(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
H01L 21/31

(45) 공고일자 2004년05월17일
(11) 등록번호 10-0415214
(24) 등록일자 2004년01월02일

(21) 출원번호 10-1996-0010132
(22) 출원일자 1996년04월04일

(65) 공개번호 10-1996-0039123
(43) 공개일자 1996년11월21일

(30) 우선권주장 95-106989 1995년04월05일 일본(JP)
95-353549 1995년12월29일 일본(JP)

(73) 특허권자 동경 엘렉트론 주식회사
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자 아마노 히데아키
일본국 가나가와현 자마시 고마츠바라 2-2018, 구리오 미나미린 칸 니반칸, 609

가타기리 겐이치
일본국 가나가와현 요코하마시 미나미구 나가타히가시 2정목 23 번 41호

도라구치 마코토
일본국 가나가와현 요코스카시 오타와 1정목 8번8호

(74) 대리인 김윤배

심사관 : 신창우

(54) 플라즈마 성막방법

요약

플라즈마 생성가스와 반응가스는 진공용기로 도입되고, 플라즈마 생성을 위한 마이크로파와 자계가 진공용기에 인가되며, 플라즈마는 ECR을 이용하여 생성되고, 예컨대 알루미늄배선상에 SiO_2 또는 SiOF막이 형성된다. 성막의 초기시에, 스테이지에 인가된 플라즈마 도입을 위한 고주파 전력의 값은 예컨대 미리 '0'(초기값이 0인 것을 포함함)으로 조정된다. 그러면, 웨이퍼의 표면상의 자기바이어스 전압이 '0'이기 때문에, 예컨대 웨이퍼 표면의 전위분포는 실질적으로 플라즈마의 전위분포에 의존한다. 그러나, 평면방향에서 플라즈마의 전위차가 기껏해야 1볼트정도로 작기 때문에, 웨이퍼상에 미리 형성된 게이트 산화막에 인가되는 전압은 기존의 막을 손상시키지 않을 정도로 충분히 낮다. 그리고 나서, SiO_2 또는 SiOF막이 10nm의 불충분한 두께로 성막된 후에, 예컨대 플라즈마 도입을 위한 고주파 전력은 평균전력값(제2의 값)으로 조정되어 스테이지에 인가된다. 그 결과, 강한 이방성 플라즈마가 생성되고, 자기바이어스에 대응하는 전위분포가 웨이퍼의 평면방향에 형성된다. 그러나, 불충분한 SiO_2 절연막이 웨이퍼 표면 예컨대 알루미늄배선상에 형성되기 때문에, 이 SiO_2 절연막에 의해 기존의 게이트 산화막에 인가되는 전압이 낮아진다. 따라서, 게이트 산화막의 손상을 방지할 수 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

제1도는 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 처리장치를 나타낸 단면도,
제2도는 본 발명의 실시예에 따른 방법의 시퀀스를 나타낸 타임챠트,
제3도(A) 및 제3도(B)는 본 발명의 방법에서의 성막의 초기시의 웨이퍼 표면의 상태를 각각 나타낸 다이아그램 및 그래프,
제4도(A) 및 제4도(B)는 본 발명의 방법에서의 성막 도중의 웨이퍼 표면의 상태를 각각 나타낸 다이아그램 및 그래프,
제5도(A) 및 제5도(B)는 본 발명의 다른 실시예에 따른 방법의 시퀀스를 나타낸 타임챠트,
제6도는 종래의 플라즈마 처리장치를 나타낸 개략적인 단면도,
제7도는 종래의 플라즈마 처리방법의 시퀀스를 나타낸 타임챠트,
제8도는 웨이퍼 표면상의 전위분포를 나타낸 다이아그램이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[산업상의 이용분야]
본 발명은 전자 사이클로트론 공명(이하, ECR이라고도 함)을 이용한 플라즈 마 성막방법에 관한 것이다.
일반적으로, 반도체 집적회로를 제조하기 위한 공정에 있어서는, 반도체 웨이퍼상에 도체 또는 비도체의 박막형성조작과 에칭조작 등을 반복하여 목적으로 하는 집적회로를 형성하고 있다.
집적회로의 배선패턴으로서는 주로 알루미늄배선이 이용되고 있고, 이 배선을 절연하기 위한 층간 절연막의 재료로서는 SiO_2 또는 SiOF막이 이용된다. SiO_2 또는 SiOF막은 마이크로파와 자계를 조합시킨 ECR 플라즈마 처리에 의해 막질이 양호한 것으로 형성될 수 있다.
제6도는 ECR 플라즈마 처리를 행하는 종래의 플라즈마 처리장치의 일례를 나타내고 있다. 진공용기(1)내에 예컨대 2.45GHz의 마이크로파를 도파관(도시하지 않음)을 통해 공급함과 동시에, 소정의 크기, 예컨대 875G(가우스)를 갖는 자계를 자기코일(10)에 의해 인가한다. 마이크로파와 자계의 상호작용(공명)으로 Ar 및 O_2 등의 플라즈마 생성가스를 고밀도 플라즈마화한다. 이 플라즈마에 의해 SiH_4 또는 SiF_4 가스 등의 반응가스를 활성화시켜 이온시드를 형성하고, 스테이지(11)상의 반도체 웨이퍼(W)의 표면에 스퍼터 에칭과 퇴적을 동시진행으로 실시하도록 되어 있다. 서로 반대되는 스퍼터 에칭조작과 퇴적조작은 거시적으로 보면 퇴적조작의 쪽이 스퍼터 에칭보다 더 잘 이루어지도록 제어되어 전체로서 퇴적을 행한다.
이러한 ECR 플라즈마 처리를 행할 때에는, 일반적으로는 스테이지(11)에 고주파 전원공급장치(12)에 의해 13.56MHz의 부(negative)의 고주파 바이어스 전압을 인가하여, 웨이퍼측으로 양이온을 가능한 한 끌어 당겨 스퍼터링효과를 가능한 한 발휘시키도록 하고 있다. 그 시퀀스에 대해서는, 제7도에 나타낸 바와 같이 먼저 시간(t_a)에서 가스를 진공용기(1)내로 공급하고, 이어서 시간(t_b)에서 마이크로파의 공급 및 고주파 바이어스전압의 인가를 동시에 행하도록 되어 있다. 이와 같이 고주파 바이어스전압을 인가하는 이유는 다음과 같다. 스테이지가 어느 바이어스도 이루어지고 있지 않은 경우에는, 퇴적만이 미리 행해지므로, 알루미늄 배선간에 공간이 형성될 확률이 높다. 반면에, 상술한 바와 같이 부의 바이어스전압을 인가하면, 스퍼터링 에칭과 동시에 퇴적이 행해지므로, 알루미늄 배선의 에지부의 퇴적물이 스퍼터링 에칭의 영향을 주로 받아 이 부분의 성막이 억제된다. 그 결과, 알루미늄 배선간의 개구(recess)가 넓어져서 깊은 부분까지 충분히 퇴적이 이루어져 빈 공간이 없는 매립이 가능하게 되기 때문이다.
웨이퍼(W)에 예컨대 13.56MHz와 같이 높은 주파수의 고주파 바이어스가 인가되면, 전자는 이 주파수에 추종하여 이동할 수 있다. 그렇지만, 플라즈마중의 이온은 고주파에 추종하여 이동할 수 없기 때문에, 웨이퍼(W)의 표면에 전자가 축적된다. 그리고 이 전자가 포화하면, 웨이퍼 표면은 어떤 크기의 자기 바이어스 전위를 갖게 되어 웨이퍼(W)의 면내에서 전위분포가 생긴다.
이와 같이 면내에 전위분포가 생기는 이유는 다음과 같다. 제8도에 나타낸 바와 같이, 자속이 웨이퍼 표면에 대해 똑같이 수직이라고 하는 것이 아니고 진공용기(1)의 중심축으로부터 벌어짐에 따라 하류가 넓어지도록 되어 있다. 이 때문 에, 자속의 수직성이 중심부에서 보다 웨이퍼의 주연부에서 열화되고, 따라서 전자의 도달이 중심부보다도 지연된다. 다른 추측가능한 이유는, 그라운드측의 진공용기(1)가 제6도에 나타낸 바와 같이 웨이퍼(W)에 완전히 대향하고 있지 않다는 것이다.
그렇지만, 웨이퍼 표면의 예컨대 알루미늄배선상에는 디바이스의 층간 절연막을 성막하는 경우, 상술한 바와 같이 면내의 전위가 균일하지 않으면, 이미 형성되어 있는 절연막 예컨대 트랜지스터의 게이트 산화막이 손상을 받는 경우가 있다. 이것은, 트랜지스터의 하지(下地: 밑바탕)의 기판이 면방향으로 동전위이기 때문에, 성막 초기시에, 즉 알루미늄배선이 실질적으로 노출하고 있는 단계에 상기 기판을 매개해서 게이트 산화막에 상술한 전위분포에 대응한 전위차가 가해진다. 그런데, 게이트 산화막은 예컨대 50 100Å으로 대단히 얇고, 그 내압이 10볼트정도이다. 따라서, 상술한 전위차가 내압을 초과하는 값으로 되는 일이 있고, 이 경우에 게이트 산화막이 열화되거나, 나아가서는 파괴에

이르리라고 생각된다.
이와 같이 종래의 ECR 플라즈마 처리방법에 의해 예컨대 층간 절연막을 형성하는 경우에는, 게이트 산화막이 손상을 받을 우려가 있어 제품의 수율 향상의 장애로 되고 있었다.
[발명의 목적]
본 발명은 이러한 사정하에 이루어진 것으로, 그 목적은 ECR 플라즈마 처리에 의해 절연막을 형성함에 있어, 이미 형성되어 있는 게이트 산화막 등의 박막으로의 손상을 방지할 수 있고, 제품의 수율을 향상시킬 수 있는 플라즈마 성막방법 을 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 플라즈마 성막방법은, 전자 사이클로트론 공명을 이용하여 플라즈마가스를 플라즈마화하고, 그 플라즈마에 의해 반응가스를 활성화시켜 피처리기판상에 절연막을 성막하는 플라즈마 성막방법에 있어서,
진공용기에 수용된 스테이지를 향하여 자속을 형성하고, 이 스테이지상에 피처리기판을 지지하는 공정과,
상기 진공용기내에 미리 결정된 값의 마이크로파 전력을 인가하고, 상기 플라즈마가스를 플라즈마화하기 위해 자계와 협력하여 공명작용을 발생시키는 공정 및,
상기 스테이지를 향하여 상기 플라즈마를 도입하기 위해 상기 스테이지 상에 바이어스 고주파 전력을 인가하는 공정을 포함하고,
상기 각 공정에 있어서 상기 바이어스 고주파 전력의 값을 성막의 초기시에 제1의 값으로 조정하고, 성막의 초기 이후에는 제1의 값보다 큰 플라즈마 도입을 위한 제2의 값으로 조정하는 것을 특징으로 한다.
우선, 플라즈마 생성가스와 반응가스를 진공용기내로 공급함과 더불어 자계 및 플라즈마 발생용의 고주파를 진공용기내에 인가하고, ECR을 이용하여 플라즈마 를 생성하여 예컨대 SiO_2 또는 SiOF막을 알루미늄배선상에 성막한다. 제1의 값은 기판상에 성막된 게이트 산화막이 손상되는 것을 방지하도록 설정될 수 있다. 선택적으로, 제1의 값은 '0'으로 설정될 수 있다.
성막 초기시에는, 스테이지에 인가하는 플라즈마 도입용의 고주파의 전력의 값을 예컨대 '0'(제1의 값은 '0'도 포함함)으로 해 둔다. 이 때, 웨이퍼 표면상의 자기바이어스 전압은 예컨대 '0'이기 때문에, 웨이퍼 표면의 전위분포는 플라즈마의 전위분포에 거의 의존한다. 그렇지만, 플라즈마의 면방향의 전위차는 기껏해야 1볼트 정도로 작기 때문에, 미리 웨이퍼상에 형성되어 있는 게이트 산화막에 가해지는 전압이 작아 게이트 산화막으로의 손상은 없다.
그리고 나서, SiO_2 또는 SiOF막이 간신히 예컨대 수10nm로 형성된 후, 예컨대 플라즈마 도입용의 고주파 전력을 통상의 전력크기(제2의 값)로 하여 스테이지에 인가한다. 그에 따라, 이방성이 있는 강한 플라즈마가 생성되고, 웨이퍼의 면방향으로 자기바이어스에 따른 전위분포가 형성된다. 그렇지만, 웨이퍼 표면 예컨대 알루미늄배선상에는 간신히 SiO_2 막이 형성되어 있기 때문에, 그 절연박막의 존재에 의해 내부의 게이트 산화막에 인가되는 전압이 완화되어 게이트 산화막의 손상을 방지할 수 있다.
상기한 바와 같이 본 발명에 따르면, ECR 플라즈마 처리에 의해 절연막을 형성함으로써 이미 형성되어 있는 게이트 산화막 등의 박막으로의 손상을 방지할 수 있다.
또한, 상기한 성막의 초기시라는 것은, 예컨대 매우 얇은 SiO_2 또는 SiOF막이 웨이퍼 표면을 덮기까지의 사이에 한정되는 것이 아니라, 플라즈마 도입용의 고주파 전력을 통상의 크기로 상승시킨 후 빈 공간이 없이 매립을 실현할 수 있는 타이밍이라면, 어느 정도 SiO_2 또는 SiOF막의 퇴적이 진행하는 단계도 포함하는 것이다.
(실시예)
이하, 예시도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.
제1도는 본 발명에 따른 플라즈마 처리장치의 개략적인 단면도이다.
제1도에 나타낸 바와 같이, 이 플라즈마 처리장치는 알루미늄 등으로 형성된 계단모양의 진공용기(2)를 갖추고 있다. 이 진공용기(2)는, 상부측에 위치하여 플라즈마를 생성하기 위한 플라즈마실(plasma chamber; 21)과, 이 플라즈마실(21)의 하부에 연통하여 연결된 반응실(reaction chamber; 22)의 2부분으로 내부가 분할되어 있다. 이 진공용기(2)는 접지되어 '0'전위로 되어 있다.
이 진공용기(2)는 투과창(23)이 갖추어진 상단 개구부를 갖는다. 투과창(23)은 마이크로파를 투과하는 석영 등의 재료로 형성되고, 0링 등의 밀봉부재(24)에 의해 기밀하게 밀봉되어 있다. 따라서, 진공용기(2)의 내부는 진공으로 유지될 수 있다. 이 투과창(23)의 외측에는, 예컨대 2.45GHz의 플라즈마를 발생하는 마이크로파 전원공급수단으로서의 마이크로파 전원공급장치(3)에 접속된 도파관(31)이 설치되어 있다. 도파관(31)은 전원공급장치(3)에서 발생된 마이크로파(M)를 안내하여 투과창(23)을 통해 플라즈마실(21)내로 도입할 수 있도록 하고 있다.
플라즈마실(21)을 구획하는 측벽에는, 실(21)의 원주방향을 따라 일정 간격으로 배치한 플라즈마가스 노즐(41)이 설치된다. 이 노즐(41)에는 예컨대 Ar 또는 O_2 가스원 등의 플라즈마가스원(도시하지 않음)이 접속되어 있고, 플라즈마실(21)내의 상부로 Ar 또는 O_2 가스 등의 플라즈마가스를 균등하게 공급할 수 있도록 되어 있다. 도면의 복잡화를 피하기 위해 제1도에는 2개의 노즐(41)밖에 나타내고 있지 않지만, 실제로는 그 이상 설치하고 있다. 또, 플라즈마실(21)의 경계를 한정하는 측벽의 외주에는 이것에 접근시켜 자계형성수단으로서 예컨대 링형상의 자기코일(25)이 빽빽하게 둘러 싸여 있다. 따라서, 이 플라즈마실(21)내에 예컨대 위쪽으로부터 아래쪽으로 향하는 예컨대 875G의 값의 자계(B)를 형성할 수 있도록 되어 있고, ECR 플라즈마조건이 충족되고 있다. 또한, 자기코일 대신에 영구자석을 이용해도 좋다.

이와 같이, 플라즈마실(21)내에 주파수가 제어된 마이크로파(M)와 자계(B)를 형성함으로써, 마이크로파(M)와 자계(B)의 상호작용에 의해 상기 주파수에서 상기 도입가스에 공명작용이 생겨 플라즈마가 높은 밀도로 형성되게 된다. 즉, 본 발명의 장치는 전자 사이클로트론 공명(ECR) 플라즈마 처리장치를 구성하게 된다.

한편, 상기 반응실(22)내에는 용기(2)의 저부에 절연재(51)를 매개해서 지지된 서셉터로서의 알루미늄제의 스테이지(52)가 설치되어 있다. 스테이지(52)의 지주면 또는 상면에는 예컨대 정전척(53)을 매개해서 피처리체인 반도체 웨이퍼(W)가 수용되어 있다. 또, 이 스테이지(52)에는 웨이퍼(W)를 소정의 온도로 가열하기 위한 예컨대 세라믹 히터(54)나 푸셔 핀(도시하지 않음) 등이 설치되어 있다. 더욱이, 상기 스테이지(52)에는 웨이퍼(W)에 이온을 도입하기 위한 바이어스전압을 인가하도록 플라즈마 도입용 고주파 전원공급장치(61)가 블록킹 캐패시터(62)를 매개해서 접속되어 있다.

더욱이, 반응실(22)을 구획하는 측벽에는, 이 실(22)내로 예컨대 SiH_4 또는 SiF_4 가스 등의 반응가스를 도입하기 위한 반응가스 도입노즐(42)과, 밀폐 출입밸브(43)가 설치되어 있다. 밸브(43)는 웨이퍼(W)를 실(22)에 반출입할 때에 반응실(22)의 내부를 개방하도록 되어 있다. 또한, 다수의 도입노즐(42)은 반응실(22)내로 가스를 균등하게 도입하도록 용기의 원주방향으로 일정 간격으로 배치하도록 해도 좋다. 상기 진공용기(2)의 저부에는, 진공펌프(도시하지 않음)에 접속된 배기구(26)가 설치되어 있다. 따라서, 용기(2)내의 분위기가 배기구(26)를 통해 균등하게 배출될 수 있다. 그리고 본 발명의 실시예에 따른 플라즈마 처리장치는, 콘트롤러(7)와 메모리부(71)를 더 갖추고 있다. 콘트롤러(7)는 전원공급장치(3,61)나 가스노즐(41,42)에 부착된 밸브(V1,V2,V3)의 온, 오프동작을 제어한다. 메모리부(71)에는 본 발명의 장치를 운전하기 위한 소정의 시퀀스 프로그램 등이 격납되어 있다.

다음에는, 상술한 실시예의 장치를 이용하여 예컨대 SiO_2 또는 SiOF의 층간 절연막을 형성하기 위한 방법에 대해, 제2도의 타임챠트를 참조하면서 설명한다.

우선, 진공용기(2)의 측벽에 설치한 출입밸브(43)를 열고 반송암(도시하지 않음)에 의해 예컨대 표면에 알루미늄배선이 형성된 웨이퍼(W)를 스테이지(52)상에 올려 놓고, 이것을 정전척(53)에 의한 흡착력에 의해 스테이지(52)상에 유지한다.

다음으로, 이 출입밸브(43)를 닫아 진공용기(2)를 밀폐한 후, 배기구(26)로부터 용기(2)내의 분위기를 배출하여 소정의 진공도까지 진공흡인한다. 그리고, 제2도의 타임챠트에 나타낸 바와 같이, 시간(t1)에서 밸브(V1,V2,V3)를 열어 플라즈마 가스노즐(41)로부터 플라즈마실(21)내로 O_2 가스나 Ar가스 등의 플라즈마 발생용 가스를 도입함과 더불어, 반응가스 도입 노즐(42)로부터 반응실(22)내로 SiH_4 또는 SiF_4 가스를 도입하여 진공용기(2)의 내부 압력을 소정의 프로세스 압력으로 유지한다. 계속해서, 시간(t2)에서 플라즈마 발생용 마이크로파 전원공급장치(3)를 온하여 웨이퍼(W)상으로의 SiO_2 또는 SiOF막의 성막처리를 개시한다.

플라즈마 발생용 마이크로파 전원공급장치(3)로부터의 2.45GHz의 마이크로파(M)는 도파관(31)을 반송되어 진공용기(2)의 상부에 도달하고, 여기의 투과창(23)을 통과하여 마이크로파(M)가 플라즈마실(21)내로 도입된다. 이 플라즈마실(21)내에는, 플라즈마실(21)의 외측에 설치한 자기코일(25)에 의해 발생된 875G의 자계(B)가 위쪽으로부터 아래쪽으로 향하여 인가되고 있다. 이 자계(B)와 마이크로파(M)의 상호작용으로 E(전계)×B(자계)를 유발하여 전자 사이클로트론 공명을 발생시킨다. 이 공명에 의해 Ar가스나 O_2 가스가 플라즈마화되고, 또한 고밀도 화된다. 반응실(22)내로 유입된 플라즈마이온은 반응실(22)에 공급되어 있는 반응가스로서의 SiH_4 또는 SiF_4 를 활성화시켜 활성시드를 형성하고, 웨이퍼 표면에 SiO_2 또는 SiOF 성막을 실시하게 된다.

그리고 소정 시간 경과한 후의 시간(t3)에서, 예컨대 제3도(A)에 나타낸 바와 같이 알루미늄배선(81)의 표면이 50nm 정도의 매우 얇은 SiO_2 또는 SiOF막(82)으로 덮인 시점에서, 플라즈마 도입용 고주파 전원공급장치(61)로부터 예컨대 주파수 13.56MHz, 전력 2,500W의 고주파 전력(RF 바이어스전력)을 스테이지(52)에 인가한다. 다만, 본 발명의 실시예에서는, RF 바이어스 인가를 위한 면적이 320cm^2 정도이기 때문에, 단위면적당의 전력크기는 약 8W/cm^2 정도이다. 이에 따라, 플라즈마실(21)에서 발생된 플라즈마는 스테이지(52)에 도입되고, 제4도(A)에 나타낸 바와 같이 Ar이온에 의해 리세스(83)의 전면이 스퍼터링되면서 SiO_2 또는 SiOF막(82)이 형성된다. SiO_2 또는 SiOF막(82)이 소정의 두께로 된 때에, 제2도에 나타낸 시간(t4)에서 전원공급장치(3,61)를 오프함과 더불어 밸브(V1~V3)를 닫아 가스의 공급을 중지한다. 이러한 일련의 시퀀스 제어조작은 콘트롤러(7)에 의해 메모리부(71)내의 시퀀스 프로그램에 기초하여 수행된다.

본 발명의 방법에 따르면, 성막의 초기단계, 즉 알루미늄배선이 노출하고 있거나 또는 간신히 SiO_2 또는 SiOF막이 형성된 단계에서는, 플라즈마 도입용 고주파 전력은 스테이지(52)에 인가되지 않으므로, 미리 웨이퍼(W)에 형성되어 있는 게이 트 산화막으로의 손상은 없다. 즉 이 시점에서는, 웨이퍼 표면의 전위분포는 플라즈마의 전위분포에 의존한다. 그렇지만, 플라즈마의 면방향의 전위차는 기껏해야 1볼트 정도로 작기 때문에, 제3도(B)에 나타낸 바와 같이 웨이퍼 표면의 전위분포도 작다. 그 결과, 게이트 산화막에 인가되는 전압은 산화막의 내압을 초과할 우려가 없으므로, 막으로의 손상은 일어나지 않는다.

그리고 알루미늄배선(81)의 표면에 예컨대 50nm정도의 소정 두께를 갖는 얇은 SiO_2 또는 SiOF막이 형성된 시점에서 플라즈마 도입용의 고주파 전력을 스테이지(52)에 인가하면, 역시 게이트 산화막으로의 손상은 일어나지 않는다. 즉, 웨이퍼(W) 표면에 상술한 바와 같이 자기 바이어스가 발생하고, 예컨대 웨이퍼(W)의 주연부가 중심부보다도 자력선의 수직성이 나쁘다. 이 때문에, 전자의 도달이 지연되고, 이것에 기인하여 제4도(B)에 나타낸 바와 같이 웨이퍼 표면에 큰 전위분포가 발생한다. 그렇지만, 알루미늄배선(81)의 표면에 미리 형성된 얇은 SiO_2 또는 SiOF막이 말하자면 보호절연막으로서의 역할을 하게 되고, 이 때문에 알루미늄배선이 노출하고 있는 경우에 비해 게이트 산화막으로 인가되는 전압의 크기가 낮은 값으로 억제되어 게이트 산화막의 내압을 초과할 우려가 없다.

이와 같이, 성막 초기시에는, 플라즈마 도입용 고주파 전력을 인가하지 않는 상태에서 말하자면 소프트한 플라즈마에 의해 성막을 행한다. 알루미늄 배선(81)의 표면이 얇은 SiO_2 또는 SiOF막으로 보호된 후는, 플라즈마 도입용 고주파

전력을 인가하여 이방성이 있는 말하자면 강한 플라즈마로 성막을 행한다. 이 때문에, 빈 공 간이 발생하는 일 없이 양호한 매립을 행하면서, 또 게이트 산화막에 손상을 주는 일도 없다.
다만, 상기한 성막 초기시라는 것은, 예컨대 매우 얇은 SiO_2 또는 SiOF막이 웨이퍼 표면을 덮기 까지의 사이에 한정되는 것이 아니라, 플라즈마 도입용의 고주파 전력을 통상의 크기로 상승시킨 후 빈 공간이 없이 매립을 실현할 수 있는 타이밍이라면, 어느 정도 SiO_2 또는 SiOF막의 퇴적이 진행하는 단계도 포함하는 것이다.
실제로 상술한 본 발명의 실시예에 따른 방법으로 성막한 경우와, 플라즈마 도입용 고주파 전력의 공급을 마이크로파 전력의 공급과 동시에 행한 경우(종래방법)를 비교하면, 게이트 산화막이 파손되고 있는 것이 종래 방법에서는 5%정도 포함되어 있었는데 반해, 본 발명에 따른 실시예의 방법에서는 전혀 보이지 않았다.
본 발명의 방법으로 성막해야 할 절연막은 SiO_2 또는 SiOF에 한정되지 않고 SiN막 등이어도 좋다. 또, 얇은 절연막이 형성되기까지 상기한 본 발명의 실시예에서는 플라즈마 도입용 고주파의 전력값을 '0'(고주파 전원공급장치(61)를 오프)하고 있지만, 이미 형성되어 있는 게이트 산화막의 손상을 일으키지 않는 충분히 작은 전력값(제1의 값), 예컨대 $1W/cm^2$ 이하이면, 플라즈마 도입용 고주파의 전력값은 반드시 '0'일 필요는 없다.
또, 제2도에 나타낸 바와 같은 시간(t3)에서는, 전술한 바와 같이 고주파 전원공급장치(61)로부터 예컨대 주파수 13.56MHz, 전력 2,500W의 고주파 전력(RF 바이어스전력)을 펄스형상으로 올려 스테이지(52)에 인가하고 있다. 그렇지만, 전력 의 상승방법은 제2도에 나타낸 방법에 한정되지 않고, 다음과 같이 설계해도 좋다. 즉, 전원공급회로에 지연회로를 통합해 두고, 예컨대 제5도(A)에 나타낸 바와 같이 시간(t3)에서 스위치를 온으로 하여 소정의 시정수를 갖게 하면서 서서히 고주파 전력을 2,500W까지 상승시켜 가도록 해도 좋다. 또, 제5도(B)에 나타낸 바와 같이, 예컨대 1분마다 계단을 갖는 계단모양으로 고주파 전력을 상승시키고, 소정 시간 경과후에 전력 2,500W에 도달하도록 해도 좋다.
이러한 경우에, 게이트 산화막의 손상을 방지하기 위해서는, 상기 플라즈마 발생용 마이크로파 전원공급장치(3)를 온으로 하는 시간(t2)과, 플라즈마 도입용 고주파 전원공급장치(61)로부터 고주파 전력을 인가하는 시간(t3) 사이의 시간을 길게 하여, 성막의 초기단계에서 알루미늄배선(81)의 표면상에 형성되는 SiO_2 또는 SiOF막의 막두께를 두껍게 형성하는 것도 생각할 수 있다. 그렇지만, 상술한 바와 같이 이 시간을 길게 하면, 스퍼터링효과가 약해져서 배선에 빈 공간이 형성될 가능성이 있다. 따라서, 상술한 바와 같이 시간(t3)에서 고주파 전원공급장치(61)로부터 고주파 전력을 인가하여 서서히 전력을 올려 가도록 하면, 시간(t3)에 단숨에 전력 2,500W의 고주파 전력을 인가하는 경우에 비해, 웨이퍼의 면내의 전위분포는 실질적으로 균일하게 이루어지므로, 빈 공간이 거의 없는 양호한 매립을 행하면서, 보다 한층 게이트 산화막의 손상을 방지할 수 있다.

발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 의하면, ECR 플라즈마 처리에 의해 절연막을 형성함 에 있어 이미 형성되어 있는 게이트 산화막 등의 박막으로의 손상을 방지할 수 있다.
본 발명의 바람직한 실시예가 도시되고 기술되었지만, 본 발명의 개시내용은 예시 목적으로 첨부하는 청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 범위내에서 여러가지로 변경이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
반응가스를 플라즈마화하고, 소정의 배선이 형성된 피처리기판상에 대해 층간절연막을 성막하는 플라즈마 성막방법에 있어서,
제1의 고주파전력값을 상기 기판에 대해 공급하면서 절연막을 성막하는 공정과,
그 후, 상기 배선 표면에 소정의 박막이 형성된 시점에서, 상기 제1의 값보다도 큰 제2의 값의 고주파전력을 상기 기판에 대해 공급하면서 절연막을 성막하는 공정을 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

청구항 2.
제 1항에 있어서, 상기 소정의 박막은 약 50nm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

청구항 3.
반응가스를 플라즈마화하고, 소정의 배선이 형성된 피처리기판상에 대해 층간절연막을 성막하는 플라즈마 성막방법에 있어서,
제1의 고주파전력값을 상기 기판에 대해 공급하면서 절연막을 성막하는 공정과,
그 후, 상기 배선 표면에 소정의 박막이 형성된 시점에서, 상기 제1의 값보다도 큰 제2의 값의 고주파전력을 상기 기판에 대해 공급하면서 절연막을 성막하는 공정을 구비하고,
상기 제1의 값으로부터 제2의 값으로 상승시킬 때, 소정의 시정수를 갖게 하면서 서서히 고주파전력을 상승시키도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

청구항 4.
반응가스를 플라즈마화하고, 소정의 배선이 형성된 피처리기판상에 대해 층간절연막을 성막하는 플라즈마 성막방법에 있어서,
제1의 고주파전력값을 상기 기판에 대해 공급하면서 절연막을 성막하는 공정과,
그 후, 상기 배선 표면에 소정의 박막이 형성된 시점에서, 상기 제1의 값보다도 큰 제2의 값의 고주파전력을 상기 기

판에 대해 공급하면서 절연막을 성막하는 공정을 구비하고,
상기 제1의 값으로부터 제2의 값으로 상승시킬 때, 소정 시간마다 스텝을 부여하여 계단모양으로 고주파전력을 상승시키도록 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

청구항 5.

제1항 내지 제4항중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1의 고주파전력 값은 0인 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

청구항 6.

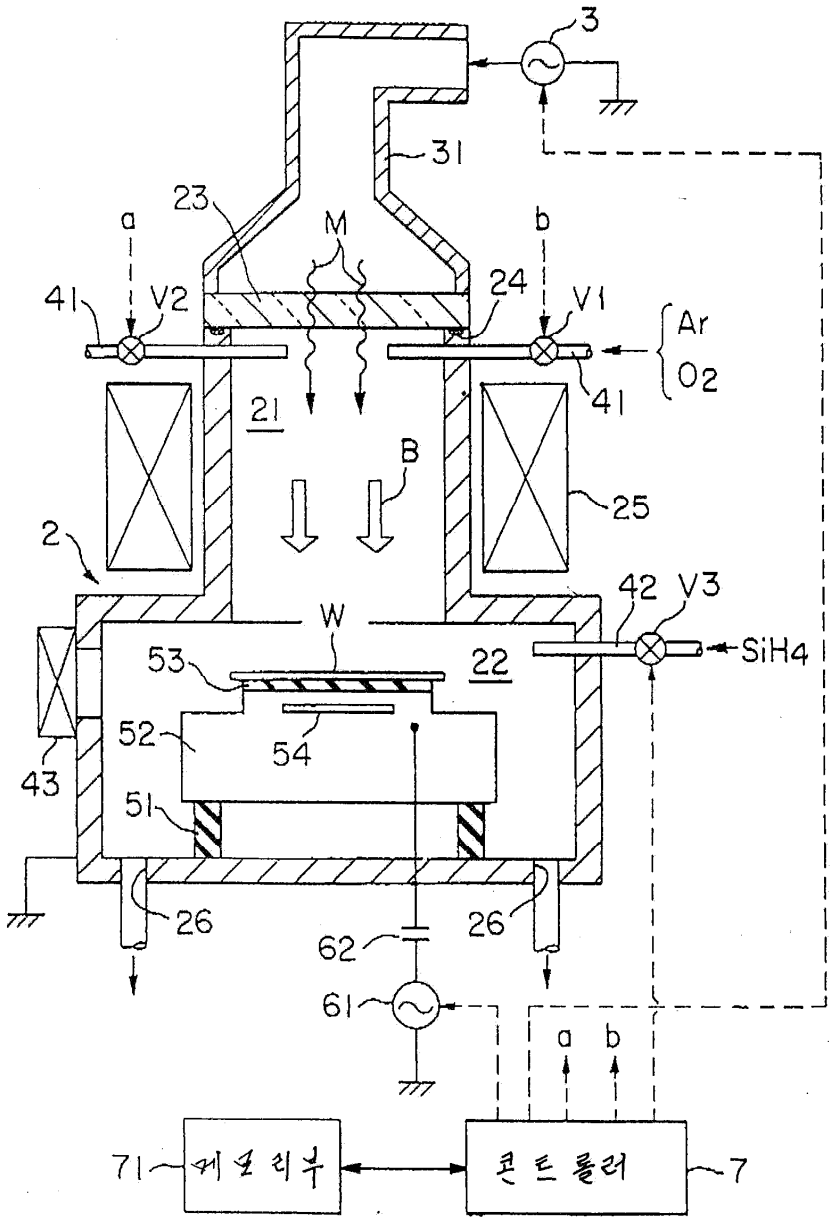
제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 플라즈마화는 전자 사이크로트론 공명을 이용하여 행해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

청구항 7.

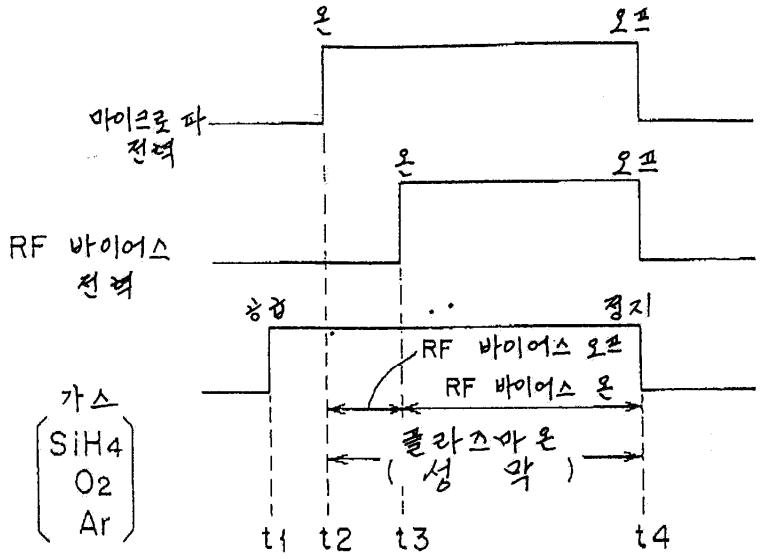
제5항에 있어서, 상기 플라즈마화는 전자 사이클로트론 공명을 이용하여 행해지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 성막방법.

도면

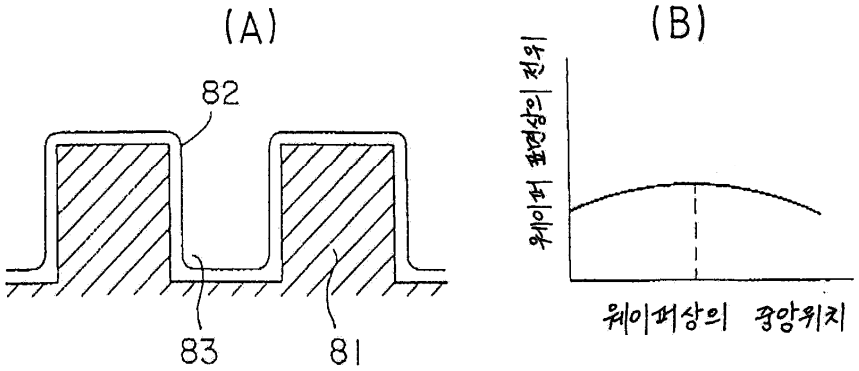
도면1



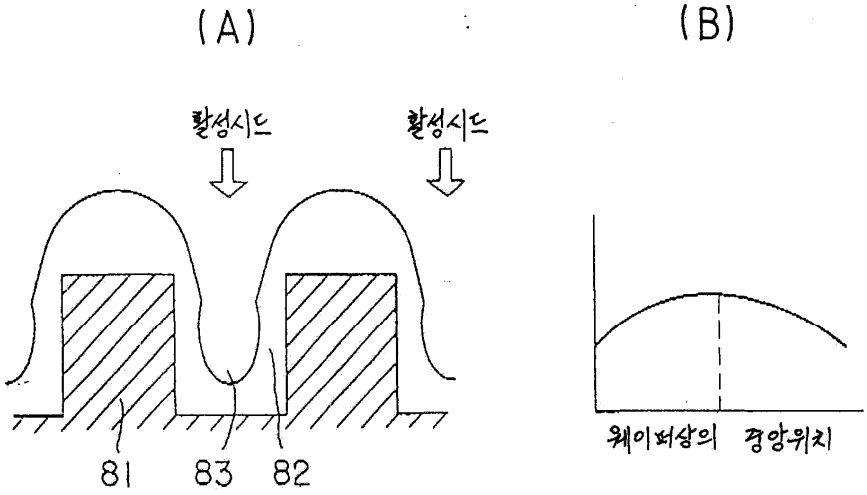
도면2


온
오프
마이크로 파
전력
온
오프
RF 바이어스
전력
정지
RF 바이어스 오프
RF 바이어스 온
가스
SiH4
O2
Ar
플라즈마 온
(성 막)
t1
t2
t3
t4

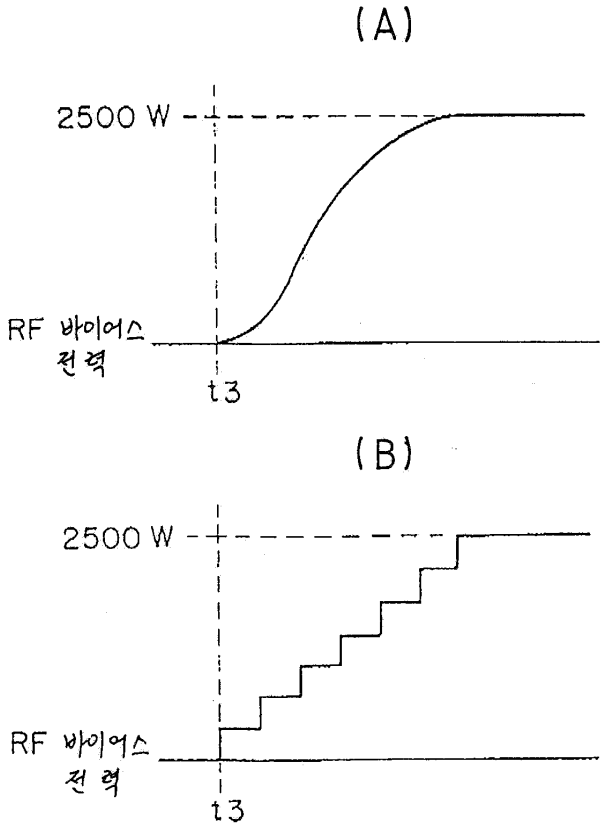
도면3


(A)
(B)
82
83
81
웨이퍼 표면상의 전위
웨이퍼상의 공간위치

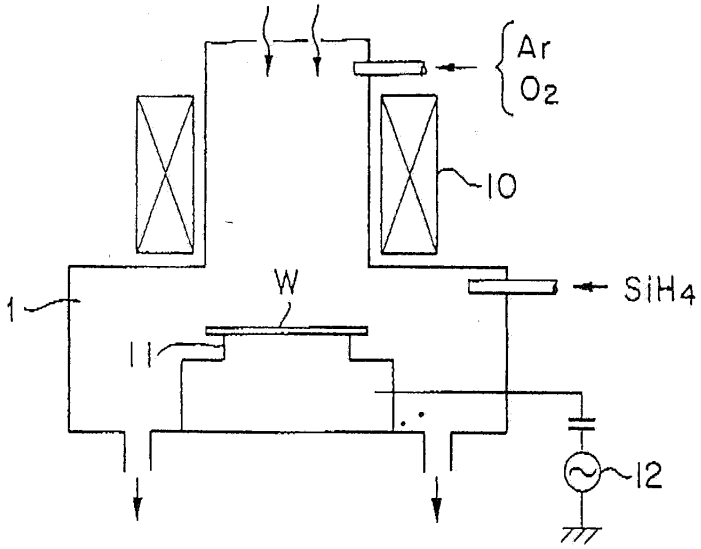
도면4


(A)
(B)
활성시드
활성시드
81
83
82
웨이퍼상의 공간위치

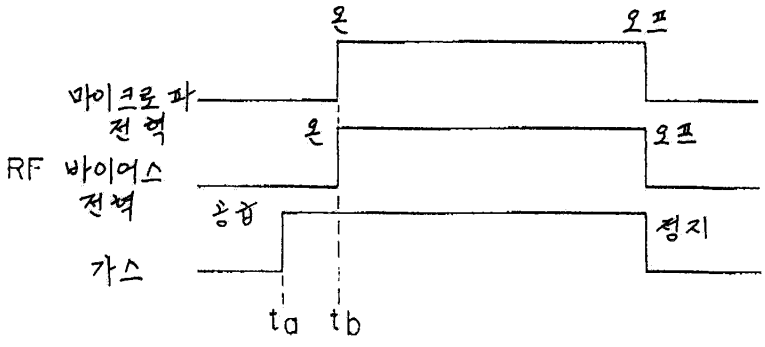
도면5


(A)
2500 W
RF 바이어스
전력
t3
(B)
2500 W
RF 바이어스
전력
t3

도면6


Ar
O2
10
W
SiH4
1
11
12

도면7


온
오프
마이크로파
전력
온
오프
RF 바이어스
전력
응답
정지
가스
ta
tb

도면8

