



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월28일
(11) 등록번호 10-2318521
(24) 등록일자 2021년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 31/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 32/956 (2021.01)
(21) 출원번호 10-2015-0007885
(22) 출원일자 2015년01월16일
심사청구일자 2019년12월23일
(65) 공개번호 10-2016-0088606
(43) 공개일자 2016년07월26일
(56) 선행기술조사문헌
JP5292070 B2*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
(주)에스테크
대구광역시 달성군 다사읍 세천로3길 33
(72) 발명자
허선
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
김병숙
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(74) 대리인
박정호

전체 청구항 수 : 총 4 항

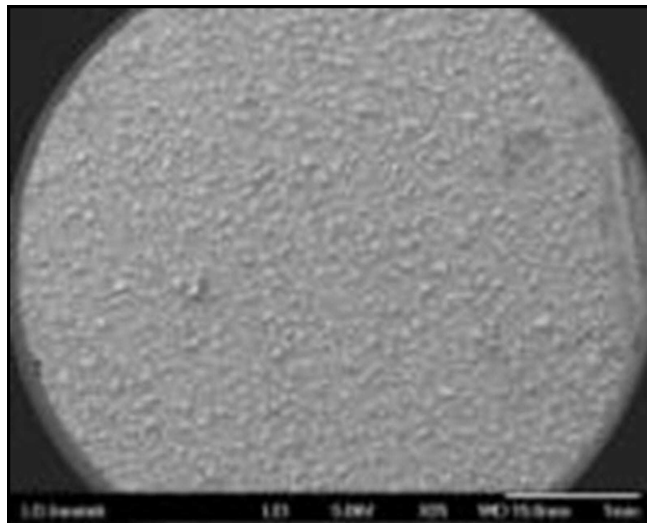
심사관 : 박함용

(54) 발명의 명칭 탄화규소 분말

(57) 요약

본 발명은 제 1 탄화규소 분말과 제 2 탄화규소 분말을 포함하는 탄화규소 분말에 관한 것이다. 상기 탄화규소 분말은 입경이 서로 다른 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

JP2011102205 A*

KR101383352 B1

JP2007055897 A

JP3083884 B2

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10037908
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	WPM(World Premier Materials) 사업
연구과제명	초고순도 SiC분말 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	엘지이노텍 주식회사
연구기간	2010.09.01 ~ 2019.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 탄화규소 분말과 제 2 탄화규소 분말을 포함하되,
상기 제 1 탄화규소 분말은 베타상이고 입경은 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $10\mu\text{m}$ 이고,
상기 제 2 탄화규소 분말은 알파상이고 입경은 $120\mu\text{m}$ 내지 $400\mu\text{m}$ 이고,
상기 제 1, 2 탄화규소 분말의 밀도는 1.8 g/cm^3 내지 2.1 g/cm^3 인 탄화규소 분말.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말의 중량비는 20:80 내지 5:95인 탄화규소 분말.

청구항 5

제 1항에 있어서,
상기 제 1 탄화규소 분말은 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 5 중량% 내지 20 중량% 이 포함되고,
상기 제 2 탄화규소 분말은 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 80 중량% 내지 95 중량% 이 포함되는 탄화규소 분말.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1항, 제 4항, 제 5항 중 어느 한 항에 따른 탄화규소 분말을 포함하는 탄화규소 단결정.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 입경이 서로 다른 제 1 탄화규소 분말과 제 2 탄화규소 분말을 포함하는 탄화규소 분말에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 탄화규소 분말은 최근에 다양한 전자 소자 및 목적을 위한 반도체 재료로서 사용되고 있다. 탄화규소 분말은 특히 물리적 강도 및 화학적 공격에 대한 높은 내성으로 인해 유용하다. 탄화규소 분말은 또한 방사 경도(radiation hardness), 비교적 넓은 밴드갭, 높은 포화 전자 드리프트 속도(saturated electron drift

velocity), 높은 조작 온도, 및 스펙트럼의 청색(blue), 보라(violet), 및 자외(ultraviolet) 영역에서의 높은 에너지 양자의 흡수 및 방출을 포함하는 우수한 전자적 성질을 가진다.

[0003] 탄화규소 분말의 제조방법으로는 다양한 방법이 있으며, 일례로, 애치슨법, 탄소열환원공법, 액상고분자열분해법 또는 CVD 공법 등을 이용하고 있다. 특히 고순도의 탄화규소 분말 합성 공법은 액상고분자열분해법 또는 탄소열환원공법을 이용하고 있다.

[0004] 즉, 탄소원과 규소원의 재료를 혼합하고, 혼합물을 탄화공정 및 합성 공정을 진행하여 탄화규소 분말을 합성할 수 있다.

[0005] 이러한 탄화규소 분말로 단결정을 성장하기 위해서는 조립의 탄화규소 분말을 이용할 수 있다. 미립의 탄화규소 분말을 사용하여 단결정을 성장하는 경우에는 밀도가 저하되는 문제점이 있기 때문이다. 그러나, 조립의 탄화규소 분말을 이용하여 단결정을 성장하는 경우에는 단결정의 품질이 저하될 수 있다.

[0006] 이에 따라, 탄화규소 단결정 성장시 밀도가 향상될 수 있고, 단결정의 품질이 우수한 새로운 탄화규소 분말이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 실시예는 밀도가 우수하고 고품질의 탄화규소 단결정을 성장시킬 수 있는 탄화규소 분말을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 실시예에 따른 탄화규소 분말은, 제 1 탄화규소 분말과 제 2 탄화규소 분말을 포함하고, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말의 입경은 서로 다르다.

발명의 효과

[0009] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 입경이 서로 다른 탄화규소 분말들을 포함할 수 있다. 자세하게, 실시예에 따른 탄화규소 분말은 입경이 작은 제 1 탄화규소 분말과 입경이 큰 제 2 탄화규소 분말을 포함할 수 있다.

[0010] 이에 따라, 실시예에 따른 탄화규소 분말은, 입경이 큰 제 2 탄화규소 분말을 포함하기 때문에 탄화규소 분말의 밀도를 향상시킬 수 있다. 따라서, 탄화규소 분말을 반응 용기 내에 장입할 때, 장입량을 증가시킬 수 있다.

[0011] 또한, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 이용하여 단결정 성장시 입경이 작은 제 1 탄화규소 분말에 의해 단결정의 품질을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 실시예 3에 따라 제조된 탄화규소 단결정의 성장면을 초기에 촬영한 SEM 사진이다.

도 2는 비교예 2에 따라 제조된 탄화규소 단결정의 성장면을 초기에 촬영한 SEM 사진이다.

도 3은 실시예 3에 따라 제조된 탄화규소 단결정을 촬영한 SEM 사진이다.

도 4는 비교예 2에 따라 제조된 탄화규소 단결정을 촬영한 SEM 사진이다.

도 5는 단결정 제조장치의 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0014] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 입경이 서로 다른 탄화규소 분말들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 탄화규소 분말은 제 1 탄화규소 분말과 제 2 탄화규소 분말을 포함할 수 있다. 또한, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말은 서로 다른 입경을 가질 수 있다.

- [0015] 또한, 상기 제 1 탄화규소 분말은 상기 제 2 탄화규소 분말보다 작을 수 있다. 즉, 상기 제 2 탄화규소 분말의 입경이 상기 제 1 탄화규소 분말의 입경보다 더 클 수 있다.
- [0016] 이때, 상기 제 1 탄화규소 분말의 입경 및/또는 상기 제 2 탄화규소 분말의 입경은 평균 입경(D50)을 의미할 수 있다. 즉, 입도분포곡선에서 중량 백분율의 50%에 해당하는 입경 즉, 통과질량 백분율이 50%가 되는 입경을 의미할 수 있다.
- [0017] 상기 제 1 탄화규소 분말은 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$ 의 입경을 가질 수 있다. 상기 제 1 탄화규소 분말의 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 탄화규소 분말의 밀도가 저하될 수 있다. 상기 제 1 탄화규소 분말의 입경이 $10\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우에는 탄화규소 분말로 제조된 단결정의 품질이 저하될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제 2 탄화규소 분말은 약 $120\mu\text{m}$ 내지 약 $400\mu\text{m}$ 의 입경을 가질 수 있다. 상기 제 2 탄화규소 분말의 입경이 $120\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 탄화규소 분말의 밀도가 저하될 수 있다. 상기 제 2 탄화규소 분말의 입경이 $400\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우에는 탄화규소 분말로 제조된 단결정의 품질이 저하될 수 있다.
- [0019] 즉, 실시예에 따른 탄화규소 분말은 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$ 의 입경을 가지는 제 1 탄화규소 분말과 약 $120\mu\text{m}$ 내지 약 $400\mu\text{m}$ 의 입경을 가지는 제 2 탄화규소 분말을 포함하는 혼합 분말일 수 있다.
- [0020] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 입경이 큰 제 2 탄화규소 분말에 의해 반응 용기 내에 탄화규소 분말을 장입할 때, 장입량을 높일 수 있고, 이에 따라 공정 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정을 제조할 때, 입경이 작은 제 1 탄화규소 분말에 의해 단결정 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0021] 즉, 실시예에 따른 탄화규소 분말로 단결정 성장시, 반응 용기 내의 장입량을 향상시킬 수 있고, 단결정의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말은 중량비가 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말은 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 서로 다른 중량비로 포함될 수 있다.
- [0023] 자세하게, 상기 제 2 탄화규소 분말의 중량비는 상기 제 1 탄화규소 분말의 중량비보다 클 수 있다.
- [0024] 예를 들어, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말의 중량비는 20:80 내지 5:95일 수 있다. 즉, 상기 제 1 탄화규소 분말은 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 약 5 중량% 내지 약 20 중량% 만큼 포함되고, 상기 제 2 탄화규소 분말은 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 약 80 중량% 내지 약 95 중량% 만큼 포함될 수 있다.
- [0025] 상기 제 1 탄화규소 분말이 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 약 5 중량% 미만으로 포함되거나, 또는 약 20 중량% 초과로 포함되는 경우 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정을 제조할 때, 입경이 큰 제 2 탄화규소 분말에 의해 단결정 품질이 저하될 수 있다.
- [0026] 상기 제 2 탄화규소 분말이 상기 탄화규소 분말 전체에 대해 약 80 중량% 미만으로 포함되거나, 또는 약 95 중량% 초과로 포함되는 경우 탄화규소 분말의 밀도가 저하되어 상기 탄화규소 분말을 반응 용기 내에 장입할 때, 장입량이 저하될 수 있다.
- [0027] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 입경이 서로 다른 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 20:80 내지 5:95의 중량비로 포함할 수 있다. 이에 따라, 입경이 큰 탄화규소 분말에 의해 탄화규소 분말의 밀도를 향상시켜 장입량을 향상시킬 수 있고 입경이 작은 탄화규소 분말에 의해 단결정 성장시 단결정 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 즉, 실시예에 따른 탄화규소 분말의 밀도는 입경이 큰 제 2 탄화규소 분말의 밀도와 동일하거나 유사할 수 있다. 예를 들어, 실시예에 따른 탄화규소 분말의 밀도는 1.8 g/cm^3 내지 2.1 g/cm^3 일 수 있다.
- [0029] 또한, 실시예에 따른 탄화규소 분말은 입자상이 서로 다른 탄화규소 분말들을 포함할 수 있다. 즉, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말은 입자상이 서로 다를 수 있다.
- [0030] 상기 제 1 탄화규소 분말의 입자는 베타상을 가질 수 있다. 즉, 상기 제 1 탄화규소 분말은 저온 안정상인 베타

상을 가질 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 제 1 탄화규소 분말의 입자가 알파상을 가질 수 있음은 물론이다.

- [0031] 상기 제 2 탄화규소 분말의 입자는 알파상을 가질 수 있다. 즉, 상기 제 2 탄화규소 분말의 입자는 고온 안정상인 알파상을 가질 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 제 2 탄화규소 분말의 입자가 베타상을 가질 수 있음은 물론이다.
- [0032] 실시예에 따른 탄화규소 분말의 제조방법은 제 1 탄화규소 분말을 준비하는 단계, 제 2 탄화규소 분말을 준비하는 단계, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 상기 제 1 탄화규소 분말을 준비하는 단계는 미립의 탄화규소 분말을 제조하는 단계일 수 있다.
- [0034] 상기 제 1 탄화규소 분말을 준비하는 단계는 규소원(Si source)과 탄소원(C source)을 혼합하는 단계와, 혼합된 규소원과 탄소원을 열처리하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0035] 상기 규소원은 규소를 제공할 수 있는 다양한 물질을 포함할 수 있다. 일례로, 상기 규소원은 실리카(silica)를 포함할 수 있다. 또한, 실리카 이외에도, 상기 규소원으로는 실리카 분말, 실리카 솔(sol), 실리카 겔(gel), 석영 분말 등이 이용될 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며 규소를 포함하는 유기 규소 화합물을 규소원으로 사용할 수 있다.
- [0036] 또한, 상기 탄소원은 고체 탄소원 또는 유기 탄소 화합물을 포함할 수 있다. 상기 고체 탄소원으로는 흑연(graphite), 카본 블랙(carbon black), 카본 나노 튜브(carbon nano tube, CNT) 및 풀러렌(fullerene, C₆₀) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 유기 탄소 화합물로는 페놀(phenol), 프랑(franc), 자일렌(xylene), 폴리이미드(polyimide), 폴리우레탄(polyurethane), 폴리비닐알콜(polyvinyl alcohol), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 및 폴리비닐아세테이트(poly(vinyl acetate)) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그 외에도 셀룰로오스(cellulose), 제당, 피치(pitch) 또는 타르(tar) 등을 포함할 수 있다.
- [0038] 이러한 탄소원과 규소원을 용매를 이용한 습식 혼합 공정 또는 용매를 이용하지 않은 건식 혼합 공정으로 탄소원과 규소원을 혼합할 수 있다.
- [0039] 이러한 규소원과 탄소원은 볼 밀(ball mill), 어트리션 밀(attrition mill) 등의 방법으로 혼합하여 혼합 분말을 회수할 수 있다. 상기 혼합 분말은 체(sieve)에 의해 걸려져서 회수될 수 있다.
- [0040] 상기 규소원 및 상기 탄소원은 일정한 비율로 혼합될 수 있다. 예를 들어, 규소원에 포함된 규소에 대한 탄소원에 포함된 탄소의 몰(mole)비(이하 “규소에 대한 탄소의 몰비”)는 약 1:1.5 내지 약 1:3 일 수 있다. 규소에 대한 탄소의 몰비가 약 3을 초과하는 경우에는 탄소의 양이 많아 반응에 참여하지 않고 잔류하는 잔류 탄소의 양이 많아져서 회수율을 저하시킬 수 있다. 그리고 규소에 대한 탄소의 몰비가 약 1.5 미만인 경우에는 규소의 양이 많아 반응에 참여하지 않고 잔류하는 잔류 규소의 양이 많아져서 회수율을 저하시킬 수 있다. 즉 상기 규소에 대한 탄소의 몰비는 회수율을 고려하여 결정된 것이다.
- [0041] 이때, 상기 규소원이 반응 단계의 고온에서 기체 상태로 휘발되는 것을 고려하여, 규소에 대한 탄소의 몰비를 약 1.8 내지 약 2.7로 할 수 있다.
- [0042] 이어서, 합성 단계를 거친다. 즉, 상기 규소원과 탄소원을 혼합한 혼합 분말을 열처리하여 탄화규소 분말을 형성할 수 있다. 상기 합성 단계는 탄화(carbonization) 공정 및 합성(synthesis) 공정으로 구분될 수 있다.
- [0043] 상기 탄화 공정에서는 상기 유기 탄소 화합물이 탄화되어 탄소가 생성될 수 있다. 상기 탄화 공정은 약 600℃ 내지 약 1200℃의 온도에서 진행될 수 있다. 더 자세하게, 상기 탄화 공정은 약 800℃ 내지 약 1100℃의 온도에서 진행될 수 있다. 상기 고체 탄소원을 탄소원으로 사용하는 경우에는 상기 탄화공정은 진행되지 않을 수 있다.
- [0044] 이후, 상기 합성 공정이 진행된다. 상기 합성 공정에서는 상기 규소원과 고체 탄소원이 반응하거나 또는 상기 규소원과 상기 유기 탄소 화합물이 반응하여, 아래의 반응식 1 및 2의 단계에 따른 반응식 3의 전체 반응식에 의하여 탄화규소 분말이 형성될 수 있다.
- [0045] [반응식 1]

- [0046] $\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{SiO}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$
- [0047] [반응식 2]
- [0048] $\text{SiO}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{SiC}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$
- [0049] [반응식 3]
- [0050] $\text{SiO}_2(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{SiC}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$
- [0051] 상술한 바와 같은 반응이 원활하게 일어날 수 있도록 가열 온도는 약 1300℃ 이상일 수 있다. 이때, 가열 온도를 약 1300℃ 내지 약 1900℃로 함으로써 제조되는 제 1 탄화규소 분말의 저온 안정상인 베타상을 가지도록 할 수 있다. 이러한 베타상은 미세한 입자로 이루어져서 탄화규소 분말의 강도 등을 향상할 수 있다. 그러나 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 가열 온도를 약 1900℃를 초과하도록 하여 탄화규소 분말이 고온 안정상인 알파상을 가질 수도 있음은 물론이다. 상기 합성 공정은 약 2시간 내지 4시간 동안 진행될 수 있다.
- [0052] 이상에서 설명한 제 1 탄화규소 분말을 준비하는 과정은 예시에 불과하며, 다양한 방법에 따라 제 1 탄화규소 분말을 제조할 수 있다.
- [0053] 상기 제 2 탄화규소 분말을 준비하는 단계는 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장하는 단계를 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 탄화규소 분말은 고온으로 열처리하여 입경을 성장시킬 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 탄화규소 분말은 약 1900℃ 내지 약 2200℃의 온도에서 열처리하여 입경을 성장시킬 수 있다. 상기 제 1 탄화규소 분말의 입성장으로 인하여, 제 2 탄화규소 분말이 형성될 수 있다. 상기 제 2 탄화규소 분말은 고온 안정상인 알파상을 가질 수 있다. 입성장하는 단계는 진공 또는 불활성 분위기일 수 있다. 예를 들어, 아르곤 분위기 일 수 있다.
- [0054] 이어서, 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 혼합하는 단계는 볼 밀(ball mill), 어트리션 밀(attrition mill) 등의 방법으로 혼합될 수 있다.
- [0055] 이하, 실시예들 및 비교예들에 따른 탄화규소 분말을 통하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다. 이러한 실시예는 본 발명을 좀더 상세하게 설명하기 위하여 예시로 제시한 것에 불과하다. 따라서 본 발명이 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 실시예 1
- [0057] 폼드 실리카(fumed silica) 및 페놀수지를 혼합하여 제 1 탄화규소 분말을 제조하였다. 이때, 상기 제 1 탄화규소 분말의 평균 입경(D_{50})은 약 1.03 μm 이었다.
- [0058] 상기 제 1 탄화규소 분말을 고온에서 입성장하여 제 2 탄화규소 분말을 제조하였다. 이때, 상기 제 2 탄화규소 분말의 평균 입경(D_{50})은 약 230 μm 이었다.
- [0059] 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말은 20:80의 중량비로 혼합하였다. 이때, 테프론 볼을 사용하여 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 균일하게 혼합하였다. 이로써, 실시예 1에 따른 탄화규소 분말을 제조하였다.
- [0060] 상기 실시예 1에 따른 탄화규소 분말을 반응 용기에 투입하였다.
- [0061] 이어서, 단결정 제조 장치를 약 25mbar의 압력에서 약 2100℃의 온도로 가열하여 탄화규소 단결정을 제조하였다.
- [0062] 실시예 2
- [0063] 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 10:90의 중량비로 혼합하였다는 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 입경 및 반응조건에서 탄화규소 분말 및 탄화규소 단결정을 제조하였다.
- [0064] 실시예 3
- [0065] 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 5:95의 중량비로 혼합하였다는 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 입경 및 반응조건에서 탄화규소 분말 및 탄화규소 단결정을 제조하였다.

[0066] 제조된 탄화규소 단결정의 성장면을 초기에 촬영한 SEM 사진을 도 1에 표시하였고, 제조된 탄화규소 단결정을 촬영한 SEM 사진을 도 3에 표시하였다.

[0067] 비교예 1

[0068] 상기 제 1 탄화규소 분말만을 사용하였다는 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 입경 및 반응조건에서 탄화규소 분말 및 탄화규소 단결정을 제조하였다.

[0069] 비교예 2

[0070] 상기 제 2 탄화규소 분말만을 사용하였다는 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 입경 및 반응조건에서 탄화규소 분말 및 탄화규소 단결정을 제조하였다.

[0071] 제조된 탄화규소 단결정의 성장면을 초기에 촬영한 SEM 사진을 도 2에 표시하였고, 제조된 탄화규소 단결정을 촬영한 SEM 사진을 도 4에 표시하였다.

[0072] 비교예 3

[0073] 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 50:50의 중량비로 혼합하였다는 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 입경 및 반응조건에서 탄화규소 분말 및 탄화규소 단결정을 제조하였다.

[0074] 비교예 4

[0075] 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말을 30:70의 중량비로 혼합하였다는 점을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 입경 및 반응조건에서 탄화규소 분말 및 탄화규소 단결정을 제조하였다.

표 1

	순도 (ppm)	밀도 (g/cm ³)	단결정 품질 (MPD/cm ²)	80시간 성장 후 결정길이(mm)
실시예 1	0.72	1.828	1.6	24.6
실시예 2	0.58	1.955	1.4	26.9
실시예 3	0.43	2.017	1.1	27.7
비교예 1	0.94	0.490	1.3	15.2
비교예 2	0.43	1.954	20.4	26.7
비교예 3	0.88	0.782	1.7	17.9
비교예 4	0.70	1.548	1.3	20.3

[0077] 표 1을 참조하면, 실시예 1 내지 실시예 3에 따른 탄화규소 분말의 밀도는 큰 것을 알 수 있다. 반면에, 비교예 1, 비교예 3 및 비교예 4에 따른 탄화규소 분말의 밀도는 작은 것을 알 수 있다.

[0078] 즉, 실시예 1 내지 실시예 3에 따른 탄화규소 분말은 입경이 서로 다른 상기 제 1 탄화규소 분말과 상기 제 2 탄화규소 분말의 중량비를 20:80 내지 5:95로 제어함으로써, 밀도가 향상될 수 있다. 자세하게, 실시예 1 내지 3에 따른 탄화규소 분말의 밀도는 비교예 2에 따른 제 2 탄화규소 분말의 밀도와 동일하거나 유사할 수 있다. 예를 들어, 실시예에 따른 탄화규소 분말의 밀도는 1.8 g/cm³ 내지 2.1 g/cm³ 일 수 있다.

[0079] 자세하게, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정을 성장하는 경우에는 상기 탄화규소 분말의 밀도가 향상됨에 따라, 탄화규소 분말을 반응 용기 내에 장입할 때 장입량을 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정 성장시에 공정 효율이 향상될 수 있다.

[0080] 또한, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정을 성장하는 경우에는 탄화규소 단결정의 결정 길이가 긴 것을 알 수 있다. 즉, 상기 탄화규소 분말의 밀도가 향상됨에 따라, 상기 탄화규소 단결정의 크기가 커질 수 있다.

[0081] 예를 들어, 실시예에 따른 탄화규소 분말의 밀도가 향상됨에 따라, 상기 탄화규소 단결정의 결정길이가 길어질 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정 성장시에 공정 효율이 향상될 수 있다.

[0082] 또한, 실시예 1 내지 3에 따른 탄화규소 분말은 입경이 작은 제 1 탄화규소 분말을 포함하기 때문에, 실시예 1

내지 3에 따른 탄화규소 분말로 제조된 탄화규소 단결정은 단결정의 품질이 우수한 것을 알 수 있다.

- [0083] 즉, 상기 제 1 탄화규소 분말은 탄화규소 단결정 성장 초기의 성장면을 균일하게 할 수 있기 때문에, 실시예 1 내지 3에 따른 탄화규소 분말로 제조되는 탄화규소 단결정은 품질이 우수한 것을 알 수 있다.
- [0084] 도 1을 참조하면, 실시예 3에 따라 제조된 탄화규소 단결정의 성장 초기에 촬영된 성장면은 입자의 크기가 균일한 것을 알 수 있다.
- [0085] 또한, 도 3을 참조하면, 실시예 3에 따른 탄화규소 분말로 제조되는 탄화규소 단결정의 품질이 우수한 것을 알 수 있다. 즉, 실시예 3에 따른 탄화규소 분말로 제조되는 탄화규소 단결정은 결함이 없는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 탄화규소 단결정은 불순물의 농도가 낮은 것을 알 수 있다.
- [0086] 반면에, 비교예 2에 따른 제 2 탄화규소 분말로 제조된 탄화규소 단결정은 단결정의 품질이 저하된 것을 알 수 있다.
- [0087] 도 2를 참조하면, 비교예 2에 따라 제조된 탄화규소 단결정의 성장 초기에 촬영된 성장면은 입자 크기가 균일하지 않을 것을 알 수 있다. 이에 따라, 비교예 2에 따른 탄화규소 분말로 제조되는 탄화규소 단결정의 품질이 저하된 것을 알 수 있다.
- [0088] 또한, 도 4를 참조하면, 비교예 2에 따른 탄화규소 분말로 제조되는 탄화규소 단결정의 품질이 나쁜 것을 알 수 있다. 즉, 비교예 2에 따른 탄화규소 분말로 제조되는 탄화규소 단결정은 결함이 있는 것을 알 수 있다. 상기 결함은 결정 결함을 포함할 수 있다.
- [0089] 도 5는 단결정 제조장치의 단면도이다.
- [0090] 도 5를 참조하면, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 이용하여 탄화규소 단결정 성장을 제조하는 방법은, 실시예에 따른 탄화규소 분말을 준비하는 단계, 상기 탄화규소 분말을 반응 용기에 충전하는 단계, 상기 반응 용기를 단결정 성장 장치에 투입하는 단계 및 상기 단결정 성장 장치를 가열하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0091] 실시예에 따른 탄화규소 분말을 준비하는 단계는 앞서 설명한 탄화규소 분말의 제조방법과 동일하므로 이하의 설명은 생략한다.
- [0092] 이어서, 상기 탄화규소 분말(200)을 반응 용기(100)에 충전하고, 상기 탄화규소 분말을 수용하는 반응 용기를 단결정 성장 장치(1000)에 투입할 수 있다.
- [0093] 이어서, 상기 단결정 성장 장치를 가열하는 단계에서는 상기 반응 용기(100)에 열을 가할 수 있다. 도면에 도시하지 않았으나, 발열 유도부가 상기 반응 용기(100) 외부에 위치하여 상기 반응 용기(100)에 열을 가할 수 있다. 상기 반응 용기(100)는 상기 발열 유도부에 의해 스스로 발열될 수 있다.
- [0094] 상기 발열 유도부는 일례로, 고주파 유도 코일일 수 있다. 고주파 유도 코일에 고주파 전류를 흐르게 함으로써 상기 반응 용기(100)를 가열할 수 있다. 즉, 상기 반응 용기(100)에 수용되는 원료를 원하는 온도로 가열할 수 있다.
- [0095] 예를 들어, 상기 반응 용기(100)에 수용되는 원료를 약 2000℃ 내지 약 2200℃의 온도로 가열할 수 있다. 또한, 상기 반응 용기(100)의 압력은 약 5mbar 내지 약 50mbar일 수 있다. 즉, 탄화규소 단결정 성장시에 상기 반응 용기(100)의 온도 및 압력은 일정할 수 있다. 자세하게, 상기 반응 용기(100)는 약 2000℃ 내지 약 2200℃의 온도 및 약 5mbar 내지 약 50mbar의 압력일 수 있다.
- [0096] 이에 따라, 상기 반응 용기(100) 내에 수용된 탄화규소 분말이 승화되고, 반응 용기(100) 내의 종자정(400)으로 이동할 수 있고, 상기 종자정(400)으로부터 단결정(410)이 성장할 수 있다.
- [0097] 구체적으로, 상기 발열 유도부에 의해 상기 반응 용기(100)의 상부 및 하부에 서로 다른 가열온도 영역을 갖는 온도구배가 형성된다. 이러한 온도구배로 인하여 상기 탄화규소 분말의 승화가 일어나고, 승화된 탄화규소 가스가 상대적으로 온도가 낮은 종자정(400)의 표면으로 이동한다. 이로 인해, 상기 탄화규소 가스가 재결정되어 단결정(410)이 성장될 수 있다.
- [0098] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 탄화규소 단결정 성장시 사용될 수 있다. 즉, 입경이 작은 탄화규소 분말에 의

해 단결정 성장시 단결정의 결함 또는 디펙트를 감소하여 단결정의 표면 품질 등을 향상시킬 수 있다.

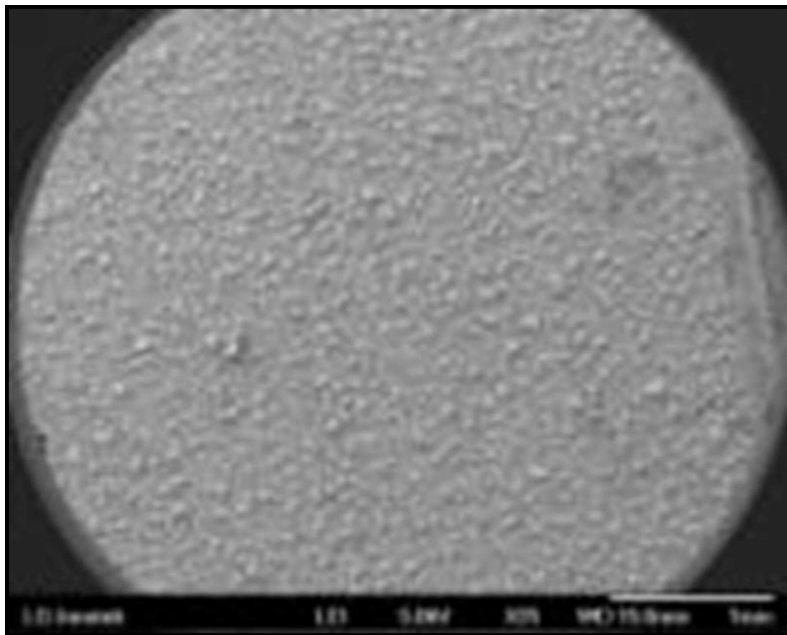
[0099] 또한, 입경이 큰 탄화규소 분말에 의해 탄화규소 분말의 밀도를 향상시킬 수 있고, 이에 따라 단결정 성장시 반응 용기 내에 탄화규소 분말을 장입할 때, 장입량을 증가시킬 수 있어, 공정 효율을 향상시킬 수 있다.

[0100] 상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

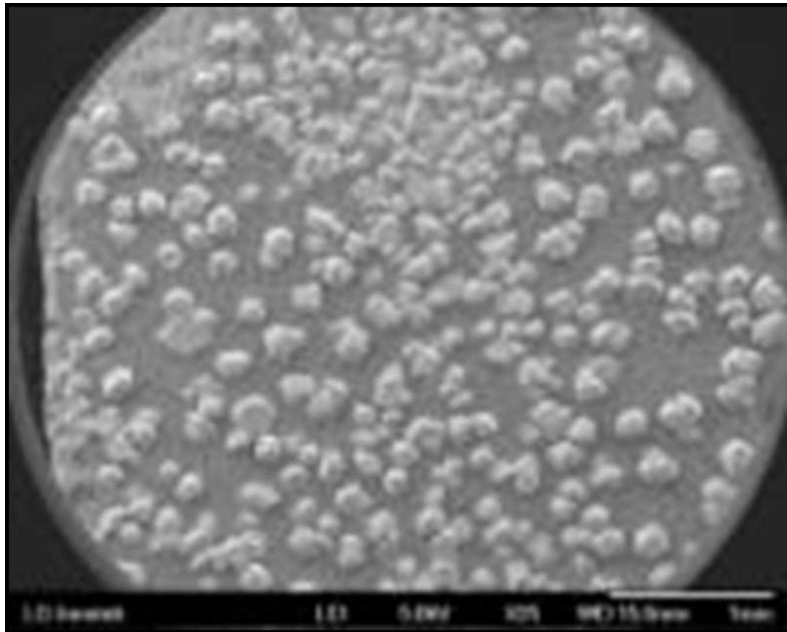
[0101] 또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

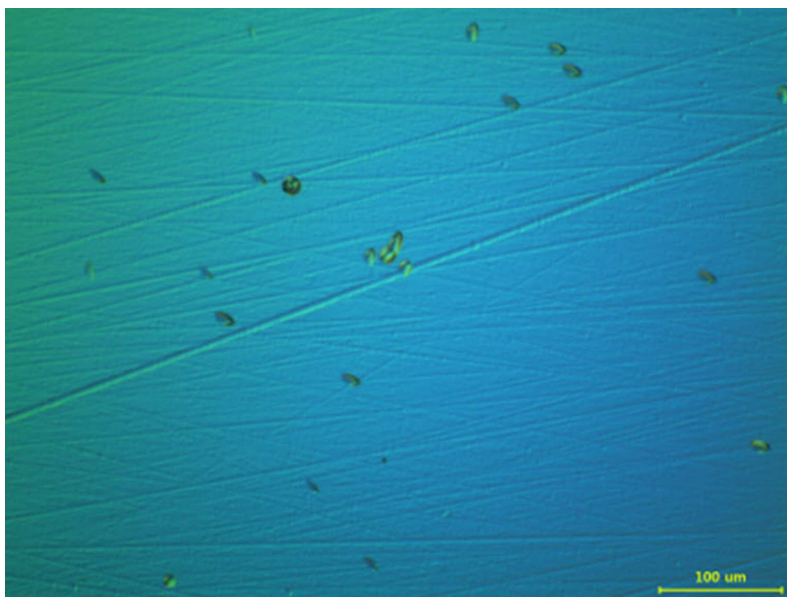
도면1



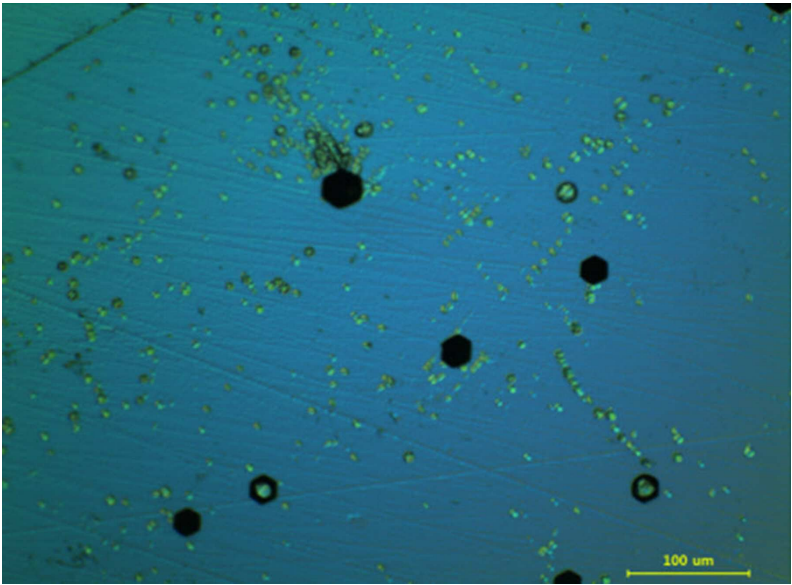
도면2



도면3



도면4



도면5

1000

