

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/3065

(45) 공고일자 2000년03월 15일

(11) 등록번호 10-0249139

(24) 등록일자 1999년 12월 22일

(21) 출원번호	10-1991-0013175	(65) 공개번호	특1992-0003417
(22) 출원일자	1991년07월31일	(43) 공개일자	1992년02월29일
(30) 우선권주장	7/560,530 1990년07월31일	미국(US)	
(73) 특허권자	어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 조셉 제이. 스위니		
(72) 발명자	미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050 케네스 에스. 콜린즈		
(74) 대리인	미합중국 95037 캘리포니아 모르간힐 #23 웨스트둔네 애애브뉴260 크라이그 에이. 로데릭 미합중국 95117 캘리포니아 산호세피네 뷰우드라이브776 찬-론 양 미합중국 95032 캘리포니아 로스가토스 카멜리아 테레이스16569 데이비드 엔. 케이. 왕 미합중국 95070 캘리포니아 사라토 가소베이로우드15230 단마이단 미합중국 94022 캘리포니아 로스알토스 힐즈우리에타레인12 남상선		

심사관 : 서태준

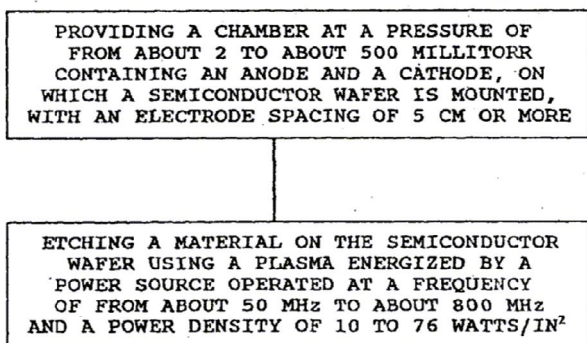
(54) 반도체웨이퍼상에 집적회로 구조물을 형성하는데 사용되는VHF/UHF(초고주파/극초단파)플라즈마방법

요약

약 50내지 800MHz의 주파수 범위를 가지는 VHF/UHF(초고주파/극초단파) 전원에 의해 플라즈마가 발생하는 방법을 이용하여서, 반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 제조하는 개선된 방법이 개시된다. 플라즈마-보조 저압에칭 또는 증착방법은 500밀리토르 이하의 압력하에서 수행되는데, 캐소드 지역에 대한 애노드 지역의 비가 약 2:1 내지 20:1 이고, 전극간격이 약5cm 내지 약30cm이다. 플라즈마-보조 고압에칭 또는 증착방법은 500밀리토르 내지 50 토르 이상의 압력하에서 수행되는데, 전극간격이 약 5cm이하이다. 약 50 내지 800MHz의 주파수범위내에서 작동되는 플라즈마-보조 방법들을 수행함으로써, 전극 외장 전압은 웨이퍼상에 제공된 구조물에 대한 손상이 없도록 충분히 낮은 동시에, 보조전원이 필요없이 이들 방법을 개시할 수 있도록 충분히 높게 유지된다.

이러한 주파수 범위에서의 작동은 초소형 부하효과를 경감시켜 주기도 한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 형성하는데 사용되는 VHF/UHF(초단파/극초단파) 플라즈마 방법

[도면의 간단한 설명]

- 제1도는 본 발명에 따른 플라즈마-보조방법(plasma-assisted process)을 사용한 저압 반응성이온에칭(RIE)의 흐름도.
- 제2도는 본 발명에 따른 플라즈마-보조방법을 사용한 고압에칭의 흐름도.
- 제3도는 본 발명에 따른 플라즈마-보조방법을 사용한 저압 화학기상증착(CVD)의 흐름도.
- 제4도는 본 발명에 따른 플라즈마-보조방법을 사용한 등각 등방성 고압 화학기상증착의 흐름도.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 형성시키기 위한 반도체 웨이퍼 처리방법에 관한 것이며, 특히 반도체 웨이퍼의 처리중에 VHF/UHF 플라즈마를 사용하는 처리방법에 관한 것이다.

본 출원은 1989년 10월 3일자 출원된 미합중국 특허출원 제07/416,750호의 일부 계속 출원이다.

반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 형성시키기 위한 반도체 웨이퍼 처리방법에 있어서, 플라즈마-보조(plasma-assisted) 방법 즉, 플라즈마를 이용하는 처리방법은 증착이나 에칭 단계에서 종종 사용되었다. 예를 들면 반응성이온에칭(RIE), 플라즈마 에칭, 화학기상증착패시(facet), 등각 등방성 화학기상증착 등과 같은 방법에 있어서, 통상적으로 발전기나 다른 전력원으로부터 플라즈마에 미치는 전력전달을 최대화시키는 다양한 매칭 네트워크(matching network)를 통하여, 그러한 발전기 또는 전력원으로부터의 고주파 전력이 진공 챔버내의 전극들에 가해진다.

진공챔버내에 있는 전극들 사이에 충분한 전기장이 형성되면, 이 전기장은 가스내의 전자들을 가속시켜 가스분자들과 충돌시킨다. 이들 전자와 가스원자 혹은 분자들간의 큰 질량차로 인해서 매우 작은 에너지만이 탄성처리를 통해서 전달될 수 있으며, 전자들은 전기장으로부터 에너지를 얻어서 가스분자와 비탄성적으로 충돌하여 이들 가스분자를 여기시키거나 이온화시킨다. 이온화에 의해서 추가의 전자들이 유리되며, 이들 유리된 전자들은 다시 전기장에 의해서 가속화된다. 이러한 과정이 증배(avalanche)되어서 가스가 절연 파괴되고, 이온화 및 재결합이 균형을 이룰 때 플라즈마가 정상상태로 된다. 반응성이 큰 이온 및 래디칼 핵종(radical species)이 발생되며, 이들은 반도체 웨이퍼상에서 재료를 에칭시키거나 증착시키는데 이용된다.

이와 같은 종래기술에서 플라즈마를 발생시키는데 통상적으로 사용되는 전력원은, 약 10~400kHz 범위의 저주파, 약 13~40kHz(통상적으로 약 13.56kHz) 범위의 고주파 및 약 900kHz에서 2.5GHz까지의 마이크로파의 전자기방사이다.

10~400kHz의 저주파에서는, 정상상태의 전기장이나 플라즈마에서 전개되는 바이어스에 의해서 뿐만 아니라, 발전하는 전기장에 의해서도 전자들이 가속화될 수 있으며, 그 결과 웨이퍼상에 제조된 민감성 장치들에 잠재적인 손상을 가할 위험성이 생긴다. 소위 고주파수 범위인 13~40MHz의 고주파에서는, 정상상태의 전극의 시스(sheath) 전압이 수백 내지 1000볼트 이상까지 발생할 수도 있다. 이는, 민감성 장치들의 구조, 재료 및 그밖의 다른 요인들에 따라서 약 200볼트가 넘는 전압하에서 장치들이 손상되는 문제점을 유발시킨다.

이러한 고도의 시스전압에 따른 문제는, 플라즈마를 여기시키는 마이크로파 전원, 즉 약 900 내지 약 2.5GHz 범위의 주파수를 가지는 전원을 사용함으로써 개선되었다. 이러한 기술은, 낮은 입자 에너지 즉, 10~30eV으로 플라즈마를 발생시킨다. 그러나, 마이크로파 주파수의 사용은, 시스 전압을 현격하게 낮춤으로써 인해서 에칭의 이방성(수직방향 특성)을 감소시킬 수 있으며, 한편 입자 에너지 레벨을 현격하게 낮춤으로써 인해서 에칭 혹은 증착속도를 감소시킬 수가 있다. 실제로, 플라즈마를 생성하기 위해 마이크로파 에너지만을 사용하는 경우에 있어서 어떤 경우에는, 즉 예를 들어서 SiO₂의 반응성이온에칭과 같은 공에서, 임계 에너지 레벨에 미달되는 현상이 생긴다.

이와 같이 마이크로파 에너지원만을 사용했을 때 상기한 바와 같은 문제점이 발생하므로 인해서, 마이크로파 에너지는 예를 들어서 13.56MHz의 고주파수를 가지는 다른 전원과 함께 사용되어서, 에칭 단계에서의 소정의 이방성이 충분히 제공되도록 한다. 마이크로파 ECR 전원(electron cyclotron resonance

$$W = \frac{B}{e/m} \left| \frac{B}{\omega} \right|$$

source)에서는, ECR 조건 즉, 마이크로파 전원의 복사 주파수가 (여기서, $\left| \frac{B}{\omega} \right|$ 는 자장의 세기, e는 전자의 부하, 그리고 m은 질량)에 일치하도록, 마이크로파 전원 및 자기장을 사용한다. 전자를 추출시키고, 이들 전자를 높은 에너지로 가속화시키기 위해서 발산 자기장을 이용할 수 있으며, 이온 에너지를 증가시키기 위해서 웨이퍼에 고주파수의 바이어스가 가해질 수도 있다.

그러나, 이와 같은 장치의 사용 및 여러가지 전원 장치의 사용은, 그러한 장치들이 에칭이나 증착단계를 수행하는데 있어서 복잡성을 더해준다. 더욱이, ECR 장치의 사용은, 예를 들어서 0.1 내지 수 밀리토르 범위로 압력을 강하시킬 필요가 있다. 따라서, 이는 매우 큰 진공펌프를 사용하지 않으면, 반응챔버를 통한 에칭 혹은 증착가스의 최대 유량을 감소시키는 결과를 가져온다.

따라서, 웨이퍼상에 제공된 민감성 장치들에 대한 손상을 피할 수 있도록 충분히 낮은 시스 전압을 발생시키며, 한편으로는 소정의 이방성이 용이하게 제공되고, 또 다른 한편으로는 반응속도가 종래의 기술에 비해서 별로 차이가 나지 않는 전원을 사용하여서, 플라즈마-보조 방법을 수행하는 것이 바람직할 것이다.

따라서, 본 발명의 목적은 약 50MHz 내지 약 800MHz 범위의 주파수를 가지는 전원을 사용하여, 반도체

웨이퍼상에 집적화로 구조물을 제조하기 위한 플라즈마-보조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 집적화로 구조물을 제조하는데 사용되는 재료를 에칭하기 위한 플라즈마-보조 RIE 방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 50MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 또한 약 2 내지 500밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 76watts/in²으로 유지된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 제공된 산화실리콘을 에칭하기 위한 플라즈마-보조 RIE 방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 2 내지 500밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 30 내지 76watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 가스 및 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유동되며, 캐소드 면적에 대한 애노드 면적의 비가 2 : 1이고 전극간격이 5cm 이상이어서, 약 0.3 내지 0.75 μ m/min의 에칭속도로 이방성 에칭이 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 제공된 산화실리콘을 이방성으로 에칭하기 위한 플라즈마-보조 RIE 방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 20 내지 200밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 45 내지 56watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 플루오르 공급과, 임의의 수소 공급원과, 탄소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유동되며, 캐소드 면적에 대한 애노드의 유효면적의 비가 약 2 : 1 내지 20 : 1이고 전극간격이 약 5cm 내지 약 30cm이어서, 약 0.3 내지 0.75 μ m/min의 에칭속도를 가지는 이방성 에칭이 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 제공된 산화실리콘을 폴리실리콘 및 포토레지스트에 대해서 선택적으로 이방성 에칭하기 위한 플라즈마-보조 RIE 방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 20 내지 200밀리토르의 압력을 가하는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 45 내지 56watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 플루오르 공급원과, 임의의 수소 공급원과, 탄소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유동되며, 플루오르에 대한 탄소의 원자비가 약 0.1 : 1 내지 2 : 1의 범위이고, 플루오르에 대한 수소(존재할 경우)의 원자비가 약 0.1 : 1 내지 0.5 : 1이며, 캐소드 면적에 대한 애노드의 유효면적의 비가 약 2 : 1 내지 20 : 1이고 전극 간격이 약 5cm 내지 약 30cm이어서, 폴리실리콘 또는 포토레지스트 에칭(두께) 속도에 대한 산화실리콘 에칭(두께)속도의 비가 약 2 : 1 내지 30 : 1 이상이고 에칭속도가 약 0.3 내지 0.75 μ m/min인 방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 제공된 폴리실리콘 및 알루미늄, 또는 이들 중 어느 하나를 에칭하기 위한 플라즈마-보조 RIE 방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 2 내지 500밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 76watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 에칭가스 및 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유동되며, 캐소드 면적에 대한 애노드 면적의 비가 적어도 약 2 : 1이고 전극간격이 5cm 이상이어서, 약 0.2 내지 1.0 μ m/min의 에칭속도를 가지는 이방성 에칭이 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 제공된 폴리실리콘 및 알루미늄, 또는 이들 중 어느 하나를 이방성으로 에칭하기 위한 플라즈마-보조 RIE 방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 150MHz 내지 약 600MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 20 내지 200밀리토르의 압력을 가하는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력 밀도레벨이 약 20 내지 40watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 플루오르 공급원과, 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 캐소드 면적에 대한 애노드의 면적의 비가 약 2 : 1 내지 20 : 1이고 전극 간격이 약 5cm 내지 약 30cm이어서, 약 0.5 내지 0.7 μ m/min의 에칭속도를 가지는 이방성 에칭이 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 집적화로 구조물을 제조하는데 사용되는 재료를 에칭한 플라즈마-보조 에칭방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 50MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 500밀리토르 내지 약 50토르 범위의 압력을 가하는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 15 내지 76watts/in²의 범위로 유지된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 제공된 산화실리콘을 에칭하기 위한 플라즈마-보조 에칭방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 200MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 1 내지 20토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 30 내지 50watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 플루오르 공급원과, 탄소 공급원과, 임의의 수소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유동되며, 캐소드 면적에 대한 애노드의 전극의 전극 간격이 약 5cm 이상이어서, 약 0.2 내지 1.0 μ m/min의 에칭속도를 제공한다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 제공된 실리콘 산화물을 폴리실리콘 또는 포토레지스트의 에칭에 대해서 선택적으로 에칭하기 위한 플라즈마-보조 에칭방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 200MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 1 내지 20토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 30 내지 50watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 플루오르 공급원과, 탄소 공급원과, 임의의 수소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유동되며, 플루오르에 대한 탄소의 원자비가 약 0.1 : 1 내지 2 : 1이고, 플루오르에 대한 수소(존재할 경우)의 원자비가 약 0.1 : 1 내지 0.5 : 1이며, 애노드 전극과 캐소드 전극의 전극 간격이 약 5cm 이하에서, 폴리실리콘 또는 포토레지스트 에칭(두께)속도에 대한 산화실리콘 에칭(두께)속도의 비가 약 2 : 1 내지 30 : 1 이상이고 에칭속도가 약 0.2 내지 1.0 μ m/min인 방법이 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 제공된 폴리실리콘 및 알루미늄, 또는 이들 중 어느 하나를 에칭하기 위한 플라즈마-보조 에칭방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 200MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 1 내지 20토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 20 내지 40watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 플루오르 공급원 및 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 애노드 전극과 캐소드 전극의 전극 간격이 약 5cm 이하여서, 약 0.2 내지 1 μ m/min의 에칭속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 제조하는데 사용되는 재료를 증착한 플라즈마-보조 CVD 패시 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 50MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 2 내지 500밀리토르 범위의 압력을 가하는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 76watts/in²으로 유지된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 산화실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 패시 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 2 내지 500밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 76watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 산소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 캐소드 면적에 대한 애노드 면적의 비가 적어도 약 2 : 1이고 전극 간격이 5cm이상이어서, 약 0.1 내지 1.5 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 산화실리콘을 증착한 플라즈마-보조 CVD 패시 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원이 약 100MHz 내지 약 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 20 내지 200밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 45 내지 56watts/in²으로 유지되고, 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 산소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 캐소드 면적에 대한 애노드 면적의 비가 적어도 약 2 : 1 내지 20 : 1이고 전극 간격이 약 5cm 내지 약 30cm이어서, 약 0.4 내지 1.0 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 질화 실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 패시 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 2 내지 500밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 76watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 질소 공급원과, 임의의 수소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 캐소드 면적에 대한 애노드 면적의 비가 적어도 약 2 : 1이고 전극 간격이 5cm이상이어서, 약 1.5 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 질화 실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 패시 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 100MHz 내지 약 250MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 20 내지 200밀리토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 45 내지 56watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 질소 공급원과, 임의의 수소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 캐소드 면적에 대한 애노드 면적의 비가 적어도 약 2 : 1 내지 20 : 1이고 전극 간격이 5cm 내지 약 30cm이어서, 약 0.4 내지 1.0 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은 반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 제조하는데 사용되는 재료를 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 등각 등방성 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원이 약 50MHz 내지 80MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 500밀리토르 내지 약 5토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 38watts/in²으로 유지된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 제공된 산화실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 등각 등방성 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원은 약 150MHz 내지 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 500밀리토르 내지 약 5토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 38watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 산소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 애노드 전극과 캐소드 전극의 전극 간격이 5cm이하여서, 약 0.5 내지 1.0 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 산화실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 등각 등방성 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원이 약 150MHz 내지 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 1토르 내지 20토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 38watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 산소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 애노드 전극과 캐소드 전극의 전극 간격이 5cm이하여서, 약 0.5 내지 1.0 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 질화 실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 등각 등방성 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원이 약 150MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 500밀리토르 내지 약 5토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지 38watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 질소 공급원과, 임의의 산소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 애노드 전극과 캐소드 전극의 전극 간격이 5cm이하여서, 약 0.5 내지 1.0 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

본 발명의 또 다른 목적은, 반도체 웨이퍼상에 질화 실리콘을 증착하기 위한 플라즈마-보조 CVD 등각 등방성 증착방법을 제공하는 것이며, 사용되는 전원이 약 150MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위를 가지며, 약 1 내지 20토르 범위의 압력을 가지는 진공챔버내에서 웨이퍼 면적의 전력밀도 레벨이 약 10 내지

38watts/in²으로 유지되고, 한편 이와 동시에 하나 이상의 실리콘 공급원과, 하나 이상의 질소 공급원과, 임의의 수소 공급원과, 그리고 임의의 불활성 가스가 챔버를 통해서 유입되며, 애노드 전극과 캐소드 전극의 전극 간격이 5cm이하여서, 약 0.5 내지 1.0 μ m/min의 증착속도가 제공된다.

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세히 설명하면 다음과 같다.

본 발명은, 플라즈마-보조 처리를 이용하여 진공챔버내에서 애노드와 일정간격을 두고서 캐소드상에 설치되어 있는 반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 제조하는 개선된 방법을 제공하는데, 여기서 플라즈마는 진공챔버내의 캐소드 및 애노드에 연결된 전원에 의해서 발생되며, VHF/UHF 전원으로 불리우는 약 50 내지 800MHz 범위의 주파수로 작동된다.

전원은 플라즈마를 이용한 저압처리, 즉, 약 500밀리토르 이하의 압력으로 유지되는 진공챔버내에서 수행되는 처리에 대하여, 약 50 내지 500MHz 범위의 주파수 이내에서 전력을 발생시키는 것이 바람직하며, 캐소드 영역에 대한 애노드 영역의 비가 약 2 : 1 내지 20 : 1이고, 전극 간격은 약 5 내지 30cm이다.

플라즈마를 이용한 고압처리, 즉, 약 500밀리토르 내지 50토르 이상의 압력으로 유지되는 진공챔버내에서 수행되는 처리에 대해서는, 전원이 약 100MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위내에서 발생하는 것이 바람직하며, 캐소드 전극에 대한 애노드 전극 간격은 약 5cm 이하이다.

약 50 내지 800MHz의 주파수 범위내에서 전원에 의해 플라즈마가 발생하는 경우에, 플라즈마를 이용한 처리를 수행함으로써, 시스 전압은 웨이퍼상에 있는 구조물에 대한 손상을 피할 수 있도록 충분히 낮게 유지되는 동시에, 보조 전원을 사용할 필요가 없이 처리의 초기 조건을 만족시킬 수 있도록 충분히 높은 것이 바람직하다. 더욱이, 이러한 주파수 범위내에서의 플라즈마의 작동은, 이온 에너지의 감소에 따른 만족스런 증착 또는 에칭 속도, 플라즈마의 고주파 성분의 감소로 인한 이온 플럭스 밀도의 증가, 및 이러한 주파수에서의 플라즈마 임피던스의 강하에 의한 전류증가를 제공한다. 또한, 이러한 주파수 범위내에서의 플라즈마의 형성 및 전력화는, 초소형 부하효과의 감소 혹은 경감, 즉, 구멍의 크기에 관계없이 동일한 에칭속도가 유지될 수 있게 해준다.

여기서, 용어 "시스(sheath)"은 플라즈마의 각각의 전극에서 발생하는 전자공핍영역(electron deficient region)을 의미한다. 한편, 용어 "시스 전압"은 특정한 전자결합영역, 즉, 플라즈마와 전극(캐소드 또는 애노드)간의 특정한 시스를 가로지르며 발생하는 전압을 의미한다.

본 발명에 따른 에칭 또는 증착단계에서, 약 50MHz 내지 약 800MHz 주파수 범위에서 작동되는 전원에 의해서 가해지는 플라즈마를 사용함에 있어서, 자기 효과를 향상시키기 위해서 챔버의 외주부에 보조 자석을 사용할 수도 있다. 플라즈마는 약 50MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위밖에서 작동되는 하나의 전원을 포함하여, 하나 이상의 전원에 연결될 수도 있다.

본 발명은 500밀리토르 이하의 저압 반응성이온에칭(RIE)과 500밀리토르 이상의 고압 플라즈마 에칭과, 500밀리토르 이하의 저압 화학기상증착(CVD)과, 그리고 500밀리토르 이상의 고압 등방성 CVD 방법 등에 사용될 수 있다.

본 발명의 방법은, 미합중국 특허출원 제07/416,750호에 개시된 종래의 진공 에칭 또는 증착장치에 이용될 수도 있다. 그러나, 본 발명의 방법을 수행함에 있어서, 본 발명에 따라서 약 50MHz 내지 약 800MHz 주파수 범위에서 작동하는 전원은 진공챔버에 적절하게 연결되어야 한다는 점을 강조한다. 전원을 적절하게 매칭시키고, 이러한 주파수 범위내에서 챔버내의 플라즈마에 전력을 연결시켜 주기 위한 네트워크는 미합중국 특허출원 제07/559/947호에 개재되어 있다.

A. 반응성 이온 에칭

본 발명에 따르면, 약 500밀리토르 이하의 압력하에서, 50MHz 내지 800MHz의 주파수 범위 바람직하게는 약 50MHz 내지 약 600MHz의 주파수 범위에서 작동하는 전원에 연결된 플라즈마를 사용한 반응성이온에칭(RIE)에 의해서, 산화실리콘, 폴리실리콘 및 알루미늄과 같은 재료들이 제거될 수 있다.

(캐소드상에 장착된 웨이퍼에서) 본 발명에 따라서 수행되는 RIE에서 전체 유효 캐소드 영역에 대한 전체 유효 애노드 영역의 비는, 캐소드 전극에 대한 애노드의 평균 전극 간격이 약 5cm 내지 30cm일 때 캐소드 영역에 대한 애노드 영역의 비가 약 2 : 1 내지 20 : 1인 것이 바람직하다. 애노드 또는 캐소드의 "유효 영역"이라는 말은, 플라즈마에 연결된 전극의 영역을 의미하는 것이다.

SiO₂와 같은 산화실리콘이 제거되고 나면, 플라즈마 전원이 약 100 내지 250MHz의 주파수 범위로 유지되는 것이 바람직하며, 전형적으로 플라즈마 전원의 주파수는 약 150MHz 내지 약 200MHz 범위로 유지된다. 약 800MHz 이상의 고주파수가 사용될 수 있지만, 에칭속도 및 에칭의 이방성을 허용 한계이하로 감소시킨다.

본 발명의 수행에 있어서 RIE 산화실리콘 에칭에 사용된 압력은, 약 2 내지 약 500밀리토르 이상의 범위이며, 바람직하게는 약 20 내지 200밀리토르의 범위인데, 전형적인 압력은 약 50밀리토르이다.

본 발명에 따른 산화실리콘의 에칭에 사용되는 플라즈마의 전력밀도(웨이퍼 면적당의 전력밀도 watts/in²)는 약 30 내지 60watts/in²이며, 예를 들어서 전형적으로 직경 5인치인 웨이퍼에 대해서 전력은 약 600-1500watts이고, 바람직한 전력밀도는 약 45 내지 56watts/in²가 된다.

한 종류 이상의 플루오르 함유가스, 한 종류 이상의 탄소함유 가스 및 임의로 한 종류 이상의 수소함유 가스들을 포함하고 있을 수도 있는 산화 실리콘을 제거하기 위한 본 발명의 RIE 단계를 수행함에 있어서, 여러가지 에칭의 화학적 작용들이 이용될 수 있다. 전형적인 가스들 및 가스 혼합물에는, CF₄, C₂F₆, C₄F₈, CHF₃, CH₃F와 CHF₃, CH₃F와 CF₄, CHF₃와 CF₄, CF₄와 CH₄, C₂F₆와 CHF₃, C₄F₈와 CHF₃, NF₃와 CH₄, SF₆와

CH₄, CF₄와 H₂, 그리고 이들 가스 혹은 가스 혼합물의 결합형태가 포함될 수 있다. 이 기술 분야의 전문가들에게 잘 알려져 있는 바와 같이, 에칭의 선택성을 제어하기 위해서, 임의의 산소 공급원이 상기 혼합물 중 어느 것과 결합될 수도 있다. 에칭의 이방성을 향상시키기 위해서, 아르곤과 같은 불활성 유도 가스가 임의로 상기 에칭가스의 어느 것과 결합될 수도 있다. 전형적인 10~15ℓ의 에칭챔버에 사용되는 각각의 가스의 유량은, 소망 압력 범위에 대해서 사용되는 진공펌프의 크기에 따라서 결정되는데, 약 1 내지 30sccm의 범위이다.

본 발명에 따른 방법을 사용하여 산화실리콘을 RIE에 의해 제거시키는 경우에, 습식산화물 조건(증기상 태로 성장)하에서 열적으로 성장된 산화물에 대해서 약 0.3 내지 0.75 μ m/min의 산화물제거 속도가 이루어진다. 에칭은 본질적으로 고도의 이방성을 가지며, 집적회로 구조물에 대한 눈에 띄는 어떠한 손상도 웨이퍼상에 잔류하지 않는다.

폴리실리콘 또는 포토레지스트에 대해서 산화실리콘에 선택적인 산화 실리콘 에칭을 제공할 필요가 있는 경우에, 플루오르에 대한 탄소의 원자비는 약 0.1 : 1 내지 약 2 : 1 정도의 범위이며, 플루오르에 대한 수소(가스들 중에 수소가 존재하는 경우에)의 원자비는 약 0.1 : 1 내지 0.5 : 1의 범위가 되어야 한다.

알루미늄 및 폴리실리콘은, 약 100MHz 내지 약 800MHz, 바람직하게는 약 150MHz 내지 약 600MHz의 주파수 범위에서 작동되는 전원을 사용하는 본 발명에 따라서 수행되는 RIE 방법에 의해서 제거될 수도 있다.

알루미늄 또는 폴리실리콘, 혹은 이들 둘 모두를 RIE 방법으로 제거시키는데 사용되는 압력은, 산화물에 대한 RIE 제거방법에서 사용된 것과 동일한 압력, 즉, 약 2 내지 약 500밀리토르 범위의 저압, 바람직하게는 약 20밀리토르 내지 약 200밀리토르 범위이다.

본 발명에 따라서, 알루미늄 및 폴리실리콘을 RIE 방법으로 제거시키는 방법은, 예를 들면 직경 5인치인 웨이퍼에 대해서 약 200~1500watt가 작용되도록 웨이퍼 면적에 대한 플라즈마 전력밀도가 약 10 내지 76watts/in²의 범위, 바람직하게 약 20 내지 40watts/in²의 범위에서 수행된다.

알루미늄 및 폴리실리콘의 제거에 유용한 통상의 RIE 화학물질이 본 발명을 수행함에 있어서도 이용될 수 있는데, 예를 들어서 Cl₂와 Ar의 혼합물이나 BCl₃와 Ar의 혼합물과 같이 염소 함유 가스와 불활성 가스의 혼합물이 사용된다. 10~15ℓ의 에칭 챔버에 대한 이들 가스의 전형적인 유량은, 아르곤과 같은 불활성 가스 또는 염소 함유 가스 모두에 있어서 약 10 내지 100sccm의 범위이다.

본 발명에 따라서 수행되는 알루미늄 및 폴리실리콘의 RIE 방법을 이용한 에칭제거속도는, 약 0.2 내지 약 1.0 μ m/min, 바람직하게는 약 0.5 내지 0.7 μ m/min이다. 에칭은 본질적으로 고도의 이방성을 가지며, 웨이퍼상의 잔류하는 집적회로 구조물에 대한 눈에 띄는 손상은 없다.

예를 들어서, 플루오르 공급원 및 선택적인 탄소 및 산소 공급원을 사용하여, 산화실리콘을 에칭하는 데 이용되는 화학작용을 변화시키면서, 본 발명에 따른 RIE 방법에 따른 RIE 방법을 사용하면 단결정 실리콘도 제거될 수 있다.

B. 플라즈마-보조 고압 에칭

알루미늄 및 폴리실리콘을 제거하는 것과 마찬가지로, 500밀리토르 이상에서 50토르 이상까지의 고압을 이용하여서 산화실리콘을 제거하기 위한 에칭이 수행될 수도 있다. 이러한 고압의 플라즈마-보조 에칭방법은, 본 발명에 따라서 알루미늄 및 폴리실리콘과 같은 재료를 제거하는데 이용될 수 있는데, 플라즈마 에너지를 가하기 위해서 사용되는 전원의 주파수는 약 50MHz 내지 약 800MHz의 범위이며, 압력은 500밀리토르 이상에서 약 50토르 이상까지이고, 바람직하게는 약 1 내지 약 20토르이다.

웨이퍼 면적에 대한 전력밀도는 약 15 내지 76watts/in², 바람직하게는 약 30 내지 50watts/in²이다. 플라즈마가 전극들 사이의 체적을 완전히 채우도록, 애노드 대 캐소드 전극의 비는 약 0.2cm 이상에서 약 5cm이다.

산화실리콘을 제거하기 위한 본 발명에 따른 고압의 플라즈마를 이용한 에칭방법을 수행하는데 사용되는 에칭 화학 물질에는, 한 종류 이상의 플루오르 함유 가스, 한 종류 이상의 탄소 함유 가스 및 임의로 한 종류 이상의 수소 함유 가스가 포함된다. 전형적인 가스 및 가스 혼합물에는, CF₄, C₂F₆, C₄F₈, CHF₃, CH₃F와 CHF₃, CH₃F와 CF₄, CHF₃와 CH₄, CF₄와 CF₄, C₂F₆와 CHF₃, C₄F₈과 CHF₃, NF₃와 CH₄, SF₆와 CH₄, CF₄와 H₂, 그리고 이들 가스 또는 가스 혼합물의 결합상태가 포함될 수 있다.

이 기술분야의 전문가들에게 잘 알려져 있는 바와 같이, 에칭의 선택을 향상시키기 위해서, 임의로 산소 공급원이 상기 혼합물 중 어느 것과 결합될 수도 있다. 필요한 경우에, 에칭의 윤곽을 제어하기 위해서, 아르곤과 같은 불활성 유도 가스가 임의로 상기 에칭가스의 어느 것과 함께 사용될 수도 있다. 전형적으로, 10~15ℓ의 에칭챔버에 대해서 사용되는 각각의 가스의 유량은, 소망 압력 범위에 대해서 사용되는 진공펌프의 치수에 따라서 결정되며, 약 1 내지 300sccm의 범위이다.

본 발명에 따라서 수행되는 고압의 플라즈마-보조에칭의 에칭속도는 약 0.2 내지 1.0 μ m/min 범위이다.

본 발명의 방법을 수행함에 있어서 알루미늄 및 폴리실리콘의 제거에 유용한 에칭의 화학작용은, 저압 RIE 방법에서 사용된 것과 유사한데, 즉, 예를 들어서 Cl₂와 Ar의 혼합물이나 BCl₃과 Ar의 혼합물과 같이 탄소 함유 가스와 불활성 가스의 혼합물이다. 10~15ℓ의 에칭챔버에 대한 이들 가스의 전형적인 유량은, 탄소 함유 가스나 아르곤과 같은 불활성 가스 모두에 있어서 약 10 내지 100sccm이다. 이러한 화학작용을 이용한 알루미늄 및 폴리실리콘의 에칭 제거 속도는 약 0.2 내지 1.0 μ m/min의 범위이다.

예를 들어서 플루오르 공급원 및 임의로 탄소 및 산소의 공급원을 사용하여, 산화 실리콘을 에칭하는 데 이용되는 화학작용을 변화시킴으로써, 본 발명의 고압 에칭 방법을 이용하면 단결정 실리콘도 제거될

수 있다.

C. 저압 CVD(화학기상증착)

약 50 내지 800MHz 범위의 주파수를 가지는 전원에 의해 플라즈마가 발생되는, 집적회로 구조물을 제조하는 개선된 플라즈마-보조 방법 즉 플라즈마를 이용하는 방법은, 저압 CVD 방법과 같은 플라즈마-보조 증착방법에도 이용될 수가 있다.

흔히 CVD 방법이라 부르는 이러한 방법에 있어서, 실리콘 웨이퍼 내에 있는 홈의 바깥쪽(상부) 모서리 상에 증착되는 재료(예를 들어서, 산화물이나 질화물)의 예칭은 그러한 홈 안으로 산화물이나 질화물을 증착시키는 것과 동시에 수행되어서, 충전재료내에 어떠한 공극이 형성되는 것을 방지한다. 종래에는 이러한 증착이 ECR/마이크로파 주파수 플라즈마 CVD에서 동시에 수행되었으며, 한편 13,56MHz와 같은 고주파수하에서 플라즈마-보조 CVD를 이용하였는데, 그 결과 원하는 면을 얻기 위해서 웨이퍼를 증착챔버와 예칭챔버 사이로 순환시킬 필요가 있었다.

본 발명에 따르면, 저압 CVD 증착 및 원하는 면의 형성이 플라즈마-보조 CVD 방법을 사용하여 동시에 수행될 수 있는데, 플라즈마는 약 50MHz 내지 800MHz의 주파수 범위, 바람직하게는 약 100MHz 내지 250MHz 이상의 주파수 범위에서 작동하는 전원에 의해 인가된다. 따라서, 본 발명의 방법을 수행함으로써, 복잡한 마이크로파/ECR 장비를 사용할 필요가 없으며, 증착 챔버와 예칭 챔버 사이로 웨이퍼를 순환시킬 필요도 없다.

이러한 플라즈마-보조 CVD 패킷 증착단계 중에, 플라즈마의 전력밀도는 약 10 내지 76watts/in², 바람직하게는 약 30 내지 76watts/in², 보다 바람직하게는 약 45 내지 56watts/in²의 범위이다.

산화물이나 질화물의 증착속도는 플라즈마의 전력밀도에 따라서 변화하는데, 10 내지 76watts/in² 범위의 전력밀도는 약 0.1 내지 1.5μm/min 범위의 증착속도를 제공하는 반면에, 약 45 내지 56watts/in² 범위의 전력밀도로 작동하는 경우에는, 예를 들어서 산화물이나 질화물과 같은 재료가 소망 두께만큼 모두 증착될 때까지 증착속도가 약 0.4 내지 1.0μm/min가 된다.

이러한 플라즈마-보조 CVD 패킷 증착단계 중에, 증착챔버내의 압력은 약 2밀리토르 내지 500밀리토르, 바람직하게는 20밀리토르 내지 200밀리토르까지의 범위내에서 유지된다.

증착챔버내의 애노드의 전체 유효면적 대 (웨이퍼가 지지되는) 캐소드의 전체 유효면적의 비는 최소한 약 2 : 1 내지 20 : 1의 범위이며, 애노드와 캐소드 사이의 전격은 적어도 약 5cm 내지 약 30cm 정도이다(여기서, "유효 면적"이라는 말은 이미 기술한 바와 같이 플라즈마에 결합된 면적을 의미한다).

본 발명의 방법에 따른 산화실리콘의 증착에 있어서, 아르곤 가스와 같은 임의의 불활성 가스 뿐만 아니라 하나 이상의 실리콘 공급원 및 하나 이상의 산소 공급원이 증착챔버내로 흐른다.

실리콘 공급원은, 실란(SiH₄)과 같은 가스 공급원, 또는 예를 들어서 테트라에틸오르토실리케이트(TEOS)와 같은 유기 실리콘 공급원 등의 액체 공급원으로부터 얻어지는 증가가 될 수 있다. 산소 공급원은 O₂, N₂O, 또는 이들의 혼합물이나, 소량의 O₃을 포함하거나 포함하지 않고 있는 혼합물, 혹은 임의의 구하기 쉬운 산소 공급원이 될 수도 있다. 필요하다면, 도핑된 유리(doped glass)를 증착시키기 위해서, 도우판트(dopant) 공급원이 반응챔버내로 유입될 수도 있다.

실리콘 공급원으로서 실란, 그리고 산소 공급원으로서 O₂ 혹은 N₂O를 사용하여, 아르곤 가스와 함께 5-10 l의 증착챔버내로 유동되는 가스는, 전형적으로 약 SiH₄의 유량 약 10-150sccm, O₂ 또는 N₂O의 유량 약 10-300sccm, 그리고 아르곤의 유량 약 500scm 정도이다. 실리콘 공급원으로서 TEOS를 사용하는 경우에는, 전형적으로 유량이 약 0.1 내지 1.0g/min 범위이다.

산소 공급원을 질소 공급원으로 대체시키고, 상기한 실리콘의 공급원 중에서 옥시질화물(oxy nitride)을 형성시키지 않는 것을 실리콘 공급원으로 사용함으로써, 동일한 증착조건하에서 산화실리콘 대신에 질화실리콘을 반도체 웨이퍼상에 증착시킬 수가 있다. 이에 있어서, 소위 질화 실리콘이란 Si₃N₄ 혼합물 그대로가 아니라 Si_xH_yN_z 혼합물이나, 관례적으로 질화실리콘 혹은 단순히 "질화물"로 부른다는 점을 강조해 둔다.

이러한 질화실리콘층을 증착시키는 경우에, 질소 공급원으로서 질소 혹은 암모니아가 사용될 수 있다. 임의로, 수소 공급원이 공급될 수도 있다. 산화 실리콘의 증착과 동일한 조건하에서 질화실리콘의 증착에 있어서의 전형적인 가스 흐름은, SiH₄의 유량이 약 10 내지 150sccm, N₂의 유량이 약 25 내지 300sccm, NH₃의 유량이 약 0 내지 50sccm, 수소의 유량이 약 0 내지 50sccm, 그리고 아르곤의 유량이 약 0 내지 500sccm이다.

반도체 웨이퍼상에 옥시 질화실리콘을 증착시키고자 하는 경우에는, 다른 반응 조건들은 바꾸지 않고 대체로 그대로 둔 상태에서 질화실리콘을 형성하는데 사용된 반응물에 추가로 산소공급원을 공급한다.

D. 고압 CVD (등각 등방성) 증착

본 발명에 따라서, 약 500밀리토르 이상에서 약 50토르 이상까지의 고압상태, 바람직하게는 약 1 내지 20토르 범위까지의 고압상태를 유지시키면서, 약 50MHz 내지 약 800MHz, 바람직하게는 약 150MHz 내지 약 800MHz 범위의 주파수를 가지는 전력에 의해서 인가되는 플라즈마를 사용하고, 예를 들어서 직경 5인치의 웨이퍼에 대해서 약 200 내지 750watt의 전력레벨을 유지하도록 웨이퍼 면적에 대해서 약 10 내지 38watts/in²의 전력밀도를 유지시킴으로써, 산화실리콘 및 질화실리콘과 같은 재료의 등방성 등각층을 증

착시킬 수가 있다. 애노드와 캐소드의 전극간격은 약 0.2 내지 5cm이다.

실리콘 공급원은 실란(SiH₄), 또는 예를 들어서 SiH₂Cl₂와 같은 대응되는 실란과 같은 가스 공급원이 될 수 있다. 산소 공급원은 N₂O 또는 다른 편리하고 안전한 산소 공급원이 될 수 있다.

실리콘 공급원으로서 실란, 및 산소 공급원으로서 N₂O를 사용하여 5-10ℓ 증착챔버내로 유입되는 가스는, 전형적으로 SiH₄의 유량이 약 10-100sccm, N₂O의 유량이 약 100-5000sccm이다. 이와 같은 증착에 있어서, 등각의 SiO₂의 소망 두께가 얻어질 때까지 약 0.1 내지 2μm/min의 증착속도가 유지될 수 있다.

산소 공급원을 질소 공급원으로 대체시킴으로써, 동일한 고압증착 조건하에서 산화실리콘 대신에 질화실리콘을 증착시킬 수도 있다. 저압증착에서와 마찬가지로, 질소 및 (선택적으로) 암모니아가 질소 공급원으로서 사용될 수도 있다. 산화실리콘의 고압증착에 대한 조건과 동일한 조건하에서 질화실리콘을 증착시키기 위한 전형적인 가스 흐름은 산화실리콘에서와 동일한 증착속도, 즉, 약 0.1 내지 2μm/min의 증착속도를 얻기 위해서, SiH₄의 유량이 약 10 내지 100sccm, N₂의 유량이 약 100 내지 10000sccm, 그리고 NH₃의 유량이 약 0 내지 100sccm이다.

반도체 웨이퍼상에 옥시질화 실리콘의 등각층을 등방성으로 증착시키고자 할 경우에는, 대체로 다른 반응조건들을 변화시키지 않고서, 질화실리콘을 형성하는데 사용된 반응물에 추가로 N₂O와 같은 산소 공급원을 공급할 수 있다.

따라서, 본 발명은 웨이퍼상에 제공된 장치들에 손상을 입히지 않도록 충분히 낮은 동시에 소망하는 이방성을 제공하기에는 충분히 높은 약 50 내지 800MHz 범위 이내의 주파수에서 작동되는 전원에 의해 인가되는 플라즈마를 이용하여서, 반도체 웨이퍼상에 재료를 에칭 및 증착시키기 위한 개선된 방법을 제공하며, 이러한 방법은 종래 기술의 방법과 비슷한 반응속도로서 수행될 수가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 제조하는데 사용되는 재료를 에칭하기 위한 플라즈마를 이용하는 RIE 방법에 있어서, 애노드 및 캐소드상에 장착된 웨이퍼를 포함하고 있으며 내부 압력이 약 2 내지 500밀리토르 범위로 유지되는 진공에칭 챔버내에서, 상기 웨이퍼 면적당 전력밀도 레벨이 약 10 내지 76watts/in²의 범위로 유지되고 주파수 범위가 약 50 내지 800MHz인 전원을 사용하여 상기 챔버내에 플라즈마를 유지시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 RIE 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 챔버내의 압력이 약 20 내지 200밀리토르 범위인 것을 특징으로 하는 RIE 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 RIE 방법은 약 0.3 내지 0.76μm/min의 에칭속도로 산화실리콘을 에칭하는 것을 특징으로 하는 RIE 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전원이 약 100MHz 내지 약 800MHz의 주파수 범위내에서 작동되는 것을 특징으로 하는 RIE 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 애노드 및 캐소드 전극에서 캐소드 영역에 대한 애노드 영역의 비가 적어도 약 2 : 1이고, 전극 간격이 약 5cm 이상인 것을 특징으로 하는 RIE 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전력밀도가 약 45 내지 56watts/in²인 것을 특징으로 하는 RIE 방법.

청구항 7

반도체 웨이퍼상에 집적회로 구조물을 제조하는데 사용되는 재료를 에칭하기 위한, 플라즈마를 이용하는 고압 에칭방법에 있어서, 애노드 및 캐소드상에 장착된 웨이퍼를 포함하고 있으며 내부압력이 약 500밀리토르 내지 약 50토르 범위로 유지되는 진공에칭챔버 내에서, 상기 웨이퍼 면적당 전력밀도 레벨이 약 15 내지 약 76watts/in²의 범위로 유지되고 주파수 범위가 약 50MHz 내지 약 800MHz의 범위인 하나 이상의 전원을 사용하여 상기 챔버내에 플라즈마를 유지시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 애노드 및 캐소드 전극이 5cm 이하의 전극 간격을 가지는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 애노드 및 캐소드 전극이 약 0.2cm 내지 약 5cm의 전극 간격을 가지는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 10

제8항에 있어서, 약 0.2 내지 1.0 μ m/min의 에칭속도로 산화실리콘을 에칭하는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 약 1 내지 20토르 범위의 압력하에서 수행되는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 전원이 약 30 내지 50watts/in² 범위의 전력밀도 레벨로 유지되는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 플루오르 공급원과, 탄소 공급원과, 선택적 수소 공급원과, 그리고 선택적 불활성 가스를, 상기 에칭중에 상기 챔버를 통해서 유동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 14

제10항에 있어서, 폴리실리콘이나 포토레지스트에 우선하여 산화실리콘을 에칭하기 위한 선택적 방법으로서, 플루오르에 대한 탄소의 원자비가 약 0.1 : 1 내지 약 2 : 1의 범위이고, 플루오르에 대한 수소의 원자비가 약 0.1 : 1 내지 0.5 : 1의 범위이며, 이에 따라서 폴리실리콘이나 포토레지스트 에칭(두께)속도에 대한 산화실리콘 에칭(두께)속도의 비가 약 2 : 1 내지 약 30 : 1로 제공되는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 15

제8항에 있어서, 상기 고압 플라즈마 에칭 방법은 약 0.2 내지 1.0 μ m/min의 에칭속도로 폴리실리콘 및 알루미늄, 또는 이들 중 어느 하나를 에칭하는 방법을 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 고압 플라즈마 에칭 방법은 약 1 내지 약 20토르 범위의 압력 하에서 수행되는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 17

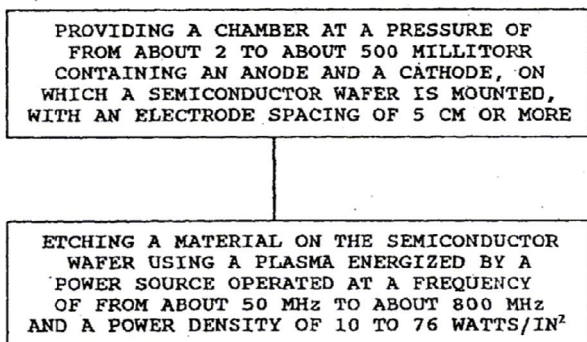
제16항에 있어서, 상기 전원이 약 20 내지 40watts/in² 범위의 전력밀도 레벨로 유지되는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 염소 공급원 및 임의의 불활성 가스를 상기 에칭중에 상기 챔버를 통해 유동시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 고압 에칭방법.

도면

도면1



도면2

PROVIDING A CHAMBER AT A PRESSURE OF FROM ABOVE 500 MILLITORR TO ABOUT 50 TORR CONTAINING AN ANODE AND A CATHODE, ON WHICH A SEMICONDUCTOR WAFER IS MOUNTED, WITH AN ELECTRODE SPACING LESS THAN 5 CM

ETCHING A MATERIAL ON THE SEMICONDUCTOR WAFER USING A PLASMA ENERGIZED BY A POWER SOURCE OPERATED AT A FREQUENCY OF FROM ABOUT 50 MHz TO ABOUT 800 MHz AND A POWER DENSITY OF 15 TO 76 WATTS/IN²

도면3

PROVIDING A CHAMBER AT A PRESSURE OF FROM ABOUT 2 TO ABOUT 500 MILLITORR CONTAINING AN ANODE AND A CATHODE, ON WHICH A SEMICONDUCTOR WAFER IS MOUNTED, WITH AN ELECTRODE SPACING OF 5 CM OR MORE

DEPOSITING A MATERIAL ON THE SEMICONDUCTOR WAFER USING A PLASMA ENERGIZED BY A POWER SOURCE OPERATED AT A FREQUENCY OF FROM ABOUT 50 MHz TO ABOUT 800 MHz AND A POWER DENSITY OF 10 TO 76 WATTS/IN²

도면4

PROVIDING A CHAMBER AT A PRESSURE OF FROM ABOVE 500 MILLITORR TO ABOUT 50 TORR CONTAINING AN ANODE AND A CATHODE, ON WHICH A SEMICONDUCTOR WAFER IS MOUNTED, WITH AN ELECTRODE SPACING LESS THAN 5 CM

DEPOSITING A MATERIAL ON THE SEMICONDUCTOR WAFER USING A PLASMA ENERGIZED BY A POWER SOURCE OPERATED AT A FREQUENCY OF FROM ABOUT 50 MHz TO ABOUT 800 MHz AND A POWER DENSITY OF 10 TO 38 WATTS/IN²