

명세서

발명의 명칭: 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 반도체 제작 공정에서 웨이퍼의 박막에 대해 탄소를 도핑하는 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 일반적으로, 반도체 제작 공정은 크게 전공정과 후공정으로 나뉜다. 전공정에는 산화, 증착, 노광, 식각, 이온주입, 배선 등의 공정이 포함된다.
- [4] 증착 공정은 웨이퍼의 표면에 원하는 물질로 매우 얇은 층을 쌓는 공정이다. 증착의 구체적 방식은, 화학적 기상 증착법(CVD), 물리적 기상 증착법(PVD), 그리고 원자층 증착법(ALD)이 있다. 화학적 기상 증착법은 화학 반응을 통해서 박막을 형성하고, 물리적 기상 증착법은 물리적인 방식을 이용하여 박막을 형성한다. 원자층 증착법은 원자층을 적층하는 방식을 이용해 매우 얇은 막을 형성한다. 이 방식은, 화학적 기상 증착법과 함께, 우수한 단차 피복성(Step Coverage)을 보여준다.
- [5] 증착 공정에서는 박막의 특성 개선을 위해 탄소가 첨가되기도 한다. 이를 위해, 탄소 가스는 진공 챔버에 대해 박막 성형을 위한 가스와 동시 주입(Co-flow)되어, 웨이퍼와 반응한다. 이러한 방식의 탄소 첨가는 박막의 다른 특성을 개선시키나, 단차 피복성을 불량하게 하는 문제가 있다. 이러한 문제는 원자층 증착법을 이용해도 해결되지 않는다. 불량한 단차 피복성은 종횡비(Aspect Ratio)가 큰 반도체 설계에 가장 큰 어려움을 준다.

[6]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 일 목적은, 웨이퍼의 박막에 탄소가 주입되게 하면서도, 그로 인해 박막의 단차 피복성이 저하되지 않게 하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법을 제공하는 것이다.

[8]

과제 해결 수단

- [9] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법은, 박막이 형성된 웨이퍼를 처리실 내에 배치하는 단계; 분위기 가스를 상기 처리실에 공급하여, 상기 처리실의 압력을 대기압 보다 높은 공정 압력에 이르게 하는 단계; 상기 처리실을 가열하여, 상기 처리실의 온도를 공정 온도에 이르게 하는 단계; 및 탄소를 함유하는 소스 가스를 상기 처리실에 공급하여, 상기 공정 압력 및 상기 공정 온도에서 상기 소스 가스가 상기 박막과

- 화학 반응함에 따라 상기 탄소가 상기 박막 내로 주입되게 하는 단계를 포함할 수 있다.
- [10] 여기서, 상기 박막은, 산화실리콘막, 질화실리콘막, 질화산화실리콘막 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [11] 여기서, 상기 공정 압력은, 2 ATM 보다 높은 압력일 수 있다.
- [12] 여기서, 상기 공정 압력은, 5 ATM 내지 20 ATM 범위 내에서 결정된 압력일 수 있다.
- [13] 여기서, 상기 공정 온도는, 상기 소스 가스의 열분해 온도 미만의 온도일 수 있다.
- [14] 여기서, 상기 공정 온도는, 400 °C 내지 600 °C 범위 내에서 결정된 온도일 수 있다.
- [15] 여기서, 상기 소스 가스는, 에틸렌 가스 및 프로필렌 가스 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [16] 여기서, 상기 분위기 가스는, H₂, D₂, N₂, 및 Ar 가스 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [17] 본 발명의 다른 일 측면에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법은, 박막이 형성된 웨이퍼를 처리실 내에 배치하는 단계; 탄소를 함유하는 소스 가스를 상기 처리실에 공급하는 단계; 상기 소스 가스가 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하여, 상기 탄소가 상기 박막에 화학적 흡수되게 하는 단계; 및 공정 압력에 따른 가압력에 의해 상기 탄소가 상기 박막 내로 침투되는 단계를 포함할 수 있다.
- [18] 여기서, 상기 소스 가스가 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하여, 상기 탄소가 상기 박막에 화학적 흡수되게 하는 단계는, 상기 처리실의 온도를 상기 소스 가스가 열분해되는 온도 미만으로 유지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [19] 여기서, 상기 소스 가스가 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하여, 상기 탄소가 상기 박막에 화학적 흡수되게 하는 단계는, 상기 처리실의 온도를 400 °C 내지 600 °C 범위 내의 온도로 유지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [20] 여기서, 상기 공정 압력에 따른 가압력에 의해 상기 탄소가 상기 박막 내로 침투되는 단계는, 상기 공정 압력을 2 ATM 보다 높은 압력으로 유지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [21] 여기서, 상기 공정 압력에 따른 가압력에 의해 상기 탄소가 상기 박막 내로 침투되는 단계는, 상기 공정 압력을 5 ATM 내지 20 ATM의 범위 내로 유지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [22]

발명의 효과

- [23] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법에 의하면, 박막이 형성된 웨이퍼가 수용된 처리실에 대해 분위기 가스로 공정

압력을 조성하고 가열을 통해 공정 온도를 만든 후에 탄소를 함유하는 소스 가스를 공급하여 공정 압력 및 공정 온도에서 소스 가스가 박막과 화학 반응함에 따라 탄소가 박막 내로 주입되기에, 탄소 주입에 따른 박막의 성질 개선이 이루어지면서도, 이미 만들어진 웨이퍼의 박막에 추가적으로 탄소가 주입되는 방식에 의해 박막의 단차 피복성이 불량해지지 않게 된다.

[24]

도면의 간단한 설명

[25] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법을 수행하는데 이용되는 웨이퍼 고압 처리 장치(100)에 대한 개념도이다.

[26] 도 2는 도 1의 웨이퍼 고압 처리 장치(100)의 제어적 작동을 설명하기 위한 블록도이다.

[27] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[28] 도 4는 도 3의 일부 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 순서도이다.

[29] 도 5는 도 3의 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법에 따라 도핑된 박막의 탄소 농도에 대한 비교 그래프이다.

[30] 도 6은 도 3의 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법에 따라 도핑된 박막의 습식 식각 깊이에 대한 비교 그래프이다.

[31]

발명의 실시를 위한 형태

[32] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 명세서에서는 서로 다른 실시예라도 동일·유사한 구성에 대해서는 동일·유사한 참조번호를 부여하고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음한다.

[33] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법을 수행하는데 이용되는 웨이퍼 고압 처리 장치(100)에 대한 개념도이다.

[34] 본 도면을 참조하면, 웨이퍼 고압 처리 장치(100)는, 내부 챔버(110), 외부 챔버(120), 급기 모듈(130), 및 배기 모듈(140)을 포함할 수 있다.

[35] 내부 챔버(110)는 반도체 웨이퍼를 고압 처리하기 위한 처리실(115)을 가진다. 내부 챔버(110)는 공정 환경에서 오염물(파티클)이 발생할 가능성을 줄이기 위해 비금속재, 예를 들어 석영으로 제작될 수 있다. 도면상 간략화되어 있지만, 내부 챔버(110)의 하단에는 처리실(115)을 개방하는 도어(미도시)가 구비된다. 상기 도어가 하강함에 따라 처리실(115)이 개방되고, 반도체 웨이퍼는 홀더(미도시)에 장착된 채로 처리실(115)에 투입될 수 있다. 내부 챔버(110)의 외측에 배치되는 히터(미도시)의 작동에 따라, 처리실(115)의 온도는 수 백 °C에 이를 수 있다. 상기 홀더는 반도체 웨이퍼를 복수 층으로 적층할 수 있는 웨이퍼 보트(wafer boat)일 수 있다.

- [36] 외부 챔버(120)는 내부 챔버(110)를 수용하는 구성이다. 외부 챔버(120)는, 내부 챔버(110)와 달리 반도체 웨이퍼에 대한 오염 문제에서 자유롭기에, 금속재로 제작될 수 있다. 외부 챔버(120)는 내부 챔버(110)를 수용하는 수용 공간(125)을 갖는다. 외부 챔버(120) 역시 하부에는 도어(미도시)를 구비하는데, 상기 도어는 내부 챔버(110)의 도어와 함께 하강하며 수용 공간(125)을 개방할 수 있다.
- [37] 급기 모듈(130)은 챔버(110,120)에 대해 가스를 공급하는 구성이다. 급기 모듈(130)은 반도체 공장의 유틸리티(가스 공급 설비)에 연통되는 가스 공급기(131)를 가진다. 가스 공급기(131)는 내부 챔버(110), 구체적으로 처리실(115)에 대해 탄소를 함유하는 소스 가스로서, 예를 들어 에틸렌(C_2H_4), 또는 프로필렌(C_3H_6) 가스를 제공할 수 있다. 가스 공급기(131)는 처리실(115)에 대해 분위기 가스로서, 수소, 중수소, 질소, 또는 아르곤 가스를 제공할 수도 있다. 가스 공급기(131)는 수용 공간(125)에 대해서는 보호 가스로서, 예를 들어 불활성가스인 질소, 또는 아르곤 가스를 제공할 수 있다. 수용 공간(125)에 주입된 보호 가스는, 구체적으로 수용 공간(125) 중 내부 챔버(110)를 제외한 영역에 채워진다. 이들 가스는 각각 내부 가스 라인(133) 또는 외부 가스 라인(135)을 통해 처리실(115) 또는 수용 공간(125)에 주입된다.
- [38] 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스, 나아가 상기 보호 가스는, 대기압보다 높은 압력으로서, 예를 들어 수 기압 내지 수십 기압에 이르는 고압을 형성하도록 공급될 수 있다. 또한, 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스의 압력이 제1 압력이고 상기 보호 가스의 압력이 제2 압력일 때, 이들은 설정된 관계로 유지될 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 압력이 상기 제1 압력보다 다소 크게 설정될 수 있다. 그런 압력차는 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스가 처리실(115)로부터 누출되지 않게 되는 이점을 제공한다.
- [39] 배기 모듈(140)은 상기 소스 가스, 상기 분위기 가스, 그리고 상기 보호 가스를 챔버(110,120)로부터 배기하기 위한 구성이다. 내부 챔버(110), 구체적으로 처리실(115)로부터 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스를 배기하기 위하여, 내부 챔버(110)의 상부에는 배기관(141)이 연결된다. 배기관(141)에는 가스 배출기(143)가 설치될 수 있다. 가스 배출기(143)는 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스의 배기를 단속하는 밸브일 수 있다.
- [40] 외부 챔버(120), 구체적으로 수용 공간(125)으로부터 상기 보호 가스를 배출하기 위해서도, 외부 챔버(120)에 연통되는 배기관(145)과 그에 설치되는 가스 배출기(147)가 구비될 수 있다. 이들 배기관(141 및 145)은 서로 연통되기에, 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스는 상기 보호 가스에 희석된 채로 배기된다.
- [41] 웨이퍼 고압 처리 장치(100)의 제어적 구성은 도 2를 참조하여 설명한다. 도 2는 도 1의 웨이퍼 고압 처리 장치(100)의 제어적 작동을 설명하기 위한 블록도이다.
- [42] 본 도면(및 도 1)을 참조하면, 웨이퍼 고압 처리 장치(100)는, 앞서 설명한 급기 모듈(130) 등에 더하여, 히팅 모듈(150), 감지 모듈(160), 제어 모듈(170), 그리고 저장 모듈(180)을 더 포함할 수 있다.

- [43] 히팅 모듈(150)은 앞서 언급한 상기 히터를 포함하는 구성이다. 상기 히터는 수용 공간(125)에 배치될 수 있다. 상기 히터는 상기 분위기 가스 및 상기 소스 가스를 가열하여 공정 온도에 이르게 한다.
- [44] 감지 모듈(160)은 챔버(110,120)의 환경을 감지하기 위한 구성이다. 감지 모듈(160)은 압력 게이지(161)와 온도 게이지(165)를 구비할 수 있다. 압력 게이지(161) 및 온도 게이지(165)는 챔버(110,120) 마다 설치될 수 있다.
- [45] 제어 모듈(170)은 급기 모듈(130), 배기 모듈(140) 등을 제어하는 구성이다. 제어 모듈(170)은 감지 모듈(160)의 감지 결과에 기초하여, 급기 모듈(130) 등을 제어할 수 있다.
- [46] 저장 모듈(180)은 제어 모듈(170)이 제어를 위해 참조할 수 있는 데이터, 프로그램 등을 저장하는 구성이다. 저장 모듈(180)은 플래시 메모리(flash memory), 하드디스크(hard disk), 자기 디스크, 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [47] 이러한 구성에 의하면, 제어 모듈(170)은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법을 수행하기 위하여, 급기 모듈(130) 등을 제어할 수 있다.
- [48] 구체적으로, 제어 모듈(170)은 압력 게이지(161)를 통해 얻은 챔버(110,120)의 압력에 근거하여, 급기 모듈(130)의 작동을 제어할 수 있다. 급기 모듈(130)의 작동에 따라, 챔버(110,120)에는 상기 분위기 가스 및 상기 소스 가스, 그리고 상기 보호 가스가 상기 제1 압력 또는 상기 제2 압력으로 채워진다.
- [49] 제어 모듈(170)은 또한 온도 게이지(165)를 통해 얻은 챔버(110,120)의 온도에 근거하여, 히팅 모듈(150)의 작동을 제어할 수 있다. 히팅 모듈(150)의 작동에 따라 상기 소스 가스 및 상기 분위기 가스는 상기 공정 온도에 이를 수 있다.
- [50] 이상의 웨이퍼 고압 처리 장치(100)를 이용하여 웨이퍼의 박막에 탄소를 도핑하는 구체적 방법은 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한다.
- [51] 먼저, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [52] 본 도면(및 도 1 내지 도 2)을 참조하면, 처리실(115)에는 박막이 형성된 웨이퍼가 배치된다(S1). 웨이퍼는 웨이퍼 보트에 안착된 채로, 처리실(115)에 투입될 수 있다. 상기 박막은 산화실리콘막(SiO), 질화실리콘막(SiN), 또는 질화산화실리콘막(SiON) 등이 될 수 있다. 이들 박막은 화학 기상 증착법 또는 원자층 증착법을 통해 형성된 것일 수 있다.
- [53] 처리실(115)의 압력이 상기 공정 압력에 도달하게 하기 위해, 처리실(115)에는 분위기 가스가 공급된다(S3). 상기 분위기 가스는 제어 모듈(170)의 제어 하에 급기 모듈(130)을 통해 처리실(115)에 공급된다. 상기 분위기 가스는 상기 소스 가스 보다 더 높은 유량으로 공급될 수 있다. 이와 달리, 요구되는 탄소 주입량에 따라서는, 상기 소스 가스가 더 높은 유량으로 공급될 수도 있다.
- [54] 처리실(115)의 온도가 상기 공정 온도에 도달하게 하기 위해, 처리실(115)은

가열될 수 있다(S3). 이는 제어 모듈(170)의 제어 하에 히팅 모듈(150)이 작동함에 따라 이루어진다.

- [55] 상기 소스 가스는 급기 모듈(130)을 통해 처리실(115)에 공급된다(S5). 상기 소스 가스는 탄소를 함유하는 가스로서, 앞서 설명한 바대로 에틸렌 가스 또는 프로필렌 가스 등이 될 수 있다. 상기 소스 가스 역시도 상기 공정 압력 및 상기 공정 온도를 결정하는 요인이 될 수 있다. 또한, 상기 소스 가스는 상기 분위기 가스와 함께 처리실(115)에 공급될 수도 있다.
- [56] 상기 소스 가스 중 탄소는 상기 박막 내로 주입된다(S7). 이를 위해, 상기 소스 가스는 상기 공정 압력 및 상기 공정 온도에서 상기 박막과 화학 반응하게 된다.
- [57] 이상에서 상기 박막의 형성과 상기 박막에 대한 탄소 주입은 동시에 이루어지는 것이 아니다. 다시 말해, 상기 박막이 이미 형성된 상태에서, 그 박막에 대해 탄소가 주입되는 것이다. 이러한 탄소 주입 방식은 상기 박막의 기설정된 형상(볼륨)을 거의 변화시키지 않기에, 상기 박막의 단차 피복성을 훼손하지 않는다.
- [58] 이상의 세 단계(S3 내지 S7)의 보다 구체적 내용은 도 4를 추가로 참조하여 설명한다. 도 4는 도 3의 일부 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 순서도이다.
- [59] 본 도면(및 도 1 내지 도 2)을 참조하면, 상기 소스 가스는 처리실(115)에서 분자 상태를 유지한다(S11). 이를 위해, 상기 공정 온도는 상기 소스 가스의 열분해 온도 미만으로 유지될 수 있다. 구체적으로, 상기 에틸렌 가스, 또는 상기 프로필렌 가스에 대하여, 상기 공정 온도는 400 °C 내지 600 °C 범위 내에서 결정될 수 있다. 이는 상기 박막의 증착 공정의 온도에 비해 상대적으로 낮은 온도이다.
- [60] 상기 소스 가스는 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하게 된다(S13). 이는 상기 공정 온도에 의해, 상기 소스 가스가 분자 상태로 유지되기 때문에 가능하다.
- [61] 상기 소스 가스와 상기 박막의 화학 반응, 구체적으로 화학적 흡수(Chemical adsorption)에 의해, 상기 소스 가스 중 탄소는 상기 박막에 흡수된다(S15).
- [62] 탄소는 가압력에 의해 상기 박막 내로 깊숙히 침투하게 된다(S17). 상기 가압력은 상기 공정 압력에 따른 힘을 말한다. 상기 가압력을 만들기 위해, 상기 공정 압력은 대기압 보다 높은 압력이 될 수 있다.
- [63] 상기 공정 압력의 설정에 대해 도 5 및 도 6을 참조하여 추가로 설명한다. 도 5는 도 3의 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법에 따라 도핑된 박막의 탄소 농도에 대한 비교 그래프이고, 도 6은 도 3의 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법에 따라 도핑된 박막의 습식 식각 깊이에 대한 비교 그래프이다.
- [64] 이들 그래프는 이산화실리콘막(SiO_2)이 형성된 웨이퍼에 대해 탄소 도핑을 수행한 실험에 대한 결과이다. 본 실험에서 상기 이산화실리콘막의 두께는 50 nm이다. 상기 소스 가스로는 에틸렌(C_2H_4) 가스가 사용되었다. 상기 공정 온도는 400 °C이다. 상기 공정 압력은 1 Torr 내지 20 ATM 범위 내에서 조절되었다. 습식

식각에 사용된 용액은 순수 100 중량부에 대해 불산 1 중량부를 혼합한 것이다. 습식 식각은 100 초 동안 진행되었다.

[65] 도 5를 참조하면, 상기 공정 압력이 1 Torr, 1 ATM 수준인 경우라면, 상기 박막 내의 탄소 농도는 부족한 수준이다. 탄소 농도가 일정 농도로 유지되는 구간도 짧다. 이들은 탄소 도핑의 효과가 크지 않은 탓이다.

[66] 그에 반해, 상기 공정 압력이 2 ATM 이상인 경우라면, 탄소 농도가 1 ATM 대비 크게 높아짐을 확인할 수 있다. 2 ATM에서 탄소 농도는 $1e^{10}$ 을 훨씬 넘어서, 유의미한 수준에 이른다. 2 ATM에서는 $1e^{10}$ 을 넘는 탄소 농도가 유지되는 구간도 보다 길어진다. 상기 공정 압력이 5 ATM, 10 ATM으로 높아질수록 더욱 그러하다. 특히, 상기 공정 압력이 5 ATM 이상이면, 산소 농도가 $1e^{11}$ 을 넘어서는 구간도 존재하게 된다.

[67] 도 6을 추가로 참조하면, 상기 공정 압력이 1 Torr, 1 ATM 수준인 경우라면, 습식 식각 두께는 탄소 도핑이 없는 경우(레퍼런스)와 별반 다르지 않다.

[68] 그에 반해, 상기 공정 압력이 2 ATM 이상인 경우라면, 습식 식각 두께가 의미 있게 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 상기 공정 압력이 2 ATM이면, 습식 식각 두께는 확연히 줄어들어, 레퍼런스 대비 약 90% 정도가 된다.

[69] 상기 공정 압력이 높아질수록, 습식 식각 두께는 더욱 줄어든다. 구체적으로, 상기 공정 압력이 5 ATM이면, 습식 식각 두께는 레퍼런스 대비 60% 중후반 정도가 된다. 상기 공정 압력이 10 ATM, 나아가 20 ATM이면, 습식 식각 두께는 레퍼런스 대비 60% 초반 정도로 보다 낮아진다.

[70] 이상의 탄소 농도 및 습식 식각 두께의 관점에서, 상기 공정 압력이 2 ATM 이상인 것이 탄소 도핑의 효과를 의미 있게 높여준다. 상기 공정 압력이 5 ATM, 나아가 10 또는 20 ATM인 경우에, 탄소 도핑의 효과는 보다 강력해진다.

[71] 상기와 같은 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법은 위에서 설명된 실시예들의 구성과 작동 방식에 한정되는 것이 아니다. 상기 실시예들은 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 구성될 수도 있다.

[72]

산업상 이용가능성

[73] 본 발명은 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 분야에 산업상 이용 가능성이 있다.

청구범위

- [청구항 1] 박막이 형성된 웨이퍼를 처리실 내에 배치하는 단계;
분위기 가스를 상기 처리실에 공급하여, 상기 처리실의 압력을 대기압보다 높은 공정 압력에 이르게 하는 단계;
상기 처리실을 가열하여, 상기 처리실의 온도를 공정 온도에 이르게 하는 단계; 및
탄소를 함유하는 소스 가스를 상기 처리실에 공급하여, 상기 공정 압력 및 상기 공정 온도에서 상기 소스 가스가 상기 박막과 화학 반응함에 따라 상기 탄소가 상기 박막 내로 주입되게 하는 단계를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 박막은,
산화실리콘막, 질화실리콘막, 및 질화산화실리콘막 중 어느 하나를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 공정 압력은,
2 ATM 보다 높은 압력인, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 공정 압력은,
5 ATM 내지 20 ATM 범위 내에서 결정된 압력인, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 공정 온도는,
상기 소스 가스의 열분해 온도 미만의 온도인, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 공정 온도는,
400 °C 내지 600 °C 범위 내에서 결정된 온도인, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 소스 가스는,
에틸렌 가스 및 프로필렌 가스 중 어느 하나를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 분위기 가스는,
H₂, D₂, N₂, 및 Ar 가스 중 어느 하나를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.

- [청구항 9] 박막이 형성된 웨이퍼를 처리실 내에 배치하는 단계;
탄소를 함유하는 소스 가스를 상기 처리실에 공급하는 단계;
상기 소스 가스가 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하여, 상기 탄소가
상기 박막에 화학적 흡수되게 하는 단계; 및
공정 압력에 따른 가압력에 의해 상기 탄소가 상기 박막 내로 침투되는
단계를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 소스 가스가 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하여, 상기 탄소가
상기 박막에 화학적 흡수되게 하는 단계는,
상기 처리실의 온도를 상기 소스 가스가 열분해되는 온도 미만으로
유지하는 단계를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 소스 가스가 분자 상태로 상기 박막과 화학 반응하여, 상기 탄소가
상기 박막에 화학적 흡수되게 하는 단계는,
상기 처리실의 온도를 400 °C 내지 600 °C 범위 내의 온도로 유지하는
단계를 포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 12] 제9항에 있어서,
상기 공정 압력에 따른 가압력에 의해 상기 탄소가 상기 박막 내로
침투되는 단계는,
상기 공정 압력을 2 ATM 보다 높은 압력으로 유지하는 단계를 포함하는,
웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.
- [청구항 13] 제9항에 있어서,
상기 공정 압력에 따른 가압력에 의해 상기 탄소가 상기 박막 내로
침투되는 단계는,
상기 공정 압력을 5 ATM 내지 20 ATM의 범위 내로 유지하는 단계를
포함하는, 웨이퍼의 박막에 대한 탄소 도핑 방법.