



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0125009
(43) 공개일자 2017년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01J 37/3244 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7020315
(22) 출원일자(국제) 2017년01월31일
심사청구일자 2017년07월20일
(85) 번역문제출일자 2017년07월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2017/003258
(87) 국제공개번호 WO 2017/154407
국제공개일자 2017년09월14일
(30) 우선권주장
JP-P-2016-062977 2016년03월28일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1초메 24-14
(72) 발명자
테라쿠라 사토시
일본국 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1-24-14 가
부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내
모리 마사히토
일본국 도쿄도 미나토구 니시 신바시 1-24-14 가
부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
문두현

전체 청구항 수 : 총 9 항

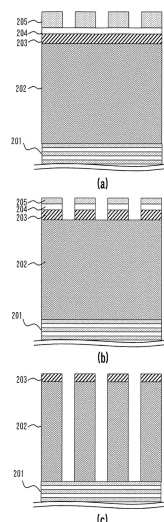
(54) 발명의 명칭 플라스마 처리 방법 및 플라스마 처리 장치

(57) 요약

본 발명은, 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 사용한 적층막을 에칭할 때, 고선택비, 고에칭 레이트를 실현함으로써 일관 가공을 가능하게 하고, 마스크 성막 공정을 간소화함에 의해 전후 공정 포함한 고스루공정을 실현하고, 또한, 수직 가공의 형상 제어성을 갖는 플라스마 처리 방법, 및 그 처리 장치를 제공한다.

본 발명은, 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 갖는 적층막을 플라스마 에칭함에 의해 마스크를 형성하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 산소 가스와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사불화실리콘 가스의 혼합 가스 또는 산소 가스와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사염화실리콘 가스의 혼합 가스를 사용해서 상기 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 플라스마 에칭하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 21/31116 (2013.01)

H01L 21/67069 (2013.01)

(72) 발명자

아라세 다카오

일본국 도쿄도 미나토쿠 니시 심바시 1-24-14 가부
시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈 내

이와세 다쿠

일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1-6-6 가부시
끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내

명세서

청구범위

청구항 1

붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 갖는 적층막을 플라즈마 에칭함에 의해 마스크를 형성하는 플라즈마 처리 방법에 있어서,

산소 가스와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사불화실리콘 가스의 혼합 가스 또는 산소 가스와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사염화실리콘 가스의 혼합 가스를 사용해서 상기 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 플라즈마 에칭하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 불소 함유 가스는, CHF_3 가스, CH_2F_2 가스, CH_3F 가스, NF_3 가스, CF_4 가스 또는 SF_6 가스이고,

상기 할로젠 가스는, Cl_2 가스, HBr 가스 또는 HI 가스인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 혼합 가스에 대한 상기 할로젠 가스의 유량 비율은, 상기 혼합 가스에 대한 상기 불소 함유 가스의 유량 비율보다 높은 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적층막이 성막된 시료를 재치(載置)하는 시료대에 1000W 이상의 고주파 전력을 공급 또는 상기 시료대에 1350V 이상의 피크간 고주파 전압을 인가함에 의해 상기 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 플라즈마 에칭하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

압력을 4Pa 이상으로 해서 상기 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 플라즈마 에칭하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

O_2 가스와 CHF_3 가스와 Cl_2 가스와 SiCl_4 가스의 혼합 가스를 사용해서 상기 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 플라즈마 에칭하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 7

어모퍼스 카본막을 갖는 적층막을 플라즈마 에칭함에 의해 마스크를 형성하는 플라즈마 처리 방법에 있어서,

산소 가스와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사불화실리콘 가스의 혼합 가스 또는 산소 가스와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사염화실리콘 가스의 혼합 가스를 사용해서 상기 어모퍼스 카본막을 플라즈마 에칭하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 8

시료가 플라스마 처리되는 처리실과, 상기 처리실 내에 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원을 구비하는 플라스마 처리 장치에 있어서,

제1 가스와 상기 제1 가스에 혼합되는 가스인 제2 가스를 복수의 영역을 통해 상기 처리실 내에 공급하는 가스 공급 기구를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 가스 공급 기구는, 복수의 가스가 혼합된 제1 가스를 상기 복수의 영역의 각각에 공급하는 제1 가스 배관과, 상기 제1 가스 배관에 접속되고 상기 제2 가스가 흐르는 제2 가스 배관을 갖는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 반도체 제조에 관계되는 플라스마를 사용해서 시료를 처리하는 플라스마 처리 방법, 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3차원 구조를 갖는 플래시 메모리(3D-NAND 등)의 게이트 제조 공정에 있어서는, 디바이스의 대용량화에 수반해서, 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같이 폴리 실리콘막과 실리콘산화막의 페어층 층수가 48층, 72층, 96층, 120층으로 증가해 오고 있으며, 플라스마 에칭 가공의 고(高)에스펙트화가 진행되고 있다.

[0003] 종래로부터, 이들 적층막을 에칭할 때는, 패터닝된 포토레지스트막(PR)과 반사 방지막(Bottom Anti-Reflection Coat : BARC)과 어모퍼스 카본막(Amorphous Carbon Layer : ACL, 이하, ACL막이라 함)의 적층막이 에칭 마스크로 해서 사용되어 왔지만, 고에스펙트화에 수반해서, 어모퍼스 카본막의 마스크의 두께 부족이 현재화해 왔다.

[0004] 그 때문에, ACL막에 붕소 원소(B)를 도프(함유)하여, 내(耐)플라스마성을 향상시킨 붕소를 함유하는 B-Doped ACL막이 채용되어 오고 있다. 종래의 ACL막을 에칭할 때는, 산소를 주체로 하여, COS나 질소를 첨가, 또는, 아르곤이나 헬륨으로 희석한 플라스마를 사용해서 레지스트의 패턴을 ACL막에 전사하고 있었지만, 10 내지 40% 정도의 붕소를 함유하는 B-Doped ACL막을 이 가스계로 에칭하는 것은 곤란했다.

[0005] 이 문제를 해결하기 위해, 특허문헌 2에는, 웨이퍼 스테이지의 온도를 100℃ 이상으로 함에 의해 붕소의 반응 생성물의 휘발성을 증가시켜 에칭을 행하는 방법이 개시되고, 특허문헌 3에는, CH₄, Cl₂, SF₆, O₂의 혼합 가스를 사용해서 불화붕소로 함에 의해, 반응 생성물 휘발성을 증가시키고 함께 Cl₂, CH₄로 가공 수직성을 제어함에 의해, 10~30℃의 상온에서 에칭하는 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본국 특개2015-144158호 공보

(특허문헌 0002) 일본국 특개2014-007370호 공보

(특허문헌 0003) US2015/0064914 A1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 특허문헌 2에 개시된 방법에서는, PR/BARC/SiON/B-doped ACL의 마스크 구조의 샘플을 에칭할 때, 포토레지스트막이 고온이기 때문에, 탄화하여 패턴이 손상된다. 또한, 하층의 실리콘/실리콘산화막의 페어층의 에칭 시에는

50℃ 이하의 저온측에서 에칭할 필요가 있기 때문에, 동일 챔버에 의한 마스크로부터 하지막까지의 에칭(소위 일관(一貫) 처리)이 가능하지 않다. 가령 일관 처리가 가능했다고 해도, 온도 대기 시간이 길어 에칭 처리의 스루풋이 저하하거나 한다는 문제가 생겼다.

[0008] 또한, 특허문헌 3에 개시된 방법에서는, 종래의 ACL막의 에칭시보다 대(對) 실리콘산질화막 선택비가 작기 때문에, 종래의 ACL막 에칭 시에 필요로 된 30-40nm 두께의 실리콘산질화막을 사용했을 경우, 하층의 SiO₂막까지 에칭이 도달할 수 없거나, 혹은, 에칭 진행 중, 실리콘산질화막의 개구부 근방에서부터 후퇴해 가서 파세팅이 발생하는 문제가 발생했다.

[0009] 그들 문제를 회피하기 위해, 실리콘산질화막을 두껍게 하거나 하는 방법을 채용해야만 하지만, 마스크 성막 공정에서의 스루풋이 크게 저하하고, 나아가 CoO(Cost of Ownership)를 크게 증가시키는 문제가 발생하고 있다.

[0010] 또한, 상하층막과의 조합에 따라, 붕소 농도나 사용하는 스테이지 온도의 중심값을 적절히 변경할 가능성이 있기 때문에, B-Doped ACL막의 에칭 시에는, 기타 형상 이상(異常)(사이드 에칭, 보잉, 에칭 스톱)을 해소할 수 있는 형상 제어성을 갖고, 수직에 가까운 에칭 가공을 실현할 수 있을 필요가 있다.

[0011] 이상, 본 발명은, 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 사용한 적층막을 에칭할 때, 고선택비, 고에칭 레이트를 실현함으로써 일관 가공을 가능하게 하고, 마스크 성막 공정을 간소화함에 의해 전후 공정 포함한 고스루풋화를 실현하고, 또한, 수직 가공의 형상 제어성을 갖는 플라스마 처리 방법, 및 그 처리 장치를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은, 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 갖는 적층막을 플라스마 에칭함에 의해 마스크를 형성하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 산소 gas와 불소 함유 gas와 할로젠 gas와 사불화실리콘 gas의 혼합 gas 또는 산소 gas와 불소 함유 gas와 할로젠 gas와 사염화실리콘 gas의 혼합 gas를 사용해서 상기 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 플라스마 에칭하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명은, 시료가 플라스마 처리되는 처리실과, 상기 처리실 내에 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원을 구비하는 플라스마 처리 장치에 있어서, 제1 gas와 상기 제1 gas에 혼합되는 가스인 제2 gas를 복수의 영역을 통해 상기 처리실 내에 공급하는 가스 공급 기구를 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 의해 무기막을 마스크로 해서 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막을 고에칭 레이트 또한 고선택비로 에칭을 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 평행 평판형의 유자장(有磁場) VHF 드라이 에칭 장치의 종단면도.

도 2는 본 발명의 플라스마 처리 방법의 일 실시예에 있어서의 에칭 형상을 나타내는 도면.

도 3은 형상 이상을 나타내는 에칭 단면의 모식도.

도 4는 본 발명에 있어서의 B-Doped ACL 에칭 레이트 및 마스크 선택비에 대한 바이어스 전력 의존성을 나타내는 도면.

도 5는 본 발명에 있어서의 B-Doped ACL 에칭 레이트 및 마스크 선택비에 대한 압력 의존성을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하, 본 발명의 실시예를 도 1 내지 도 5에 의해 설명한다. 도 1은 본 발명의 플라스마 처리 장치의 일례인 평행 평판형의 유자장 VHF 드라이 에칭 장치의 종단면도이다.

[0017] 원통 형상의 내부 공간을 갖고 처리실인 진공 용기(101) 내의 하부에는, 상면에 시료인 웨이퍼(102)를 재치하는 시료대(103)가 설치되어 있다. 시료대(103)에는 제1 정합기(104)를 통해 바이어스 인가용의 고주파 전원(105) 및 웨이퍼 정전 흡착용의 직류 전원(106)이 접속되어 있다. 또한, 시료대(103)에는 온도(溫調) 유닛(107)이 접

속되어 있다. 고주파 전원(105)은, 이 경우, 주파수 4MHz를 사용하고 있다.

- [0018] 또한, 진공 용기(101) 내의 하부에는, 배기구가 설치되고, 이 배기구에 도시를 생략한 배기 장치가 연결된다. 진공 용기(101) 내의 상부에는, 시료대(103)의 웨이퍼 채치면에 대향해서 평판상의 안테나(108)가 설치되고 제2 정합기(109)를 통해 플라즈마 생성용의 고주파 전원(110)이 접속되어 있다. 고주파 전원(110)은, 본 실시예에 있어서 주파수 200MHz의 VHF파를 사용하고 있다. 또한, 진공 용기(1) 외부의 상면 및 외주에는, 진공 용기(101) 내에 자장을 형성하는 솔레노이드 코일(111)이 설치되어 있다. 솔레노이드 코일(111)은, 진공 용기(101)의 축 방향에서 시료대(103)를 향하는 발산 자장을 형성한다.
- [0019] 시료대(103)에 대향하는 안테나(108)의 하면에는 다수의 가스 공급 구멍을 갖는 샤워 플레이트(112)가 설치되고, 안테나(108)와 샤워 플레이트(112) 사이에, 내측 공간과 내측 공간을 둘러싸는 외측 공간이 형성되고, 각각의 공간에 가스 공급 구멍이 연결되어 있다. 내측 공간에는 내측 가스 공급로(113)가 설치되고, 외측 공간에는 외측 가스 공급로(114)가 설치되어 있다. 내측 가스 공급로(113)에는 메인 가스 계통(115)과 내측 첨가 가스 계통(116)을 혼합해서 접속하고, 외측 가스 공급로(114)에는 메인 가스 계통(115)과 외측 첨가 가스 계통(117)을 혼합해서 접속하고 있다.
- [0020] 메인 가스 계통(115)은, 산소와 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 불활성 가스로 이루어지는 혼합 가스인 제1 가스의 가스 계통이고, 본 실시예에 있어서는, 불소 함유 가스는 CHF_3 이고, 할로젠 가스는 Cl_2 이고, 불활성 가스는 N_2 이다. 메인 가스 계통(115)은, 가스원 O_2 의 유량을 제어하는 유량 제어기A(118)와, 가스원 CHF_3 의 유량을 제어하는 유량 제어기B(119)와, 가스원 Cl_2 유량을 제어하는 유량 제어기C(120)와, 가스원 N_2 의 유량을 제어하는 유량 제어기D(121a)와, 이들 유량 제어기(118 내지 121a)에 각각 접속한 스톱 밸브(123)와, 각각의 스톱 밸브(123)를 통해 혼합된 가스가 공급되는 가스 분류기(124)로 이루어진다.
- [0021] 내측 첨가 가스 계통(116) 및 외측 첨가 가스 계통(117)은, 실리콘 함유 가스(사염화실리콘 가스 또는 사불화실리콘 가스)와 불활성 가스로 이루어지는 혼합 가스인 제2 가스의 가스 계통이고, 본 실시예에 있어서는, 실리콘 함유 가스는 SiCl_4 이고, 불활성 가스는 N_2 이다. 내측 첨가 가스 계통(116)은, 가스원 N_2 의 유량을 제어하는 유량 제어기D(121b)와, 가스원 SiCl_4 의 유량을 제어하는 유량 제어기E(122a)와, 이들 유량 제어기(121b 및 122a)에 각각 접속한 스톱 밸브(123)로 이루어지고, 각각의 스톱 밸브(123)를 통해 혼합된 가스를 공급한다. 외측 첨가 가스 계통(117)은, 가스원 N_2 의 유량을 제어하는 유량 제어기D(121c)와, 가스원 SiCl_4 의 유량을 제어하는 유량 제어기E(122b)와, 이들 유량 제어기D(121c 및 122b)에 각각 접속한 스톱 밸브(123)로 이루어지고, 각각의 스톱 밸브(123)를 통해 혼합된 가스를 공급한다.
- [0022] 유량 제어기(118 내지 121a)에 의해 각 가스원으로부터의 가스 유량을 각 설정 유량으로 조정된 각 가스는, 가스 유량 분류기(115)에 의해 내측 가스 공급로(113)와 외측 가스 공급로(114)로 소정의 비율로 분류되어 흘러진다. 유량 제어기(121b 및 122a)에 의해 각 가스원으로부터의 가스 유량을 각 설정 유량으로 조정된 각 가스는, 가스 유량 분류기(115)에 의해 내측 가스 공급로(113)로 분류된 가스와 혼합되어 샤워 플레이트(112)의 내측 공간에 공급되며, 가스 공급 구멍을 통해 진공 용기(101)의 중앙측에 공급된다.
- [0023] 유량 제어기(121c 및 122b)에 의해 각 가스원으로부터의 가스 유량을 각 설정 유량으로 조정된 각 가스는, 가스 유량 분류기(115)에 의해 외측 가스 공급로(114)로 분류된 가스와 혼합되어 샤워 플레이트(112)의 외측 공간에 공급되며, 가스 공급 구멍을 통해 진공 용기(101)의 중앙부를 둘러싸는 외측에 공급된다.
- [0024] 즉, 메인 가스는 가스 유량 분류기(124)에 의해 샤워 플레이트의 분리된 내외 영역에 맞춰 소정의 비율로 분할하고, 각각 유량 조정된 첨가 가스를 소정 비율로 분할된 각 메인 가스에 합류시켜서, 샤워 플레이트의 내외 영역에 공급한다. 이에 의해, 진공 용기(101) 내의 샤워 플레이트(112) 하방 반경 방향으로, 각 가스 성분을 임의로 조정된 면내 분포를 얻을 수 있다.
- [0025] 또한, 본 실시예에서는 샤워 플레이트(112) 내의 가스 저류 공간을 내외의 2 영역으로 분리했지만, 3 영역 이상이어도 되고, 또한, 원주 방향으로 복수 분리해도 되고, 분리된 수에 맞춰 가스 유량 분류기(124)의 분할 수를 설정하고, 동일 가스 종류의 첨가 가스 계통의 수를 마련하면 된다.
- [0026] 또한, 이와 같은 가스 영역 분할의 효과는, 샤워 플레이트(112)와 시료대(103)와의 거리가 좁을 수록 효과가 있다.
- [0027] 상술한 바와 같이 구성된 장치에 의해 다음과 같이 처리가 행해진다.

- [0028] 도시 생략된 반송 장치에 의해 진공 용기(101) 내에 반입된 웨이퍼(102)가 시료대(103) 상에 배치되고, 직류 전원(106)으로부터의 전압 인가에 의해 웨이퍼(102)가 시료대(103) 상에 정전 흡착된다. 시료대(103)에 흡착·유지된 웨이퍼(102)의 이면에는 전열(傳熱) 가스인 H_2 가스가 공급되고, 온조 유닛(107)에 의해 온도 조정된 시료대(103)와의 사이에서 열전달이 행해져 웨이퍼(102)가 소정의 처리 온도로 유지된다.
- [0029] 웨이퍼(102)가 시료대(103)에 유지된 후, 진공 용기(101) 내에, 메인 가스 계통(115), 내측 첨가 가스 계통(116) 및 외측 첨가 가스 계통(117)으로부터 내측 가스 공급로(113) 및 외측 가스 공급로(114)에 각각 유량 제어된 처리 가스인 O_2 , CHF_3 , Cl_2 , $SiCl_4$, N_2 의 혼합 가스가 공급된다. 공급된 혼합 가스는, 샤워 플레이트(112)를 통해 진공 용기 내에 공급되고, 진공 용기(101) 내에서 소정의 처리 압력으로 유지되고, 고주파 전원(110)으로부터의 200MHz의 고주파 전력과 함께 슬레노이드 코일(111)로부터의 자장의 작용에 의해 혼합 가스가 여기되어 플라스마화된다.
- [0030] 플라스마가 생성된 후에는, 고주파 전원(105)에 의해 시료대(103)에 바이어스용의 고주파 전력을 공급한다. 이에 의해 플라스마 중의 이온이 웨이퍼(2)에 입사하고, 웨이퍼(102)의 에칭 처리가 행해진다. 이때, 진공 용기(101) 내에 공급하는 각 가스 성분을 반경 방향에서 임의로 조정되어 있고, 플라스마 중에 있어서는 그 면내 분포에 따라 해리된 가스 성분의 라디칼이나 이온이 분포하며, 웨이퍼(102) 면내의 에칭 처리에 균일하게 작용하도록 조정되어 있다.
- [0031] 여기에서, 피에칭제인 웨이퍼(102)는, 도 2의 (a)에 나타내는 적층막을 갖는다. 웨이퍼 기판 상에는 페어층(201), 본 실시예에 있어서는, 실리콘산화막(SiO_2)과 폴리 실리콘막(Poly-Si)을 번갈아 적층한 적층막이 설치되고, 페어층(201) 상에 순차, ACL막(B-Doped ACL막)(202), 실리콘산질화막($SiON$)(203), 반사 방지막(BARC)(204), 포토레지스트막(PR)(205)이 설치되어 있다.
- [0032] 다음으로 상술 구조의 막의 에칭 처리에 대해 설명한다. 우선, 도 2의 (b)에 나타내는 바와 같이, 회로 패턴을 노광된 포토레지스트막(205)을 마스크로 해서 반사 방지막(204), 실리콘산질화막(203)을 에칭에 의해 패턴을 전사한다. 이 실리콘산질화막(203)의 에칭 처리에서는, CHF_3 가스와 SF_6 가스의 혼합 가스를 사용한다. 또한, 이때, 포토레지스트막(205) 및 반사 방지막(204)을 제거하는 처리를 넣어도 된다. 이어서 도 2의 (c)에 나타내는 바와 같이 실리콘산질화막(203)을 마스크로 해서 B-doped ACL(202)을 에칭한다.
- [0033] 본 발명에서는, 실리콘산질화막(203)을 마스크로 해서 ACL막(202) 중의 붕소를 에칭하기 위해, 종래 ACL의 에칭트인 산소에 더해, 불소 함유 가스와 할로젠 가스와 사염화실리콘 가스($SiCl_4$) 또는 사불화실리콘 가스(SiF_4)의 혼합 가스를 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0034] 이때, 가스 전체에 대한 할로젠 가스의 비율은, B-Doped ACL(202)에 포함되는 붕소의 함유량(예를 들면 5-70%)과 온조 유닛(107)의 설정 온도에 따라 적절히 설정한다. 본 실시예에서는, 55%의 붕소 농도의 B-Doped ACL막을 에칭할 경우, 온조 유닛(107)의 온도를 $50^{\circ}C$ 로 하고, O_2 가스와 CHF_3 가스와 Cl_2 가스와 $SiCl_4$ 가스의 혼합 가스를 사용했다. 이 경우, 각 가스 종류의 경향은, 이하와 같이 된다.
- [0035] 우선, 가스 전체의 유량에 대해 CHF_3 의 비율이 높으면 불소 라디칼의 공급이 과잉으로 되어, 붕소는 처음부터, 카본과의 반응도 촉진되고, 도 3의 (a)에 나타내는 바와 같이 B-Doped ACL막(202)에 사이드 에칭(301)이나 보잉(302)이 발생한다. 또한, CHF_3 의 비율이 낮으면 에칭이 진행하지 않고, 도 3의 (b)에 나타내는 바와 같이 에칭 스톱(303)으로 된다. 그리고, Cl_2 를 첨가하고, CHF_3 와의 가스 비를 적절히 제어함에 의해 사이드 에칭 억제와 고에칭 레이트를 양립하는 것이 가능해진다.
- [0036] 또한, 일반적으로 시료대(103)의 온도는, B-Doped ACL막의 상방의 막으로부터 하방의 막까지의 일관 처리에 있어서 고스루풋을 유지하기 위해, B-Doped ACL막의 상방의 막으로부터 하방의 막까지의 에칭에 적절한 각각의 온도의 차가 $\pm 10^{\circ}C$ 이내로 되도록 설정(스텝간의 변화를 $1^{\circ}C/s$ 의 경우, 온도 변화 대기 시간 10s 이내)하는 것이 바람직하다. 또한, BDoped ACL막의 상방 및 하방의 층의 재질 변경에 따라 시료대(103)의 온도를 변화시키는 것이 일반적이다.
- [0037] 따라서, B-Doped ACL막의 상방의 막으로부터 하방의 막까지를 일관 처리할 때, 시료대(103)의 온도를 필요에 따라 올리고, CHF_3 의 유량 비는, 각각의 막에서 저하, 증가시킨 상태에서 고(高)에칭 레이트를 유지하고, 또한 CHF_3 가스에 대한 Cl_2 가스 비율을 제어함에 의해 고에칭 레이트와 수직성을 양립하는 것이 가능해진다. 반대로

시료대(103)의 온도를 낮게 할 경우는, 온도 저하에 의해 불소 라디칼의 반응 확률이 저감함에 의해 사이드 에칭을 저감시킬 수 있기 때문에, CHF_3 가스에 대한 Cl_2 가스 비율을 저하시키면 된다. 즉, 시료대(103)의 온도를 조정함에 의해 보잉 형상이나 테이퍼 형상의 각도의 조정을 할 수도 있다.

[0038] CHF_3 가스에 대한 Cl_2 가스 비율을 높게 설정함에 의해 이방성이 높은 형상을 얻을 수 있지만, 더 고바이어스 전력, 고압력 영역을 사용함에 의해 종래의 ACL 에칭과 동등 이상의 고레이트의 처리가 가능해진다. 또한, 고바이어스 화는, 반응 생성물의 증가에 의한 측벽 보호 증가의 효과가 있고, 사이드 에칭이나 보잉 형상으로 되는 것을 억제하는 효과가 있다. 또한 도 4에 나타내는 바와 같이 B-Doped ACL막의 에칭 레이트(401)는, 바이어스 전력이 1000W 이하인 영역에 있어서 바이어스 전력의 증가에 수반해서, 크게 증가하지만, 1000W 이상인 영역에서는 완만하게 증가한다.

[0039] 또한, 마스크 선택비(402)는, 바이어스 전력의 증가에 수반해서, 완만하게 감소하지만, 감소폭은, 작다. 즉, B-Doped ACL막을 고에칭 레이트로 처리하려면, 바이어스 전원의 전력 설정은 1000W 이상으로 하는 것이 바람직하다. 이때, 4MHz의 1000W에서는, 정현파의 피크간 전압인 V_{pp} 가 1350V이기 때문에, 바이어스 주파수가 서로 다른 경우는, 이 V_{pp} 이상으로 되는 전원 전력, 또는 직접 V_{pp} 제어함에 의해 조정할 수 있다.

[0040] 또한 고압화는, 라디칼 플럭스가 증가하고, 플라스마 밀도가 저하하기 때문에, 도 5에 나타내는 바와 같이 고압화에 수반해서, B-Doped ACL막의 에칭 레이트(501)는 증가하고, 선택비도 증가한다. 선택비(502)는, 압력이 4Pa 이상인 영역에서는 포화하고 있기 때문에, 압력 설정은 4Pa 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0041] 그리고, 본 발명에서는, 사염화실리콘 가스 또는 사불화실리콘 가스를 첨가함에 의해 실리콘산화 화합물이 마스크인 실리콘산질화막(203)에 퇴적하고, 실리콘산질화막(203)의 에칭량이 감소하기 때문에, 선택비를 증가시킬 수 있다. 또한, 마스크의 나머지 양이 증가하기 때문에, 마스크의 후퇴를 감소시킬 수 있어, 도 3의 (c)에 나타내는 바와 같이 형상의 상부의 파세팅(304)을 억제하는 것이나, 마스크 막두께를 예를 들면, 30-40nm와 같은 종래의 ACL 에칭 처리 정도의 두께로 할 수 있다. 이에 의해 마스크 성막 공정의 복잡화를 회피하고, 스루풋, CoO 향상하는 것이 가능해진다.

[0042] 이상과 같이 Cl_2 가스에 대한 CHF_3 가스의 비와 바이어스 전력에 의해 수직성의 조정은 가능하기 때문에, 웨이퍼 스테이지는 100℃ 이하이면 된다. 그러나, B-Doped ACL막의 상방 및 하방의 적층막을 1 챔버에서 일관 가공해서 고스루풋을 유지하기 위해서는, 0℃ 이상 60℃ 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0043] 또한, 본 실시예에서는 불소 함유 가스로서 CHF_3 가스를 사용했지만, 기타 CH_2F_2 가스, CH_3F 가스, NF_3 가스, CF_4 가스, SF_6 가스를 사용해도 된다. 또한, Cl_2 가스 외에 Br 함유 가스의 HBr 가스, HI 가스를 사용해도 된다. 또한 SiCl_4 가스 외에 SiF_4 가스를 사용해도 된다. 예를 들면, CHF_3 가스보다 다량의 불소를 발생시키는 NF_3 가스, CF_4 가스, SF_6 가스 등을 사용했을 경우, 불소계 가스 비를 CHF_3 가스의 사용시보다 저하시키거나, 또는, 시료대(103)의 설정 온도를 저하시킴에 의해 수직 형상을 유지할 수 있다.

[0044] 또한 본 실시예에서는, 산소 gas와 불소 함유 gas와 할로젠 gas와 사염화실리콘 gas의 혼합 gas 또는 산소 gas와 불소 함유 gas와 할로젠 gas와 사불화실리콘 gas의 혼합 gas를 사용해서 붕소를 함유하는 어모퍼스 카본막을 플라스마 에칭하는 예였지만, 산소 gas와 불소 함유 gas와 할로젠 gas와 사염화실리콘 gas의 혼합 gas 또는 산소 gas와 불소 함유 gas와 할로젠 gas와 사불화실리콘 gas의 혼합 gas를 N_2 가스, Ar 가스, He 가스, Xe 가스, Kr 가스 등의 불활성 gas에 의해 희석해도 본 실시예와 동등한 효과를 나타낼 수 있다.

[0045] 또한, HBr 가스를 사용했을 경우는, Cl_2 가스보다 반응성이 낮기 때문에, Cl_2 가스보다 작은 유량으로 조정 가능하다. SiF_4 가스를 사용했을 때는, 산화막의 전구체임과 동시에 불소 원소의 공급원이기도 하기 때문에, 불소계 가스의 양을 저하시키면서, 적절히 유량을 조정함에 의해 고선택비를 실현할 수 있다.

[0046] 또한, 본 실시예에서는, 붕소가 함유된 어모퍼스 카본막인 B-Doped ACL막의 마스크 형성 예였지만, 본 발명에 따른 드라이 에칭을 붕소가 함유되어 있지 않은 어모퍼스 카본막에 적용해도 본 실시예와 동등한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 드라이 에칭을 종래의 어모퍼스 카본막에 적용해도 본 실시예와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

[0047] 왜냐하면, 붕소가 함유되어 있지 않은 어모퍼스 카본막의 주성분이 붕소를 함유하는 어모퍼스 카본막의 주성분과 동일한 유기재이고, 사염화실리콘 가스 또는 사불화실리콘 가스를 첨가함에 의해 실리콘산화 화합물이 마스크

크인 실리콘산질화막(203)에 퇴적하고, 실리콘산질화막(203)의 에칭량이 감소함에 의해 선택비를 향상시키고 있기 때문이다.

[0048] 또한 본 발명에 따른 드라이 에칭 방법을 실시하기 위해서는, 상술한 가스 종류를 구비하고, 또한 3000W 정도의 바이어스를 인가할 수 있고, 4Pa 이상의 고압력에서 균일한 에칭 장치가 필요하다. 본 실시예에서는, 도 1에 나타난 평행 평판 구조의 VHF 에칭 장치를 사용하였지만, 다른 CCP(Capacitively Coupled Plasma), ICP(Inductively Coupled Plasma), μ 파 ECR(Micro Wave Electron Cyclotron Resonance) 등의 다른 플라스마 원을 사용한 플라스마 에칭 장치에 있어서도, 압력, 가스 유량, 가스비, 바이어스 전력, 주파수, 스테이지 온도 등을 조정함에 의해 본 실시예와 마찬가지로 효과를 얻을 수 있다.

[0049] 이상, 본 발명에 의해, 무기막을 마스크로 해서 어모퍼스 카본막을 고에칭 레이트 또한 고선택비로 에칭을 할 수 있기 때문에, 전후 공정 포함한 일관 에칭 처리를 가능하게 하고, 마스크 성막 공정을 간소화함에 의한 전후 공정 포함한 고스루풋화를 실현하는 것이 가능해진다.

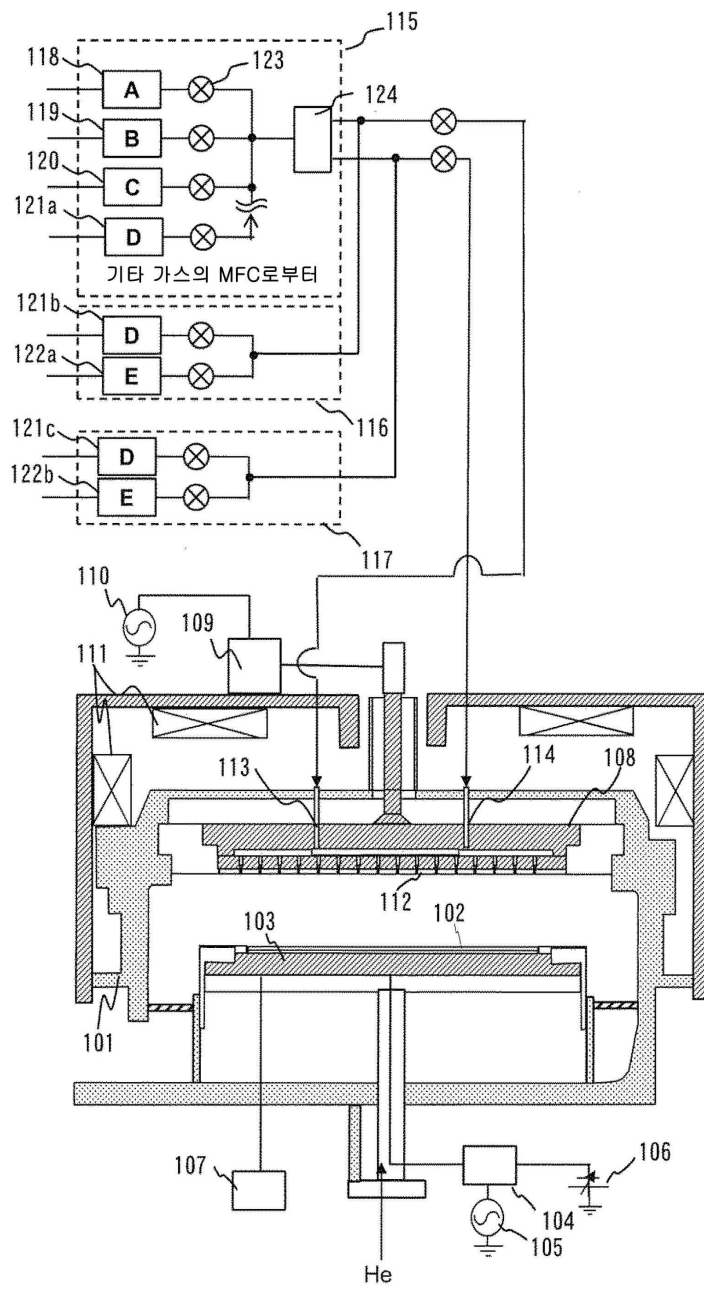
부호의 설명

- [0050]
- 101 : 진공 용기
 - 102 : 웨이퍼
 - 103 : 시료대
 - 104 : 제1 정합기
 - 105 : 바이어스 인가용의 고주파 전원
 - 106 : 직류 전원
 - 107 : 온조 유닛
 - 108 : 안테나
 - 109 : 제2 정합기
 - 110 : 플라스마 생성용의 고주파 전원
 - 111 : 솔레노이드 코일
 - 112 : 샤워 플레이트
 - 113 : 내측 가스 공급로
 - 114 : 외측 가스 공급로
 - 115 : 메인 가스 계통
 - 116 : 내측 첨가 가스 계통
 - 117 : 외측 첨가 가스 계통
 - 118 : 유량 제어기A
 - 119 : 유량 제어기B
 - 120 : 유량 제어기C
 - 121a : 유량 제어기D
 - 121b : 유량 제어기D
 - 121c : 유량 제어기D
 - 122a : 유량 제어기E
 - 122b : 유량 제어기E
 - 123 : 스톱 밸브

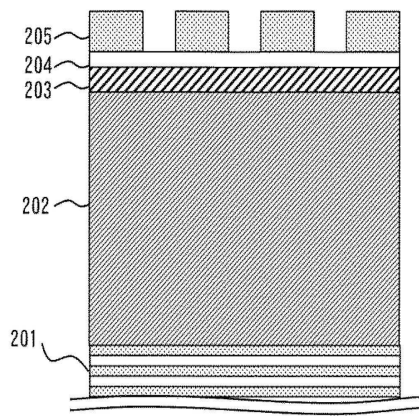
- 124 : 가스 분류기
- 201 : 실리콘산화막과 폴리 실리콘막의 패어층
- 202 : B-Doped ACL막
- 203 : 실리콘산질화막
- 204 : 반사 방지막
- 205 : 포토레지스트막
- 301 : 사이드 에칭
- 302 : 보잉
- 303 : 에칭 스톱
- 304 : 파세팅

도면

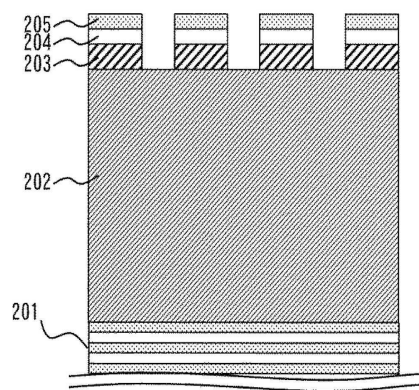
도면1



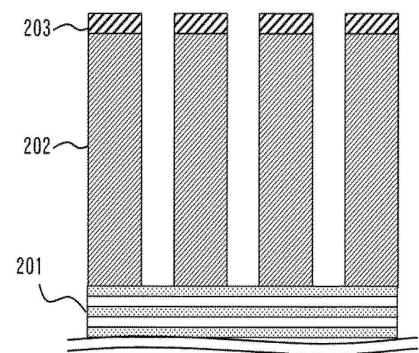
도면2



(a)

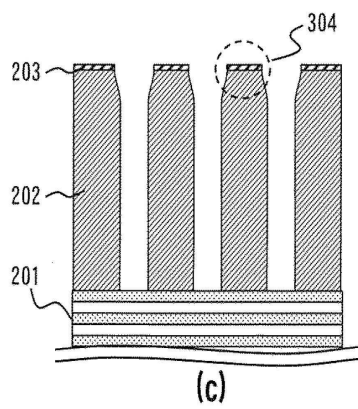
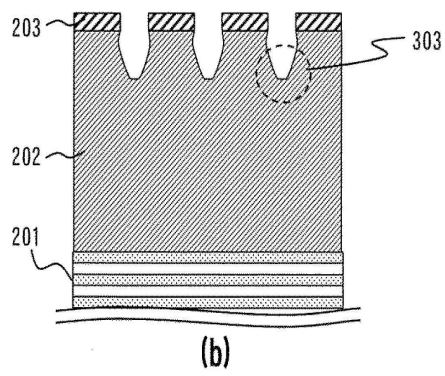
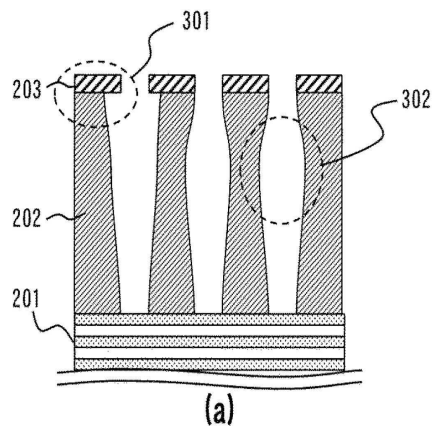


(b)

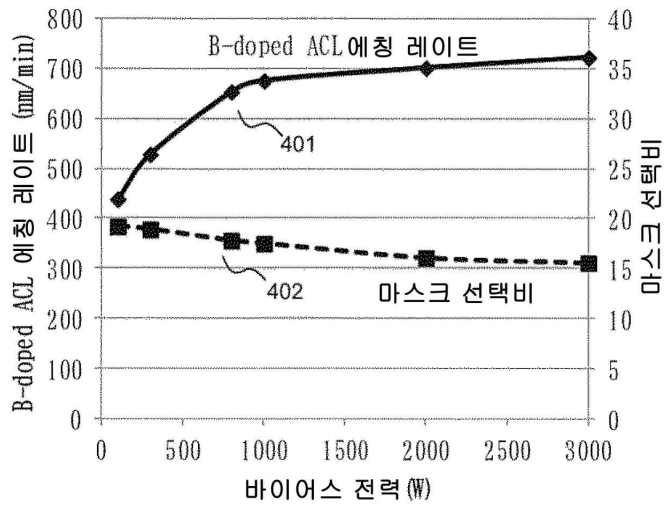


(c)

도면3



도면4



도면5

