(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H01L 21/306

(45) 공고일자 1999년08월02일
(11) 등록번호 10-0214442
(24) 등록일자 1999년05월19일

(21) 출원번호 10-1996-0003122
(22) 출원일자 1996년02월07일
(65) 공개번호 특1996-0032633
(43) 공개일자 1996년09월17일
(30) 우선권주장 95-43532 1995년02월07일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시끼가이샤 도시바 니시무로 타이죠
일본국 가나가와껭 가와사끼시 사이와이꾸 호리가와쪼 72반지동경 엘렉트론 주식회사 히가시 데쓰로
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고
(72) 발명자 오카모토 신
일본국 야마나시켄 고후시 미도리가와카 1-15-4
하야시 히사타카
일본국 요코하마시 츠르미구 키시야 1-3-16-301
이나자와 교치로
일본국 도쿄도 세다가야구 미나미가라스야마 1-17-12-202
마츠시타 다카야
일본국 미에켄 욧카이치시 사카베초 1809-1 피라칸사 201
(74) 대리인 손은진

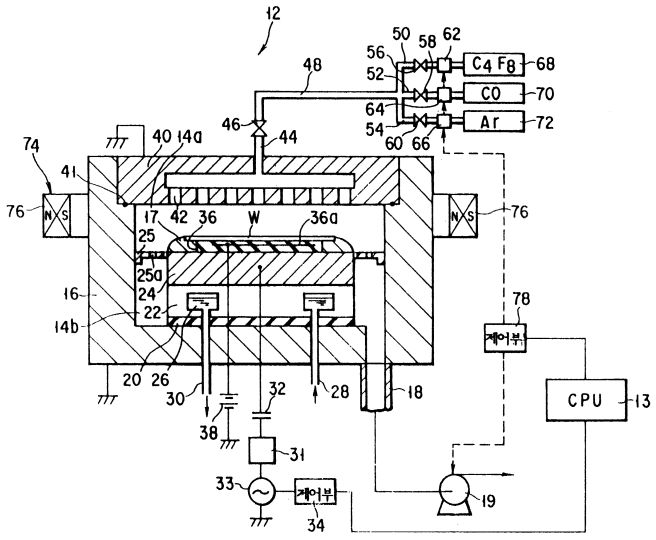
심사관 : 송봉식

(54) 플라즈마 에칭방법

요약

처리공간내에서 반도체 웨이퍼를 지지하기 위한 하부전극과, 하부전극에 맞은편에 있는 상부전극과, 상부와 하부전극 사이에 RF 전력을 인가하기 위한 RF 전원을 가지는 플라즈마 에칭장비. 어깨부를 가지는 하층으로서 SiN층 및 상기 SiN층을 덮고 있는 SiO_2 층이 웨이퍼 위에 배치되어 있다. 에칭에 의하여 접촉구멍이 SiO_2층에 형성되어 SiN층의 어깨부를 노출시키게 된다. 처리가스는 C_4F_8와 CO를 함유한다. SiO_2/SiN의 에칭선택률을 설정하기 위하여 처리가스의 각 구성부분의 방전시간이 매개변수로서 사용된다. C_4F_8의 분해처리는 방전시간의 선택에 의하여 조절된다. 방전시간은 처리가스의 각부분의 상주시간과 RF 전력의 인가시간에 의하여 결정된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

플라즈마 에칭방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따른 쌍극자고리형 마그네트론 플라즈마 에칭장비를 도시한 단면도.

제2도는 제1도에 도시된 장비내의 영구자석의 배열과 자기장의 방향 사이의 관계를 도시한 개략도.

제3도는 본 발명에 따른 막대자석형 마그네트론 플라즈마 에칭장비를 도시한 단면도.

제4도는 제1도에 도시된 장비내의 처리가스의 총공급속도, 어깨부에서의 에칭선택률(SiO_2/SiN), 및 평부에서의 SiN에칭속도 사이의 관계를 도시한 그래프.

제5도는 제1도 및 제3도에 도시한 장비내의 처리가스 총공급속도 및 어깨부에서의 에칭선택률(SiO_2/SiN) 사이의 관계를 도시한 그래프.

제6도는 플라즈마 생성을 위한 RF전력 인가펄스 모드를 도시한 시간그래프.

제7도는 자기줄맞춤법에 의하여 접촉 구멍을 형성하는 모양을 도시한 단면도.

제8도는 제1도에 도시된 장비내에서 CO공급 속도와 에칭선택률(SiO_2/SiN)사이의 관계를 도시한 그래프.

제9도는 제1도에 도시된 장비내에서 하부전극의 온도와 에칭선택률(SiO_2/SiN) 사이의 관계를 도시한 그래프.

제10도는 방전시간(초)과 라디칼밀도(cm^{-3})사이의 관계를 모의실험의 결과를 도시한 그래프.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

W : 웨이퍼 1 : 기판

3 : 게이트 부도체막 4 : 게이트전극

5 : 부도체막 5a : 어깨부 혹은 코너부

5b : 평부 6 : 부도체간층

7 : 포토레지스트층 8 : 접촉구멍(contact holes)

12 : 쌍극자고리형 마그네트론 플라즈마 에칭장비

13 : CPU

14a : 방전공간(혹은 처리공간) 14b : 보조공간

16 : 처리실 17 : 촛점고리(focus ring)

18 : 배출관 19 : 진공펌프

20 : 부도체판 22 : 서셉터지지대

24 :서셉터(=하부전극) 25 : 배출고리

25a : 구멍 26 : 공간

28 : 공급관 30 : 배출관

31 : 정합회로 32 : 블로킹 캐퍼시터

33 : RF전원 34, 78 : 제어부

36 : 정전척(electrostatic chuck) 36a : 구리박막

38 : DC전원 40 : 상부전극

41 : 봉인재(real member) 42 : 확산구멍

44 : 주입관 46, 56, 58, 60 : 밸브

48, 50, 52, 54 : 공급관 62, 64, 66 : 제어기

68, 70, 72 : 기체공급원 74 : 쌍극자고리

76 : 영구자석 84 : N-S형 영구막대자석

82 : 막대자석형 마그네트론 플라즈마 에칭장비

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 플라즈마 에칭방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 SiN층에 비해 높은 선택률로 SiO_2층을 에칭하는 방법에 관한 것이다.

반도체소자를 제조하는데 있어서 웨이퍼위에 발라져 있는 박막에 원하는 미세한 패턴을 형성하기 위하여 에칭이 이용되고 있다.

반도체소자를 위한 전형적인 부도체물질로서 접촉구멍이나 회로패턴이 에칭에 의하여 SiO_2 박막내에 형성

되어야 할 경우에, 플라즈마 기체안에서 에칭을 수행하는 건식 에칭방법이 이용된다. 이 방법에서, CF_4 + H_2 기체와 같이 H_2를 포함하는 혼합기체 혹은 CH_2F_2 + CO_2 기체나 CHF_3 + CO 기체와 같이 수소결합과 CO_2나 CO기체를 포함하는 CH_XF_Y계 혼합기체가 에칭기체로서 이용된다.

에칭을 수행하는데 있어서는, 하층(underlayer)에 대한 에칭 되어야 할 에칭 목표층의 선택률(selection ratio)(즉 하층의 에칭속도(etching rate)에 대한 에칭목표층의 에칭속도의 비)이 가능한한 높은 것이 바람직하다.

상기한 CH_XF_Y계 기체 및 CO_2 혹은 CO 기체의 혼합기체를 에칭기체로서 사용하면, 선택률은 CH_XF_Y계 기체 한 가지만을 사용하는 것보다 더 높은 10혹은 그 이상까지 증가 할 수 있다.

반도체소자의 미세패턴화 및 고집적화와 함께, 접합 전계효과 트랜지스터(FETs)의 이웃 게이트 사이의 간격과 선폭을 감소하여 왔다. 따라서 치수정확도(dimensional accuracy)는 FET의 소스/드레인에 접촉구멍을 형성하는 리소그래피 인쇄기술에서 더욱 강하게 요구된다.

높은 치수정확도로 반도체소자를 제조하는 기술로서 소위 셀프-얼라인먼트(self-alignment method)이 알려져 있다. 이 방법에서, 보호막에 둘러싸여 있는 게이트전극 자체를 마스크패턴으로서 이용하여, 접촉구멍이 게이트전극을 따라 부도체간층안에 형성된다. 여기서 부도체간층 및 부도체 보호막으로서 전형적인 물질은 각각 SiO_2 및 SiN이다.

그러므로, 접촉구멍을 형성할 때 SiO_2부도체간층이 에칭 되는데(하기될 제7도에 의하여 도시된 그림참조) 이 때, SiN 부도체막(5)의 어깨부 또는 코너부(5a)는 더욱 쉽게 에칭되도록 두 방향 즉 위와 옆방향으로부터 에칭된다. 이 때문에 평부(5b)에서 충분히 높은 에칭선택률(SiO_2/SiN)이 확실한 조건하에서도 코너부(5a)에서의 에칭선택률은 감소한다. 이러한 에칭선택률의 감소는 소자가 완성되었을 때 게이트전극의 단락과 같은 문제를 유발하는 구멍들을 SiN 부도체막 내에 발생시킨다.

SiN하층뿐 아니라 Si, Al, TiN, TiSi, W, WSi 등등을 포함하는 하층의 코너부 혹은 어깨부에서도 또한 선택률은 감소한다.

본 발명의 목적은 에칭선택률(에칭목표층/하층)을 충분히 증가시킬 수 있는 플라즈마 에칭방법을 제공하는 데 있다.

연구결과, 본 발명자는 처리가스의 서로다른 방전시간에 따라 생성된 라디칼과 그 비율이 변한다는 것과, 높은 선택률로 에칭하는데 기여하는 라디칼의 많은 수가 짧은 방전시간동안 생성된다는 사실을 발견했다.

본 발명은 첫째로, 기판을 수용하는 처리공간내로 처리가스를 주입하고, 반대 전극사이에 RF 전력을 인가하여 처리가스가 방전되도록 하여 플라즈마를 생성하고, 이 플라즈마를 이용하여 기판에 의하여 지지되는 제1층이 역시 시판에 의해 지지되며 제1층과는 다른 물질로 이루어진 제2층보다 더 잘 에칭 되도록 하는 플라즈마 에칭방법을 제공한다.

여기서 제1층은 기본적으로 SiO_2로 구성되는 반면 제2층은 기본적으로 SiN, Si Al 및 TiN으로 구성되는 집합에서 선택된 물질로 구성되고, 처리가스는 C_3F_8 및 CO를 포함하며, C_4F_8의 분해처리는 제2층에 대한 제1층의 에칭선택률을 설정하기 위하여 처리가스의 각 구성부분의 반전시간을 매개변수로 이용하여 조절된다.

본 발명은 둘째로, 기판을 수용하는 처리공간내로 처리가스를 주입하고, 반대전극사이에 RF 전력을 인가하여 처리가스가 방전되도록 하여 플라즈마를 생성하고, 이 플라즈마를 이용하여 기판에 의하여 지지되는 제1층이 역시 기판에 의해 지지되며 제1층과는 다른 물질로 이루어진 제2층보다 더 잘 에칭되도록 하는 플라즈마 에칭방법을 제공한다.

여기서 제1층은 기본적으로 SiO_2로 구성되는 반면 제2층은 기본적으로 SiN, Si, Al, TiN, W, WSi 및 TiSi로 구성되는 집합에서 선택된 물질로 구성되고, 처리가스는 C_4F_8 및 CO를 포함하며, C_4F_8의 분해시 생성되는 C_2F_4 및 CF_4의 밀도비율은 제2층에 대한 제1층의 에칭선택률을 설정하기 위하여 처리가스의 각 구성부분의 방전을 매개변수로 이용하여 조절된다.

본 발명은 셋째로, 기판에 의하여 지지되는 제1층이 역시 기판에 의해 지지되며 제1층과는 다른 물질로 이루어진 제2층보다 더 잘 에칭되도록 하는 플라즈마 에칭장비를 이용하는 플라즈마 에칭방법을 제공한다.

여기서 상기 장비는, 처리공간내에서 기판을 지지하기 위한 제1전극과, 처리 공간내에서 제1전극 반대편에 있는 제2전극 및 제1전극과 제2전극 사이에 RF 전력을 인가하기 위한 RF 전원으로 구성되며; 제1층은 기본적으로 SiO_2로 구성되는 반면 제2층은 기본적으로 SiN, Si, Al, TiN, W, WSi 및 TiSi로 구성되는 집합에서 선택된 물질로 구성되고, 처리가스는 C_4F_8 및 CO를 포함한다.

본 발명에 의한 플라즈마 에칭방법은; 제2층에 대한 제1층의 에칭선택률을 설정하기 위하여 매개변수로서 처리가스의 각 구성부분의 방전시간의 값을 선택하고, C_4F_8의 분해시 생성되는 C_2F_4 및 CF_4의 밀도비율이 방전시간의 변화에 의하여 조절되는 단계; 선택된 매개변수값에 따라서 플라즈마 에칭장비를 세팅하는 단계; 제1전극으로 기판을 지지하는 단계; C_4F_8 및 CO를 포함하는 처리가스를 처리공간을 배기시키면서 처리공간내로 주입하는 단계; 처리가스를 플라즈마로 변환시키기 위하여 제1전극과 제2전극 사이에 RF 전력을 인가하는 단계; 및 상기 플라즈마를 이용하여 제1층과 제2층을 처리하는 단계를 포함한다.

이하 도시된 그림들에 의하여 본 발명을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

제1도에 의하여 도시하고 있는 쌍극자 고리형 마그네트론 플라즈마 에칭장비(12)는 (예컨대 알루미늄으로

이루어진)밀폐처리실(16)을 가진다. (예컨대 알루미늄으로 이루어진)서셉터지지대(22)가 (예컨대 세라믹으로 이루어진)부도체판(20)에 받쳐져서 처리실(16)내의 바닥부분의 중앙에 배치되어 있다. 서셉터(24)는 (예컨대 알루미늄으로 이루어진)하부전극으로서 지지대(22)위에 배치되어 있다.

(예컨대 알루미늄으로 이루어진)배출고리(25)가 서셉터(24) 주위에 배치되어 있다. 처리실(16)의 내부는 서셉터(24)와 배출고리(25)에 의하여 처리실 상부 즉 방전공간(14a) 및 하부의 보조공간 (14b)으로 구획된다. 많은 구멍들(25a)이 등간격으로 배출고리(25)내에 형성되어 방전공간(14a)과 보조공간(14b)사이의 연락을 가능하게 한다.

배출속도를 조절할 수 있는 진공펌프(19)가 그 내부에 배치되어 있는 배출관(18)은 처리실(16)의 바닥부분과 연결되어 있다. 진공펌프(19)에 의하여 보조공간(14b)을 통하여 처리공간(14a) 내부 공기는 균일하게 배출된다. 방전공간(14a)의 용량은 예컨대 약 3.5리터 정도로 설정된다.

차갑거나 뜨거운 물질을 주입하기 위한 공간(26)이 서셉터지지대(22) 내부에 형성되어 있다. 처리실(16)의 바닥부분을 관통하여 연장되어 있는 공급관(28)과 배출관(30)이 공간(26)과 연결되어 있다.

작업물로서 제공되는 반도체웨이퍼(W)를 끌어당기고 고정시키는 정전척(36)이 서셉터(24)의 윗면위에 배치되어 있다. 정전척(36)은 예컨대 구리박막(36a)과 구리박막(36a)내에 삽입되어 있는 폴리이미드막으로 구성된다. 고전압 DC 전원(38)이 구리박막(36a)에 연결되어 있다. DC전압이 구리박막(36a)에 인가되면, 클럭의 힘에 의하여 웨이퍼(W)는 척(36)의 표면으로 고정된다.

도체 혹은 부도체물질로 만들어진 초점고리(17)가 작업물로서 제공되는 웨이퍼(W)를 감싸도록 서셉터(24)위에 배치되어 있다. 초점고리(17)는 웨이퍼(W)의 모든 부분에서 균일하게 에칭이 진행될 수 있도록 도와준다. 비록 제1도에서는 초점고리(17)와 정전척(36)이 모두 두껍게 도시되어 있으나, 실제로는 웨이퍼(W) 만큼이나 얇다.

플라즈마를 생성시키기 위한 (예컨대 13.56MHz의) RF전원(33)은 정합회로(31)와 블로킹 캐퍼시터(32)를 통해 서셉터(24)와 연결되어 있다. RF전원(33)의 출력은 CPU(13)에 연결되어 있는 제어부(34)에 의하여 조절된다. 제어부(34)의 조절하에서, RF전력이 RF전원(33)으로부터 서셉터(24)로 연속적 혹은 펄스로 인가된다.

처리싱(16)의 천장부분은 상부전극(40)으로 정의된다. 처리실(16)의 측벽과 천장부분의 사이는 (예컨대 O형 고리로 이루어진)봉인재(41)에 의해서 봉인되어 있다. 상부전극(40), 처리실(16)의 측벽, 및 배출고리(25)는 접지되어 있다. 따라서 RF전력이 처리공간(14a)내에 RF 전기장을 형성하기 위하여 서셉터(24)에 인가되면, 서셉터(24)는 캐소드 전극으로서 기능하고 접지되어 있는 상부전극(40)과 처리실(16) 및 배출고리(25)는 애노드로서 기능하게 된다.

상부전극(40)은 비정질탄소, SiC 혹은 Al과 같은 도체물질로 구성되고, 샤워기머리(shower head)와 같은 구조로 되어 있으며, 특히, 내부에 빈 공간을 가지며, 수많은 기체 확산구멍(42)이 웨이퍼(W)와 마주 하는 면 전체에 형성되어 있다. 분배판(dispensing plate : 미도시됨)이 상부전극(40)내에 배치되어 있다. 주입관(44)을 통해 상부전극(40)내로 공급된 에칭기체는 확산구멍(42)을 통하여 처리실(16)내로 고르게 분사된다.

내부에 밸브(46)을 가진 공급관(48)이 주입관(44)에 연결되어 있다. 공급관(48)의 말단은 세 개의 공급관(50),(52),(54)들로 분기된다. 서로 다른 종류의 기체의 공급원(68),(70,(72)은 각각 밸브(56),(58),(60)를 통하여 분기된 공급관(50),(52),(54) 및 공급비율을 조절하기 위한 제어기(62),(64),(66)에 연결되어 있다. 이 장비내에서 공급원(68),(70),(72)은 각각 C_4F_8, CO 및 Ar이 채워져 있다. 추가로 N_2나 O_2등의 기체가 처리가스에 보태어질 수 있다.

공급량제어기(62),(64),(66)의 유속(flow rates)은 (예컨대 CPU(13)에 연결된 마이크로컴퓨터로 구성된) 제어부(78)에 의하여 조절된다. 제어부(78)는 또한 진공펌프(19)의 배출량도 조절한다.

고리형의 쌍극자고리(74)가 약간의 간격차로 처리실(16)의 측벽 바깥주위에 배치되어 있다. 쌍극자고리(74)는 구동장치(미도시됨)에 의하여(예컨대 20rpm 정도로) 원주방향으로 회전할 수 있다.

제2도에 의하여 도시한 바와 같이 쌍극자고리(74)는 고리형으로 서로서로 연결된 수많은 영구자석 조각들(76)로 이루어져 있다. 자석조각(76)들은 (자석조각(76)내의 화살표에 의해 지시된)자화방향이 고리(74) 주위를 두 번 회전하도록 배열 되어있다. 고리(74)의 중심에 대하여 서로 반대쪽에 있는 자석조각(76) 한 쌍은 동일한 자화방향을 가진다.

제2도에서, 웨이퍼(W)위에 표시되어 있는 화살표는 자기장의 방향을 지시하고, 웨이퍼(W)위의 곡선은 동일한 힘이 작용하는 자기력선을 표시한다. 웨이퍼(W)위의 자기장은 웨이퍼(W)의 작업표면과 평행하며, 자기력은 점(P2)에서 가장 강하게 된다. 예컨대 이 장비에서는, 약 120G의 자기장이 생성된다.

본 발명의 방법은 제1도에서 도시하고 있는 쌍극자고리형 마그네트론 에칭장비뿐만 아니라 제3도에서 도시하고 있는 막대자석형 마그네트론 플라즈마 에칭장비와 같은 다른 형의 플라즈마 에칭장비에도 적용될 수 있다.

제3도에 의하여 도시된 바와 같이 막대자석형 마그네트론 플라즈마 에칭장비(82)는 처리실(16)의 천장부분으로 있는 상부전극(40)(위에 배치된 N-S형 영구 막대자석(84)을 가지고 있다. 막대자석(84)은 구동장치(미도시됨)에 의하여 처리실(16)내의 웨이퍼(W) 표면 위로 평행하게 자기장을 형성하기 위하여 회전한다. 나머지 부분은 실제적으로 제1도에 의하여 도시된 장비의 부분들과 동일하기 때문에 상세한 설명을 생략한다.

제1도와 제3도에 의하여 도시된 마그네트론 플라즈마 에칭장비에서의 처리방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

맨 먼저, 작업물로서 제공되는 반도체 웨이퍼(W)가 게이트 밸브(미도시됨)를 통해 처리실(16)과 연결되어

있는 저장 공간(미도시됨)에서 처리실(16)내로 입고된다. 웨이퍼(W)가 정전척(36)위에 놓여지고 DC전압이 정전척(36)에 인가되면, 척(36)으로 웨이퍼(W)가 끌어당겨져 고정된다.

처리실(16) 내부에서 펌프(19)에 의하여 공기가 배출되는 동안 처리가스(예컨대 C_4F_8, CO 및 Ar의 혼합기체)가 공급원(68),(70),(72)으로부터 처리공간(14a)내로 공급한다. 이 때, 하기하는 것과 같이 처리가스의 유속이 조절되며, 이런 식으로, 처리실(16)내부는 소정 처리압력(예컨대 20mTorr)으로 유지된다.

처리가스가 공급되는 동안, 처리가스를 플라즈마로 변환시키기 위하여 상부전극(40)과 하부전극으로 작동하는 서셉터(24) 사이에 RF 전력이 인가된다. 처리가스는 플라즈마로 변환되고, 점차적으로 분해되어 다양한 라디칼을 생성한다. 이들 라디칼이 웨이퍼(W)의 에칭 작업표면에 예컨대 접촉구멍을 형성하기 위하여 에칭작용을 한다.

제7도에서 도시하고 있는 자기줄맞춤법에 의한 접촉구멍 형성법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 게이트전극(4)이 게이트 부도체막(3)을 사이에 두고 기판(1)위에 배치되어, 질화규소(SiN)를 포함하는 부도체막(5)으로 덮혀져 있다. 그리고 두꺼운 SiO_2 부도체간층(6)이 게이트 구조위에 배치되어 있다. 패턴이 그려진 포토레지스트층(7)을 마스크로 이용하고 C_4F_8/CO/Ar을 처리가스로 이용하여 게이트구조의 양면에서부터 부도체간층(6)을 플라즈마 에칭함으로써 접촉구멍(8)이 형성된다. 이 때, SiN 부도체막(5)의 어깨부 또는 코너부(5a)는 부도체막(5)의 평부(5b)보다 더욱 쉽게 에칭되도록 하기위하여 두 방향 즉 위와 옆방향으로부터 에칭된다. 이 때문에 평부(5b)에서 충분히 높은 에칭선택률(SiO_2/ SiN)이 확실한 조건하에서조차 코너부(5a)에서의 에칭선택률은 감소한다.

본 발명의 방법이 아닌 실시예로서, 처리가스로서 C_4F_8/CO/Ar을 사용할 때 에칭선택률(SiO_2/SiN)은 평부(5b)에서 약 20이다. 그렇지만, 어깨부(5a)에서는 본발명의 목표값인 10이라는 선택률을 얻을 수 없다. 에칭선택률(SiO_2/ SiN)이 감소되면, 소자가 완성되었을 때 게이트전극의 단락과 같은 문제를 유발하는 오프닝(openings)이 SiN 부도체내에 발생한다.

게이트구조내에서 게이트전극(4)은 충분히 두꺼워야하는 반면에 부도체막(5)은 가능한한 얇어야 바람직하다. 예컨대, 제7도에서 도시한 구조의 경우 SiN 부도체막(5)을 포함하는 게이트구조의 두께(D1)는 약 300nm 내지 400nm정도이고, SiN 부도체막(5)의 두께(D2)는 약 50nm정도이다. 따라서 만약 에칭선택률(SiO_2/SiN)의 최소값 10이 게이트구조의 어깨부 즉 하층으로서 제공되는 SiN부도체막(5)의 어깨부(5a)에서 보장된다면, SiN 부도체막(5)이 10내지 20nm의 두께로 남아있게 되어 부도체성을 획득하게 된다.

본 발명에 있어서, 하층(SiN)에 대한 에칭목표층(SiO_2)의 선택률과, 특히 하층의 코너부 혹은 어깨부(5a)에서의 선택률은 높게 설정되어 있다. 이 때문에, 본 발명자는 처리가스의 분해에 의해 얻어지는 라디칼의 역할에 주목하게 되었다.

일반적으로, C_4F_8 기체에 RF 전력이 인가되는 경우에, 인가시간 (방전시간)의 증가에 따라서 다음과 같은 공식으로 에칭기체가 분해된다.

$$C_4F_8 \longrightarrow C_2F_4 \longrightarrow CF_2 \longrightarrow CF + F$$

$$C_4F_8 \longrightarrow CF_3 \longrightarrow CF_2 + F$$

$$CF_2 + F \longrightarrow CF_3$$

생성된 라디칼(이온을 포함하여)내에서, F의 양이 많을 소록 Si와 F의 반응이 촉진되어 에칭선택률이 감소된다. 더욱 상세하게 말하면, C_2F_4는 상대적으로 높은 에칭선택률(SiO_2/SiN)을 보이는 단면에 CF_3과 F와 같은 라디칼은 낮은 에칭선택률을 나타낸다. 즉, 에칭선택률(SiO_2/SiN)을 증가시키기 위해서는 C_2F_4의 양이 증가되어야만 한다.

따라서, 본 발명에서는 CO가 처리가스내에 포함되어, 분해시 생성되는 F가 CO와 반응하여 라디칼내에서 F의 양을 감소시키고 있다. 또한, 처리가스가 플라즈마로 변환되는 시간을 조정함으로써 처리가스의 분해처리가 조절된다.

분해처리방법을 상세하게 설명하면 다음과 같다. 처리공간 즉 방전공간(14a)내에서 처리가스의 상주시간은 RF전력의 인가가 연속적인 경우 소정시간(예컨대 28msec)이하로 설정되어 있다. 이를 위하여, 처리가스의 총유속(즉, 공급속도(supply rate)와 배출용량은 제어부(78)에 의하여 조절된다.

높은 에칭선택률(SiO_2/SiN)을 위한 처리를 수행하는데 있어서 작업물의 온도 조절은 매우 중요하다. 웨이퍼(W)의 처리표면의 온도가 80℃ 내지 150℃로, 보다 바람직하게는 140℃정도로 가열됨으로써 높은 에칭선택률을 위한 처리가 수행될 수 있다.

처리가스의 상주시간은 다음의 간단한 방정식으로 표현된다 : 상주시간 = 처리공간(14a)의 용량 × 압력 ÷ 처리가스의 공급속도. 보다 상세하게 말하면, 상주시간은 처리공간(14a)의 용량과 처리가스의 공급속도 및 처리압력에 의하여 결정된다. 제어부(78)는 상기 매개변수들에 기초하여 설정되어 처리가스의 공급속도와 배출속도를 조절한다.

상기와 같은 방법에서는 처리가스의 상주시간이 짧아짐으로써, 처리가스의 방전시간이 짧아지며, 결과적으로 높은 에칭선택률을 제공하는 C_2F_4와 같은 라디칼의 양은 증가하는 반면 낮은 에칭선택률을 제공하는 CF_3 및 및 F와 같은 라디칼의 양은 감소되므로, 하층의 코너부 혹은 어깨부(5a)에서 에칭선택률이 증가한다.

RF 전력의 연속적인 인가에 의해서는 연속적인 플라즈마 방전이 처리공간(14a)내에서 발생한다. 그러나,

처리가스는 소정 상주시간후 새로운 기체로 순차적으로 교환된다. 주어진 점에 공급되는 처리가스의 일부를 고려하면, 이 점에서의 플라즈마 방전주기는 처리공간(14a)내의 이 지점에서의 상주시간과 거의 동일하다. 다시 말하면, 처리가스의 각 점에서의 상주시간은 그 점에서의 방전시간이다.

제4도 및 제5도에 의하여 도시된 그래프에 의거하여 처리가스의 상주시간, 에칭선택률(SiO_2/SiN), 및 SiN 에칭속도 사이의 관계를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

제4도에 의하여 도시된 그래프 제1도에 의하여 도시된 쌍극자고리형 에칭장비에서 실험한 결과이다. 제5도에 의하여 도시된 그래프는 제1도에 의하여 도시된 쌍극자고리형 에칭장비에서 실험한 결과와 제3도에 의하여 도시된 막대자석형 에칭장비에서 실험한 결과를 비교한 것이다.

제4도에 관계하는 실험에서는, 에칭기압이 40mTorr, RF 전력이 1,700 W, 처리실(16)의 천장부분과 측벽의 온도가 60℃, 및 서셉터(24)의 온도가 20℃로 설정되었다. 처리가스의 총공급속도와 배출속도는 처리가스의 상주시간을 감소시키기 위하여 일정처리기압과 일정조성비율로 증가되었다.

제4도에 도시된 그래프에서, 제1직선(L1)이 표시하는 것은 처리가스의 총공급속도에 대한 어깨부(5a)에서의 에칭선택률(SiO_2/SiN)이고,제2직선(L2)이 표시하는 것은 처리가스의 총공급속도에 대한 평부(5b)에서의 SiN에칭속도이다. 각점의 괄호안의 숫자가 표시하는 것은 처리가스 C_4F_8/CO/Ar의 유속(SCCM)이다.

제4도에 관계하는 실험에서는 제1직선(L1)에 의하여 지시되고 있는 것과 같이 총공급속도가 360(SCCM)일 때 선택률은 8.6이었고, 총공급속도가 720(SCCM)일 때 14.5로 급격히 증가되었다. 또한, 제2직선(L2)에 의하여 지시되고 있는 것과 같이 총공급속도가 증가함에 따라서 평부(5b)에서의 SiN에칭속도는 감소하였다.

제5도에 의하여 도시된 그래프에서, 제3직선(L3)이 표시하는 것은 제4도에 의하여 도시된 그래프에서의 제1직선(L1)을 그대로 옮겨온 것으로서 제1도에 의하여 도시된 쌍극자고리형 장비의 어깨부에서의 에칭선택률(SiO_2/SiN)이다. 제4직선(L4)이 표시하는 것은 제3도에 의하여 도시된 막대자석형 장비의 어깨부에서의 에칭선택률(SiN_2/SiN)이다. 각 점에서의 윗쪽 괄호안의 숫자들이 표시하는 것은 제4도에서와 마찬가지로 처리가스 C_4F_8/CO/Ar의 공급속도(SCCM)이고, 아래쪽 괄호안의 숫자들이 표시하는 것은 처리공간(14a)내에서 처리가스의 상주시간(msec)이다.

제5도에 의하여 도시된 제3직선(L3)에 의하여 표시된 것과 같이, 제1도에 의하여 도시된 쌍극자고리형 장비에서는 상기한 것과 같이 처리가스의 상주시간이 34msec에서 17msec로 감소함에 따라 선택률은 8.6에서 14.5로 크게 증가한다. 기본값으로서 어깨부에서의 에칭선택률 목표값은 10이상 그리고 상주시간은 28msec이할로 설정된다. 또한 제4직선(L4)에 의하여 도시된 바와 같이 제3도에 의하여 도시된 막대자삭형 장비에서는 어깨부에서의 에칭선택률 목표값이 10이상인 것에 기초하여 상주시간이 46msec이하로 설정된다.

비록 제4도와 제5도에 관련된 실험에서는 처리압력이 40mTorr로 설절되었으나, 본 발명에 의한 처리방법은 보통의 에칭기압범위(예컨대 수 mTorr에서 수백 mTorr까지)와 동일한 범위내의 기압에서 응용될 수 있다. 또한, 쌍극자고리형 장비에서는 C_4F_8, CO, Ar의 혼합비율이 1 : 15 : 20으로 설정되었으나, 본 발명에 의한 처리방법은 혼합비율이 예컨데 약 1 : 2 : 0에서 1 : 30 : 40까지의 기체를 이용하여 응용될 수 있다.

상기 에칭방법에 있어서는, 소정값으로 처리가스의 각 구성부분의 방전시간을 설정하기 위하여 처리가스의 상주시간이 RF전력의 연속적인 인가에 맞추어 조정된다. 이를 위하여 RF 전원(33)은 제어부(34)에 의하여 조절되어 펄스로 RF 전력을 인가하고 그 펄스폭을 조정한다.

제6도에 의하여 도시한 그래프는 플라즈마 발생을 위한 RF 전력의 인가펄스 모드를 표시하고 있다.

제1도에 의하여 도시하고 있는 쌍극자고리형 장비에서의 상기 에칭방법에서는, 제5도에 의하여 도시하고 있는 바와 같이 처리가스의 상주시간이 예컨대 28msec이하로 설정된다. 그러나 하기 에칭방법에서는 처리가스의 상주시간에서 펄스폭 시간의 합이 예컨대 28msec이하로 설정되어 있다. 이러한 설정으로, 방전시간이 짧아져서 분해처리를 억제하므로 높은 선택률을 F가진 C_2F_4와 같은 라디칼의 양이 증가한다. 다시 말해서, 어깨부에서의 에칭선택률은 목표값인 10이상으로 설정될 수 있다.

여기서 펄스는 RF 전력의 한 파동을 의미하는 것이 아니고 제6도에 의해서 도시하고 있는 바와 같이 연속적인 파동의 집합을 의미한다. 처리가스의 상주시간 동안에 존재하는 펄스의 수는 1이상으로 설정된다. 제6도에서, (a)는 제1펄스폭(t1) 28msec를 가진 하나의 펄스가 28msec이상의 긴 기체 상주시간(T) 동안에 인가되는 구체적인 예를 지시하고 있다. 제1펄스폭(t1)은 28msec로 한정되지는 않으며 더 작은 값도 가능하다. 제6도에서, (b)는 각각 제2펄스폭(t2) 4msec를 가진 7개의 펄스가 총방전시간이 28msec가 되도록 상주시간(T)동안에 인가되는 구체적인 예를 지시하고 있다.

이런 방식으로 플라즈마 생성을 위하여 RF 전력이 펄스로 인가되어 방전시간이 소정값(예컨대 28msec 이하)으로 설정됨으로써, 높은 선택률을 가진 라디칼의 양이 증가한다. 따라서 선택률은 어깨부에서 크게 증가할 수 있다.

높은 에칭선택률(SiO_2/SiN)을 위한 처리를 수행하는데 있어서 작업물의 온도 조절은 매우 중요하다. 웨이퍼(W)의 처리표면의 온도가 80℃내지 150℃로, 보다 바람직하게는 140℃정도로 가열됨으로써 높은 에칭선택률을 위한 처리가 수행될 수 있다.

상기 각 처리방법에 있어서는, 에칭기체로서 C_4F_8 및 CO, 비활성기체로서 Ar을 포함하는 혼합기체가 사용된다. 이것 대신 단지 C_4F_8 및 CO 만을 포함하는 혼합기체를 사용하는 경우에도 SiO_2가 SiN에 대비하여 선택적으로 에칭될 수 있다. 또한 이 경우에 웨이퍼(W)는 80℃ 내지 150℃, 보다 바람직하게는 140℃정도로

가열되고 그 온도로 계속 유지된다.

에칭선택률을 조절하기 위하여 처리가스내의 CO의 양 혹은 하부전극의 온도를 조정하는 처리방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

본 발명자에 의한 실험의 결과로부터 평부(5b)와 코너부(5a)에서의 에칭선택률(SiO2/SiN)이 처리과정의 조건들 중에서 CO 공급속도 및 하부전극의 온도의 변화에 대해 반대 경향을 보인다는 것이 발견되었다.

제8도 및 제9도에 의해 도시하고 있는 그래프는 제1도에 의해 도시하고 있는 쌍극자고리형 장비에서의 실험 결과이다. 제8도 및 제9도에 관련된 실험에 있어서, 에칭기압이 40mTorr, RF 전력이 1,700W, 처리실(16)의 천장부분과 측벽의 온도가 60℃로 설정되었다.

제8도에 관계된 실험에서는 C_4F_8/CO/Ar 혼합기체가 처리가스로서 사용되었고, C_4F_8/Ar의 유속은 20/400(SCCM)으로 설정되었으며, 서셉터(24)의 온도는 20℃로 설정되었다. CO 공급속도는 CO공급속도와 에칭선택률(SiN_2/SiN) 사이의 관계를 검사하여 변화되었다. 제8도에 의해 도시하고 있는 그래프에서, 제5직선(L5), 제6직선(L6) 및 제7직선(L7)은 각각 어깨부(5a)의 에칭선택률, 평부(5b)의 에칭선택률 및 SiO_2 에칭속도를 지시하고 있다. 제8도에 의하여 도시한 바와 같이 CO 공급속도의 증가에 따라 어깨부(5a)의 선택률은 약간 감소하지만 평부(5b)의 선택률은 크게 증가한다. 즉, 어깨부(5a)의 에칭선택률을 증가시키기 위하여 C_4F_8/CO 공급속도를 2/25 내지 2/35의 범위에 들어오게 하면, CO 공급속도가 감소된다는 것을 알게 된다.

제9도와 관련된 실험에서는, C_4F_8/CO/Ar 혼합기체가 처리가스로서 사용되었고, C_4F_8 / CO/Ar의 공급률은 20/250/400 (SCCM)으로 설정되었다. 하부전극의 온도는 하부전극의 온도와 에칭선택률(SiO_2/SiN) 사이의 관계를 검사하여 변화되었다. 제9도에 의하여 도시된 그래프에서 제8직선(L8), 제9직선(L9) 및 제10직선(L10)은 각각 어깨부의 에칭선택률, 평부의 에칭선택률 및 SiO_2 에칭속도를 지시하고 있다. 가로좌표축을 따라서 표시된 온도표시 아래쪽 괄호안의 숫자는 웨이퍼(W)의 작업표면 온도를 지시하고 있다. 제9도에 의하여 도시한 바와 같이, 하부전극의 온도가 증가함에 따라 어깨부(5a)의 선택률은 크게 증가하는 반면 평부(5b)의 선택률은 약간 감소하게 된다. 따라서, 어깨부(5a)의 선택률은 하부전극의 온도를 소정정도(예컨대 20℃정도 이상) 증가시킴으로써(이 경우 웨이퍼(W)의 목표 표면온도는 120℃이상이다) 추가로 증가될 수 있다.

제10도에 의해서 도시한 그래프는 방전시간(초)과 C_4F_8의 분해에 의해 발생되는 라디칼의 밀도(cm^{-3})사이의 관계를 모의실험한 결과이다. 이 모의실험은 방전에 의하여 C_4F_8에 인가된 에너지가 20 eV인 조건에 기초해 있다.

제10도에 의하여 도시한 그래프에서 에칭선택률(SiO_2/SiN)에 가장 큰 영향을 미치는 C_2F_4와 CF_3 사이의 밀도관계에 주목하여 보면, 방전시간이 약 20msec이상인 경우 CF_3 밀도가 C_2F_4밀도를 상회하는 반면, 방전시간이 약 10msec이하인 경우 C_2F_4밀도는 증가하지 않는다. 이 결과로부터 C_2F_4밀도 자체와 C_2F_4와 CF_3 사이의 상대적인 밀도관계가 방전시간을 조정함으로써 조절될 수 있다는 것이 발견된다.

본 발명에 있어서, 에칭선택률(SiO_2/SiN)을 높게 설정하기 위해서는 방전시간을 밀도비율(C_2F_4/CF_3)이 1이 되는 방전시간(이 모의실험에서는 약 20msec)보다 짧게 하여 에칭을 수행하는 것이 바람직하다. 또한, C_2F_4밀도 자체가 증가하지 않게되기 시작하는 밀도곡선이 꺾여지는 점에 해당하는 방전시간(이 모의실험에서는 약 10msec)보다 방전시간을 짧게 하여 에칭을 수행하는 것이 더욱 바람직하다.

상기한 바와 같이 본 발명에 따르면 C_4F_8의 분해에 의하여 생성되는 CF_3에 대한 C_2F_4의 밀도비는 방전시간을 변화시켜 조절할 수 있다. 더욱 상세하게는 하층으로서 제공되는 SiN층에 대하여 에칭목표층으로서 제공되는 SiO_2층의 에칭선택률을 설정하는데 바람직한 값은 처리가스의 각 구성부분들의 방전시간을 매개변수로 하여 선택된다. 만약 복수개의 웨이퍼(W)가 연속적으로 처리되는 경우에는, 플라즈마 에칭장비는 많은 수의 웨이퍼(W)들을 처리하기 전 선택된 매개변수값에 따라 설정된다. 일반적으로, 선택된 매개변수값은 제1도 혹은 제3도에서 도시하고 있는 CPU(13)로 처리공간의 배출량, 처리가스의 공급속도(상주시간). 및 RF 전력의 인가모드(연속적인 혹은 규칙적인)와 같이 더욱 상세한 값으로서 입력된다. 에칭을 하는 동안에, CPU(13)는 입력설정값들을 유지하기 위하여 제어부(34),(78)들을 조절한다.

비록 상기 처리방법에서는 구체적으로 SiN 하층을 예시하였으나, 본 발명으로 Si, Al, TiN, W, WSi 혹은 TiSi와 같이 다른 물질로 이루어져 있는 하층에 대해서도 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한 처리가스의 운반기체로서 Ar이 사용되었지만, Ar 대신 He과 같은 다른 종류의 불활성기체가 사용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

처리가스가 기판을 수용하는 처리공간내로 주입되고, RF 전력이 반대전극 사이에 인가되어 처리가스가 방전되도록 함으로써 플라즈마를 생성하고, 상기 플라즈마를 사용하여 상기 기판에 의하여 지지되는 제1층이 상기 제1층과는 다른 종류의 물질로 구성되고 상기 기판에 의하여 지지되는 제2층보다 더 잘 에칭되는 플라즈마 에칭방법으로서; 상기 제1층은 기본적으로 SiO_2로 구성되는 반면, 제2층은 기본적으로 SiN, Si, Al 및 TiN으로 구성되는 군에서 선택된 하나의 물질로 구성되고, 처리가스는 C_4F_8 및 CO를 함유하며, 상기 제2층에 대한 상기 제1층의 에칭선택률을 설정하기 위하여 C_4F_8의 분해처리는 처리가스의 각 구성부분의 방전시간을 매개변수로 사용함으로써 조절되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 분해처리를 억제하고 C_2F_4의 함량을 증가시키기 위해 에칭선택률의 큰 설정값과 함께, 방전시간이 작은 값을 갖도록 선택하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제2층은 어깨부를 가지는 한편 상기 제1층은 상기 어깨부를 덮도록 상기 제2층 위에 배열되며, 상기 제2층의 어깨부가 노출되는 구멍을 형성하도록 상기 제1층이 에칭되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 4

제2항에 있어서, RF 전력이 연속적으로 인가되고, 방전시간은 상기 처리공간내의 처리가스의 각 구성부분의 상주시간으로서 정의되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 5

제2항에 있어서, RF 전력이 펄스로 인가되고, 방전시간은 상기 처리공간내 처리가스의 각 구성성분의 상주시간내에서의 펄스폭들의 합으로서 정의되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 기판은 에칭중에 120℃이상으로 가열되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 7

기판을 수용하는 처리공간내로 처리가스가 주입되고, RF 전력이 반대전극 사이에 인가되어 처리가스가 방전되도록 함으로써 플라즈마를 생성하고, 상기 플라즈마를 사용하여 상기 기판에 의하여 지지되는 제1층이 상기 제1층과는 다른 종류의 물질로 구성되고 상기 기판에 의하여 지지되는 제2층보다 더 잘 에칭되는 플라즈마 에칭방법으로서; 상기 제1층은 기본적으로 SiO_2로 구성되는 반면, 제2층은 기본적으로 SiN, Si, Al, TiN, W, WSi 및 TiSi로 구성되는 군에서 선택된 하나의 물질로 구성되고, 처리가스는 C_4F_8 및 CO 함유하며, 상기 제2층에 대한 상기 제1층에 에칭선택률을 설정하기 위하여 C_4F_8의 분해시 생성되는 C_2F_4 및 CF_3의 밀도비율은 처리가스의 각 구성부분의 방전시간을 매개변수로 사용함으로써 조절되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 밀도비율을 증가시키기 위해 에칭선택률의 큰 설정값과 함께 방전시간이 작은 값을 가지도록 선택되고, C_2F_4/CF_3의 밀도비율이 1이상이 되도록 방전시간이 선택되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 9

제8하에 있어서, 상기 제2층은 어깨부를 가지는 한편 제1층은 상기 어깨부를 덮도록 상기 제2층위에 배열되고, 상기 제2층의 어깨부가 노출되는 구멍을 형성하도록 상기 제1층을 에칭하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 10

제8항에 있어서, RF 전력이 연속적으로 인가되고, 방전시간은 상기 처리공간내의 처리가스의 각 구성부분의 상주시간으로서 정의 되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 11

제8항에 있어서, RF 전력이 펄스로 인가되고, 방전시간은 상기 처리 공간내 처리가스의 각 구성성분의 상주시간내에서의 펄스폭들의 합으로서 정의되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 12

제8항에 있어서, 상기 기판은 에칭중에 80℃ 내지 150℃로 가열되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 13

기판에 의하여 지지되고 있는 제1층이 상기 기판에 의하여 지지되고 상기 제1층과는 다른 종류의 물질로 구성되는 제2층보다 더 잘 에칭되는 플라즈마 에칭장비를 사용하며, 상기 장비는 처리공간내에서 상기 기판을 지지하는 제1전극과, 상기 처리공간내에서 상기 제1전극의 반대편에 있는 제2전극과, 상기 제1 및 제2전극 사이에 RF 전력을 인가하기 위한 RF 전원으로 구성되고, 상기 제1층은 기본적으로 SiO_2로 구성되는 반면, 제2층은 기본적으로 SiN, Si, Al, TiN, W, WSi 및 TiSi로 구성되는 군에서 선택된 하나의 물질로 구성되고, 처리가스는 C_4F_8 및 CO를 함유하는 플라즈마 에칭방법으로서, 상기 제2층에 대한 상기 제1층의 에칭선택률을 설정하기 위하여 처리가스의 각 구성부분의 방전시간을 매개변수로서 값을 선택하고, C_4F_8의 분해시 생성되는 CF_3에 대한 C_2F_4의 밀도비율이 방전시간의 변화로서 조절되는 단계와; 매개변수의 선택된 값에 따라 상기 플라즈마 에칭장비를 설정하는 단계와; 상기 제1전극에 의해서 상기 기판을 지지하는 단계와; 상기 처리공간을 배기시키면서 C_4F_8 및 CO를 함유하는 처리가스를 상기 처리공간내로 공급하는 단계와; 처리가스를 플라즈마로 변환시키기 위하여, 상기 제1 및 제2전극 사이에 RF 전력을 인가는 단

계와; 상기 플라즈마를 사용하여 상기 제1 및 제2층을 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 밀도 비율을 증가시키기 위해 에칭선택률의 큰 설정값과 함께 방전시간이 작은 값을 가지도록 선택되고, C_2F_4/CF_3의 밀도비율이 1이상이 되도록 방전시간이 선택되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제2층은 어깨부를 가지는 한편 제1층은 상기 어깨부를 덮도록 상기 제2층위에 배열되고, 상기 제2층의 상기 어깨부가 노출되는 구멍을 형성하도록 상기 제1층이 에칭되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 16

제14항에 있어서, RF 전력이 연속적으로 인가되고, 방전시간은 상기 처리공간내의 처리가스의 각 구성부분의 상주시간으로서 정의되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭방법.

청구항 17

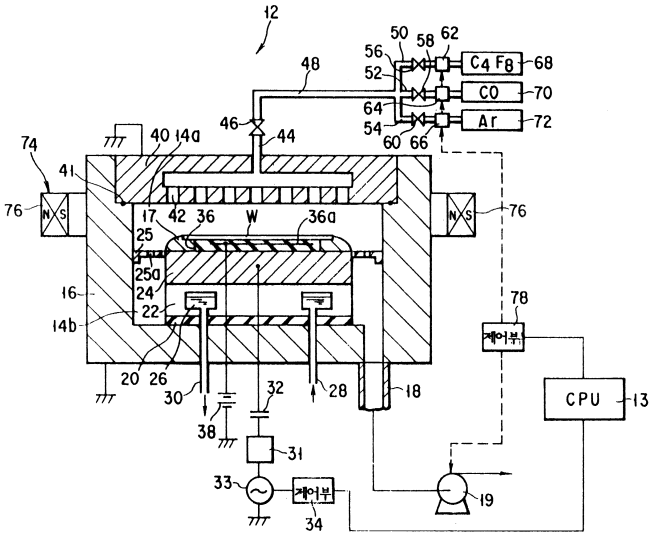
제14항에 있어서, RF 전력이 펄스로 인가되고, 방전시간은 상기 처리공간내 처리가스의 각 구성성분의 상주시간내에서의 펄스폭들의 합으로서 정의되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18

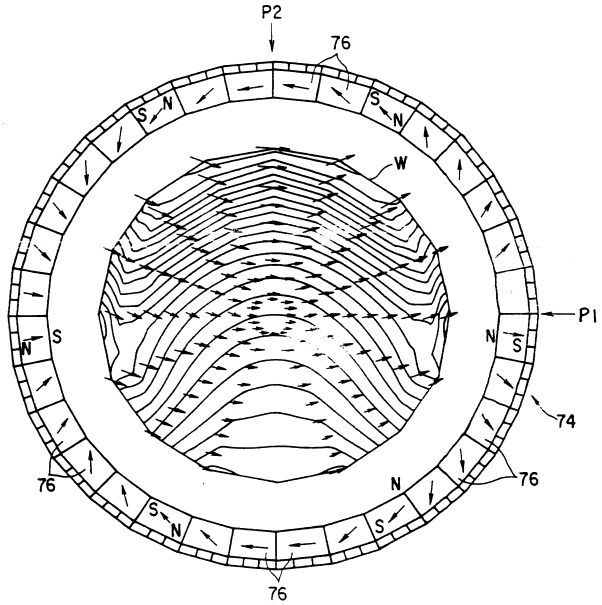
제14항에 있어서, 상기 기판은 에칭중에 80℃ 내지 150℃로 가열되는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

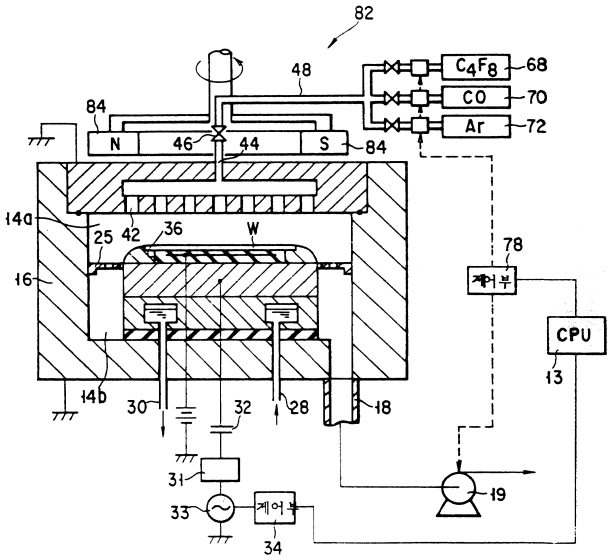
도면1



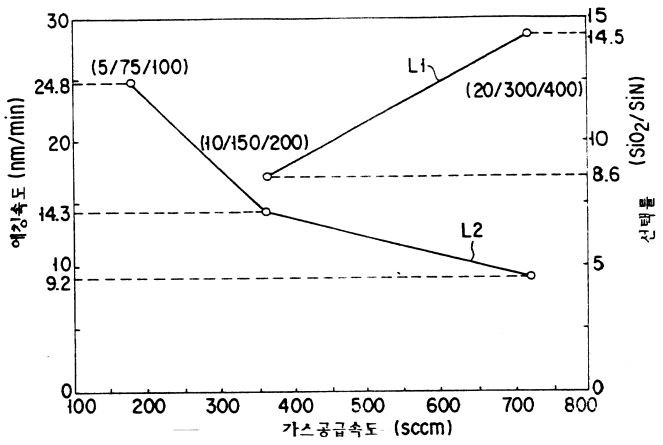
도면2


P2
76
W
P1
74
76
76
76

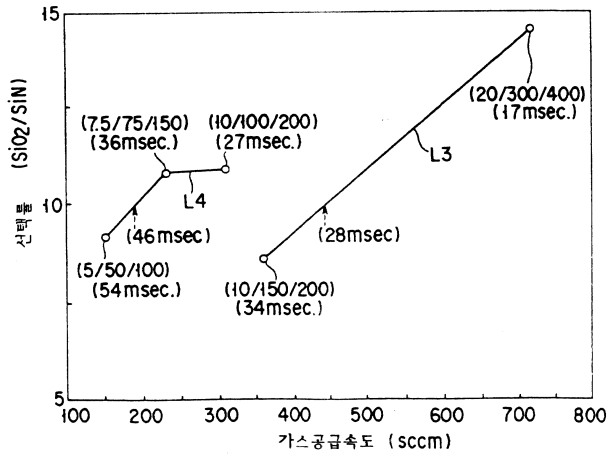
도면3


82
48
C4F8
CO
Ar
68
70
72
84
N
46
44
S
84
14a
25
42
36
W
16
78
CPU
13
14b
30
32
28
18
31
33
34
19

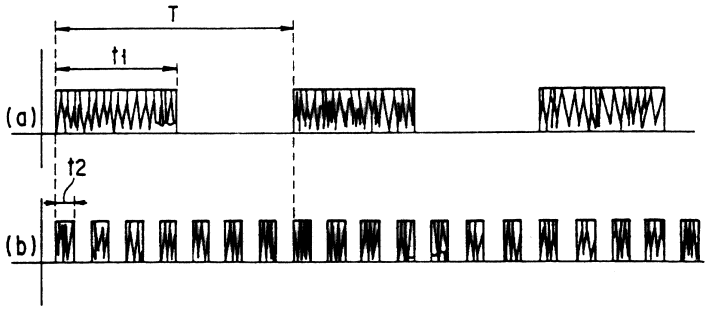
도면4


30
24.8
20
14.3
10
9.2
0
15
14.5
10
8.6
5
0
(5/75/100)
(10/150/200)
(20/300/400)
L1
L2
100
200
300
400
500
600
700
800
가스공급속도 (sccm)
에칭속도 (nm/min)
선택률 (SiO2/SiN)

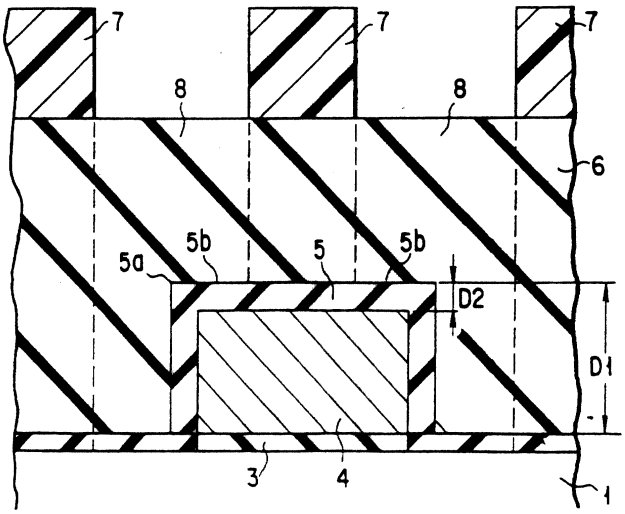
도면5


15
10
5
선택률 (SiO2/SiN)
(7.5/75/150)
(36msec.)
(10/100/200)
(27msec.)
L4
(46msec)
(5/50/100)
(54msec.)
(10/150/200)
(34msec.)
(28msec)
L3
(20/300/400)
(17msec.)
100
200
300
400
500
600
700
800
가스공급속도 (sccm)

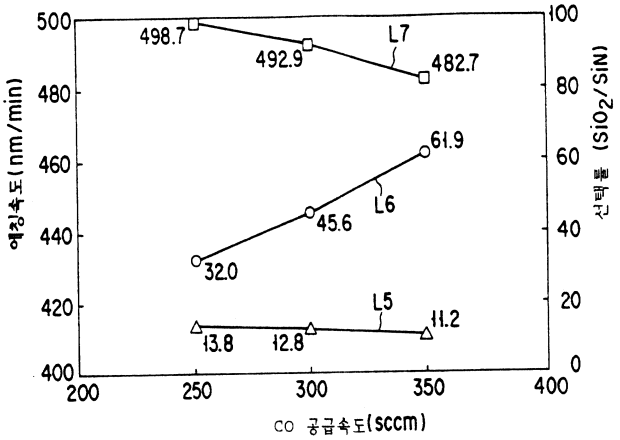
도면6


T
t1
(a)
t2
(b)

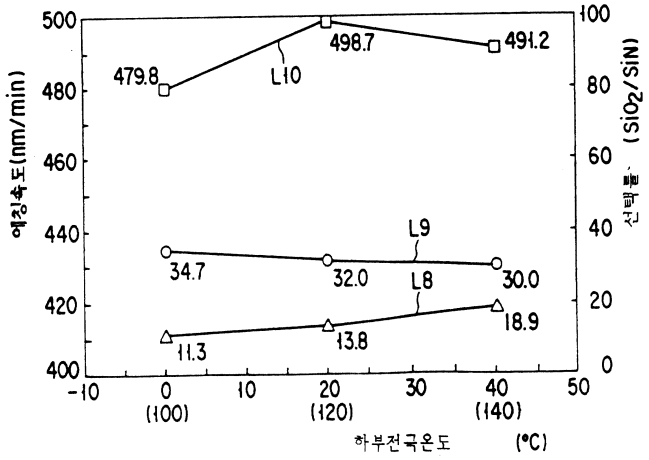
도면7


7
7
7
8
8
6
5a
5b
5
5b
D2
D1
3
4
1

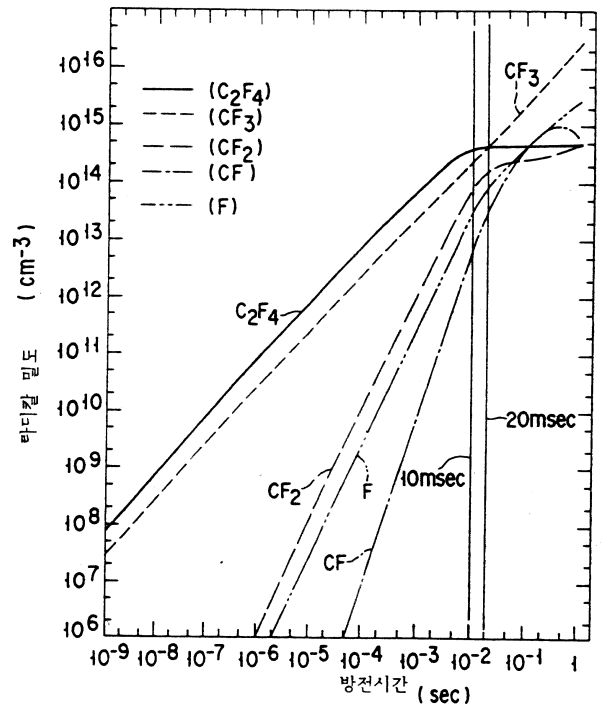
도면8


498.7
492.9
482.7
L7
61.9
45.6
32.0
L6
L5
13.8
12.8
11.2
에칭속도(nm/min)
선택률 (SiO_2/SiN)
CO 공급속도(sccm)

도면9


479.8
L10
498.7
491.2
L9
34.7
32.0
30.0
L8
18.9
13.8
11.3
에칭속도(nm/min)
선택률 (SiO_2/SiN)
하부전극온도 (°C)

도면10


(C_2F_4)
(CF_3)
(CF_2)
(CF)
(F)
CF_3
C_2F_4
CF_2
F
CF
20msec
10msec
라디칼 밀도 (cm-3)
방전시간 (sec)