

명세서

발명의 명칭: CVD 방식으로 형성된 SiC 구조체

기술분야

- [1] 본 발명은, SiC 소재를 포함하는 반도체 제조용 부품에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 SiC 소재를 포함하는 건식 식각장치에 이용 가능한 구조체에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 반도체 제조장비에 사용되는 부품 중 플라즈마에 노출되는 부품은 단결정 및 주상정 Silicon을 사용하고 있다. 500mm 내외 제품의 경우, 단결정 Silicon을 사용하고 있고, 600mm 이상 제품의 경우 단결정 Silicon이 없는 관계로 결정립을 크게 성장시킨 주상정 Silicon을 사용하고 있으며, 이 경우 그 순도는 99.99999%(6N) 정도를 나타낸다.
- [3] 최근에는, 반도체 공정의 발전에 따라 증착되는 층의 개수가 급격히 증가하였으며, 많은 층을 한번에 에칭하고 에칭된 형태가 수직이 되도록 하기 위해 high power를 사용한다. 이와 같이 high power를 사용하기 때문에 기존에 사용하였던 Silicon은 급격한 식각이 이루어지는 문제가 발생하였다. 또한, Silicon 제품의 소모에 소요되는 시간이 줄어들게 되면서 장비 내의 빈번한 내부 cleaning 문제 및 소모된 부품의 교체에 많은 시간이 소요되었다. 이는, 그대로 생산량의 손실로 이어지는 문제가 있었다.
- [4] 이러한 문제를 해결하기 위해 내플라즈마 소재로서 SiC와 같은 내플라즈마 특성이 우수한 소재를 이용하는 방법이 도입된 바 있다.
- [5]
- [6] 종래에는 부품의 사용시간의 증가를 위해 산화물이나 질화물, 탄화물 소재 중 내플라즈마 우수한 소재의 적용을 추진하였으나 에칭과정에서 나오는 성분들과 공정 가스와의 반응으로 발생하는 파티클(particle)이 문제가 되었고 대부분의 소재가 적용될 수 없었다. CVD 방식으로 제조된 SiC의 경우 상기와 같은 파티클 문제가 없었으며 6N 수준의 초고순도 소재 생산이 가능해짐에 따라 기존 Silicon 부품을 대체하고 있었다.
- [7]
- [8] 최근에는 CVD-SiC의 소재 특성에 대한 연구가 계속되어, 결정립의 배향에 따라 플라즈마를 맞는 면의 설계를 달리하여 제품의 내플라즈마 특성을 증대하기 위한 노력이 계속되고 있었다.
- #### 발명의 상세한 설명
- #### 기술적 과제
- [9] 본 발명은 상술한 문제를 인식하고, 독자적인 물성을 보유한 SiC 구조체를 제조하겠다는 발명자의 연구 끝에 도출된 결론을 바탕으로 한 것이다.

- [10] 본 발명의 목적은 종래 SiC 소재를 도입하기에 급급했던 SiC 구조체 제조방식에 새로운 개념을 도입하여, 특정 방향으로 결정립이 배열되어 내플라즈마 특성이 좋아질 뿐만 아니라 구조체의 일부가 플라즈마에 의해 식각되더라도 식각 공정중에 파티클이 발생하지 않고 식각이 진행되는 면에 균일한 식각이 일어날 수 있도록 하기 위한 구조체를 제공하기 위함이다.
- [11] 또한, 본 발명의 목적은 XRD 분석 상 결정면의 성장을 제어하고 배열방향에 따른 물성을 조정하여 보다 우수한 내식성을 가지도록 하여 에칭설비에 최적화된 SiC 구조체를 제공하기 위한 것이다.

과제 해결 수단

- [12] 본 발명의 일 측에 따르는 CVD 방식으로 형성된 SiC 구조체는, 챔버 내부에서 플라즈마에 노출되도록 이용되는 SiC 구조체에 있어서, 플라즈마에 최대로 노출되는 면에 수직한 방향을 제1 방향으로, 플라즈마에 최대로 노출되는 면에 수평한 방향을 제2 방향으로 정의할 때, 상기 제1 방향 길이가 상기 제2 방향 길이보다 길게 형성된 결정립 구조를 포함하는 것이다.
- [13] 일 실시예에 따르면, 상기 결정립은 상기 제1 방향을 기준으로 -45° 내지 $+45^\circ$ 방향으로 최대 길이를 가지도록 배열된 것일 수 있다.
- [14] 일 실시예에 따르면, 상기 결정립의 제1 방향 길이 / 상기 결정립의 제2 방향 길이 값(종횡비)은, 1.2 내지 20인 것일 수 있다.
- [15] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대로 노출되고, 상기 제1 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제2면을 포함하는 것일 수 있다.
- [16] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 평균 강도는 133 Mpa 내지 200 Mpa 이고, 상기 제2 방향의 평균 강도는 225 Mpa 내지 260 Mpa 인 것일 수 있다.
- [17] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 평균 강도 / 상기 제2 방향의 평균 강도 값은 0.55 내지 0.9 인 것일 수 있다.
- [18] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $3.0 * 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $25 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $1.4 * 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $40 \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.
- [19] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.05 내지 3.3인 것일 수 있다.
- [20] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $10 \Omega\text{cm}$ 내지 $20 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $21 \Omega\text{cm}$ 내지 $40 \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.
- [21] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.25 내지 0.95인 것일 수 있다.
- [22] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $0.8 \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $2.5 \Omega\text{cm}$ 내지 $25 \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.
- [23] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.04 내지 0.99 인 것일 수 있다.

- [24] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $1.8 \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $0.8 \Omega\text{cm}$ 내지 $1.7 \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.
- [25] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 1.15 내지 3.2 인 것일 수 있다.
- [26] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $3.0 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $5.0 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $1.4 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.
- [27] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 1.1 내지 3.3 인 것일 수 있다.
- [28] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체의 경도는 방향과 무관하게, 2800 kg /mm^2 내지 3300 kg /mm^2 인 것일 수 있다.
- [29] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 경도 / 상기 제2 방향의 경도 값은, 0.85 내지 1.15 인 것일 수 있다.
- [30] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 결정면 방향 피크강도에 대해서, $[(200+220+311)]/(111)$ 값은, 각각, 제1 방향으로 0.7 내지 2.1 이고, 제2 방향으로 0.4 내지 0.75 인 것일 수 있다.
- [31] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 결정면 방향 피크강도에 대해서, $[(200+220+311)]/(111)$ 값의, 제1 방향에 대한 값 / 제2 방향에 대한 값은 1.0 내지 4.4 인 것일 수 있다.
- [32] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 피크강도에 대해서, (111) 결정면 방향 피크강도는, 제1 방향으로 3200 내지 10000 이고, 제2 방향으로 10500 내지 17500 인 것일 수 있다.
- [33] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 피크강도에 대해서, 상기 제1 방향의 (111) 결정 면 방향 피크강도 / 상기 제2 방향의 (111) 결정면 방향 피크강도 값은, 0.2 내지 0.95인 것일 수 있다.
- [34] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열팽창계수는 $4.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 내지 $4.6 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 이고, 상기 제2 방향의 열팽창계수는 $4.7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 내지 $5.4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 인 것일 수 있다.
- [35] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열팽창계수 / 상기 제2 방향의 열팽창계수 값은 1.0 미만인 것일 수 있다.
- [36] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열팽창계수 / 상기 제2 방향의 열팽창계수 값은 0.7 이상 1.0 미만인 것일 수 있다.
- [37] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열전도도는 215 W/mk 내지 260 W/mk 이고, 상기 제2 방향의 열전도도는 280 W/mk 내지 350 W/mk 인 것일 수 있다.
- [38] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열전도도 / 상기 제2 방향의 열전도도 값은 1.0 미만인 것일 수 있다.
- [39] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열전도도 / 상기 제2 방향의 열전도도 값은 0.65 내지 1.0 미만인 것일 수 있다.
- [40] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대로 노출되고,

상기 제1 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제2면을 포함하고, 상기 SiC 구조체는 제1면의 적어도 일부(일 예에 따르면 SiC 구조체의 하면)가 지지부와 접촉하는 것일 수 있다.

[41] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는, 엣지 링, 서셉터 및 샤워헤드 중 하나인 것일 수 있다.

[42] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는 제1 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제2 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제2면을 포함하고, 제1면의 면적의 총 합이 제2면의 면적의 총 합보다 넓은 것일 수 있다.

발명의 효과

[43] 본 발명에 따르면, 내플라즈마 특성이 개선되고 교체 주기가 길어지는 SiC 구조체를 제조할 수 있다. 또한, 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체는, 플라즈마에 의한 식각률이 낮아 크랙이나 홀의 발생 빈도를 낮추고, 챔버 내를 오염시켜 불량품 제조의 원인이 되는 소재의 비산율을 줄일 수 있다.

[44] 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체는 특정 방향으로 결정립이 배열되어, 구조체의 일부가 플라즈마에 의해 식각되더라도 균일한 저항율을 유지할 수 있으며, 저항에 의한 전하축적 현상의 방지가 가능하여 에칭 공정 중 폴리머 등 이중소재의 부착현상이 개선되는 효과가 있다.

[45] 또한, 목적에 따라 특정 방향의 저항률이 적절한 수준으로 제어된 SiC 구조체를 제공할 수 있는 효과가 있고, 또한 XRD 분석 상 결정면 제어를 통하여 내식성이 증가하고, 에칭 균일성이 확보된 SiC 구조체를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[46] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 특정 방향으로의 낮은 저항율 값으로 인하여 SiC 구조체의 플라즈마 노출 면에의 전하 축적을 방지할 수 있고, SiC 구조체의 대전 현상이 개선되어 에칭 공정 중 폴리머 부착 현상이 개선되는 효과를 기대할 수 있다.

[47] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 특정 방향으로의 열전도도 값 및 열팽창계수 값을 제어함으로써 챔버 내에서 특정 방향으로의 효율적인 열 전달 효율을 향상시킬 수 있고, 또한 온도가 올라간 상태에서 수행되는 식각 공정 과정에서도 정확한 정도로 플라즈마 에칭 깊이를 조절할 수 있다.

[48] 본 발명에서 제안하는 내용들로 인해, 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체를 이용하여 반도체 제조장치의 부품을 설계할 수 있고, 해당 부품들의 교체 주기가 증가하고, 그로부터 제조되는 반도체 부품들의 품질이 향상됨으로써 고품질의 반도체 디바이스를 제조 가능하게 되는 효과도 있다.

도면의 간단한 설명

[49] 도 1a는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체가 장착되는 통상적인 플라즈마 챔버 내부의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이다.

[50] 도 1b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 일 예로서, 또 다른

통상적인 플라즈마 챔버 내 엣지 링에 웨이퍼가 장착되는 구조를 나타낸 단면도이다.

- [51] 도 1c는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 일 예에 해당하는 엣지 링에 있어서 정의되는 제1면 및 제2 면을 표시한 개략도이다.
- [52] 도 2a 및 도 2b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향으로 절단한 단면(도 2a) 및 제2 방향으로 절단한 단면(도 2b에 포함된 결정립 형태를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 2c 및 도 2d는 도 2a 및 도 2b에 대응되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 SEM 사진이다.
- [53] 도 3a 내지 도 3f는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향으로 절단된 단면에 있어서 결정립의 제1 방향 및 제2 방향 크기를 측정한 과정을 나타내는 SEM 사진이다.
- [54] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 강도 값 분포를 나타내는 그래프이다.
- [55] 도 5a 내지 도 5d는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 저항율 값 분포(제2 방향이 30 Ωcm 내외인 구조체, 제2 방향이 10 Ωcm 내외인 구조체, 제2 방향이 1 Ωcm 내외인 구조체, 제2 방향이 1 Ωcm 이하인 구조체)를 나타내는 그래프이다.
- [56] 도 6은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 경도 값 분포를 나타내는 그래프이다.
- [57] 도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 XRD 분석 값 중 (111) 결정면의 회절강도 값 분포를 나타내는 그래프이다.
- [58] 도 8a 및 도 8b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 8a) 및 제2 방향(도 8b)으로 강도를 측정하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [59] 도 9a 및 도 9b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 9a) 및 제2 방향(도 9b)으로 저항율을 측정하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [60] 도 10a 및 도 10b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 10a) 및 제2 방향(도 10b)으로 경도를 측정하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [61] 도 11a 및 도 11b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 11a) 및 제2 방향(도 11b)으로 XRD 회절 분석을 실시하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [62] 도 12a 및 도 12b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 12a) 및 제2 방향(도 12b)으로 열팽창률 분석을 실시하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [63] 도 13a 및 도 13b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1

방향(도 13a) 및 제2 방향(도 13b)으로 열전도도 분석을 실시하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.

[64] 도 14는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향 단면과 제2 방향 단면의 미세조직(결정립 구조) 사진과, 해당 미세조직이 플라즈마에 노출되었을 경우 식각되는 형태를 나타내는 SEM 사진이다.

[65] 도 15는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향 플라즈마 식각량과 제2 방향 플라즈마 식각량을 분석한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[66] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다.

[67] 아래 설명하는 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있다. 아래 설명하는 실시예들은 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 이들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[68] 실시예에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 실시예를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[69] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[70] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[71] 일반적으로 CVD 방식으로 성장한 SiC 소재는 β -SiC의 cubic 구조를 가지고 있다고 알려져 있는데, 그 결정상은 silicon과 유사한 zinc blende 구조를 가지고 있다. 따라서 silicon의 결정 구조에 있어서 결정 방향이 (111)면을 보면, 단위면적당 원자 수가 가장 많이 나타나게 된다. 이와 같이, CVD SiC 소재도 같은 (111) 면 방향에서 가장 많은 원자 수(coordinate number, 3)를 가지게 될 수 있다.

[72] 단위 부피당 원자 수가 많아진다는 것은, 해당 면 방향으로 플라즈마에 노출될

경우 상대적으로 내플라즈마 특성(플라즈마 대항력)이 증가되는 것을 의미하게 된다. 따라서 동일한 소재에서도 단위 면적당 원자 수가 많은 방향으로 결정면을 배열하는 것은 내플라즈마 소재에 있어서는 품질을 향상시킬 수 있는 중요한 원리가 된다. CVD 방식으로 성장하게 된 SiC소재의 경우에는, (111) 방향의 결정립이 많은 쪽이 플라즈마에 많이 노출되는 면으로 설계함으로써 SiC 구조체의 표면이 높은 내플라즈마 특성을 가지도록 설계할 수 있다.

- [73] 또한, CVD 방식으로 성장한 SiC소재에 있어서, 내플라즈마 특성은 결정립의 배향과 균일한 배열에도 영향을 받게 된다. 결정립 중 큰 결정립과 상대적으로 작은 결정립이 형성된 경우를 비교해 보면, 플라즈마에 노출될 때 작은 결정립이 형성된 경우가 먼저 결정립이 이탈하게 되거나 식각되어, 소재 내부로 파고 들어가는 형태의 식각이 나타나게 된다. 더 강한 플라즈마에 노출되거나, 플라즈마에 더 오래 노출될 경우에는 큰 결정립도 이탈하게 되는데, 이 경우에는 급속하게 식각의 두께가 증가하는 현상이 나타나게 된다. 따라서 결정립의 배향 및 크기 분포는 SiC 구조체의 식각 특성에 영향을 주는 중요한 요소가 된다.
- [74] 한편, SiC 구조체에 있어서, 플라즈마가 주로 도달되는 특정 면을 기준으로 SiC 구조체의 물성을 디자인하고, 가공하는 것이 내플라즈마 특성을 높이는 하나의 요소가 될 수 있다.
- [75] 본 발명에서는 SiC 구조체에서 플라즈마에 가장 많이 노출되는 면을 SiC 구조체의 제1면(100a)이라고 정의한다. 상기 플라즈마에 최대로 노출되는 제1면에 수직한 방향(플라즈마가 SiC 구조체로 다가오는 방향)을 제1 방향이라고 정의한다. 상기 제1 방향은 일 예로서, 챔버의 높이 방향, 엠티 링의 높이 방향에 해당할 수 있다. 이 때, 만약 위에서 상정된 제1방향이 아닌 다른 방향에서 플라즈마가 SiC 구조체로 가장 많이 진입하도록 제품을 설계할 경우에는, 플라즈마가 도달하자마자 작은 결정립의 이탈을 통한 급격한 식각이 일어나게 되며, 불균일한 식각이 발생할 수 있다. 또한, 심한 경우에는 큰 결정립 까지도 이탈하게 되어 비산 입자들로 인한 문제가 발생하는 경우도 발생할 수 있다.
- [76] 이와 같이 이러한 소재를 가지고 부품을 제조할 경우에 어떤 면을 어떠한 배향으로 설계할 것인지는 소재의 내플라즈마 특성을 강화하는데 있어서 중요한 문제일 수 있다.
- [77] 본 발명은 SiC 구조체에 있어서, 내플라즈마 특성이 우수하여 교체 주기가 길어져 생산성이 향상되고, 안정적으로 고품질의 반도체 제조용 부품을 생산할 수 있는 엠티 링, 샤워헤드 등의 SiC 구조체를 제안하기 위한 것이다. 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체는, 상부에서 내리 쏘는 플라즈마에 노출되는 환경의 건식 식각장치에 적용될 경우 식각되는 양이 적어 비산량이 줄어들도록 하는 장점이 있다. 또한, 본 발명의 SiC 구조체는, 종래의 구조체에 비해 교체 주기가 길어지는 등 생산 비용을 절감하면서 동시에 우수한 품질의 반도체 제조용 부품을 제조할 수 있게 되는 이점이 있다.

- [78] 도 1a는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체가 장착되는 통상적인 플라즈마 챔버 내부의 구조를 개략적으로 도시한 단면도이며, 도 1b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 일 예로서, 또 다른 통상적인 플라즈마 챔버 내 엣지 링에 웨이퍼가 장착되는 구조를 나타낸 단면도이며, 도 1c는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 일 예에 해당하는 엣지 링에 있어서 정의되는 제1면(100a) 및 제2 면(100b)을 표시한 개략도이다.
- [79] 도 1a를 통하여 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체가 쓰이는 플라즈마 챔버에 대하여 확인할 수 있으며, 도 1b 및 도 1c를 통해서, 일 실시예로서 제안하는 SiC 구조체에 대해서 제1 방향 및 제2 방향, 제1 면 및 제2 면이 어떻게 정의되는지를 확인할 수 있다.
- [80] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체 중 하나인 엣지 링은 구체적으로는 웨이퍼가 안착되는 위치에 따라 다양한 형태로 구현될 수 있지만, 기본적으로는 도 1c와 같은 편평한 링형 구조 또는 원통형 구조를 가지고서 도 1a 및 도 1b와 같은 형태로 장착될 수 있다. 그러나 기본적으로 엣지 링은 높이에 비해 폭이 더 넓은 형태를 가지는 것이 일반적이므로, 링형 구조라고 칭하는 것이 보다 바람직하다.
- [81] 이 때, 엣지 링의 제1 방향으로 측정되는 물성과 제2 방향으로 측정되는 물성 간에는 차이가 존재하도록, 또는 그 비율이 적절한 수준으로 제어되도록 SiC 구조체를 제작할 수 있다.
- [82] 이는, 플라즈마가 모든 방향에서 고르게 SiC 구조체를 식각하는 것이 아니기 때문에, 많은 양의 플라즈마가 접근, 진입하는 방향에는 높은 수준의 물성을, 상대적으로 적은 양의 플라즈마가 접근하는 방향에는 비교적 낮은 수준의 물성을 보유하면 되는 것이기 때문이다. 또한, 플라즈마 챔버 내에서 구조적, 열적, 전기적으로 우수한 성능을 효율적으로 구현할 수 있는 물성을 가지도록 부품을 설계할 수 있기 때문이다.
- [83] 소재 개발에 있어서 요구 수준의 물성을 달성하도록 개발하는 것은 수치로 확인하는 것 보다 대단히 많은 노력과 비용을 요구한다. 전 방향으로 높은 수준의 물성(강도, 경도, 결정립 크기, 열전도도, 열팽창계수 등)을 구현하도록 제조할 경우 물론 우수한 SiC 구조체가 제조될 수 있을 것이나, 이러한 물성 수준을 만족하도록 SiC 구조체를 설계하는 것은 대단히 높은 비용과 기술이 요구되는 문제가 있다.
- [84] 본 발명은 건식 식각 장치에 장착될 경우 우수한 수준의 내플라즈마 특성을 유지하면서도 공정 생산성을 높이고 비용을 절감할 수 있는 SiC 소재의 증착 방법에 대한 연구를 수행한 결과에 관한 것이다.
- [85] 하기에서는 본 발명에서 설계한 SiC 구조체에 대하여 상세히 설명한다.
- [86] 도 2a 및 도 2b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향으로 절단한 단면(도 2a) 및 제2 방향으로 절단한 단면(도 2b)에 포함된 결정립 형태를 개략적으로 도시한 단면도이고, 도 2c 및 도 2d는 도 2a 및 도 2b에 대응되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 SEM 사진이다.

- [87] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예는, 도 2a 내지 도 2d를 참고하여 설명하면, 상기 SiC 구조체의 결정립은 제2 방향보다 제1 방향으로 절단한 면에서 상대적으로 더 긴 형태로 형성될 수 있다. 이와 같이 특정 방향으로 더 길게 형성되는 결정립을 포함할 경우, 결합이나 식각이 발생할 때에 결정립 방향성으로 인한 제품에 유리한 효과를 설계하고 구현할 수 있다.
- [88] 본 발명의 일 측에 따르는 CVD 방식으로 형성된 SiC 구조체는, 챔버 내부에서 플라즈마에 노출되도록 이용되는 SiC 구조체에 있어서, 플라즈마에 최대 노출되는 면에 수직인 방향을 제1 방향으로, 플라즈마에 최대 노출되는 면에 수평인 방향을 제2 방향으로 정의할 때, 상기 제1 방향 길이가 상기 제2 방향 길이보다 길게 형성된 결정립 구조를 포함하는 것이다.
- [89] 상기 SiC 구조체는, 제1 방향으로 상대적으로 길게 형성된 결정립 구조를 포함하는 것이며, 이러한 구조는 SEM, 편광 현미경 등을 확인하여 쉽게 육안으로 확인할 수 있다.
- [90] 일 실시예에 따르면, 상기 결정립은 상기 제1 방향을 기준으로 -45° 내지 $+45^\circ$ 방향으로 최대 길이를 가지도록 배열된 것일 수 있다. 상기 결정립은 제1 방향과 완벽하게 일치하는 방향으로 모두 배열되는 것은 아닐 수 있으나, 결정립의 긴 길이가 형성되는 방향은 제1 방향과 가까운 방향일 수 있고, 일 예로서, 제1 방향을 기준으로 -30° 내지 $+30^\circ$ 내의 각도로 성장하는 결정립들을 포함하는 것일 수 있다.
- [91] 일 실시예에 따르면, 상기 결정립의 제1 방향 길이 / 상기 결정립의 제2 방향 길이 값(중형비)은, 1.2 내지 20인 것일 수 있다.
- [92] 상기 결정립의 제1 방향 크기 / 제2 방향 크기의 비는, 일 예로서 2.5 이상인 것일 수 있고, 또한 바람직하게는 17.5 이하인 것일 수 있다. 상기 크기의 비는 일 예로서, 1.25 이상일 수 있고, 9.0 이하인 것일 수 있다. 상기 결정립은 제1 방향 길이가 길면 길어질수록 침상형과 같은 형태로 구현될 수 있다.
- [93] 상기 SiC 구조체는, 결정립의 제1 방향 길이가 제2 방향 길이에 비해 1.2 배 내지 최대 약 20배 수준인 것일 수 있다. 일 예로서, 상기 크기는 평균 크기인 것일 수 있다.
- [94] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체에 대해서 20 mm x 10 mm x 5 mm 크기로 시편을 준비하여 총 175개의 포인트에 대하여 결정립의 제1 방향 및 제2 방향의 크기를 SEM장비를 활용하여 500배율 기준으로 측정하고 그 결과를 분석하였다.
- [95] 도 3은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 일 예로서 SiC구조체의 제1 방향 단면에 있어서 결정립 크기를 측정한 과정을 나타내는 SEM 사진이다.
- [96] 도 3a 내지 도 3f에서 나타내는 것과 같이, 본 발명에서 결정립이라고 지칭하는 부분은 SiC 구조체의 단면에서 미세조직 사진 상, 상대적으로 진한 색으로 나타나는 부분을 의미한다. 도 3a 내지 도 3f를 통해 상술한 것과 같이 제1 방향을 중심으로 결정립들이 배열되어 있음을 확인할 수 있다.
- [97] 하기 표 1은, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체를 이용하여 총 175회에

결쳐 각 방향으로 측정한 결정립의 크기와 비를 측정한 값이다.

[98] [표 1] 결정립 크기 분석

[99]

측정 1	1방향	2방향	총횡비 (1방향/2방향)	측정 1	1방향	2방향	총횡비 (1방향/2방향)
1	21.17	154.4	7.29	51	38.88	272.1	7.00
2	34.89	141.1	4.04	52	43.87	484	11.03
3	27.81	207.2	7.45	53	36.53	279.1	7.64
4	26.94	149.5	5.55	54	40.6	275	6.77
5	22.9	280.3	12.24	55	54.86	331.9	6.05
6	29.9	187.5	6.27	56	18.39	217.1	11.81
7	31.81	254.5	8.00	57	32.3	315.9	9.78
8	23.5	243.8	10.37	58	32.48	227.4	7.00
9	39.08	283.4	7.25	59	48.75	315.4	6.47
10	25.78	175.5	6.81	60	62.37	315.3	5.06
11	24.67	152.5	6.18	61	32.88	82.77	2.52
12	29.6	280.6	9.48	62	30.32	326.6	10.77
13	35.68	244.2	6.84	63	46.33	286.4	6.18
14	34.52	304	8.81	64	30.83	183.8	5.96
15	29.39	204	6.94	65	33.65	260.3	7.74
16	28.67	194.5	6.78	66	32.9	255.9	7.78
17	24.23	157.8	6.51	67	46.81	154.8	3.31
18	15	135.8	9.05	68	34.2	199.3	5.83
19	25.42	111.7	4.39	69	28.19	286.1	10.15
20	14.12	94.01	6.66	70	42.6	265.4	6.23
21	18.83	140.8	7.48	71	26.49	176	6.64
22	26.48	198.8	7.51	72	38.44	220.9	5.75
23	23.17	113.04	4.88	73	60.3	367.6	6.10
24	17.1	133.5	7.81	74	18.49	88.37	4.78
25	37.65	340.6	9.05	75	37.04	298.5	8.06
26	23.5	160.5	6.83	76	46.88	392.8	8.38
27	33.51	315.3	9.41	77	52.32	435.3	8.32
28	36.99	180.5	4.88	78	34.66	222.7	6.43
29	15.95	129.6	8.13	79	43.37	165.5	3.82
30	11.45	144.9	12.66	80	39.67	318.7	8.03
31	13.33	183.4	13.76	81	41.01	323.7	7.89
32	17.83	70.35	3.95	82	34.53	211	6.11
33	41.54	355.1	8.55	83	37.08	233.9	6.31
34	39.58	441	11.14	84	41.4	200.7	4.85
35	33.16	242.6	7.32	85	31.02	356.4	11.49
36	26.42	178.5	6.76	86	42.5	272.8	6.42
37	21.43	129.4	6.04	87	49.32	485.9	9.85
38	41.73	506.5	12.14	88	45.77	254.4	5.56
39	35.68	339.1	9.50	89	63.41	534.4	8.43
40	29.27	85.76	2.93	90	35.66	244.3	6.85
41	30.37	165.7	5.46	91	75.11	270.7	3.60
42	21.75	138.74	6.38	92	42.85	393.8	9.19
43	39.11	298.9	7.64	93	27.13	395.7	14.59
44	35.37	371.4	10.5	94	84.55	498.6	5.9
45	33.51	234.8	7.01	95	51.3	183.8	3.58
46	18.51	115.26	6.23	96	22.96	143.6	6.25
47	26.43	217.1	8.21	97	42.6	290	6.81
48	14.23	200.4	14.08	98	51.3	309.7	6.04
49	35.16	261	7.42	99	26.39	167.2	6.34
50	23.71	160.8	6.78	100	40.75	351.4	8.62

[100]

측정 2	1방향	2방향	총횡비 (1방향/2방	측정 2	1방향	2방향	총횡비 (1방향/2방
1	138.76	194.8	1.4	51	118.94	688.37	5.79
2	104.52	182.37	1.74	52	86.5	558.62	6.46
3	117.14	194.8	1.66	53	68.48	486.53	7.10
4	117.14	178.41	1.52	54	75.69	517.17	6.83
5	173	270.32	1.56	55	75.69	522.58	6.90
6	84.7	133.36	1.57	56	54.06	432.47	8.00
7	122.54	303.64	2.48	57	64.88	482.93	7.44
8	158.58	384.73	2.43	58	151.38	877.59	5.80
9	73.89	233.36	3.16	59	115.33	720.81	6.25
10	126.15	330.67	2.62	60	39.65	450.21	11.35
11	86.5	262.19	3.03	61	90.11	616.29	6.84
12	151.38	511.76	3.38	62	70.28	526.18	7.49
13	68.48	342.37	5.00	63	81.09	598.26	7.38
14	120.74	457.7	3.79	64	91.91	655.93	7.14
15	75.69	365.79	4.83	65	63.07	522.58	8.29
16	111.73	461.3	4.13	66	41.45	516.25	12.45
17	64.88	356.78	5.50	67	36.04	514.63	14.28
18	50.46	324.34	6.43	68	52.26	491.94	9.41
19	144.17	556.82	3.86	69	27.03	343.18	12.70
20	70.28	374.8	5.33	70	73.89	621.69	8.41
21	54.06	335.16	6.20	71	43.25	468.51	10.83
22	127.95	526.18	4.11	72	91.91	798.3	8.69
23	149.57	582.05	3.89	73	59.47	798.26	13.42
24	77.49	400.03	5.16	74	43.25	650.24	15.03
25	45.05	318.94	7.08	75	50.46	652.33	12.93
26	88.3	443.28	5.02				
27	54.06	349.57	6.47				
28	66.68	385.62	5.78				
29	133.36	578.44	4.34				
30	115.33	531.59	4.61				
31	61.27	382.01	6.23				
32	91.91	477.52	5.20				
33	64.88	398.23	6.14				
34	91.91	481.13	5.23				
35	57.67	380.21	6.59				
36	88.3	481.13	5.45				
37	48.66	354.98	7.30				
38	77.49	446.89	5.77				
39	79.29	455.9	5.75				
40	77.49	455.9	5.88				
41	97.31	526.18	5.41				
42	82.9	482.93	5.83				
43	95.51	526.18	5.51				
44	104.52	562.22	5.38				
45	122.54	643.32	5.25				
46	302.65	1338.39	4.42				
47	68.48	461.3	6.74				
48	57.67	425.26	7.37				
49	84.7	544.2	6.43				
50	61.27	450.49	7.35				

- [101] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대 노출되고, 상기 제1 방향에 수직인 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2 방향에 수직인 방향으로 전개되는 제2면을 포함하는 것일 수 있다.
- [102] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서, SiC 구조체에 대해서 1 mm(세로) * 2 mm(가로) * 10 mm(높이) 크기로 시편을 10개 준비하여 제1 방향 및 제2 방향의 강도 값을 측정하고 그 결과를 분석하였다.
- [103] 도 8a 및 도 8b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 8a) 및 제2 방향(도 8b)으로 강도를 측정하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [104] 만능재료분석기(UTM, 제조사 UNITECH)를 이용하여 측정하였고, 시편은 Ring 소재 분석을 위해 최대한 작게 제작하였으며, 분석은 3곡점 굽힘강도 측정을 기준으로 측정을 진행하였다.
- [105] 자간 거리는 2mm로 조정하고 cross head speed 05mm/min., span 11mm로 하여 측정하였으며, 이외의 시편제작 및 측정은 KSL 1591 규정으로 측정하였다. 측정 시 측정하고자 하는 제1면에 수직인 방향으로, 제2면 수직인 방향으로 직접 힘을 가해 각각의 강도값을 측정하였다.
- [106] 하기 표 2는, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체의 일 예로서 SiC 구조체를 이용하여 10개 시편에 대하여 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 강도의 크기와 그 비를 측정한 값이다.
- [107] [표 2] 강도 분석
- [108]

조건	1방향				2방향				
크로스헤드 스피드 (Crosshead Speed)	0.5mm/min		스팬(span) (mm)	11	0.5mm/min		스팬(span) (mm)	11	
샘플 번호	폭	두께	하중(kgf)	Mpa	폭	두께	하중(kgf)	Mpa	
1	2.04	1.03	2.01	150.18	2.01	1.02	3.18	245.89	
2	2.04	1.03	2.21	165.12	2.01	1.02	3.24	250.53	
3	2.03	1.03	2.08	156.17	2	1.03	3.27	249.20	
4	2.03	1.04	2.43	178.96	2	1.03	3.24	246.92	
5	2.04	1.05	2.41	173.27	1.99	1.02	3.18	248.36	
6	2.03	1.04	1.81	133.30	1.99	1.03	3.19	244.33	
7	2.03	1.03	2.23	167.43	2	1.04	3.21	239.95	
8	2.03	1.04	2.1	154.66	2.01	1.01	3.16	249.21	
9	2.02	1.04	2.25	166.52	2	1.01	3.31	262.34	
10	2.02	1.05	2.67	193.86	2	1.02	3.24	251.78	
11	2.05	1.05	2.03	145.24	2.01	1.04	3.24	240.99	
12	2.03	1.04	2.24	164.97	1.99	1.01	3.08	245.34	
13	2.02	1.05	2.49	180.79	2.01	1.02	3.24	250.53	
14	2.03	1.03	2.29	171.94	2.01	1.01	3.02	238.17	
15	2.02	1.03	2.15	162.23	2	1.02	3.39	263.44	
16	2.02	1.03	2.4	181.09	1.99	1.02	2.93	228.84	
17	2.01	1.02	1.92	148.46	2.01	1.02	3.34	258.26	
18	2.02	1.02	2.14	164.65	1.99	1.02	3.07	239.77	
19	2.02	1.03	2.21	166.75	2	1.02	3.24	251.78	
20	2.03	1.02	2.18	166.91	2.02	1.02	3.24	249.29	
평균				165.30	평균				246.64
Y/X 범위 : 0.53~0.85									
Y/X 평균 : 0.68									

- [109] 도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정된 강도 값 분포를 나타내는 그래프이다.
- [110] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 평균 강도는 133 Mpa 내지 200 Mpa 이고, 상기 제2 방향의 평균 강도는 225 Mpa 내지 260 Mpa 인 것일 수 있다.
- [111] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 평균 강도 / 상기 제2 방향의 평균 강도 값은 0.55 내지 0.9 인 것일 수 있다.
- [112] 상기 SiC 구조체의 일 예로서, 상기 제1 방향의 평균 강도에 비해 제2 방향의 평균 강도 값이 더 높은 특징을 가지는 것일 수 있다. 이는 반도체 공정에서 사용하는 SiC 구조체의 형상이 대부분 제1방향으로 얇기 때문에 제2방향에서 측정된 강도가 높아야 고객공정 중 운반 및 장착과정에서는 운영이 용이해지게 된다.
- [113] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서, SiC 구조체를 제조하고 그에 대해서 20 mm(가로) x 4 mm(세로) x 4 mm(두께) 크기로 시편을 제2방향으로

30Ωcm 내외인 구조체, 10Ωcm 내외인 구조체, 1Ωcm 내외인 구조체 및 1Ωcm 미만인 구조체를 준비하여 각각 40EA, 60EA, 30EA, 20EA를 준비하여 제1 방향 및 제2방향의 저항율 값을 각각 측정하여 그 값을 분석하였다. 저항측정기로는 뎀슨 코티라의 EC-80P, Ts7D, 4-Prob를 이용하여 비저항을 측정하였다. 측정시 제1 면 및 제2 면에 각각 4-Prob를 접촉하여 저항율을 측정하였다. 4-Prob는 탐침 길이가 최소인 NSCP 타입을 이용하였다.

- [114] 도 5a 내지 도 5d는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 저항율 값 분포(제2 방향이 30 Ωcm 내외인 구조체, 제2 방향이 10 Ωcm 내외인 구조체, 제2 방향이 1 Ωcm 내외인 구조체, 제2 방향이 1 Ωcm 이하인 구조체)를 나타내는 그래프이다.
- [115] 도 9a 및 도 9b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 9a) 및 제2 방향(도 9b)으로 저항율을 측정하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [116] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $3.0 * 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $25 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $1.4 * 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $40 \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.
- [117] 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.05 내지 3.3인 것일 수 있다.
- [118] 하기 표 3은, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체를 이용하여 총 40 EA 시편을 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 저항율의 크기와 그 비를 측정한 값을 제시한 것이다. 하기 표 3은 제2 방향의 저항율이 30 Ωcm 내외로 형성되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 대하여 분류한 저항율의 크기 데이터이다. 저항율 값은 SiC 구조체의 용도에 따라 도펀트를 제어함으로써 다양하게 변화시킬 수 있다.
- [119] [표 3] 저항율의 크기
- [120]

	1방향		2방향	
1	19.47	14.63	25.70	29.58
2	14.54	14.76	36.01	33.03
3	11.94	13.06	33.84	22.40
4	12.72	13.43	32.70	25.64
5	15.93	20.71	33.94	29.62
6	18.11	15.78	30.14	29.55
7	18.90	20.15	33.83	24.90
8	17.03	19.37	36.42	29.61
9	13.50	18.43	28.05	32.22
10	13.71	15.27	27.63	26.65
11	12.39	14.37	26.29	37.50
12	17.18	14.76	26.58	28.73
13	14.14	17.49	29.96	32.40
14	13.68	19.15	26.30	24.25
15	20.36	19.48	27.19	32.18
16	16.03	11.10	27.45	31.33
17	13.22	15.50	25.08	28.24
18	15.41	11.73	25.50	26.45
19	14.08	13.59	24.28	28.50
20	11.32	12.90	24.83	26.17

- [121] 위의 표 3은, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체를 이용하여 총 40EA 시편을 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 저항율의 크기와 그 비를 측정한 값을 제시한 것이다. 하기 표 3은 제2 방향의 저항율이 30 Ωcm 내외로 형성되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 대하여 분류한 저항율의 크기 데이터이다. 제2 방향의 저항율 값은 SiC 구조체의 용도에 따라 도펀트를 제어함으로써 다양하게 변화시킬 수 있다.
- [122] 상기 표 3의 실험 결과에 따르는 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제1방향의 저항율은 10 Ωcm 내지 20 Ωcm 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 21 Ωcm 내지 40 Ωcm 인 것일 수 있다.
- [123] 상기 표 3의 실험 결과에 따르는 본 발명의 일 실시예에서는, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.25 내지 0.95인 것일 수 있다.
- [124]
- [125] 하기 표 4는, 상술한 것과 동일한 방법으로 또 다른 본 발명의 SiC 구조체를 이용하여 총 60EA 시편을 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 저항율의 크기와 그 비를 측정한 값을 제시한 것이다. 하기 표 4는 제2 방향의 저항율이 10 Ωcm 내외로 형성되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 대하여 분류한 저항율의 크기 데이터이다.

[126] [표 4] 저항율의 분석

[127]

	1방향		2방향	
1	2.329	2.796	10.980	17.870
2	1.870	2.428	13.160	14.150
3	1.026	2.312	12.030	13.810
4	2.394	2.232	12.090	16.290
5	1.241	2.352	11.000	11.480
6	2.201	2.529	13.190	14.850
7	2.747	1.358	12.810	15.380
8	1.404	1.529	11.800	13.500
9	2.015	2.785	15.730	13.840
10	2.575	2.373	13.280	16.190
11	1.625	1.594	15.560	21.620
12	2.784	1.454	18.970	18.330
13	1.598	1.294	23.310	19.010
14	2.136	2.372	16.300	22.820
15	2.720	2.108	21.640	17.800
16	1.915	1.022	20.800	18.800
17	2.497	2.205	20.930	22.910
18	2.074	1.553	14.720	23.010
19	1.974	2.761	12.450	23.080
20	2.759	2.201	15.330	21.700
21	1.025	2.201	2.834	6.258
22	1.852	2.156	4.256	9.021
23	2.643	1.251	16.067	8.715
24	2.685	2.052	7.315	6.252
25	1.236	1.925	4.512	2.988
26	1.214	2.013	3.265	4.787
27	1.028	2.814	3.186	5.216
28	1.002	1.852	2.888	3.021
29	1.021	2.201	5.697	7.121
30	2.012	2.254	4.318	3.152

[128] 상기 표 4의 실험 결과에 따르는 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $0.8 \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $2.5 \Omega\text{cm}$ 내지 $25 \Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.

[129] 상기 표 4의 실험 결과에 따르는 일 실시예에 따르면, 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.04 내지 0.99 인 것일 수 있다.

[130]

[131] 하기 표 5는, 상술한 것과 동일한 방법으로 또 다른 본 발명의 SiC 구조체를

이용하여 총 30 EA 시편을 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 저항율의 크기와 그 비를 측정한 값을 제시한 것이다. 하기 표 5는 제2 방향의 저항율이 $1\ \Omega\text{cm}$ 내외로 형성되는 본 발명의 일 실시예에 다른 SiC 구조체에 대하여 분류한 저항율의 크기 데이터이다.

[132] [표 5] 저항율의 분석

[133]

[134]

	1방향	2방향
1	2.64	1.13
2	2.27	1.40
3	2.21	1.30
4	2.50	1.10
5	2.10	1.20
6	2.20	1.40
7	1.95	1.10
8	2.30	1.60
9	2.00	1.56
10	1.97	1.50
11	2.30	1.50
12	2.40	1.50
13	2.30	1.10
14	2.20	1.20
15	2.30	0.99
16	2.00	1.30
17	2.60	1.30
18	2.90	1.00
19	2.20	1.18
20	2.70	1.52
21	2.50	1.13
22	2.49	1.60
23	2.21	1.40
24	2.28	1.10
25	1.90	0.92
26	2.10	1.20
27	2.40	1.10
28	2.00	1.20
29	2.10	1.20
30	1.92	0.99

[135] 상기 표 5의 실험 결과에 따르는 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $1.8\ \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0\ \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $0.8\ \Omega\text{cm}$ 내지 $1.7\ \Omega\text{cm}$ 인

것일 수 있다.

[136] 상기 표 5의 실험 결과에 따르는 일 실시예에 따르면, 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 1.15 내지 3.2 인 것일 수 있다.

[137] 하기 표 6은, 상술한 것과 동일한 방법으로 또 다른 본 발명의 SiC 구조체를 이용하여 총 20EA 시편을 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 저항율의 크기와 그 비를 측정한 값을 제시한 것이다. 하기 표 6은 제2 방향의 저항율이 $1 \Omega\text{cm}$ 미만으로 형성되는 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 대하여 분류한 저항율의 크기 데이터이다.

[138] [표 6] 저항율의 분석

[139]

단위 : $10^{-3}\Omega\text{cm}$

	1방향	2방향
1	3.76	1.77
2	3.94	1.40
3	3.24	2.06
4	4.01	1.54
5	4.06	2.90
6	3.64	2.11
7	3.52	1.56
8	3.50	1.55
9	4.21	1.40
10	3.84	2.27
11	4.48	1.40
12	3.76	2.30
13	3.89	1.73
14	3.43	2.76
15	3.85	2.68
16	3.07	2.15
17	3.71	1.45
18	4.00	1.84
19	3.37	2.43
20	4.49	2.05

[140] 상기 표 6의 실험 결과에 따르는 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율은 $3.0 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}$ 내지 $5.0 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $1.4 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}$ 내지 $3.0 \times 10^{-3}\Omega\text{cm}$ 인 것일 수 있다.

[141] 상기 표 6의 실험 결과에 따르는 일 실시예에 따르면, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 1.1 내지 3.3 인 것일 수 있다.

[142] SiC 구조체는 필요로 되는 용도에 따라 원료가스 내에 도펀트를 첨가하여 SiC 소재 저항율을 조절할수 있으며, 그에 따라 제2방향의 저항율과 제 1방향의

저항율을 도펀트의 첨가량에 따라 조절이 가능하다. 일 예로서, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체는 저항율 제어를 위하여 첨가되는 도펀트의 농도가 1×10^{18} atoms/cc 이하인 것일 수 있다.

- [143] 결정립의 배향은 특정 방향으로의 저항율을 결정하는데도 중요한 역할을 수행할 수 있다. 일 예로서, 구형 결정립의 경우에는 어떠한 방향으로도 많은 계면이 존재하므로, 전자가 결정립과 결정립 사이의 디펙 등을 통해 이동할 수 있다. 다만 이경우에도 다수의 도펀트를 첨가하여 전자수가 포화되면 터널링 효과에 의해 다수의 전자가 결정립과 결정립 사이의 계면을 투과하듯이 통과할 수 있다. 따라서, 도펀트의 농도가 1×10^{18} atoms/cc 이하인 SiC 구조체에서 특정 방향으로 길게 형성된 침상형과 같은 결정구조를 포함할 경우, 경계면이 많지 않아지게 됨에 따라 전자는 결정을 따라 이동할 수 있다.
- [144] 상기 SiC 구조체의 저항율이 상대적으로 높은 수치를 나타내거나 낮은 수치를 나타낼 때, 각각에 적용되는 메커니즘은 서로 상이하다고 알려진 바 있다. 저항율이 $1.7 \Omega\text{cm}$ 을 초과하는 영역대의 SiC 구조체는 자유전자의 입자 내 이동속도가 빨라 제1 방향의 저항율이 낮아지게 되는 효과가 있으나, 저항율이 $1.7 \Omega\text{cm}$ 이하의 SiC 구조체는 자유전자의 입체 이동속도가 빨라 제2방향의 저항율이 낮아지게 되는 효과가 있다. 따라서, 공정 중 SiC 구조체의 일부 표면의 전하 축적을 방지하기 위해 챔버의 구조와 장비 설계를 고려하여 전자의 이동경로로 선호하는 방향을 결정하고 적절한 저항율 값을 설계하여 사용할 수 있다.
- [145] 일 예에 따르면, 제1 방향의 저항이 상대적으로 작을 수 있기 때문에 제1 방향으로의 전하의 이동이 용이해진다. 이로 인해, 제1 방향으로 진입하는 플라즈마가 많은 환경에 본 발명의 SiC 구조체가 놓일 경우, SiC 구조체 표면에서 전하가 축적되는 현상을 방지할 수 있다. 따라서, SiC 구조체 표면의 전하 축적에 의해 발생하는 arcing문제의 개선이 가능하다.
- [146] 만약 플라즈마가 상대적으로 저항율 값이 높은 제2방향으로 SiC 구조체에 대량 진입할 경우, SiC 구조체의 표면에서 높은 전하축적이 일어나 공정 중 arcing의 문제가 생길 수 있다. 이는 제조되는 부품의 불량을 야기하는 가장 큰 원인이 될 수 있다.
- [147] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서 4 mm(가로) x 4 mm(세로) x 4 mm(높이) 크기로 시편을 2개 준비하여 비커스 경도기를 이용하고, KS B 0811 기준으로 측정하였으며, 측정면이 도 10a 및 도 10b 그림과 같이 제1방향 / 제2방향의 직접 압입하여 측정하였다. 측정 후 아래의 수식에 의해 경도값을 산출하고, 총 10개 포인트에서 제1 방향 및 제2 방향의 비커스 경도 값을 측정하고 그 결과를 분석하였다.
- [148]

$$HV = \frac{0.1891F}{d^2} \quad [N/mm^2]$$

HV: 비커스경도, F: 하중(N), d: 압입자국의 대각선길이의 평균(mm)

[149]

[150] 도 6은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 일 예로서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 경도 값 분포를 나타내는 그래프이다.

[151] 도 10a 및 도 10b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 10a) 및 제2 방향(도 10b)으로 경도를 측정하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.

[152] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서, 제1 방향과 제2 방향의 경도 값은 타 물성지표에 비해 거의 대등한 값을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

[153] 하기 표 7은, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체의 일 예로서 2개 시편에 대하여 총 10개의 포인트에서 제1 방향과 제2 방향에서 측정한 경도 크기와 그 비를 측정한 값이다.

[154] [표 7] 경도 분석

[155]

	1방향		2방향	
	시편1	시편2	시편1	시편2
1	2890	2736	3440	2972
2	3014	3240	3058	3102
3	2850	3014	2972	2972
4	2812	3240	2972	3058
5	2850	3014	2812	2931
6	2931	2773	3058	3014
7	2972	3193	3147	2890
8	3014	2850	2890	3058
9	2812	3193	3014	3288
10	2890	3058	3102	3147

[156]

[157] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체의 경도는 방향과 무관하게, 2800 kg /mm² 내지 3300 kg /mm²인 것일 수 있다.

[158] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 경도 / 상기 제2 방향의 경도 값은, 0.85 내지 1.15 인 것일 수 있다.

[159] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서 4 mm(가로) * 4 mm(세로) * 2 mm(높이) 크기로 시편을 8개 준비하여 제1 방향 및 제2 방향의 XRD 분석을 수행하였다. 분석 방법으로는 Regaku Dmax2000 장비를 이용하여 측정각도 10~80°이며, scan step은 0.05, scan speed 10, 측정 power는 40KV, 40mA로 측정하고, 확보한 그래프를 분석하였다.

- [160] 도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향 및 제2 방향으로 측정한 XRD 분석 값 중 (111) 결정면의 회절강도 값 분포를 나타내는 그래프이다.
- [161] 도 11a 및 도 11b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 11a) 및 제2 방향(도 11b)으로 XRD 회절 분석을 실시하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [162] 또한, 하기 표 8은, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체의 일 예로서, 8개 시편에 대하여 제1 방향과 제2 방향에서 XRD 분석을 수행한 결과 값이다.
- [163] [표 8] XRD 분석
- [164]

- [165] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 결정면 방향 피크강도에 대해서, $[(200+220+311)]/(111)$ 값은, 각각, 제1 방향으로 0.7 내지 2.1 이고, 제2 방향으로 0.4 내지 0.75 인 것일 수 있다.
- [166] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 결정면 방향 피크강도에 대해서, $[(200+220+311)]/(111)$ 값의, 제1 방향에 대한 값 / 제2 방향에 대한 값은 1.0 내지 4.4 인 것일 수 있다.
- [167] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 피크강도에 대해서, (111) 결정면 방향 피크강도는, 제1 방향으로 3200 내지 10000 이고, 제2 방향으로 10500 내지 17500 인 것일 수 있다.
- [168] 일 실시예에 따르면, XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 피크강도에 대해서, 상기 제1 방향의 (111) 결정면 방향 피크강도 / 상기 제2 방향의 (111) 결정면 방향 피크강도 값은, 0.2 내지 0.95인 것일 수 있다.
- [169] SiC 결정상에서 (111)면으로 형성된 결정은 단위면적당 원자개수가 다른 (200), (220), (311) 면에 비해 많아서 물리적인 플라즈마 입자들의 충격에 보다 잘 견디게 되어 내플라즈마 특성이 우수한 SiC 구조체를 제조할 수 있다. 따라서 peak ratio에서 낮은 값을 가지며, 높은 (111) 회절 강도를 가지게 되면 상대적으로 우수한 내플라즈마 특성을 가지는 제품이 되어 플라즈마 에칭 장비 내에서 사용하는 데 있어서 사용시간을 증가시킬 수 있다.
- [170] 일 예에 따라 제조된 SiC 구조체의 경우, 제1 방향의 (111) 결정면 방향 피크 강도에 비해 제2 방향의 (111) 결정면 방향 피크 강도가 훨씬 높은 값이 구현될 수 있다. 이 때, SiC 부품을 제작할 때, 플라즈마가 조사되는 방향(주 식각 방향)을 상기 제2 방향에 가까운 방향으로 설계할 경우 제품의 수명을 향상시키는 효과를 기대할 수 있다.
- [171] 도 14는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향 단면과 제2 방향 단면의 미세조직(결정립 구조) 사진과, 해당 미세조직이 플라즈마에 노출되었을 경우 식각되는 형태를 나타내는 SEM 사진이다.
- [172] 도 14의 제1 방향 단면과 제2 방향 단면을 동일한 조건에서 플라즈마에 노출시켰다. 일 예로서, SiC 구조체가 엷지 링일 경우 제1 방향에 수직인 면인 1면은 엷지링의 상면일 수 있고, 제2방향의 수직면인 2면은 엷지리의 측면일 수 있다. 제1 방향 단면은 엷지 링의 상면일 수 있고, 제2 방향 단면은 엷지 링의 측면일 수 있다. 도 13의 오른쪽 표면 미세구조 SEM 사진을 통해 플라즈마에 노출되는 방향에 따라 식각의 정도가 크게 상이함을 확인할 수 있다.
- [173] 상기 효과를 고려해보면, (111) 회절강도가 높은 제2방향은 보다 우수한 내플라즈마 특성을 가지게 되는 것일 수 있다. 즉, 제2방향을 플라즈마가 맞는 면으로 설계하였을 경우, 우수한 내플라즈마 특성을 가지는 제품을 구현할 수 있다.
- [174] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서, 온도를 상온에서 1000 °C 까지 승온하며 열팽창율을 측정하고 열팽창계수를 확보하였다. TMA

장비(NETZSC사의 TMA402F1 Hyperion 기종)를 이용하여 측정하였다. 4 mm(가로) * 4 mm(세로) * 4 mm(높이) 크기로 제1 방향 및 제2 방향에 따라 3 개의 시편을 측정하였다. 온도는 상온으로부터 1000 도에 이르기까지 측정한 후, 500 도 내지 1000도에서 100도 단위의 측정 값들 만을 산출하고 분석하였다(저온 구간의 오차로 저온 구간은 제외하고 측정하였다.).

- [175] 도 12a 및 도 12b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 12a) 및 제2 방향(도 12b)으로 열팽창률 분석(후술됨)을 실시하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [176] 플라즈마 챔버 내에서 이용되는 SiC 구조체에서 특정 방향의 열팽창계수는 정밀한 식각량을 결정하는데 대단히 중요한 요소일 수 있다. 플라즈마 챔버 내부는 공정 중에 대단히 고온으로 온도가 증가하게 된다. 이 때, 제1 방향의 열팽창계수가 제2 방향의 열팽창계수에 비해 상대적으로 클 경우에는, 최초 해당 부품의 높이를 고려하여 정밀하게 세팅해 놓은 챔버 내 플라즈마 식각 대상체(웨이퍼 등)의 높이에 변동이 생길 수 있다. 이로 인해 플라즈마 소스로 부터의 거리가 변경되어 식각 대상체의 식각방향을 정밀하게 제어하지 못하고 결국 불량품이 생기는 문제가 생길 수 있다. 따라서 챔버의 설계와 적용되는 부품에 따라 일부 실시예의 경우에는 제1 방향의 열팽창계수가 낮을수록 바람직하고 불량품 생산을 줄이며 부품 수명이 더 길어지는 효과를 기대할 수 있다.
- [177]
- [178] 하기 표 9는, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체의 일 예로서, 4 mm(가로) * 4 mm(세로) * 4 mm(두께) 크기로 제작된 두 개의 시편에 대하여 제1 방향과 제2 방향에서 열팽창율 분석을 수행한 결과 값이다.
- [179] [표 9] 열팽창율 분석
- [180]

	1방향	2방향
500~1000°C 측정 데이터	4.3024E-06	4.9220E-06
	4.4805E-06	5.0645E-06
	4.6199E-06	5.2697E-06
	4.6901E-06	5.2023E-06
	4.6381E-06	5.1349E-06
	4.5241E-06	5.2595E-06
	4.3024E-06	4.7197E-06
	4.4805E-06	4.9240E-06
	4.6199E-06	5.1828E-06
	4.6901E-06	5.2139E-06
	4.6381E-06	5.2766E-06
	4.5241E-06	5.3200E-06
	4.3024E-06	4.8581E-06
	4.4805E-06	4.9309E-06
	4.6199E-06	4.9763E-06
	4.6901E-06	5.0097E-06
	4.6381E-06	5.0450E-06
	4.5241E-06	5.0756E-06

- [181] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열팽창계수는 $4.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $4.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 이고, 상기 제2 방향의 열팽창계수는 $4.7 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $5.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 인 것일 수 있다.
- [182] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열팽창계수 / 상기 제2 방향의 열팽창계수 값은 1.0 미만인 것일 수 있다.
- [183] 상술한 것과 같이 제1방향의 열팽창계수 값이 제2방향의 열팽창계수 값보다 상대적으로 작도록 설계함으로써, 정밀한 식각에 이용가능한 부품으로 제조될 수 있다.
- [184] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열팽창계수 / 상기 제2 방향의 열팽창계수 값은 0.7 이상 1.0 미만인 것일 수 있다.
- [185] 도 13a 및 도 13b는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체에 있어서 제1 방향(도 13a) 및 제2 방향(도 13b)으로 열전도도 분석을 실시하는 개략적인 방법이 도시되어 있는 그림이다.
- [186] 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체의 일 예로서, 4 mm(가로) x 4 mm(세로) x 1 mm(두께) 크기로 시편을 2개 준비하여 제1 방향 및 제2 방향에서 열전도도를 측정하였다. NETZSCH사의 LFA 447 NanoFlash 장비를 이용하여 레이저 방식의 측정방식에 따라 열전도도 분석을 진행하였다. 방향에 따라 열전도도를 측정하기 위해 제1방향의 측정 시 제1면(제1 방향에 수직한 면)에 측정기를 접촉하고 반대편에 레이저를 주사하여 제1방향의 열전도도를 측정하였다.

제2방향의 측정 또한 동일한 방식으로 열확산도를 측정하였다. 이러한 열확산도(mm^2/s)와 비열(C_p), 밀도를 각각 0.67J/g/K , 3.21g/cm^3 값을 기준으로 다음의 계산식으로 계산하여 열전도도를 측정하였다.

[187] 열전도도 $[\text{W/mK}] = \text{열확산도}(\text{mm}^2/\text{s}) \times \text{비열}(\text{J/g/K}) \times \text{밀도}(\text{g/cm}^3)$

[188] 하기 표 10은, 상술한 것과 같이 본 발명의 SiC 구조체의 일 예로서, 8 EA 시편에 대하여 제1 방향과 제2 방향에서 열전도도 분석을 수행한 결과 값이다.

[189] [표 10] 열전도도 분석

[190]

	온도 ($^{\circ}\text{C}$)	확산도 (mm^2/s)	비열 (J/g/K)	밀도 (g/cm^3)	전도도 (W/mK)	평균
1방향	24.9	120.154	0.67	3.21	258.415	239.290
	24.8	108.291	0.67	3.21	232.901	
	25	111.566	0.67	3.21	239.945	
	25.1	101.173	0.67	3.21	217.593	
	25	107.91	0.67	3.21	232.082	
	25.1	112.354	0.67	3.21	241.640	
	25	119.115	0.67	3.21	256.181	
	24.9	109.528	0.67	3.21	235.562	
2방향	24.9	128.256	0.67	3.21	275.840	300.281
	24.9	138.012	0.67	3.21	296.822	
	24.8	130.485	0.67	3.21	280.634	
	24.8	136.841	0.67	3.21	294.304	
	24.9	149.245	0.67	3.21	320.981	
	24.8	162.251	0.67	3.21	348.953	
	24.9	132.149	0.67	3.21	284.213	
	24.8	139.721	0.67	3.21	300.498	

[191] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열전도도는 215 W/mk 내지 260 W/mk 이고, 상기 제2 방향의 열전도도는 280 W/mk 내지 350 W/mk 인 것일 수 있다.

[192] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열전도도 / 상기 제2 방향의 열전도도 값은 1.0 미만인 것일 수 있다.

[193] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 방향의 열전도도 / 상기 제2 방향의 열전도도 값은 0.65 내지 1.0 미만인 것일 수 있다.

[194] 플라즈마 챔버 내부는 공정 중에 대단히 고온으로 온도가 증가하게 된다. 플라즈마 챔버 내에서 이용되는 SiC 구조체에서 특정 방향의 열전도도 값은 설비 내의 냉각가스 배치와도 관계가 있을 수 있다. 이 때, SiC 구조체는 지지부(정전척을 비롯한 하부 지지체 또는 서셉터나 상부 전극판을 지지하는 상부 지지체)에 수직 방향으로 얹어지거나 장착되어 사용될 수 있는데, 이 때, 챔버의 구조에 따라 일부 지지부에는 냉각수단(냉각가스 통로 등의 설비)을 구비할 수 있다.

- [195] 이 경우, 챔버 내 냉각수단의 구조를 고려할 때, 제1 방향의 열 전도도가 낮을수록 SiC 구조체의 높이 방향으로의 열 전달이 쉽게 되지 않게 되어 wafer의 온도 균일성을 확보할 수 있어 제품의 생산성을 높일 수 있다.
- [196] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대로 노출되고, 상기 제1 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제2면을 포함하고, 상기 SiC 구조체는 제1면(일 예에 따르면 구조체의 하부 면)의 적어도 일부가 지지부와 접촉하는 것일 수 있다.
- [197] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는, 엣지 링, 서셉터 및 샤워헤드 중 하나인 것일 수 있다.
- [198] 본 발명에 의한 SiC 구조체는, 본 발명의 기술 분야에서 적용되는 방법으로 제조될 수 있고, 예를 들어, CVD를 이용하여 형성되며, Si 소스 가스, C 소스 가스, 및 수소, 질소, 헬륨, 아르곤 등과 같은 통상적인 운반가스 등을 적용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 CVD는, 본 발명의 기술 분야에 적용되는 공정 조건으로 수행될 수 있으며, 예를 들어, SiC 소재는, 본 발명의 기술 분야에서 이용되는 증착 장치를 이용하여 제조될 수 있다.
- [199] 일 예로서, 본 발명의 SiC 구조체는, CVD 증착 챔버에서, Si 소스 가스와 C 소스 가스가 개별 및/또는 동시에 분사되는 도입구를 통해 타겟에 분사되는 것일 수 있고, 이 때, 하나 이상의 도입구에서 상기 Si 소스 가스와 C 소스 가스가 분사되도록 설계할 수 있다.
- [200] 일 예로서, SiC 구조체는, Si 및 C 이외에도 추가적인 도펀트를 포함하여 제조될 수도 있다. 이 때에도, 본 발명의 기술 분야에서 적용되는 방법으로 제조될 수 있고, 예를 들어, CVD를 이용하여 형성되며, Si 소스 가스, C 소스 가스, 및 수소, 질소, 헬륨, 아르곤 등과 같은 통상적인 운반가스 등을 적용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, SiC의 증착 시 성장 속도를 조절하여 SiC 코팅막의 우선성장 결정방향을 변경하여 회절 강도비(I)를 변화시킬 수 있다. 성장 속도 조절에 의해서 주성장 결정방향과 결정립 크기를 조절할 수 있다. 성장 속도의 조절은 분사 속도의 제어를 통하여도 가능하고, 노 내 온도를 조절함으로써도 가능하다. 한편으로는 성장 속도를 낮추면 보다 조밀한 SiC 층이 생성되므로, 강도 및 경도가 증가하는 효과를 기대할 수 있다.
- [201] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 CVD 방식으로 형성된 SiC 구조체는, SiC를 포함하는 엣지 링, 서셉터 및 샤워헤드와 같이 내플라즈마 특성이 요구되는 반도체 제조장치의 부품일 수 있다.
- [202] 도 15는, 본 발명의 일 실시예에 따르는 SiC 구조체의 제1 방향 플라즈마 식각량과 제2 방향 플라즈마 식각량을 분석한 그래프이다.
- [203] 도 15를 통해 본 발명에서 제안하는 SiC 구조체를 사용할 경우 제1면과 제2면에서의 플라즈마에 대한 식각은 2면 대비 1면이 14%내외 개선되는 것으로 확인되었다. 이는 결정성 측면에서 (111) 우선성장이 보다 1면이 2면에 비해

- 우수하기 때문이며, 따라서 엿지링 등의 SiC 구조체 제작 시 플라즈마를 주로 맞는 면을 제1면으로 하여 제작하는 것이 제품 사용에 수명에 유리할 수 있다
- [204] 일 실시예에 따르면, 상기 SiC 구조체는 제1 방향에 수직인 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제2 방향에 수직인 방향으로 전개되는 제2면을 포함하고, 제1면의 면적의 총 합이 제2면의 면적의 총 합보다 넓은 것일 수 있다.
- [205] 상기 SiC 구조체는 일 예로서, 제1 면의 면적의 총 합이 제2 면의 면적의 총 합의 두 배 이상인 엿지 링인 것일 수 있다.
- [206] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [207] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

청구범위

- [청구항 1] 챔버 내부에서 플라즈마에 노출되도록 이용되는 SiC 구조체에 있어서, 플라즈마에 최대 노출되는 면에 수직인 방향을 제1 방향으로, 플라즈마에 최대 노출되는 면에 수평인 방향을 제2 방향으로 정의할 때, 상기 제1 방향 길이가 상기 제2 방향 길이보다 길게 형성된 결정립 구조를 포함하는 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 결정립은 상기 제1 방향을 기준으로 -45° 내지 $+45^\circ$ 방향으로 최대 길이를 가지도록 배열된 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 결정립의 제1 방향 길이 / 상기 결정립의 제2 방향 길이 값(종횡비)은, 1.2 내지 20인 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대 노출되고, 상기 제1 방향에 수직인 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2 방향에 수직인 방향으로 전개되는 제2면을 포함하는 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 제1 방향의 평균 강도는 133 Mpa 내지 200 Mpa 이고, 상기 제2 방향의 평균 강도는 225 Mpa 내지 260 Mpa 인 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 제1 방향의 평균 강도 / 상기 제2 방향의 평균 강도 값은 0.55 내지 0.9 인 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 제1방향의 저항율은 $3.0 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $25 \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의 저항율은 $1.4 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ 내지 $40 \Omega\text{cm}$ 인 것인, CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.05 내지 3.3인

- 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율은 $10\ \Omega\text{cm}$ 내지 $20\ \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의
저항율은 $21\ \Omega\text{cm}$ 내지 $40\ \Omega\text{cm}$ 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.25 내지 0.95인
것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율은 $0.8\ \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0\ \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의
저항율은 $2.5\ \Omega\text{cm}$ 내지 $25\ \Omega\text{cm}$ 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 0.04 내지 0.99 인
것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 13] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율은 $1.8\ \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0\ \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2 방향의
저항율은 $0.8\ \Omega\text{cm}$ 내지 $1.7\ \Omega\text{cm}$ 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 14] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 1.15 내지 3.2 인
것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 15] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율은 $3.0 \times 10^{-3}\ \Omega\text{cm}$ 내지 $5.0 \times 10^{-3}\ \Omega\text{cm}$ 이고, 상기 제2
방향의 저항율은 $1.4 \times 10^{-3}\ \Omega\text{cm}$ 내지 $3.0 \times 10^{-3}\ \Omega\text{cm}$ 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 16] 제1항에 있어서,
상기 제1방향의 저항율 / 상기 제2 방향의 저항율 값은, 1.1 내지 3.3 인
것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 17] 제1항에 있어서,
상기 SiC 구조체의 경도는 방향과 무관하게, $2800\ \text{kg f/mm}^2$ 내지 $3300\ \text{kg f/mm}^2$ 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.

- [청구항 18] 제1항에 있어서,
상기 제1 방향의 경도 / 상기 제2 방향의 경도 값은, 0.85 내지 1.15 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 19] 제1항에 있어서,
XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 결정면 방향
피크강도에 대해서,
 $[(200+220+311)]/(111)$ 값은, 각각, 제1 방향으로 0.7 내지 2.1 이고, 제2
방향으로 0.4 내지 0.75 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 20] 제1항에 있어서,
XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 결정면 방향
피크강도에 대해서,
 $[(200+220+311)]/(111)$ 값의, 제1 방향에 대한 값 / 제2 방향에 대한 값은
1.0 내지 4.4 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 21] 제1항에 있어서,
XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 피크강도에 대해서,
(111) 결정면 방향 피크강도는, 제1 방향으로 3200 내지 10000 이고, 제2
방향으로는 10500 내지 17500 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 22] 제1항에 있어서,
XRD 분석의 상기 제1 방향 및 상기 제2 방향에 대한 피크강도에 대해서,
상기 제1 방향의 (111) 결정 면 방향 피크강도 / 상기 제2 방향의 (111)
결정면 방향 피크강도 값은, 0.2 내지 0.95인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 23] 제1항에 있어서,
상기 제1 방향의 열팽창계수는 $4.0 * 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $4.6 * 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 이고, 상기
제2 방향의 열팽창계수는 $4.7 * 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 내지 $5.4 * 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 24] 제1항에 있어서,
상기 제1 방향의 열팽창계수 / 상기 제2 방향의 열팽창계수 값은 1.0
미만인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 25] 제1항에 있어서,
상기 제1 방향의 열팽창계수 / 상기 제2 방향의 열팽창계수 값은 0.7 이상
1.0 미만인 것인,
CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.
- [청구항 26] 제1항에 있어서,

상기 제1 방향의 열전도도는 215 W/mk 내지 260 W/mk 이고,
 상기 제2 방향의 열전도도는 280 W/mk 내지 350 W/mk 인 것인,
 CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.

[청구항 27] 제1항에 있어서,
 상기 제1 방향의 열전도도 / 상기 제2 방향의 열전도도 값은 1.0 미만인
 것인,
 CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.

[청구항 28] 제1항에 있어서,
 상기 제1 방향의 열전도도 / 상기 제2 방향의 열전도도 값은 0.65 내지 1.0
 미만인 것인,
 CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.

[청구항 29] 제1항에 있어서,
 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대로 노출되고, 상기 제1 방향에
 수직한 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2
 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제2면을 포함하고,
 상기 SiC 구조체는 제1면의 적어도 일부가 지지부와 접촉하는 것인,
 CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.

[청구항 30] 제1항에 있어서,
 상기 SiC구조체는, 엣지 링, 서셉터 및 샤워헤드 중 하나인 것인,
 CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.

[청구항 31] 제1항에 있어서,
 상기 SiC 구조체는, 상기 플라즈마에 최대로 노출되고, 상기 제1 방향에
 수직한 방향으로 전개되는 제1면과, 상기 제1 면과 수직하고, 상기 제2
 방향에 수직한 방향으로 전개되는 제2면을 포함하고,
 제1면의 면적의 총 합이 제2면의 면적의 총 합보다 넓은 것인,
 CVD 방식으로 형성된 SiC구조체.