

명세서

발명의 명칭: 탄화규소-질화규소 복합소재의 제조방법 및 이에 따른 탄화규소-질화규소 복합소재

기술분야

- [1] 본 발명은 탄화규소-질화규소($\text{SiC-Si}_3\text{N}_4$) 복합소재의 제조방법 및 이에 따른 탄화규소-질화규소($\text{SiC-Si}_3\text{N}_4$) 복합소재에 관한 것이다.

배경기술

- [2] SiC(탄화규소)는 육방정계의 결정 구조를 갖는 고온형(α 형)과 입방정계의 결정 구조를 갖는 저온형(β 형)이 알려져 있다. SiC는 Si에 비하여 내열성이 높을 뿐만 아니라, 넓은 밴드 갭을 갖고, 절연 파괴 전계 강도가 크다는 특징이 있다. 그 때문에, SiC 단결정으로 이루어지는 반도체는 Si 반도체에 대신하는 차세대 파워 디바이스의 후보 재료로서 기대되고 있다. 특히, α 형 SiC는 실리콘보다 밴드 갭이 넓기 때문에 초저전력 손실 파워 디바이스의 반도체 재료로서 주목되고 있다.
- [3] 최근 웨이퍼에 직접적인 영향을 미치는 반도체 제조용 부품 소재에 대한 관심이 증대하고 있으며 기존, Sintered-SiC 소재보다 고온에서 내변형성 고청정성 및 화학적으로 내식성이 우수한 CVD-SiC 소재를 이용하여 플라즈마 가스 제어장치를 만들면 기존 소재 대비 플라즈마 가스 제어장치의 수명이 2~3배 늘어날 것으로 예측된다.
- [4] CVD-SiC 소재는 CVD(화학적 기상 증착법)를 이용하여 그라파이트에 SiC를 적층시킨 후 그라파이트를 제거한 고순도의 SiC로, 이렇게 만들어진 CVD-SiC는, 표면 평탄도를 위해 연삭 가공을 거친 후 플라즈마 가스 제어장치 형상에 따른 연삭 가공을 거치게 된다.
- [5] 이러한 CVD-SiC 소재로 종래 널리 사용되고 있는 웨이퍼는 더미 웨이퍼(dummy wafer)로, 생산 공정 초기에 안전성을 높이기 위해서 사용되며, 크기와 두께가 중요한 요소로 작용한다. 그러나, 상기 더미 웨이퍼는, 열충격강도 450 °C 정도로, 공정시간을 단축을 위해 급격한 승온 및 냉각시 랜덤하게 크랙이 발생하여 Si 웨이퍼의 파손 및 확산(diffusion) 장비의 파손이 나타났다.
- [6] 따라서, 고순도 및 높은 열충격 강도를 가지는 소재가 요구되고 있는 실정이며, 단순 실리콘 카바이드뿐만 아니라 실리콘 나이트라이드와 같은 실리콘 질화물을 혼합한 복합재에 대한 요구가 높아지고 있다.
- [7] 특히, 실리콘 질화물 및 실리콘 카바이드 복합재의 고밀도화, 치밀성 확보 등을 개선시켜서 기계적 물성을 개선시키기 위한 방법이 연구되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 주형을 준비하는 단계 및 상기 주형 상에 1100 °C 내지 1600 °C에서, Si, N 및 C를 포함하는 원료가스를 도입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계를 포함하는 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조방법을 제공하기 위함이다.
- [9] 그러나, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 해당 분야 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명의 일 실시예에 따른 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조방법은, 주형을 준비하는 단계 및 상기 주형 상에 1100 °C 내지 1600 °C에서, Si, N 및 C를 포함하는 원료가스를 도입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계를 포함한다.
- [11] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 도입하는 원료가스 중, 질소(N)와 탄소(C) 원료가스의 질소(N) 성분과 탄소(C) 성분이 1 : 1 일 경우, N source/C source 비율이 0.4 내지 2인 것일 수 있다.
- [12] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중, 상기 Si₃N₄는, 10 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [13] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 열충격강도는, 500 °C 내지 860 °C인 것일 수 있다.
- [14] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 열충격강도는, 600 °C 내지 860 °C이고, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중, 상기 Si₃N₄는, 40 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [15] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계는 CVD법에 의하는 것일 수 있다.
- [16] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, SiC 및 Si₃N₄를 포함하고, 열충격강도가 600 °C 내지 860 °C 인 것이다.
- [17] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중 상기 Si₃N₄는, 10 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [18] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 부정형의 SiC 결정립과 침상 구조의 Si₃N₄ 결정립이 혼합된 것일 수 있다.
- [19] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중 상기 Si₃N₄의 부피비가 68 부피 % 내지 70 부피 %인 경우, Si₃N₄/SiC main peak의 회절 강도 비는 0.2 내지 1.5 인 것일 수 있다.
- [20] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 전술한 일 실시예에 따른 제조방법에 따라 제조된 것일 수 있다.

발명의 효과

- [21] 본 발명은, 주형을 준비하는 단계 및 상기 주형 상에 1100 °C 내지 1600 °C에서,

Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스를 도입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계를 포함하는 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조방법을 제공할 수 있다.

- [22] 보다 구체적으로는, CVD 방식으로 열충격강도가 높은 소재($\Delta^\circ\text{C}$ 인 Si₃N₄를 같이 성장하게 하여 SiC 소재의 열충격강도를 높이고, 반도체 공정에도 적용가능한 고순도의 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 종래의 SiC Wafer(dummy wafer)의 단면도이다.
 [24] 도 2는 종래의 SiC Wafer(dummy wafer)의 표면 미세 구조 이미지이다.
 [25] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 표면 미세 구조 이미지이다.
 [26] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N/C source ratio에 따른 Si₃N₄ 함량비 변화 그래프이다.
 [27] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N/C source ratio에 따른 Si₃N₄ 함량비가 69 %일 때, 2-theta에 따른 intensity 값 그래프이다.
 [28] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 Si₃N₄ 함량에 따른 열충격강도 변화를 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [29] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [30] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [31] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함하며, 보다 구체적으로, 구성 요소(element) 또는 층이 다른 요소 또는 층 "상에(on)", "에 연결된(connected to)", 또는 "에 결합된(coupled to)" 것으로서 나타낼 때, 이것이 직접적으로 다른 구성 요소 또는 층에 있을 수 있거나, 연결될 수 있거나 결합될 수 있거나 또는 간접 구성 요소 또는 층(intervening elements and layer)이 존재할 수 있는 것으로 이해될 수 있다.
- [32] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로

이해되어야 한다.

- [33] 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.
- [34] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어서, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 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.
- [35] 이하, 본 발명의 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조방법 및 이에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재에 대하여 실시예 및 도면을 참조하여 구체적으로 설명하도록 한다. 그러나, 본 발명이 이러한 실시예 및 도면에 제한되는 것은 아니다.
- [36] 이하, 실시예 및 비교예에 의하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다.
- [37] 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [38] 본 발명의 일 실시예에 따른 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조방법은, 주형을 준비하는 단계 및 상기 주형 상에 1100 °C 내지 1600 °C에서, Si, N 및 C를 포함하는 원료가스를 도입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계를 포함한다.
- [39] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, SiC 대비 상대적으로 높은 열충격강도가 가지는 Si₃N₄ 소재를 포함하는 것일 수 있다.
- [40] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, CVD 방식으로 제조하여 반도체 공정 중 diffusion 공정과 같은 500 °C 이상의 열충격강도가 요구되는 제품 군으로 적용하는 것일 수 있다.
- [41] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 Si₃N₄는, 500 °C 이상의 열충격을 반복적으로 가해지는 가혹한 공정에서 사용가능 한 것으로, 열충격강도(ΔT)가 1000 °C 또는 그 이상일 수 있다.
- [42] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 제조하기 위해서 바람직하게는 CVD 법에 의해 제조될 수 있다.
- [43] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는 강도, 비탄성이 높고 우수한 고온강도와 열충격에 강한 성질을 가질 수 있으며, 뿐만 아니라 고온 산화성 분위기에서 산화 문제도 개선되는 것일 수 있다.
- [44] 일 측에 따를 때, 상기 SiC는 용점이 높고, 인성이 좋으며 내산화성과 내마모성이 우수한 것이라면 특별히 제한되지 않는다.
- [45] 일 측에 따를 때, 상기 Si₃N₄는, 내부에 산소가 존재하지 않으며, 산소

확산계수가 매우 낮은 재료로, 산소에 대한 배리어(barrier)역할을 하여 고온에서의 파괴강도, 파괴 인성, 내열충격 특성이 뛰어날 수 있으며, 특히 내마모성 측면에서 SiC보다 우수할 수 있다.

- [46] 일 측에 따를 때, 상기 주형을 준비하는 단계에서, 상기 주형은 SiC를 포함할 수 있으며, 상기 SiC를 포함하는 주형은 소결법 또는 CVD를 이용하여 제조된 것일 수 있다. 해당 기술 분야에서 널리 알려진 SiC 소결 방법 또는 SiC CVD (화학기상증착법)라면 제한 없이 이용하여 SiC 소재의 주형을 준비할 수 있다.
- [47] 일 측에 따를 때, 상기 주형 상에 1100 °C 내지 1600 °C에서, Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스를 도입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계에서, 상기 원료가스의 공급 속도 또는 종류에 따라서, SiC-Si₃N₄ 복합소재의 물성이 달라질 수 있다.
- [48] 일 측에 따를 때, 상기 Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스는, 규소, 질소 및 탄소를 공급할 수 있는 가스라면 특별히 제한되지 않으나, 그 일 예로, TCS, MTS, SH₄, SiCl₄, N₂, HN₃, CH₄ 및 C₃H₈으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있다.
- [49] 일 측에 따를 때, 상기 Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스는 규소, 질소 및 탄소를 모두 포함하여, 한 종류의 가스 공급만으로 CVD에 의한 증착이 이루어질 수도 있고, 규소, 질소 또는 탄소를 각각 포함하는 각 원료 가스의 복합적인 공급에 의해서 단계적으로 CVD에 의한 증착이 이루어질 수도 있다.
- [50] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계는 다양한 온도에서 수행될 수 있으나, 열적 CVD를 사용하는 경우, 바람직하게 1100 °C 내지 1600 °C에서 수행될 수 있으며, 1100 °C 보다 낮은 온도에서는 증착이 수행되기 어려울 수 있고, 1600 °C 보다 높은 온도에서는 증착이 어렵거나 주형이 손상될 수 있다.
- [51] 일 측에 따를 때, 상기 Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스를 도입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계는, Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스를 CVD 증착 장치의 반응 챔버 내에 주입하는 단계를 포함할 수 있으며, 상기 반응 챔버 내에 주입되는 가스는 Si, N 및 C 를 포함하는 원료가스 이외에도 불활성 가스를 더 포함할 수 있다.
- [52] 일 측에 따를 때, 상기 반응 챔버 내의 증착 압력은 400 torr 내지 700 torr 일 수 있다.
- [53] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 도입하는 원료가스 중, 질소(N)와 탄소(C) 원료가스의 질소(N)성분과 탄소(C)성분이 1 : 1 일 경우, N source/C source 비율이 0.4 내지 2인 것일 수 있다.
- [54] 일 측에 따를 때, 상기 수치 범위 내의 N source/C source 비율을 갖는 원료가스를 도입할 경우, SiC와 Si₃N₄의 비율이 적절히 조화되어, 열충격강도가 높아서 급격한 승온 및 냉각시에도 크랙이 발생하지 않는 우수한 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조가 가능할 수 있다.
- [55] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N source/C

source ratio에 따른 Si_3N_4 함량비 변화 그래프이다. 도 4에 따를 때, N source/C source ratio가 0.4 내지 2일 경우, Si_3N_4 함량비가 약 10 % 내지 70 %가 되어 SiC- Si_3N_4 복합소재 내에서 일정 함량비를 포함하고, 우수한 열충격강도를 확보할 수 있다.

- [56] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC- Si_3N_4 복합소재의 N source/C source ratio=2에 따른 Si_3N_4 함량비가 69 %일 때, 2-theta에 따른 intensity 값 그래프로, β -SiC와 α - Si_3N_4 결정구조를 의미하며, Si_3N_4 함량비에 따라 각 결정상의 Main Peak의 회절강도 비가 변화하게 된다. 도 5에 따를 때, Si_3N_4 의 함량비가 69 %인 경우에는 Si_3N_4 main peak 회절강도/SiC main peak 회절강도 비가 1.5가 될 수 있다.
- [57] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재 중, 상기 Si_3N_4 는, 10 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [58] 일 측에 따를 때, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재 가운데, Si_3N_4 의 부피 함량이 10 부피 % 미만인 복합소재의 경우, Si_3N_4 의 함량이 지나치게 작아서 열충격강도가 낮아, 급격한 온도 변화에 크랙이 발생하여 diffusion 장비의 파손이 나타날 수 있으며, Si_3N_4 의 부피 함량이 70 부피 % 초과일 경우, Si_3N_4 의 함량이 지나치게 높고 SiC의 함량이 낮아져서, CVD 증착에 의한 성장이 어려울 수 있다.
- [59] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재의 열충격강도는, 500 °C 내지 860 °C인 것일 수 있다.
- [60] 일 측에 따를 때, 상기 열충격강도의 측정은, KS L 1611 측정 방법으로 측정하는 것일 수 있다.
- [61] 일 측에 따를 때, 상기 열충격강도는, 급격한 승온과 냉각에 의한 온도 차이에 의해서도 크랙을 발생시키지 않고 버티는 물성을 의미하는 것일 수 있으며, ΔT 로 표현될 수 있다.
- [62] 일 측에 따를 때, 상기 열충격강도가 500 °C 내지 860 °C인 것은, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재가 500 °C 내지 860 °C의 온도 차이에서도 크랙 발생 없이 Si wafer의 파손 및 diffusion 장비의 파손이 일어나지 않는 것을 의미한다.
- [63] 일 측에 따를 때, 상기 열충격강도가 500 °C 미만일 경우에는 반도체 웨이퍼 공정에 있어서 반복적인 열충격에 의해 잦은 크랙이 발생할 수 있으며, 860 °C를 초과하는 경우는 현실적이 제조가 어려울 수 있다.
- [64] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재의 열충격강도는, 600 °C 내지 860 °C이고, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재 중, 상기 Si_3N_4 는, 40 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [65] 일 측에 따를 때, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재의 열충격강도는, 바람직하게는, 600 °C 내지 860 °C일 수 있다.
- [66] 일 측에 따를 때, 상기 SiC- Si_3N_4 복합소재 중 열충격강도를 높이기 위해 혼합하는 Si_3N_4 의 부피 함량은 바람직하게는 40 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일

수 있다.

- [67] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 Si₃N₄ 함량에 따른 열충격강도 변화를 나타낸 그래프로, Si₃N₄ 함량이 40 %를 초과하는 시점에서 열충격강도가 600 °C 이상이고, Si₃N₄ 함량이 80 % 미만일 때 까지 열충격 강도가 700 °C 미만까지 급속도로 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [68] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 형성하는 단계는 CVD법에 의하는 것일 수 있다.
- [69] 일 측에 따를 때, 상기 CVD법은 통상적으로 사용되는 CVD (화학기상증착법)이라면 특별히 제한되지 않으며, 그 일 예로, 유도결합플라즈마 화학기상증착(Inductively Coupled Plasma-Chemical Vapor Deposition; ICP-CVD), 저압 화학기상증착(Low Pressure Chemical Vapor Deposition; LPCVD), 상압 화학기상증착(Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition; APCVD) 및 플라즈마 화학기상증착(Plasma-enhanced chemical vapor deposition; PECVD)이 포함될 수 있다.
- [70] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 불투과성을 갖는 것일 수 있다.
- [71] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 기존의 SiC의 투과 특성을 개선시켜 불투과 특성을 나타내고, 고순도 및 높은 열충격강도를 가질 수 있다.
- [72] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, SiC 및 Si₃N₄를 포함하고, 열충격강도가 600 °C 내지 860 °C 인 것이다.
- [73] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, SiC 및 Si₃N₄가 혼합된 것으로, 600 °C 내지 860 °C의 급격한 온도 차이에서도 크랙이 발생하지 않는 것일 수 있다.
- [74] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중 상기 Si₃N₄는, 10 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [75] 일 측에 따를 때, 상기 Si₃N₄의 부피비는 XRD 장비(Regaku, DMAX2000)를 이용하여 측정 전압과 전류값이 각각, 40 kV, 40 mA이고, scan speed 10, scan step 0.05에서 측정하여 측정된 데이터상에서 JCPDS 데이터와 동일한 β와 α-Si₃N₄ peak가 모두 나타나고, 각 SiC와 Si₃N₄ 결정상의 피크 면적에 총합에 대한 비율로 분석하는 것일 수 있다.
- [76] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중 상기 Si₃N₄는, 바람직하게는 40 부피 % 내지 70 부피 % 인 것일 수 있다.
- [77] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 부정형의 SiC 결정립과 침상 구조의 Si₃N₄ 결정립이 혼합된 것일 수 있다.
- [78] 일 측에 따를 때, 상기 SiC 결정립은 부정형의 얇은 편상인 것일 수 있으며, 상기 Si₃N₄ 결정립은 침상 구조로 서로 혼합된 것일 수 있다.
- [79] 도 2는 종래의 SiC Wafer의 표면 미세 구조 이미지이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 표면 미세 구조 이미지이다. 도 2에

따를 때, 종래의 SiC만 사용한 웨이퍼의 경우 부정형의 얇은 편상 단면 구조만 나타나는 것을 확인할 수 있으며, 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 경우 도3에서 부정형의 SiC 결정립과 침상 구조의 Si₃N₄ 결정립이 혼합된 것을 확실히 확인할 수 있다.

- [80] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재 중 상기 Si₃N₄의 부피비가 68 부피 % 내지 70 부피 %인 경우, Si₃N₄/SiC main peak의 회절 강도 비는 0.2 내지 1.5 인 것일 수 있다.
- [81] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N source /C source ratio에 따른 Si₃N₄ 함량비 변화 그래프이다. 도 4에 따를 때, N source /C source ratio가 0.4 내지 2일 경우, Si₃N₄ 함량비가 약 10 % 내지 70 %가 되어 SiC-Si₃N₄ 복합소재 내에서 일정 함량비를 포함하고, 우수한 열충격강도를 확보할 수 있다.
- [82] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N source /C source ratio=2에 따른 Si₃N₄ 함량비가 69 %일 때, 2-theta에 따른 intensity 값 그래프로, β-SiC와 α-Si₃N₄ 결정구조를 의미하며, Si₃N₄ 함량비에 따라 각 결정상의 Main Peak의 회절강도 비가 변화하게 된다. 도 5에 따를 때, Si₃N₄의 함량비가 69 %인 경우에는 Si₃N₄ main peak 회절강도/SiC main peak 회절강도 비가 1.5가 될 수 있다.
- [83] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 불투과성일 수 있다.
- [84] 일 측에 따를 때, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 기존의 SiC의 투과 특성을 개선시켜 불투과 특성을 나타내고, 고순도 및 높은 열충격강도를 가질 수 있다.
- [85] 본 발명의 일 실시예에 따라, 상기 SiC-Si₃N₄ 복합소재는, 전술한 일 실시예에 따른 제조방법에 따라 제조된 것일 수 있다.
- [86] 이하, 실시예 및 비교예에 의하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다.
- [87] 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [88] 실시예. SiC-Si₃N₄ 복합소재의 제조
- [89] CVD 방식으로 Si₃N₄와 SiC가 형성되는 온도인 1100 °C~1600 °C에서 Si, N, C source를 투입하여 SiC-Si₃N₄ 복합소재를 제조하였다.
- [90] 이 경우 N source/C source 비는 질소(N)와 탄소(C) 원료가스의 질소(N)성분과 탄소(C)성분이 1 : 1 일 경우, N source/C source 비율에 관한 것으로, 0.4 내지 2 였으며, 전체 소재에서 Si₃N₄의 부피비는 13 % 내지 70 % 였다.
- [91] 이와 같은 복합소재 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 열충격강도는, 열충격강도 측정기로 측정한 결과, Δ = 600 °C 내지 860 °C 로 측정되었다.
- [92]
- [93] *87도 1은 종래의 SiC Wafer의 단면도이며, 도 2는 종래의 SiC Wafer의 표면 미세 구조 이미지이다.
- [94] 도 3은, 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 표면 미세 구조

이미지로, 도 2와 비교할 때, 침상과 부정형의 결정립이 혼합된 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 종래의 도 2에 따른 부정형 구조의 SiC 웨이퍼와 비교할 때, 침상구조의 Si_3N_4 이 포함된 것을 확실히 확인할 수 있었다.

- [95] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N source/C source ratio에 따른 Si₃N₄ 함량비 변화 그래프로, 도 4에 따를 때, N source/C source ratio가 0.4 내지 2일 경우, Si₃N₄ 함량비가 약 10 % 내지 70 %가 되어 SiC-Si₃N₄ 복합소재 내에서 일정 함량비를 포함하고, 우수한 열충격강도를 확보할 수 있음을 확인하였다.
- [96] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 N source/C source ratio=2에 따른 Si₃N₄ 함량비가 69 %일 때, 2-theta에 따른 intensity 값 그래프로, β -SiC와 α -Si₃N₄ 결정구조를 의미하며, Si₃N₄ 함량비에 따라 각 결정상의 Main Peak의 회절강도 비가 변화하게 된다. 도 5에 따를 때, Si₃N₄의 함량비가 69 %인 경우에는 Si₃N₄ main peak 회절강도/SiC main peak 회절강도 비가 1.5가 될 수 있다.
- [97] 도 6은 실시예에 따라 제조된 SiC-Si₃N₄ 복합소재의 Si₃N₄ 함량에 따른 열충격강도 변화를 나타낸 그래프로, Si₃N₄ 함량이 40 %를 초과하는 시점에서 열충격강도가 600 °C 이상이고, Si₃N₄ 함량이 80 % 미만이 될 때까지 열충격강도가 700 °C 미만까지 급속도로 증가하는 것을 확인할 수 있다.
- [98] 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. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.