



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0086982
(43) 공개일자 2017년07월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C01B 31/36 (2006.01) C30B 29/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C01B 31/36 (2013.01)
C30B 29/36 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0006693
(22) 출원일자 2016년01월19일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 중구 후암로 98 (남대문로5가)
(72) 발명자
민경석
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
손해록
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(74) 대리인
김기문

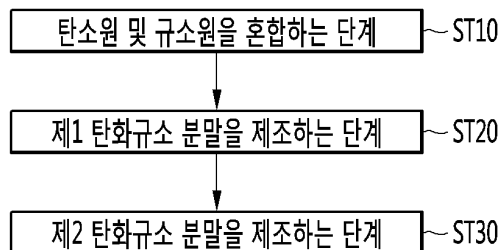
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 탄화규소 분말, 이의 제조방법 및 탄화규소 단결정

(57) 요약

실시예에 따른 탄화규소 분말 제조방법은, 탄소원 및 규소원을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계; 상기 혼합물을 가열하여 제 1 탄화규소 분말을 형성하는 단계; 및 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장하여 제 2 탄화규소 분말을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 탄화규소 분말을 입성장하는 단계는, 제 1 성장 온도로 가열하는 단계; 상기 제 1 성장 온도를 유지하는 단계; 상기 제 1 성장 온도에서 제 2 성장 온도로 가열하는 단계; 및 상기 제 2 성장 온도를 유지하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C01P 2004/61 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

탄소원 및 규소원을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계;
상기 혼합물을 가열하여 제 1 탄화규소 분말을 형성하는 단계; 및
상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장하여 제 2 탄화규소 분말을 형성하는 단계를 포함하고,
상기 탄화규소 분말을 입성장하는 단계는,
제 1 성장 온도로 가열하는 단계;
상기 제 1 성장 온도를 유지하는 단계;
상기 제 1 성장 온도에서 제 2 성장 온도로 가열하는 단계; 및
상기 제 2 성장 온도를 유지하는 단계를 포함하는 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 제 2 성장 온도는 상기 제 1 성장 온도보다 크고,
상기 제 1 성장 온도와 상기 제 2 성장 온도의 차이는 20℃ 내지 200℃인 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 제 1 성장 온도 및 상기 제 2 성장 온도는 10분 내지 100분 동안 유지되는 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 4

제 2항에 있어서,
상기 제 1 탄화규소 분말은 1800℃ 내지 2300℃의 온도에서 입성장하는 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
상기 제 2 성장 온도에서 제 3 성장 온도로 가열하는 단계; 및
상기 제 3 성장 온도를 유지하는 단계를 더 포함하고,
상기 제 3 성장 온도는 상기 제 1 성장 온도 및 상기 제 2 성장 온도보다 크고,
상기 제 2 성장 온도와 상기 제 3 성장 온도의 차이는 20℃ 내지 200℃인 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,
상기 제 1 성장 온도와 상기 제 2 성장 온도의 차이는 상기 제 2 성장 온도와 상기 제 3 성장 온도의 차이와 동일한 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 제 1 성장 온도와 상기 제 2 성장 온도의 차이는 상기 제 2 성장 온도와 상기 제 3 성장 온도의 차이와 다른 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 제 3 성장 온도는 10분 내지 100분 동안 유지되는 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제 1 성장 온도, 상기 제 2 성장 온도 및 상기 제 3 성장 온도는 동일한 시간만큼 유지되는 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 10

제 8항에 있어서,

상기 제 1 성장 온도, 상기 제 2 성장 온도 및 상기 제 3 성장 온도는 다른 시간 만큼 유지되는 탄화규소 분말 제조방법.

청구항 11

제 1항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 의해 제조되는 탄화규소 분말을 준비하는 단계;

상기 탄화규소 분말을 도가니에 충전하는 단계;

상기 도가니를 단결정 성장 장치에 투입하는 단계; 및

상기 단결정 성장 장치를 가열하는 단계를 포함하고,

상기 도가니 내에 충전되는 상기 탄화규소 분말의 안식각은 30° 이하인 탄화규소 단결정 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 탄화규소 분말의 입경은 200 μ m 내지 500 μ m인 탄화규소 단결정 제조방법.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 탄화규소 분말은 알파상 탄화규소 분말을 포함하는 탄화규소 단결정 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 실시예는 탄화규소 분말, 이의 제조방법 및 탄화규소 단결정에 대한 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 탄

소열환원공법을 이용하고 있다.

- [0004] 즉, 탄소원과 규소원의 재료를 혼합하고, 혼합물을 탄화공정 및 합성 공정을 진행하여 탄화규소 분말을 합성할 수 있다.
- [0005] 이러한 탄화규소 분말은 탄화규소 단결정을 성장할 때, 성장 원료로서 이용될 수 있으며, 상기 탄화규소 단결정의 결함은 원료가 되는 탄화규소 분말의 특성과 관련될 수 있다.
- [0006] 이에 따라, 탄화규소 단결정의 결함을 감소시킬 수 있는 단결정 성장용 탄화규소 분말이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 실시예는 향상된 안식각을 가지는 탄화규소 분말 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 실시예에 따른 탄화규소 분말 제조방법은, 탄소원 및 규소원을 혼합하여 혼합물을 형성하는 단계; 상기 혼합물을 가열하여 제 1 탄화규소 분말을 형성하는 단계; 및 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장하여 제 2 탄화규소 분말을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 탄화규소 분말을 입성장하는 단계는, 제 1 성장 온도로 가열하는 단계; 상기 제 1 성장 온도를 유지하는 단계; 상기 제 1 성장 온도에서 제 2 성장 온도로 가열하는 단계; 및 상기 제 2 성장 온도를 유지하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0009] 실시예에 따른 탄화규소 분말은 도가니 내에 단결정 성장의 원료로서 도가니 내부에 충전될 때, 안식각이 감소함에 따라, 도가니 내에 충전되는 탄화규소 분말의 표면이 평평해지게 할 수 있다.
- [0010] 이에 따라, 탄화규소 분말과 종자정 사이의 온도 구배가 균일해짐에 따라, 보다 품질이 향상된 탄화규소 단결정을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 실시예에 따른 탄화규소 분말 제조 방법의 공정 흐름도를 도시한 도면이다.
- 도 2 및 도 3은 탄화규소 분말의 입성장 공정의 온도 구간을 도시한 그래프들이다.
- 도 4 내지 도 7은 실시예 및 비교예에 따른 탄화규소 분말의 주사전자현미경(SEM) 사진을 도시한 도면들이다.
- 도 8은 실시예에 따른 탄화규소 분말을 적용하는 단결정 성장장치를 도시한 도면이다.
- 도 9 및 도 10은 실시예 및 비교예에 따른 탄화규소 단결정을 도시한 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 실시예들의 설명에 있어서, 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들이 기판, 각 층(막), 영역, 패드 또는 패턴들의 “상/위(on)”에 또는 “하/아래(under)”에 형성된다는 기재는, 직접(directly) 또는 다른 층을 개재하여 형성되는 것을 모두 포함한다. 각 층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다.
- [0013] 도면에서 각 층(막), 영역, 패턴 또는 구조물들의 두께나 크기는 설명의 명확성 및 편의를 위하여 변형될 수 있으므로, 실제 크기를 전적으로 반영하는 것은 아니다.
- [0014] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0015] 도 1을 참조하면, 실시예에 따른 탄화규소 분말 제조방법은 탄소원 및 규소원을 혼합하는 단계(ST10), 제 1 탄화규소 분말을 제조하는 단계(ST20) 및 제 2 탄화규소 분말을 제조하는 단계(ST30)을 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 탄소원 및 규소원을 혼합하는 단계(ST10)에서는, 탄소원(C source) 및 규소원(Si source)을 혼합하여 혼합 분말을 형성할 수 있다.

- [0017] 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.
- [0018] 또한, 상기 탄소원은 고체 탄소원 또는 유기 탄소 화합물을 포함할 수 있다.
- [0019] 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.
- [0020] 상기 유기 탄소 화합물로는 페놀(penol), 프랑(franc), 자일렌(xylene), 폴리이미드(polyimide), 폴리우레탄(polyunrethane), 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.
- [0021] 이러한 탄소원과 규소원을 용매를 이용한 습식 혼합 공정 또는 용매를 이용하지 않은 건식 혼합 공정으로 탄소원과 규소원을 혼합할 수 있다.
- [0022] 이러한 규소원과 탄소원은 볼 밀(ball mill), 어트리션 밀(attrition bill) 등의 방법으로 혼합하여 혼합 분말을 회수한다. 혼합 분말은 체(sieve)에 의해 걸려져서 회수될 수 있다.
- [0023] 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.
- [0024] 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.
- [0025] 상기 제 1 탄화규소 분말을 제조하는 단계(ST20)에서는 상기 혼합 분말을 가열하여, 제 1 탄화규소 분말을 형성할 수 있다.
- [0026] 상기 제 1 탄화규소 분말을 제조하는 단계는 탄화(carbonization) 공정 및 합성(synthesis) 공정으로 구분될 수 있다.
- [0027] 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.
- [0028] 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.
- [0029] [반응식 1]
- [0030] $\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{SiO}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$
- [0031] [반응식 2]
- [0032] $\text{SiO}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{SiC}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$
- [0033] [반응식 3]
- [0034] $\text{SiO}_2(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{SiC}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$
- [0035] 상술한 바와 같은 반응이 원활하게 일어날 수 있도록 가열 온도는 약 1300℃ 이상일 수 있다. 이때, 가열 온도

를 약 1300℃ 내지 약 1700℃로 함으로써 제조되는 탄화규소 분말이 저온 안정상인 베타상을 가지도록 할 수 있다. 이러한 베타상은 미세한 입자로 이루어져서 탄화규소 분말의 강도 등을 향상할 수 있다.

- [0036] 상기와 같은 제조 공정에 의해 약 0.1 μ m 내지 약 20 μ m의 입도를 가지는 미립의 제 1 탄화규소 분말을 제조할 수 있다.
- [0037] 상기 제 2 탄화규소 분말을 제조하는 단계(ST30)에서는, 상기 제 1 탄화규소 분말을 일정한 온도에서 반응시킬 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 탄화규소 분말을 일정한 온도에서 가열하여, 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장시킬 수 있다.
- [0038] 자세하게, 상기 제 2 탄화규소 분말은 상기 제 1 탄화규소 분말을 약 1800℃ 내지 약 2300℃의 온도에서 반응시켜 제조될 수 있다. 즉, 상기 제 2 탄화규소 분말은 상기 1차 탄화규소 분말을 약 1800℃ 내지 약 2300℃의 온도에서 반응시켜 입성장시킴으로서 제조될 수 있다.
- [0039] 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장하는 단계는 제 1 성장 온도로 가열하는 단계, 상기 제 1 성장 온도를 유지하는 단계, 상기 제 1 성장 온도에서 상기 제 2 성장 온도로 가열하는 단계 및 상기 제 2 성장 온도를 유지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0040] 도 2는 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장 할때의 온도 구간을 도시한 그래프이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장하기 위해, 1 성장 온도(T1)로 가열할 수 있다. 이어서, 상기 제 1 성장 온도(T1)가 일정 시간동안 유지되는 제 1 유지 구간(M1)이 설정될 수 있다. 이어서, 상기 제 1 성장 온도(T2)를 상기 제 2 성장 온도(T2)로 가열할 수 있다. 이어서, 상기 제 2 성장 온도(T2)가 일정 시간동안 유지되는 제 2 유지 구간(M2)이 설정될 수 있다.
- [0042] 즉, 상기 제 1 탄화규소 분말은 일정한 온도로 가열하는 구간 및 일정한 온도에서 유지되는 구간이 반복될 수 있다.
- [0043] 상기 제 2 성장 온도(T2)는 상기 제 1 성장 온도(T1)보다 클 수 있다. 또한, 상기 제 1 성장 온도(T1)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T2-T1)은 약 20℃ 내지 약 200℃일 수 있다.
- [0044] 상기 제 1 성장 온도(T1)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T2-T1)가 약 20℃ 미만인 경우, 최종 성장 온도까지 도달하는 시간이 증가함에 따라, 공정 효율이 저하될 수 있다. 또한, 상기 제 1 성장 온도(T1)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T2-T1)가 약 200℃를 초과하는 경우, 제 1 탄화규소 분말이 입성장하는 구간이 증감함에 따라, 탄화규소 분말의 입경이 증가될 수 있다.
- [0045] 상기 제 1 유지 구간(M1) 및 상기 제 2 유지 구간(M2)의 시간은 약 10분 내지 약 100분일 수 있다.
- [0046] 상기 제 1 유지 구간(M1) 및 상기 제 2 유지 구간(M2)이 약 10분 미만인 경우, 입성장되는 탄화규소 분말의 산포가 증가되어, 입자 균일성이 저하될 수 있다. 또한, 상기 제 1 유지 구간(M1) 및 상기 제 2 유지 구간(M2)이 약 100분을 초과하는 경우, 최종 성장 온도까지 도달하는 시간이 증가함에 따라, 공정 효율이 저하될 수 있다.
- [0047] 상기 제 1 유지 구간(M1) 및 상기 제 2 유지 구간(M2)의 시간은 상기 범위 내에서 동일 유사하거나 또는 상이할 수 있다. 자세하게, 원하고자 하는 탄화규소 분말의 입경 사이즈 및 산포를 고려하여, 상기 제 1 유지 구간(M1) 및 상기 제 2 유지 구간(M2)의 시간은 상기 범위 내에서 동일 유사하거나 또는 상이하게 제어할 수 있다.
- [0048] 도 3을 참조하면, 상기 제 1 탄화규소 분말을 입성장 할 때의 온도 구간은, 상기 제 2 성장 온도에서 제 3 성장 온도로 가열하는 단계 및 상기 제 3 성장 온도를 유지하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0049] 즉, 상기 제 2 성장 온도(T2)를 상기 제 3 성장 온도(T3)로 가열할 수 있고, 상기 제 3 성장 온도(T3)가 일정 시간동안 유지되는 제 3 유지 구간(M3)이 설정될 수 있다.
- [0050] 상기 제 3 성장 온도(T3)는 상기 제 1 성장 온도(T1) 및 상기 제 2 성장 온도(T2)보다 클 수 있다. 또한, 상기 제 3 성장 온도(T3)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T3-T2)는 약 20℃ 내지 약 200℃일 수 있다.
- [0051] 상기 제 2 성장 온도(T2)와 상기 제 3 성장 온도(T3)의 차이(T3-T2)가 약 20℃ 미만인 경우, 최종 성장 온도까지 도달하는 시간이 증가함에 따라, 공정 효율이 저하될 수 있다. 또한, 상기 제 2 성장 온도(T2)와 상기 제 3

성장 온도(T3)의 차이(T3-T2)가 약 200℃를 초과하는 경우, 제 1 탄화규소 분말이 입성장하는 구간이 증감함에 따라, 탄화규소 분말의 입경이 증가될 수 있다.

[0052] 또한, 상기 제 2 성장 온도(T2)와 상기 제 3 성장 온도(T3)의 차이(T3-T2)는 상기 제 1 성장 온도(T1)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T2-T1)와 동일 유사하거나 또는 상이할 수 있다.

[0053] 예를 들어, 상기 제 2 성장 온도(T2)와 상기 제 3 성장 온도(T3)의 차이(T3-T2)는 상기 제 1 성장 온도(T1)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T2-T1)는 약 20℃ 내지 약 200℃의 범위 내에서 서로 동일 유사하거나 또는 상이할 수 있다.

[0054] 자세하게, 원하고자 하는 탄화규소 분말의 입경 사이즈 및 산포를 고려하여, 상기 제 2 성장 온도(T2)와 상기 제 3 성장 온도(T3)의 차이(T3-T2)는 상기 제 1 성장 온도(T1)와 상기 제 2 성장 온도(T2)의 차이(T2-T1)는 서로 동일 유사하거나 또는 상이할 수 있다.

[0055] 상기 제 3 유지 구간(M3)의 시간은 약 10분 내지 약 100분일 수 있다.

[0056] 상기 제 3 유지 구간(M3)이 약 10분 미만인 경우, 입성장되는 탄화규소 분말의 산포가 증가되어, 입자 균일성이 저하될 수 있다. 또한, 상기 제 3 유지 구간(M3)이 약 100분을 초과하는 경우, 최종 성장 온도까지 도달하는 시간이 증감함에 따라, 공정 효율이 저하될 수 있다.

[0057] 상기 제 1 유지 구간(M1), 상기 제 2 유지 구간(M2) 및 상기 제 3 유지 구간(M3)의 시간은 상기 범위 내에서 동일 유사하거나 또는 상이할 수 있다. 자세하게, 원하고자 하는 탄화규소 분말의 입경 사이즈 및 산포를 고려하여, 상기 제 1 유지 구간(M1), 상기 제 2 유지 구간(M2) 및 상기 제 3 유지 구간(M3)의 시간은 상기 범위 내에서 동일 유사하거나 또는 상이하게 제어할 수 있다.

[0058] 도 2 및 도 3에서는 제 1, 2 성장 온도 및 제 1, 2, 3 성장 온도와 제 1, 2 유지 구간 및 제 1, 2, 3 유지 구간에 대해 설명하였으나, 실시예는 이에 제한되지 않고, 원하고자 하는 탄화규소 분말의 입경 사이즈 및 산포 등을 고려하여, 제 4 성장 온도 및 제 4 유지 구간 등의 추가적인 성장 온도 및 유지 구간을 더 설정할 수 있음은 물론이다.

[0059] 상기 입성장 공정에 따라, 상기 제 1 탄화규소 분말은 입성장하여 제 2 탄화규소 분말을 형성할 수 있다. 자세하게, 상기 제 2 탄화규소 분말의 입경은 약 200 μ m 내지 약 500 μ m일 수 있다. 또한, 상기 제 2 탄화규소 분말은 알파상 탄화규소 분말을 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 제 2 탄화규소 분말은 알파상 탄화규소 분말 및 베타상 탄화규소 분말 중 적어도 하나의 탄화규소 분말을 포함할 수 있다.

[0060] 실시예에 따라 제조되는 탄화규소 분말은 탄화규소 단결정 성장시 적용될 수 있다. 또한, 실시예에 따라 제조되는 탄화규소 분말은 탄화규소 분말이 도가니 등에 충전될 때, 탄화규소 분말의 안식각을 감소시킬 수 있다.

[0061] 여기서, 안식각이란 분말을 낙하시켰을 때 이루는 각을 의미하며, 분말의 입자 특성에 따라 결정될 수 있다. 즉, 안식각이 작아진다는 것은 도가니 등에 충전되는 분말의 표면이 점점 평평해지는 것을 의미할 수 있고, 안식각이 커진다는 것은 도가니 등에 충전되는 분말의 표면이 점점 평평해지지 않는 것을 의미할 수 있다.

[0062] 즉, 탄화규소 단결정 성장시 원료로 적용되는 탄화규소 분말의 안식각이 작아짐에 따라, 도가니 내부에 충전되는 원료의 표면에서, 종자정까지의 높이가 전체적으로 균일해짐에 따라, 원료와 종자정 사이의 온도 구배를 균일하게 할 수 있음으로, 이에 의해 제조되는 탄화규소 단결정의 품질을 향상시킬 수 있다.

[0063] 예를 들어, 상기 탄화규소 분말의 안식각은 약 30° 이하일 수 있다. 자세하게, 상기 탄화규소 분말의 안식각은 약 20° 이하일 수 있다. 더 자세하게, 상기 탄화규소 분말의 안식각은 약 10° 내지 약 20° 일 수 있다.

[0064] 이하, 실시예들 및 비교예들에 따른 탄화규소 분말의 제조 방법을 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.

[0065] 실시예 1

[0066] 10g의 폼드 실리카(fumed silica) 및 10g의 페놀수지를 혼합하여 혼합물을 형성하였다. 또한 원료는 도가니 500 $\phi \times 100H$ 에 6kg을 투입하였다.

[0067] 혼합장치는 임펠러가 설치된 장치로 임펠러 속도를 200 rpm으로 5시간 작동하여 혼합하였다.

[0068] 이후, 상기 혼합물을 승온 온도를 3℃/min으로 하여 약 850℃의 온도에서 2시간 동안 탄화공정으로 거쳐, 승온 온도를 5℃/min으로 하여 약 1650℃의 온도에서 약 3시간 동안 합성공정을 거쳐, 미립의 3C 결정상을 가지는 제 1 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0069] 이어서, 상기 1차 탄화규소 분말을 아르곤(Ar) 분위기에서, 약 1800℃ 내지 약 2300℃의 온도에서 입성장하여 제 2 탄화규소 분말을 제조하였다.

[0070] 이때, 입성장 공정은 약 1800℃에서 약 100℃의 온도만큼 가열하여, 가열 온도에서 약 1시간 동안 유지하는 공정을 약 2300℃의 온도까지 반복하여 진행되었다.

[0071] 이어서, 제조되는 제 2 탄화규소 분말을 도가니에 충전하여 충전되는 탄화규소 분말의 안식각을 측정하였다.

[0072] 실시예 2

[0073] 입성장 공정이 약 1800℃에서 약 100℃의 온도만큼 가열하여, 가열 온도에서 약 30분 동안 유지하는 공정을 약 2300℃의 온도까지 반복하여 진행되었다는 점을 제외하고는 실시예1과 동일하게 제 2 탄화규소 분말을 제조한 후, 제조되는 제 2 탄화규소 분말을 도가니에 충전하여 충전되는 탄화규소 분말의 안식각을 측정하였다.

[0074] 실시예 3

[0075] 입성장 공정이 약 1800℃에서 약 50℃의 온도만큼 가열하여, 가열 온도에서 약 30분 동안 유지하는 공정을 약 2300℃의 온도까지 반복하여 진행되었다는 점을 제외하고는 실시예1과 동일하게 제 2 탄화규소 분말을 제조한 후, 제조되는 제 2 탄화규소 분말을 도가니에 충전하여 충전되는 탄화규소 분말의 안식각을 측정하였다.

[0076] 비교예 1

[0077] 입성장 공정이 약 1800℃에서 약 2300℃의 온도까지 한번에 가열한 후, 약 2300℃의 온도에서 약 5시간동안 유지하였다는 점을 제외하고는 실시예1과 동일하게 제 2 탄화규소 분말을 제조한 후, 제조되는 제 2 탄화규소 분말을 도가니에 충전하여 충전되는 탄화규소 분말의 안식각을 측정하였다.

표 1

[0078]

	입경(μm)	산포	안식각($^{\circ}$)
실시예1	258	2.6	16
실시예2	220	3.7	14
실시예3	260	2.4	18
비교예1	267	2.5	37

[0079] 표 1 내지 도 4 내지 도 7을 참조하면, 실시예들에 따른 탄화규소 분말은 비교예에 따른 탄화규소 분말에 비해 안식각이 감소되는 것을 알 수 있다.

[0080] 또한, 실시예들에 따른 탄화규소 분말의 입경 및 산포는 비교예에 따른 탄화규소 분말의 입경 및 산포와 유사함을 알 수 있다.

[0081] 자세하게, 도 4(비교예)을 참조하면, 탄화규소 분말끼리 서로 엉키는 현상 즉, 넥킹(necking)되는 탄화규소 분말들이 증가함에 따라 탄화규소 분말이 도가니 내부에 충전될 때, 이러한 넥킹되는 현상에 의해 안식각이 증가될 수 있다.

- [0082] 반면에, 도 5(실시예1), 도 6(실시예2) 및 도 7(실시예3)을 참조하면, 탄화규소 분말끼리 서로 엉키는 현상 즉, 넥킹(necking)되는 탄화규소 분말들이 감소되고, 이에 따라 탄화규소 분말이 도가니 내부에 충전될 때, 이러한 넥킹되는 현상에 의해 안식각이 감소될 수 있다.
- [0083] 이에 따라, 안식각이 감소함에 따라, 도가니 내에 충전되는 탄화규소 분말의 표면이 평평해지고, 탄화규소 분말과 종자정 사이의 온도 구배가 균일해짐에 따라, 보다 품질이 향상된 탄화규소 단결정을 제조할 수 있다.
- [0084] 이하, 도 8을 참조하여, 실시예에 따른 탄화규소 단결정 성장 제조방법을 설명한다.
- [0085] 실시예에 따른 탄화규소 단결정 성장 제조방법은, 원료로서 단결정 성장용 탄화규소 분말을 준비하는 단계, 상기 탄화규소 분말을 도가니에 충전하는 단계, 상기 도가니를 단결정 성장 장치에 투입하는 단계 및 상기 단결정 성장 장치를 가열하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0086] 단결정 성장용 탄화규소 분말을 준비하는 단계는 앞서 설명한 탄화규소 분말 제조방법 즉, 제 2 탄화규소 분말 제조방법과 동일하므로 이하의 설명은 생략한다.
- [0087] 이어서, 상기 단결정 성장용 탄화규소 분말(200)을 도가니(100)에 충전하고, 탄화규소 분말을 수용하는 도가니를 단결정 성장 장치(1000)에 투입할 수 있다.
- [0088] 이어서, 상기 단결정 성장 장치를 가열하는 단계에서는 상기 도가니(100)에 열을 가할 수 있다. 도면에 도시하지 않았으나, 발열 유도부가 상기 도가니(100) 외부에 위치하여 상기 도가니(100)에 열을 가할 수 있다. 상기 도가니(100)는 상기 발열 유도부에 의해 스스로 발열될 수 있다. 상기 발열 유도부는 일례로, 고주파 유도 코일일 수 있다. 고주파 유도 코일에 고주파 전류를 흐르게 함으로써 상기 도가니(100)를 가열할 수 있다. 즉, 상기 도가니(100)에 수용되는 원료를 원하는 온도로 가열할 수 있다.
- [0089] 이에 따라, 상기 도가니(100) 내에 수용된 탄화규소 분말이 승화되고, 도가니(100) 내의 종자정(400)으로 이동할 수 있고, 상기 종자정(400)으로부터 잉곳(410)이 성장할 수 있다.
- [0090] 구체적으로, 상기 발열 유도부에 의해 상기 도가니(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 잉곳(410)으로 성장될 수 있다.
- [0091] 즉, 실시예에 따라 제조되는 탄화규소 단결정은 상기 도가니(100) 내부에 충전되는 단결정 성장용 탄화규소 분말(200)의 안식각(θ)의 크기를 감소시킬 수 있고, 이에 따라, 탄화규소 분말과 종자정 사이의 온도 구배가 균일해지므로, 향상된 품질의 탄화규소 단결정을 제조할 수 있다.
- [0092] 이하, 실시예들 및 비교예들에 따른 탄화규소 분말의 제조 방법을 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.
- [0093] 실시예 4
- [0094] 실시예 1 내지 실시예 3의 탄화규소 분말을 이용하여 상기 단결정 성장 공정에 의해 탄화규소 단결정을 성장하였다.
- [0095] 비교예 2
- [0096] 비교예 1의 탄화규소 분말을 이용하여 상기 단결정 성장 공정에 의해 탄화규소 단결정을 성장하였다.

표 2

	결합밀도(ea/cm ²)	원료의 높이 차이(mm)
실시예 4	61	3
비교예 2	640	30

[0097]

[0098]

표 2를 참조하면, 실시예 4에 따른 탄화규소 단결정의 결합 밀도는 비교예2에 따른 탄화규소 단결정의 결합 밀도에 비해 작은 것을 알 수 있다.

[0099]

또한, 실시예 4는 도가니 내에 충전되는 원료 즉, 단결정 성장용 탄화규소 분말의 높이 편차가 비교예 2에 비해 작은 것을 알 수 있다.

[0100]

즉, 도 10(실시예 4)에 따른 탄화규소 단결정은 도 9(비교예 2)에 비해 결합이 감소되어 향상된 품질을 가지는 것을 알 수 있다.

[0101]

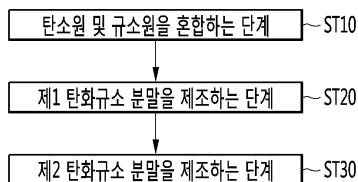
상술한 실시예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시예에 포함되며, 반드시 하나의 실시예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[0102]

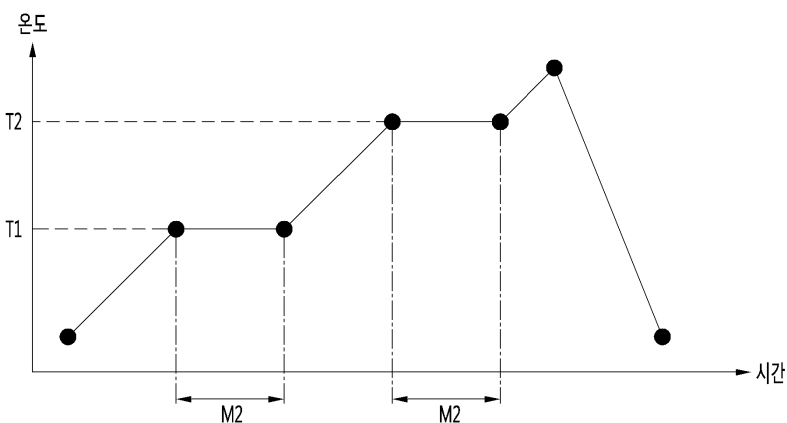
또한, 이상에서 실시예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위

도면

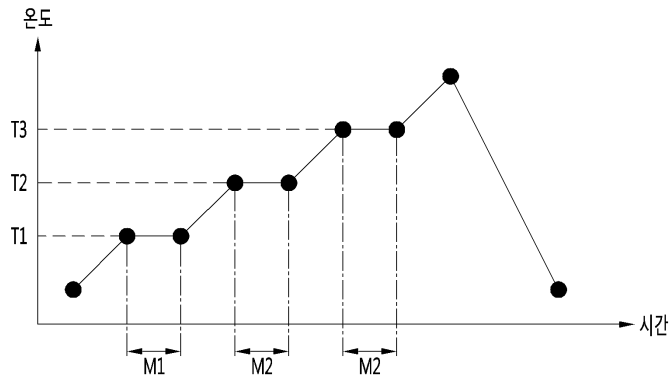
도면1



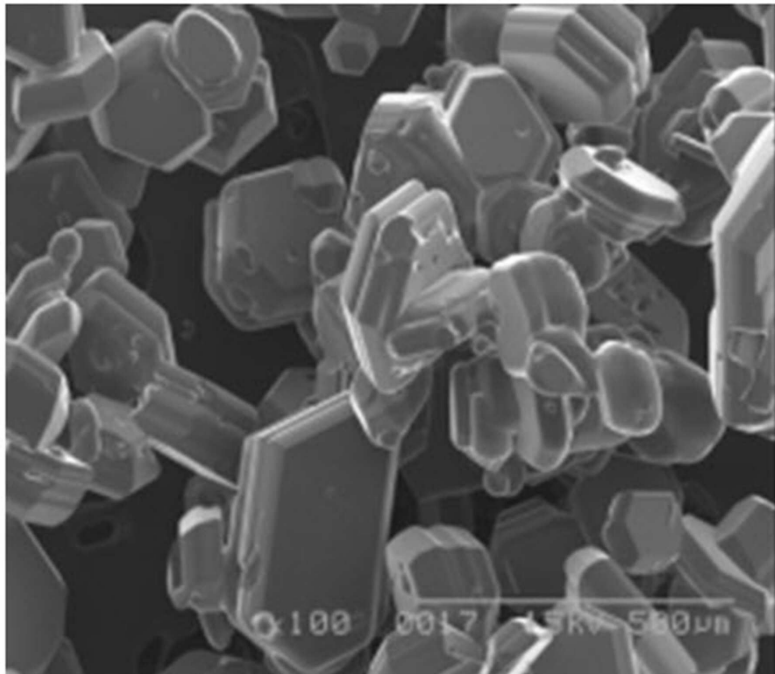
도면2



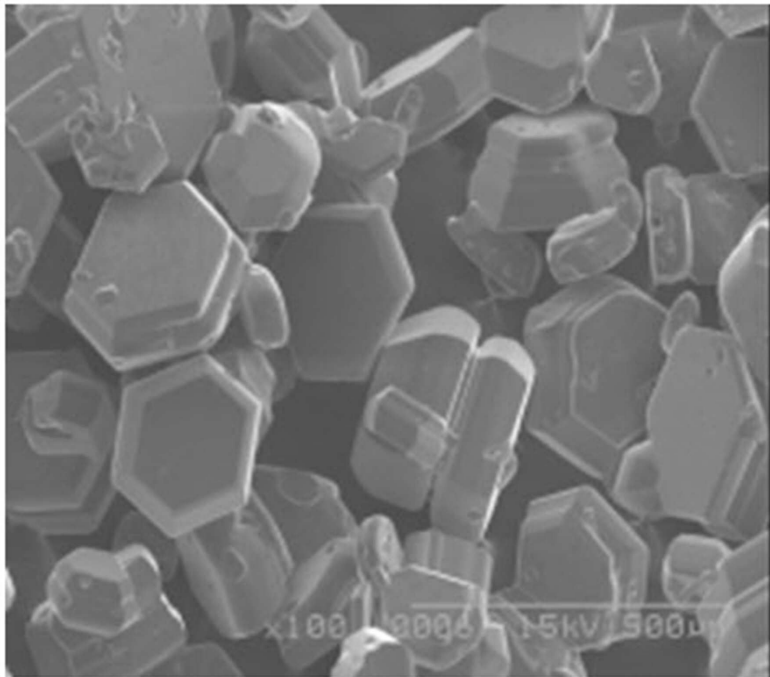
도면3



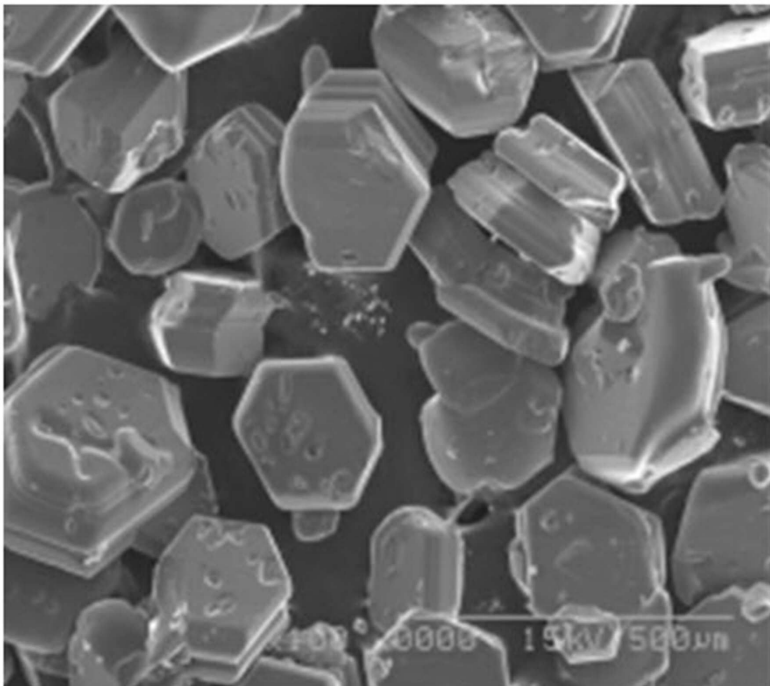
도면4



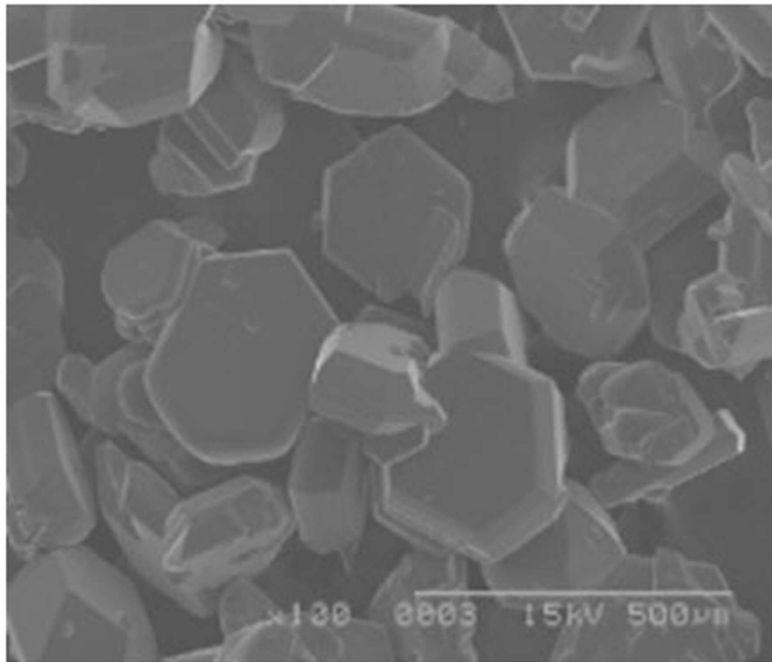
도면5



도면6

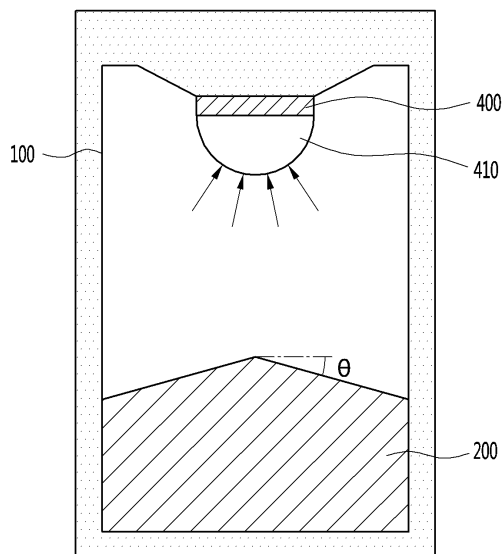


도면7

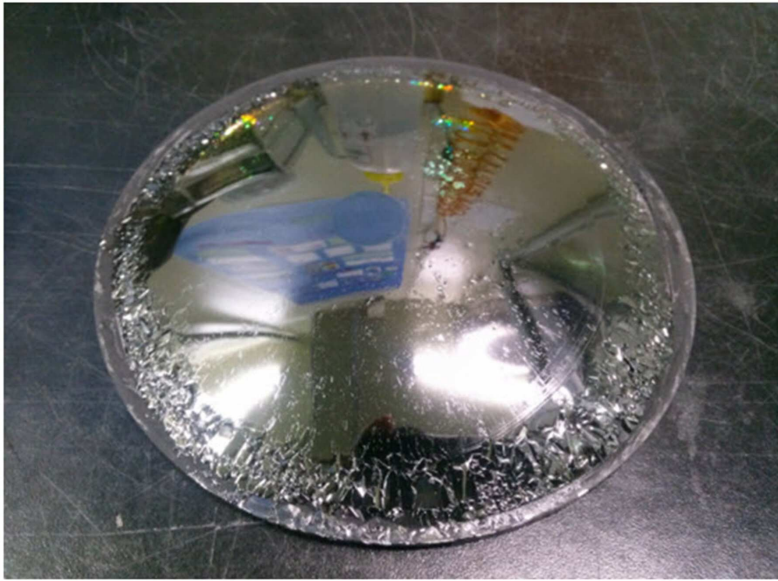


도면8

1000



도면9



도면10

