일이 $\phi 0 \sim 60$ mm에서 $D=3$ mm(플랫), $\phi 60 \sim 80$ mm에서 $D=3 \sim 1$ mm(테이퍼)이고 $\omega=260$ mm로 설정한다. 유전체막(90)에 있어서의 전극간 갭 $G_0=40$ mm에 대하여, $h=10$ mm로 설정하고, 외측 전극 돌출부(38f)에서의 전극간 갭 G_f 를 $G_f=30$ mm로 하고 있다. 또, 외측 전극 돌출부(38f)의 돌출 단부를 대략 60° 로 경사지게 하고 있다. 이 경사각은 임의의 크기로 선택할 수 있다.

도 35(b)에는, 비교예 B로서, 상부 전극(38)에 돌출부(38f)를 마련하지 않고 실시예 A와 같은 직경 사이즈 및 같은 막두께 프로파일의 유전체막(90)을 마련하는 구성을 나타낸다. 또한, 도 35(c)에는, 참고예 C로서, 상부 전극(38)에 돌출부(38f) 및 유전체막(90)을 모두 마련하지 않는 구성을 나타낸다. 도 35(b) 및 도 35(c)의 모두 전극간 갭은 직경 방향에서 일정하며, $G_0=40$ mm이다.

도 36은, 도 35(a)~도 35(c)의 실시예 A, 비교예 B, 및 참고예 C에 의해 각기 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다. 도 36에 도시하는 바와 같이, 실시예 A에서는, 유전체막(90)의 직경 방향 외측에 돌출부(38f)를 마련하는 것에 의해, 반도체 웨이퍼 W의 에지부 부근의 영역(도시의 예에서는, 중심으로부터 반경 대략 90mm ~ 150mm의 영역)에서 전계 강도 E를 높이는 방향으로 전계 강도 분포 특성을 제어 또는 조정할 수 있다. 이 돌출부(38f)에 의한 전계 강도 분포 제어의 가감량은 돌출량 h에 의해 조정 가능하고, 바람직하게는 $h=10$ mm 이상으로 해도 좋다.

외측 전극 돌출부(38f)의 돌출 단부의 위치(구경 ω 의 값)는 임의로 선정할 수 있다. 도 37(a)~도 37(c)는, 상부 전극 구조의 별도의 2개의 실시예와 비교예를 각기 나타내는 부분 단면도이다.

도 37(a)의 실시예에서는 $\omega=350$ mm로 설정하고, 도 37(b)의 실시예에서는 $\omega=400$ mm로 설정하고 있다. 또한, 양 실시예 A, B의 모두, 유전체막(90)의 막두께 프로파일이 $\phi 0 \sim 80$ mm에서 $D=8$ mm(플랫), $\phi 80 \sim 160$ mm에서 $D=8 \sim 3$ mm(테이퍼)이다. 유전체막(90)에 있어서의 전극간 갭 $G_0=30$ mm에 대하여, 돌출량 $h=10$ mm로 설정하고, 외측 전극 돌출부(38f)에서의 전극간 갭 G_f 를 $G_f=20$ mm로 하고 있다. 또한, 외측 전극 돌출부(38f)의 돌출 단부를 대략 60° 로 경사지게 하고 있다.

도 37(c)에는, 비교예 C로서, 상부 전극(38)에 돌출부(38f)를 마련하지 않고 실시예 A, B와 같은 직경 사이즈 및 같은 막두께 프로파일의 유전체막(90)을 마련하는 구성을 나타낸다. 전극간 갭은 직경 방향에서 일정하며, $G_0=30$ mm이다.

도 38은 도 37(a)~도 37(c)의 실시예 A, B 및 비교예 C에 의해 각기 얻어지는 산화막 에칭의 에칭 속도(규격화값) 분포 특성을 도시하는 도면이다. 주된 에칭 조건으로서, 웨이퍼 구경은 300mm, 압력은 15mTorr, 처리 가스는 $C_4F_6/Ar/O_2/CO$ 를 사용했다. 도 35(a), 도 35(b)의 실시예 A, B에서는, 상부 전극(38)의 주면 상에서 외측 전극 돌출부(38f)의 돌출 단부를 반도체 웨이퍼 W의 에지보다도 직경 방향 외측으로 마련하는 구성이다. 도 38에 도시하는 바와 같이 이 구성에서는, 돌출 단부 위치를 웨이퍼 에지에 가깝게 할수록(ω 를 작게 할수록) 웨이퍼 에지 부근의 영역(도시의 예에서는 중심에서 반경 대략 70mm ~ 150mm의 영역)에서 에칭 속도(즉 전계 강도 또는 플라즈마 전자 밀도)를 증대시키는 효과가 커진다.

도 35(a)~도 38를 참조하여 설명한 실시예에서는, 상기한 바와 같이, 상부 전극(38)의 주면 상에서 유전체막(90)보다 직경 방향 외측의 전극 부분을 플라즈마 생성 공간을 향하여 돌출시키는 구성으로 했다. 반대로, 도 39(a)에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(38)의 주면 상에서 유전체막(90)을 플라즈마 생성 공간을 향하여 소량의 돌출량 k만큼 돌출시키는 구성도 가능하다. 도 39(a)~도 39(c)는, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조의 실시예, 비교예, 및 참고예를 각기 나타내는 부분 단면도이다.

도 39(a)의 실시예 A에서는, 유전체막(90)의 직경이 250mm이고, 그 막두께 프로파일이 $\phi 0 \sim 160$ mm에서 $D=8$ mm(플랫), $\phi 160 \sim 250$ mm에서 $D=8 \sim 3$ mm(테이퍼)이다. 테이퍼면(90a)을 서셉터(12)측을 향해서 $k=5$ mm로 설정하고, 유전체막(90)에 있어서의 전극간 갭 G_m 을 $G_m=35$ mm로 하고 있다. 유전체막(90)보다도 직경 방향 외측의 전극 부분은 플랫면이고, 전극간 갭 G_0 는 $G_0=40$ mm이다.

도 39(b)에는, 비교예 B로서, 상부 전극(38)에 실시예 A와 같은 막두께 프로파일의 유전체막(90)을 게시하지 않고 반대 방향으로(테이퍼(90a)를 뒷편으로 향해서) 마련한 구성을 나타낸다. 또한, 도 35(c)에는, 참고예 C로서, 상부 전극(38)에 유전체막(90)을 마련하지 않는 구성을 나타낸다. 도 39(b) 및 도 39(c)의 모두 전극간 갭은 직경 방향으로 일정하며, $G_0=40\text{mm}$ 이다.

도 40은, 도 39(a)~도 39(c)의 실시예 A, 비교예 B, 및 참고예 C에 의해 각기 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다. 도 40에 도시하는 바와 같이, 실시예 A와 같이, 유전체막(90)을 돌출시키는 것에 의해, 그렇게 하지 않는 비교예 B에 비해 직경 방향의 각 위치에서 전계 강도 E를 강화하는 방향으로 전계 강도 분포 특성을 제어 또는 조정할 수 있다. 이 돌출부(38)에 의한 전계 강도 분포 제어의 가감량은 돌출량 k에 의해 조정 가능하고, 바람직하게는 $k=5\text{mm}$ 이상으로 해도 좋다.

도 41은 도 35(a)~도 38의 실시예의 변형예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 부분 단면도이다. 도 41에 도시하는 바와 같이, 상부 전극(38)의 주면 상에서 유전체막(90)의 직경 방향 외측에 돌출부(38f)를 마련한다. 이와 같이, 유전체막(90)의 에지부를 외측 전극 돌출부(38f)에 연속시키거나, 유전체막(90)의 에지부도 외측 전극 돌출부(38f)와 함께 게시하게 하거나 하는 구성도 가능하다.

도 42(a)~도 42(d)는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 부분 단면도이다. 도 42(a)~도 42(d)에 도시하는 바와 같이, 본 실시예에서는, 상부 전극(38)의 주면에 마련하는 유전체막(90)을 내부에 공동(104)을 갖는 중공(中空)의 유전체 예컨대 중공 세라믹으로 구성한다. 본 실시예에서도, 중공 유전체(90)에 있어서 직경 방향 중심부측의 두께를 에지부측의 두께보다도 크게 하는 프로파일이 바람직하다.

이 중공 유전체(90)의 공동(104) 중에는, 유동성의 유전성 물질 NZ가 소량의 양만큼 받아들여진다. 공동(104) 내의 유전성 유동체 NZ는, 그 점유 부피에 따라 유전체(90)의 일부를 형성한다. 이러한 유전성 유동체 NZ로서는, 분체(粉體) 등도 가능하지만, 일반적으로는 유기용제(예컨대 가르덴(Galden))가 바람직하다.

공동(104)에 유전성 유동체 NZ를 출납하기 위한 포트로서, 예컨대 복수 라인의 파이프(106, 108)를 전극(38)의 이면측으로부터 공동(104)이 다른 개소(예컨대 중심부와 에지부)에 접속해도 좋다. 중공 유전체(90)의 공동(104)에 유전성 유동체 NZ를 넣을 때는, 도 42(b)에 도시하는 바와 같이, 한쪽의 파이프(106)로부터 유전성 유동체 NZ를 도입하면서, 다른 쪽의 파이프(106)로부터 공동(104) 내의 공기를 뽑는다. 공동(104) 내의 유전성 유동체 NZ의 양을 감소시킬 때는, 도 42(c)에 도시하는 바와 같이, 한쪽의 파이프(106)로부터 공기를 보내주면서, 다른 쪽의 파이프(106)로부터 공동(104) 내의 유전성 유동체 NZ를 뽑아내면 좋다.

도 43은, 도 42(a)~도 42(d)의 실시예에 있어서의 구체적인 실시예를 나타내는 부분 단면도이다. 본 실시예에서는, 중공 유전체(90) 전체는 직경 210mm의 원반으로 형성되고, 두께는 $\phi 0\sim 60\text{mm}$ 에서 $D=6\text{mm}$ (플랫), $\phi 60\sim 210\text{mm}$ 에서 $D=6\sim 3\text{mm}$ (테이퍼)이다. 중공 유전체(90)의 공동(104)은, 두께 α 가 2mm이고, 직경 β 가 180mm이다.

도 44는 도 43의 실시예에 의해 얻어지는 전극간의 직경 방향의 전계 강도 분포 특성을 도시하는 도면이다. 도 44 중, $\epsilon=1$ 의 분포 특성 A는, 도 42(a)의 상태 즉 중공 유전체(90)의 공동(104)을 완전히 비게 하여 공기로 채운 상태로 얻어지는 것이다. 또한, $\epsilon=2.5$ 의 분포 특성 B는, 도 42(c)의 상태 즉 중공 유전체(90)의 공동(104)에 가르덴을 가득 충전한 상태로 얻어지는 것이다. 공동(104)에 넣은 가르덴의 양을 조정하는 것으로, 양 특성 A, B간의 임의의 특성을 얻을 수 있다.

이와 같이, 본 실시예에서는, 중공 유전체(90)의 공동(104)에 넣은 유동성의 유전성 물질 NZ의 종류 및 양을 바꿈으로써 유전체(90) 전체의 유전율 내지 유전성 임피던스를 가변 제어할 수 있다.

도 45(a)~도 45(d)는, 도 42(a)~도 42(d)의 실시예의 변형예에 따른 상부 전극 구조를 나타내는 부분 단면도이다.

도 45(a)의 변형예에서는, 유전체(90)의 앞면을 세라믹판(91)으로 형성하고, 내측의 공동(104)에 있어서 세라믹판(91)과 대향하는 벽면을 상부 전극(38)의 모재(母材)(알루미늄)로 형성한다. 즉, 상부 전극(38)의 주면에 유전체(90)의 형상에 따른 오목부(38c)를 형성하고, 이 오목부(38c)를 세라믹판(91)으로 덮는 구성이다. 세라믹판(91)의 외주를 봉지하기 위해서, 예컨대 O링 등의 밀봉 부재(110)를 마련하는 것이 바람직하다. 이 경우에는, 오목부(38c) 또는 공동(104)의 형상이 중요하고, 역시 중심부측의 두께를 에지부측의 두께보다도 크게 하는 형상이 바람직하다.

도 45(b), (c)의 변형예에서는, 중공 유전체(90) 내에서 유전성 유동체 NZ에 할당하는 공간 또는 공동(104)을 특정 영역으로 한정 또는 국소화하는 것이다. 예컨대, 도 45(b)에 도시하는 바와 같이, 유전체(90)의 중심부 영역에 공동(104)의 공간을 국재화한다. 대신에, 도 45(c)에 도시하는 바와 같이, 세라믹판(91)의 두께를 직경 방향에서 변화시켜(중심부로부터 에지부를 향하여 점차 작게 하여) 공동(104)의 공간을 상대적으로 유전체(90)의 주변부 영역에 국재화할 수 있다. 이와 같이, 중공 유전체(90)에 있어서 공동(104)의 공간을 소망의 영역 내지 형상으로 규정하는 것으로, 유전성 유동체 NZ에 의한 유전을 조정 기능에 여러가지의 변동을 가질 수 있다.

도 45(d)의 변형예에서는, 중공 유전체(90) 내의 공동(104)을 복수의 실에 분할하여 각 실마다 유전성 유동체 NZ의 출납이나 충전량을 독립적으로 제어한다. 예컨대, 도(45)에 도시하는 바와 같이, 세라믹판(91)에 일체적으로 형성한 환상의 격벽판(91a)에 의해 공동(104)을 중심부측의 실(104A)과 주변부측의 실(104B)로 2분할할 수 있다.

이상, 본 발명의 바람직한 실시예를 각기 개별적으로 설명했지만, 다른 실시예에 있어서의 전극 구조를 조합시키는 것도 가능하다. 예컨대, 상기 제 3 실시예 또는 그 이후의 실시예에 따른 유전체(90)를 갖는 전극 구조와 상기 제 1 실시예에 따른 볼록부(70)를 갖는 전극 구조 또는 제 2 실시예에 따른 오목부(80)를 갖는 전극 구조를 조합하는 것도 가능하다.

즉, 제 3 실시예 또는 그 이후의 실시예에 따른 전극 구조를 예컨대 도 19와 같이 서셉터(12)에 적용하고, 상부 전극(38)에는 상기 제 1 실시예에 따른 전극 구조(도 2, 도 3) 또는 상기 제 2 실시예에 따른 전극 구조(도 15, 도 16)를 적용하는 응용이 가능하다. 또한, 제 3 실시예 또는 그 이후의 실시예에 따른 전극 구조를 도 20과 같이 상부 전극(38)에 적용하고, 서셉터(12)에는 상기 제 1 실시예에 따른 전극 구조(도 2, 도 3) 또는 상기 제 2 실시예에 따른 전극 구조(도 15, 도 16)를 적용하는 응용도 가능하다.

물론, 제 1, 제 2, 제 3 실시예, 또는 그 이후의 실시예에 따른 전극 구조를 상부 전극 및 하부 전극의 쌍방에 적용하는 응용도 가능하다. 또한, 제 1, 제 2, 제 3 실시예, 또는 그 이후의 실시예에 따른 전극 구조를 상부 전극 또는 하부 전극에만 적용하고, 다른 쪽의 전극에 종래 일반의 전극을 이용하는 응용 등도 가능하다.

또한, 상기 실시예의 플라즈마 에칭 장치(도 1)는, 플라즈마 생성용의 하나의 고주파 전력을 서셉터(12)에 인가하는 방식이다. 그러나, 도시 생략하지만, 본 발명은 상부 전극(38)측에 플라즈마 생성용의 고주파 전력을 인가하는 방식에 적용 가능하다. 본 발명은 또, 상부 전극(38)과 서셉터(12)에 주파수가 다른 제 1 및 제 2 고주파 전력을 각기 인가하는 방식(상하 고주파 인가 타입)에 적용 가능하다. 본 발명은 또, 서셉터(12)에 주파수가 다른 제 1 및 제 2 고주파 전력을 중첩하여 인가하는 방식(하부 2주파 중첩 인가 타입) 등에도 적용 가능하다.

광의에는, 본 발명은, 감압 가능한 처리 용기 내에 적어도 하나의 전극을 갖는 플라즈마 처리 장치에 적용 가능하다. 또한, 본 발명은, 플라즈마 CVD, 플라즈마 산화, 플라즈마 질화, 스퍼터링 등의 다른 플라즈마 처리 장치에도 적용 가능하다. 또한, 본 발명에 있어서의 피처리 기판은 반도체 웨이퍼에 한정되는 것이 아니라, 플랫 패널 디스플레이용의 각종 기판이나, 포토 마스크, CD 기판, 프린트 기판 등도 가능하다.

산업상 이용 가능성

본 발명의 플라즈마 처리 장치 또는 플라즈마 처리 장치용 전극판에 의하면, 상기한 바와 같은 구성 및 작용에 의해, 플라즈마 밀도의 균일화를 효율적으로 달성할 수 있다.

또한, 본 발명의 전극판 제조 방법에 의하면, 본 발명에 의한 플라즈마 처리 장치용 전극판에 정전척을 일체적으로 마련하는 구조를 효율적으로 제작할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

피처리 기판에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치로서,

상기 피처리 기판을 수납하는 감압 가능한 처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 배치된 제 1 전극과,
 상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 공급계와,
 상기 처리 가스의 플라즈마를 생성하기 위해, 상기 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하는 전계 형성계를 구비하되,
 상기 제 1 전극의 주면에, 상기 플라즈마가 생성되는 공간측을 향하여 돌출하는 다수의 블록부가 이산적으로 형성되는
 플라즈마 처리 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 전극의 상기 주면과 반대측의 이면으로부터 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는
 플라즈마 처리 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,
 상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극과 평행하게 마주보는 제 2 전극을 더 구비하되, 상기 제 2 전극의 상기 주면과 반대
 측의 이면으로부터 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 전극의 주면 상에서, 상기 블록부의 높이 및 전극 직경 방향의 폭을 하기의 (1)식,

$$\delta = (2 / \omega \sigma \mu)^{1/2} \dots (1)$$

단, $\omega = 2\pi f$ (f: 주파수), σ : 도전율, μ : 투자율

로 표시되는 스킨딥스 δ 의 3배 이상으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 전극의 주면 상에서 상기 블록부의 면적 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 크게 하는 플라
 즈마 처리 장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서, 상기 블록부를 일정한 사이즈로 형성하고, 상기 블록부의 개수 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 크게 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 블록부를 원주형상으로 형성하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 블록부를 각각 링 형상으로 형성하고, 전체적으로 동심원 형상으로 배치하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서 적어도 상기 블록부 이외의 부분 위에 유전체를 마련하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 10.

피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치로서,

상기 피처리 기관을 수납하는 감압 가능한 처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 배치된 제 1 전극과,

상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 공급계와,

상기 처리 가스의 플라즈마를 생성하기 위해, 상기 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하는 전계 형성계를 구비하되,

상기 제 1 전극의 주면에, 상기 플라즈마가 생성되는 공간측과 마주보아 움푹 패이는 다수의 오목부가 이산적으로 형성되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 상기 주면과 반대측의 이면으로부터 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 12.

제 10 항에 있어서,

상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극과 평행하게 마주보는 제 2 전극을 더 구비하되, 상기 제 2 전극의 상기 주면과 반대측의 이면으로부터 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 13.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서, 상기 오목부의 깊이 및 전극 직경 방향의 폭을 하기의 (1)식,

$$\delta = (2/\omega\sigma\mu)^{1/2} \dots (1)$$

단, $\omega = 2\pi f$ (f: 주파수), σ : 도전율, μ : 투자율

로 표시되는 스킨딥스 δ 의 3배 이상으로 하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 14.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서 상기 오목부의 면적 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 작게 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 15.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서, 상기 오목부를 일정한 사이즈로 형성하고, 상기 오목부의 개수 밀도를 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 작게 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 16.

제 10 항에 있어서,

상기 오목부를 원주형상으로 형성하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 17.

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서 적어도 상기 오목부 중에 유전체를 마련하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 18.

피처리 기관에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치로서,

상기 피처리 기관을 수납하는 감압 가능한 처리 용기와,

상기 처리 용기 내에 배치된 제 1 전극과,

상기 처리 용기 내에 처리 가스를 공급하는 공급계와,

상기 처리 가스의 플라즈마를 생성하기 위해, 상기 처리 용기 내에 고주파 전계를 형성하는 전계 형성계를 구비하되,

상기 제 1 전극의 주면에 유전체가 배치되고, 상기 제 1 전극의 중심부측에서의 상기 유전체의 두께가 전극 에지부측에서의 상기 유전체의 두께보다도 큰

플라즈마 처리 장치.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 상기 주면과 반대측의 이면으로부터 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 20.

제 18 항에 있어서,

상기 처리 용기 내에 상기 제 1 전극과 평행하게 마주보는 제 2 전극을 더 구비하되, 상기 제 2 전극의 상기 주면과 반대측의 이면으로부터 상기 플라즈마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 21.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 점차 작아지는 플라즈마 처리 장치.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가 전극 중심부로부터 전극 에지부를 향하여 아치형으로 감소하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 23.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가 전극 중심부를 포함하는 제 1 직경의 내측에서는 거의 일정한 플라즈마 처리 장치.

청구항 24.

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가 상기 제 1 직경의 외측에서는 전극 에지부를 향하여 테이퍼형으로 감소하는 부분을 갖는 플라즈마 처리 장치.

청구항 25.

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가 상기 제 1 직경의 외측에서는, 상기 제 1 직경보다도 큰 제 2 직경의 내측에서 거의 일정한 플라즈마 처리 장치.

청구항 26.

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가, 상기 제 2 직경의 외측에서 전극 에지부를 향하여 테이퍼형으로 감소하는 부분을 갖는 플라즈마 처리 장치.

청구항 27.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극에서의 상기 유전체의 두께가, 상기 피처리 기판의 에지부와 대향하는 위치 부근에서 최소로 되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 28.

제 18 항에 있어서,

상기 유전체의 전극 중심부에서의 두께를 상기 유전체의 유전율에 따른 값으로 설정하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 29.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에 상기 유전체의 일부를 덮는 도전성의 셸드 부재를 더 구비하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 30.

제 29 항에 있어서,

상기 셸드 부재가 상기 유전체의 적어도 중심부를 노출시키는 소망의 구경의 개구부를 갖는 플라즈마 처리 장치.

청구항 31.

제 30 항에 있어서,

상기 셸드 부재가 상기 제 1 전극에 착탈 가능하게 부착되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 32.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서, 상기 유전체의 외주 에지보다도 직경 방향 외측에 소망의 거리만큼 떨어진 위치로부터 외측의 전극 부분을, 상기 플라즈마가 생성되는 공간을 향하여 소망의 돌출량만큼 돌출시키는 플라즈마 처리 장치.

청구항 33.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면 상에서, 상기 유전체를, 상기 플라즈마가 생성되는 공간을 향하여 소망의 돌출량만큼 돌출시키는 플라즈마 처리 장치.

청구항 34.

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 전극의 주면에 있어서 상기 유전체의 내부에 공동을 마련하여, 상기 공동 중에 유동성의 유전성 물질을 넣는 플라즈마 처리 장치.

청구항 35.

제 34 항에 있어서,

상기 공동중에 상기 유전성 물질을 출납하기 위한 포트를 상기 제 1 전극에 적어도 2개소 마련하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 36.

제 34 항에 있어서,
상기 유전성 물질이 유기용제인 플라즈마 처리 장치.

청구항 37.

제 34 항에 있어서,
상기 제 1 전극의 주면에서 상기 유전체의 적어도 앞면은 고체로 구성되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 38.

고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서 플라즈마를 생성하기 위해 처리 용기 내에 배치되는 전극판으로서,
플라즈마와 대향하는 주면에 다수의 블록부가 이산적으로 형성되는 전극판.

청구항 39.

청구항 38에 기재된 전극판을 제조하기 위한 전극판 제조 방법으로서,
전극 본체의 주면에 상기 블록부에 대응하는 개구부를 갖는 마스크를 씌우는 공정과,
상기 마스크 위에서 상기 전극 본체의 주면 상에 도전성의 금속 또는 반도체를 용사하여 상기 개구부 내에 상기 블록부를 형성하는 공정과,
상기 전극 본체의 주면 상에서 상기 마스크를 제거하는 공정을
구비하는 전극판 제조 방법.

청구항 40.

고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서 플라즈마를 생성하기 위해 처리 용기 내에 배치되는 전극판으로서,
플라즈마와 대향하는 주면에 다수의 오목부가 이산적으로 형성되는 전극판.

청구항 41.

청구항 40에 기재된 전극판을 제조하기 위한 전극판 제조 방법으로서,
전극 기관의 주면에 상기 오목부에 대응하는 개구부를 갖는 마스크를 씌우는 공정과,
상기 마스크의 위에서 상기 전극 기관의 주면에 고체 입자 또는 액체를 내뿜어 상기 전극 기관의 상기 개구부 내의 전극 기관 부분을 물리적으로 제거하여 상기 오목부를 형성하는 공정과,
상기 전극 기관의 주면 상에서 상기 마스크를 제거하는 공정

을 구비하는 전극판 제조 방법.

청구항 42.

제 39 항 또는 제 41 항에 있어서,

상기 마스크를 제거한 후의 상기 전극 기관의 주면 상에 유전체를 용사하여 제 1 유전체막을 형성하는 공정을 더 구비하는 전극판 제조 방법.

청구항 43.

제 42 항에 있어서,

상기 제 1 유전체막을 상기 전극 기관의 주면 전체를 덮는 두께로 형성한 후, 상기 제 1 유전체막 위에 전극 재료를 용사하여 정전척용 전극막을 형성하는 공정과,

그 후, 상기 전극막의 위에 유전체를 용사하여 제 2 유전체막을 형성하는 공정

을 더 구비하는 전극판 제조 방법.

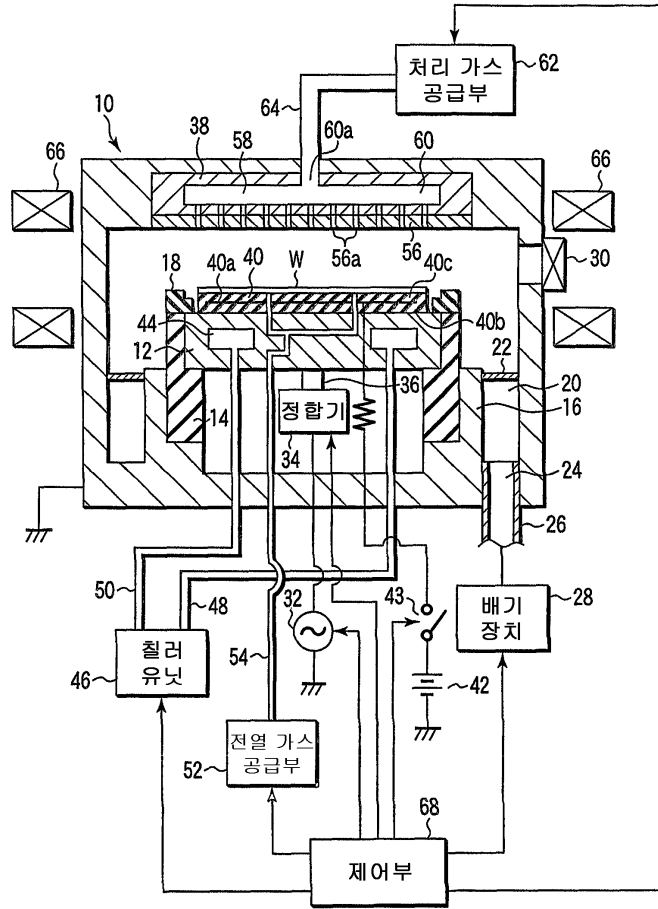
청구항 44.

고주파 방전 방식의 플라즈마 처리 장치에 있어서 플라즈마를 생성하기 위해 처리 용기 내에 배치되는 전극판으로서,

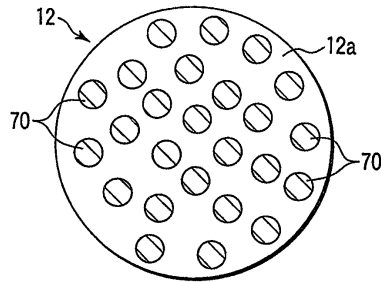
플라즈마와 대향하는 주면에 유전체가 배치되고, 상기 제 1 전극의 중심부측에서의 상기 유전체의 두께가 전극 에지부측에서의 상기 유전체의 두께보다도 큰 전극판.

도면

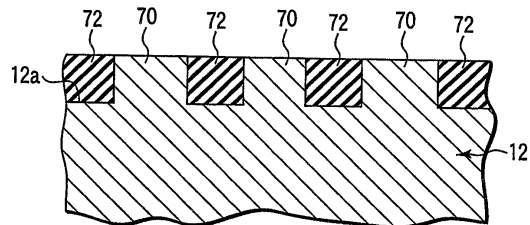
도면1



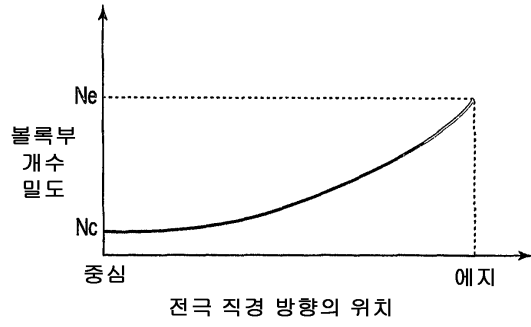
도면2



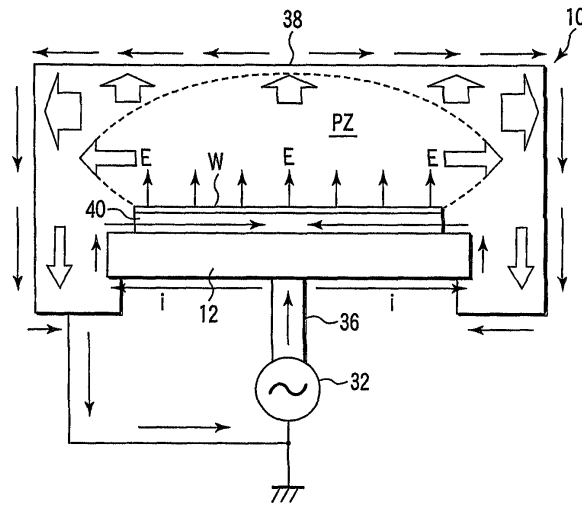
도면3



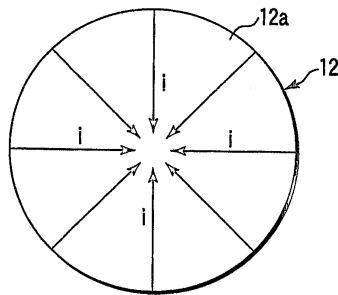
도면4



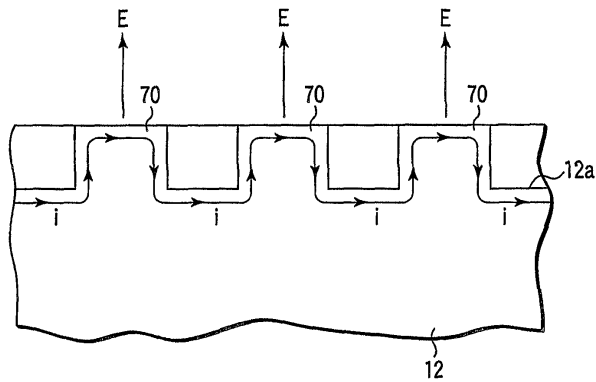
도면5



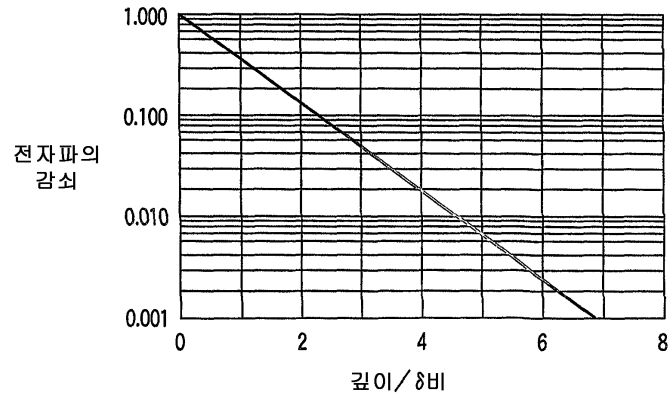
도면6



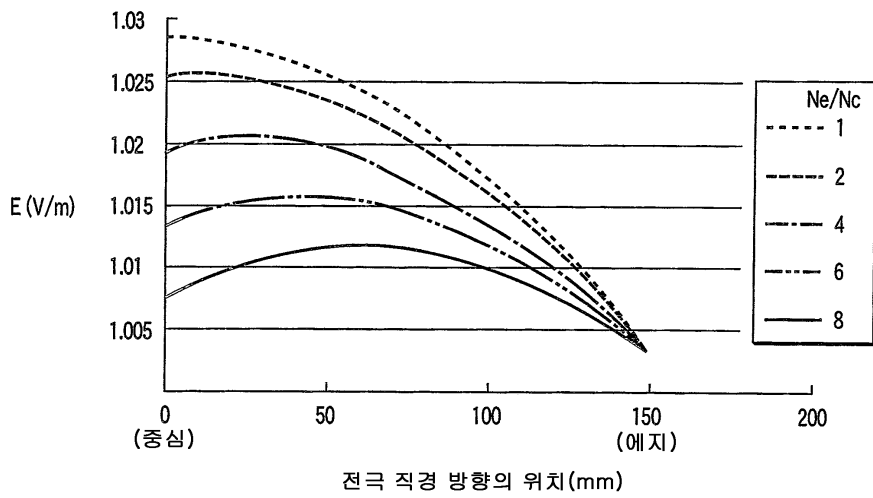
도면7



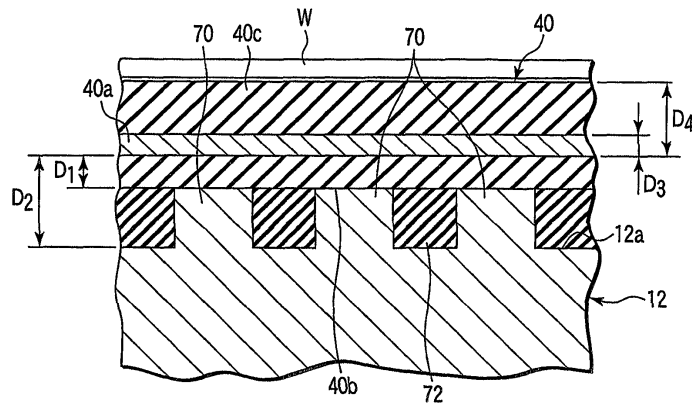
도면8



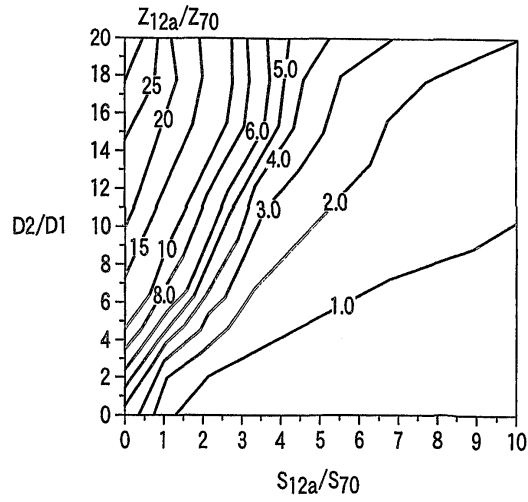
도면9



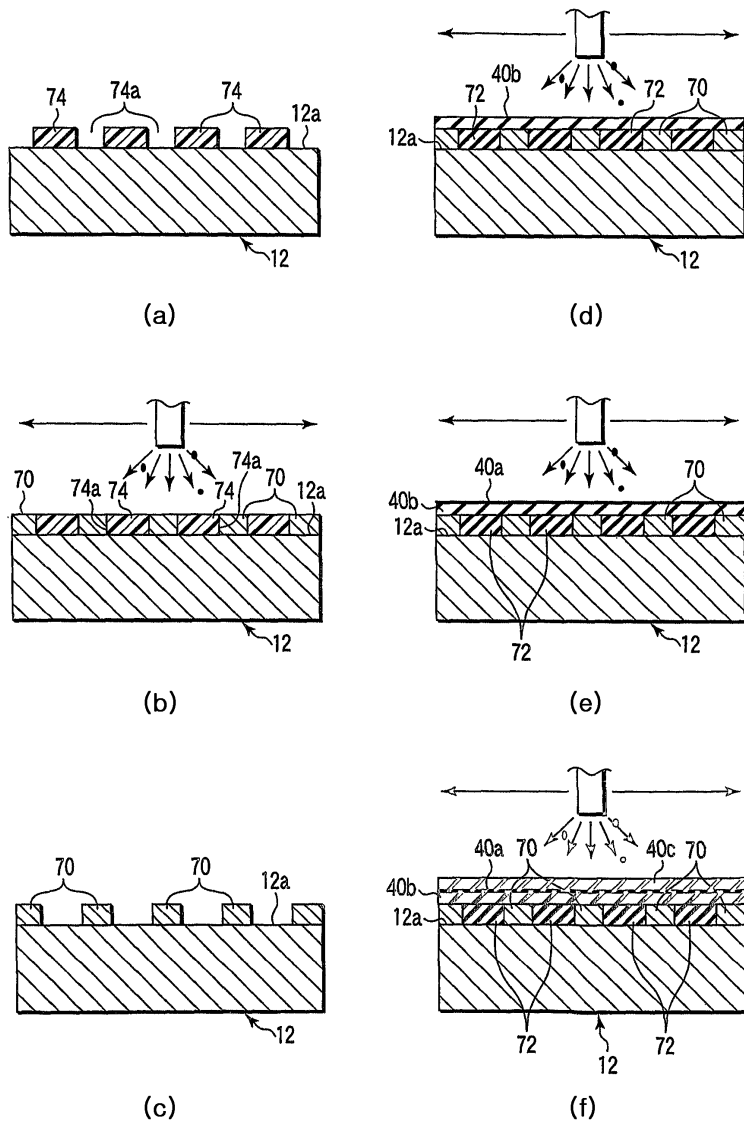
도면10



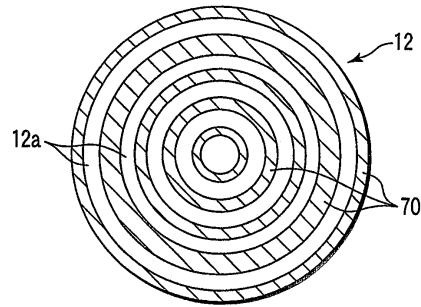
도면11



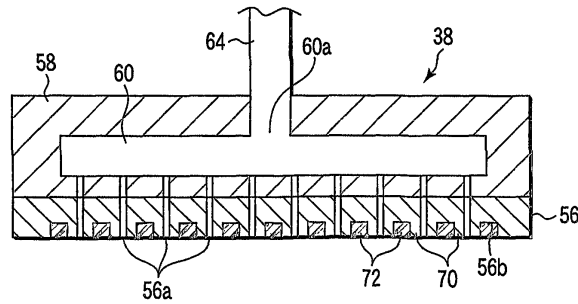
도면12



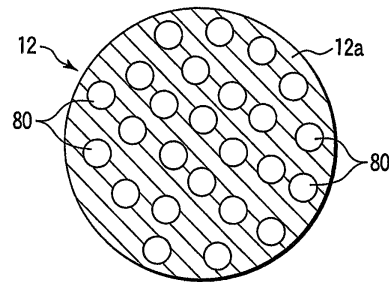
도면13



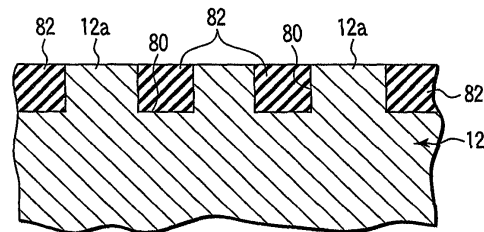
도면14



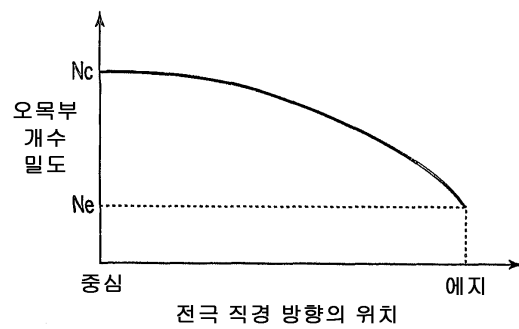
도면15



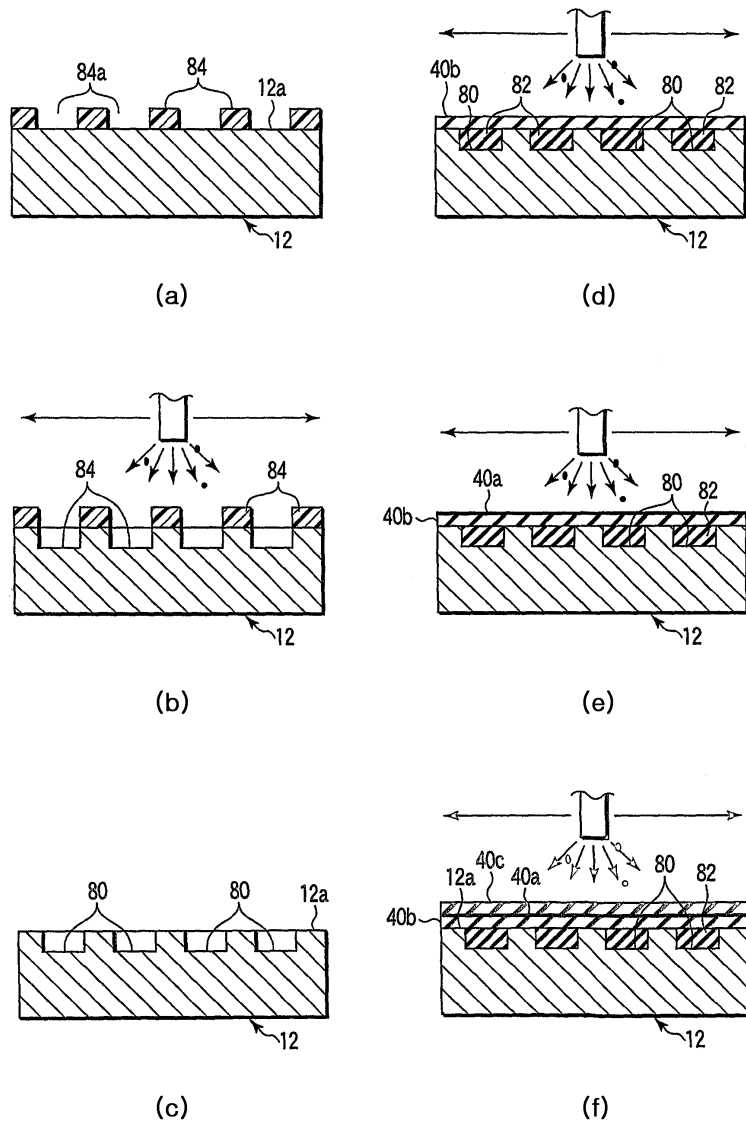
도면16



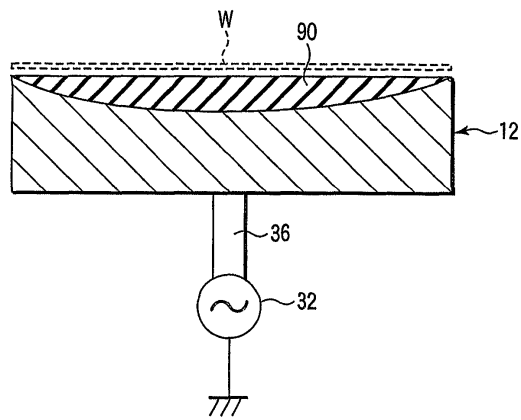
도면17



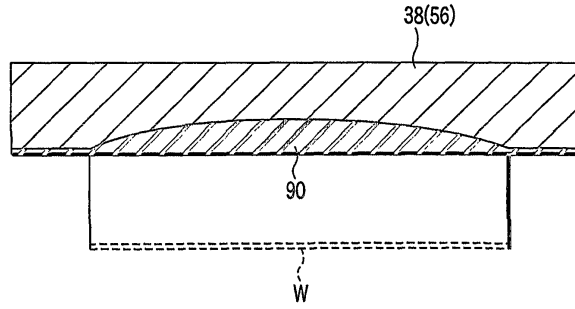
도면18



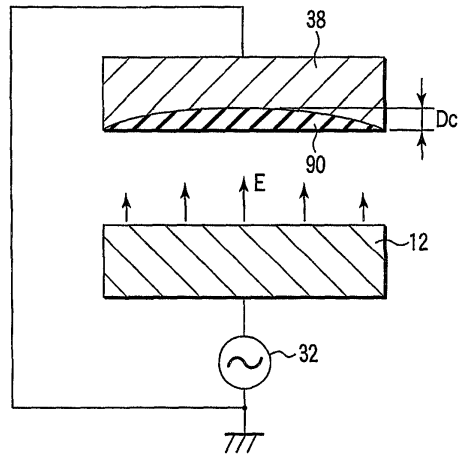
도면19



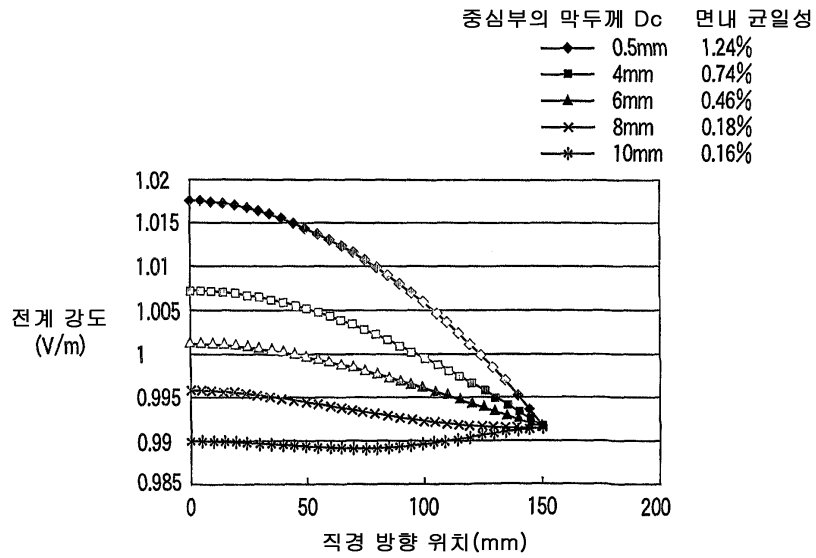
도면20



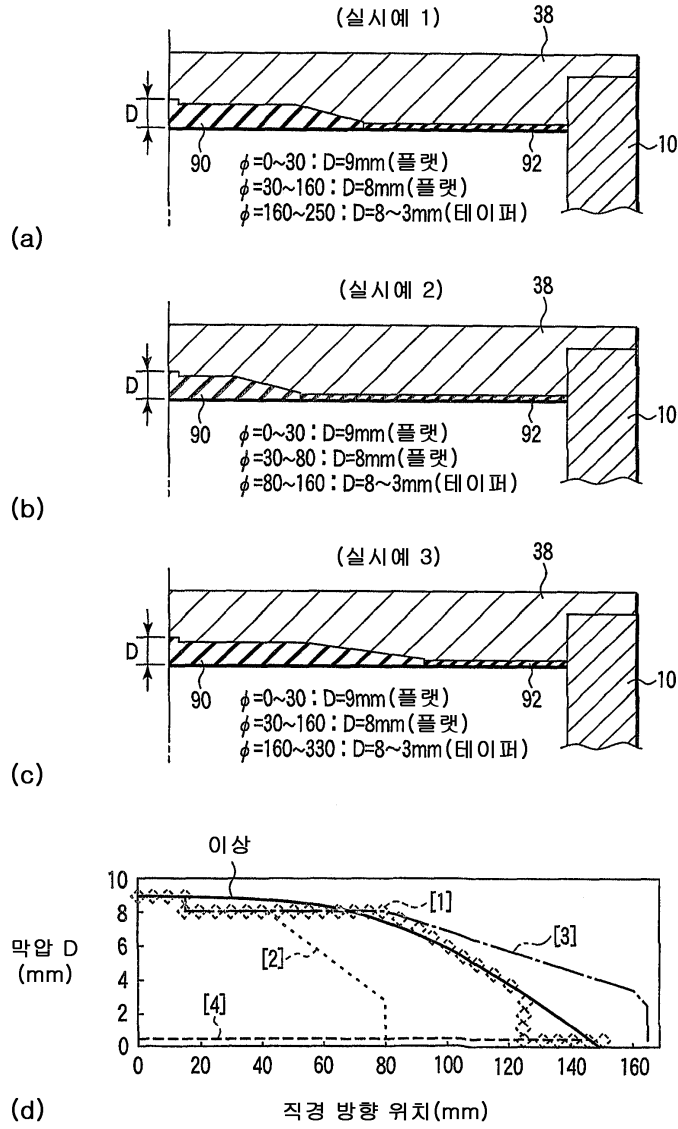
도면21



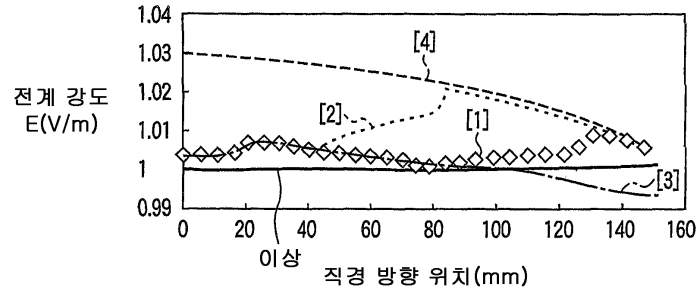
도면22



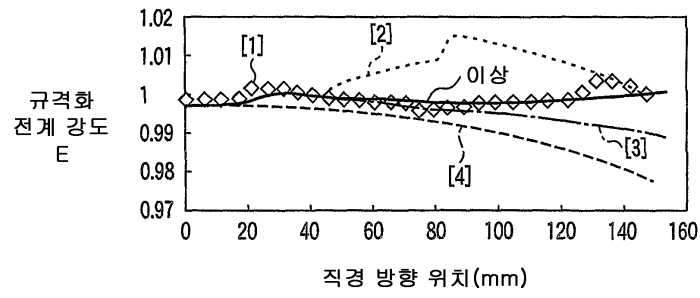
도면23



도면24

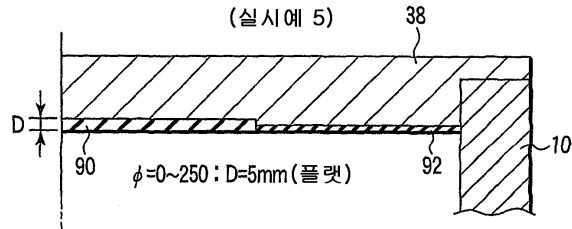


(a)

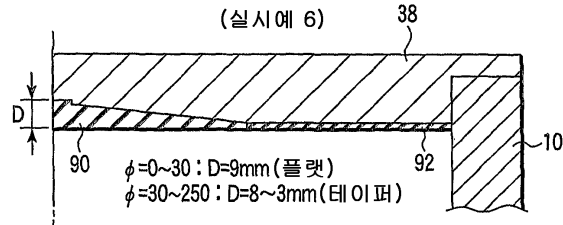


(b)

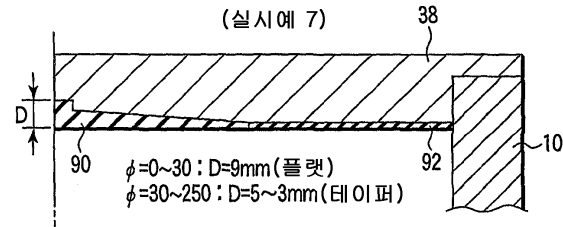
도면25



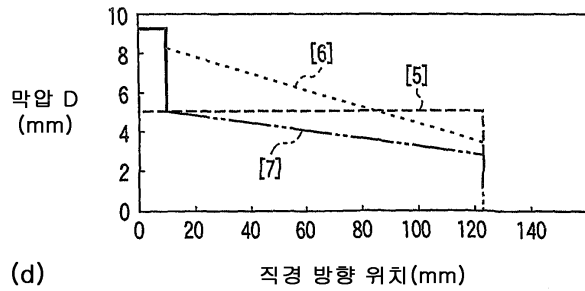
(a)



(b)

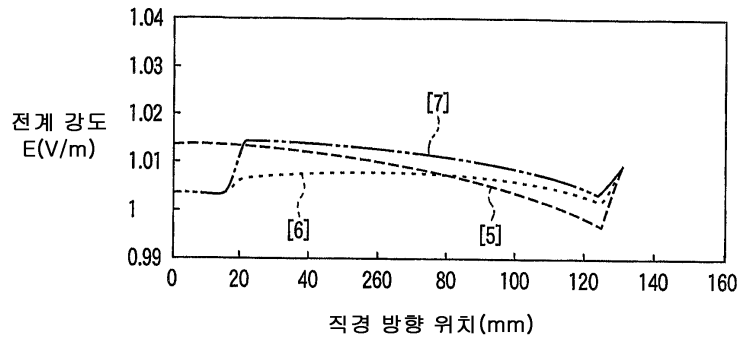


(c)

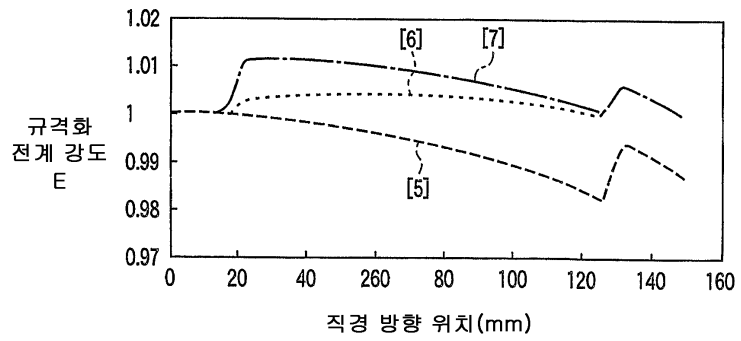


(d)

도면26

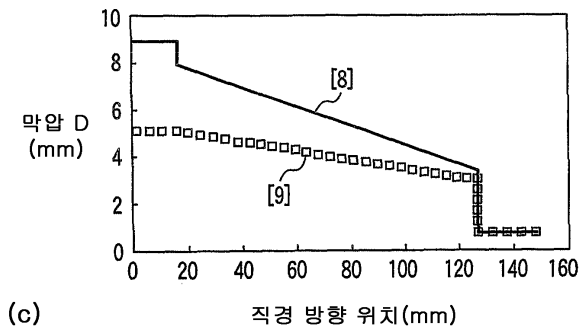
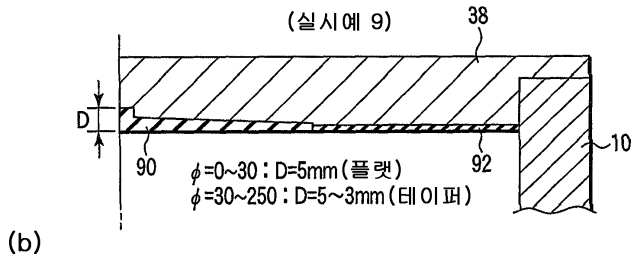
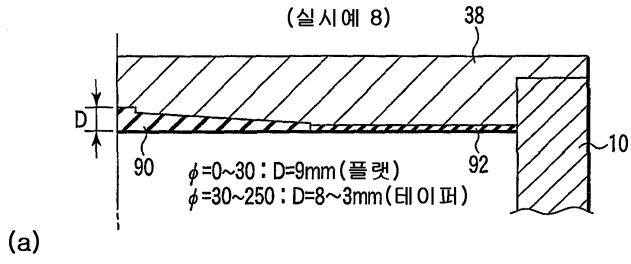


(a)

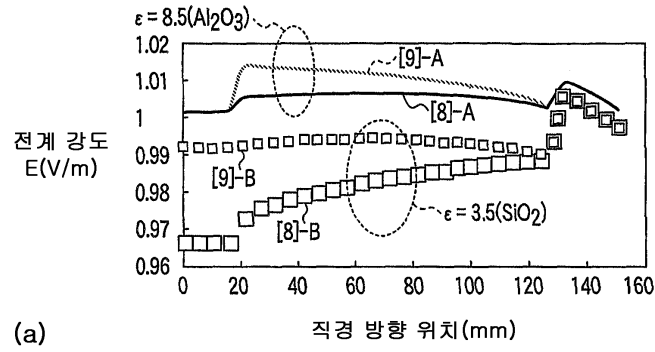


(b)

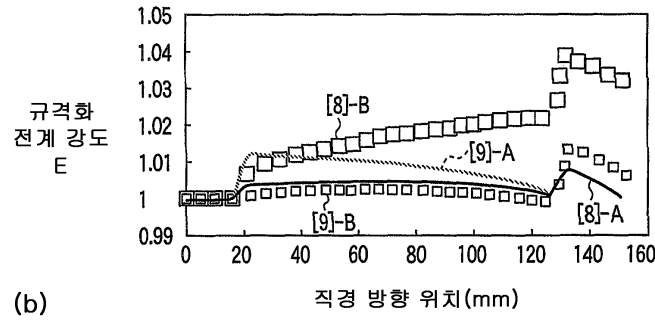
도면27



도면28

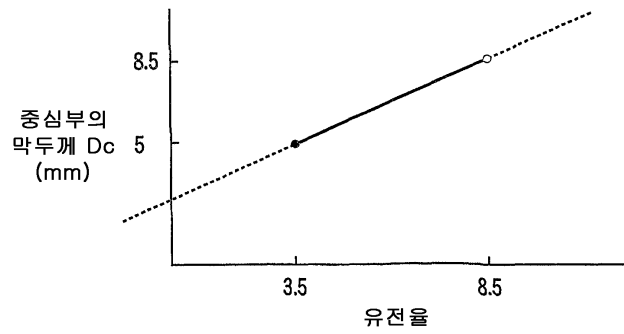


(a)

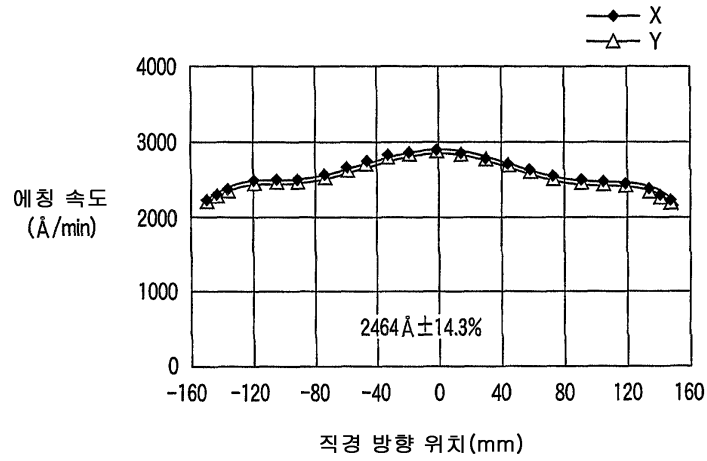


(b)

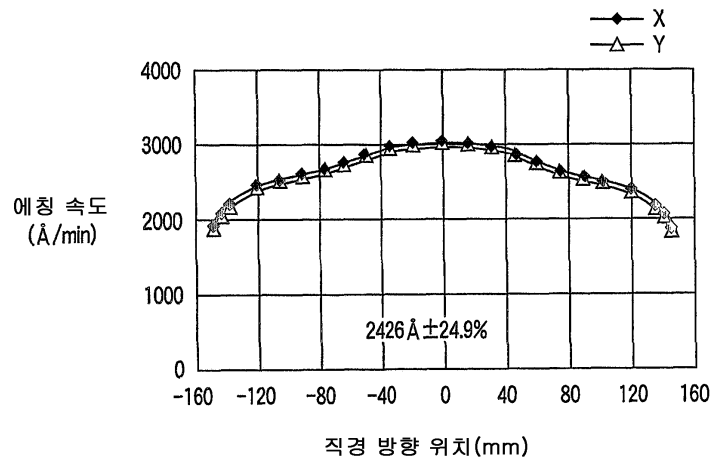
도면29



도면30

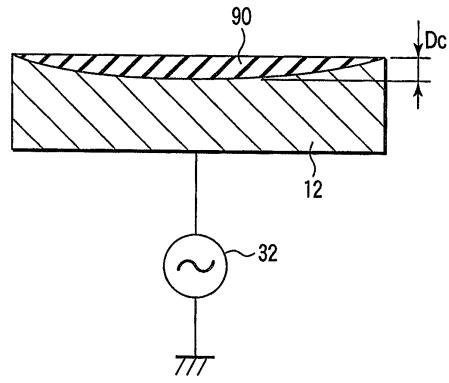


(a)

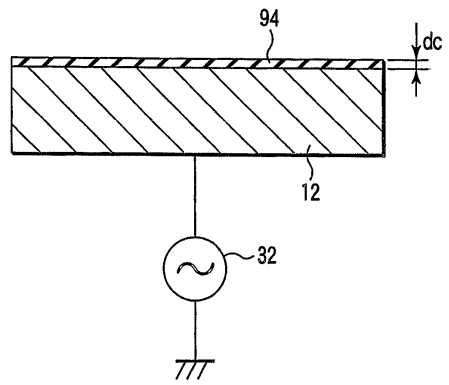


(b)

도면31

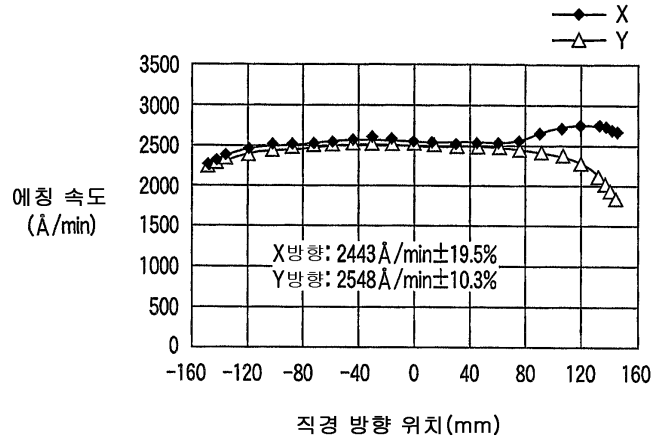


(a)

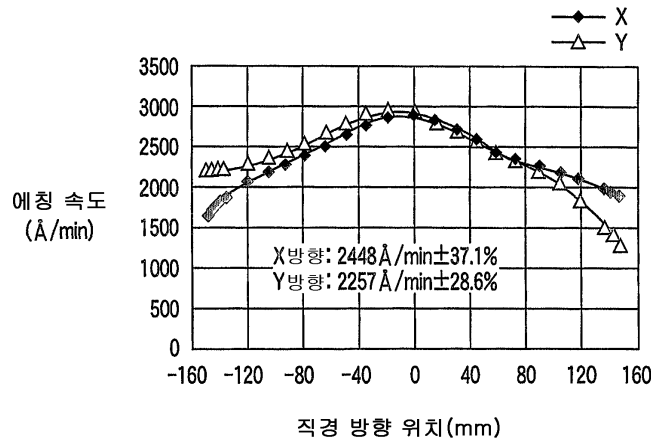


(b)

도면32

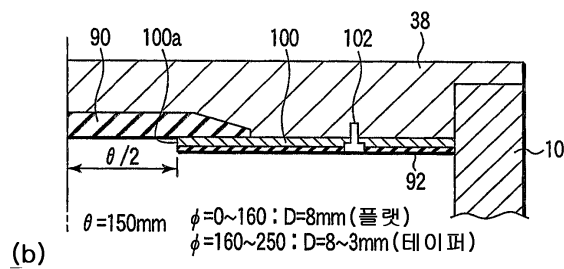
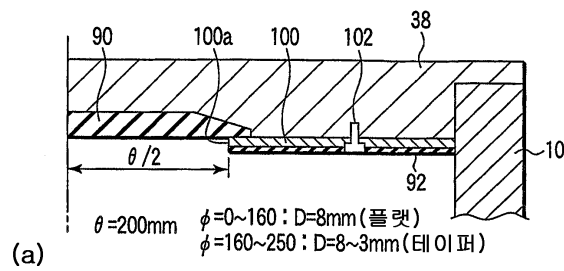


(a)

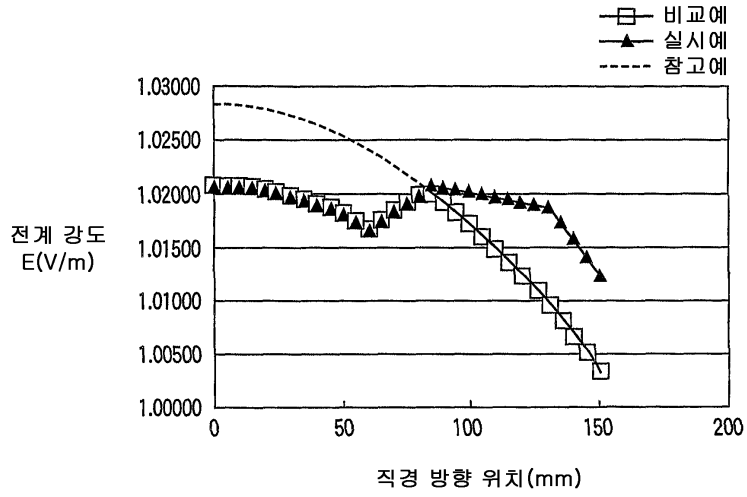


(b)

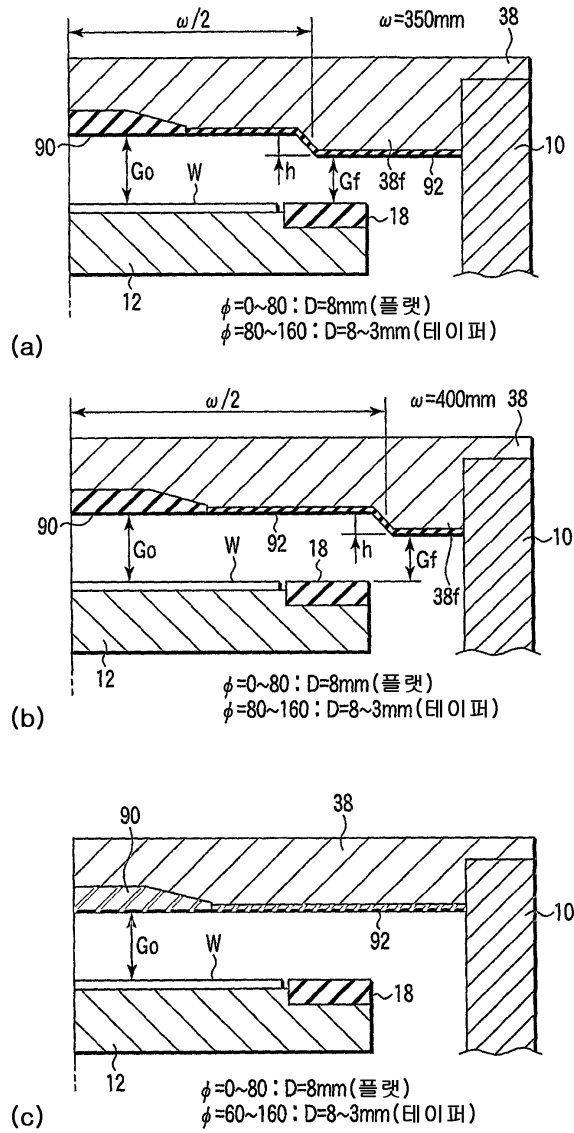
도면33



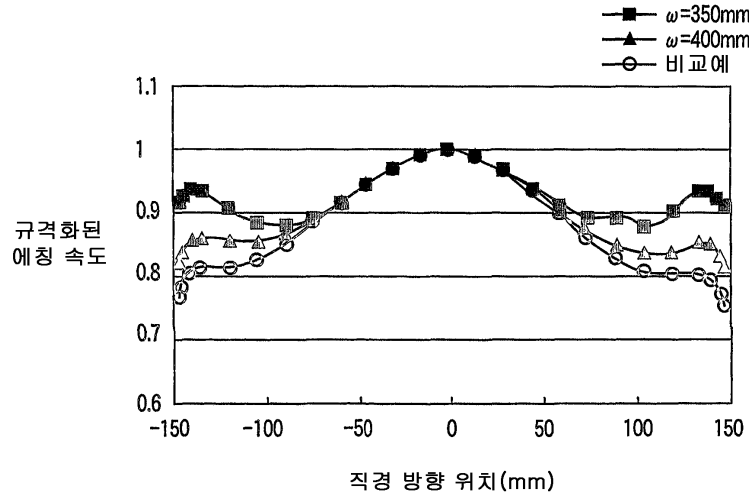
도면36



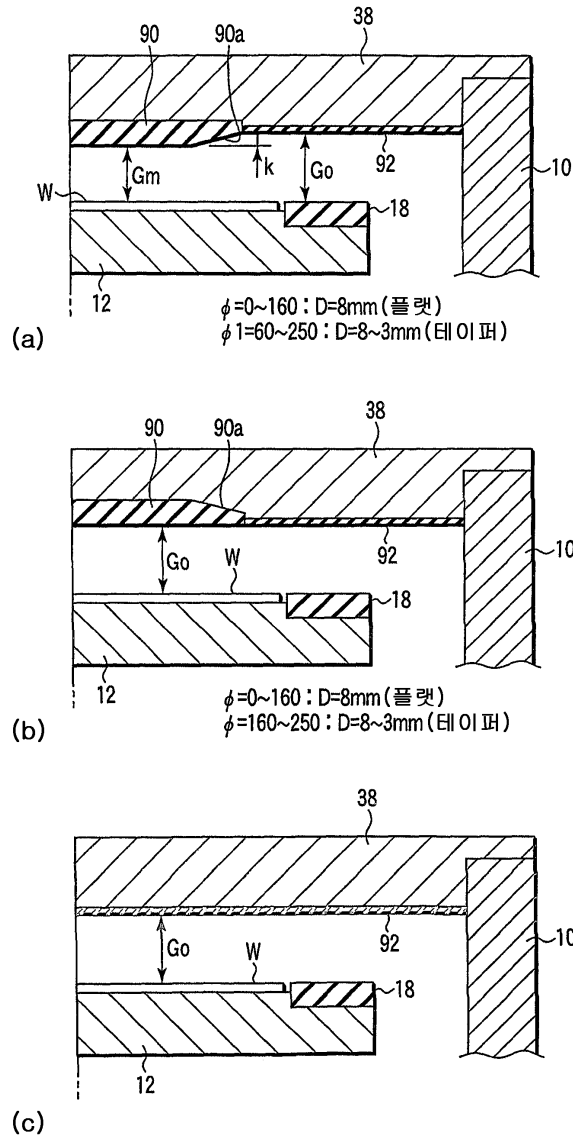
도면37



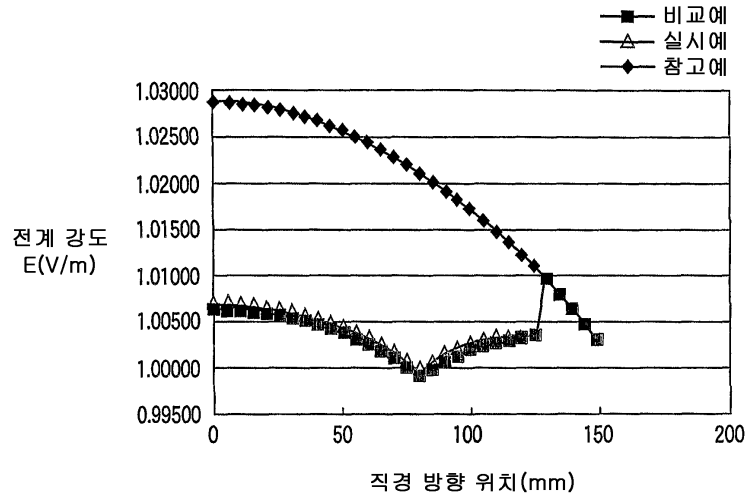
도면38



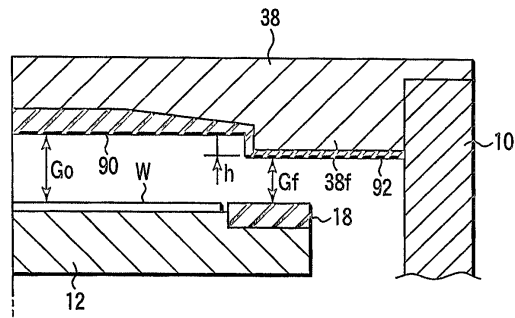
도면39



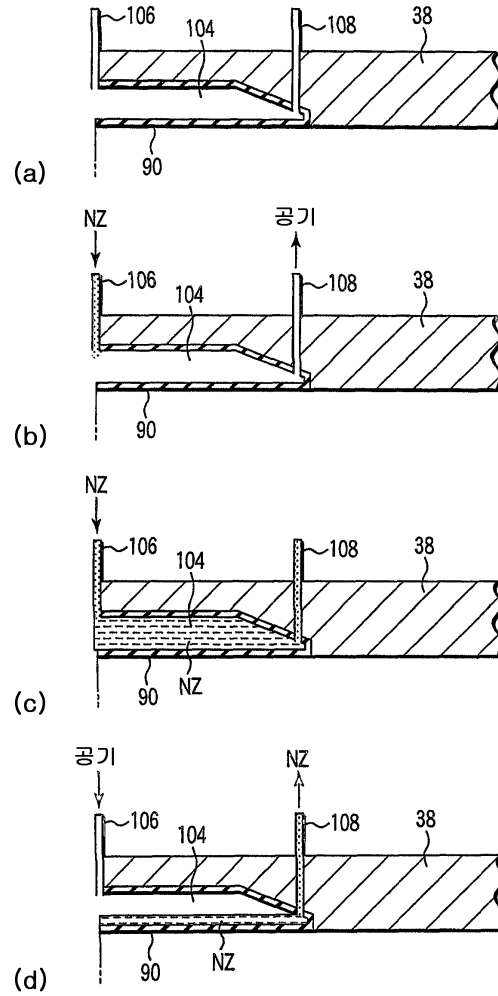
도면40



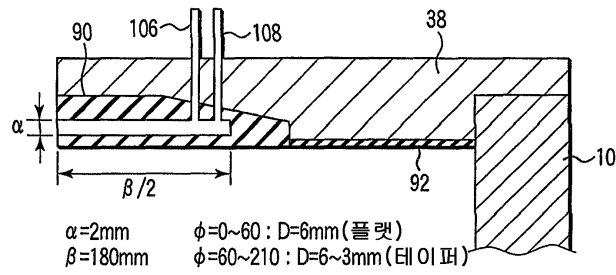
도면41



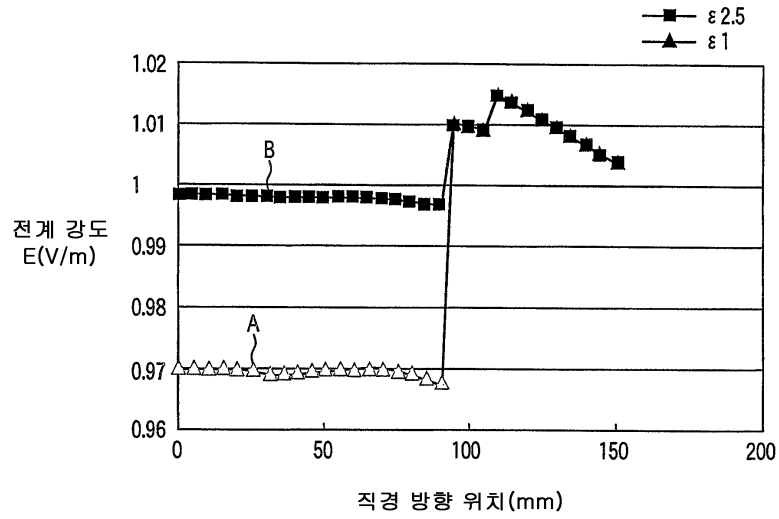
도면42



도면43



도면44



도면45

