(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H01L 21/306

(45) 공고일자 2001년10월19일
(11) 등록번호 10-0306410
(24) 등록일자 2001년08월09일

(21) 출원번호 10-1998-0043164
(22) 출원일자 1998년10월15일

(65) 공개번호 특1999-0037118
(43) 공개일자 1999년05월25일

(30) 우선권주장 97-282020 1997년10월15일 일본(JP)

(73) 특허권자 닛뽕덴끼 가부시끼가이샤
가네꼬 히사시
일본 도오꾜도 미나또꾸 시바 5쵸메 7방 1고

(72) 발명자 남부 히데따까
일본 도오꾜도 미나또꾸 시바 5쵸메 7방 1고 닛뽕덴끼 가부시끼가이샤나이ㅓ

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사관 : 서태준

(54) 마스킹된실리콘디옥사이드에홀을형성하는플라즈마에칭방법

요약

패터닝된 마스킹막으로 덮여진 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 크기와 높은 종횡비를 갖는 관통홀을 형성하는 플라즈마 에칭 방법이 제공된다. 이러한 방법은 에칭될 실리콘 다이옥사이드막에 개구를 구비한 마스킹막을 형성하는 단계와, 반응 챔버 내에서 플루오르카본계 에칭 가스와 플라즈마를 사용하여 마스킹막의 개구를 통하여 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하여, 상기 실리콘 다이옥사이드막에 관통홀을 형성하는 단계를 포함한다. 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계 동안에, 에칭 조건은, 1.1 내지 1.8 범위의 카본 대 플루오르의 비율(즉, C/F 비율)을 갖는 플루오르카본 폴리머막을 마스킹막에 증착하는 방식으로 조절한다. 마스킹막은 바람직하게는 약 1 ㎛ 이하의 두께를 갖는다. 본 방법은 표면파 플라즈마 에칭 장치를 사용하여 수행하는 것이 바람직하다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법에 사용된 표면파 플라즈마 에칭 장치의 개략적인 단면도이다.

도 2 는 도 2a 내지 2e 는 각각, 제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법을 도시하는 시편의 개략적인 부분 단면도이다.

도 3 은 제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법에서, 증착된 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율에 따른 BPSG 막의 에칭 선택비와 에칭율의 관계를 도시하는 그래프이다.

도 4 는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법에서, 반응 챔버내의 압력에 따른 포토레지스트막과 BPSG 막 사이의 에칭 선택비의 관계를 도시하는 그래프이다.

도 5 는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법에 의해서 에칭된 시편의 개략적인 부분 단면도이며, 다른 직경을 갖는 콘택홀들이 BPSG 막을 관통하도록 형성된다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

1 : Al 판 2 : 유전판

3: 도파관 4 : 반응 챔버

5 : 시편 6 : 캐소드

7 : RF 전원 8 : 애노드

9 : 유전판 10 : 히터

12a : 가스 튜브 12b : 배출 튜브

14 : 커패시터 15 : Si 기판

16 : BPSG 막 17 : 포토레지스트막

18 : 콘택홀 20 : 플루오르카본 폴리머막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 실리콘 다이옥사이드(SiO_2) 막의 플라즈마 에칭 방법에 관한 것이며, 더욱 상세히는 그 위에 마스크를 구비한 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 반도체 제조공정상 적용에 있어 바람직한 플루오르카본(C_nF_m) 계 에칭 가스를 사용하여 관통홀을 형성하는, 플라즈마 에칭 방법에 관한 것이다.

최근에, 반도체 집적회로장치(ICs)의 집적도의 진보와 함께 디자인 룰(design rule)이 점점 더 낮아지고 있다. 다른 한편, SiO_2 계 층간 유전층의 표면을 평탄화하기 위해서, 화학적 기계적 연마(CMP) 처리가 통상적으로 사용되고 있다. 따라서, 층간 유전막이 두꺼워지는 경향이 있다.

이러한 상황하에, 층간 유전막을 통하여 형성된 콘택홀들은 크기나 직경이 작아지는 것뿐만 아니라 깊이가 커지는 경향이 있다. 이는 콘택홀들이 작은 직경뿐만 아니라 높은 종횡비를 필요로 함을 의미하고, 여기서 종횡비는 콘택홀의 깊이 대 직경의 비율로 정의된다.

종래에는, 반도체 장치 제조 분야에서, SiO_2 막의 미세 처리 방법으로서 플라즈마 에칭이 공지되었고 널리 사용되었다. 예컨데, 플라즈마 에칭시, 플루오르카본(C_nF_m)계 가스가 에칭가스로서 반응 챔버에 공급되며, 여기서 n 은 1 내지 6 의 정수이며 m 은 4 내지 14 의 정수이다. 그후, 특정 고전압을 전극에 인가하여 반응 챔버에서 글로우 방전을 일으키게 하여, 챔버 내에 플라즈마를 발생시킨다. 챔버로 공급된 (C_nF_m)계 가스의 분자들은 플라즈마에 존재하는 활성전자와 충돌하여서, (C_nF_m)계 가스의 해리를 야기한다. 이 경우에, 통상적으로, (C_nF_m)계 가스의 중성 해리와 이온성 해리가 동시에 발생한다.

반응챔버에서, 활성기 또는 반응기 즉, 중성 해리에 의해서 생성된 플루오르카본 C_nF_m 의 분자들과 부착성 중성 라디칼들은 에칭되어질 SiO_2 층 상에 증착되는 경향이 있어서, 그 위에 플루오르카본 폴리머막을 형성한다. 이러한 증착과 동시에, 이온성 해리에 의해서 생성된 활성 이온들은 상기 증착된 플루오르카본 폴리머막과 충돌하여서, 폴루오르카본 폴리머막을 기화시키고 SiO_2 막을 남긴다. 따라서, SiO_2 막이 원하는 만큼 에칭된다.

높은 종횡비를 갖는 관통홀을 SiO_2 막에 형성하기 위해서 에칭되어질 SiO_2 막이 패터닝된 마스킹막으로 덮여지는 경우, SiO_2 막과 마스킹막의 에칭 선택비는 가능하면 클 필요가 있다. 이러한 필요성이 이루어지면, SiO_2 막은 마스킹막의 패턴에 따라서 소정의 토포그래피(topography)를 갖도록 선택적으로 에칭된다.

위에 놓여있는 마스킹막에 대해서 에칭될 SiO_2 막의 높은 에칭 선택비를 실현하기 위해서, 다양한 기술이 개발되었다.

공지된 실시예로, 가스상 일산화탄소(CO)를 플루오르카본계 에칭 가스에 첨가하는 기술이 개발되었다. 이러한 기술은 E. Ikawa 가 쓴 문헌인, " Technical Proceedings Semicon/Japan 1993" , pp. 405-411 에 개시되었으며, 이는 " Subjects on Dry Etching Technology for Coming Generation Device Process" 의 제목으로 1993 년에 발행되었다.

상기 종래 기술에서는, 플루오르카본계 에칭 가스에 CO 를 첨가하면 증착된 플루오르카본 폴리머막의 카본(C) 대 플루오르(F)의 비율, 즉(C/F) 비율이 증가하여, 플루오르카본 폴리머막의 스퍼터링이나 에칭 저항 특성을 개선한다. 다시 말하면, 마스킹막에 증착된 플루오르카본 폴리머막의 에칭율은 플라즈마 에칭 처리 중에 낮아지는 반면, 에칭 대상인 SiO_2 막의 에칭율은 거의 변하지 않는다. 그 결과, 마스킹막과 증착된 플루오르카본 폴리머막에 대한 SiO_2 막의 에칭 선택비가 증가된다.

공지된 다른 실시예로, 1996년 발행된 일본 미-심사 특허 공보 제 8-92768 호에 개시된 기술이 개발되었다. 상기 종래 기술에서, (ⅰ) (C_nF_m) 계 가스와 네온(Ne) 가스의 혼합물, (ⅱ) C_nF_m 계 가스, Ne 가스, 및 CO 가스의 혼합물, (ⅲ) C_nF_m 계 가스, 헬륨(He) 가스, 및 CO 가스의 혼합물이 에칭 가스로 사용된다. 실리콘 나이트라이드 (Si_3N_4) 막은 마스킹 또는 에칭 레지스트막으로 사용된다.

상기 종래 기술에서, 상기 혼합물 (ⅰ), (ⅱ), (ⅲ) 중 어느 하나를 사용함으로 인해, 마스킹막 상에 증착된 플루오르카본 폴리머막의 (C/F)비율이 증가한다. 그 결과, 마스킹막과 증착된 플루오르카본 폴리머막에 대한 SiO_2 막의 에칭 선택비가 높아진다.

그렇지만, 상기한 두 종래의 플라즈마 에칭 기술에서는 다음의 문제가 발생한다.

특히, 약 0.30 ㎛ 이하의 작은 직경이나 크기를 갖는 관통홀을 SiO_2 막에 형성하기 위해서는, 필요한 패터닝의 정확도의 관점에서 매우 얇은 마스킹막이 원 자외선(UV) 레지스트 물질로 형성되는 것을 필요로 한다. 이 경우에, 마스킹막의 에칭 저항은 마스킹막의 두께 감소에 따라 낮아진다.

따라서, 상기한 플라즈마 에칭 기술에서 개시된 바와 같이 단순히 마스킹막 상에 증착된 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율을 증가시켜서, 높은 종횡비를 갖는 작은 크기의 관통홀(즉, 약 0.3 ㎛ 이하의 직경)을 SiO_2 막에 형성시키는 것은 어렵다.

실제로, 본 발명자는 패터닝된 마스킹막을 사용하여 0.25 ㎛ 이하의 직경과 높은 종횡비를 갖는 관통홀이 SiO_2 막에 형성되는 어떠한 보고도 전혀 알지 못했다.

따라서, 차세대 반도체 장치용 제조 공정을 다루기 위해서는, 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 직경과 높은 종횡비를 갖는 관통홀을 SiO_2 막에 형성시키는 플라스마 에칭 방법을 실현시킬 강한 필요성이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 크기와 높은 종횡비를 갖는 관통홀을, 패터닝된 마스킹막으로 덮여진 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 형성하는 플라즈마 에칭 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 크기와 높은 종횡비를 갖는 관통홀을, 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 형성하는 방법으로써, 플라즈마 에칭 조건이 쉽게 최적화되는 방법을 제공하는 것이다.

특별히 언급하지 않은 다른 목적들과 함께 상기 목적들은 다음의 설명으로부터 당업자에게 명백해질 것이다.

본 발명에 따라서 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 관통홀을 형성하는 플라즈마 에칭 방법은, 에칭될 실리콘 다이옥사이드막에 개구를 갖는 마스킹막을 형성하는 단계와, 반응 챔버에서 플루오르카본계 에칭 가스와 플라즈마를 사용하여 마스킹막의 개구를 통하여 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭함으로써, 실리콘 다이옥사이드막에 관통홀을 형성하는 단계를 포함한다.

실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계 동안에, 에칭 조건은 카본 대 플루오르의 비율(즉, C/F 비율)이 1.1 내지 1.8 인 플루오르카본 폴리머막이 마스킹막에 증착되는 방식으로 조절된다.

본 발명에 따른 플라즈마 에칭 방법으로, 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계 동안에 마스킹막에 증착된 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율은 1.1 내지 1.8 의 범위로 낮아지도록 조절된다.

따라서, 마스킹막의 표면상의 플루오르카본 폴리머막의 증착율은 마스킹막에 적용되는 에칭작용을 억제하는데 충분히 높은 반면, 증착된 플루오르카본 폴리머막은 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 관통홀을 위한 마스킹막의 개구를 밀폐시키지 않는다.

또한, 실리콘 다이옥사이드막의 마스킹되지않은 영역상에서의 플루오르카본 폴리머막의 증착율은 마스킹되지 않은 영역이 에칭되게 할 만큼 충분히 낮다.

따라서, 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 직경과 높은 종횡비를 갖는 관통홀이, 패터닝된 마스킹막으로 덮여진 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 형성될 수 있다.

추가적으로, 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계 동안에, 플루오르카본 폴리머막은 마스킹막 개구의 내측벽과 실리콘 다이옥사이드막의 에칭이 진행되는 개구의 내측벽 상에 증착되고, 이는 에칭작용에 대한 측벽의 블로킹 효과를 야기한다. 따라서, 이러한 측벽들은 에칭 작용이 거의 적용되지 아니하여 그 결과로서, 만족할만한 에칭 이방성이 실현된다.

증착되는 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율이 1.1 내지 1.8 범위내로 낮아지도록 단순히 조절함으로써, 소망하는 콘택홀이 형성되기 때문에, 플라즈마 에칭조건이 쉽게 최적화된다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 발명자는 종래의 플라즈마 에칭 기술에서 상기한 문제를 해결하기 위해서 철저한 노력을 하였다. 그 결과로서, 그는 다음의 사실을 발견하였다.

자세하게는, 플라즈마 에칭 동안에 마스킹막 상에 증착되는 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율이 1.1 내지 1.8 의 범위 값으로 조절되는 경우, 플루오르카본 폴리머막은 마스킹막의 표면에 증착되어지기 쉽지만, 마스킹막의 개구를 통하여 실리콘 다이옥사이드막의 마스킹되지 않은 영역상에 증착되지 않거나 증착되기 어렵다.

다시 말해서, 마스킹막 표면상에의 플루오르카본 폴리머막의 증착율은 마스킹막에 적용되는 에칭 작용을 억제할 만큼 충분히 높으면서도, 증착된 플루오르카본 폴리머막은 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 관통홀을 위한 마스킹막의 개구를 밀폐시키지 않는다. 또한, 실리콘 다이옥사이드막의 마스킹되지 않은 영역 상의 플루오르카본 폴리먹막의 증착율은 마스킹되지 않은 영역이 에칭되게 하는데 충분히 낮다.

그 결과로서, 마스킹막이 매우 얇더라도, 마스킹막에 대한 실리콘 다이옥사이드막의 만족할만한 높은 에칭 선택비가 실현된다. 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 직경과 높은 종횡비를 갖는 관통홀이 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 형성될 수 있다.

게다가, 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계 동안에, 플루오르카본 폴리머막이 마스킹막의 개구 내측벽과 실리콘 다이옥사이드막의 에칭이 진행되는 개구의 내측벽 상에 증착되고, 이는 에칭 작용에 대한 측벽 블로킹 효과를 가져온다. 따라서, 따라서, 이러한 측벽들에 대해서는 에칭 작용이 거의 일어나지 않아 그 결과로서, 만족할만한 에칭 이방성이 실현된다.

본 발명에 따른 방법은 이와 같이 발견된 상기 사실에 기초하여 이루어졌다.

본 발명에 따른 방법에서, 1.15 내지 1.75 범위내의 C/F 비율을 갖는 플루오르카본 폴리머막이 마스킹막에 증착되는 방식으로 에칭조건이 조절되는 것이 바람직하다. 이 경우에, 에칭 선택비는 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율이 1.2 내지 1.8 범위인 경우 보다 더 높으며 실리콘 다이옥사이드막의 에칭율은 충분히 높다는 추가적인 장점이 있다.

상기와 같은 이유 때문에, 에칭 조건은 1.2 내지 1.7 범위의 C/F 비율을 갖는 플루오르카본 폴리머막이 마스킹막에 증착되는 방식으로 조절되는 것이 바람직하다.

본 발명에 따른 방법에서, 플루오르카본계 가스로서, 포화 및 불포화 지방족 탄화수소의 하나가 사용될 수도 있다. 각각 포화 및 불포화 지방족 탄화수소의 수소(H) 원자는 전체적으로 또는 부분적으로 플루오르(F) 원자로 치환된다.

예컨데, CF_4, CHF_3, CH_2F_2, C_2HF_5, C_2H_6, 또는 C_4H_8 이 바람직하게 사용될 수도 있다. 이러한 포화 및 불포화 지방족 탄화수소에서, CHF_3, CH_2F_2 또는 C_2HF_5 이 사용되는 것이 바람직하다. 이는 높은 에칭 선택비와 실리콘 다이옥사이드막의 높은 에칭율이 실현되기 때문이다.

플루오르카본계 에칭 가스로 상기 포화 및 불포화 지방족 탄화수소의 두 개 이상을 혼합하여 사용될 수도 있다는 것은 말할 필요도 없다.

He, Ne, Ar, Kr, 또는 Xe 과 같은 불활성 가스가 플루오르카본계 에칭 가스의 성분으로서 사용될 수도 있다. 이러한 불활성 가스에서, He, Ne, 또는 Ar 이 얻기 쉽기 때문에 바람직하며, Ar 은 얻기 쉬울 뿐만 아니라 저렴하기 때문에 더 바람직하다.

증착되는 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율을 1.1 내지 1.8 범위의 값으로 설정하기 위해서, CO 가 플루오르카본계 에칭 가스의 성분으로서 첨가될 수도 있다. 다시 말해서, CO 는 플루오르카본계 에칭 가스를 제조하기 위해서 포화 및 불포화 지방족 탄화수소의 하나 이상에 첨가될 수도 있다. 이는 증착되는 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율이, CO 가스와 하나 이상의 포화 및 불포화 지방족 탄화수소 가스의 유량을 조절하여 1.1 내지 1.8 범위 내의 값으로 쉽게 설정되기 때문이다.

치환되지 않은 수소를 함유하는 포화 및 불포화 지방족 탄화수소의 어느 하나가 사용되는 경우, 증착된 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율이 CO 의 사용 없이도 1.1 내지 1.8 범위내의 값으로 설정될 수 있다는 추가적인 장점이 있다.

동일한 조성을 갖는 에칭가스가 사용되더라도, 증착된 플루오르카본막의 C/F 비율은 플라즈마 장치와 사용된 에칭 조건에 따라서 다르게 된다. 따라서, 에칭 가스의 조성은 유량과 같이 플라즈마 에칭 장치의 종류와 에칭 조건에 따라서 바람직하게 조절될 필요가 있다.

어떠한 종류의 플라즈마 에칭 장치도 본 발명에 따른 방법에 사용될 수도 있다. 예컨데, 표면파 플라즈마(SWP) 에칭 장치, 전자 사이클로트론 공명(ECR) 마이크로파 플라즈마 에칭 장치, ICP (inductively-coupled plasma) 에칭 장치, 헬리콘 웨이브 (helicon-wave) 플라즈마 에칭 장치, 마그네트론 플라즈마 에칭 장치, RF 플라즈마 에칭 장치, 또는 2-주파 RIE 플라즈마 에칭 장치가 사용될 수도 있다.

그렇지만, 본 발명에 따른 방법은 표면파 플라즈마(SWP) 에칭 장치를 사용하여 수행하는 것이 바람직한데, 이는 SWP 에칭 장치가 표면파를 사용하여서 양호한 에칭 균일성이 실현되기 때문이다.

플라즈마 에칭 장치의 반응 또는 에칭 챔버 내의 압력은 에칭 장치의 종류에 따라서 조절되는 것이 바람직하다. 일반적으로, 반응 챔버내의 압력이 너무 낮으면, 증착된 플루오르카본 폴리머막은 에칭 작용에 대하여 마스킹막을 보호하는데 충분히 큰 두께를 갖지 않아서, 만족스럽지 않는 에칭 선택비를 가져온다. 한편, 반응 챔버내의 압력이 너무 높으면, 증착된 플루오르카본 폴리머막은 큰 두께를 갖기 쉽고 마스킹막의 개구를 통하여 실리콘 다이옥사이드막의 마스킹되지 않은 영역 상에 증착되기 쉽다. 따라서, 플루오르카본 폴리머막의 제거성이 악화되어 에칭 선별도가 충분하지 않게 된다.

본 발명자의 테스트에 따르면, 반응 챔버내의 압력은 SWP 에칭 장치에서 20 mTorr 내지 60 mTorr 범위의 값으로 설정되는 것이 바람직하다. 이는 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 크기와 높은 종횡비를 갖은 관통홀이 높은 에칭 선택비에 기인하여 쉽게 형성되기 때문이다.

반응 챔버내의 압력은 SWP 에칭 장치에서 30 mTorr 내지 50 mTorr 범위의 값으로 설정되는 것이 더 바람직한데, 이는 20 mTorr 내지 60 mTorr 의 경우와 동일한 이유 때문이다.

마스킹막으로서, 실리콘 나이트라이드(Si_3N_4)와 같은 무기 화합물로 제조된 막이 사용될 수도 있다. 그렇지만, 광학적 레지시트막(보통 포토레지시트막이라 칭함)이 바람직하게 사용된다. 마스킹막으로서 무기화합물막이 사용되면, 무기화합물막 자체를 처리하는데 추가의 단계가 필요할 뿐만 아니라 획득될 수 있는 패턴 정확도도 낮아진다. 노광 및 현상에 의해서 패터닝할 수 있는 광학적 레지스트막을 마스킹막으로 사용함으로써, 마스킹막의 필요한 패터닝 처리가 단순화되고 마스킹막의 개구는 높은 정확도로 형성된다.

광학적 레지스트막으로서, 화학적 증폭 특성을 가지며 원 UV 노광이 가능한 광학적 레지스트막의 하나가 사용되는 것이 바람직하다. 이는 광학적 레지스트막이 엑시머 레이저(예컨데, KrF 레이저) 또는 전자빔에 의해서 노광될 수 있기 때문이며, 이는 매우 높은 정밀도로 광학적 레지스트막을 패터닝하는 것이 가능하다.

광학적 레지스트막의 두께는 이것의 개구를 패터닝하기 위한 필요성에 따라 얇은 것이 바람직하다. 광학적 레지스트막이 얇으면, 광학적 레지스트막의 에칭 저항은 악화된다. 그렇지만 본 발명에 따른 방법에서, 얇은 광학적 레지스트막에도 불구하고 만족할만한 높은 에칭 선택비가 실현되어서, 광학적 레지스트막의 두께는 어떠한 문제도 야기하지 않고 약 1㎛ 이하로 설정될 수도 있다.

또한, 광학적 레지스트막의 두께는 약 0.8 ㎛ 이하로 설정될 수도 있다. 이 경우, 본 발명에 따른 방법의 장점이 효과적으로 도출된다. 광학적 레지스트막의 두께는 약 0.5 ㎛ 이하로 설정될 수도 있는데, 이는 본 발명에 따른 방법의 장점이 더욱 효과적으로 도출되기 때문이다. 그러나, 광학적 레지스트막의 두께가 극히 얇으면, 실리콘 다이옥사이드막의 관통홀은 높은 종횡비를 얻는 것이 어렵다. 따라서, 실리콘다이옥사이드막에서 관통홀이 6 이상의 종횡비를 갖는 경우, 광학적 레지스트막은 약 0.2 ㎛ 이상의 두께를 갖는 것이 바람직하다.

마스킹막의 개구는 실리콘 다이옥사이드막의 관통홀의 크기를 한정한다. 본 발명에 따른 방법은, 마스킹막의 개구가 약 0.3 ㎛ 이하의 크기를 갖는 경우 적절한데, 이는 본 발명의 장점이 효과적으로 도출되기 때문이다. 마스킹막의 개구는 약 0.25 ㎛ 이하, 또는 0.15 ㎛ 이하의 크기를 가질 수도 있는데, 이는 본 발명의 장점이 현저하게 도출되기 때문이다.

마스킹막의 개구 즉 실리콘 다이옥사이드막에서의 관통홀의 단면 형태는 일반적으로 원형 또는 타원형이다. 그러나, 본 발명에 따른 방법은 이러한 형태에 한정되지 않는다. 실리콘 다이옥사이드막의 관통홀과 마스팅막의 개구는 원형과 타원형 이외에, 정사각형과 직사각형과 같은 다른 형태를 가질 수도 있다.

실리콘 다이옥사이드막에 있는 관통홀은 바람직하게는 약 6 이상의 종횡비를 갖는 것이 바람직한데, 이는 본 발명의 장점이 효과적으로 도출되기 때문이다. 실리콘 디옥사이막에 있는 관통홀은 약 7.5 이상의 종횡비를 갖는 것이 더 바람직한데, 이는 본 발명의 장점이 더욱 효과적으로 도출되기 때문이다.

본 발명에 따른 방법에서, 실리콘 다이옥사이드막은 도핑되지 않거나 어떠한 불순물로 도핑될 수도 있다. 특히, 열산화 또는 화학적 기상 증착(CVD)과 같은 통상의 처리에 의해서 제조된 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드뿐만 아니라 붕소(B) 및/또는 인(P)과 같은 불순물로 도핑된 실리콘 다이옥사이드가 사용될 수도 있다.

붕소로 도핑된 실리콘 다이옥사이드는 실온에서 유리특성을 가져서, 보로실리케이트 유리(borosilicate glass; BSG)라 부른다. 인으로 도핑된 실리콘 다이옥사이드는 실온에서 유리 특성을 가지므로, 포스퍼실리케이트 유리(phosphor silicate glass; PSG)라 부른다. 붕소와 인으로 도핑된 실리콘 다이옥사이드는 실온에서 유리 특성을 가지므로, 보로포스퍼실리케이트 유리(borophosphorsilicate glass; BPSG)라 부른다. 본 발명에 따른 방법은 반도체 장치에서 층간 유전막으로 작용하는 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 높은 종횡비를 갖는 작은 크기의 콘택 또는 비아홀을 형성시키는 공정에 효과적으로 적용될 수 있다.

본 발명에 따른 방법은 약 0.12 ㎛ 의 직경과 약 17.5 의 종횡비를 갖는 콘택홀을 BPSG 막에 형성하는 것을 가능하게 한다는 것이 발견되었다.

본 발명에 따른 방법에서, 최적 에칭 조건은 다음의 방식에서 발견할 수 있었다.

특히, 첫 번째로, 플루오르카본계 에칭가스의 전체 유량과 에칭 가스의 가스 성분들의 각각의 유량은, 반응 챔버내의 압력이 특정 값으로 고정되는 동안에, 증착되는 플루오르카본 폴리머막이 1.1 내지 1.8 범위 내의 C/F 비율을 갖는 방식으로 결정된다.

두 번째로, 반응 챔버내의 압력은 실리콘 다이옥사이드막과 마스킹막 사이의 에칭 선택비가 최적화되도록 특정값으로부터 변경되거나 조절된다. 이와 같이, 최적 에칭 조건이 발견되었다.

상기 최적화 단계는 더욱 단순화되고 용이하게 수행된다는 것을 알 수 있다.

실시예

본 발명의 바람직한 실시예들을 도 1 내지 도 5 를 참조하여 다음에 설명한다.

제 1 실시예

BPSG 막에 콘택홀을 형성하는, 도 1 에 도시된 표면파 플라즈마(SWP) 에칭 장치를 사용하여 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법을 수행하였다.

도 1 에 도시된 바와 같이, 플라즈마 에칭 장치는 실리더형 반응 챔버(4)와 이 챔버(4)에 고정된 마이크로파 도파관(3)을 구비한다. 알루미늄(Al)판으로 형성된 도파관(3)은 마이크로파를 그 내부로 전파시키기 위한 공동을 구비한다. 도파관(3)의 전방 단부는 챔버(4)의 정점부에 고정된다.

불소수지로 형성된 원형 유전판(2)을 도파관(3)의 전방 단부에 고정하였다. 이 유전판(2)을 챔버(4)의 정점부에 배치하였다.

세라믹으로 형성된 다른 원형 유전판(9)을 반응 챔버(4)에 배치하였다. 이 유전판(9)을 챔버(4)의 내벽에 고정하였고 위에 놓여 있는 유전판(2) 과 이격된다.

원형 애노드(anode;8)를 챔버(4)내에서 원형 유전판(9)에 고정하였다. 애노드(8)는 그 중앙부에 원형 개구(8a)를 구비하며, 이를 통하여 표면파가 하방으로 방사된다. 애노드(8)는 접지하였다.

캐소드(cathod; 6)를 챔버(4)에 배치한다. 애노드(8)에 대향하는 챔버(4)의 바닥에 이 캐소드(6)를 고정하였다. 그 정점면에 에칭 대상물이나 시편(5)을 위치시키도록 캐소드(6)는 설계하였다.

고주파(RF) 전원(7)을 챔버(4)의 외부에 배치하였고 커패시터(14)를 통하여 캐소드(6)에 전기적으로 접속하였다. RF 전원(7)은 캐소드(6)와 시편(5)에 RF 바이어스 전압을 인가한다.

챔버에 열을 가하기 위하여 히터(10)를 챔버(4)의 측벽에 제공하여, 반응 챔버(4)의 내부를 특정 온도에 유지한다.

가스 튜브(12a)는 챔버(4)의 측벽을 관통하도록 배치한다. 플루오르카본계 에칭 가스는 이 튜브(12a)를 통하여 챔버(4)의 내부에 공급된다.

배출 튜브(12b)는 챔버(4)의 바닥벽을 관통하도록 배치한다. 반응 챔버(4)에 있는 에칭 가스와 에칭 산출물은 이 튜브(12b)를 통하여 챔버(4)의 내부로부터 배출된다.

유전판(9)에 의해서 분리되고 유전판(9)의 아래에 위치된 반응 챔버(4)의 내부 스페이스는 반응 또는 에칭 스페이스(13)로 작용한다.

작동시, 마이크로파는 도파관(3)을 통하여 반응 챔버(4)의 내부에 공급된다. 이와 같이 공급된 마이크로파는 유전판(2)에 집중된 후, 상기 판(2)을 따라서 전파된다. 따라서, 표면파가 유전판(2)에서 생성되고 하방으로 방사된다. 이와 같이 생성된 표면파는 유전판(2 및 9)들 사이의 스페이스, 유전판(9), 및 애노드(8)의 개구(8a)를 통하여 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)로 전파한다.

상기 애노드(8)는 접지하였다. 따라서, RF 바이어스 전압이 RF 전원(7)에 의해서 캐소드(6)에 인가되는 경우, 바이어스 전압은 애노드와 캐소드(8 및 6) 에 걸쳐서 인가된다. 이러한 경우에, 글로우 방전이 챔버(4)의 에칭 스페이스(13) 내로 공급된 플루오르카본계 에칭 가스에 발생되어서, 플라즈마(11)를 생성한다. 에칭 가스는 플라즈마(11)에 의해서 해리되어 활성기 또는 에칭기를 생성한다.

제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법에서, 도 2a 에 도시된 바와 같이, 시편(5)을 형성하기 위해서 단결정 실리콘(Si) 기판 또는 웨이퍼(15)를 사용하였다. Si 기판(15)의 주면에는, 2.1 ㎛ 의 두께를 갖는 BPSG 막(16)을 CVD 처리에 의해서 형성하였다. 또한, 0.8 ㎛ 의 두께를 갖는 원-UV 포토레지스트막(17)을 BPSG 막(16)에 형성하였다. 이러한 단계의 상태가 도 2a 에 도시된다.

포토레지스트막(17)은, 도 2b 에 도시된 바와 같이 0.25 ㎛ 의 직경을 갖은 원형 개구(17a)를 갖는다. 이 개구(17a)는 노광 마스크(도시 안함)를 사용하는 KrF 엑시머 레이저로부터 방사되는 빛으로 포토레지스트막(17)을 노광하고 이와 같이 노광된 포토레지스트막(17)을 현상하여 형성하였다. 이러한 단계의 상태가 도 2b 에 도시되었다.

그후, Si 기판, BPSG 막(16), 및 패터닝된 포토레지스트막(17)으로 형성된 시편(5)을 도 1 에 도시된 SWP 에칭 장치의 반응 챔버(4)의 에칭 스페이스(13) 내의 캐소드(6) 상에 배치하였다.

다음에, 플루오르카본계 에칭 가스로서, CHF_3, CO, 및 Ar 의 가스 혼합물을 반응 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)로 공급하였다. CHF_3 및 CO 가스들의 전체 유량을 80 sccm 으로 유지함과 동시에, CHF_3 및 CO 가스들의 개별적인 유량을 다음과 같은 방식으로 변경하였다.

(ⅰ) CO 및 CHF_3의 유량들은 0 및 80 sccm 으로 각각 설정하였다. 이 경우, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20;도 2c 참조)의 C/F 비율은 1.1 이었다.

(ⅱ) CO 및 CHF_3의 유량들은 16 및 64 sccm 으로 각각 설정하였다. 이 경우, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율은 1.3 이었다.

(ⅲ) CO 및 CHF_3의 유량들은 28 및 52 sccm 으로 각각 설정하였다. 이 경우, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율은 1.6 이었다.

(ⅳ) CO 및 CHF_3의 유량들은 64 및 16 sccm 으로 각각 설정하였다. 이 경우, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율은 1.8 이었다.

RF 전원(7)에 의해서 캐소드(6)에 인가된 RF바이어스의 파워 및 주파수는 600 W 및 400 kHz 로 각각 설정하였다. 반응 챔버(4)의 내부에 공급된 마이크로파의 파워 및 주파수는 1500 W 및 2.45 GHz 로 각각 설정하였다. 챔버(4)의 측벽 온도는 히터(10)에 의해서 180 ℃ 로 설정하였다. 시편(5)의 일부 역할을 하는 Si 기판(15)의 온도는 65 ℃ 로 설정하였다. 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)에서 생성된 플라즈마(11)의 밀도(도 1 과 2c 참조)는 10^{12} cm^{-3} 이었다.

반응 챔버(4)내의 플라즈마 에칭 처리는 다음과 같이 수행하였다.

도 2c 에 도시된 바와 같이, 시편(5)에는 에칭 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)의 에칭 가스와 플라즈마(11)에 의해서 생성된 에칭기(도시 안함)의 에칭 작용이 이루어졌다. 특히, 전체 포토레지스트막(17)에 에칭작용이 이루어짐과 동시에, BPSG 막(16)의 마스킹되지 않은 영역에는 포토레지스트막(17)의 개구(17a)를 통하여 동일한 에칭작용이 이루어졌다.

이러한 에칭 처리 동안에, 플루오르카본 폴리머막(20)은, 도 2c 에 도시된 바와 같이, 포토레지스트막(17)의 표면에 증착된다. 플루오르카본 폴리머막(20)은 포토레지스트막(17)의 표면에 대한 에칭 작용을 억제시키는 작용을 한다. 또한, 이러한 에칭 처리 동안에, 플루오르카본 폴리머막(20)은 포토레지스트막(17)의 개구(17a)의 내측벽 상에 그리고 BPSG 막(16)의 에칭이 진행중인 개구부 또는 함몰부(19)의 내측벽 상에 추가로 증착된다. 이러한 내측벽들 상에 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)은 에칭 작용에 대한 측벽 블로킹 효과를 야기한다. 그러므로, 이러한 측벽들에는 에칭 작용이 거의 적용되지 않고 그 결과, 만족할만한 에칭 이방성이 실현된다.

다른 한편으로, 플루오르카본 폴리머막(20)은 포토레지스트막(17)의 개구(17a)를 통하여 BPSG 막(16)의 마스킹되지 않은 영역 상에 거의 증착되지 않아서, BPSG 막(16)의 마스킹되지 않은 영역은 에칭 작용에 의해서 에칭되었다. 이와 같이, 실린더형 개구부나 함몰부(19)가 도 2c 에 도시된 바와 같이 BPSG 막(16)에 형성된다. 개구부나 함몰부(19)는 포토레지스트막(17)의 개구(17a) 바로 아래에 위치되었다.

도 2c 의 참조 부호(21)는 BPSG 막(16)의 마스킹되지 않은 영역이나 함몰부(19) 또는 개구부의 바닥을 지시한다. 개구부나 함몰부(19)의 바닥은 에칭 전면부와 대응한다.

플루오르카본 폴리머막(20)이 BPSG 막(17)의 마스킹되지 않은 영역상에 증착되려는 경향이 있을 지라도, 마스킹되지 않은 영역은 플루오르카본 폴리머막(20)으로 덮여지지 않는다. 이러한 현상은 플루오르카본 폴리머막(20)의 에칭율보다 이것의 증착율이 더 낮기 때문이다. 따라서, BPSG 막(16)은 마스킹되지 않은 영역(21)에서 선택적으로 증착되어, BPSG 막(16)의 개구부나 함몰부(19)가 생긴다.

도 2c 에 도시된 바와 같이, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)은 포토레지스트막(17)의 개구(17a) 와 BPSG 막(16)의 개구부나 함몰부에 위치된 플루오르카본 폴리머막(20)의 수직 신장부로부터 반경방향 내측으로 돌출된 돌출부(20a)를 갖는다. 이 돌출부(20a)는 증착 방향에 포함된 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 구성 성분 원자들이 포토레지스트막(17)의 표면과 직교하지 않는다는 사실에 의해서 형성되었다.

에칭 처리 동안에, 에칭 정면부(21)는 도 2d 에 도시된 바와 같이, Si 기판(15)의 주면이 노광될때까지 하방으로 진행되었다. 에칭 작용에 대한 Si 기판(15)의 에칭율은 매우 낮아서, 이러한 에칭 처리에서 에칭 정면부(21)의 추가의 진행은 일어나지 않았다. 그 결과, 플루오르카본 폴리머막(20)은 기판(15)의 노광된 표면 영역에 또한 증착된다. 이 상태가 도 2d 에 도시되었다.

최종적으로, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)과 포토레지스트막(17)은 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)에서 생성된 산소(O_2) 플라즈마를 사용한 다른 에칭 또는 에싱 처리에 의해서 제거하였다. 이와 같이, 실리더형 콘택홀(18)이 도 2e 에 도시된 바와 같이, BPSG 막(16)을 관통하도록 형성하였다.

도 3 은, 제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 방법에서 BPSG 막의 에칭율과 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율사이의 관계와 BPSG 막(16)과 포토레지스트막(17) 사이의 에칭 선택비 관계를 도시한다. 도 3에서, 곡선 a 는 에칭율을 나타내고 곡선 b 는 에칭 선택비를 나타낸다.

도 3 에 도시된 바와 같이, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율이 1.1 내지 1.8 범위 내의 값으로 한정되는 경우 에칭 선택비는 7.5 이상이었다. 이와 같이, 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율이 1.1 내지 1.8 범위 내의 값으로 설정되는 경우 만족할만한 높은 에칭 선택비가 실현된다는 것을 알 수 있었다.

또한, BPSG 막(16)의 콘택홀(18)은 주사형 전자 현미경(SEM)에 의해서 관찰하였다. 그 결과, 콘택홀(18)의 내측벽은 기판(15)의 주면에 대해서 80 도 이상의 테이퍼(taper)를 가졌다. 또한, 콘택홀(18)의 바닥에서는 아무런 에칭 잔여물도 발견되지 않았다.

증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율은 다음의 방식으로 측정하였다.

동일한 BPSG 막(16)과 동일한 포토레지스트막(17)이 그 위에 형성된 다른 Si 기판(15)을 시편(5)으로 준비하였다. 그후, 도 1 에 도시된 플라즈마 에칭 장치의 캐소드(6) 상에 배치하였다. 그리고 나서, 상기한 경우(i) 내지 (iv)와 동일한 에칭 조건하에, 캐소드(6)에 RF 바이어스 전압을 인가하지 않고, 즉, 플라즈마(11)를 생성시키지 않고, 플루오르카본 폴리머막을 포토레지스트막(17)에 증착시켰다. 이와 같이 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)은 X-선 광전 분광법(XPS)에 의해서 분석하였고, 이에 의해서 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율을 측정하였다.

제 2 실시예

본 발명의 제 2 실시예에 따른, BPSG 막에 콘택홀을 형성하는 플라즈마 에칭 방법을, 도 1 에 도시된 동일한 SWP 에칭 장치와 도 2a 에 도시된 동일한 시편(5)을 사용하여 수행하였다.

플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율이 약 1.5 이며 반응 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)내의 압력이 10 mTorr 내지 60 mTorr 로 변하는 방식으로 CO 및 CHF_3 가스들의 유량이 조절된다는 것을 제외하면 제 1 실시예에 따른 방법과 동일한 에칭 조건하에서 수행하였다.

도 4 는 제 2 실시예에 따른 방법의 반응 스페이스(13)의 압력에서 BPSG 막(16)과 포토레지스트막(17) 사이의 에칭 선택비의 관계를 도시한다.

도 4 로부터, 7.5 이상의 높은 에칭 선택비는 에칭 스페이스(13)에서의 압력이 20 mTorr 내지 60 mTorr 범위의 값으로 설정되는 경우의 범위 내에서 실현되는 것을 알 수 있다.

또한, BPSG 막(16)의 콘택홀(18)은 제 1 실시예에서와 동일한 방식으로 관찰한 결과, 콘택홀(18)의 내벽은 기판(15)의 주면에 대해서 80 도 이상의 테이퍼를 갖는 것을 알 수 있었다. 또한 콘택홀(18)의 바닥에는 어떠한 에칭 잔여물도 발견되지 않음을 알 수 있었다.

제 3 실시예

본 발명의 제 3 실시예에 따라서 BPSG 막의 콘택홀을 형성하는 플라즈마 에칭 방법을, 도 1 에 도시된 동일한 SWP 에칭 장치를 사용하여 수행하였다.

시편(5)에 관해서는, 제 1 및 제 2 실시예에서와 달리, 원-UV 포토레지스트막(17)의 두께는 제 1 및 제 2 실시예보다 얇은 0.5 ㎛ 로 설정하였다. 또한, 원-UV 포토레지스트막(17)은 0.16 ㎛, 0.14 ㎛, 및 0.12 ㎛ 의 다른 직경을 갖는 3 개의 원형 개구(17a)를 구비하였고, 이것들은 제 1 및 제 2 실시예에서보다 작았다.

플루오르카본 폴리머막(20)이 약 1.5 의 C/F 비율을 갖도록 CO 및 CHF_3 가스들의 유량을 32 sccm 및 48 sccm 으로 각각 설정하며, 반응 챔버(4)의 에칭 스페이스(13)내의 압력을 30 mTorr 로 설정한다는 것을 제외하면, 에칭 처리는 제 1 실시예에 따른 방법과 동일한 에칭 조건하에서 수행하였다.

그 결과, BPSG 막(16)과 포토레지스트막(17) 사이의 에칭 선택비는 12 였다.

또한, BPSG 막(16)의 콘택홀(18)은 포토레지스트막(17)을 제거하기 전에 SEM을 사용하여 측정하였다. 그 결과, 도 5 에 도시된 바와 같이, 콘택홀(19) 각각이, 기판(15)의 주면에 대하여 약 80 도 이상의 테이퍼를 갖도록 BPSG막에 형성됨을 발견하였다. 또한, 콘택홀(19)이 약 0.16 ㎛, 0.14 ㎛, 및 0.12 ㎛ 의 최대 직경을 갖는다는 것을 발견하였다.

약 0.12 ㎛ 의 최대 직경을 갖는 콘택홀(19)은 약 17.5(= 2.1/0.12)의 종횡비를 가졌다.

상기한 제 1 내지 제 3 실시예에서, 증착된 플루오르카본 폴리머막(20)의 C/F 비율이 1.1 내지 1.8 범위 내에 유지되고 BPSG 막(16)의 에칭율이 반도체 장치의 생산성이 너무 낮게 되지 않는 레벨에 유지되는 경우, RF 파워, 마이크로파 파워, 및 에칭 가스의 전체 유량은 선택적으로 변경된다. 또한, 실리콘 기판(15)의 온도는 40 ℃ 내지 80 ℃ 범위 내의 어느 값에 설정될 수도 있다.

제 1 내지 제 3 실시예에 SWP 에칭 장치가 사용될지라도, 본 발명은 여기에 한정되지 않는다. SWP 에칭 장치 이외의 다른 종류의 플라즈마 에칭 장치도 본 발명에 따른 플라즈마 에칭 방법에 사용될 수도 있다.

또한, 도핑된 실리콘 디옥사이막의 하나이며 반도체 장치의 층간 유전층의 전형적인 예인 BPSG 막을 제 1 및 제 3 실시예에 사용하였다. 그러나, 본 발명은 어떠한 다른 종류의 실리콘 다이옥사이드막에도 적용될 수도 있다. 예컨데, 열산화 또는 CVD 에 의해서 전형적으로 형성되는 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막이 사용될 수도 있다. 인으로 도핑된 실리콘 다이옥사이드막인 PSG 막, 또는 붕소로 도핑된 실리콘 다이옥사이드막인 BSG 막이 사용될 수도 있다.

상기 기판(15)은 단결정 실리콘 이외에 다른 재료일 수도 있다.

본 발명의 바람직한 실시예를 설명하는 동안에, 본 발명의 사상 내에서의 변형예가 당업자에게 명백해질 것이라는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 다음의 특허 청구의 범위에서만 한정되어야 한다.

발명의 효과

본 발명에 의해, 패터닝된 마스킹막으로 덮여진 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 크기와 높은 종횡비를 갖는 관통홀을 형성하며 에칭 조건이 쉽게 최적화될 수 있는 에칭 방법이 제공된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

에칭될 실리콘 다이옥사이드막에 개구를 구비한 마스킹막을 형성하는 단계와, 반응 챔버내에서 플루오르카본계 에칭 가스와 플라즈마를 사용하여 상기 마스킹막의 개구를 통하여 상기 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하여 상기 실리콘 다이옥사이드막에 관통홀을 형성하는 단계를 포함하며, 약 0, 3 ㎛ 이하의 작은 관통홀을 형성하는 플라즈마 에칭 방법에 있어서,

상기 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계 동안에, 1.1 내지 1.8 범위의 카본 대 플루오르의 비율을 갖는 플루오르카본 폴리머막을 상기 마스킹막에 증착되도록 에칭 조건을 조절하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율은 1.15 내지 1.75 범위인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 플루오르카본 폴리머막의 C/F 비율은 1.2 내지 1.8 범위인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 플루오르카본계 에칭 가스는 CHF_3, CH_2F_2, 및 C_2HF_5 중에서 선택하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 플루오르카본계 에칭 가스는 그 구성 성분으로서 불활성 가스를 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 플루오르카본계 에칭 가스는 그 구성 성분으로서 CO 가스를 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 단계는 표면파 플라즈마 에칭 장치에 의해서 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 반응 챔버는 SWP 에칭 장치에서 20 mTorr 내지 60 mTorr 범위의 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, SWP 에칭 장치에서 상기 반응 챔버내의 압력은 30 mTorr 내지 40 mTorr 범위의 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 마스킹막은 광학적 레지스트막으로 형성하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 1 항에 있어서, 상기 마스킹막은 약 1 ㎛ 이하의 두께를 갖는 것을 특징으로 방법.

청구항 12.

제 1 항에 있어서, 상기 관통홀은 약 6 이상의 종횡비를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 1 항에 있어서, 상기 실리콘 다이옥사이드막은 붕소와 인 중에서 선택한 하나 이상의 불순물로 도핑되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

실리콘 다이옥사이드막에 약 0.3 ㎛ 이하의 작은 관통홀을 형성하는 플라즈마 에칭 방법으로서,

(a) 도핑되거나 도핑되지 않은 실리콘 다이옥사이드막에 개구를 구비한 마스킹막을 형성하는 단계;

(b) 상기 마스킹막을 구비한 상기 실리콘 다이옥사이드막을 반응 챔버에 배치하는 단계;

(c) 상기 마스킹막을 구비한 상기 실리콘 다이옥사이드막이 위치된 상기 챔버 내로 플루오르카본계 에칭 가스를 공급하는 단계;

(d) 상기 챔버로 공급된 상기 플루오르카본계 에칭 가스를 사용하여 상기 챔버에서 플라즈마를 생성하는 단계; 및

(e) 상기 플라즈마와 상기 마스킹막을 사용하여 상기 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하여, 상기 실리콘 다이옥사이드막에 상기 관통홀을 형성하는 단계로 이루어지며;

상기 단계(e)에서, 1.1 내지 1.8 범위의 카본 대 플루오르 비율을 갖는 플루오르카본 폴리머막을 상기 에칭 레지스트막에 증착하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 14 항에 있어서, 상기 플루오르카본계 에칭 가스는 CHF_3, CH_2F_2, 및 C_2HF_5 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 14 항에 있어서, 상기 실리콘 다이옥사이드막을 선택적으로 에칭하는 상기 단계(e) 는 표면파 플라즈마 에칭 장치에 의해서 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, SWP 에칭 장치에서 상기 반응 챔버 내의 압력은 20 mTorr 내지 60 mTorr 범위의 값으로 설정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

제 14 항에 있어서, 상기 마스킹막은 약 1 ㎛ 이하의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제 14 항에 있어서, 상기 관통홀은 약 6 이상의 종횡비를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

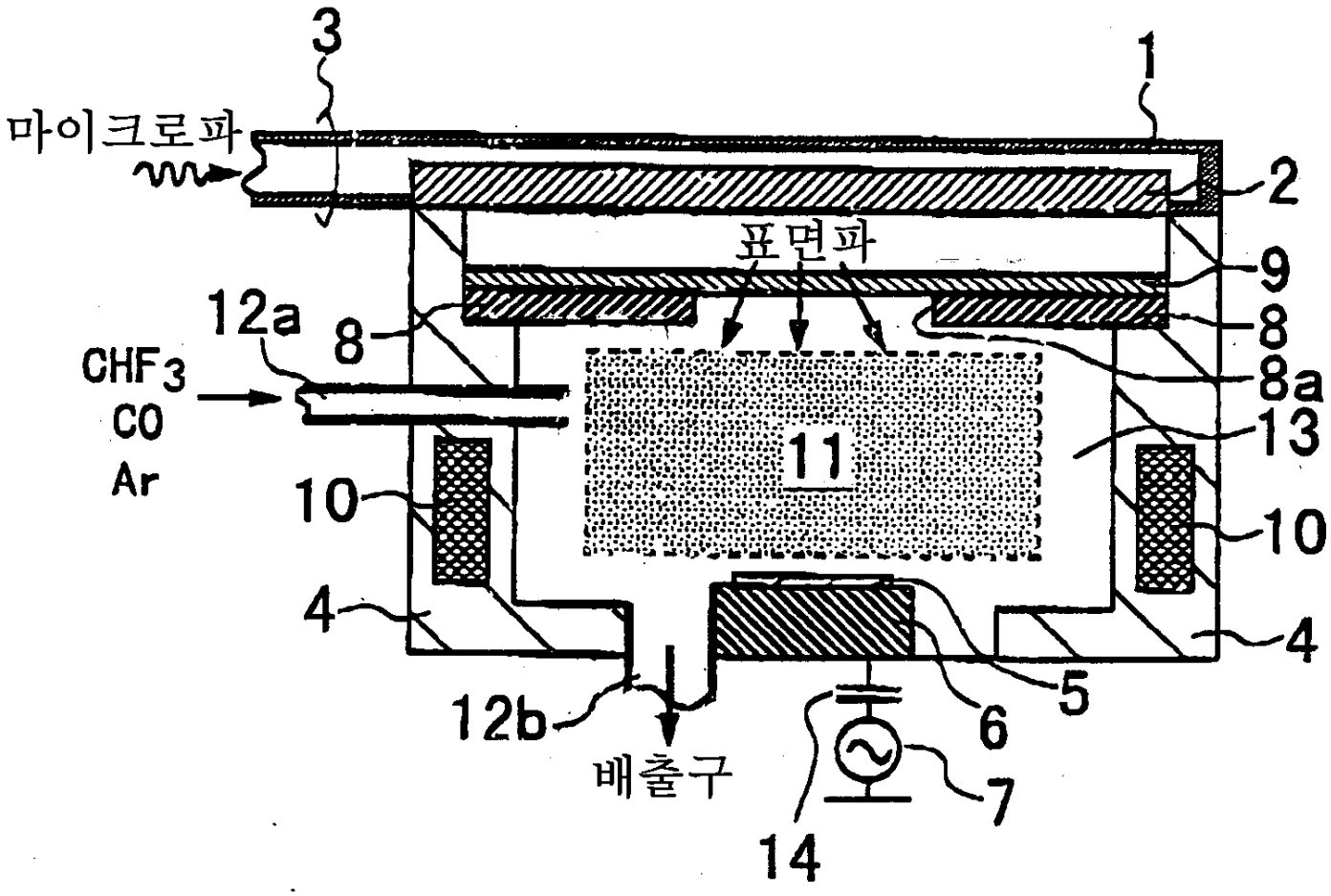
청구항 20.

제 14 항에 있어서, 상기 플루오르카본계 에칭 가스의 전체 유량과 상기 에칭 가스의 개별 가스 성분의 유량은, 상기 반응 챔버 내의 압력은 특정 값으로 고정되면서 상기 증착된 플루오르카본 폴리머막이 1.1 내지 1.8 범위내의 C/F 비율을 갖도록 결정되고,

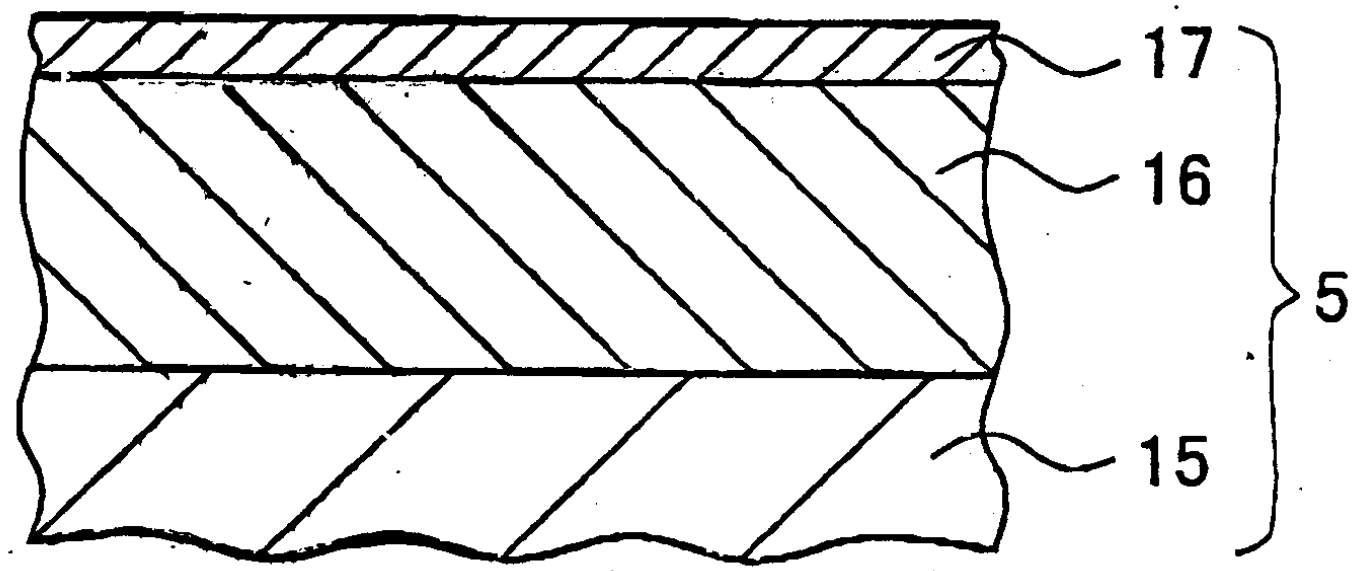
상기 실리콘 다이옥사이드막과 상기 마스킹막 사이의 에칭 선택비가 최대가 되도록 상기 반응 챔버내의 압력을 상기 특정치로부터 조절하여, 이에 의해 에칭 조건이 최적화되는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

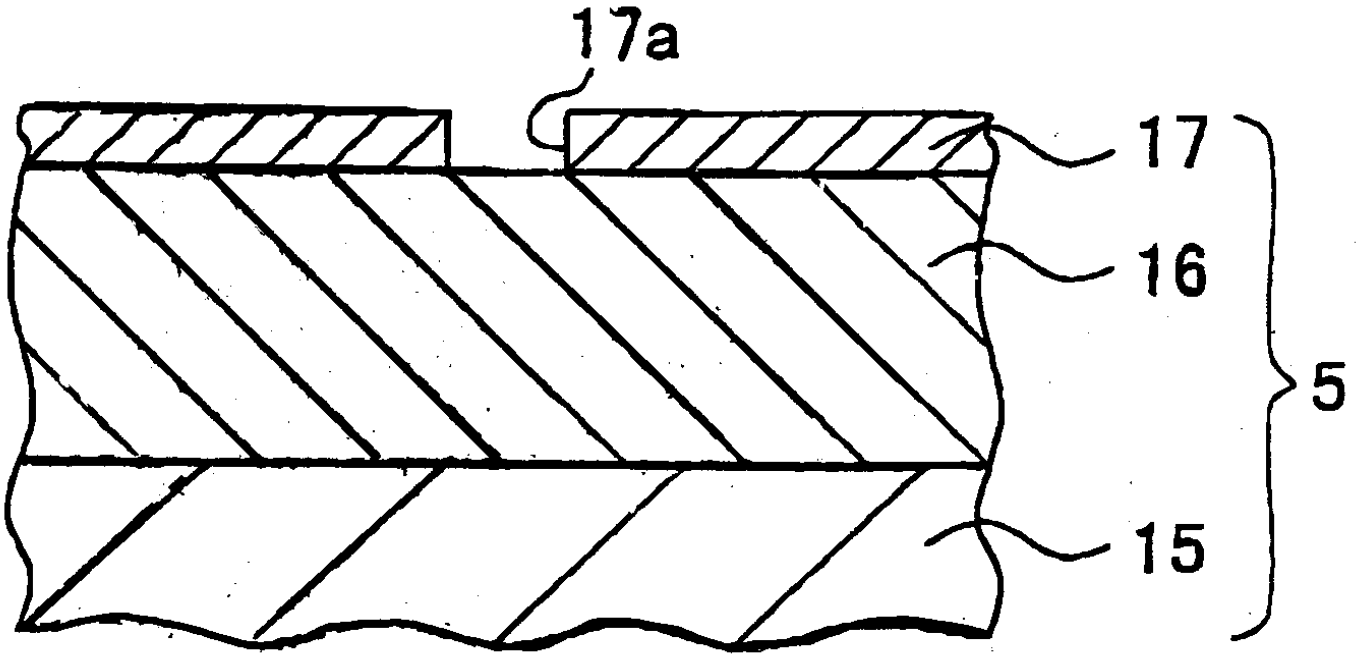
도면 1



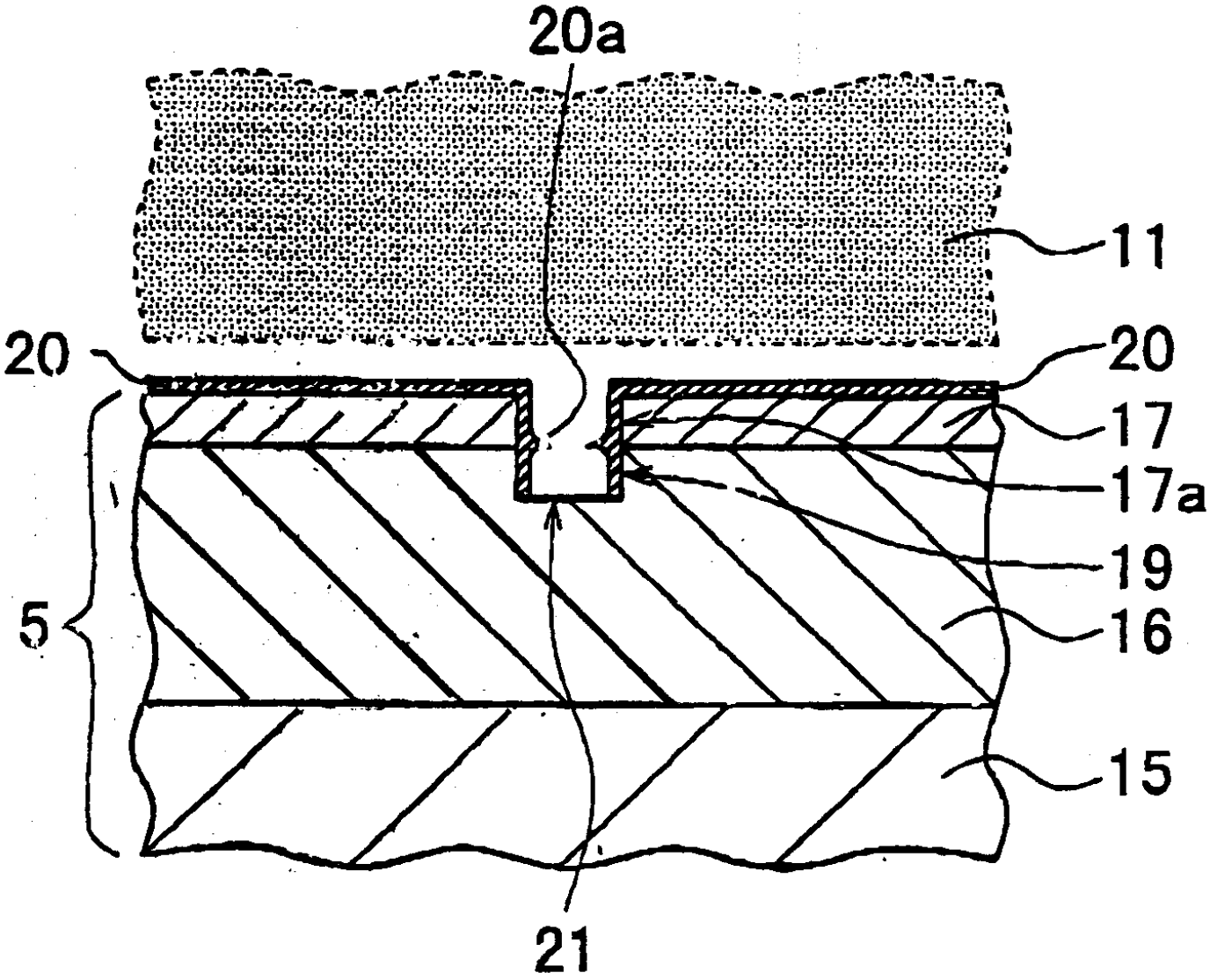
도면 2a



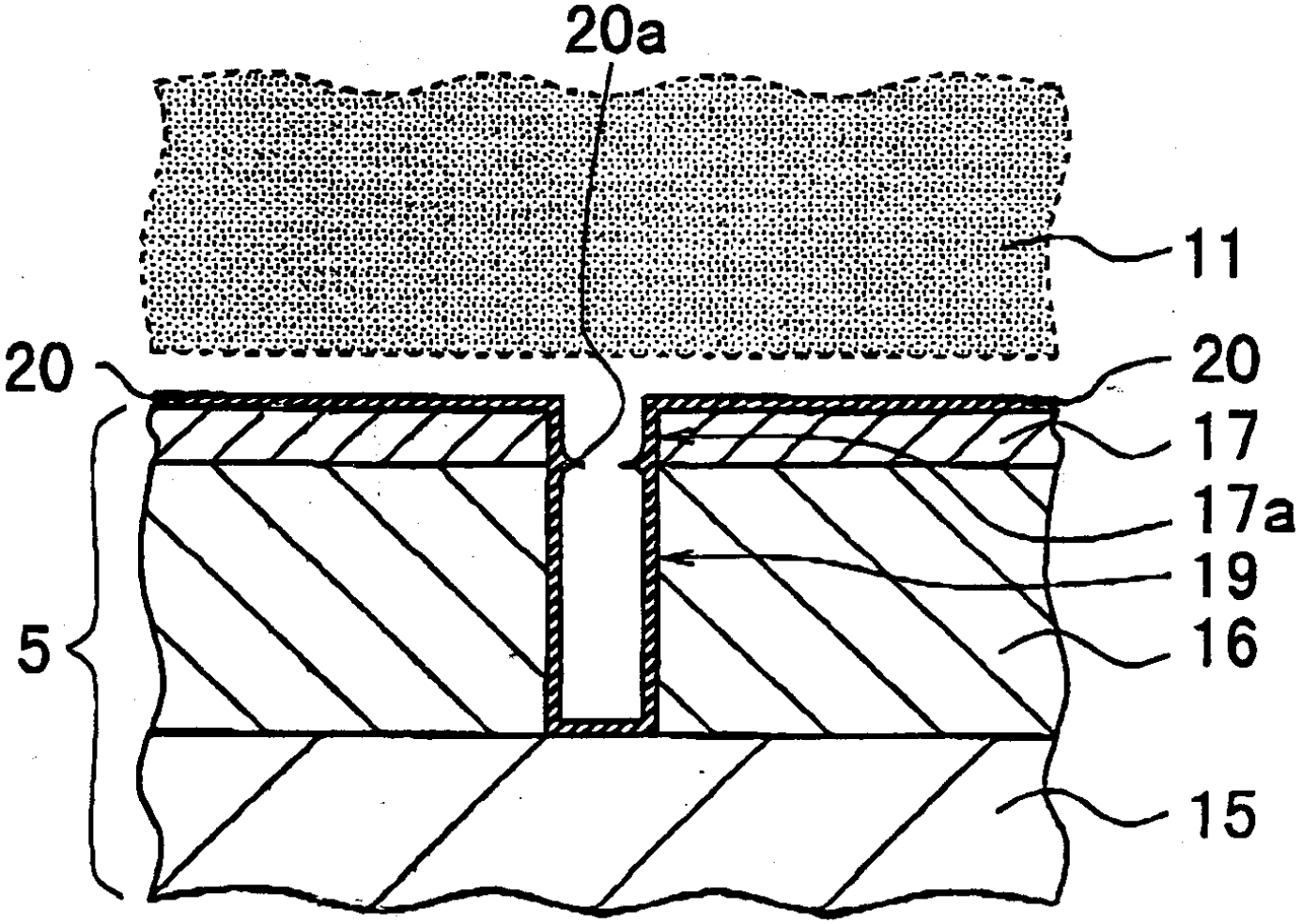
도면 2b



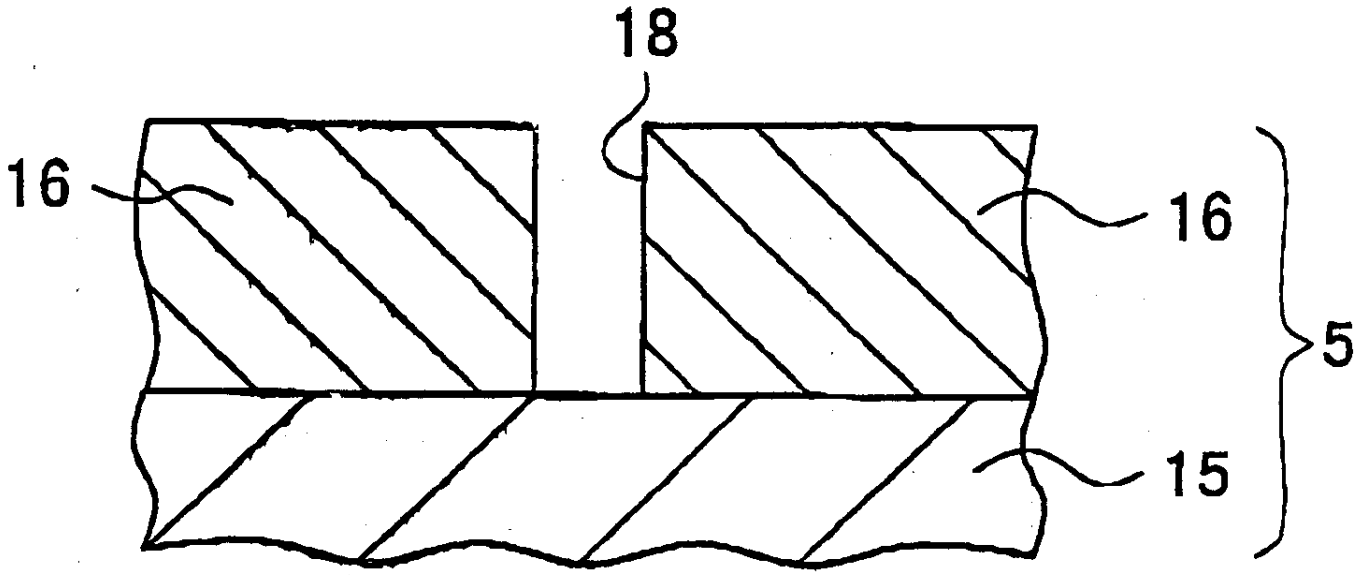
도면 2c



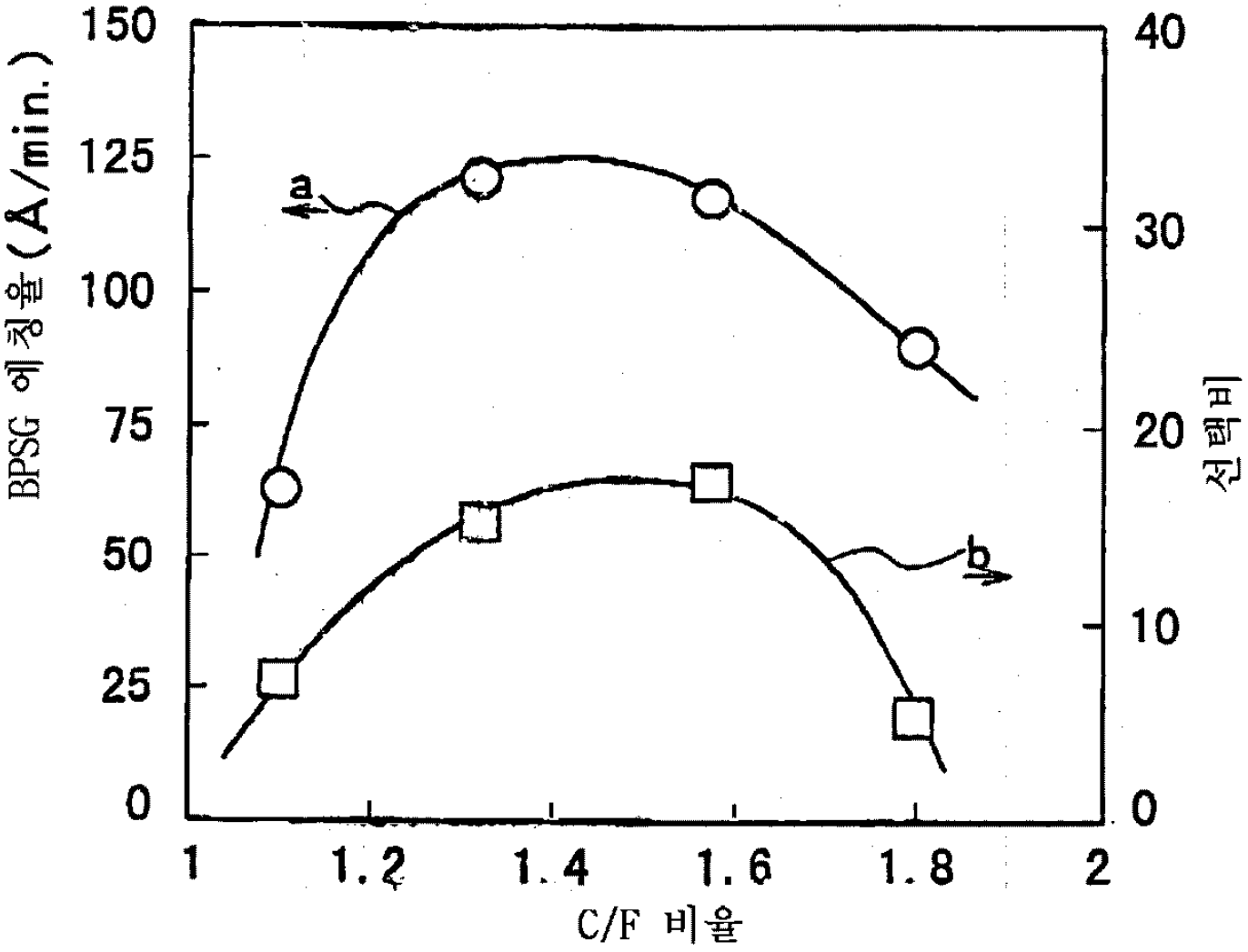
도면 2d



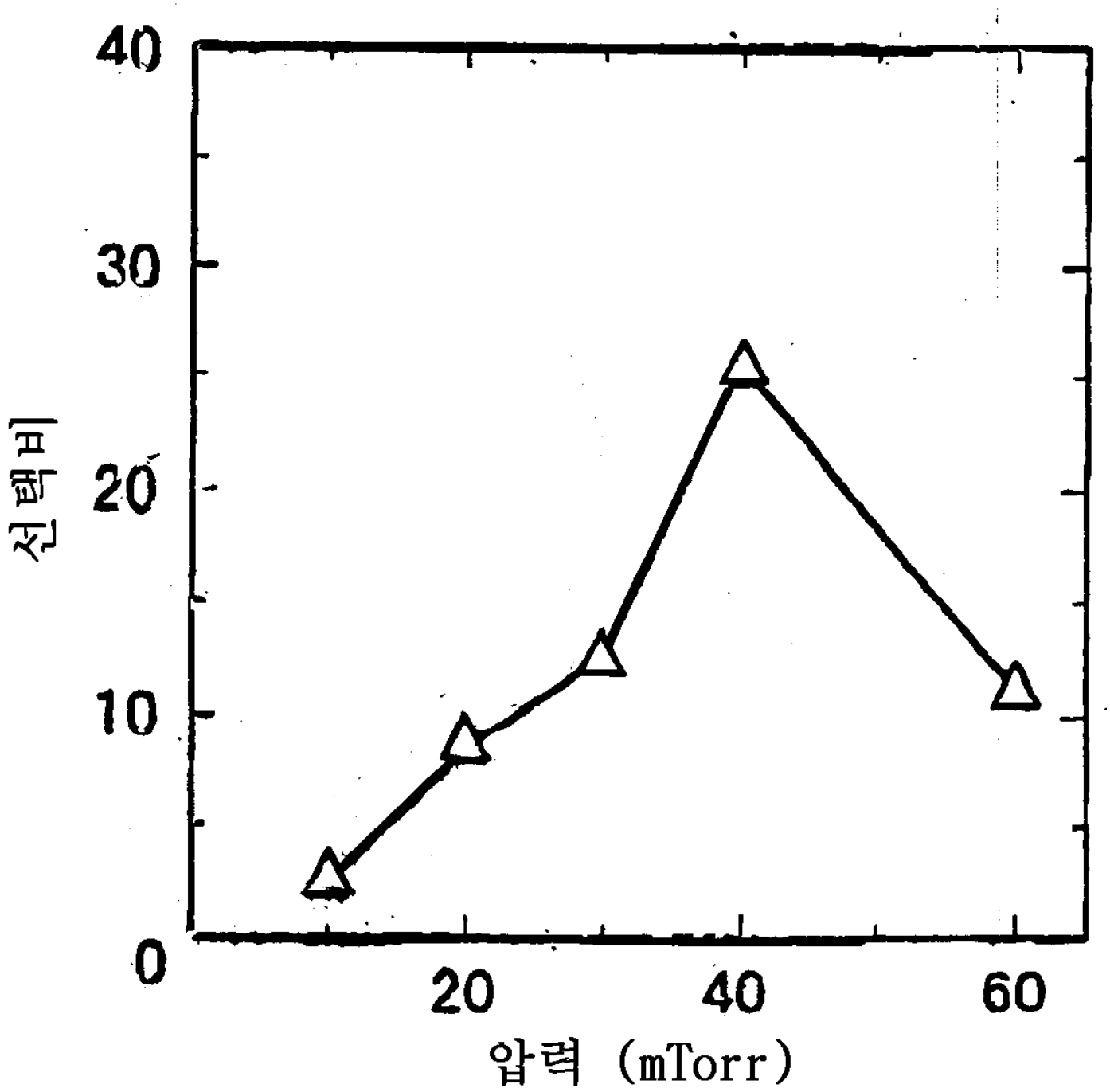
도면 2e



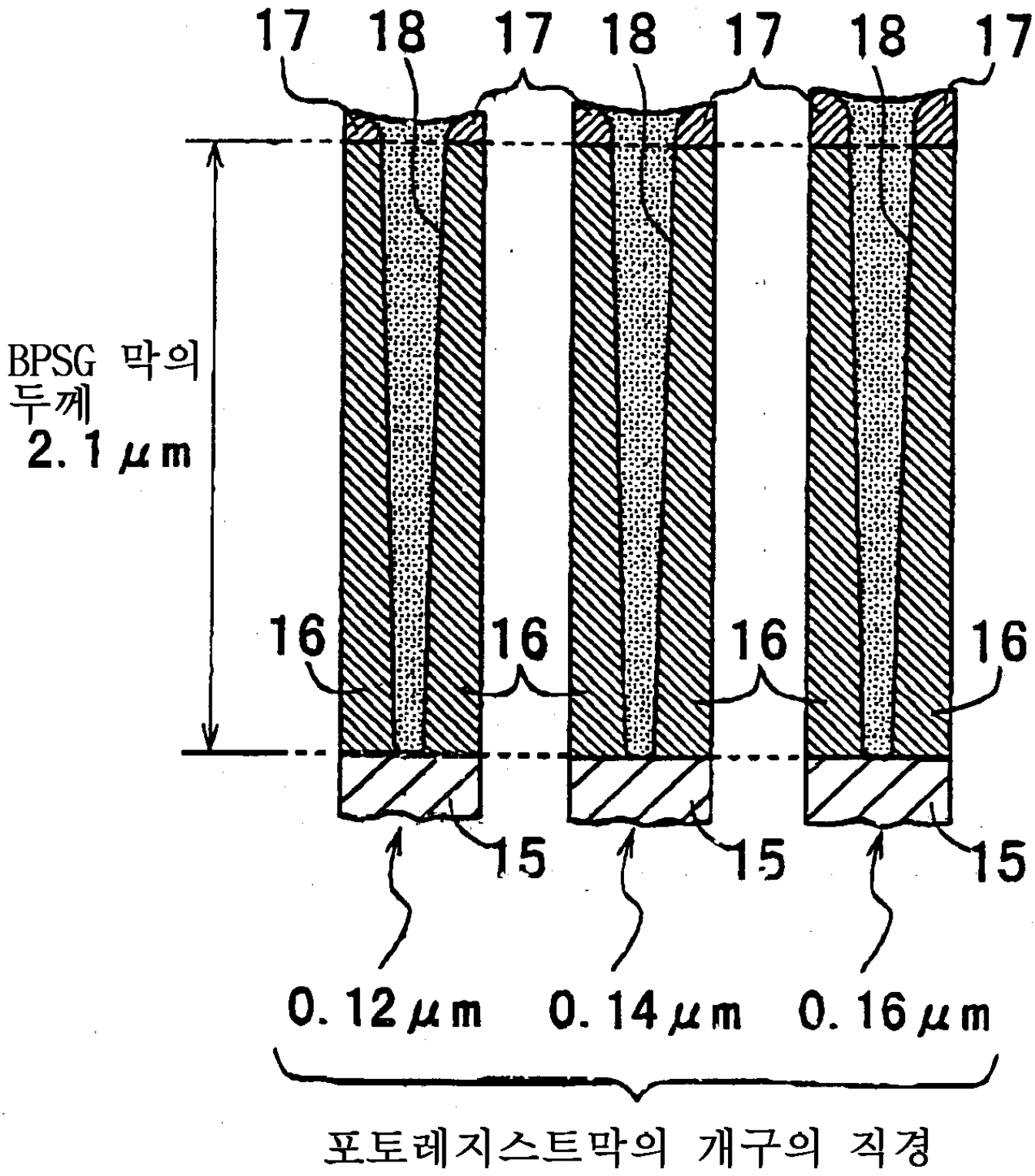
도면 3


150
125
100
75
50
25
0
BPSG 에칭율(Å/min.)
40
30
20
10
0
선택비
a
b
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
C/F 비율

도면 4



도면 5


17
18
17
18
17
18
17
BPSG 막의
두께
2.1 μm
16
16
16
16
15
15
15
0.12 μm
0.14 μm
0.16 μm
포토레지스트막의 개구의 직경