



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0048231  
(43) 공개일자 2014년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C30B 11/00* (2006.01) *C30B 29/20* (2006.01)  
*C30B 35/00* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7002892  
(22) 출원일자(국제) 2012년08월03일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2014년02월04일  
(86) 국제출원번호 PCT/AT2012/000206  
(87) 국제공개번호 WO 2013/020153  
국제공개일자 2013년02월14일  
(30) 우선권주장  
GM 445/2011 2011년08월05일 오스트리아(AT)

(71) 출원인  
플란제 에스이  
오스트리아, 아-6600 로이터, 메탈베르크  
플란제-슈트라쎄 71  
(72) 발명자  
클라인파스, 베른트  
독일, 87459 프론텐, 리보리우스슈트라쎄 15  
발저, 헤르만  
오스트리아, 아-6600 브라이тен방, 오스테르비흘 4  
(74) 대리인  
김태원

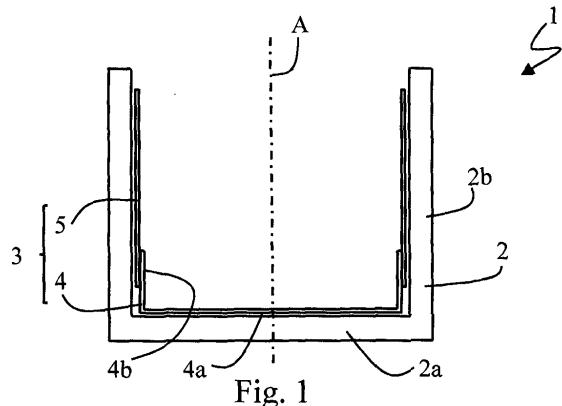
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 결정을 성장시키기 위한 도가니

### (57) 요 약

W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 기부 도가니(2)와 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 내측 라이닝(3)을 구비하는, 결정, 특히 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 도가니(1)가 제공된다. 기부 도가니(2)는 실질적으로 포트형 형상을 갖는다. 내측 라이닝(3)은 적어도 기부 도가니(2)의 기저부 영역(2a)을 덮는 포트형 제1 섹션(4)과 기부 도가니(2)의 벽 영역(2b)을 적어도 부분적으로 덮는 재킷형 제2 섹션(5)을 구비한다. 제1 섹션(4)과 제2 섹션(5)은 별개의 구성요소에 의해 형성된다.

**대 표 도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 기부 도가니(2)와 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 내측 라이닝(3)을 구비하는, 결정, 특히 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 도가니(1)로서,

기부 도가니(2)는 실질적으로 포트형 형태를 갖고,

내측 라이닝(3)은 적어도 기부 도가니(2)의 기저부 영역(2a)을 덮는 포트형 제1 부분(4)과 기부 도가니(2)의 벽 영역(2b)을 적어도 부분적으로 덮는 재킷형 제2 부분(5)을 구비하며,

제1 부분(4)과 제2 부분(5)은 별개의 구성요소에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 도가니(1).

### 청구항 2

제1항에 있어서,

포트형 제1 부분(4)은 포일로부터 성형함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

제2 부분(5)은 권취된 포일로부터 형성되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 4

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

제1 부분(4)과 제2 부분(5)은 서로 일체로 연결되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 5

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

제1 부분(4)과 제2 부분(5)은 서로 맞물리는 제1 부분(4) 및 제2 부분(5)의 영역에 의해 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 6

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

사파이어 단결정의 형성 후 기부 도가니(2)로부터의 내측 라이닝(3)의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조체가 제공되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 7

W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 기부 도가니(2)와 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 내측 라이닝(3)을 구비하는, 결정, 특히 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 도가니(1)로서,

기부 도가니(2)는 실질적으로 포트형 형태를 갖고,

내측 라이닝(3)은 기부 도가니(2)보다 작은 벽 두께를 가지며,

사파이어 단결정의 형성 후 기부 도가니(2)로부터의 내측 라이닝(3)의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조체가 제공되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서,

구조체는 적어도 내측 라이닝(3)의 외면 및/또는 적어도 기부 도가니(2)의 내면의 표면을 구조화함으로써 형성

되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 9

제6항 또는 제7항에 있어서,

구조체는 내측 라이닝(3)과 기부 도가니(2) 사이에 배치되는 별개의 중간 요소에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 10

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

내측 라이닝(3)은 1 mm 미만의, 바람직하게는 0.5 mm 미만의, 더욱 바람직하게는 0.05 mm 내지 0.5 mm의 벽 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 11

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 내측 라이닝(3)은 99% 초파의, 바람직하게는 99.9% 초파의 순도를 갖는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 12

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 내측 라이닝(3)은 99% 초파의, 바람직하게는 99.9% 초파의 순도를 갖는 순수한 Mo로부터 형성되는 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 13

선행하는 항들 중 어느 한 항에 있어서,

내측 라이닝(3)의 재료는 기부 도가니(2)의 재료와 상이한 것을 특징으로 하는 도가니.

### 청구항 14

선행하는 항들 중 어느 한 항에 따른 도가니(1)를 사용하여 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법에 있어서,

사파이어 단결정이 도가니(1)의 기저부 영역으로부터 진행되는 용융물로부터의 고화에 의해 형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

### 청구항 15

사파이어 단결정을 성장시키기 위한 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 도가니(1)의 사용에 있어서,

도가니(1)는 사파이어 단결정이 도가니(1)의 기저부 영역으로부터 진행되는 용융물로부터의 고화에 의해 형성되는 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법에 사용되는 것을 특징으로 하는 도가니(1)의 사용.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 결정, 특히 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 도가니, 그러한 도가니를 사용하여 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법, 및 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 그러한 도가니의 사용에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

사파이어 단결정의 성장이 수년 동안 매우 집중적으로 수행되었는데, 왜냐하면 단결정 사파이어 기판이 특히 그 중에서도 LED(발광 다이오드)와 일정 반도체 레이저를 제조하기 위해 널리 사용되는 질화 갈륨(GaN)의 에피택셜 증착(epitaxial deposition)을 위해 사용되기 때문이다.

[0003]

사파이어 단결정을 성장시키기 위한 다양한 공정이 알려져 있다. 정립되어 있는 공정은 특히 그것을 기반으로

단결정 성장이 달성되는 종결정(seed crystal)이 부분적으로 또는 완전히 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 로부터 천천히 인상되는 방식으로 단결정 성장이 달성되는 공정, 또는 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 로부터의 느린 증착을 달성하기 위해 종결정이 도가니의 기저부 영역에 배치되고 제어 방식으로 대향 냉각(countercooling)되는 방식으로 단결정 성장이 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 로부터 달성되는 공정이다. 이들 공정에서, 각각의 경우에 흔히 고융점 금속(high-melting metal), 특히 Mo, W, Ir 또는 Mo-W 합금으로 구성되는 도가니가 사용된다. 최대한 가능한 정도까지 불순물이 없는 사파이어 단결정의 제조는 사용되는 도가니 재료의 고도의 순도와 용융물 및 고온에 대한 그 저항에 크게 의존한다.

[0004] 도가니 재료의 요구되는 고순도와 고융점 도가니 재료의 필요로 인해, 도가니에 할당되는 비용이 사파이어 단결정의 성장을 위한 비용 면에서 필수적인 측면을 나타낸다. 특히 단결정 성장이 도가니의 기저부 영역에 배치되는 종결정을 기반으로 달성되는 사파이어 단결정의 성장에서, 지금까지 사용된 공정에서 형성되어 있는 사파이어 단결정을 공정 중 도가니를 파괴함이 없이 도가니로부터 제거하는 것이 또한 가능하지 않다. 이는 특히 단결정이 도가니 재료에 고착되고 공정 중 도가니가 변형되는 결과를 초래한다.

[0005] DE 10 2008 060 520 A1은 도가니와 이러한 도가니 내의 고융점 재료를 처리하기 위한 공정을 기술하며, 여기에서 고융점 재료의 용융물과 접촉하는 도가니의 표면의 일부가 금속으로 구성되는 포일로 덮이고, 이러한 금속은 적어도 1800 °C의 용융점을 갖는다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 사파이어 단결정의 성장을 위한 도가니에 할당되는 비용을 감소시킬 수 있는, 결정을 성장시키기 위한 도가니와 그러한 도가니를 사용하여 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 이 목적은 특히 청구범위 제1항에서 청구되는 바와 같은 결정을 성장시키기 위한 도가니에 의해 달성된다. 유리한 개발이 종속항에 명시된다.

[0008] 도가니는 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 기부 도가니와 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로 제조되는 내측 라이닝을 구비한다. 기부 도가니는 실질적으로 포트형(pot-like) 형태를 갖고, 내측 라이닝은 적어도 기부 도가니의 기저부 영역을 덮는 포트형 제1 부분과 기부 도가니의 벽 영역을 적어도 부분적으로 덮는 재킷형(jacket-like) 제2 부분을 구비한다. 제1 부분과 제2 부분은 별개의 구성요소에 의해 형성된다.

[0009] 본 맥락에서, "이들 재료의 합금"은 W-Mo 합금, W-Re 합금, Mo-Re 합금 또는 W-Mo-Re 합금을 의미하는 것으로 이해된다. 기부 도가니가 내측 라이닝을 구비하기 때문에, 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 기부 도가니의 반복적인 사용이 가능해지며, 여기에서 단지 추가의 단결정의 제조를 위해 내측 라이닝이 교체될 필요가 있을 뿐이다. 이 경우에 내측 라이닝은 기부 도가니보다 상당히 작은 벽 두께로 형성될 수 있으며, 그 결과 재료의 상당한 절약이 이루어진다. 내측 라이닝의 제공은 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 의해 초래되는 기부 도가니의 부식을 적어도 최대한 가능한 정도까지 회피하며, 따라서 기부 도가니의 상당히 더 긴 사용 수명이 달성된다. 내측 라이닝이 별개의 구성요소에 의해 형성되는 포트형 제1 부분과 재킷형 제2 부분을 구비하기 때문에, 내측 라이닝의 특히 효율적인 그리고 비용-효과적인 제조가 가능해진다. 제1 부분의 포트형 설계는 특히 중요한 기저부 영역에서 내측 라이닝이 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 대해 불투과성인 구성을 제공한다. 제1 부분과 제2 부분을 갖는 구성으로 인해, 포트형 제1 부분이 포일로부터 형성함으로써 특히 효율적으로 그리고 저렴하게 제조될 수 있다. 그것은 예를 들어 대응하는 형체에 의한 프레싱 또는 딥 드로잉에 의해 제조될 수 있다. 재킷형 제2 부분은 포일로부터 권취 해제시킴으로써 특히 효율적으로 그리고 저렴하게 제조될 수 있다. 이 경우에 제1 부분과 제2 부분은 바람직하게는 동일한 재료로부터 제조된다. 하나의 구성요소로부터의 내측 라이닝의 제조에 비해, 제1 부분이 특히 포트와 같이 효율적으로 형성될 수 있는, 더욱 비용-효과적인 제조가 달성된다.

[0010] 또한, 기술된 해법은 또한 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$  또는 사파이어 단결정과 접촉하는 내측 라이닝의 더욱 우수한 표면 품질을 제공하는 것을 가능하게 하는데, 왜냐하면 예를 들어 내측 라이닝을 위해 사용되는 압연된 스트립 또는 얇은 금속 시트가 프레싱 또는 선삭(turning)에 의해 기계 가공되는 단일-부품 도가니보다 높은 표면 품질을 가질 것이거나 가질 수 있기 때문이다. 따라서, 사파이어 단결정의 더욱 우수한 시각적 품질을 달성하는 것이 가능하며, 이는 시각적 품질 평가에 유리하다.

- [0011] 제1 부분과 제2 부분은 예를 들어 서로 확고하게 연결될 수 있다. 두 부분은 이 경우에 특히 내측 라이닝이 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 대해 불투과성이고, 후자가 기부 도가니의 재료와 접촉하지 않는 방식으로 서로 확고하게 연결될 수 있다. 이러한 확고한 연결은 특히 일체형 연결에 의해, 예컨대 용접, 서로 소결됨 등에 의해, 또는 제1 부분 및/또는 제2 부분의 영역의 형성과 서로 맞물림에 의한 연결에 의해, 또는 이들 연결 기술의 조합에 의해 이루어질 수 있다. 확고한 연결에 대한 대안으로서, 제1 부분과 제2 부분은 또한 예를 들어 단지 서로 밀봉가능하게 맞대어질 수 있다. 예를 들어, 코일링된 포일에 의해 형성되는 제2 부분의 기저부 단부가 또한 제1 부분 내에 배치될 수 있으며, 거기에서 그것은 그 잔류 응력, 즉 그 롤링력(rolling force)과 해당되는 경우  $\text{Al}_2\text{O}_3$  출발 재료 또는 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 의해 인가되는 압력으로 인해 제1 부분에 맞대어져 밀봉가능하게 지지될 수 있다.
- [0012] 기부 도가니와 내측 라이닝은 바람직하게는 단결정 성장 후 내측 라이닝이 사파이어 단결정과 함께 기부 도가니로부터 탈착될 수 있는 방식으로 서로 맞추어진다. 이는 특히 기부 도가니와 내측 라이닝을 위한 적합한 재료 선택에 의해, 기부 도가니 및 내측 라이닝의 치수를 적합하게 맞춤으로써, 그리고 기부 도가니와 내측 라이닝 사이의 접촉 영역을 구조화함으로써 달성될 수 있다.
- [0013] 포트형 제1 부분이 포일로부터 성형함으로써 형성되면, 이는 도가니의 기저부 영역에서의 내측 라이닝의 불투과성 구성을 달성하는 특히 비용-효과적인 제조를 달성하는 것을 가능하게 한다. 이러한 성형은 이 경우에 예를 들어 대응하는 형상으로의 프레싱에 의해 또는 딥 드로잉에 의해 달성되었을 수 있다.
- [0014] 제2 부분이 권취된 포일로부터 형성되면, 이는 또한 제2 부분의 특히 효율적인 그리고 비용-효과적인 제조를 달성하는 것을 가능하게 한다. 예를 들어, 제2 부분은 실질적으로 중공-실린더형 형상을 형성하도록 코일링되는 포일에 의해 형성될 수 있으며, 이때 연결 조인트는 그것이 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 대해 불투과성인 방식으로 형성된다.
- [0015] 일 실시 형태에 따르면, 제1 부분과 제2 부분은 서로 일체로 연결된다. 이 경우에, 내측 라이닝이 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 대해 불투과성이고, 후자가 기부 도가니와 접촉하지 않는 것이 신뢰성 있게 보장된다. 이러한 일체형 연결은 예를 들어 용접 또는 소결에 의해 이루어질 수 있다.
- [0016] 하나의 구성에 따르면, 제1 부분과 제2 부분은 서로 맞물리는 제1 부분 및 제2 부분의 영역에 의해 서로 연결된다. 예를 들어, 제1 부분의 영역 및/또는 제2 부분의 영역이 예를 들어 폴드(fold)의 형태로 구부러질 수 있고, 이러한 제1 부분의 영역과 제2 부분의 영역이 서로 후크식으로 체결될 수 있다. 해당되는 경우, 이러한 유형의 연결이 예컨대 용접 또는 소결에 의한 일체형 연결과 조합될 수 있다. 이 경우에, 하중을 견딜 수 있는 특히 신뢰성 있는 연결이 제공된다.
- [0017] 바람직한 구성에 따르면, 사파이어 단결정의 형성 후 기부 도가니로부터의 내측 라이닝의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조체가 제공된다. 간단한 제조 면에서, 특히 적어도 내측 라이닝의 외면이 표면 구조체를 구비할 수 있다. 표면 구조체는 예를 들어 엠보싱에 의해 내측 라이닝 및/또는 기부 도가니의 재료 내로 도입될 수 있다. 표면 구조체가 사파이어 단결정의 형성 후 내측 라이닝 및 기부 도가니의 분리성을 용이하게 하는 방식으로 형성될 수 있는 것이 바람직하다. 예를 들어, 표면 구조체는 내측 라이닝이 단지 일정 영역에서만 기부 도가니와 접촉하는 방식으로 형성될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어, 적어도 기부 도가니와 내측 라이닝 사이의 일정 영역에 배치되는 별개의 중간 요소로서 구조체를 구성하는 것도 또한 가능하다.
- [0018] 상기한 목적은 또한 특허청구범위 제7항에서 청구되는 바와 같은 결정을 성장시키기 위한 도가니에 의해 달성된다. 유리한 개발이 종속항에 명시된다.
- [0019] 도가니는  $\text{W}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Re}$  또는 이를 재료의 합금으로 제조되는 기부 도가니와  $\text{W}$ ,  $\text{Mo}$ ,  $\text{Re}$  또는 이를 재료의 합금으로 제조되는 내측 라이닝을 구비한다. 기부 도가니는 실질적으로 포트형 형태를 갖고, 내측 라이닝은 기부 도가니 보다 작은 벽 두께를 갖는다. 사파이어 단결정의 형성 후 기부 도가니로부터의 내측 라이닝의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조체가 제공된다. 이러한 구조체는 예를 들어 내측 라이닝의 재료로부터 또는 기부 도가니의 재료로부터 특히 내측 라이닝 및/또는 기부 도가니의 표면의 구조체의 형태로 형성될 수 있다. 그러나, 예를 들어, 적어도 기부 도가니와 내측 라이닝 사이의 일정 영역에 배치되는 별개의 요소로서 구조체를 구성하는 것도 또한 가능하다.
- [0020] 하나의 구성에 따르면, 구조체는 적어도 내측 라이닝의 외면 및/또는 적어도 기부 도가니의 내면의 표면을 구조화함으로써 형성된다. 이 경우에, 기부 도가니로부터의 형성되어 있는 사파이어 단결정의 우수한 제거성이 도가니의 구조적으로 매우 간단한 설계로 달성되며, 따라서 상기 기부 도가니가 신뢰성 있게 반복적으로 사용될

수 있다.

[0021] 하나의 구성에 따르면, 구조체는 내측 라이닝과 기부 도가니 사이에 배치되는 별개의 중간 요소에 의해 형성된다. 이와 관련하여, 예를 들어, 보편적으로 내측 라이닝과 기부 도가니 사이에 중간 요소를 제공하는 것이 가능할 뿐만 아니라, 예를 들어, 단지 내측 라이닝과 기부 도가니 사이의 일정 영역에만 중간 요소를 제공하는 것도 또한 가능하다. 예를 들어, 중간 요소를 적어도 내측 라이닝과 기부 도가니 사이의 일정 영역에 스페이서로서 배치되는 프로파일화된, 특히 주름진 포일의 형태로 구성하는 것이 가능하다.  $Al_2O_3$  분말의 용융과 사파이어 단결정의 형성 중, 이 경우에 중간 요소는 기부 도가니와 내측 라이닝 사이의 간격을 보장할 수 있다. 단결정 형성 후 냉각시키는 동안, 중간 요소는 특히 예를 들어 중간 요소의 높은 취성으로 인한 파쇄에 의해 예를 들어 파괴될 수 있다. 중간 요소도 바람직하게는 마찬가지로 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로부터 형성될 수 있다. 이러한 유형의 중간 층의 제공은 형성되어 있는 단결정에 작용하는 응력을 감소시키는 것을 가능하게 하는데, 왜냐하면 상이한 열 팽창(특히 형성되어 있는 단결정 및 도가니의)에 의해 초래되는 응력이 중간 요소에 의해 흡수될 수 있으며, 따라서 보다 낮은 응력의 결정이 달성될 수 있기 때문이다. 이는 형성되는 결정의 증가된 품질을 달성하는 것을 가능하게 한다.

[0022] 간단한 제조 면에서, 특히 적어도 내측 라이닝의 외면이 표면 구조체를 구비할 수 있다. 이러한 표면 구조체는 예를 들어 엠보싱에 의해 내측 라이닝 및/또는 기부 도가니의 재료 내로 도입될 수 있다. 예를 들어, 표면 구조체는 내측 라이닝이 단지 일정 영역에서만 기부 도가니와 접촉하는 방식으로 형성될 수 있다. 이 경우에 표면 구조체는 특히 내측 라이닝이 큰 영역에서 표면 구조체로 인해 기부 도가니의 내벽으로부터 이격되어 유지되는 방식으로 구성될 수 있다. 이에 의해, 기부 도가니로부터의 단결정(내측 라이닝과 함께)의 우수한 분리성을 보장하는 것이 가능하다. 표면 구조체의 제공은 형성되어 있는 단결정이 기부 도가니로부터 내측 라이닝과 함께 간단하게 그리고 효율적으로 분리되는 것을 가능하게 한다. 기부 도가니가 내측 라이닝을 구비하기 때문에, 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 기부 도가니의 반복적인 사용이 가능해지며, 여기에서 단지 추가의 단결정의 제조를 위해 내측 라이닝이 교체될 필요가 있을 뿐이다. 이 경우에 내측 라이닝은 기부 도가니보다 상당히 작은 벽 두께로 형성될 수 있으며, 그 결과 재료의 상당한 절약이 이루어진다.

[0023] 하나의 구성에 따르면, 내측 라이닝은 1 mm 미만의, 바람직하게는 0.5 mm 미만의, 더욱 바람직하게는 0.05 mm 내지 0.5 mm의 벽 두께를 갖는다. 이 경우에, 내측 라이닝은 예를 들어 대응하는 포일로부터 변형에 의해 효율적으로 제조될 수 있다. 또한, 이러한 유형의 얇은 벽 구성은 많은 양의 재료를 절약한다. 적어도 내측 라이닝은 바람직하게는 99% 초과의, 바람직하게는 99.9% 초과의 순도를 가지며, 따라서 용융물의 오염이 신뢰성 있게 회피될 수 있다. 순도는 기부 재료 또는 기부 합금의 원소와는 다른 성분의 최대 비율이 얼마나 높을 수 있는지에 관련된다. 바람직한 구성에 따르면, 기부 도가니도 마찬가지로 상응하는 순도를 갖는다.

[0024] 바람직한 구성에 따르면, 적어도 내측 라이닝은 99% 초과의, 바람직하게는 99.9% 초과의 순도를 갖는 순수한 Mo로부터 형성된다. 이 경우에, 내측 라이닝은 또한 만족스러운 비용 내에서 고도의 순도를 가질 수 있다.

[0025] 하나의 구성에 따르면, 내측 라이닝의 재료는 기부 도가니의 재료와 상이하다. 예를 들어, 내측 라이닝은 순수한 Mo 또는 높은 Mo 비율을 갖는 합금으로부터 제조될 수 있고, 기부 도가니는 W 또는 높은 W 비율을 갖는 합금으로부터 제조될 수 있다. 이 경우에, 기부 도가니는 한편으로는 낮은 열 팽창과 따라서 단결정의 형성 후 냉각시 특히 작은 수축도를 가져 단결정의 제거성에 이로운 영향을 미치며, 다른 한편으로는 내측 라이닝이 비교적 저 비용으로 제조될 수 있고, 내측 라이닝과 기부 도가니 사이의 접합의 위험이 최소화될 수 있다. 그러나, 기술된 재료에 더하여, 내측 라이닝 및 기부 도가니의 구부러짐이 신뢰성 있게 방지되도록 허용하고 단결정의 우수한 제거성을 보장하는 다른 재료 조합도 또한 가능하다. 특히, Mo, W 및 Re 또는 이들 원소의 상이한 합금으로부터 선택되는 상이한 재료가 내측 라이닝 및 기부 도가니에 사용될 수 있다.

[0026] 상기한 목적은 또한 사파이어 단결정이 도가니의 기저부 영역으로부터 진행되는 용융물로부터의 고화에 의해 형성되는, 그러한 도가니를 사용하여 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법에 의해 달성된다. 특히, 이 경우에 단결정 형성은 도가니의 기저부 영역에 배치되는 종결정으로부터 진행되어 달성될 수 있다. 이러한 유형의 방법은 특히 기부 도가니가 파괴됨이 없이 도가니로부터 형성되어 있는 사파이어 단결정을 제거하는 것을 가능하게 한다. 이에 의해, 기부 도가니의 반복적인 사용이 비용-효과적인 방식으로 가능해진다.

[0027] 상기한 목적은 또한 사파이어 단결정이 도가니의 기저부 영역으로부터 진행되는 용융물로부터의 고화에 의해 형성되는, 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법에서의 그러한 도가니의 사용에 의해 달성된다.

[0028] 본 발명의 추가의 이점 및 기능이 첨부 도면을 참조하여 하기의 예시적인 실시 형태의 설명에 기초하여 명백해

질 것이다.

### 발명의 효과

[0029] 본 발명에 의하면, 사파이어 단결정의 성장을 위한 도가니에 할당되는 비용을 감소시킬 수 있는, 결정을 성장시키기 위한 도가니와 그러한 도가니를 사용하여 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 일 실시 형태에 따른 결정을 성장시키기 위한 도가니의 개략도를 도시한다.

도 2는 상기한 실시 형태에서 기부 도가니로부터 내측 라이닝의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조의 개략도를 도시한다.

도 3은 내측 라이닝의 제1 부분과 제2 부분 사이의 가능한 연결의 개략도를 도시한다.

도 4는 기부 도가니로부터 내측 라이닝의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조가 별개의 중간 요소에 의해 형성되는 변형예의 개략도를 도시한다.

도 5는 상기한 실시 형태의 변형예에 따른 결정을 성장시키기 위한 도가니의 개략도를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하에서는 일 실시 형태가 도 1 내지 도 3을 참조하여 기술될 것이다.

[0032] 도 1은 일 실시 형태에 따른 결정을 성장시키기 위한 도가니(1)의 개략도이다. 이 실시 형태에서, 도가니(1)는 사파이어 단결정을 성장시키기 위해 특별히 설계된다.

[0033] 도가니(1)는 W(텅스텐), Mo(몰리브덴), Re(레늄) 또는 이를 원소 중 적어도 2가지로부터 형성되는 합금으로부터 제조될 수 있는 포트형(pot-like) 기부 도가니(2)를 구비한다. 포트형 기부 도가니(2)는 기술된 재료로부터 일체로 제조되며, 이때 재료는 바람직하게는 99% 초파의, 바람직하게는 99.9% 초파의 순도를 갖는다. 일 실시 형태에서, 외측 도가니가 예를 들어 고순도 W로부터 제조된다.

[0034] 기부 도가니(2)는 기저부 영역(2a)과 원주 방향 벽 영역(2b)을 구비한다. 기부 도가니(2)는 특히 축(A)을 중심으로 실질적으로 회전 대칭 방식으로 형성될 수 있다.

[0035] 기부 도가니(2)는 예를 들어 프레싱, 소결 및 해당되는 경우 후속 기계 가공을 통해 분말 야금에 의해 제조될 수 있다. 이 경우에, 예를 들어, 도가니는 벽 영역(2b)에서 대략 5 mm 내지 25 mm, 바람직하게는 10 mm 내지 20 mm의 벽 두께와 기저부 영역(2a)에서 최대 40 mm의 벽 두께를 가질 수 있다. 그러나, 예를 들어 기부 도가니(2)를 금속 시트로부터 딥 드로잉 또는 프레싱에 의해 제조하는 것도 또한 가능하다. 이 경우에, 출발 금속 시트는 예를 들어 1 내지 12 mm, 바람직하게는 2 내지 6 mm의 두께를 가질 수 있다. 실질적으로 균일한 벽 두께를 갖는 기부 도가니(2)가 도 1에 도시되지만, 벽 두께는 기저부 영역(2a) 및 벽 영역(2b) 둘 모두에서 변할 수 있다. 기부 도가니(2)는 원하는 재료 또는 원하는 합금으로부터 특히 분말 야금에 의해 제조될 수 있다.

[0036] 도가니(1)는 또한 기부 도가니(2)의 내면을 라이닝하는 내측 라이닝(3)을 구비한다. 내측 라이닝(3)도 마찬가지로 W(텅스텐), Mo(몰리브덴), Re(레늄) 또는 이를 원소 중 적어도 2가지로부터 형성되는 합금으로부터 제조될 수 있다. 여기에서, 내측 라이닝의 재료는 바람직하게는 99% 초파의, 바람직하게는 99.9% 초파의 순도를 갖는다. 일 실시 형태에서, 내측 라이닝(3)은 예를 들어 고순도 Mo로부터 제조된다.

[0037] 내측 라이닝(3)은 기부 도가니(2)의 기저부 영역(2a)을 덮는 포트형 제1 부분(4)과 기부 도가니(2)의 벽 영역(2b)을 적어도 부분적으로 덮는 재킷형(jacket-like) 제2 부분(5)을 구비한다.

[0038] 포트형 제1 부분(4)은 포일로부터 성형함으로써 제조되고, 축(A)을 중심으로 실질적으로 회전 대칭이다. 제1 부분(4)은 예를 들어 포일로부터 딥 드로잉에 의해 제조될 수 있다. 제1 부분(4)은 기부 도가니(2)의 기저부 영역(2a)을 덮는 기저부(4a)와 기부 도가니(2)의 벽 영역(2b)의 기저부 영역에서 벽 영역(2b)에 실질적으로 평행하게 연장되는 원주 방향 측벽(4b)을 구비하여, 기저부에서 그리고 측부에서 폐쇄되는 포트 또는 통 형상이 형성된다. 이 경우에 원주 방향 측벽(4b)은 10 mm 내지 25 mm, 바람직하게는 10 mm 내지 15 mm의 범위 내의 높이를 갖는다.

[0039] 기부(4a)의 영역 및 측벽(4b)의 영역 둘 모두에서, 포트형 제1 부분(4)은 0.05 mm 내지 1 mm, 바람직하게는

0.05 mm 내지 0.75 mm, 더욱 바람직하게는 0.05 mm 내지 0.5 mm의 벽 두께를 갖는다.

[0040] 내측 라이닝(3)의 제2 부분(5)도 마찬가지로 포일로부터 제조된다. 제2 부분(5)은 별개의 구성요소로서 형성된다. 제2 부분(5)은 제1 부분(4)과 동일한 재료로부터 제조된다. 제2 부분(5)은 평坦한 포일을 실질적으로 중공 실린더형 형상으로 코일링(coiling)함으로써 형성된다. 여기에서 포일은 두 단부 예지가 중첩하도록 배치되고 예컨대 폴드(fold)에 의해 그리고/또는 용접 또는 소결에 의해 서로 확고하게 연결되는 방식으로 코일링된다. 그러나, 예를 들어 단부 예지가 단지 밀봉가능하게 서로 인장되는 것도 또한 가능하다.

[0041] 제1 부분(4)과 제2 부분(5)은 두 부분이 원주 방향 영역에서 중첩하는 방식으로 배치된다. 이 경우에 중첩 영역은 예를 들어 대략 10 mm의 폭을 가질 수 있다. 제1 부분(4)과 제2 부분(5)은 예컨대 폴드에 의해 그리고/또는 용접 또는 소결에 의해 중첩 영역에서 서로 확고하게 연결된다. 그러나, 예를 들어, 제2 부분(5)이 단지 예를 들어 제2 부분(5)의 재료의 잔류 응력에 의해 제1 부분(4)에 대해 밀봉가능하게(그리고 그것에 확고하게 연결되지 않게) 인장되는 것도 또한 가능하다. 대안적으로 또는 추가적으로, 제1 부분(4)과 제2 부분(5)은 또한 도 3에 개략적으로 도시된 바와 같이 서로 맞물리는 영역에 의해 서로 연결될 수 있다. 도 3의 예시에서, 제1 부분(4)의 측벽(4b) 및 제2 부분(5) 둘 모두가 중첩 영역에서 폴딩되고 서로 후크식으로 체결되어, 특히 안정된 연결이 달성된다. 이에 상응하게, 예를 들어, 제2 부분(5)의 2개의 전술된 상호 연결된 단부 예지도 또한 서로 맞물리는 영역에 의해 서로 연결될 수 있다.

[0042] 도 1에 도시된 예시적인 실시 형태에서, 제2 부분(5)은 중첩 영역에서 제1 부분(4) 밖에 배치된다. 그러나, 예를 들어, 도 5에 도시된 변형예에 개략적으로 도시된 바와 같이, 제2 부분(5)이 중첩 영역에서 제1 부분(4) 안에 배치되는 것도 또한 가능하다.

[0043] 이러한 실시 형태에서, 내측 라이닝(3)과 기부 도가니(2)는 상이한 재료 또는 상이한 합금으로부터 형성된다. 이 경우에 재료 또는 합금은 도가니(1) 내에서의 사파이어 단결정의 성장 중(즉, 그것을 위해 요구되는 고온에서), 내측 라이닝(3)과 기부 도가니(2) 사이의 어떠한 접합도 없는 방식으로 선택된다. 내측 라이닝(3)과 기부 도가니(2)가 상이한 재료로부터 제조되면, 그것들이 동일한 재료로부터 형성되는 경우에서보다 접합 경향이 더욱 낮아진다. 또한, 재료는 기부 도가니(2) 및 내측 라이닝(3) 둘 모두가 적절한 기계적 강도를 갖는 방식으로 선택된다. 재료의 각각의 열 팽창에 관하여, 재료 조합은 또한 형성되어 있는 단결정이 내측 라이닝(3)과 함께 기부 도가니(2)로부터 제거될 수 있는 방식으로 선택된다.

[0044] 이하에서 도 2의 개략도를 참조하여 설명될 바와 같이, 일 실시 형태에 따르면, 사파이어 단결정의 형성 후 기부 도가니(2)로부터 내측 라이닝(3)의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조가 또한 제공될 수 있다. 제1 변형예에 따르면, 형성되어 있는 단결정의 도가니(1)로부터의 간단한 제거성을 달성할 수 있게 하는 표면 구조체가 적어도 내측 라이닝(3)의 외면 및/또는 적어도 기부 도가니(2)의 내면에 제공될 수 있다. 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, 표면 구조체는 예를 들어 내측 라이닝(3)의 재료 내로 압인될 수 있으며; 이는 내측 라이닝(3)이 큰 영역에 걸쳐 기부 도가니(2)의 재료에 맞대어지지 않고, 그 대신에 내측 라이닝(3)의 내면과 기부 도가니(2)의 내경부 사이의 일정 간격을 생성하는 효과를 갖는다.

[0045] 엠포싱에 의한 표면 구조체의 생성에 더하여, 특히 내측 라이닝(3)이 큰 영역에 걸쳐 기부 도가니(2)의 재료에 면적식으로 맞대어지지 않는 효과를 갖는 표면 구조체를 제공하기 위해 다른 방법이 사용되는 것도 또한 가능하다. 내측 라이닝(3) 상에의 표면 구조체의 바람직한 제공에 더하여, 예를 들어, 대안적으로 또는 추가적으로, 형성되어 있는 단결정의 용이한 제거성을 증진시키기 위해, 이를 위해 표면 구조체를 기부 도가니(2)의 내면 상에 제공하는 것도 또한 가능하다.

[0046] 또한, 내측 라이닝(3)과 기부 도가니(2) 사이의 간격을 다른 방식으로, 예를 들어 내측 라이닝(3)의 다층 구조체를 제공함으로써 또는 대응하는 스페이서의 제공에 의해 달성하는 것도 또한 가능하다.

[0047] 도 4에 개략적으로 도시된 변형예에 따르면, 기부 도가니(2)로부터의 내측 라이닝(3)의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조체는 적어도 내측 라이닝(3)과 기부 도가니(2) 사이의 일정 영역에 배치되는 별개의 중간 요소(6)에 의해 형성된다. 이와 관련하여, 도면은 단지 개별 구성요소의 벽 두께를 반드시 정확한 비율로 도시하지는 않는 개략도인 것에 유의하여야 한다. 예를 들어, 중간 요소(6)는 기부 도가니(2)와 내측 라이닝(3) 사이의 스페이서로서 제공되는 프로파일화된 포일에 의해 형성될 수 있다. 여기에서 중간 요소(6)는 W, Mo, Re 또는 이들 재료의 합금으로부터 형성된다.

[0048] 내측 라이닝(3)이 제1 부분(4)과 제2 부분(5)을 구비하는 도가니(1)만이 실시 형태를 참조하여 기술되었지만, 예를 들어, 기부 도가니(2)로부터의 내측 라이닝(3)의 분리성을 용이하게 하기 위한 구조체가 표면 구조체의 형

태로 또는 별개의 중간 요소(6)의 형태로 제공되는, 단일-부품 내측 라이닝(3)을 갖춘 도가니(1)를 제공하는 것도 또한 가능하다.

[0049] 사파이어 단결정을 성장시키기 위한 공정에서, 사전규정된 결정 배향(crystallographic orientation)을 갖는 단결정 사파이어 종결정이 내측 라이닝(3) 내부에서 도가니(1)의 기저부 영역에 배치되고, 도가니(1)가  $\text{Al}_2\text{O}_3$  출발 재료로 사전규정된 충전 레벨까지 충전된다. 이어서, 공지된 방식으로,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  출발 재료가 제어된 온도 증가에 의해 액체 용융물로 변환되고, 종결정이 대향 냉각되며, 그것이 그 표면 상에서 용융되기 시작하지만, 그것이 완전히 용융되지는 않는 방식으로 대향 냉각된다. 표적화된 대향 냉각은 종결정으로부터 진행되는 용융물로부터의 사파이어 단결정을 천천히 증착시킨다. 추가의 냉각 후, 형성되어 있는 사파이어 단결정이 기부 도가니(2)로부터 내측 라이닝(3)과 함께 제거된다. 이어서, 기부 도가니(2)에 내측 라이닝(3)이 다시 제공되고, 사파이어 단결정을 성장시키기 위해 한번 더 사용될 수 있다.

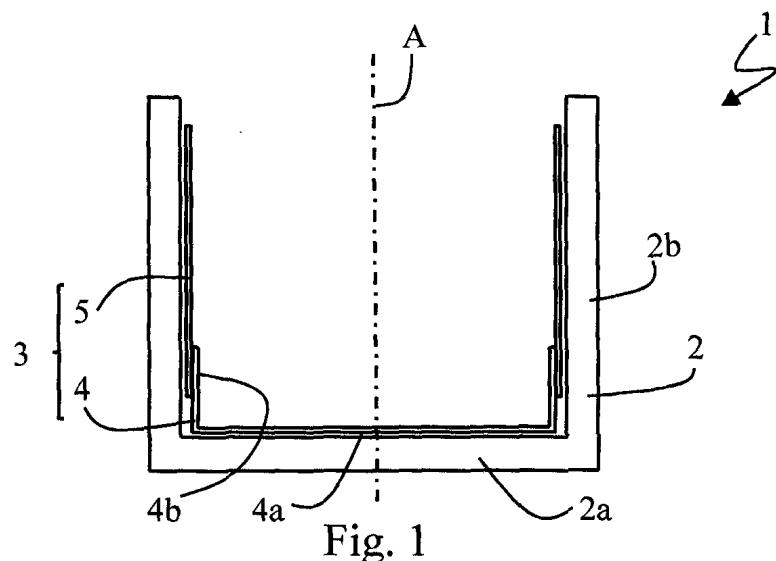
[0050] 종결정이 도가니(1)의 기저부 영역에 배치되는 전술된 공정에 더하여, 예를 들어, 종결정이 위로부터 용융  $\text{Al}_2\text{O}_3$  내로 침지되고, 사파이어 단결정이 이러한 종결정으로부터 진행되어 형성되며, 형성되는 사파이어 단결정이 성장 공정 중 부분적으로 또는 완전히 용융물로부터 상향으로 천천히 인상되는 공정에 도가니를 사용하는 것도 또한 가능하다.

### 부호의 설명

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1: 도가니       | 2: 기부 도가니    |
| 3: 내측 라이닝    | 4: 포트형 제1 부분 |
| 5: 재킷형 제2 부분 |              |

### 도면

#### 도면1



도면2

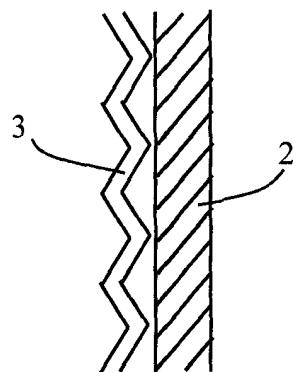


Fig. 2

도면3

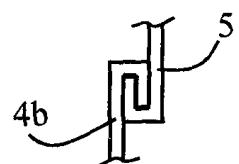


Fig. 3

도면4

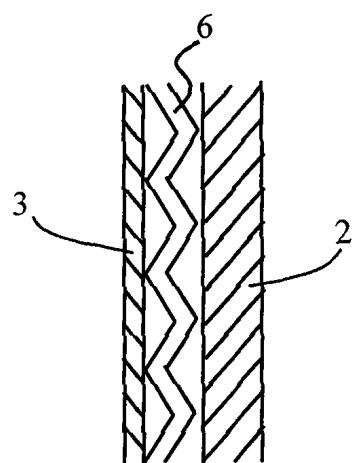


Fig. 4

도면5

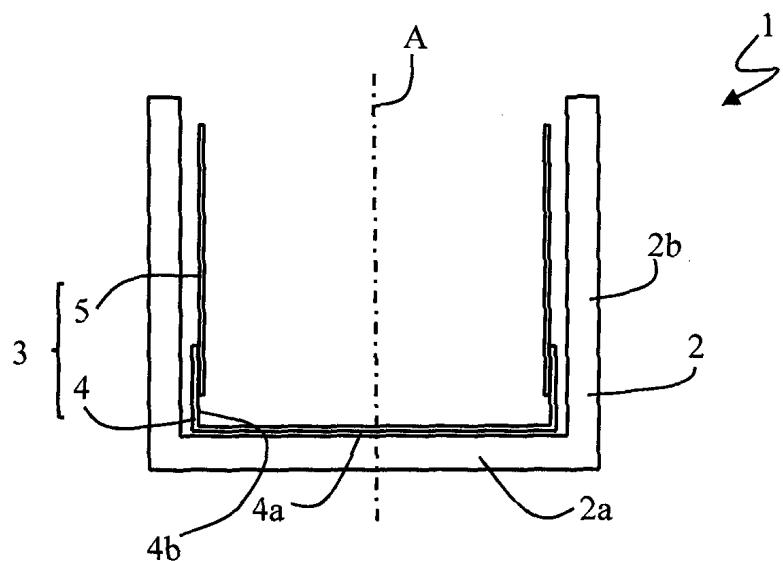


Fig. 5