



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0031489

(51)^{2006.01} C30B 11/00; C30B 29/06; C30B 35/00; (13) B
C30B 11/14

(21) 1-2016-03308

(22) 06/03/2015

(86) PCT/EP2015/054762 06/03/2015

(87) WO 2015/132399 11/09/2015

(30) 10 2014 102 980.1 06/03/2014 DE

(45) 25/04/2022 409

(43) 27/02/2017 347A

(73) ALD Vacuum Technologies GmbH (DE)

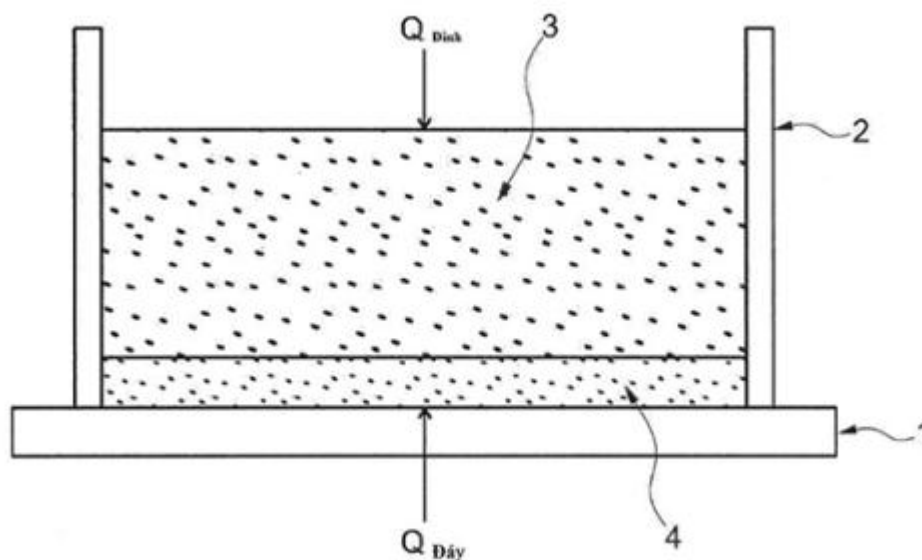
Otto-von-Guericke-Platz 1, 63457 Hanau, Germany

(72) FRANZ, Henrik (DE); MORCHE, Christoph (DE); ZIMMERMANN, Andreas (DE);
WENGERTER, Armin (DE); MUELLER, Kai (DE); HOHMANN, Michael (DE).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) NỒI NẤU HỖN HỢP ĐỂ KẾT TINH VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT
VẬT LIỆU TINH THỂ

(57) Sáng chế đề cập đến nồi nấu hỗn hợp bao gồm khung và tấm đáy. Nồi nấu này đặc trưng bởi cách chọn vật liệu tạo ra hai bộ phận nêu trên, mà được tối ưu hóa về độ dẫn nhiệt. Nồi nấu này được điều chỉnh để sản xuất vật liệu tinh thể. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu tinh thể.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề xuất nồi nấu hỗn hợp để làm nóng chảy và kết tinh một số vật liệu nhất định, cụ thể là silic. Sáng chế cũng đề xuất phương pháp làm nóng chảy và kết tinh vật liệu mong muốn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực kỹ thuật này, nồi silic dioxit (gốm thạch anh) thường được dùng cho mục đích này. Với các nồi đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, vật liệu cần làm nóng chảy thường bị nóng chảy hoàn toàn. Để tránh hiện tượng rò rỉ khối nóng chảy, các nồi này được chế tạo liền khối, nghĩa là khung và tấm đáy được gắn chắc với nhau. Nói cách khác, các nồi đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này thường được làm từ silic dioxit, nhờ đó hướng nhiệt xuống đáy và ra các thành bên là bằng nhau. Các nồi được dùng trong lĩnh vực kỹ thuật này cần có gradien nhiệt độ tăng mạnh hướng về phía dòng nhiệt chính trong quy trình đóng rắn. Gradien nhiệt độ tăng mạnh sẽ làm giảm bậc tự do khi thiết kế thiết bị cho quy trình kết tinh. Ngoài ra, các tinh thể không mong muốn có thể phát triển, lệch ra khỏi hướng phát triển chính và có thể giảm hiệu quả thu vật liệu chất lượng cao, cụ thể là trong lĩnh vực sản xuất silic tinh thể. Trong lĩnh vực kỹ thuật này, phương pháp Bridgman hoặc phương pháp VGF (đóng băng gradien thẳng đứng – Vertical Gradient Freeze) thường được dùng để sản xuất các thỏi silic tinh thể.

Đặc biệt chú ý đảm bảo rằng khối nóng chảy không bị nhiễm các tạp chất. Trong trường hợp silic dùng cho quang điện, điều này sẽ ảnh hưởng xấu đến hiệu quả và làm giảm năng suất.

Nhược điểm chính của các nồi đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật là toàn bộ nồi bị hư hỏng khi xử lý do sự chuyển pha và thay đổi của thể tích. Hiện nay, các nồi được dùng phải nạp liệu bằng tay một cách rất từ từ và thận trọng. Trong trường hợp sản xuất không chính xác và/hoặc nạp sai, các vị trí khuyết tật của nồi có thể dẫn đến hỏng và vì vậy, hậu quả là rò rỉ khối nóng chảy trong quy trình nấu chảy. Việc làm tăng khối

lượng mẻ như mong đợi và theo đó, tăng kích thước của nôi sẽ làm trầm trọng thêm các vấn đề nêu trên.

Tài liệu US 2008/0196656 A1 mô tả các nôi nấu làm từ gốm thạch anh có vài lớp phủ và thích hợp để sản xuất thỏi silic tinh thể. Các lớp phủ của nôi giúp ngăn ngừa việc tạo thành các vết nứt và gãy trong thỏi silic và cho phép tách lấy thỏi silic kết tinh mà không làm hỏng nôi. Tuy nhiên, các nôi này, có cấu tạo nguyên khối và độ dẫn nhiệt của đáy và các thành bên bằng nhau nên dẫn đến nhược điểm được mô tả như trên. Ngoài ra, quy trình sản xuất các nôi này rất phức tạp và do vậy rất đắt tiền. Vì vậy, các nôi SiO_2 đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật thường bị hỏng do silic dioxit vô định hình ban đầu bị chuyển đổi dưới tác động của nhiệt sang trạng thái tinh thể (cristobalit nhiệt độ cao). Trạng thái tinh thể này bị chuyển đổi sang trạng thái gọi là cristobalit nhiệt độ thấp trong khi làm mát. Việc chuyển đổi này thường đi kèm với sự thay đổi thể tích, dẫn đến làm hỏng nôi.

Tài liệu JP 2000 351 688 A cũng mô tả nôi nấu làm từ gốm thạch anh và quy trình sản xuất. Các nôi này thích hợp để sản xuất các thỏi silic. Các nôi này có đáy trong cong được viền bằng một đáy ngoài phẳng. Kết cấu này đảm bảo được sự tiếp xúc hoàn toàn của nôi với tấm làm mát, cho phép làm mát đồng đều đáy nôi. Điều này tạo ra bề mặt đóng rắn đồng đều trước khi kết tinh có hướng các thỏi silic trong phương pháp Bridgman và cho phép sản xuất thỏi silic với chiều dài tăng. Các nôi này cũng được chế tạo liền khối và có các nhược điểm nêu trên.

Tài liệu US 2011/0180229 A1 mô tả nôi, trong đó tấm đáy được lắp vào khung của nôi. Trong trường hợp này, tấm đáy được gắn chắc chắn với khung bằng hình thức phù hợp và liên kết vật liệu khác. Do đó, khung nôi không được đặt trên tấm đáy và việc phá vỡ liên kết giữa khung nôi và tấm đáy là công việc khó khăn. Vì vậy, việc thay khung nhanh là không thể. Ngoài ra, tấm đáy phải được thiết kế phù hợp với khung. Do đó, các nôi này khó sử dụng và chi phí sản xuất cao.

Tài liệu DE 10 2011 052 016 A1 mô tả bộ dụng cụ cho các nôi bằng gốm cacbua. Bộ dụng cụ này tạo ra liên kết chắc chắn giữa tấm đáy và các thành bên bằng hình thức phù hợp và liên kết vật liệu, trong đó khung cũng không được đặt trên tấm đáy. Độ dẫn nhiệt tăng của tấm đáy của nôi này không được đề xuất. Vì vậy, nôi thành

phẩm này về cơ bản giống với thiết kế của nồi nguyên khối và tạo ra các nhược điểm tương ứng nêu trên.

Tài liệu DE 10 2012 102 597 A1 mô tả quy trình sản xuất thân từ vật liệu được đóng rắn có định hướng. Trong trường hợp này, nồi nấu được chế tạo sao cho đáy của nó được phủ bằng nhiều tấm mầm đơn tinh thể mỏng. Điều này sẽ dẫn đến việc kết tinh định hướng của các thân kim loại hoặc bán kim loại gần như đơn tinh thể. Các nồi nấu này cũng được chế tạo liền khối và có các nhược điểm nêu trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vì vậy, cần cải thiện quá trình nóng chảy và kết tinh để kiểm soát tốt hơn chiều hướng phát triển của tinh thể đồng thời cải thiện và tăng tốc độ kết tinh. Ngoài ra, quy trình này nên được tối ưu hóa sao cho chi phí sản xuất nồi nấu được giảm thiểu. Mục đích của sáng chế là tạo ra các cải tiến này.

Mục đích này được giải quyết bằng đối tượng nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ.

Theo sáng chế, nồi nấu hỗn hợp để kết tinh vật liệu được đề xuất, bao gồm tấm đáy và khung, trong đó tấm đáy và khung được làm từ các vật liệu khác nhau, độ dẫn nhiệt của tấm đáy lớn hơn độ dẫn nhiệt của khung và khung được đặt trên tấm đáy. Do khác nhau về độ dẫn nhiệt giữa tấm đáy và khung nên gradien nhiệt độ giữa trung tâm và các rìa của mặt trước kết tinh không chênh lệch đáng kể trên toàn bộ chiều dài kết tinh, sao cho trong toàn bộ giai đoạn kết tinh, ưu tiên hướng phát triển của các tinh thể hoặc tinh thể thẳng đứng từ đáy lên trong toàn bộ thời gian. Theo đó, tránh được sự phát triển tinh thể theo hướng ra hai bên không mong muốn mà sẽ giảm hiệu suất của vật liệu tinh thể.

Theo sáng chế khung được đặt trên tấm đáy. Điều này có nghĩa là, tấm đáy và khung không được sản xuất liền khối như phổ biến trong lĩnh vực kỹ thuật, nhưng được ghép với nhau theo cách có thể tháo rời. Mỗi ghép có thể tháo rời theo sáng chế gồm thực tế là khung chỉ được đặt trên tấm đáy. Tốt hơn, nếu không có hình thức phù hợp và/hoặc liên kết vật liệu giữa khung và tấm đáy.

Do một phương án cụ thể của phương pháp theo sáng chế là để làm nóng chảy và kết tinh nên không cần thiết phải tạo ra mối nối chắc chắn giữa tấm đáy và khung.

Cụ thể là, theo sáng chế hình thức phù hợp và/hoặc liên kết vật liệu tốt nhất là không cần thiết và không có mặt. Cơ sở cho điều này là vật liệu được làm nóng chảy và kết tinh tốt hơn là không bị nóng chảy xuống tấm đáy của nồi hỗn hợp, nhưng lớp vật liệu gốc rắn ở đáy sẽ nằm lại trên tấm đáy sao cho một mặt nó lấp đầy khoảng cách giữa khung và tấm đáy và mặt khác bảo vệ tấm đáy khỏi ảnh hưởng của vật liệu. Việc này không loại trừ, rằng khung được ghép với tấm đáy theo cách có thể tháo ra, ví dụ qua mối ghép bằng vít, ngăn chứa dưới hoặc bằng các biện pháp khác đã biết được cung cấp trong lĩnh vực, vì vậy, tốt hơn nếu các phương tiện để tạo ra mối ghép có thể tháo được được cung cấp. Tuy nhiên, theo một phương án, các phương tiện này không được cung cấp.

Phương án này cũng cho phép dùng tấm đáy cho nhiều hơn một quy trình kết tinh. Cuối cùng, tấm đáy được bảo vệ khỏi ảnh hưởng của khối nóng chảy thông qua lớp vật liệu gốc rắn ở đáy. Khung, theo một phương án của sáng chế không được bảo vệ bởi lớp vật liệu gốc này, có thể được thay thế sau một chu kỳ làm nóng chảy, làm cho việc lấy ra bị ảnh hưởng bởi quá trình làm nóng chảy hoặc chuyển hóa dẫn đến nồi bị hư hỏng khiến không chắc có thể tiếp tục sử dụng.

Đã chứng minh được rằng thuận lợi hơn khi dùng vật liệu cho khung có độ dẫn nhiệt ở 0°C không lớn hơn $30 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, tốt hơn nữa nếu độ dẫn nhiệt lớn nhất bằng $20 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, tốt hơn nữa nếu giá trị này cao nhất là $10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Được ưu tiên hơn nữa là trường hợp độ dẫn nhiệt của khung ở 0°C có giá trị không lớn hơn $5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, tốt hơn nữa nếu giá trị này cao nhất là $3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Độ dẫn nhiệt của khung quá cao sẽ cản trở quá trình đóng rắn theo hướng ưu tiên. Các phương pháp để đo độ dẫn nhiệt của vật liệu là đã biết trong lĩnh vực.

Mức chênh lệch giữa độ dẫn nhiệt của khung so với tấm đáy nên thấp nhất là $10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Đã chứng minh được rằng đặc biệt có lợi khi chọn vật liệu sao cho độ dẫn nhiệt của tấm đáy lớn hơn độ dẫn nhiệt của khung ít nhất theo hệ số là 1,1, tốt hơn nữa ít nhất là 1,3, tốt hơn nữa ít nhất là 1,5 và cụ thể tốt hơn ít nhất là 2. Trừ khi được nêu cụ thể nếu không, độ dẫn nhiệt được đo ở 0°C .

Vật liệu thích hợp làm vật liệu khung, cụ thể là vật liệu gốm oxit. Theo sáng chế, đặc biệt ưu tiên dùng silic oxit cho mục đích này. Tốt hơn nếu khung được cung

cấp một lớp bảo vệ, cụ thể là lớp nitrua bảo vệ, tốt nhất là silic nitrua. Lớp bảo vệ này gần như trơ với khối nóng chảy và có thể chịu được nhiệt độ rất cao.

Độ dẫn nhiệt của vật liệu của tấm đáy ở 0°C tốt hơn là $> 10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, tốt hơn nữa nếu nó có giá trị nhỏ nhất là $13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, tốt hơn nữa nếu nó có giá trị nhỏ nhất là $20 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, thậm chí tốt hơn nữa nếu nó có giá trị nhỏ nhất là $25 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, và tốt nhất nếu nó có giá trị nhỏ nhất là $30 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Theo các phương án ưu tiên của sáng chế, độ dẫn nhiệt thậm chí còn cao hơn, cụ thể thấp nhất là $40 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, và tốt hơn nữa nếu thấp nhất là $50 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Theo các phương án ưu tiên cụ thể, tấm đáy được làm từ vật liệu ở trạng thái rắn tại nhiệt độ nóng chảy của vật liệu cần kết tinh, và cụ thể, được làm từ vật liệu kim loại. Vật liệu này bao gồm các kim loại và hợp kim của kim loại. Nhiệt độ nóng chảy của vật liệu làm tấm đáy tốt hơn là trên 600°C , tốt hơn nữa là trên 800°C , tốt hơn nữa là trên 1000°C và tốt hơn nữa là trên 1200°C . Sáng chế ưu tiên đề cập đến quy trình sản xuất silic tinh thể. Do vậy, với tấm đáy tốt hơn là dùng vật liệu chịu được nhiệt độ trên 1410°C mà không bị hư hại bất kỳ. Theo phương án khác, tấm đáy chủ yếu gồm vật liệu chứa than chì, cụ thể là than chì. Tốt hơn, nếu tấm đáy không được làm từ vật liệu gốm, cụ thể là không được làm từ vật liệu gốm oxit.

Việc sử dụng nồi nấu hỗn hợp được nêu ở đây trong quy trình sản xuất vật liệu tinh thể, cụ thể là vật liệu đơn tinh thể hoặc đa tinh thể (đặc biệt là silic), cũng nằm trong phạm vi của sáng chế này.

Đường kính trong của nồi nấu hỗn hợp tốt hơn nếu nó có giá trị nhỏ nhất là 10 cm, tốt hơn nữa nếu nó có giá trị nhỏ nhất là 30 cm và cụ thể tốt hơn nếu nó có giá trị nhỏ nhất là 50 cm và cụ thể lớn nhất là 400 cm, tốt hơn nữa lớn nhất là 300 cm và cụ thể tốt hơn lớn nhất là 200 cm. Đường kính trong này chỉ đường kính trong lớn nhất tương ứng.

Ngoài ra, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất vật liệu tinh thể, bao gồm các bước:

- A. nạp đầy vật liệu thô vào nồi nấu hỗn hợp theo sáng chế,
- B. cung cấp nhiệt, sao cho vật liệu nóng chảy từ đỉnh xuống đáy,
- C. đóng rắn khối nóng chảy để tạo thành sản phẩm tinh thể,

trong đó trong toàn bộ quy trình, một phần vật liệu không nóng chảy sẽ lưu lại trên tấm đáy.

Việc bổ sung và nạp vật liệu thô có thể được thực hiện ở dạng rắn hoặc đã nóng chảy. Sản phẩm tinh thể có thể là đơn hoặc đa tinh thể. Việc cung cấp nhiệt được thực hiện tốt nhất là bằng thiết bị gia nhiệt, mà cụ thể là được chọn từ một hoặc nhiều bộ gia nhiệt bằng điện trở và/hoặc cảm ứng.

Trước khi nạp đầy vật liệu thô, vật liệu gọi là vật liệu mầm có thể được đưa vào, mà cũng được làm từ vật liệu thô đã dùng, tuy nhiên, nếu thích hợp, có kích thước hạt nhỏ hơn. Vật liệu mầm này không hoặc hoàn toàn không hóa lỏng trong quy trình nóng chảy lưu lại dưới dạng lớp vật liệu rắn ở đáy hoặc một phần vật liệu không nóng chảy trên tấm đáy.

Một phương án theo sáng chế đề xuất việc sử dụng khung bảo vệ mà được đặt trên tấm đáy trước khi nạp đầy vật liệu thô. Khung bảo vệ được lấy ra trước khi cung cấp nhiệt hoặc trước quy trình nóng chảy. Nó dùng để bảo vệ khung trong khi nạp đầy vật liệu thô để tránh cho khung không bị hư hỏng do tác động của vật liệu thô thường có cạnh sắc nhọn. Theo một phương án, ở bước thứ nhất, khung bảo vệ được đặt trên tấm đáy, sau đó vật liệu mầm được cung cấp và tiếp theo vật liệu thô được nạp đầy vào khung bảo vệ. Quy trình nạp đầy có thể được thực hiện bằng cách đổ đơn giản – thậm chí bằng máy - do không cần đảm bảo việc khung còn nguyên vẹn. Bản thân khung có thể đã được đặt trên tấm đáy lúc nạp đầy và bao quanh khung bảo vệ hoặc có thể lấy ra khỏi khung bảo vệ chỉ sau quy trình nạp đầy. Ở trường hợp bất kỳ, khung nằm trên tấm đáy khi khung bảo vệ được lấy ra.

Vì vậy, phương pháp ưu tiên theo sáng chế bao gồm các bước sau:

- A. đặt khung bảo vệ lên trên tấm đáy,
- B. tùy ý nạp đầy vật liệu mầm lên tấm đáy nằm trong khung bảo vệ,
- C. nạp đầy vật liệu thô lên vật liệu mầm,
- D. lấy khung bảo vệ ra,
- E. cung cấp nhiệt, sao cho vật liệu nóng chảy từ đỉnh xuống đáy,
- F. đóng rắn khối nóng chảy để tạo thành sản phẩm tinh thể,

trong đó trong toàn bộ quy trình, phần vật liệu không nóng chảy sẽ lưu lại trên tấm đáy và khung được đặt trên tấm đáy không muộn hơn thời gian nóng chảy của vật liệu thô.

Theo phương án sáng chế, việc cung cấp nhiệt cho nồi nấu hỗn hợp trong khi nóng chảy được thực hiện sao cho vật liệu thô nóng chảy theo hướng về phía tấm đáy từ đỉnh xuống đáy. Phần vật liệu không nóng chảy, gọi là lớp rắn ở đáy, sẽ lưu lại trên tấm đáy. Vì vậy, nhiệt độ ở tấm đáy, tốt hơn là thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của vật liệu. Trong quy trình kết tinh sự phân phối nhiệt độ tốt hơn nếu được thiết lập sao cho sự phát triển tinh thể diễn ra theo hướng từ đáy đến đỉnh.

Do lớp vật liệu rắn ở đáy lưu lại trên tấm đáy của nồi nấu hỗn hợp nên sẽ có một số ưu điểm khác nhau. Một mặt, nồi có thể được chế tạo sao cho không cần đến mối ghép chắc chắn giữa khung và tấm đáy, do lớp vật liệu rắn ở đáy sẽ lấp đầy khoảng trống giữa khung và tấm đáy. Không cần phải thực hiện việc lấp đầy, hình thức phù hợp và/hoặc liên kết vật liệu trước khi bắt đầu quy trình. Ngoài ra, lớp vật liệu rắn ở đáy trên tấm đáy sẽ bảo vệ tấm đáy khỏi tác động của khối nóng chảy. Mặt khác, nó cho phép dùng vật liệu cho tấm đáy mà nếu không sẽ không phù hợp để dùng trong nồi này do thiếu độ bền hoặc nguy cơ nhiễm tạp. Ngoài ra, việc nhiễm tạp của khối nóng chảy tại vùng đáy của nồi nấu hỗn hợp được loại bỏ một cách hiệu quả. Việc này giảm đáng kể các yêu cầu đối với vật liệu làm tấm nền.

Khung và/hoặc khung bảo vệ theo sáng chế tốt hơn là được lắp ráp liền khối hoặc từ các thành phần đơn lẻ. "Nguyên khối" có nghĩa là nó không cần được lắp ráp từ vài thành phần đơn lẻ, mà được làm từ một khối. Khung mở về phía tấm đáy.

Nhìn chung, với phương pháp theo sáng chế bằng cách dùng nồi nấu hỗn hợp theo sáng chế thu được sản phẩm, mà theo quan điểm về sản phẩm trong lĩnh vực kỹ thuật có chất lượng chuẩn hơn với tạp chất ít hơn, ít nhất, tuy nhiên, chất lượng như nhau với giá thành sản xuất giảm. Ngoài ra, được mong đợi rằng với dự tính tăng về kích thước mẻ, các nồi nguyên khối sẽ đạt giới hạn về xử lý an toàn và bậc tự do trong quy trình điều khiển. Sản phẩm theo sáng chế có thể là đơn hoặc đa tinh thể. Phương pháp nhìn chung kinh tế hơn vì hiệu quả vật liệu tăng đáng kể do sự nhiễm bẩn và phát triển tinh thể không mong muốn ít hơn.

Ngoài ra, tấm đáy của nồi có thể được dùng lặp lại, do nó được bảo vệ khỏi sự ăn mòn của khối nóng chảy bằng lớp đáy rắn. Theo phương án ưu tiên của phương pháp theo sáng chế tiếp sau đóng rắn bước loại bỏ sản phẩm được thực hiện, và sau đó khung của nồi nấu hỗn hợp tốt hơn là được thay thế. Tấm đáy có thể tái sử dụng.

Sau khi hoàn thành kết tinh hoặc đóng rắn khối nóng chảy khung có thể được loại bỏ, cụ thể là dỡ bỏ theo hướng lên sao cho vật thể đã hóa rắn hoặc kết tinh ở lại trên tấm đáy và có thể được cung cấp để xử lý tiếp.

Vật liệu gốc của lớp vật liệu rắn ở đáy cũng ngăn ngừa nhiễm bẩn khối nóng chảy bằng vật liệu của tấm đáy. Tốt hơn là nồi nấu hỗn hợp hai bộ phận cung cấp cơ hội và tiếp cận cách nạp vật liệu thô đáng tin cậy hơn, do lớp phủ tấm đáy - ngược lại với tình trạng kỹ thuật - không cần thiết và tốt hơn là không được đề xuất. Các nồi trong lĩnh vực kỹ thuật thường có lớp phủ để ngăn ngừa sự tiếp xúc của khối nóng chảy với nồi. Vì vậy, việc nạp vật liệu thô vào nồi phải được thực hiện rất từ từ để tránh hư hỏng lớp phủ. Theo sáng chế lớp phủ không cần thiết và tốt hơn là vắng mặt. Điều này cũng liên quan đến thực tế rằng vật liệu giòn có thể được dùng cho tấm đáy ít hơn đã dùng trong lĩnh vực kỹ thuật. Nồi gốm đã dùng trong lĩnh vực kỹ thuật có thể dễ dàng bị hư hỏng trong quy trình nạp mà có thể dẫn đến hậu quả tai hại cho nồi.

Theo phương án ưu tiên nồi nấu hỗn hợp ngoài khung bao gồm khung bảo vệ phụ trợ mà chỉ được dùng trong khi nạp đầy vật liệu thô và/hoặc vật liệu mềm. Khung bảo vệ phù hợp với khung về kích thước sao cho nó bảo vệ thành trong của khung khỏi bị hư hỏng trong khi nạp đầy vật liệu thô. Nó tốt hơn là được định hình sao cho phù hợp chính xác với khung về chiều dài và chiều rộng của nó, để nói rằng giữa mặt ngoài của khung bảo vệ và mặt trong của khung khoảng cách tốt hơn là không lớn hơn 15 mm, tốt hơn nữa là không lớn hơn 10 mm và cụ thể tốt hơn là không lớn hơn 5 mm ở lại. Các thành của khung bảo vệ có độ dày tốt hơn là 2 đến 50 mm, tốt hơn nữa là 3 đến 25 mm và cụ thể tốt hơn là 5 đến 15 mm. Độ dày thành này đã được phát hiện là đủ. Khung bảo vệ không nên quá dày để tránh khoảng quá rộng giữa khung và vật liệu đã nạp đầy.

Khung bảo vệ có chiều cao tốt hơn là tương ứng với ít nhất mức nạp đầy của vật liệu thô trong khung. Khung bảo vệ, ví dụ, có thể vượt quá khung về chiều cao, có cùng chiều cao hoặc có thể thấp hơn khung một chút.

Theo phương án ưu tiên của phương pháp này khung bảo vệ được bố trí trong khung trước khi nạp đầy vật liệu thô và/hoặc vật liệu mầm, sao cho khung bảo vệ tốt hơn là cũng được đặt trên tấm đáy. Một cách thay thế, khung bảo vệ cũng có thể được đặt trên tấm đáy trước khi sắp xếp khung. Khung bảo vệ sau đó ở lại trên tấm đáy trong khi nạp đầy vật liệu thô và/hoặc vật liệu mầm, sao cho thành trong của khung được bảo vệ khỏi bị hư hỏng bởi các rìa sắc nhọn của vật liệu thô. Điều này đặc biệt có lợi lớn cho silic có cạnh sắc nhọn làm vật liệu.

Khung bảo vệ tốt hơn là có thể được loại bỏ khỏi vùng trong khung sau khi nạp đầy vật liệu thô và/hoặc vật liệu mầm và cụ thể là trước khi cung cấp nhiệt hoặc quy trình nóng chảy. Khung bảo vệ sau đó chỉ thỏa mãn để bảo vệ khung trong khi nạp đầy vật liệu. Vì vậy, tuổi thọ của khung được kéo dài và nguy cơ nhiễm bẩn của vật liệu nóng chảy giảm. Sau khi loại bỏ khung bảo vệ có khoảng nhỏ ở lại giữa vật liệu đã nạp đầy và thành trong của khung. Tất nhiên, khoảng này đóng trong quy trình nóng chảy.

Bằng việc dùng khung bảo vệ sự nạp đầy tự động của nồi nấu hỗn hợp có thể được thực hiện, do không còn cần thiết nạp đầy đặc biệt cẩn thận. Khung bảo vệ có thể được dùng lặp lại, đặc biệt là nếu nó được làm từ silic, do trong trường hợp này nó sẽ không gây ra sự nhiễm tạp bất kỳ, thậm chí nếu nó bị hư hỏng.

Chính khung bảo vệ có thể được làm từ vật liệu mà chống lại tải cơ từ vật liệu thô sắc. Sẽ không cần thiết phải bền nhiệt, mà nên trơ với vật liệu thô, tức là nó không nên nhiễm tạp. Theo một phương án khung bảo vệ được làm từ vật liệu (như kim loại) được phủ silic, hoặc từ silic. Một cách thay thế, các vật liệu khác có thể được dùng như kim loại được phủ nitrua.

Theo phương án ưu tiên tấm đáy được làm từ vật liệu hỗn hợp, cụ thể là từ vật liệu gradien. Vì vậy, tấm đáy có thể có phân bố độ dẫn nhiệt cụ thể trong vật liệu. Vật liệu hỗn hợp có thể là vật liệu dạng lớp. Tấm đáy có thể có độ dẫn nhiệt khác nhau cục bộ, sao cho có thể được thiết lập các dòng nhiệt khác nhau cục bộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện mặt cắt ngang của nồi nấu hỗn hợp theo sáng chế;

Fig.2, giống fig.1, thể hiện mặt cắt ngang của nồi nấu hỗn hợp theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 thể hiện mặt cắt ngang của nồi nấu hỗn hợp theo sáng chế bao gồm tấm đáy 1 và khung 2 được đặt trên tấm đáy. Trong nồi nấu hỗn hợp có khối nóng chảy 3 và lớp vật liệu rắn ở đáy 4 của vật liệu gốc. Thuật ngữ vật liệu "gốc" có nghĩa là vật liệu giống như vật liệu nóng chảy. Lớp vật liệu rắn ở đáy vì vậy gồm cùng vật liệu như khối nóng chảy trên. Trên fig. này pha nóng chảy được chỉ ra trong phương pháp theo sáng chế. Trong pha nóng chảy nhiệt tốt hơn là được cung cấp cả từ đỉnh $Q_{\text{Đỉnh}}$ và từ đáy $Q_{\text{Đáy}}$. Nhiệt tốt hơn là không được phủ qua khung do nó có độ dẫn nhiệt thấp.

Fig.2 giống fig.1 thể hiện mặt cắt ngang của nồi nấu hỗn hợp theo sáng chế bao gồm tấm đáy 1, khung 2, khối nóng chảy 3 và lớp vật liệu rắn ở đáy 4. Các mũi tên 5 chỉ hướng phát triển tinh thể ở mặt trước kết tinh 6. Trong pha kết tinh, mà được thể hiện trên fig. này, dòng nhiệt thực hiện qua tấm đáy bằng cách kết hợp gia nhiệt và làm mát, mà ở hệ quả thứ nhất dẫn đến sự tạo thành gradien nhiệt độ và hệ quả tiếp theo là đóng rắn có hướng. Nhiệt được cung cấp liên tục từ đỉnh ($Q_{\text{Đỉnh}}$). Sự tản nhiệt qua khung ($Q_{\text{Thành bên}}$) yếu.

Do thực tế rằng khung thể hiện hiệu ứng cách nhiệt, việc nạp năng lượng ở các thành bên rất thấp. Hậu quả là, gradien nhiệt độ đạt được chỉ giữa mặt trước kết tinh và tấm đáy. Sự phát triển tinh thể vì vậy chỉ xảy ra từ đáy lên.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 Tấm đáy
- 2 Khung
- 3 Khối nóng chảy
- 4 Lớp vật liệu rắn ở đáy
- 5 Hướng phát triển tinh thể
- 6 Mặt trước kết tinh

Yêu cầu bảo hộ

1. Nồi nấu hỗn hợp để kết tinh vật liệu, nồi này bao gồm tấm đáy và khung, trong đó tấm đáy và khung được làm từ các vật liệu khác nhau, độ dẫn nhiệt của tấm đáy cao hơn độ dẫn nhiệt của khung và khung được đặt trên tấm đáy, và trong đó không có lớp phủ trên tấm đáy và nồi này được thiết kế sao cho lớp vật liệu rắn ở đáy của vật liệu gốc có thể được tạo thành trên tấm đáy, bảo vệ tấm đáy khỏi tác động của khối nóng chảy, và trong đó khung được đặt trên tấm đáy mà không cần tạo ra mối ghép cứng, phù hợp về mặt hình dáng hoặc liên kết vật liệu giữa khung và tấm đáy trước khi dùng nồi.
2. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 1, trong đó tấm đáy có độ dẫn nhiệt cao hơn độ dẫn nhiệt của khung với hệ số nhỏ nhất bằng 1,1.
3. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 1, trong đó tấm đáy được làm từ vật liệu gradient.
4. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 1, trong đó tấm đáy có độ dẫn nhiệt cục bộ khác nhau, sao cho có thể tạo ra các dòng nhiệt cục bộ khác nhau.
5. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 1, trong đó khung có độ dẫn nhiệt ở 0°C không lớn hơn $5 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$.
6. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 1, trong đó tấm đáy có độ dẫn nhiệt ở 0°C thấp nhất là $40 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$.
7. Phương pháp sản xuất vật liệu tinh thể bao gồm các bước:
 - a. nạp đầy vật liệu thô, cụ thể là vật liệu thô silic, vào nồi nấu hỗn hợp theo điểm 1 bao gồm tấm đáy và khung, trong đó tấm đáy và khung được làm từ các vật liệu khác nhau, độ dẫn nhiệt của tấm đáy cao hơn độ dẫn nhiệt của khung và khung này được đặt trên tấm đáy, và trong đó không có lớp phủ trên tấm đáy và nồi này được thiết kế sao cho lớp vật liệu rắn ở đáy của vật liệu gốc có thể được tạo thành trên tấm đáy, bảo vệ tấm đáy khỏi tác động của khối nóng chảy, và trong đó khung được đặt trên tấm đáy mà không cần tạo ra mối ghép cứng, phù hợp về mặt hình dáng hoặc liên kết vật liệu giữa khung và tấm đáy trước khi dùng nồi,
 - b. cấp một phần nhiệt cho nồi hỗn hợp, sao cho vật liệu thô nóng chảy từ đỉnh xuống đáy,

c. đóng rắn định hướng khối nóng chảy để tạo thành sản phẩm tinh thể, và trong đó một phần vật liệu không được nóng chảy lưu lại trên tấm đáy trong toàn bộ quy trình.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước sau đây, trước bước a):

đưa vật liệu mềm, bao gồm vật liệu giống như vật liệu thô, mà được lựa chọn sao cho vật liệu này không hóa lỏng hoặc không hóa lỏng hoàn toàn trong quy trình nóng chảy và nó lưu lại làm lớp vật liệu rắn ở đáy hoặc một phần vật liệu không nóng chảy trên tấm đáy.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó khung bảo vệ bổ sung được bố trí trên tấm đáy trước bước nạp đầy.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó khung bảo vệ được đặt trên tấm đáy trước khi đặt khung lên trên tấm đáy.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó khung bảo vệ được lấy ra trước khi cung cấp nhiệt.

12. Phương pháp theo điểm 7, trong đó khung được thay thế sau khi lấy vật liệu tinh thể ra và phương pháp này sau đó được thực hiện lại với khung mới.

13. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 5, trong đó khung có độ dẫn nhiệt ở 0°C không lớn hơn $3 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$.

14. Nồi nấu hỗn hợp theo điểm 6, trong đó tấm đáy có độ dẫn nhiệt ở 0°C thấp nhất là $50 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$.

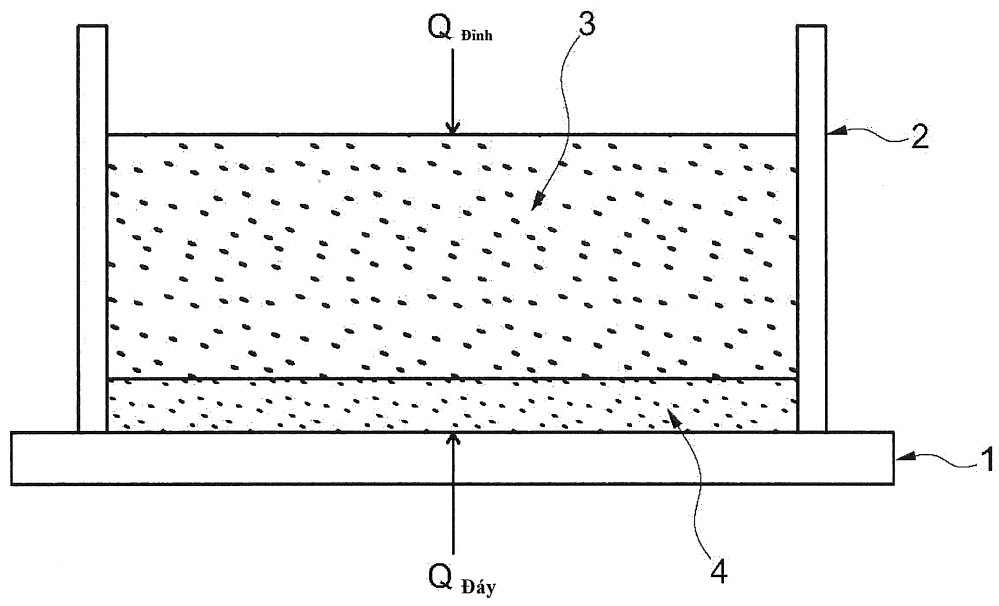


Fig. 1

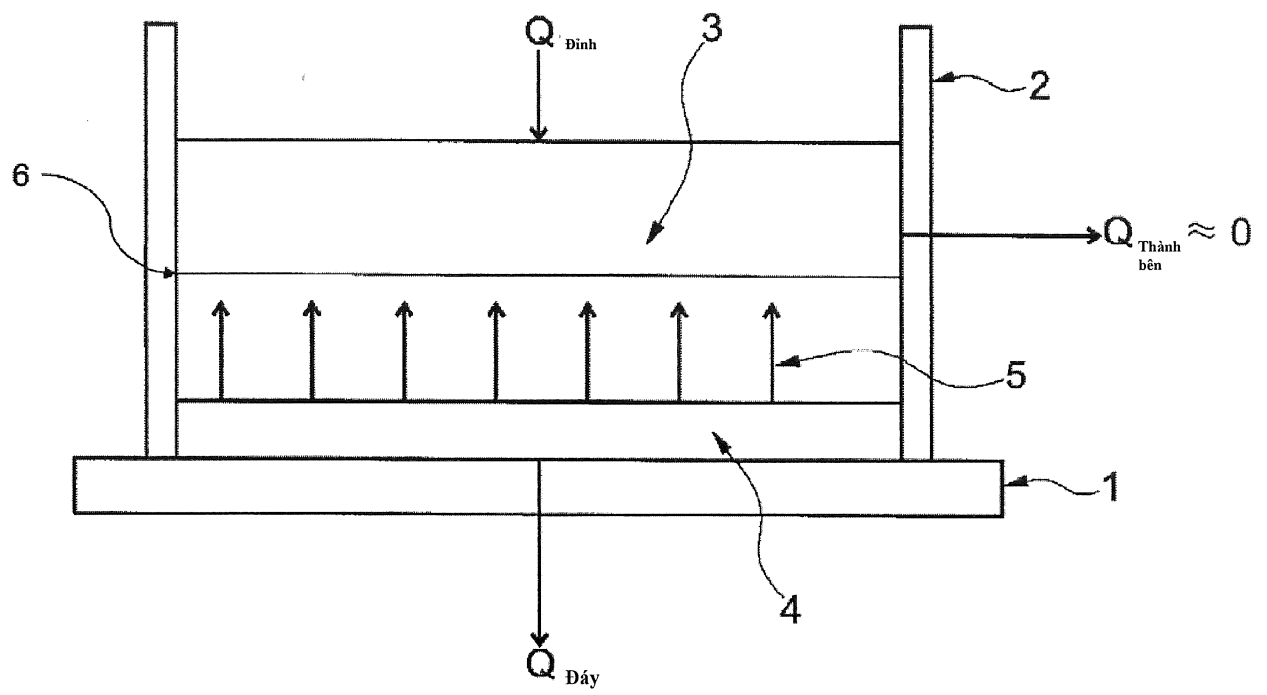


Fig. 2