



(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)



1-0025526

(51)⁷ C30B 11/00; F28F 3/04; H01L 23/367; (13) B
C30B 29/06

(21) 1-2013-02017

(22) 29/11/2011

(86) PCT/EP2011/071290 29/11/2011

(87) WO2012/072633 07/06/2012

(30) FR 10 59867 29/11/2010 FR

(45) 25/09/2020 390

(43) 25/09/2013 306A

(73) COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES
ALTERNATIVES (FR)

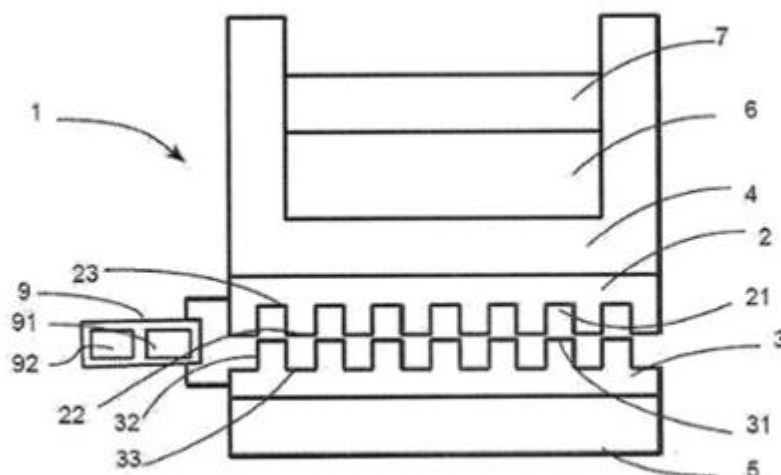
Bâtiment "Le Ponant D" - 25, rue Leblanc - 75015 Paris - France

(72) PIHAN, Etienne (FR); CAMEL, Denis (FR); COUDURIER, Nicolas (FR).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Phạm Anh Nguyên (ANPHAMCO CO.,LTD.)

(54) BỘ TRAO ĐỔI NHIỆT DÙNG CHO HỆ THỐNG THIẾT BỊ ĐỂ HÓA CỨNG
VÀ/HOẶC KẾT TINH VẬT LIỆU BÁN DẪN

(57) Sáng chế đề cập đến bộ trao đổi nhiệt (1) dùng cho hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn bao gồm bộ phận thứ nhất (2) và bộ phận thứ hai (3), bộ phận thứ nhất và thứ hai dịch chuyển tương đối với nhau, khác biệt ở chỗ, bộ phận thứ nhất bao gồm kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng (21) và bộ phận thứ hai bao gồm kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng (31), kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng được thiết kế để phối hợp với kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực hóa cứng định hướng vật liệu bán dẫn trong chén nung hoặc khuôn với sự thải nhiệt thông qua đáy chén nung hoặc khuôn. Tốt hơn là, liên quan đến vật liệu có ẩn nhiệt lớn hơn 10^9 J/m^3 và/hoặc độ dẫn nhiệt thấp hơn $50 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ trong pha rắn và/hoặc cặp vật liệu/chén nung có một điện trở nhiệt lớn hơn $0,01^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2/\text{W}$. Cụ thể, sáng chế đề cập đến bộ trao đổi nhiệt cho phép vật liệu chứa trong chén nung hoặc khuôn được làm lạnh, đặc biệt là vật liệu bán dẫn dùng cho ứng dụng quang điện. Sáng chế cũng đề cập đến quy trình hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn sử dụng bộ trao đổi nhiệt này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các quá trình hóa cứng định hướng trong chén nung vật liệu có nhiệt độ nóng chảy cao ($>1000^\circ\text{C}$), ví dụ như trong quá trình phát triển của thỏi đa tinh thể silic quang điện, quá trình hóa cứng định hướng được tạo ra bởi một bộ làm mát được kiểm soát của phần đáy chén nung. Như thể hiện trong Hình 1, trong tình trạng kỹ thuật, thông lượng nhiệt được tạo ra bởi bức xạ từ một bộ phận được lắp ráp đặt dưới chén nung (thường là bộ phận đỡ ở chén nung). Cụ thể hơn, vật liệu trong pha lỏng M_L và pha rắn M_S , được hóa cứng một phần theo cách định hướng, được chứa trong chén nung Cr có chỗ hở ở trên đỉnh. Chén nung được đặt trên một khối lắp ráp nóng S_R có khả năng được sử dụng như là một giá đỡ cơ học cho nó. Bộ lắp ráp nóng truyền thông lượng nhiệt được tạo ra từ các vật liệu đến bộ lắp ráp lạnh S_F thông qua thiết bị cho phép sự trao đổi nhiệt giữa bộ lắp ráp nóng và bộ lắp ráp lạnh được kiểm soát. Việc kiểm soát sự trao đổi nhiệt xảy ra, ví dụ, bởi bức xạ thông qua yếu tố F_V xác định sự bức xạ (thông qua tỉ lệ bức xạ). Một cách hỗ trợ, việc kiểm soát sự trao đổi nhiệt cũng có thể xảy ra, ví dụ, thông qua sự dẫn nhiệt giữa bộ lắp ráp nóng và lạnh.

Giá trị giới hạn trên của thông lượng nhiệt tạo ra được xác định bởi các nguyên tắc trao đổi nhiệt, bởi các diện tích bề mặt của bộ lắp ráp nóng S_R và của bộ lắp ráp lạnh S_F , bởi hệ số quan sát giữa bộ lắp ráp nóng S_R và bộ lắp ráp lạnh S_F , bởi các thuộc tính của vật liệu được sử dụng (dẫn nhiệt, phát xạ) và bởi nhiệt độ của các bộ

lắp ráp, mà các nhiệt độ này là không độc lập với các thông lượng nhiệt tạo ra. Thông lượng nhiệt tạo ra từ vật liệu (pha lỏng M_L và pha rắn M_S) trong bất kỳ trường hợp nào cũng thấp hơn thông lượng nhiệt được tạo từ bộ lắp ráp đặt dưới chén nung.

Giá trị giới hạn dưới của thông lượng nhiệt tạo ra được xác định hoặc bằng sự cách ly mà phương tiện thực hiện nó phụ thuộc vào các nguyên tắc vật lý được sử dụng để tạo ra (màn chắn cho bức xạ, mà bỏ qua sự tiếp xúc dùng cho việc dẫn), hoặc bằng cách đưa thêm nhiệt vào bằng cách nung nóng các bộ lắp ráp nóng. Trong trường hợp sau này, thông lượng nhiệt vẫn tạo ra từ bộ lắp ráp nóng nhưng nó có thể loại bỏ hoặc giảm thiểu đáng kể thông lượng nhiệt giữa chén nung C_R và bộ lắp ráp nóng và do đó loại bỏ hoặc giảm thiểu đáng kể thông lượng nhiệt thoát ra từ vật liệu.

Việc thực hiện sự thải nhiệt hiệu quả nhất nằm ở chỗ:

- giới hạn dưới càng thấp càng tốt,
- giới hạn trên càng cao càng tốt, và
- khoảng điều chỉnh càng liên tục càng tốt giữa hai giới hạn này bằng cách sử dụng phương tiện khả thi có thể kiểm soát được một cách dự đoán và lặp lại, ở trường hợp lý tưởng mà không hao phí thêm.

Nói cách khác, sự thải nhiệt (hoặc thông lượng nhiệt thoát ra từ vật liệu) có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi thông lượng nhiệt trên một phạm vi có thể thực hiện được, điều này có khả năng liên quan đến việc sử dụng chén nung hoặc vật liệu đặc biệt để đạt đến các phạm vi giới hạn.

Tất cả các hệ thống thiết bị công nghiệp hoặc phòng thí nghiệm đã biết được sử dụng trong lĩnh vực hóa cứng định hướng silic cho các ứng dụng quang điện có điểm chung là chúng cho phép điều chỉnh thông lượng nhiệt thải thông qua thiết bị xử lý dưới chén nung, hoặc là:

- Chủ yếu dùng bằng bức xạ, cụ thể là các điều chỉnh được thực hiện thông qua:
 - + chuyển động của màn chắn (ví dụ trên thiết bị DSS450HP đã có trên thị trường của công ty GT Solar International, Inc.) xác định yếu tố quan sát giữa bề mặt bức xạ của các bộ lắp ráp nóng và bề mặt của bộ lắp ráp lạnh,

- + chuyển động của bề mặt bức xạ của bộ lắp ráp nóng (ví dụ trên thiết bị Heat Exchanger Method đã có trên thị trường của công ty Crystal Systems, Inc) so với bề mặt của bộ lắp ráp lạnh, bức xạ xảy ra chẳng hạn thông qua màn chắn,
- + kiểm soát nhiệt độ của bộ lắp ráp nóng dưới chén nung bằng cách nung nóng (ví dụ trên thiết bị SCU400 cộng hoặc SCU800 đã có trên thị trường của công ty ALD Vacuum Technologies GmbH) cho hệ thống thiết bị thải cố định ở các điều kiện thải ở giới hạn trên, nói cách khác là sự thải không điều chỉnh bởi thông lượng nhiệt cung cấp theo chén nung để thải nhiệt ít hơn từ các vật liệu.

- Chủ yếu do dẫn truyền, cụ thể là các điều chỉnh được thực hiện thông qua:
 - + kiểm soát nhiệt độ của bộ lắp ráp lạnh dưới chén nung bằng cách châm chất lỏng tương đối lạnh vào sau cùng (ví dụ trên thiết bị Helium Cooled Heat Exchanger Method đã có trên thị trường của công ty Crystal Systems, Inc)
 - + chuyển động đưa bộ lắp ráp nóng và bộ lắp ráp lạnh tiếp xúc thông qua điện trở kiểm soát nhiệt.

Trong loại thứ nhất của thiết bị, sự biến thiên của thông lượng nhiệt thu được bởi biến thiên của diện tích bề mặt trao đổi của bức xạ và thông lượng nhiệt tối đa bị hạn chế bởi diện tích bề mặt trao đổi tối đa mà gần nhất với diện tích bề mặt của mặt cắt ngang của bộ lắp ráp nóng.

Trong loại thứ hai của thiết bị, sự biến thiên của thông lượng nhiệt trao đổi bởi dẫn truyền/đối lưu nhiệt thu được trong trường hợp thay đổi dòng chảy của chất lỏng, và, trong trường hợp khác, bởi sự thay đổi của độ dày của khí phân cách hai bản dẫn điện. Thông lượng nhiệt tối đa sau đó được giới hạn bằng lưu lượng tối đa, độ dẫn điện và nhiệt dung của chất lỏng, hoặc do điện trở nhiệt giữa hai tấm được đưa vào tiếp xúc, cuối cùng là do những khiếm khuyết không thể tránh khỏi trong tính phẳng của hai bề mặt đối lập.

Các hệ thống thiết bị hiện tại không cho phép thông lượng nhiệt tối đa đủ cao để có thể thu được ở nhiệt độ thấp trong khi đồng thời cung cấp sự cách nhiệt tốt ở nhiệt độ cao. Vấn đề là để có thể duy trì lượng thải nhiệt cao dưới chén nung khi chiều cao của vật liệu được hóa cứng là đáng kể hoặc khi chén nung là một vật cách nhiệt tốt. Nói cách khác, vấn đề nằm ở việc gia tăng thông lượng nhiệt có thể được thải từ vật liệu được hóa cứng trong khi nhiệt độ của vật liệu là tương đối thấp. Ví dụ, trong trường hợp của thỏi silic đa tinh thể với chiều cao từ 20 đến 45 cm với

chén nung silica 20 mm, thông lượng nhiệt thải bởi bề mặt bức xạ trong phạm vi 800-1000°C là giới hạn. Điều này hạn chế gradient nhiệt và tốc độ hóa cứng.

Giải pháp cho vấn đề có thể hình dung theo đó diện tích bề mặt bức xạ của giá đỡ chén nung được tăng lên bằng cách tăng kích thước sau:

- Các bề mặt bức xạ của mặt cắt ngang của giá đỡ chén nung có thể tăng chừng nào bề mặt lạnh thích ứng được. Việc này có thiếu sót hạn chế quá trình thải nhiệt ở hai bên và đưa vào sự không đồng nhất. Kỹ thuật này còn có thiếu sót của việc thêm một điện trở nhiệt bởi dẫn truyền để độ dày của giá đỡ chén nung tăng lên.

- Chiều rộng và do đó diện tích bề mặt bức xạ ở đáy giá đỡ chén nung có thể được tăng lên. Tuy nhiên, khối bộ trao đổi nhiệt không thể rộng hơn nhiều so với chén nung và vì thế rộng hơn so với thời mà không hại cho tính đồng nhất của việc thải nhiệt. Các yếu tố làm tăng thông lượng nhiệt bằng cách tăng diện tích bề mặt do đó vẫn còn hạn chế trong lựa chọn này.

Trong các hệ thống thiết bị hiện có, sự phân bố của thông lượng nhiệt ở mặt dưới của chén nung được áp dụng theo phương pháp lựa chọn để tăng thông lượng nhiệt, và do đó có liên quan trực tiếp đến giá trị được chọn của thông lượng nhiệt. Tuy nhiên, thông số này đóng một vai trò cụ thể trong mỗi giai đoạn của quá trình (tạo mầm, kết tinh, làm mát pha rắn), như vậy có lợi là có thể thay đổi sự phân bố này từ một giai đoạn của quá trình đến giai đoạn tiếp theo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất bộ trao đổi nhiệt cho phép khắc phục các vấn đề tồn tại nêu trên và hoàn thiện bộ trao đổi nhiệt đã biết trong tình trạng kỹ thuật. Cụ thể, sáng chế đề xuất bộ trao đổi nhiệt cho phép điều chỉnh đơn giản và chính xác và/hoặc kiểm soát thông lượng nhiệt thải từ chén nung hoặc từ khuôn, đặc biệt là cho ứng dụng hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn sử dụng trong lĩnh vực năng lượng quang điện. Thêm nữa, sáng chế đề xuất quy trình hóa cứng và/hoặc kết tinh sử dụng bộ trao đổi nhiệt này.

Theo sáng chế, bộ trao đổi nhiệt, đặc biệt là bộ trao đổi nhiệt cho hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn, bao gồm bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai, bộ phận thứ nhất và thứ hai chuyển động tương đối với nhau. Bộ phận thứ nhất bao gồm kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng và bộ phận thứ hai bao

gồm kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng, kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng được thiết kế để phối hợp với kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng.

Bộ trao đổi nhiệt có thể bao gồm chi tiết để dịch chuyển bộ phận thứ nhất tương đối so với bộ phận thứ hai cho phép thông lượng nhiệt trao đổi được kiểm soát hoặc điều chỉnh, đặc biệt là thông lượng nhiệt trao đổi giữa bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai.

Chi tiết dịch chuyển có thể bao gồm bộ điều chỉnh để điều chỉnh khoảng cách giữa bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai dựa theo thông lượng nhiệt trao đổi mong muốn, nói cách khác theo thông lượng nhiệt mà cho phép đi qua bộ trao đổi nhiệt, hoặc sẽ được tạo ra từ khuôn hoặc chén nung hóa cứng và/hoặc kết tinh.

Bộ điều chỉnh cho phép bộ phận thứ nhất và thứ hai được đặt ở ít nhất hai khoảng cách khác nhau để có được ít nhất hai thông lượng nhiệt trao đổi khác nhau hoặc ít nhất là hai hệ số trao đổi khác nhau của bộ trao đổi nhiệt hoặc hai hệ số trao đổi khác nhau.

Bộ điều chỉnh cho phép khoảng cách giữa hai bộ phận phải liên tục thay đổi giữa vị trí thứ nhất mà có diện tích bề mặt trao đổi là mức tối thiểu và vị trí thứ hai mà có diện tích bề mặt trao đổi là tối đa.

Kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng có thể bao gồm các phần lõm vào và các phần nhô ra và kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng có thể bao gồm các phần lõm vào và các phần nhô ra.

Rãnh của các phần nhô ra và các phần lõm vào có thể biến đổi theo một kích thước của bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai.

Chiều cao của các phần nhô ra có thể biến đổi theo một kích thước của ít nhất một trong số các bộ phận thứ nhất và thứ hai.

Các kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai của dạng sóng có thể kết hợp bằng cách lồng các phần nhô ra vào các phần lõm vào.

Kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng có thể có các phần nhô ra với mặt bên nghiêng song song với mặt bên nghiêng của các phần lõm vào của kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng.

Các kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai của dạng sóng có thể có cấu trúc hình hộp, đặc biệt là cấu trúc được bố trí theo trục dọc tương tự.

Các phần nhô ra của kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng có thể được bọc bằng vật liệu thứ nhất thể hiện đặc tính nhiệt mà khác so với vật liệu hợp thành phần còn lại của bộ phận thứ nhất, đặc biệt biểu hiện đặc tính cách nhiệt.

Các phần nhô ra của kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng có thể được bọc bằng vật liệu thứ hai thể hiện đặc tính nhiệt mà khác so với vật liệu hợp thành phần còn lại của bộ phận thứ hai, đặc biệt là biểu hiện đặc tính cách nhiệt.

Các vật liệu các bộ phận thứ nhất và thứ hai có thể có những đặc điểm nhiệt khác.

Bộ phận thứ nhất có thể được thiết kế để liên kết bằng nhiệt với một chén nung hoặc một khuôn và bộ phận thứ hai có thể được thiết kế để liên kết bằng nhiệt với một nguồn lạnh.

Bộ trao đổi nhiệt có thể bao gồm chi tiết thứ nhất để bao gồm bộ điều chỉnh độ dày khí giữa chén nung và bộ phận thứ nhất và/hoặc có thể bao gồm chi tiết thứ hai bao gồm bộ điều chỉnh độ dày khí giữa nguồn lạnh và bộ phận thứ hai.

Ít nhất là một trong các phần nhô ra của bộ phận thứ nhất và/hoặc của bộ phận thứ hai có thể được đo đặc để tiếp xúc với phần đáy của các phần lõm vào của bộ phận thứ hai và/hoặc của bộ phận thứ nhất ở một vị trí tương đối đặc biệt của bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai

Theo sáng chế, hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn bao gồm bộ trao đổi nhiệt như mô tả trên đây.

Theo sáng chế, quy trình hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn sử dụng bộ trao đổi nhiệt như mô tả ở trên và bao gồm các bước:

- định vị bộ phận thứ nhất tương đối với bộ phận thứ hai, và
- truyền nhiệt từ chén nung tới nguồn lạnh, thông qua các bộ phận thứ nhất và thứ hai của bộ trao đổi nhiệt.

Giai đoạn định vị có thể được thực hiện trong giai đoạn truyền nhiệt.

Hệ số trao đổi có thể thay đổi giữa lúc bắt đầu và kết thúc của quá trình hóa cứng và/hoặc kết tinh. Với mục đích này, vị trí tương đối của hai bộ phận có thể thay đổi trong quá trình hóa cứng và/hoặc kết tinh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ đi kèm minh họa các phương án khác nhau của bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế theo cách ví dụ.

Hình 1 là sơ đồ thiết bị trao đổi nhiệt đã được biết đến trong tình trạng kỹ thuật.

Hình 2 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Hình 3 là sơ đồ chi tiết bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ nhất của sáng chế, bộ trao đổi nhiệt được thể hiện trong hai cấu hình.

Hình 4 là biểu đồ minh họa sự biến đổi của nhiệt độ dưới một chén nung như một hàm số của độ cao của các phần nhô ra của các bộ phận thứ nhất và thứ hai.

Hình 5 là biểu đồ minh họa sự biến đổi của nhiệt độ dưới một chén nung như một hàm số của tỷ lệ diện tích bề mặt của các phần thẳng của các phần nhô ra của bộ phận thứ hai so với diện tích bề mặt của các phần thẳng của các phần nhô ra trong những bộ phận thứ nhất, cho bốn giá trị của thông lượng nhiệt.

Hình 6 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ hai của sáng chế.

Hình 7 là biểu đồ minh họa sự biến đổi của thông lượng nhiệt chuyển qua bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế như một hàm số của các vị trí tương đối của các bộ phận thứ nhất và thứ hai, trong bảy giá trị đưa ra của nhiệt độ chén nung.

Hình 8 là biểu đồ minh họa sự biến đổi của thông lượng nhiệt tối đa chuyển qua bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế và thông qua bộ trao đổi nhiệt được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này như một hàm của nhiệt độ chén nung.

Hình 9 là biểu đồ minh họa sự biến đổi của thông lượng nhiệt tối thiểu chuyển qua bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế và thông qua bộ trao đổi nhiệt được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này như một hàm của nhiệt độ chén nung.

Hình 10 là biểu đồ minh họa các biến thể của biên độ của hệ số trao đổi cấp phát bởi bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này như một hàm của nhiệt độ chén nung.

Hình 11 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ ba của sáng chế.

Hình 12 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ năm của sáng chế.

Hình 13 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ sáu của sáng chế.

Hình 14 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ bảy của sáng chế.

Hình 15 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ tám của sáng chế.

Hình 16 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ chín của sáng chế.

Hình 17 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ mười của sáng chế.

Hình 18 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ mười hai của sáng chế.

Hình 19 là sơ đồ bộ trao đổi nhiệt theo phương án thứ mười ba của sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thứ nhất của bộ trao đổi nhiệt 1 thể hiện trong Hình 2 được mô tả sau đây. Trang bị một hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn, đặc biệt là vật liệu bán dẫn quang điện. Hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh là một phần của lò sấy.

Hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc hệ thống thiết bị để kết tinh bao gồm chén nung 4 (hoặc khuôn) được thiết kế để chứa vật liệu 6, 7 được hóa cứng và/hoặc kết tinh, nguồn lạnh 5 được thiết kế để làm mát chén nung và bộ trao đổi nhiệt 1 được thiết kế để điều chỉnh thông lượng nhiệt chuyển từ chén nung tới nguồn lạnh. Vật liệu có thể biểu hiện một pha lỏng 7 và một pha rắn 6.

Bộ trao đổi nhiệt bao gồm bộ phận thứ nhất 2 và bộ phận thứ hai 3. Bộ trao đổi nhiệt cũng bao gồm một phương tiện hoặc chi tiết dùng cho việc dịch chuyển bộ phận thứ nhất tương đối so với bộ phận thứ hai. Bộ phận thứ nhất bao gồm kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng 21 và bộ phận thứ hai bao gồm kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng 31. Kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng được thiết kế để phối hợp với các kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng. Tốt hơn là, các kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai của dạng sóng kết hợp bằng cách lồng nhau. Ví dụ, các kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai của dạng sóng có thể bù nhau.

Ở vị trí tương đối thứ nhất của bộ phận thứ nhất và thứ hai, bộ trao đổi nhiệt thể hiện hệ số trao đổi thứ nhất và, ở vị trí tương đối thứ hai của bộ phận thứ nhất và thứ hai, bộ trao đổi nhiệt thể hiện hệ số trao đổi thứ hai, khác với hệ số trao đổi thứ nhất. Thật vậy, giữa hai vị trí tương đối, các khu vực của các bề mặt đối lập của bộ phận thứ nhất và thứ hai là khác nhau, từ đó suy ra hệ số trao đổi là khác nhau. Đặc biệt, các khu vực của các bề mặt đối lập của bộ phận thứ nhất và thứ hai là khác nhau, vì các khu vực của các bề mặt ngang đối diện của các phần nhô ra là khác nhau.

Các chi tiết dịch chuyển 9 cho phép bộ phận thứ nhất và thứ hai được dịch chuyển, đặc biệt là dịch chuyển tịnh tiến, tương đối với nhau. Chi tiết này bao gồm thiết bị truyền động 91.

Bộ trao đổi nhiệt theo các sáng chế cho phép thông lượng nhiệt được thải từ chén nung hoặc từ khuôn được kiểm soát.

Như đã thấy trước đây, các chi tiết để dịch chuyển bộ phận thứ nhất tương đối so với bộ phận thứ hai cho phép thông lượng nhiệt trao đổi, đặc biệt là một thông lượng nhiệt trao đổi giữa các bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai phải được kiểm soát hoặc điều chỉnh, cụ thể là bằng cách điều chỉnh hệ số truyền nhiệt của bộ trao đổi nhiệt.

Tốt hơn là, các chi tiết dịch chuyển bao gồm bộ điều chỉnh 92 cho phép khoảng cách giữa bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai được điều chỉnh theo thông lượng nhiệt trao đổi mong muốn, nói cách khác theo thông lượng nhiệt mà cho phép đi qua bộ trao đổi nhiệt, hoặc được thải từ khuôn hoặc chén nung hóa cứng và/hoặc sự kết tinh. Tốt hơn là, bộ điều chỉnh kiểm soát hoặc dẫn động thiết bị truyền động tại vị trí mà các bộ phận thứ nhất và thứ hai tương đối với nhau. Tùy thuộc vào một thông lượng nhiệt trao đổi mong muốn thông qua bộ trao đổi nhiệt hoặc phụ thuộc vào một hệ số trao đổi mong muốn, bộ điều chỉnh sẽ xác định một lệnh điều khiển và cung cấp lệnh này đến các thiết bị truyền động. Bằng cách thực hiện lệnh này, các thiết bị truyền động định vị các bộ phận thứ nhất và thứ hai một cách thích hợp để đạt được thông lượng nhiệt trao đổi mong muốn thông qua bộ trao đổi nhiệt hoặc hệ số trao đổi mong muốn.

Bộ điều chỉnh có thể bao gồm các chi tiết điều chỉnh cho phép sự điều chỉnh vòng lặp mở hoặc sự điều chỉnh vòng lặp kín được thực hiện.

Bộ điều chỉnh cho phép khoảng cách giữa hai bộ phận phải liên tục thay đổi giữa vị trí thứ nhất, mà có diện tích bề mặt trao đổi là mức tối thiểu, và vị trí thứ hai mà có diện tích bề mặt trao đổi là tối đa.

Bộ trao đổi nhiệt cho phép phạm vi của giá trị của thông lượng nhiệt, nó có thể thải từ các vật liệu thông qua chén nung hoặc khuôn, để được nâng cao vượt ra ngoài hạn chế của hệ thống thiết bị hiện tại. Bằng cách mở rộng phạm vi này, nó có thể tăng lợi suất vật liệu và năng suất thông qua chiều cao của thỏi hóa cứng và/hoặc tốc độ hóa cứng. Nó cũng có thể để nâng cao tiêu chuẩn chất lượng nhất định bằng cách lựa chọn, cho tốc độ và chiều cao kết tinh giống hệt nhau, để tăng gradient nhiệt trong vật liệu và do đó để kiểm soát tốc độ tỷ lệ kết tinh/gradient nhiệt tại bề mặt rắn-lỏng trong một phạm vi rộng hơn.

Đặc biệt, bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế này cho phép nhiệt được thải từ loại vật liệu được hóa cứng, đặc biệt là nhiệt từ các vật liệu trong quá trình kết tinh của nó thành thỏi ở nhiệt độ cao. Bộ trao đổi nhiệt cho phép:

- hệ số trao đổi của bộ trao đổi nhiệt được thay đổi giữa lúc bắt đầu và kết thúc của sự kết tinh (ví dụ, cho silic, giữa 1400°C và 600°C cho nhiệt độ của các bộ phận

thứ nhất). Ở nhiệt độ cao, bức xạ tự nhiên tạo ra thông lượng nhiệt cao: bộ trao đổi nhiệt sau đó được cài đặt ở một vị trí sao cho hệ số trao đổi thấp (ví dụ ít hơn $30 \text{ Wm}^{-2}.\text{°C}^{-1}$) bằng cách dịch chuyển các bộ phận thứ nhất và thứ hai tách ra. Ngược lại, ở nhiệt độ thấp, bức xạ tạo ra luồng nhiệt rất thấp. Bộ trao đổi nhiệt được cài đặt ở một vị trí sao cho hệ số trao đổi cao (ví dụ lớn hơn $60 \text{ Wm}^{-2}.\text{°C}^{-1}$) bằng cách đưa các bộ phận thứ nhất và thứ hai gần nhau hơn. Như vậy, lưu lượng nhiệt tạo ra có thể được duy trì liên tục nhất có thể.

- sự phân bố không gian của các hệ số trao đổi của bộ trao đổi nhiệt để được lựa chọn.

Cho mục đích này:

- bộ trao đổi nhiệt bao gồm bộ phận thứ nhất (bộ phận nóng) có kết nối nhiệt với chén nung hoặc khuôn, và bộ phận thứ hai (bộ phận lạnh) có kết nối với một nguồn nhiệt lạnh như một bể nước,
- các mẫu hình hoặc kiểu mẫu dạng sóng, đặc biệt là với hình dạng phức tạp, được hình thành tại các mặt đối lập của các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Hình dạng của những mẫu hình có thể được đặc trưng bởi sự phát triển bề mặt của chúng và/hoặc phân bố không gian của chúng và/hoặc độ sâu của chúng,
- một chuyển động tương đối của các bộ phận thứ nhất và thứ hai cho phép diện tích bề mặt trao đổi giữa hai bộ phận phải liên tục thay đổi, giữa vị trí cách nhiệt, mà có diện tích bề mặt trao đổi là tối thiểu (bộ phận cách nhau đều đặn), và vị trí dẫn nhiệt có bề mặt này diện tích tối đa (bộ phận lồng vào nhau),
- tùy chọn, mỗi bộ phận thứ nhất và thứ hai bao gồm hai loại vật liệu cho phép các chức năng cách nhiệt và dẫn nhiệt phải thoả mãn. Sự lai hóa này cho phép tất cả các thuộc tính của thiết bị trao đổi được liệt kê trên đây được tăng cường,
- tùy chọn, bộ phận thứ hai có thể được tách ra từ nguồn lạnh để tăng cường chức năng cách nhiệt hoặc các bộ phận thứ nhất có thể được tách ra từ chén nung để tăng cường chức năng cách nhiệt.

Sự hình thành của các mẫu hình hoặc kiểu mẫu dạng sóng ở hai mặt đối lập của các bộ phận thứ nhất và thứ hai và sự dịch chuyển tương đối của các bộ phận thứ nhất và thứ hai cho phép, như minh họa trong hình 3, diện tích bề mặt trao đổi được hình thành mà có một diện tích lớn hơn đáng kể diện tích của một phần thẳng ngang của một trong số các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Tỷ lệ giữa các khu vực này có thể ví dụ như là từ 1 đến 10.

Sáng chế này cho phép thông lượng nhiệt trao đổi bởi bức xạ được thay đổi đến các giá trị lớn hơn nhiều so với các thiết bị đã biết. Ngoài ra, nó cho phép một đóng góp cho việc trao đổi bằng dẫn nhiệt/đối lưu trong khí nằm giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai được thêm vào. Phần đóng góp này có thể điều chỉnh bằng cách lựa chọn những khe hở giữa những mặt đối lập của các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Phạm vi của các thông lượng nhiệt tiếp cận có thể được điều chỉnh bởi sự lựa chọn của hình dạng, thông lượng nhiệt tối đa thải bởi bức xạ tùy thuộc vào diện tích bề mặt trao đổi tối đa và sự đóng góp của sự chuyển đổi bằng cách dẫn nhiệt bổ sung phụ thuộc vào độ dày của khe hở giữa các bề mặt đối lập của các bộ phận thứ nhất và thứ hai và về sự dẫn nhiệt của khí giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Phạm vi này cũng có thể được điều chỉnh bởi sự lựa chọn của tính chất của vật liệu cho các bộ phận đối lập thứ nhất và thứ hai, để thích ứng với độ dẫn nhiệt và phát xạ của chúng, và cũng là sự lựa chọn của tính chất của khí lấp đầy khoảng trống giữa các bề mặt. Các bộ phận cũng có thể bao gồm một sự kết hợp của các vật liệu khác nhau. Như vậy, bằng sự dịch chuyển tương đối đơn giản của hai bộ phận đối lập, sự gia tăng kiểm soát được thực hiện, cho đến một yếu tố có thể vượt quá 10, trong thông lượng nhiệt thải tại nhiệt độ đưa ra từ bộ phận thứ nhất. Do đó thông lượng nhiệt tối đa có thể lớn hơn, lên đến một yếu tố 10, so với thải theo các điều kiện bình thường của sự trao đổi bởi bức xạ giữa các bộ phận có bề mặt bằng. Yếu tố này lại có thể được tăng lên rất nhiều bởi điều kiện chấp nhận (khoảng cách và tính chất của khí) mà sự đóng góp của sự chuyển đổi bởi dẫn nhiệt/đối lưu thông qua các lớp mỏng khí còn lại giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai trở nên đáng kể.

Để đạt được các thông lượng nhiệt tối đa được đặt mục tiêu, hình dạng của các mẫu hình hoặc phải đáp ứng tiêu chí rõ ràng:

- nếu các phần nhô ra (ví dụ như nôm) là quá dài, khả năng chịu nhiệt được tăng lên cho chiều dài của vật liệu, và nếu các phần nhô ra là quá ngắn, diện tích khu vực bề mặt trao đổi là hầu như không tăng đối với khu vực của diện tích bề mặt

trao đổi S0 giữa hai bộ phận mặt bằng. Như thể hiện trong hình 4, chiều cao tối ưu của các phần nhô ra biến đổi theo một hàm số của thông lượng nhiệt mong muốn. Thông lượng nhiệt này càng lớn bao nhiêu, chiều cao tối ưu của các phần nhô ra thấp bấy nhiêu, bởi vì những thiệt hại về giá trị do điện trở nhiệt của các các phần nhô ra tăng theo.

- một giới hạn khác của cấu trúc này được cấu thành bởi tỷ lệ diện tích bề mặt ngang của các phần nhô ra của cấu trúc dẫn nhiệt của bộ phận thứ nhất đối với diện tích bề mặt ngang của các phần nhô ra của cấu trúc dẫn nhiệt của bộ phận thứ hai. Mỗi cấu hình (tùy thuộc vào chiều cao của các phần nhô ra, trên thông lượng nhiệt mong muốn, v.v.) có giá trị tối ưu của nó. Tuy nhiên, diện tích bề mặt nhô ra lớn hơn trên bộ phận thứ nhất là thích hợp hơn nhằm cho phép đạt được nhiệt độ cao nhất có thể, liên quan với nhiệt độ của các phần nhô ra của bộ phận thứ hai, để tạo điều kiện cho việc trao đổi của bức xạ, như minh họa trong Hình 5.

Tùy thuộc vào thông lượng nhiệt tối thiểu được đặt mục tiêu ở vị trí cách nhiệt, nó có thể hữu ích để tách các bộ phận thứ hai từ nguồn lạnh để tạo ra điện trở nhiệt giữa hai yếu tố: giá trị tối thiểu do đó có thể được giảm (ví dụ, để có được một hệ số dưới $30 \text{ Wm}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$).

Như thể hiện trong hình 6, trong phương án thứ hai, bộ trao đổi nhiệt mà nó bao gồm bộ phận thứ nhất 2a và thứ hai 3a có các phần nhô ra của một loại vật liệu dẫn nhiệt và có phần cuối được bọc lớp vật liệu cách nhiệt 24, 34. Vì vậy, trong các vị trí mà các chất cách nhiệt trong bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai phải đối mặt với nhau (thể hiện bằng sơ đồ trên bên trái trong hình 6), các bộ phận thứ nhất và thứ hai được ngăn cách liên tục, hoặc liên tục đáng kể, bởi lớp vật liệu cách nhiệt.

Các mặt dẫn nhiệt bên của các phần nhô ra được đưa tiến vào nhau bởi chuyển động tương đối của các bộ phận thứ nhất và thứ hai, như thể hiện trong sơ đồ giữa phía trên trong hình 6, và, đến một mức độ lớn hơn, như thể hiện bởi các sơ đồ trên bên phải trong hình 6.

Việc thực hiện như bộ trao đổi nhiệt phức hợp ở nhiệt độ cao gặp nhiều khó khăn về công nghệ.

Lý do cho điều này là bản mở rộng nhiệt và các khe hở cơ khí có thể gây ra vấn đề trong quá trình chuyển động của các bộ phận thứ nhất và thứ hai tương đối với nhau, đáng chú ý là trong sự chuyển động tịnh tiến. Hơn nữa, mối liên hệ giữa các phần nhô ra có thể xảy ra, có thể dẫn đến hiện tượng truyền nhiệt cục bộ dữ dội làm hỏng bộ trao đổi nhiệt. Cuối cùng, không dễ dàng cần thiết để đặt vật liệu cách nhiệt vào các phần nhô ra.

Hơn nữa, bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế có thể cho phép sự phân bố không gian của thông lượng nhiệt thải, được chuyển giao từ chén nung 4 hoặc khuôn đến nguồn lạnh 5, để được thay đổi theo nhu cầu. Điều này có thể thu được bằng cách hình thành kiểu mẫu dạng sóng không đồng đều dọc theo bề mặt của các bộ phận thứ nhất và thứ hai, nói cách khác bằng cách thay đổi chiều rộng và chiều cao của các phần nhô ra. Điều này cung cấp khả năng thực hiện một loạt các phân bố không gian của thông lượng nhiệt và, ngoài ra, về phân bố khác nhau này như là một chức năng của sự dịch chuyển tương đối của các bộ phận thứ nhất và thứ hai, như được minh họa trong những phương án sau.

Kết quả thực nghiệm sau đây đã được thu được với bộ trao đổi nhiệt có hình dạng của vòng quay, bao gồm 7 phần nhô ra với chiều cao 65mm (15mm vật liệu cách nhiệt trên 50mm vật liệu dẫn nhiệt). Độ dày của các phần nhô ra là 9mm và độ dày của khí giữa các nệm là 1,5 mm. Khí chứa trong lò là argon. Nguồn lạnh 5 là một bồn chứa nước làm bằng đồng đường kính 160 mm. Nó sử dụng nước ở nhiệt độ 28°C cho hệ thống lạnh. Chén nung 4 được làm bằng thạch anh có đường kính 160mm và chứa 5kg silic. Cặp nhiệt điện đang nằm dưới một tấm, đặc biệt là làm bằng than chì, với độ dày 3mm nằm dưới chén nung.

Hình 7 cho thấy thông lượng nhiệt thải như là một chức năng của vị trí của nguồn lạnh và do vị trí tương đối của các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Vị trí của bể chứa nước càng cao, càng có nhiều bộ phận thứ nhất và thứ hai được lồng nhau và diện tích bề mặt trao đổi đối lớn hơn.

Ba chế độ được quan sát thấy trên biểu đồ này:

- $z < 15\text{mm}$: Phần thứ nhất mà các vật liệu cách nhiệt tại điểm cuối của các phần nhô ra đang đối mặt với vật liệu dẫn nhiệt. Thông lượng nhiệt tăng tương ứng với sự dịch chuyển.

- $15\text{mm} < z < 32\text{ mm}$: Phần thứ hai ở đó vật liệu dẫn nhiệt khác nhau trở thành đối lập. Sự gia tăng thông lượng nhiệt như một chức năng của sự dịch chuyển của các bộ phận thứ nhất liên quan đến bộ phận thứ hai được lớn hơn sau đó.

- $z > 32\text{mm}$: Phần cuối cùng mà sự thay đổi thông lượng nhiệt san phẳng liên quan đến việc dịch chuyển. Điều này có thể được giải thích bởi các điện trở tiếp xúc khác nhau có mặt tại giao diện (nguồn lạnh/bộ phận thứ hai, bộ phận thứ nhất/chén nung kim loại) trong đó giới hạn tổng thông lượng nhiệt có thể được thải từ chén nung đến nguồn lạnh. Các điện trở tiếp xúc rất cao, ngay cả khi các kháng nhiệt giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai là giảm đáng kể, tổng số kháng nhiệt của hệ thống thiết bị không thay đổi. Vì vậy, để kiểm soát thông lượng nhiệt (ví dụ trong các trường hợp tiếp xúc giữa hai phần nhô ra do một biến dạng), điện trở tiếp xúc là một lựa chọn tốt.

Hình 8 cho thấy sự biến đổi của thông lượng nhiệt tối đa cho bề mặt trao đổi khác nhau so với thông lượng nhiệt tối đa có thể được thải bởi một hệ thống có các bề mặt phẳng đối lập, diện tích bề mặt đối lập của một hệ thống như vậy được ký hiệu S_0 .

Thông lượng nhiệt tối thiểu thu được cho các bản mẫu tương tự được so sánh trong hình 9. Bản mẫu có diện tích bề mặt trao đổi của $4 \times S_0$ có thông lượng nhiệt tối đa cao nhất. Nó chỉ có một lớp duy nhất của vật liệu trên các phần nhô ra. Vật liệu cách nhiệt của nó là hơi kém hơn so với các bản mẫu có diện tích bề mặt là trao đổi $3 \times S_0$. Bản mẫu này có một lớp vật liệu cách nhiệt trên mỗi phần nhô ra. Diện tích bề mặt trao đổi đối lập với hai bản mẫu này khi hệ thống được đặt ở vị trí cách nhiệt được khoảng một nửa S_0 , do đó dẫn đến khả năng chịu nhiệt cao. Cuối cùng, thông lượng nhiệt tối thiểu của bản mẫu với diện tích bề mặt S_0 cũng giống như thông lượng nhiệt tối đa của nó, bộ trao đổi nhiệt này không có một bề mặt trao đổi có thể điều chỉnh.

Hình 10 cho thấy toàn bộ phạm vi của hệ số trao đổi H và do đó phạm vi của thông lượng nhiệt mà nó có thể thu được với bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế.

Trong phương án thứ ba thể hiện trong Hình 11, bộ phận thứ nhất 2b và bộ phận thứ hai 3b có thể có mặt cắt ngang hình tròn hoặc vuông. Ngoài ra, một trong số các bộ phận thứ nhất và thứ hai có thể có mặt cắt ngang hình tròn, trong khi bộ phận còn lại trong những bộ phận thứ nhất và thứ hai có thể có mặt cắt ngang hình

vuông.

Trong phương án thứ tư (không được minh họa), hình dạng của kiểu mẫu dạng sóng được điều chỉnh để có được mức tăng mong muốn trong diện tích của bề mặt trao đổi trong một không gian nhất định. Với mục đích này, để tăng diện tích của bề mặt trao đổi, kích thước ngang của kiểu mẫu dạng sóng có thể được giảm thiểu và chiều cao của nó tăng lên. Kiểu mẫu dạng sóng đáng chú ý có thể bao gồm một loạt các nêm, thanh, ống, các tế bào hình nón, các tấm đầu nón cụt hoặc ống đầu nón cụt. Đối với một chiều cao thấp có sẵn, có thể dễ dàng giảm kích thước bên của kiểu mẫu dạng sóng và/hoặc đi từ cấu hình chữ nhật đến cấu hình vòng tròn.

Một hình dạng rất hiệu quả, bao gồm một loạt các nêm hình trụ phối hợp với lỗ tròn. Vì vậy, để giữ vững hơn nữa độ dẫn nhiệt càng cao càng tốt, mỗi trong số hai bộ phận, khu vực mặt cắt của nêm được mong muốn để bằng khoảng một nửa diện tích của tiết diện toàn phần của các bộ phận thứ nhất hoặc bộ phận thứ hai S. hệ số tối đa để tăng diện tích bề mặt trao đổi S_{tot}/S là $1 + 2 H/D$ trong đó D là đường kính của nêm và H là chiều cao của nó.

Đối với một hình dạng của kiểu mẫu dạng sóng bao gồm các khía phối hợp với rãnh, đặc biệt là khía song song phối hợp với rãnh song song thì chỉ số này là $1 + H/d$ trong đó d là chiều rộng của các đường khía và H chiều cao của nó.

Trong một phương án thứ năm thể hiện trong hình 12, hình dạng của kiểu mẫu dạng sóng cho phép phân phối không đồng đều thông lượng nhiệt được lấy giữa bộ phận thứ nhất 2c và bộ phận thứ hai 3c. Thật vậy, các phần nhô ra ở trung tâm của các bộ phận thứ nhất và thứ hai là mỏng hơn ở lề của chúng. Như vậy, mật độ các phần nhô ra là cao hơn ở trung tâm của các bộ phận và có thể chuyển một thông lượng nhiệt từ các bộ phận thứ nhất tới bộ phận thứ hai là cao hơn ở trung tâm của các bộ phận hơn ở lề của chúng. Tốt hơn là, chiều cao của các phần nhô ra là thống nhất tất cả các bộ phận hoặc trên mỗi bộ phận.

Trong phương án thứ sáu như trong Hình 13, hình dạng của kiểu mẫu dạng sóng cũng cho phép sự phân bố không đồng đều thông lượng nhiệt được lấy giữa bộ phận thứ nhất 2d và bộ phận thứ hai 3d. Thật vậy, các phần nhô ra ở trung tâm của bộ phận thứ hai là cao hơn ở lề của chúng. Ngoài ra, các phần nhô ra ở trung tâm của các bộ phận thứ nhất là cao hơn ở lề của chúng. Do đó, nó có thể chuyển một

thông lượng nhiệt từ các bộ phận thứ nhất tới bộ phận thứ hai là cao hơn ở trung tâm của các bộ phận hơn ở lề của chúng.

Tốt hơn là, trong phương án thứ bảy thể hiện trong Hình 14, phương án thứ năm và thứ sáu có thể được kết hợp. Trong phương án này, các phần nhô ra cao tại trung tâm của 3e bộ phận thứ hai và là dày đặc hơn ở bên lề của 2e và thứ hai bộ phận 3e bộ phận thứ nhất. Vì vậy, trong quá trình hóa cứng, một thông lượng nhiệt cao hơn có thể được thải từ chén nung ở giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai trong vị trí tương đối thứ nhất của các bộ phận và thông lượng nhiệt đồng đều có thể được thải từ chén nung trong vị trí tương đối thứ hai của các bộ phận.

Trong phương án thứ tám thể hiện trong Hình 15, giữa phần đáy của chén nung và bộ phận thứ nhất 2f và/hoặc giữa nguồn lạnh và bộ phận thứ hai 3f, độ dày điều biến của khí có thể được cài đặt sẵn, đặc biệt là độ dày điều biến của argon. Độ dày này hoặc những độ dày cho phép thông lượng nhiệt chuyển từ chén nung đến nguồn lạnh được hạn chế.

Trong phương án thứ chín, thông lượng nhiệt có thể được chuyển từ các bộ phận thứ nhất tới bộ phận thứ hai tối đa bằng cách giảm thiểu các khe hở cơ khí giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai.

Trong một biến thể của phương án thứ chín, thể hiện trong Hình 16, thông lượng nhiệt giữa bộ phận thứ nhất 2g và các bộ phận thứ hai 3g tối đa hóa bằng cách giảm thiểu các khe hở cơ khí trong khi đồng thời giải quyết những khó khăn của việc giãn nở nhiệt của vật liệu. Với mục đích này, kiểu mẫu dạng sóng có cấu trúc hình tròn, đặc biệt là vòng lặp, là ví dụ được chọn. Điều này cho phép khe hở cơ khí nhỏ hơn ở bên lề của những bộ phận thứ nhất và thứ hai trong khi chịu được khe hở cơ khí phù hợp với các bản mở rộng nhiệt tại các vị trí này.

Trong phương án thứ mười thể hiện trong Hình 17, thông lượng nhiệt tối thiểu giữa bộ phận thứ nhất 2h và bộ phận thứ hai 3h được giảm thiểu bằng cách tăng, liên quan đến phương án thứ hai, độ dày của vật liệu cách nhiệt 24h, 34h tại điểm kết thúc của các các phần nhô ra.

Trong phương án thứ mười một (không được minh họa), thông lượng nhiệt tối thiểu được giảm thiểu bằng cách hình thành một góc cua giữa các thành phần vật

liệu cách nhiệt nằm tại điểm cuối của các phần nhô ra. Như vậy, thông lượng nhiệt có thể được bức xạ giữa các phần nhô ra bị chặn. Điều này làm giảm sự dịch chuyển bức xạ trực tiếp trong một cấu hình cách nhiệt trong khoảng cách cơ học giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai.

Trong phương án thứ mười hai thể hiện trong Hình 18, thông lượng nhiệt tối đa là tối đa không sử dụng vật liệu cách nhiệt trên đầu của các phần nhô ra của bộ phận thứ nhất và thứ hai. Vật liệu dẫn nhiệt 24i được sử dụng trên các phần nhô ra của một trong số các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Vật liệu cách nhiệt 34i được sử dụng trên các phần nhô ra của bộ phận còn lại trong của những bộ phận bộ phận thứ nhất và thứ hai.

Trong phương án mười ba thể hiện trong Hình 19, thông lượng nhiệt tối đa được tối đa hóa bằng cách cung cấp, trên các phần nhô ra của những bộ phận bộ phận thứ nhất và/hoặc thứ hai, khả năng tiếp xúc giữa hai đầu của các phần nhô ra và đáy của các phần lõm vào giữa các phần nhô ra. Tiếp xúc có thể là toàn bộ hoặc một phần. Điều này cho phép thành phần có tính dẫn nhiệt được thêm vào giữa các bộ phận thứ nhất và thứ hai. Sự tiếp xúc có thể xảy ra thông qua các vật liệu dẫn nhiệt 24j hoặc vật liệu cách nhiệt 34j được cung cấp tại điểm kết thúc của các các phần nhô ra.

Trừ trường hợp có sự không tương thích về logic hay kỹ thuật, những phương án khác nhau của bộ trao đổi nhiệt được mô tả trên đây có thể được kết hợp với nhau.

Trong những phương án khác nhau, vật liệu dẫn nhiệt chủ yếu là hợp thành các bộ phận thứ nhất và thứ hai có thể bao gồm hoặc có thể là than chì, đặc biệt than chì đặc.

Tương tự như vậy, trong những phương án khác nhau, các vật liệu cách nhiệt xử lý tại điểm kết thúc của các phần nhô ra có thể chứa hoặc có thể nằm trong phạm vi của sáng chế.

Trong những phương án khác nhau của bộ trao đổi nhiệt theo sáng chế, bộ trao đổi nhiệt bao gồm một yếu tố cho việc dịch chuyển tương đối bộ phận thứ nhất tới bộ phận thứ hai.

Sáng chế cũng đề cập đến quy trình hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn sử dụng bộ trao đổi nhiệt đã mô tả trên đây. Quy trình này bao gồm:

- định vị bộ phận thứ nhất tương ứng với bộ phận thứ hai, và
- truyền nhiệt từ chén nung đến nguồn lạnh, thông qua các bộ phận thứ nhất và thứ hai của bộ trao đổi nhiệt.

Ví dụ, bước định vị có thể được thực hiện trong bước truyền nhiệt. Do đó, nó có thể thay đổi thông lượng nhiệt chuyển từ chén nung đến nguồn lạnh trong quá trình hóa cứng và/hoặc kết tinh.

Như vậy, hệ số trao đổi của bộ trao đổi nhiệt có thể thay đổi giữa lúc bắt đầu và kết thúc của sự hóa cứng và/hoặc kết tinh. Với mục đích này, vị trí tương đối của hai các bộ phận có thể thay đổi trong quá trình hóa cứng và/hoặc kết tinh.

Yêu cầu bảo hộ

1. Bộ trao đổi nhiệt (1) dùng cho hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn, trong đó bộ phận trao đổi nhiệt này bao gồm bộ phận thứ nhất (2; 2a; 2b; 2c; 2d; 2e; 2f; 2g; 2h; 2i; 2j) và bộ phận thứ hai (3; 3a; 3b; 3c; 3d; 3e; 3f; 3g; 3h; 3i; 3j), bộ phận thứ nhất và thứ hai dịch chuyển tương đối với nhau, khác biệt ở chỗ, bộ phận thứ nhất bao gồm kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng (21) và bộ phận thứ hai bao gồm kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng (31), kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng được thiết kế để phối hợp với kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng, và khác biệt ở chỗ, bộ trao đổi nhiệt này còn bao gồm chi tiết dịch chuyển (9) để dịch chuyển bộ phận thứ nhất tương đối so với bộ phận thứ hai để cho phép một thông lượng nhiệt trao đổi được kiểm soát, khác biệt ở chỗ, chi tiết dịch chuyển này còn bao gồm bộ điều chỉnh (92) để điều chỉnh khoảng cách giữa bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai theo thông lượng nhiệt trao đổi mong muốn và khác biệt ở chỗ:

- kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng bao gồm các phần lõm vào (23) và các phần nhô ra (22) và kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng bao gồm các phần lõm vào (33) và các phần nhô ra (32), cụ thể là bước của các phần nhô ra và các phần lõm vào có thể thay đổi theo một kích thước của bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai; hoặc

- chiều cao của các phần nhô ra có thể thay đổi theo một kích thước của ít nhất một trong số các bộ phận thứ nhất và thứ hai; và/hoặc các kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai của dạng sóng kết hợp bằng cách lồng các phần nhô ra vào các phần lõm vào.

2. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, bộ điều chỉnh này cho phép các bộ phận thứ nhất và thứ hai được đặt ở ít nhất hai khoảng cách khác nhau để có được ít nhất hai thông lượng nhiệt trao đổi khác nhau hoặc hai hệ số trao đổi khác nhau.

3. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, bộ điều chỉnh này cho phép khoảng cách giữa hai bộ phận phải liên tục thay đổi giữa vị trí thứ nhất mà có diện tích bề mặt trao đổi là tối thiểu và vị trí thứ hai mà có diện tích bề mặt trao đổi là tối đa.

4. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng có các phần nhô ra với mặt bên nghiêng song song với mặt bên nghiêng của các phần lõm vào của kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng.

5. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, các kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai của các có cấu trúc hình hộp, đặc biệt là các cấu trúc bố trí theo cùng một trục dọc.

6. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, các phần nhô ra của kiểu mẫu thứ nhất của dạng sóng được bọc bằng vật liệu thứ nhất (24; 24h; 24i; 24j) thể hiện đặc tính dẫn nhiệt khác với vật liệu cấu thành phần còn lại của bộ phận thứ nhất, đặc biệt là có các đặc tính cách nhiệt, và/hoặc khác biệt ở chỗ, các phần nhô ra của kiểu mẫu thứ hai của dạng sóng được bọc bằng vật liệu thứ hai (34; 34h; 34i; 34j) thể hiện đặc tính dẫn nhiệt khác với vật liệu cấu thành phần còn lại của bộ phận thứ hai, đặc biệt là biểu hiện đặc tính cách nhiệt.

7. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, vật liệu của bộ phận thứ nhất và bộ phận thứ hai có đặc tính dẫn nhiệt khác nhau.

8. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, bộ phận thứ nhất được thiết kế để liên kết bằng nhiệt với chén nung (4) hoặc với khuôn và trong đó bộ phận thứ hai được thiết kế để liên kết bằng nhiệt với nguồn lạnh (5).

9. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, bộ trao đổi nhiệt này còn bao gồm chi tiết thứ nhất để bao gồm độ dày khí có thể điều chỉnh giữa chén nung và bộ phận thứ nhất và/hoặc khác biệt ở chỗ bao gồm chi tiết thứ hai để bao gồm độ dày khí có thể điều chỉnh giữa nguồn lạnh và bộ phận thứ hai.

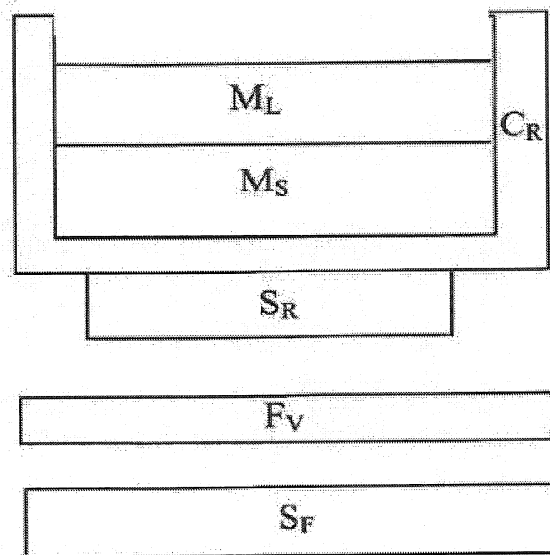
10. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, ít nhất một phần nhô ra của bộ phận thứ nhất và/hoặc của bộ phận thứ hai có kích thước để tiếp xúc ở phần dưới cùng của các phần lõm vào của bộ phận thứ hai và/hoặc của bộ phận thứ nhất ở một vị trí tương đối cụ thể của các bộ phận thứ nhất và thứ hai.

11. Hệ thống thiết bị để hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn bao gồm bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.

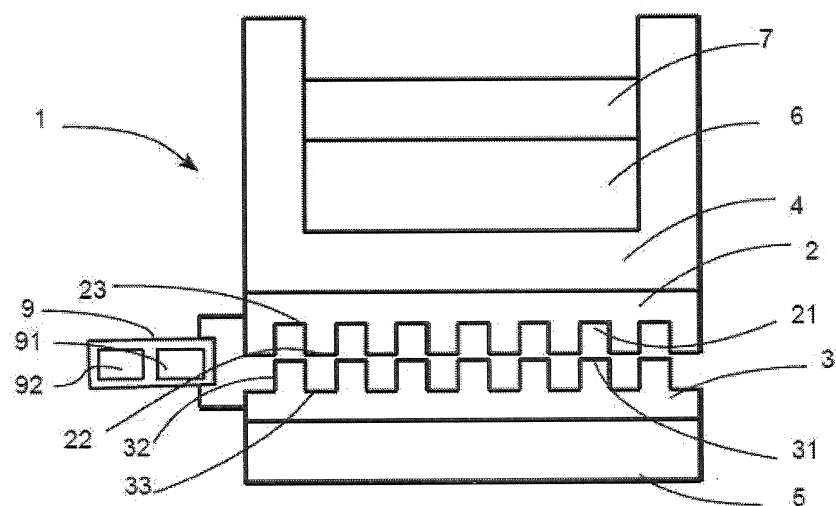
12. Quy trình hóa cứng và/hoặc kết tinh vật liệu bán dẫn sử dụng bộ trao đổi nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

- định vị bộ phận thứ nhất tương đối với bộ phận thứ hai, cụ thể là bước định vị này được thực hiện trong giai đoạn truyền nhiệt, và
- truyền nhiệt từ chén nung tới nguồn lạnh, thông qua các bộ phận thứ nhất và thứ hai của bộ trao đổi nhiệt.

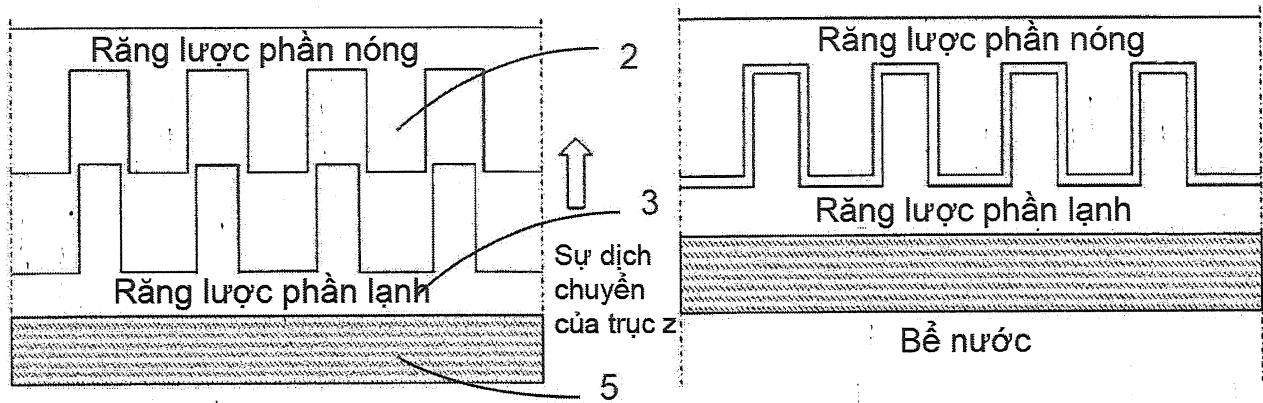
13. Quy trình theo điểm 12, khác biệt ở chỗ, hệ số trao đổi của bộ trao đổi nhiệt được thay đổi giữa lúc bắt đầu và kết thúc của quy trình hóa cứng và/hoặc kết tinh.



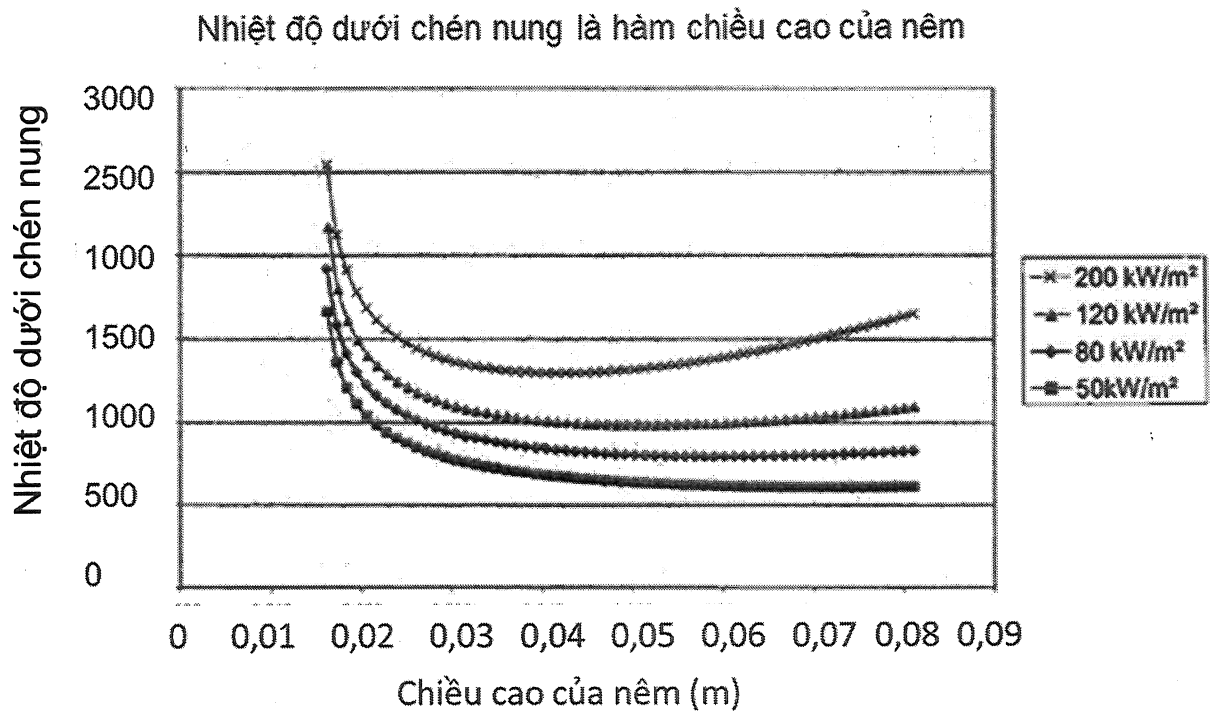
Hình 1



Hình 2

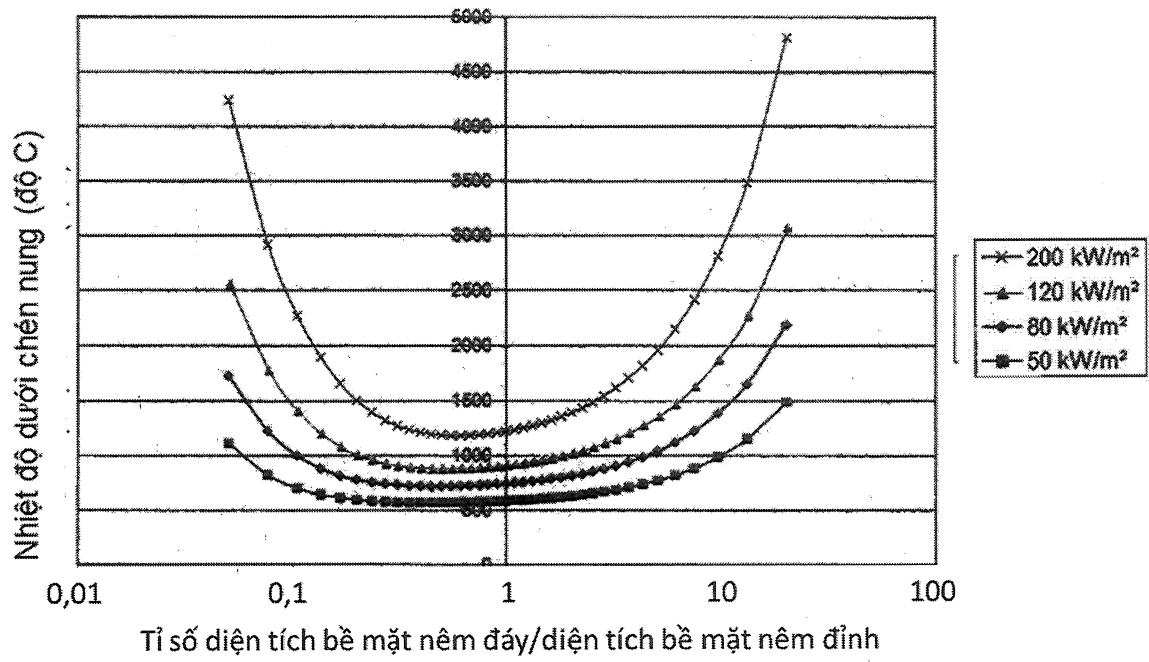


Hình 3

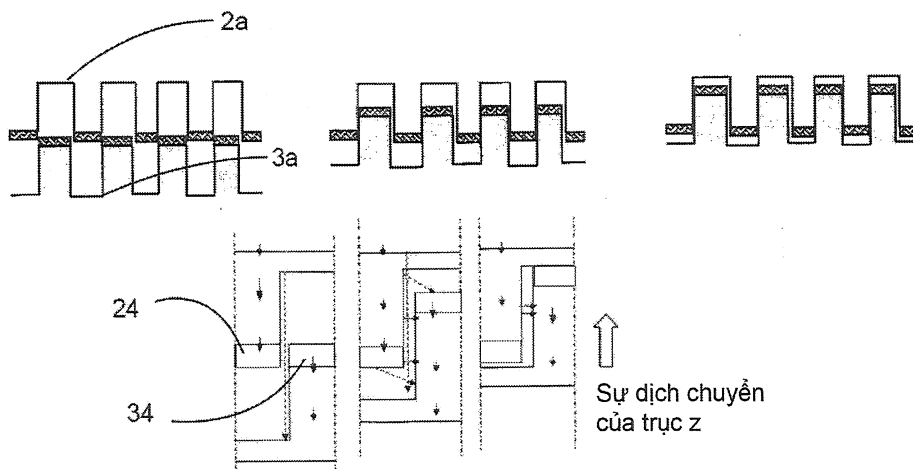


Hình 4

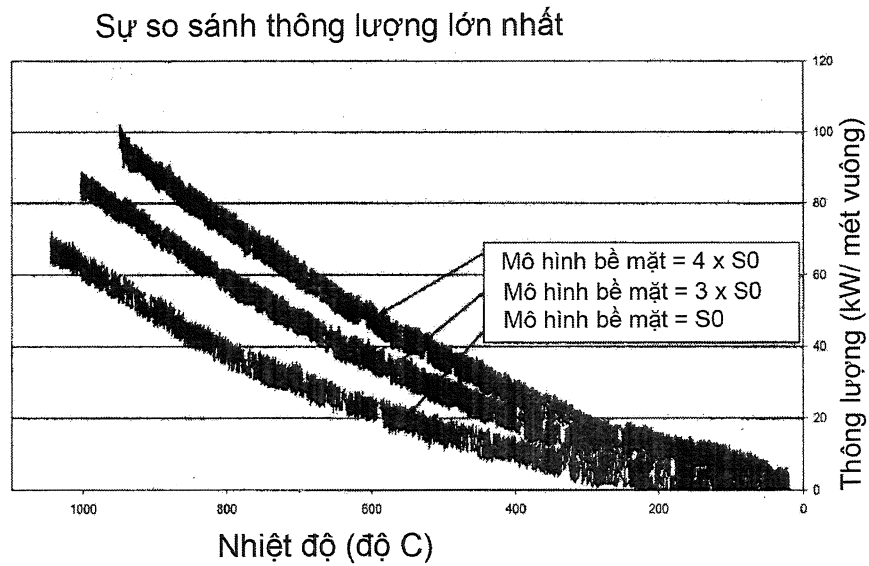
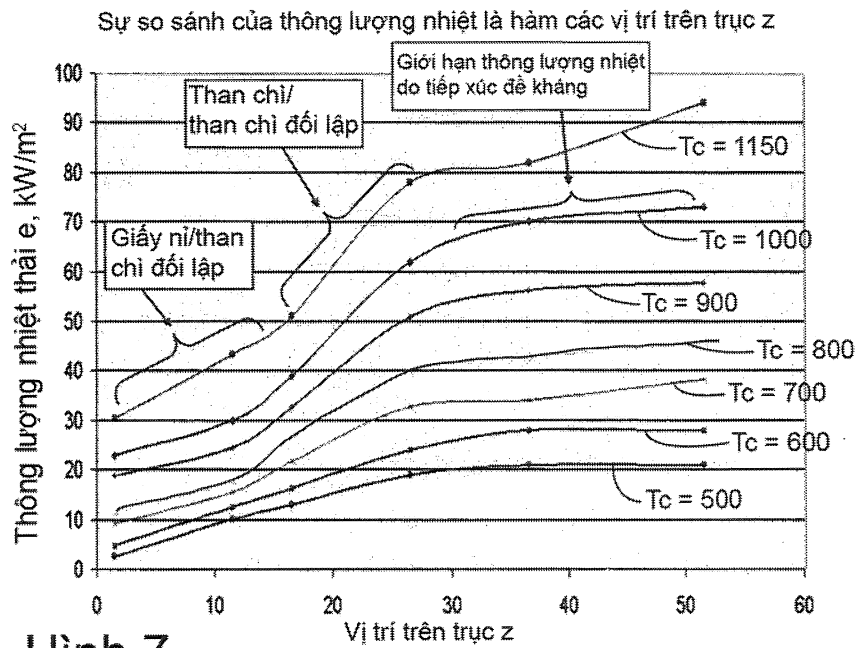
Nhiệt độ dưới chén nung là hàm tỉ số diện tích bề mặt nệm đỉnh/đáy

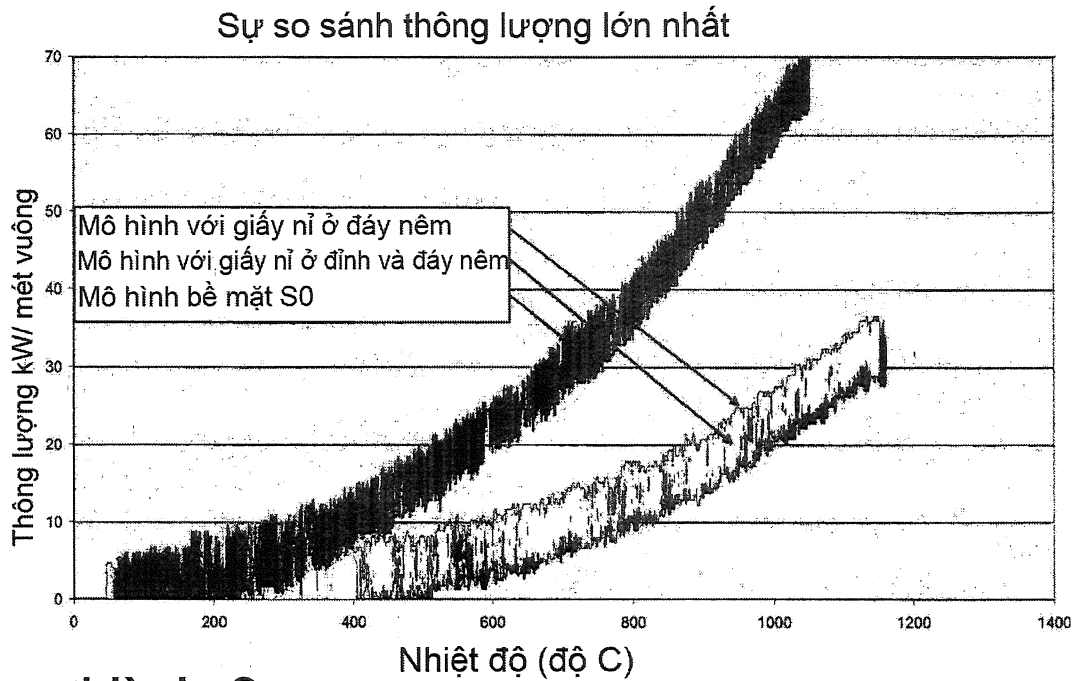


Hình 5

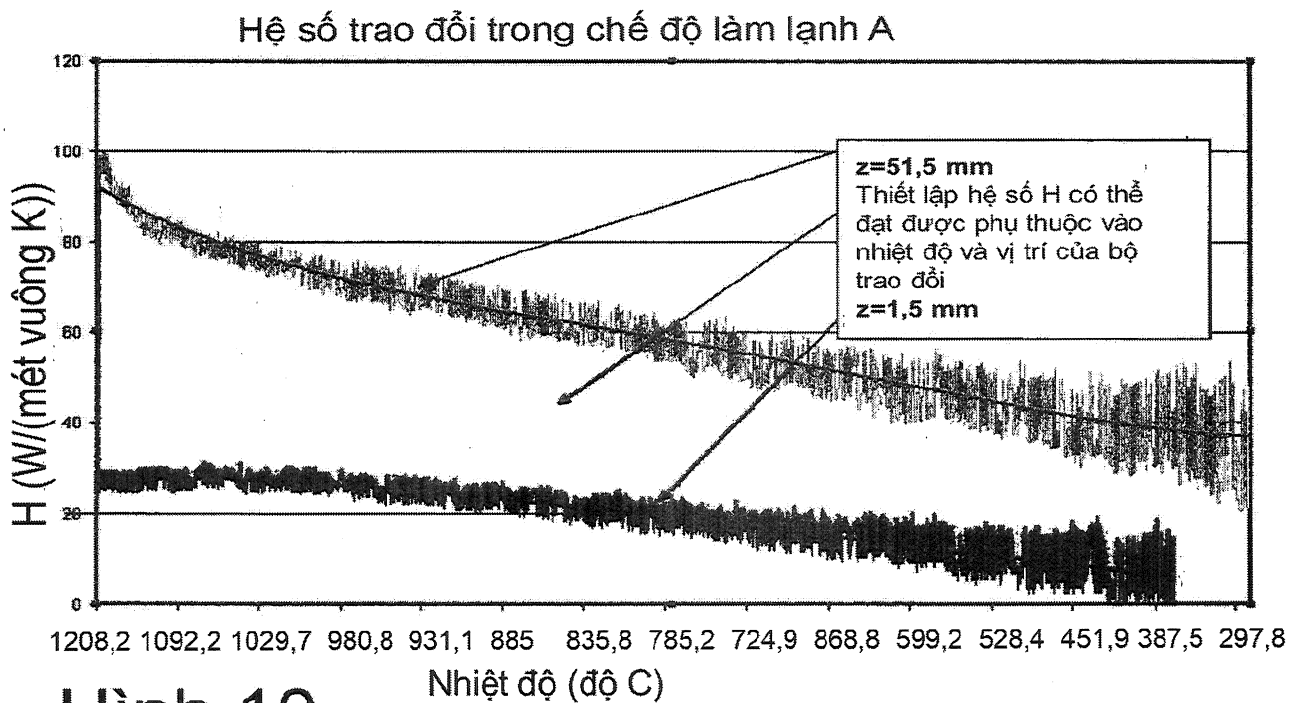


Hình 6

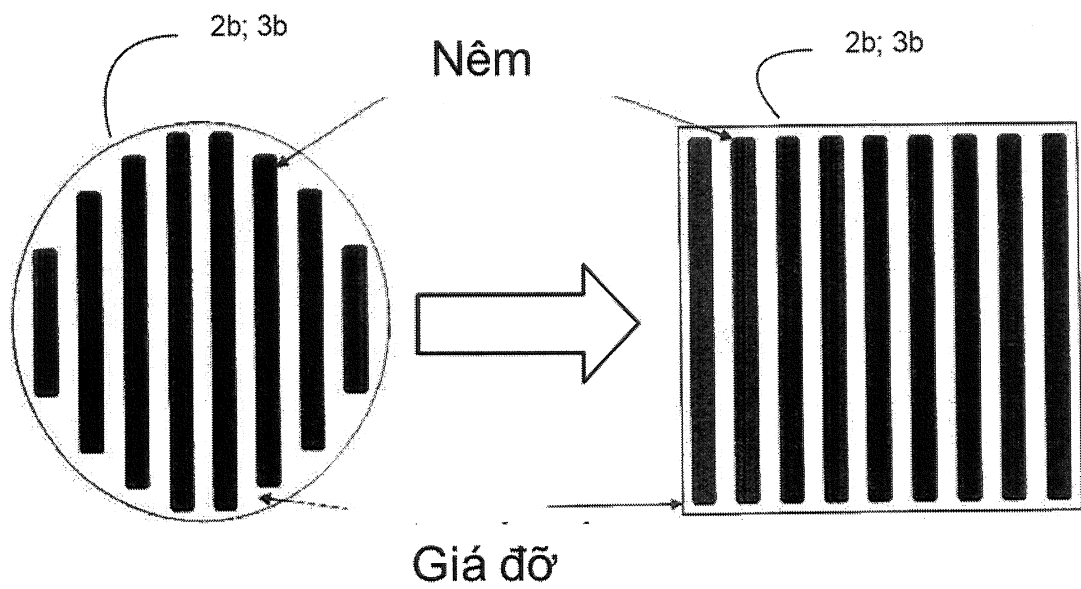




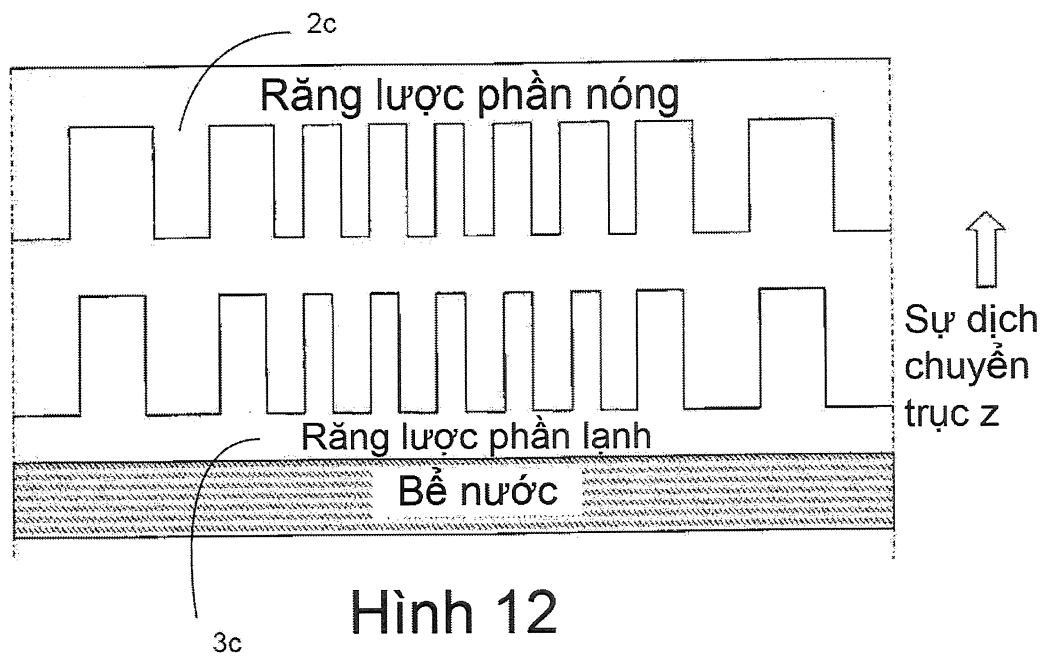
Hình 9



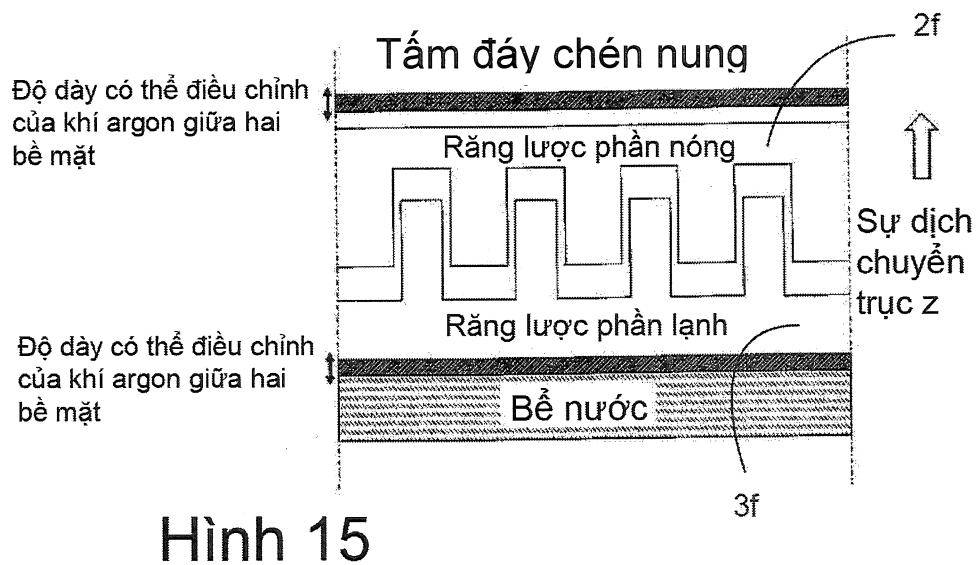
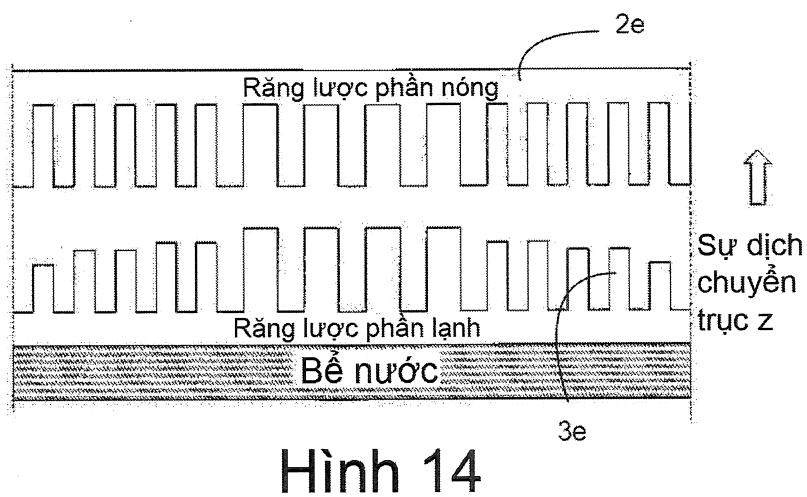
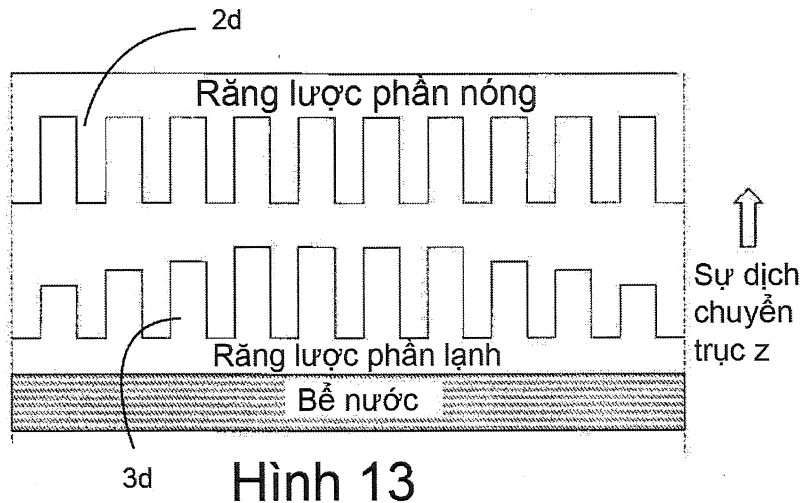
Hình 10

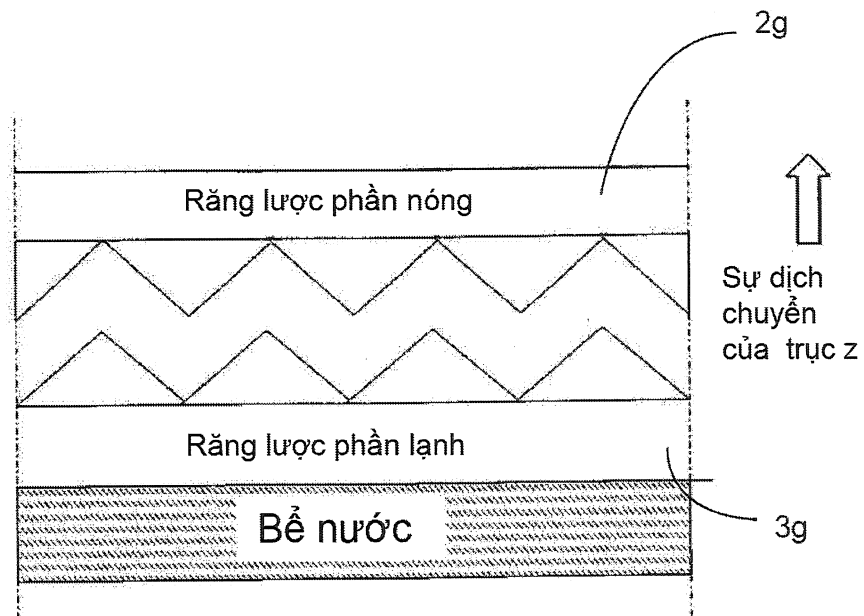


Hình 11

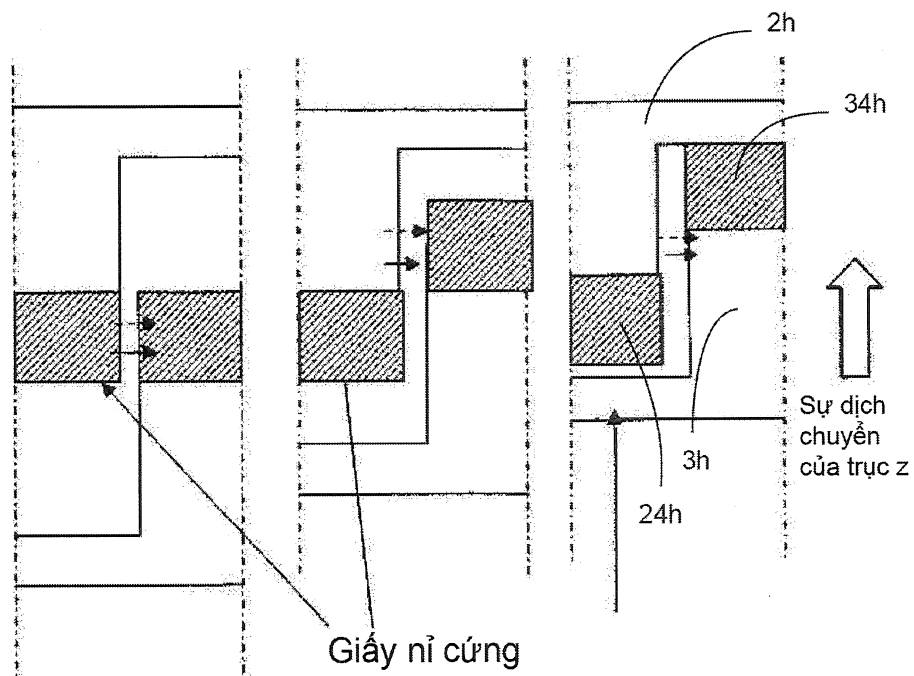


Hình 12

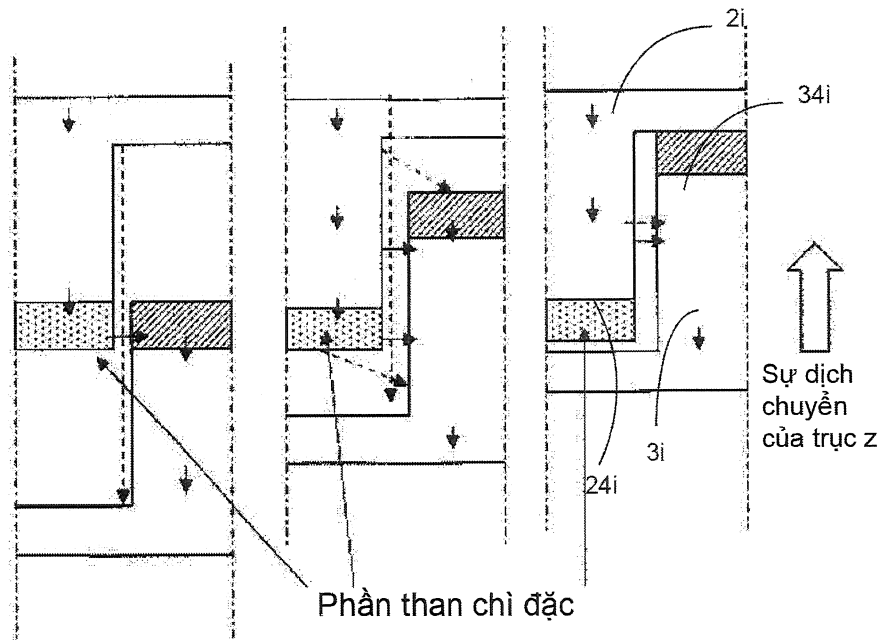




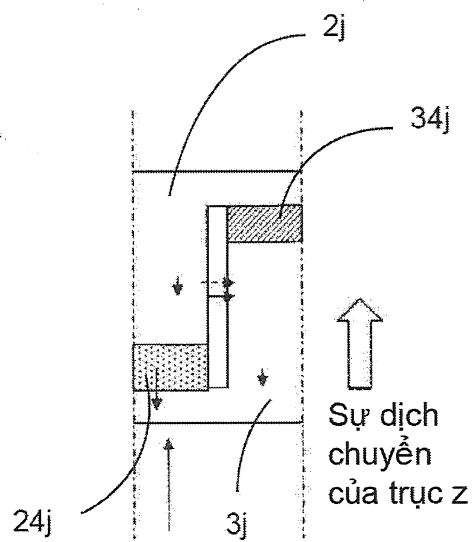
Hình 16



Hình 17



Hình 18



Hình 19

Phần than chì đặc +
Than chì/than chì tiếp xúc