

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ C23F 4/00 H01L 21/302	(45) 공고일자 1999년 12월 15일	(11) 등록번호 10-0234661
(21) 출원번호 10-1993-0024796	(65) 공개번호 특 1994-0011662	(24) 등록일자 1999년 09월 18일
(22) 출원일자 1993년 11월 19일	(43) 공개일자 1994년 06월 21일	
(30) 우선권주장 92-310279 1992년 11월 19일 일본(JP)		
(73) 특허권자	동경 엘렉트론주식회사 히가시 데쓰로 일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고도교일렉트론야마나시 가부 시키가이샤 이노우에 준이찌 일본국 야마나시켄 니라사끼시 후지이마찌 기다게조 2381반지 1가부시키가이 샤 히다치 세이사쿠쇼 가나이 쓰도무 일본국 도쿄도 지요다구 간다 스루가다이 4-6	
(72) 발명자	고지마마사유키 일본국 도쿄도 고구분지시 도구라 4-31-1 이또요시가즈 일본국 야마나시켄 나카고마군 류오우초니시 야하다 4302-1 도미다가즈시 일본국 사이다마켄 가와구찌시 시바 6361 도자와시게끼 일본국 야마나시켄 니라사끼시 혼초 1-1-14 이이우로순이찌 일본국 야마나시켄 기다고마군 후다바초 시모이마이 1810 아라사와마사사 일본국 야마나시켄 엔잔시나카 하기와라 1021 니시우라에이찌 일본국 야마나시켄 나카고마군 류오우초도 미다게신덴 387-1 메조루 52,3-3 손은진	
(74) 대리인	손은진	

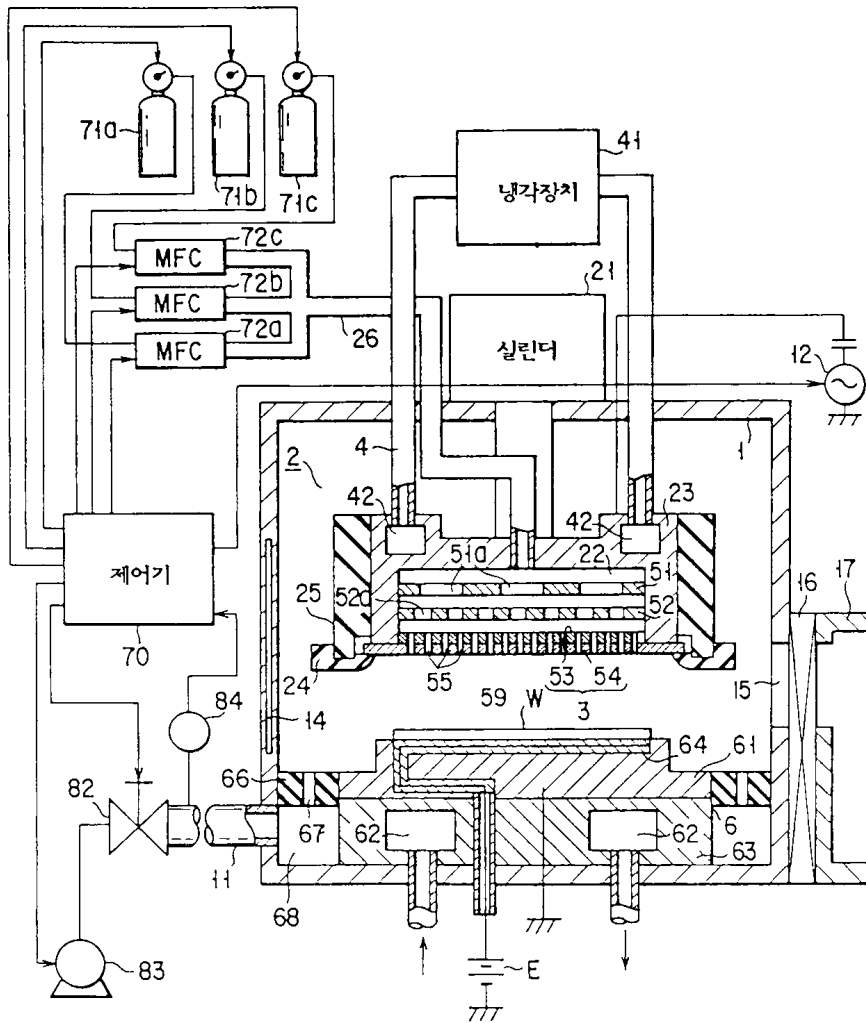
심사관 : 강구환

(54) 이방성 에칭장치

요약

본 발명은 에칭의 이방성의 정도에 관한 피처리기판의 면내균일성을 향상시키고, 이방성 에칭에 의해 형성되는 피에칭측면을 직각으로 접근시키기 위한 것으로, 평행평판형의 플라즈마 에칭장치는 처리실(1)내에 배치된 서셉터전극과 샤워전극을 구비하며, 서셉터전극상에 반도체 웨이퍼가 설치되고, 샤워전극에는 복수의 처리가스공급구멍에 의해 규정되는 샤워영역(SR)이 형성된다. 샤워전극은 냉각블록에 의해 냉각되고, 이에 의해 샤워전극의 유효전극부는 그 주변이 그 중심보다 온도가 낮은 온도균배를 갖는다. 샤워영역(SR)의 직경은 웨이퍼의 직경보다 5~25% 작고, 유효전극부의 온도균배에 기인하여 발생하는 에칭의 이방성의 정도에 관한 웨이퍼의 면내균일성의 저하를 보상하도록 선택된다. 또, 유효전극부의 직경은 웨이퍼(W)의 치수보다도 5~35% 크고, 에칭에 의해 형성되는 피에칭측벽의 테이퍼각이 85도~90도가 되도록 선택된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

이방성 에칭 장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 실시예에 관한 플라즈마 에칭장치를 도시하는 부분단면도.

제2도는 제1도에 도시한 장치의 샤워전극을 도시하는 저면도.

제3도는 제2도에 도시한 샤워전극의 가스공급구멍을 도시하는 도면.

제4도는 샤워전극의 변경예를 도시하는 저면도.

제5도는 제4도에 도시한 샤워전극의 가스공급구멍을 도시하는 도면.

제6도는 이방성 에칭의 기구를 도시하는 단면도.

제7도는 샤워전극의 유효전극부 및 샤워영역의 직경과 에칭의 이방성의 정도의 관계를 도시하는 도면.

제8a도~제8j도는 샤워전극의 유효전극부 및 샤워영역의 직경과 에칭속도의 관계를 도시하는 그래프.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

- | | |
|-----------|---------------|
| 1 : 처리실 | 12 : 전원 |
| 21 : 실린더 | 41 : 냉각장치 |
| SR : 샤워영역 | 55 : 처리가스공급구멍 |
| 70 : 제어기 | |

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 이방성 에칭방법 및 장치에 관한 것으로, 예를 들면 반도체 디바이스의 제조프로세스에 있어서 접촉구멍을 형성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

반도체 디바이스 혹은 LCD의 제조프로세스에 있어서, 기판 자체 혹은 동 기판상의 박막에 패턴을 형성하기 위해 이방성 에칭이 실시되고 있다. 예를 들면 Si 웨이퍼 즉 기판상에 형성된 SiO₂ 막에 접촉구멍을 형성할 때에는 다음과 같은 공정순으로 처리가 실시된다. 우선, SiO₂ 막에 포토레지스트가 도포되고, 레지스트막이 형성된다. 다음에 소정의 패턴을 갖는 노광마스크를 이용하여 레지스트막이 노광된다. 다음에 노광된 레지스트막이 현상되고, 패턴화된 레지스트막이 남겨진다. 다음에 패턴화된 레지스트막을 마스크로 하여 SiO₂막이 이방성 에칭된다.

이러한 이방성 에칭은 통상 감압하에서 활성가스 플라즈마를 이용한 드라이에칭으로서 실시된다. 이러한 에칭을 실시하기 위한 장치의 하나로서 평행평판형의 플라즈마 에칭장치가 알려져 있다. 이 장치는 처리실내에 배설된 2개의 대향전극을 구비한다. 통상 하부전극에는 피처리기판이 설치되고, 상부전극에는 고주파전원이 접속된다. 평행평판형의 플라즈마 에칭장치에 있어서, 또 상부전극을 처리가스의 공급용 헤더로서 사용한 구조도 알 수 있고, 이것은 특개소 61-174721에 나타난다. 이 구조에서는 상부전극의 하면에 다수의 가스공급구멍이 형성되고, 처리가스가 구멍에서 피처리기판상에 샤워형으로 공급된다.

특개소 61-174721은 상부전극에 있어서 구멍형성영역의 반경(R)을 $R = -AG + R_0$ 식으로 특정하고 있다. 여기에서 R₀는 피처리기판(웨이퍼)의 반경, G는 전극간거리, A는 정수이다. 이 식은 에칭속도에 관한 피처리기판의 면내균일성의 향상을 꾀하기 위해 결정된다. 이 공보는 이 제 3도에 도시되는 바와 같이 R이 이 식으로 특정되는 값보다도 크면 에칭속도가 웨이퍼중앙보다 주변이 높아지고, 이 값보다 작으면 그 반대가 된다고 서술하고 있다. 단순히 말하면 R을 크게 하면 웨이퍼주변에 대한 처리가스의 공급율이 증가하기 때문에 주변이 에칭속도가 높아지고, R을 작게 하면 그 반대가 된다고 서술하고 있다는 것이다.

미국특허 No. 4,908,095(1990, 03 / 13 발효)에서 나타내는 바와같이 샤워형 상부전극을 냉각하는 구조도 제안되고 있다. 상세한 것에 대해서는 발명의 상세한 설명에서 후술하겠지만 상부전극의 냉각은 피처리기판에 대한 반응생성물의 용착량을 감소시키는 효과를 가져온다. 그러나, 이 형태의 장치에 있어서 다시 연구를 진행한 결과, 몇가지 고려할 사항이 발견되고 있다.

우선, 첫째로는 에칭의 이방성의 정도에 관한 피처리기판의 면내균일성이다. 즉, 피처리기판의 중앙과 주변에서는 에칭의 이방성의 정도가 달라지는 경향이 있고, 따라서, 예를 들면 웨이퍼의 중앙과 주변에 각각 형성된 접촉구멍이 존재할 경우, 접촉구멍벽면의 경사각도 또는 테이퍼각이 달라진다.

둘째로, 이방성 에칭에 의해 형성되는 피에칭물의 벽면, 예를 들면 접촉구멍벽면의 경사각도이다. 이 각도가 수직에 가까운 것이 고품질의 제품을 얻는데에 중요한 요소이다.

따라서, 본 발명의 목적은 에칭의 이방성의 정도에 관한 피처리기판의 면내균일성을 향상시키는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 이방성 에칭에 의해 형성되는 피에칭측면을 직각으로 접근시키는 것이다.

본 발명에 의한 플라즈마 에칭장치를 이용한 이방성 에칭방법은, 상기 장치가, 처리실과, 상기 처리실내에 배치된 제 1 전극과, 상기 제 1 전극은 피처리기판을 지지하기 위한 지지부를 구비하는 것과, 상기 처리실내에 배치된 제 2 전극과, 상기 제 2 전극은 상기 제 1 전극의 상기 지지면과 대향하는 대향부를 구비하는 것과, 상기 제 1 및 제 2 전극간에 고주파전압을 부여하는 전원과, 상기 처리실을 배기하기 위한 배기수단과, 상기 처리실내에 처리가스를 공급하기 위한 공급수단과, 상기 공급수단은 상기 제 2 전극의 상기 대향부에 형성된 복수 구멍에 의해 규정되는 샤워영역을 구비하고, 상기 구멍을 통하여 상기 제 1 전극에 지지된 상기 기판상에 상기 처리가스가 공급되는 것과, 상기 제 2 전극을 냉각하는 냉각수단과, 상기 냉각수단에 의해 상기 제 2 전극의 상기 대향부는 주변이 그 중심보다도 온도가 낮은 온도균배를 갖는 것, 을 구비하고, 상기 방법이, 상기 샤워영역의 치수를 선택하는 공정과, 상기 샤워영역의 치수는 상기 기판의 치수보다 작고, 또 상기 대향부의 상기 온도균배에 기인하여 생기는 에칭의 이방성의 정도에 관한 상기 기판의 면내균일성의 저하는 보상하도록 선택하는 것과, 상기 대향부의 치수를 선택하는 공정과, 상기 대향부의 치수는 에칭에 의해 형성되는 피에칭측면의 테이퍼각이 85도~90도가 되도록 상기 기판의 치수보다 크게 되도록 선택되는 것과, 상기 선택된 샤워영역 및 대향부의 치수에 의거하여 상기 장치를 설정하는 공정과, 상기 샤워영역 및 대향부는 상기 기판이 상기 제 1 전극에 지지되었을 때, 상기 기판과 중심이 서로 실질적으로 고르게 되도록 배치되는 것과, 상기 제 1 전극의 상기 기판을 배치하는 공정과, 상기 처리실내를 배기하는 공정과, 상기 샤워영역의 상기 구멍을 통하여 상기 처리가스를 공급하는 공정과, 상기 제 1 및 제 2 전극간에 상기 전원에서 고주파전압을 부여하여 상기 처리가스를 플라즈마화하는 공정과, 상기 플라즈마를 사용하여 상기 기판을 이방성 에칭하는 공정, 을 구비한다.

제 1도는 본 발명의 실시예에 관한 반도체 웨이퍼의 플라즈마 에칭장치를 도시하는 전체개요도이다. 처리실(1)은 알루미늄처리된 표면을 갖는 알루미늄벽으로 구성되고, 내부는 기밀하게 유지된다. 처리실(1)의 상부에는 전극유닛(2)이 설치된다. 전극유닛(2)은 승강실린더(21)의 로드(22)에 의해 상하운동 가능하게 지지된다.

전극유닛(2)에는 시일드링(25)이 외장되고, 시일드링(25)내에는 냉각블록(23)이 수납된다. 시일드링(25)은 절연체로 구성된다. 냉각블록(23)에는 내부통로(42)가 형성되어 있고, 냉각디바이스(41)에서 내부통로(42)에 냉매가 유통된다.

또, 냉각블록(23)의 흘내에는 방지판(51,52)이 설치된다. 냉각블록(23), 제 1 및 제 2의 방지판(51,52)은 알루미늄처리된 표면을 갖는 알루미늄 또는 알루미늄합금으로 구성된다. 냉각블록(23)의 하단부에는 상부전극인 샤워전극(3)이 끼우고떼기 가능하게 설치된다. 샤워전극(3)의 둘레부는 절연링(24)에 의해 냉각블록(23)쪽으로 밀어붙여진다.

샤워전극(3)은 음극판(54) 및 냉각판(53)을 조합시켜서 되고, 판(53,54)은 서로 접촉된다. 음극판(54)은 아모퍼스카본제의 두께 4mm의 원판으로 구성된다. 냉각판(53)은 알루미늄처리된 표면을 갖는 알루미늄

은 알미늄합금제의 원판으로 구성된다. 샤워전극(3)은 주파수 400kHz, 전력 1300W의 고주파전원(12)에 전기적으로 접속되고, 한편 하부전극인 서셉터전극(61)은 접지된다. 이에 의해 샤워전극(3)가 하방의 서셉터전극(61)에서 플라즈마 생성회로가 형성된다.

제 2 방지판(52)은 샤워전극(3) 바로 위에 위치하고, 제 1 방지판(51)은 제 2 방지판(52)의 바로 위에 위치하고, 관(26)의 가스공급구는 제 1 방지판(51) 바로 위에 위치하고 있다. 샤워전극(3), 제 1 및 제 2 방지판(51,52)은 실질적으로 수평으로 또 서로 평행으로 설치된다. 제 1 방지판(51) 및 냉각블록(23)에 의해 가스도입실(22)이 형성된다. 제 1 및 2의 방지판(51,52) 및 샤워전극(3)에는 통기구멍(51a, 52a, 55)이 각각 형성된다. 통기구멍(51a, 52a, 55)의 직경은 이 순서로 크다.

가스도입실(22)의 상부중앙에는 가스공급관(26)의 일단열림구가 연통하고 있다. 가스공급관(26)의 일단측은 3개로 분기하고, 각 분기관은 매스플로 제어기(MFC)(72a, 72b, 72c)를 각각 경유하여 가스공급원(71a, 71b, 71c)에 각각 연통하고 있다. 가스공급원(71a)에는 Ar이 수용되고, 가스공급원(71b)에는 CF₄가 수용되고, 가스공급원(71c)에는 CHF₃이 수용된다. 각 가스공급원(71a, 71b, 71c)은 압력조정밸브를 구비하고 있고, 압력조정밸브의 가동부전원은 제어기(70)의 출력부에 접속된다. 또, MFC(72a, 72b, 72c)의 가동부전원도 제어기(70)의 출력부에 접속된다. MFC(72a, 72b, 72c)는 제어기(70)에 의해 가스공급원(71a, 71b, 71c)과는 별개 독립으로 제어되도록 되어 있다. 즉, 각 가스공급원(71a, 71b, 71c)은 압력일정제어기가 이루어지지만 각 MFC(72a, 72b, 72c)에 있어서는 유량일정제어가 이루어진다.

처리실(1)의 하부에는 서셉터전극(61)을 갖는 웨이퍼지지대(6)가 설치되고, 웨이퍼(W)가 서셉터전극(61)의 위에 설치되도록 되어 있다. 서셉터전극(61)은 외부의 직류전원(E)에서 직류전력이 공급되는 정전척(64)을 내장하고 있다. 서셉터전극(61)은 알루미늄처리된 표면을 갖는 알미늄 또는 알미늄합금으로 구성된다. 또, 샤워전극(3)은 에칭중 서셉터전극(61)과의 상호간격이 약 8mm~15mm 가 되는 높이위치에 배치된다. 서셉터전극(61)의 하면은 냉각블록(63)과 밀착하고 있다. 냉각블록(63)은 내부통로(62)를 갖고, 내부통로(62)에 냉매공급원(도시 없음)에서 액체질소 등의 냉매가 공급되도록 되어 있다.

정전 척(64) 대신에 웨이퍼를 서셉터전극(61)에 밀어붙이는 클램프를 사용할 수 있다. 미국특허 No. 4,908,095 (1990, 03 / 13 발효)에는 상부에 구동부를 갖는 클램프가 개시되고, 동시계속(同時係續)의 미국특허출원 No. 08 / 017,379 (1992. 02 / 12)에는 하부에 구동부를 갖는 클램프가 개시되어, 이것들에 의해 참고로 제시되어 있다.

서셉터전극(61)과, 처리실(1)의 벽면간에는 예를 들면 10° 간격으로 10mm ϕ 의 배기구멍(67)을 구비한 배기링(66)이 설치된다. 배기링(66)은 서셉터전극(61)의 어깨면과 연속된 일평면을 구성하도록 설치된다. 배기링(66)은 방전이 생기지 않도록 알루미늄, 세라믹, 테프론, 석영, 사파이어 등의 절연체재료로 두께 10~20mm 로 형성된다

처리실(1)의 하부측벽부에는 배기관(11)이 접속된다. 배기관(11)은 진공펌프(83)의 흡입구에 연통하고 있다. 배기관(11)의 도중에는 밸브(82) 및 압력센서(84)가 설치된다. 압력센서(84)는 제어기(70)의 입력부에 접속되고, 검출압력에 의거하여 밸브(82) 및 진공펌프(83)의 양자가 동작제어되도록 되어 있다.

따라서, 배기링(66)에 의해 플라즈마 발생영역(59)과 분리되는 배기영역(68)이 구성된다. 링(66)은 플라즈마가 플라즈마 발생영역(59)에 정체하도록 플라즈마 발생영역(59)의 압력을 1mTorr, 배기영역(68)의 압력은 10⁻¹ mTorr로 압력차를 유지하도록 분리된다. 더구나 배기류가 편재하지 않도록 배기관(11)에 연결되는 열림구가 복수 예를 들면 2 개소에 형성된다. 따라서, 플라즈마 발생영역(5)내에는 균일한 처리가스류가 생긴다.

처리실(1)의 측벽에는 웨이퍼(W)의 반출입구(15)가 형성된다. 반출입구(15)에는 게이트(16)를 통하여 로드록실(load lock 室)(17)이 접속된다. 로드록실(17)내에는 반송암(도시 없음)이 배설되고, 웨이퍼(W)를 처리실(1)에 대하여 로드 및 언로드한다. 또, 서셉터전극(61)에는 정전척(64)을 관통하여 수직방향으로 이동가능한 3 개의 승강핀(도시 없음)이 배설된다. 승강핀의 보조에 의해 반송암이 서셉터전극(61)에 대해 웨이퍼(W)를 주고받는다.

플라즈마 발생영역(59) 부분의 처리실(1)에는 전선형상으로 형성된 세라믹 히터(14)가 복수개소에 매설된다. 히터(14)는 처리실(1)의 측벽을 반응생성물이 석출되지 않는 온도로 가열하기 위해 사용된다.

제 2 도 및 제 4 도와 같이 샤워전극(3)은 동심원상으로 절연링(24)에 의해 덮여서 원형의 유효전극부(EL)가 규정된다. 또, 제 2 도 및 제 3도와 같이 샤워전극(3)에는 가스도입실(22)에 연통하는 다수의 처리가스공급구멍(55)이 격자상으로 배열되어 샤워영역(SR)이 형성된다. 제 4 도 및 제 5 도에 도시하는 바와 같이 처리가스공급구멍(55)을 방사상으로 배열해도 좋다. 제 3 도 및 제 5 도에 있어서 처리가스공급구멍(55)은 직경(d)이 0.6mm 이며, 7mm의 등피치간격(P)을 갖고 배열된다.

샤워영역(SR)이란 각 방사방향에 있어서 유효전극부(ER)의 중심에서 가장 멀리 있는 처리가스공급구멍(55)을 연결한 선에 의해 포위되는 영역을 말하는 것으로 한다. 샤워영역(SR)도 실질적으로 원형으로 유효전극부(EL)와 동심원상으로 배치된다. 그리고, 유효전극부(EL) 및 샤워영역(SR)에 대하여 실질적으로 동심원상으로 되도록 서셉터전극(61)상에 웨이퍼(W)가 설치된다.

다음에 본 발명의 이해를 돕기 위해 제 6 도를 참조하면서 제 1 도에 도시하는 장치에 있어서 이방성에칭의 기구를 간단히 설명한다.

예를 들면 제 6 도에 도시하는 바와 같이 패턴화된 포토레지스트막(PR)이 마스크로서 사용되고, Si 웨이퍼(W)상의 SiO₂ 막에 접촉구멍이 형성된다고 한다. 처리가스로서 Ar, CF₄, CHF₃, 의 혼합가스가 샤워전극(3)의 처리가스공급구멍(55)에서 공급된다. 그리고 이 혼합가스가 처리실(1)내에서 플라즈마화되고, 이 플라즈마가 사용되어 SiO₂ 막이 에칭된다.

혼합가스가 플라즈마화되면 Ar⁺, H⁺ 등의 이온과 F^{*}, CF₂^{*} 등의 활성종 혹은 레디칼이 형성된다. Ar⁺, H⁺ 등

의 이온은 서셉터전극(61)에 전위에 끌려서 SiO₂ 막에 거의 수직으로 충돌하고, 이것을 물리적으로 에칭한다. F^{*}는 SiO₂와 반응하여 휘발성의 SiF₄를 생성하고, 이에 의해 SiO₂막을 화학적으로 에칭한다.

이에 대하여 CF₂ 래디칼은 서로 반응하여 플로로카본계의 폴리머를 생성하고, 콘택트구멍의 측벽(HS)이나 저면부(HB)에 쏟아부어서 퇴적한다. 퇴적에 의해 형성된 폴리머의 막은 SiO₂와 F^{*}와 접촉을 방해하는 장애물로서 기능한다. 그러나, 공기 저면부(HB)에서는 Ar⁺, H⁺ 이온의 충돌에 의해 폴리머의 막을 파괴하고, 이에 의해 구멍저면부(HB)는 F^{*}의 화학적 에칭작용과 이온에 의한 물리적 에칭작용을 받는다. 이렇게 하여 수직방향으로 우선적으로 에칭이 진행되는 이방성 에칭이 실행된다.

혼합가스중의 Ar의 비율을 많게 하면 에칭에 의해 형성되는 측벽(HS)은 수직에 가까워진다. 더구나 Ar은 방전을 안정화시키는 작용도 갖는다. 그러나 반면 Ar의 비율을 많게 하면 에칭의 SiO₂와 Si의 선택비가 저하하고, 또, Ar은 고가이기 때문에 가동비용이 높아진다.

그런데, 폴리머의 퇴적물은 구멍 저면부일수록 고이기 쉽다. 따라서, 폴리머의 퇴적량이 너무 많으면 구멍 저면부(HB)의 에칭의 진행이 방해됨과 동시에 에칭된 측벽(HS)의 테이퍼각(θ)이 커져서 바람직하지 않다. 폴리머의 퇴적량을 감하기 위해서는 상부전극 또는 샤워전극(3)을 냉각하는 것이 효과적이다. 왜냐하면 생성된 플로로 카본계의 폴리머는 온도가 낮은 곳에 부착하는 성향이 있고, 샤워전극(3)을 냉각하면 생성폴리머는 전극(3)측으로 끌려서 웨이퍼(W)상으로 내려오는 강회량(降灰量)이 감소하기 때문이다.

그러나, 본 발명자가 연구를 진행한 결과, 샤워전극(3)을 냉각한 경우에, 에칭의 이방성의 정도에 관한 웨이퍼의 면내균일성이 저하되는 것을 발견했다. 보다 구체적으로는 종래의 일반적인 샤워전극을 그대로 사용한 경우, 웨이퍼의 중심에 위치하는 접촉구멍의 측벽 테이퍼각이 주변에 위치하는 접촉구멍의 측벽 테이퍼각보다도 커지는 것이 발견되었다. 이것은 웨이퍼의 중심에 위치하는 접촉구멍에 있어서 에칭의 이방성의 비율이 주변의 그것보다도 저하하고 있는 것을 의미한다.

그 이유에 대하여 제 1 원인으로 생각되는 것은 샤워전극(3)에 온도균배가 생겨있는 것이다. 제 1 도에 도시하는 바와 같이 샤워전극(3)의 음극판(54) 배면에는 냉각판(53)이 밀착하고 있고, 샤워전극(3)이 약 20℃에 설정된다. 그러나, 냉각판(53)과 냉각블록(23) 사이의 공간은 처리가스를 공급하기 위한 헤더로서 사용된다. 이 때문에 냉각판(53)은 구조적으로 주변부터 냉각되게 되고, 중심의 온도가 주변의 온도보다도 높아진다. 즉, 샤워전극(3)에 주변에서부터 중심으로 향하여 온도가 올라가는 온도균배가 생긴다.

전술한 바와 같이 샤워전극(3)의 유효전극부(EL)의 중심과 웨이퍼(W)의 중심과는 실질적으로 일치하고 있고, 샤워전극(3)의 온도균배는 그대로 웨이퍼(W)에 대하여 동심원상으로 영향을 준다. 또, 전술한 바와 같이 전극(3)의 온도가 높으면 플로로카본계의 폴리머의 강회량이 많아진다. 이 때문에 웨이퍼(W)의 중심에서는 폴리머의 강회량이 주변에 비해서 많아지고, 이것이 웨이퍼의 중심에 위치하는 접촉구멍에 있어서 에칭의 이방성의 정도가 주변의 그것보다도 저하하는 원인이 된다.

샤워전극(3)의 온도균배를 없애는 것은 구조상 곤란하다. 왜냐하면 샤워전극(3)의 이면측은 처리가스를 공급하기 위한 헤더로서 이용되기 때문이다. 거기에서 본 발명자는 에칭의 이방성의 정도에 영향을 주는 다른 요소를 바꾸므로써 온도균배에 의한 영향을 보상할 각종 실험을 실행했다. 그 결과, 처리가스공급구멍(55)의 형성영역, 즉 샤워영역(SR)의 직경을 변화시키므로써 온도균배에 의한 영향을 보상할 수 있는 것을 발견했다. 또, 이와 동시에 유효전극부(EL)의 직경을 변화시키므로써 접촉구멍의 측벽 테이퍼각을 직각으로 접근시킬수 있는 것도 발견했다.

[실험]

패턴화된 포토레지스트막을 마스크로 하여 사용하고, Si 웨이퍼(W)의 SiO₂막에 접촉구멍을 형성하는 프로세스를 모의실험했다. 에칭은 표 1의 조건하에 제 1 도에 도시하는 장치를 사용하여 실시했다. 웨이퍼(W)로서 6in 웨이퍼를 사용하고 반경방향에 따라 복수의 접촉구멍을 형성했다. 웨이퍼(W)와 정전 척(64)의 사이에는 열매체가스로서 He를 공급했다(제 1 도에 공급라인은 도시 없음).

[표 1]

처리실 내 압력		250mT
고주파 전원 전압		800W
전극간 거리		10mm
처리 가스 유량	CHF ₃	20 SCCM
	CF ₄	20 SCCM
	Ar	400 SCCM
샤워 전극 설정 온도		20℃
서셉터 전극 설정 온도		-10℃
처리실 측벽 설정 온도		40℃

제 7 도는 상기 실험으로 얻어진 유효전극부(EL) 및 샤워영역(SR) 직경과 에칭의 이방성의 정도의 관계를 도시한다. 제 7 도에 있어서, 다수 나타나는 역대형(逆埵形) 도형은 각 조건에서 얻어진 접촉구멍의 단면 사진의 몇가지를 모식적으로 도시하는 것이다. 단면도형의 상부는 예를 들면 제 6 도의 포토레지스트(P R)에 대응하는 포토레지스트의 구멍부분을 도시한다. 따라서, 에칭의 이방성의 정도는 단면도형의 하부의 측벽의 테이퍼각(θ)에 의해 평가가능하게 된다. 제 7 도중 「C」는 웨이퍼 중심의 접촉구멍을, 「E」는 웨이퍼의 가장자리를 제외한 사용범위의 가장 외측에 위치하는 주변의 접촉구멍을 지시한다.

제 7 도에서 알 수 있는 바와 같이 샤워영역(SR)의 직경이 180mm로 웨이퍼(W)의 직경에 대하여 큰 경우는 중심의 접촉구멍의 측벽 테이퍼각이 주변의 접촉구멍의 테이퍼각보다 상당히 크다. 이것은 웨이퍼의 중심에 위치하는 접촉구멍에 있어서 에칭의 이방성의 정도가 주변의 그것보다도 저하하고 있는 것을 의미한다. 샤워영역(SR)의 직경이 150mm로 웨이퍼(W)의 직경과 가까운 경우는 중심과 주변과 측벽 테이퍼각의 차는 어느 정도 완화되지만 여전히 명확하다. 이에 대하여 샤워영역(SR)의 직경이 120mm로 웨이퍼(W)의 직경에 대하여 작은 경우는 중심과 주변과 측벽 테이퍼각의 차는 거의 보이지 않는다. 바꾸어 말하면 SR 직경=120mm에서는 에칭의 이방성의 정도에 관한 웨이퍼(W)의 면내균일성이 향상되게 된다.

다시 추적하여 실험한 바, 플라즈마 발생층의 유효전극부(EL)의 중심과 주변의 통상의 온도차 2~30℃를 고려하면 샤워영역(SR)의 직경을 웨이퍼(W)의 직경보다도 5~25% 작은 범위로 하면 웨이퍼 중심과 주변에 있어서 측벽 테이퍼각(θ)의 차를 허용범위인 5도 이내로 그치게 할 수 있는 것이 판명되었다. 즉, 샤워영역(SR)의 직경을 상기 범위로 하므로써 에칭의 이방성의 정도에 관한 웨이퍼(W)의 면내균일성을 비교적 양호하게 유지할 수 있다. 샤워영역(SR)의 직경이 이 범위보다도 크면 웨이퍼의 중심에서 주변보다도 에칭의 이방성의 정도가 상당히 나빠진다. 또, 샤워영역(SR)의 직경이 이 범위보다도 작으면 반대로 웨이퍼의 주변에서 중심보다도 에칭의 이방성의 정도가 상당히 나빠진다. 보다 바람직하게는 6in, 8in 웨이퍼에 대해서는 각각 120~140mm, 160~180mm의 SR 직경이 선택된다.

또, 제 7 도에 관하여 유효전극부(EL)의 직경을 크게 할수록 접촉구멍의 측벽 테이퍼각이 직각으로 접근하는 것을 알 수 있다. 그러나, EL 직경은 에칭의 다른 성능에 대해서도 크게 영향을 줌과 동시에 장치의 치수에 영향을 준다. 따라서, 본 발명에서는 하기하는 바와 같은 몇가지 점을 고려하여 EL 직경을 결정하

고 있다.

제 8a 도~제 8j 도는 상기 실험에서 얻어진 유효전극부(EL) 및 샤워영역(SR)의 직경과 에칭속도의 관계를 나타내는 그래프이다. 제 8a 도~제 8j 도에 있어서, 파선은 웨이퍼의 오리엔테이션 플랫의 중심을 횡단하는 제 1 방향에 있어서 각 접촉구멍의 속도를 나타내고 실선은 제 1 방향과 직교하는 제 2 방향에 있어서 접촉구멍의 에칭속도를 나타낸다.

제 8a 도~제 8e 도는 SR 직경 = 120mm 에 있어서, EL 직경을 각각 150, 180, 200, 210, 220 mm 로 한 경우를 나타낸다. 제 8f 도~제 8h 도는 SR 직경 = 150mm 에 있어서, EL 직경을 각각 153, 200, 220 mm 로 한 경우를 나타낸다. 제 8i 도, 제 8j 도는 SR 직경 = 180mm 에 있어서, EL 직경을 각각 200, 220 mm 로 한 경우를 나타낸다.

제 8a 도 ~제 8j 도에서 알 수 있는 바와 같이, EL 직경이 커지면 에칭속도에 관한 웨이퍼(W)의 면내균일성이 양호해진다. 그러나, EL 직경 = 200mm 이상에서는 그 효과는 거의 포화되어 버린다. 또, 반면 EL 직경이 커지면 에칭속도는 저하된다. 또, Si 에 대한 SiO₂의 선택비는 EL 직경을 크게 하면 저하하는 것을 알 수 있고, 이것은 미국 특허 No. 5,089,083 (1992, 02 / 18 발효)에 나타낸다. 이들의 복수의 요소를 고려하여 실험을 실시한 결과, EL 직경은 웨이퍼(W)의 직경보다도 5~35%, 바람직하게는 10~20% 큰 범위로 하면 에칭속도, 선택비가 양호하고 또 측벽 테이퍼각(θ)이 85 도~90 도가 되는 이방성이 높은 에칭을 실시할 수 있는 것이 판명되었다. 그러나 실용에 있어서, 상술한 조건이 그다지 엄격하지 않은 경우에는 웨이퍼(W)의 직경보다도 0~100%의 범위에서는 큰 EL 직경이 사용가능하게 된다.

다음에 제 1 도에 도시하는 장치를 이용하여 패턴화된 포토레지스트막을 마스크로 하여 Si 웨이퍼(W)상의 SiO₂ 막에 접촉구멍을 형성하는 프로세스의 전체를 서술한다. 접촉구멍은 적어도 웨이퍼의 중심과 주변에 별개로 존재한다.

우선, 본 발명에서는 샤워영역(SR) 및 유효전극부(EL)의 치수를 선택하고, 이것에 의거하여 장치를 설정한다.

샤워영역(SR)의 치수는 유효전극부(EL)의 온도균배에 기인하여 생기는 에칭의 이방성의 정도에 관한 웨이퍼의 면내균일성의 저하는 보상하도록 선택한다. 즉, 제 1 도에 도시하는 장치의 초기에 약 20℃로 설정된 유효전극부(EL)의 중심과 주변의 에칭중의 온도차 2~30℃를 고려하고, 샤워영역(SR)의 직경을 웨이퍼(W)의 직경보다도 5~25% 작은 범위의 어느 값으로 한다. 그리고, 웨이퍼 중심과 주변에 있어서 접촉구멍 측벽 테이퍼각(θ)의 차를 허용범위인 5 도 이내에 그치도록 한다.

유효전극부(EL)의 치수는 접촉구멍의 측벽의 테이퍼각이 85도~90도가 되도록 선택한다. 또, 에칭속도, 선택비 등, 유효전극부(EL)의 치수에서 크게 영향을 받는 다른 요소를 고려하여 EL 직경은 웨이퍼(W)의 직경보다도 0~100%, 바람직하게는 5~35% 큰 것으로 한다.

이처럼 설정된 장치에는 게이트(16)가 열려진 열림구(15)를 통하여 웨이퍼가 로드된다. 이때, Si 웨이퍼 상에는 이미 SiO₂ 막과 패턴화된 포토레지스트막이 형성되어 있다. 웨이퍼의 반송은 로드록실(17)에 배설된 반송암(도시 없음)에 의해 실행된다. 웨이퍼가 서셉터전극(61)상에 배치된 후, 게이트(16)가 폐쇄된다.

웨이퍼가 서셉터전극(61)상에 설치되면 정전 척(64)이 작동되고, 웨이퍼가 서셉터전극(61)상에 고정된다. 또, 웨이퍼와 정전 척(64)과의 사이에 열매체로서 He 가스가 공급된다. 이때, 서셉터전극(61)상의 웨이퍼의 중심과 샤워영역(SR) 및 유효전극부(EL)의 중심과는 실질적으로 균일하다. 다음에 진공펌프(83)에 의해 처리실(1)이 소정의 진공도로 설정된다.

또, 승강실린더(21)의 작동에 의해 전극유닛(2)이 강하되고, 샤워 전극(3)과 서셉터전극(61) 사이의 간격이 설정된다. 본 발명에서는 양 전극(3, 61)간의 간격이 작고, 약 8~15mm 범위의 어느 값, 예를 들면 10mm 로 설정된다. 그리고, Ar 가스의 비율이 종래보다도 적어지도록 Ar, CF₄, CHF₃ 가 혼합된 혼합가스가 샤워전극(3)의 처리가스 공급구멍(55)에서 공급된다. 이때, 진공펌프(83)에 의한 배기는 계속되고, 예를 들면 플라즈마영역(59)의 압력이 약 1mTorr, 배기영역(68)의 압력이 약 10 mTorr 가 되도록 설정된다.

이 상태에서 샤워전극(3)과 서셉터전극(61) 사이에 전원(12)에서 약 100 와트의 고주파전력을 인가하고, 처리가스의 플라즈마를 발생시킨다. 플라즈마는 레지스트막에 형성된 패턴에 따라 SiO₂ 막을 에칭하고, 접촉구멍을 형성한다. 상술한 바와 같이 샤워영역(SR) 및 유효전극부(EL)의 치수가 설정되어 있기 때문에 이 에칭은 이방성의 정도에 관한 웨이퍼의 면내균일성이 양호하고, 또, 측벽 테이퍼각이 직각에 가까운 것이 된다. 또, 혼합처리가스에 있어서 Ar 의 비율이 종래보다도 적기 때문에 Si 에 대한 SiO₂의 선택성이 향상된다.

불필요한 반응생성물은 잉여처리가스과 함께 배기링(66)의 배기구멍(67)을 통하여 배기영역(68)으로 유도된다. 이때, 처리실(1)은 매설된 세라믹히터(14)에 의해 반응생성물이 석출되지 않는 온도, 예를 들면 40℃로 가열된다. 그 때문에 처리실(1)의 플라즈마 발생영역(59)의 내벽에는 반응생성물의 부착은 생기지 않는다.

에칭종료후, 처리가스를 정지시키고, 전원(12), 정전 척(64)을 OFF 한다. 그리고, 처리실내를 불활성가스로 치환하고, 처리실내의 치환이 어느정도이상 달성된 상태에서 게이트(16)가 열리고, 웨이퍼가 로드록실(17)의 반송암(도시 없음)에 의해 언로드된다. 이때, 전극유닛(2)이 승강실린더(21)의 작동에 의해 상승되고, 샤워전극(3)과 서셉터전극(61) 사이의 간격이 에칭시보다 넓어진다. 그리고, 다음의 미처리 웨이퍼가 처리실(1)내에 로드되고, 상술한 에칭이 반복된다.

또, 상기 실시예에서는 샤워전극의 유효전극부 및 샤워영역은 웨이퍼와 비슷한 윤곽을 가지도록 원형으로 형성되어 있다. 그러나, 피처리기판이 LCD 기판과 같이 직사각형이면 유효전극부 및 샤워영역의 윤곽도 이것과 비슷한 직사각형인 것이 바람직하다. 그리고 또, 유효전극부 및 샤워영역의 중심과, 피처리기판의 중심이 실질적으로 고른 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 피처리기판은 원형의 반도체 웨이퍼에 한하지 않고, LCD 기판 등의 다른 형상의 기판도 포함하는 것이다.

(57) 청구의 범위**청구항 1**

처리실과, 상기 처리실내에 배치된 제 1 전극과, 상기 제 1 전극은 피처리기판을 지지하기 위한 지지부를 갖고, 상기 처리실내에 배치된 착탈 가능한 상기 전극판을 갖는 제 2 전극과, 상기 전극판은 상기 제 1 전극의 상기 지지면과 대향하는 대향부를 갖고, 상기 대향부내에 복수의 구멍에 의해 규정된 샤워영역이 형성되고, 상기 제 1 및 제 2 전극간에 고주파전압을 부여하는 전원과, 상기 처리실을 배기하기 위한 배기수단과, 상기 처리실내에 처리가스를 공급하기 위한 공급수단과, 상기 제 1 전극에 지지된 상기 기판상에 상기 샤워영역의 상기 구멍을 통하여 상기 처리가스가 공급되고, 상기 전극판을 냉각하기 위해 적어도 상기 대향부의 뒤쪽에서 상기 제 2 전극에 설치된 냉각수단을 구비하고, 여기에서 상기 전극판의 상기 대향부의 치수는 에칭에 의해 형성되는 피에칭 측벽의 테이퍼각이 85도~90도가 되도록 상기 기판의 치수보다 5~35% 커지도록 설정되고, 또 상기 대향부는 그 주변쪽이 그 중심보다도 온도가 낮은 온도경사를 갖도록 상기 냉각수단에 의해 냉각되고, 상기 샤워영역의 치수는 상기 대향부의 상기 온도경사에 기인하여 발생하는 에칭의 이방성의 정도에 관한 상기 기판의 면내균일성의 저하를 보상하도록 상기 기판의 치수보다도 5~25% 작게 설정되는 것을 특징으로 하는 이방성 에칭방법을 실시하기 위한 플라즈마 에칭장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 샤워영역은 상기 기판이 상기 제 1 전극에 지지되었을 때 상기 기판과 중심이 서로 실질적으로 고른 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 전극판은 상기 대향부보다도 반지름방향 외측으로 배치된 가장자리부를 추가로 갖고, 상기 가장자리부를 통해서 상기 전극판이 상기 처리실내로 부착되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제 2 전극내에 설치된 상기 전극판의 상기 가장자리부가 절연링으로 덮여지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 샤워영역은 상기 기판과 비슷한 윤곽을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 기판이 6인치 반도체 웨이퍼이며, 상기 샤워영역이 120~140mm의 직경을 갖는 원형의 영역으로 되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 7

제3항에 있어서, 상기 기판이 8인치 반도체 웨이퍼이며, 상기 샤워영역이 160~180mm의 직경을 갖는 원형의 영역으로 되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 전극판이 비정질 탄소(amorphous carbon)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 9

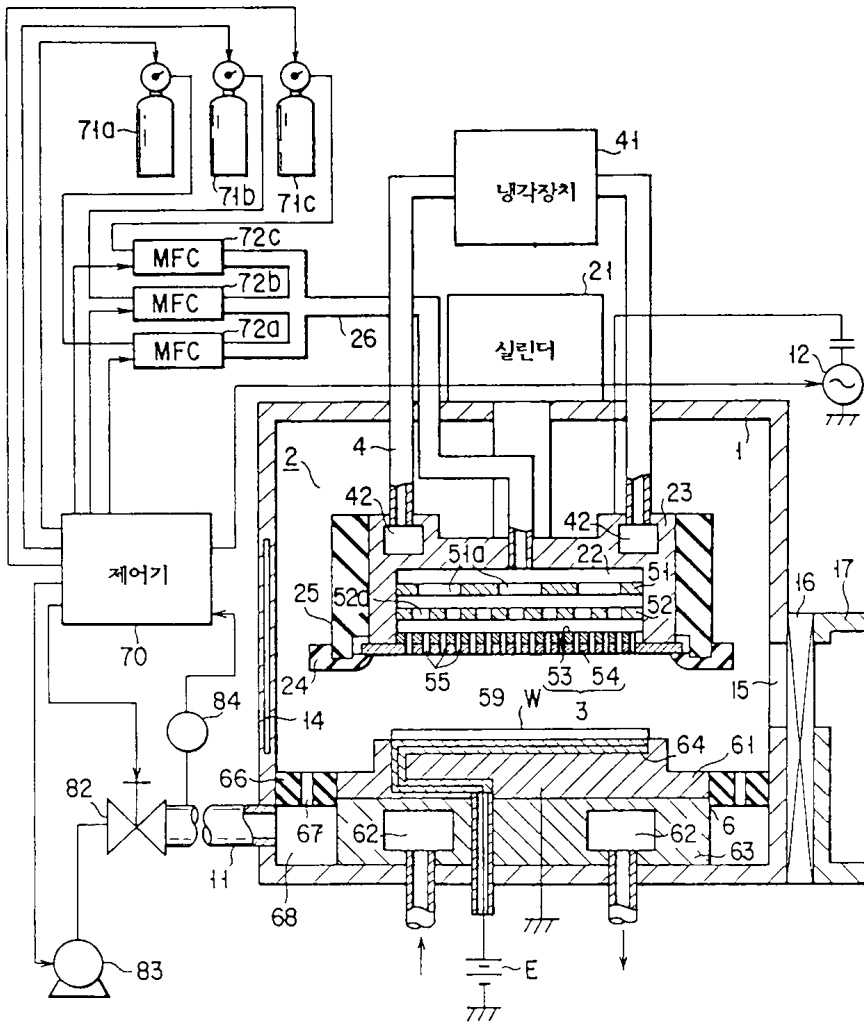
제1항에 있어서, 상기 냉각수단이 상기 대향부의 뒤쪽에서 상기 전극판에 접촉하는 냉각판을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

청구항 10

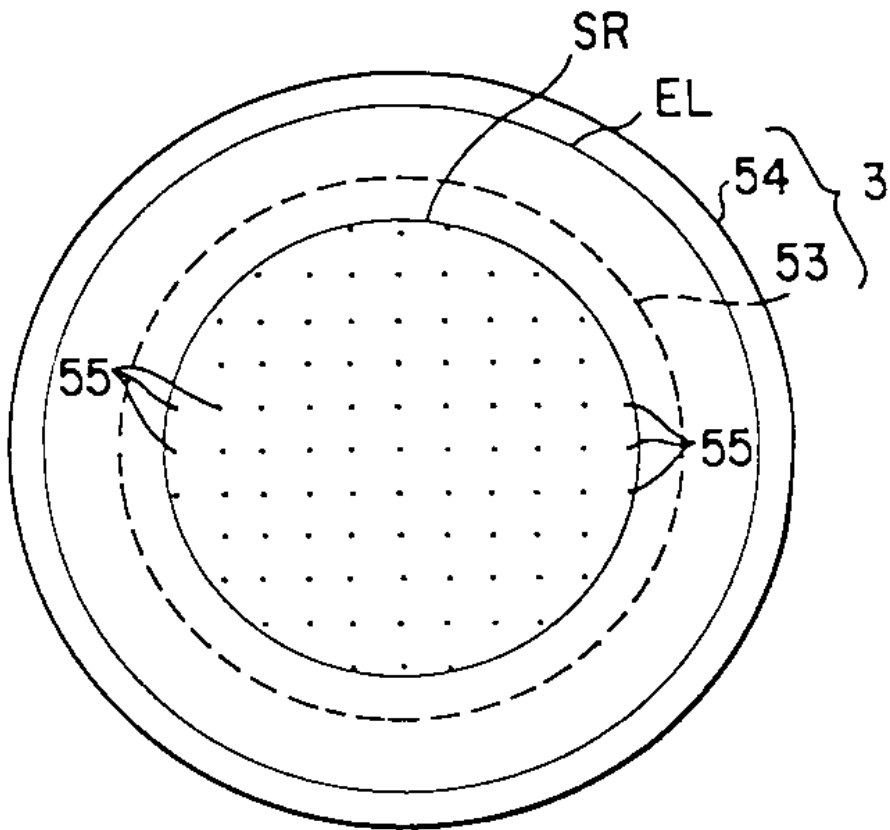
제1항에 있어서, 상기 대향부의 치수가 상기 기판의 치수보다도 10~20% 크게 설정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭장치.

도면

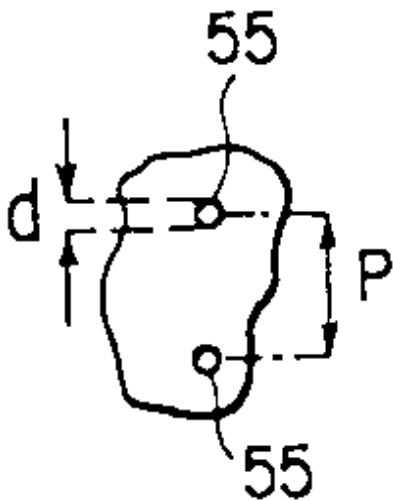
도면1



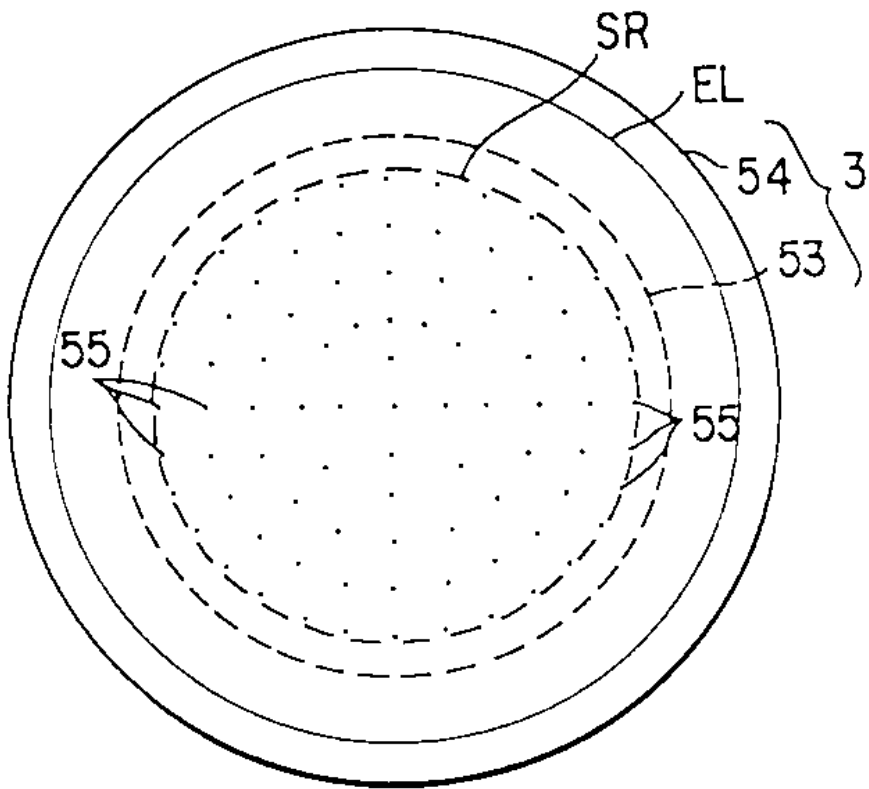
도면2



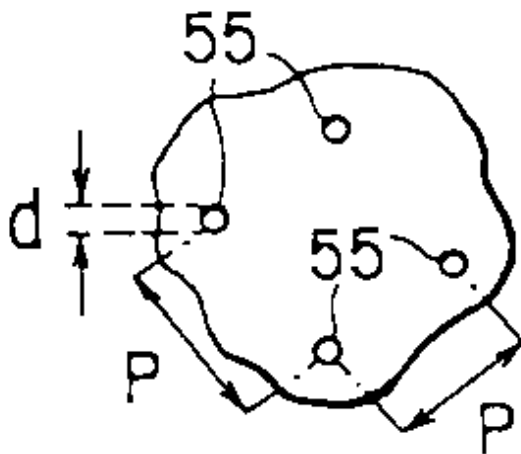
도면3



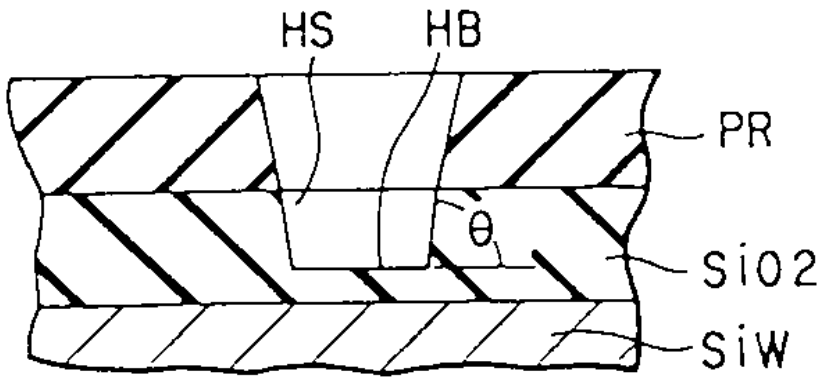
도면4



도면5



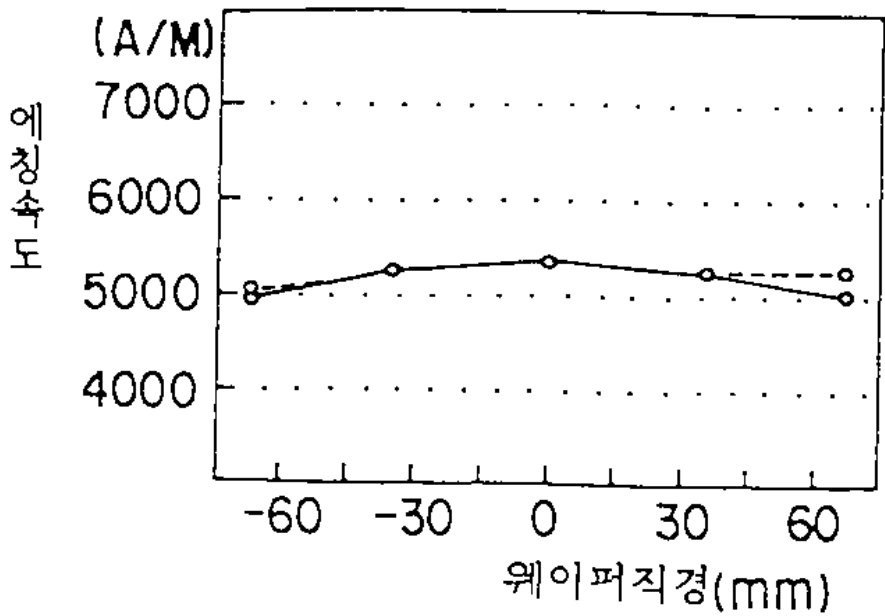
도면6



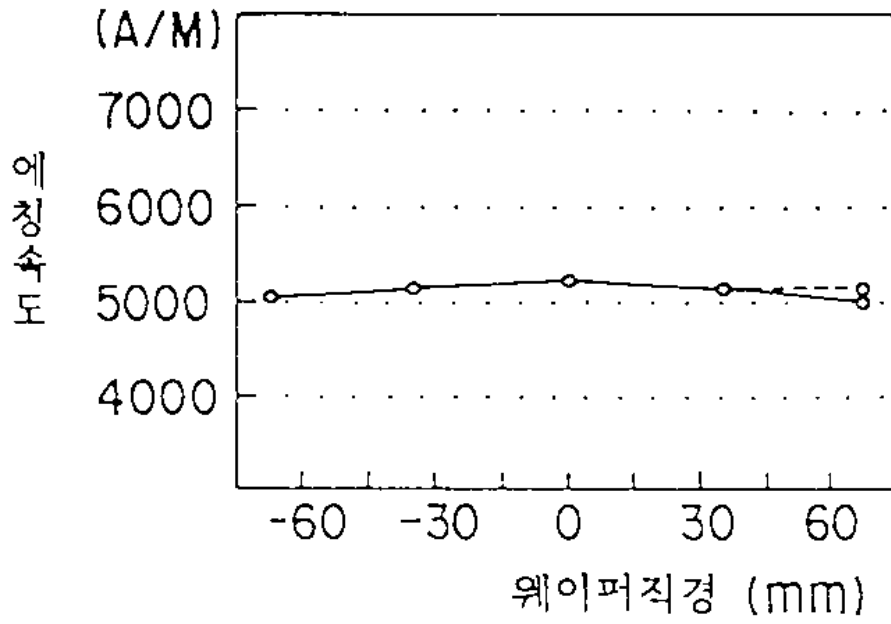
도면7

SR \ EL	150 mm		180 mm		200 mm		210 mm		220 mm	
	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E
120 mm										
150 mm										
180 mm										

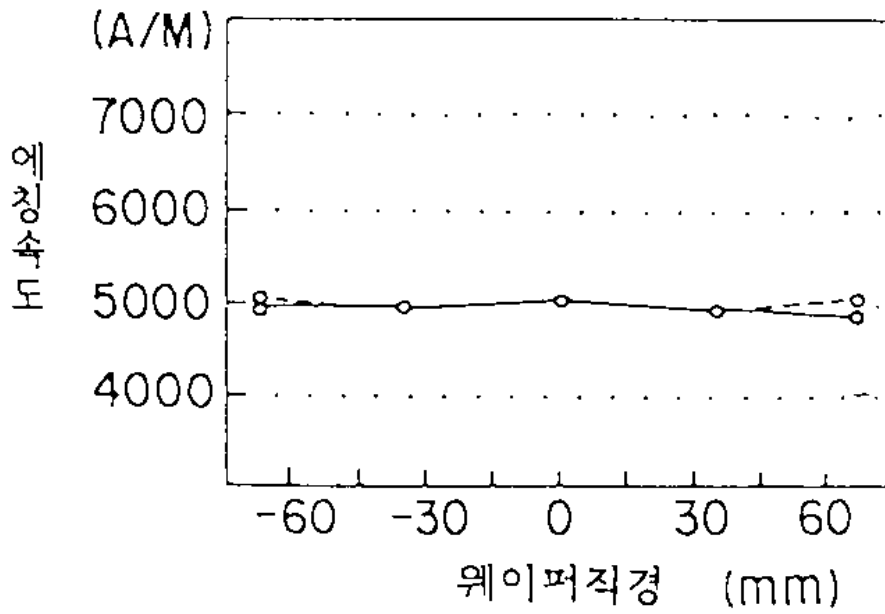
도면8a



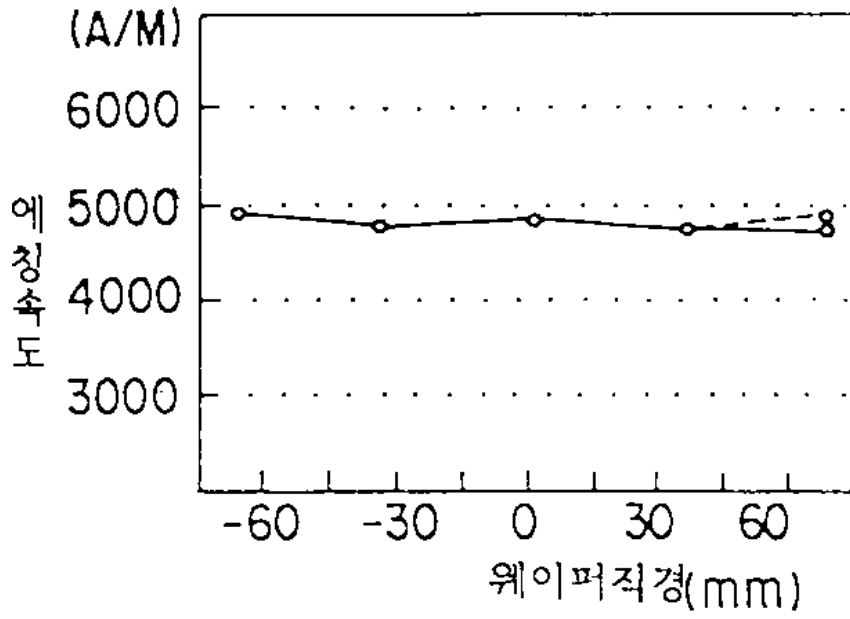
도면8b



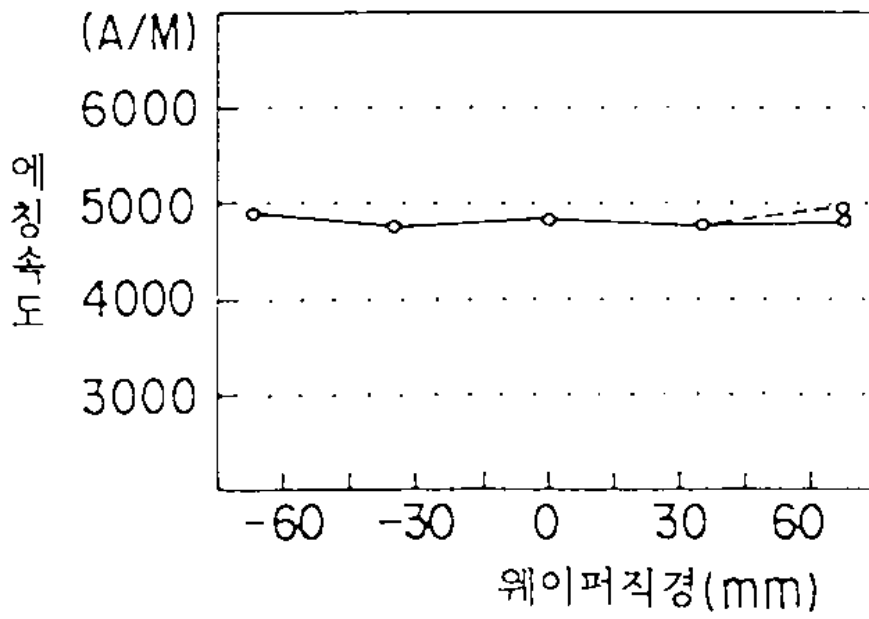
도면8c



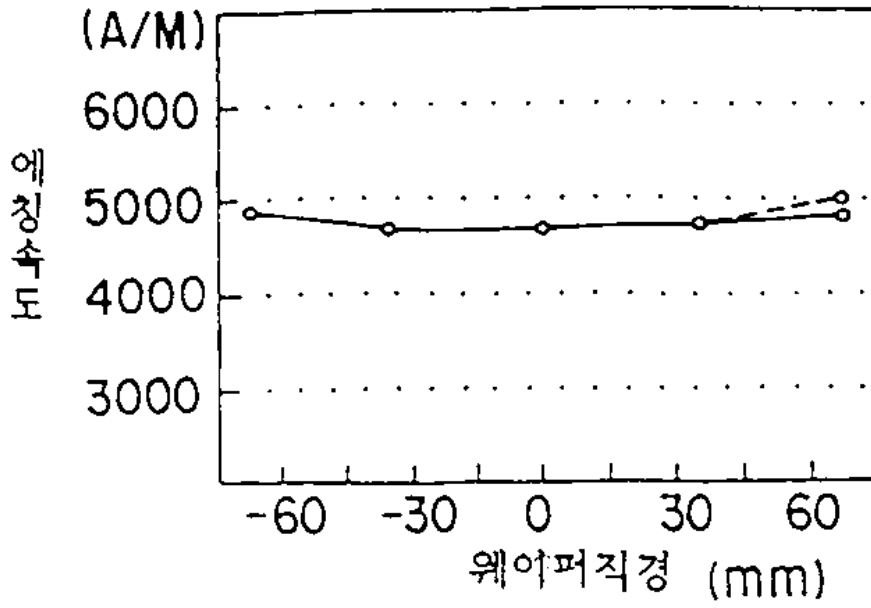
도면8d



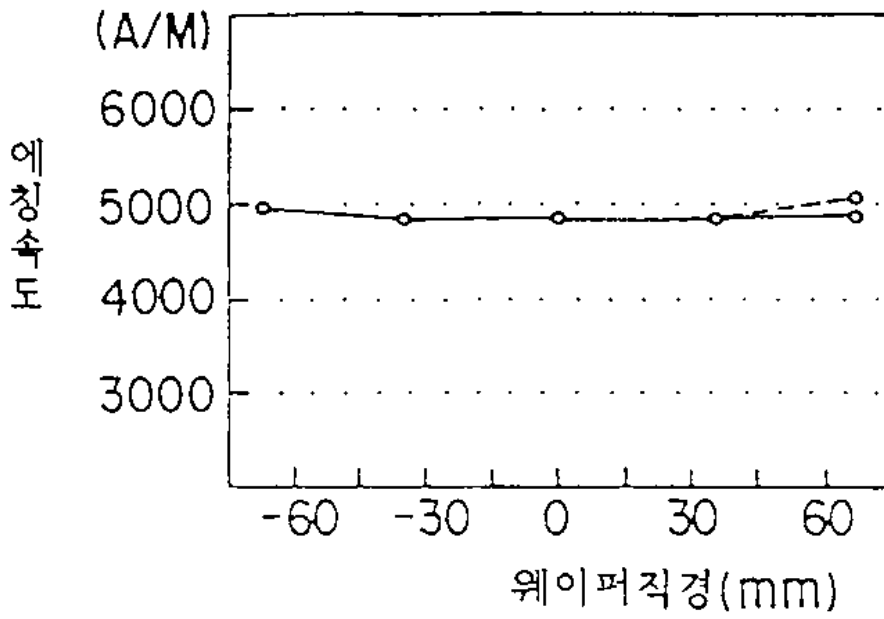
도면8e



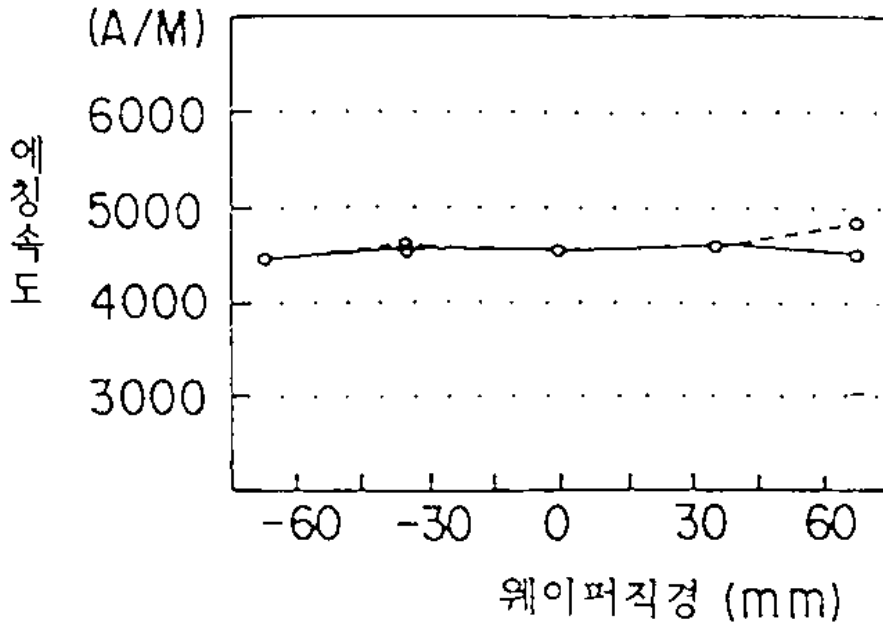
도면8f



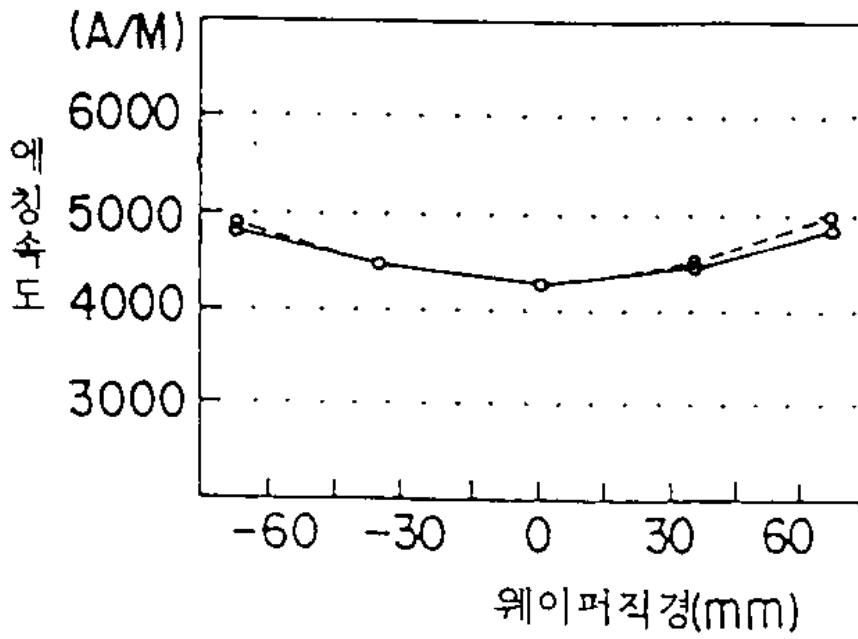
도면8g



도면8h



도면8i



도면8j

