



(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)



1-0027850

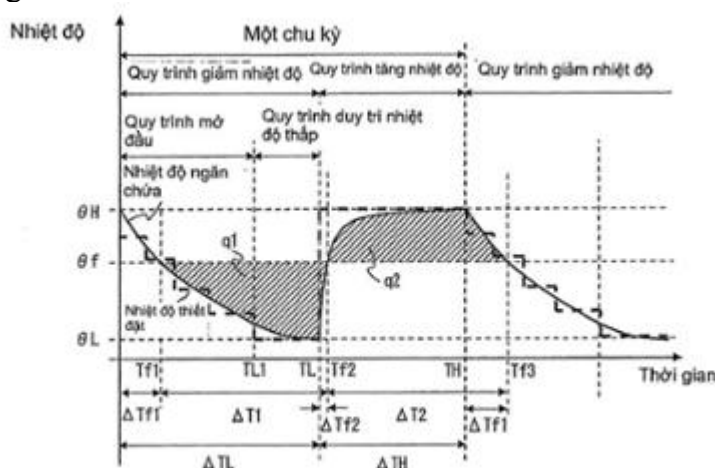
(51)⁷ F25D 11/00

(13) B

- (21) 1-2016-04664 (22) 15/05/2015
(86) PCT/JP2015/064109 15/05/2015 (87) WO 2015/178322 A1 26/11/2015
(30) 2014-104637 20/05/2014 JP
(45) 25/04/2021 397 (43) 27/02/2017 347A
(73) Mitsubishi Electric Corporation (JP)
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310 Japan
(72) SHIBATA, Maiko (JP); UCHIDA, Tsuyoshi (JP); MATSUMOTO, Mariko (JP);
OKABE, Makoto (JP); SUZUKI, Kazutaka (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TỦ LẠNH

(57) Sáng chế đề cập đến tủ lạnh (1) bao gồm ngăn bảo quản (13) để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh, bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) được kết cấu để cấp khí lạnh vào ngăn bảo quản (13), và bộ điều khiển (7) được kết cấu để điều khiển bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) để thực hiện quy trình thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và quy trình thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai một cách lặp lại, quy trình thứ nhất là quy trình làm giảm nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ nhất mà thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và quy trình thứ hai là quy trình làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai mà cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh. Theo tủ lạnh (1) này, giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh là bằng nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tủ lạnh, cụ thể là tủ lạnh có chức năng làm cho đối tượng cần được làm lạnh trở thành trạng thái siêu lạnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, khi bảo quản thực phẩm để duy trì chất lượng của chúng, mong muốn là thực phẩm được giữ ở nhiệt độ thấp nhất có thể mà không bị đóng băng. Đối với phương pháp để thực hiện việc bảo quản như vậy, phương pháp bảo quản thực phẩm ở trạng thái siêu lạnh được đề xuất. Lưu ý là trạng thái siêu lạnh là trạng thái trong đó, ngay cả nếu nhiệt độ của thực phẩm đạt đến điểm đóng băng hoặc thấp hơn, thì sự đóng băng không bắt đầu và thực phẩm ở trạng thái không bị đóng băng. Tuy nhiên, trong trường hợp trong đó thực phẩm được bảo quản ở điểm đóng băng hoặc thấp hơn (chẳng hạn, 0 độ C hoặc thấp hơn), trạng thái siêu lạnh có thể bị kết thúc do sự va chạm hoặc các nguyên nhân khác, và do đó các tinh thể băng có thể được tạo ra trong thực phẩm. Ngoài ra, nếu thực phẩm được dịch chuyển trong khi trạng thái siêu lạnh đang được kết thúc, thì sự đóng băng của thực phẩm phát triển, do đó làm giảm chất lượng của thực phẩm do sự phá hỏng tế bào gây ra bởi sự đóng băng.

Để tránh vấn đề như vậy, phương pháp làm tan các tinh thể băng được tạo ra do sự kết thúc trạng thái siêu lạnh nhờ việc thay đổi nhiệt độ một cách định kỳ được đề xuất. Chẳng hạn, tài liệu sáng chế 1 mô tả tủ lạnh mà, sau khi thực hiện sự vận hành làm siêu lạnh mà làm cho thực phẩm trở thành trạng thái siêu lạnh, thì bắt đầu sự vận hành làm siêu lạnh lại khi sự vận hành và sự tạm dừng bộ làm lạnh dựa trên nhiệt độ được thiết đặt trong quá trình vận hành làm lạnh được lặp lại một hoặc nhiều lần. Ngay cả nếu sự đóng băng của thực phẩm bắt đầu phát triển do sự vận hành làm siêu lạnh, thì tủ lạnh theo tài liệu sáng chế 1 thực hiện sự vận hành làm lạnh ở nhiệt độ được thiết đặt cao hơn

hiệt độ được thiết đặt của sự vận hành làm siêu lạnh, nhờ đó ngăn thực phẩm không bị đóng băng hoàn toàn.

Ngoài ra, tài liệu sáng chế 2 mô tả tủ lạnh mà lặp lại quy trình làm giảm nhiệt độ trong đó nhiệt độ được thiết lập của ngăn chứa được thiết lập ở nhiệt độ thấp hơn điểm đóng băng của thực phẩm và quy trình làm tăng nhiệt độ trong đó nhiệt độ được thiết lập của ngăn chứa được thiết lập ở nhiệt độ cao hơn điểm đóng băng. Trong tủ lạnh theo tài liệu sáng chế 2, ngay cả nếu trạng thái siêu lạnh của thực phẩm bị kết thúc ở quy trình làm giảm nhiệt độ và do đó các tinh thể băng được tạo ra trong thực phẩm và sự đóng băng được bắt đầu, thì các tinh thể băng được tạo ra khi sự làm siêu lạnh kết thúc có thể được làm tan nhờ việc khởi động quy trình làm tăng nhiệt độ ở thời điểm định trước. Sau đó, nhờ thực hiện lại quy trình làm giảm nhiệt độ, trạng thái siêu lạnh được thực hiện và trạng thái siêu lạnh của thực phẩm có thể được duy trì ổn định.

Danh mục tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bằng sáng chế Nhật Bản số 4647047

Tài liệu sáng chế 2: Bằng sáng chế Nhật Bản số 4948562

Theo tủ lạnh của tài liệu sáng chế 1, khoảng thời gian sự vận hành làm lạnh được thực hiện được thiết lập ở khoảng thời gian trong đó chu kỳ vận hành làm lạnh thông thường được lặp lại một hoặc nhiều lần, và do đó quan hệ giữa khoảng thời gian sự vận hành làm siêu lạnh được thực hiện và lượng nhiệt trong mỗi lần vận hành không được xem xét. Do đó, chẳng hạn, nếu khoảng thời gian sự vận hành làm lạnh được thực hiện là quá ngắn so với khoảng thời gian sự vận hành làm siêu lạnh được thực hiện, các tinh thể băng trong thực phẩm không thể được làm tan hoàn toàn, và do đó sự đóng băng của thực phẩm phát triển. Ngoài ra, nếu khoảng thời gian sự vận hành làm lạnh được thực hiện quá dài so với khoảng thời gian sự vận hành làm siêu lạnh được thực

hiện, nhiệt độ trung bình của thực phẩm trong chu kỳ bảo quản tăng lên, do đó chất lượng của thực phẩm có thể giảm xuống.

Ngoài ra, theo tủ lạnh của tài liệu sáng chế 2, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ được thiết lập để làm tan hoàn toàn các tinh thể băng được tạo ra ở quy trình làm giảm nhiệt độ. Cụ thể hơn, theo tủ lạnh của tài liệu sáng chế 2, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ được thiết lập để thỏa mãn quan hệ $Q3 \geq Q1 + Q2$, trong đó $Q1$ là ẩn nhiệt mà được giải phóng khi nước chuyển thành băng, $Q2$ là ẩn nhiệt mà bị lấy đi từ nước trong khi sự đóng băng đang diễn ra, và $Q3$ là nhiệt mà được cấp cho băng trong khi sự tan băng đang diễn ra. Nhờ việc thiết đặt như vậy, các tinh thể băng được tạo ra trong quy trình làm giảm nhiệt độ có thể được làm tan hoàn toàn, tuy nhiên, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ tăng lên và, kết quả là, nhiệt độ trung bình của thực phẩm trong chu kỳ bảo quản trở nên cao hơn nhiệt độ đóng băng, và do đó sự làm giảm chất lượng có thể xảy ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Sáng chế đề xuất tủ lạnh có thể ngăn đối tượng cần được làm lạnh không bị đóng băng hoàn toàn mà không làm giảm chất lượng của đối tượng cần được làm lạnh ngay cả nếu trạng thái siêu lạnh bị kết thúc.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Tủ lạnh theo một phương án của sáng chế bao gồm: ngăn bảo quản để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh; bộ làm lạnh được kết cấu để cấp khí lạnh vào ngăn bảo quản; và bộ điều khiển được kết cấu để điều khiển bộ làm lạnh để thực hiện quy trình thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và quy trình thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai một cách lặp lại, quy trình thứ nhất là quy trình làm giảm nhiệt độ của ngăn bảo quản đến nhiệt độ thứ nhất mà thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và quy trình thứ hai là quy trình làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản đến nhiệt độ thứ hai mà cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, trong đó giá trị

nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản trong suốt thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản trong suốt thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh là bằng nhau.

Hiệu quả của sáng chế

Theo một phương án của sáng chế, do giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản trong suốt thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản trong suốt thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh là bằng nhau, đối tượng cần được làm lạnh có thể được duy trì ở cùng trạng thái như trạng thái siêu lạnh, và nhiệt độ trung bình của đối tượng cần được làm lạnh trong chu kỳ bảo quản có thể được giảm xuống. Do đó, sự đóng băng hoàn toàn của đối tượng cần được làm lạnh có thể được ngăn mà không ảnh hưởng xấu lên đối tượng cần được làm lạnh.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu từ phía trước giản lược của tủ lạnh theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc giản lược của tủ lạnh theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt giản lược của ngăn tủ lạnh theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu hình điều khiển của tủ lạnh theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ khối chức năng liên quan đến sự điều chỉnh nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp bởi bộ điều khiển theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.6 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt và nhiệt độ ngăn của ngăn nhiệt độ thấp với thời gian khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.7 là lưu đồ minh họa quy trình điều chỉnh nhiệt độ cho ngăn nhiệt độ thấp theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.8 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt và nhiệt độ ngăn của ngăn nhiệt độ thấp với thời gian, lượng nhiệt q_1 mà đối tượng cần được làm lạnh giải phóng, và lượng nhiệt q_2 mà được cấp cho đối tượng cần được làm lạnh khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.9 là đồ thị minh họa quan hệ giữa thời gian diễn ra sự đóng băng (thời gian đóng băng) sau khi việc làm siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh được kết thúc và số lượng các đỉnh phá vỡ trong việc cắt đối tượng cần được làm lạnh trong trường hợp nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L được thiết lập ở -3 độ C.

Fig.10 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt, nhiệt độ ngăn và nhiệt độ thực phẩm của ngăn nhiệt độ thấp với thời gian khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện theo phương án 1 của sáng chế, minh họa ví dụ trong đó việc làm siêu lạnh không bị kết thúc.

Fig.11 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt, nhiệt độ ngăn và nhiệt độ thực phẩm của ngăn nhiệt độ thấp với thời gian khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện theo phương án 1 của sáng chế, minh họa ví dụ trong đó việc làm siêu lạnh bị kết thúc.

Fig.12 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt, nhiệt độ ngăn và nhiệt độ thực phẩm của ngăn nhiệt độ thấp với thời gian khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện ở ví dụ so sánh, minh họa ví dụ trong đó khoảng thời gian quy trình làm tăng nhiệt độ được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 > \text{lượng nhiệt } q_2$.

Fig.13 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt, nhiệt độ ngăn và nhiệt độ thực phẩm của ngăn nhiệt độ thấp với thời gian khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện ở ví dụ so sánh, minh họa ví dụ trong đó khoảng thời gian quy trình làm tăng nhiệt độ được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 < \text{lượng nhiệt } q_2$.

Fig.14 là hình vẽ mặt cắt giản lược của ngăn tủ lạnh của tủ lạnh theo phương án 2 của sáng chế.

Fig.15 là sơ đồ minh họa cấu hình điều khiển của tủ lạnh theo phương án 2 của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của tủ lạnh theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ.

Phương án 1

Fig.1 là hình chiếu từ phía trước giản lược của tủ lạnh 1 theo phương án 1 của sáng chế. Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc giản lược của tủ lạnh 1 theo phương án 1. Lưu ý là, trong các hình vẽ Fig.1 và Fig.2 sau đây, các quan hệ giữa các kích thước của các chi tiết thành phần và các hình dạng và tương tự của các chi tiết thành phần có thể khác với các dấu hiệu thực tế. Ngoài ra, trong phần mô tả, các quan hệ về vị trí (chẳng hạn, quan hệ theo chiều dọc) giữa các chi tiết thành phần về cơ bản là được cung cấp cho trường hợp trong đó tủ lạnh 1 được lắp đặt ở trạng thái có thể sử dụng.

(Kết cấu của tủ lạnh 1)

Như được thể hiện trên Fig.2, tủ lạnh 1 được bố trí có thân vỏ cách nhiệt 90 trong đó mặt trước (mặt chính) được mở và không gian chứa được tạo ra bên trong. Thân vỏ cách nhiệt 90 được bao gồm vỏ ngoài làm bằng thép, vỏ trong làm bằng nhựa, và lớp cách điện được bố trí ở khoảng trống giữa vỏ ngoài và vỏ trong. Không gian chứa được tạo ra bên trong thân vỏ cách nhiệt 90 được phân chia, nhờ các chi tiết phân chia, thành các ngăn chứa trong đó đối tượng cần được làm lạnh, như thực phẩm, được chứa. Như được thể hiện

trên Fig.1 và Fig.2, tủ lạnh 1 theo phương án 1 được bố trí có, dùng làm các ngăn chứa, ngăn tủ lạnh 100 được lắp ở phía trên cùng, ngăn chuyển đổi 200 được lắp dưới ngăn tủ lạnh 100, ngăn làm đá 300 được lắp liền kề với cạnh của ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đông 400 được lắp bên dưới ngăn chuyển đổi 200 và ngăn làm đá 300, và ngăn chứa rau 500 được lắp ở dưới cùng bên dưới ngăn làm đông 400. Vùng nhiệt độ bảo quản của ngăn chuyển đổi 200 có thể được chuyển thành vùng nhiệt độ bất kỳ, như vùng nhiệt độ làm đông (chẳng hạn, khoảng -18 độ C), vùng nhiệt độ làm lạnh (chẳng hạn, khoảng 3 độ C), vùng nhiệt độ đã làm lạnh (chẳng hạn, khoảng 0 độ C), và vùng nhiệt độ làm đông nhẹ (chẳng hạn, khoảng -7 độ C). Lưu ý là loại và số ngăn bảo quản được bố trí trong tủ lạnh 1 không chỉ giới hạn như đã nêu trên.

Phần mở được tạo ra ở mặt trước của ngăn tủ lạnh 100 được bố trí có các cửa quay 8 để mở và đóng phần mở này. Các cửa 8 theo phương án 1 là cửa đôi (cửa đôi có bản lề) và bao gồm cửa bên phải 8a và cửa bên trái 8b. Bề mặt ngoài của cửa 8 (chẳng hạn, cửa bên trái 8b), mà là mặt trước của tủ lạnh 1, được bố trí có panen thao tác 6. Panen thao tác 6 được bố trí có phần thao tác 61 (Fig.4) để điều chỉnh nhiệt độ được thiết đặt cho mỗi ngăn chứa, và phần hiển thị 62 (Fig.4) để hiển thị nhiệt độ và thông tin ngăn chứa của mỗi ngăn chứa. Phần thao tác 61 bao gồm các chuyển mạch thao tác chẳng hạn, và phần hiển thị 62 gồm màn hình tinh thể lỏng chẳng hạn. Ngoài ra, panen thao tác 6 có thể bao gồm panen chạm trong đó phần thao tác 61 được tạo ra toàn bộ trên phần hiển thị 62.

Ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đá 300, ngăn làm đông 400 và ngăn chứa rau 500 được mở và được đóng bởi các cửa kiểu ngăn kéo tương ứng. Mỗi trong số các cửa kiểu ngăn kéo được kết cấu để mở và đóng theo chiều sâu (chiều trước-sau) của tủ lạnh 1 nhờ các khung trượt, mà được cố định với cửa này, so với các đường ray được tạo ra theo chiều ngang ở các bề mặt thành bên trong phía trái và phía phải của mỗi ngăn chứa. Trong ngăn chứa rau 500 này, hộp chứa 501 để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh trong đó được chứa sao cho được kéo ra một cách thoải mái. Hộp chứa 501 được đỡ bởi các

khung của cửa này và được kết cấu để trượt theo chiều trước-sau cùng với việc mở và đóng cửa này. Tương tự, ở ngăn chuyển đổi 200 và ngăn làm đông 400, hộp chứa 201 và hộp chứa 401 để bảo quản thực phẩm hoặc tương tự trong đó được chứa một cách tương ứng sao cho được kéo ra một cách thoải mái. Ngoài ra, trong ngăn làm đá 300, hộp chứa (không được thể hiện) được chứa sao cho được kéo ra một cách thoải mái. Số hộp chứa được bố trí ở mỗi ngăn chứa là một, nhưng cũng có thể là hai hoặc nhiều nếu hiệu suất bảo quản hoặc sự dễ dàng sắp xếp được cải thiện khi xem xét đến tổng sức chứa của tủ lạnh 1.

Cạnh sau của tủ lạnh 1 được bố trí có bộ nén 2, bộ làm lạnh (giàn lạnh) 3, quạt 4, và đường dẫn khí 5 dùng làm bộ làm lạnh mà cấp không khí lạnh đến mỗi ngăn chứa. Bộ nén 2 và bộ làm lạnh 3 tạo thành chu kỳ làm lạnh cùng với giàn ngưng (không được thể hiện) và thiết bị mở rộng (không được thể hiện), và tạo ra khí lạnh để được cấp đến mỗi ngăn chứa. Khí lạnh được tạo ra bởi bộ nén 2 và bộ làm lạnh 3 được chuyển đến đường dẫn khí 5 nhờ quạt 4, và được cấp đến ngăn làm đông 400, ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đá 300 và ngăn tủ lạnh 100 từ đường dẫn khí 5 thông qua van điều tiết. Ngăn chứa rau 500 được làm lạnh nhờ khí lạnh mà trả lại từ ngăn tủ lạnh 100, khí lạnh trả lại được cấp từ đường dẫn khí hồi lưu (không được thể hiện) dùng cho ngăn tủ lạnh thông qua van điều tiết. Khí lạnh được cấp đến ngăn chứa rau 500 được trả lại bộ làm lạnh 3 thông qua đường dẫn khí hồi lưu (không được thể hiện) dùng cho ngăn chứa rau.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt giản lược của ngăn tủ lạnh 100 theo phương án 1. Như được thể hiện trên Fig.3, ngăn tủ lạnh 100 được bố trí có chuyển mạch phát hiện việc đóng/mở cửa 9 mà phát hiện trạng thái đóng/mở của cửa 8, các hốc cửa 10 được lắp ở cạnh trong của cửa 8, và các kệ 11 mà chia bên trong của ngăn tủ lạnh 100 thành các tầng. Lưu ý là số lượng các hốc cửa 10 và số lượng các kệ 11 không bị giới hạn ở các số lượng như được thể hiện trên Fig.3, và một hoặc nhiều hốc cửa 10 và các kệ 11 có thể được lắp đặt. Ngoài ra, phần dưới của bên trong ngăn tủ lạnh 100 được kết cấu thành hai ngăn trên và ngăn dưới, và ngăn đã làm lạnh 12, nhiệt độ bên trong của nó được giữ ở 0 độ C

hoặc cao hơn, được tạo ra ở ngăn trên và ngăn nhiệt độ thấp 13 mà bảo quản, mà không làm đông, đối tượng cần được làm lạnh ở điểm làm đông hoặc thấp hơn được tạo ra ở ngăn dưới.

Đường dẫn khí 5 ở cạnh sau của ngăn tủ lạnh 100 được phân thành đường dẫn khí 5a mà chuyển khí lạnh đến ngăn tủ lạnh 100 và ngăn đã làm lạnh 12 và đường dẫn khí 5b mà chuyển khí lạnh đến ngăn nhiệt độ thấp 13. Đường dẫn khí 5a được bố trí có van điều tiết 16, và đường dẫn khí 5b được bố trí có van điều tiết 17. Van điều tiết 16 và van điều tiết 17 điều chỉnh khối lượng khí của khí lạnh được cấp đến ngăn tủ lạnh 100 và ngăn nhiệt độ thấp 13, một cách tương ứng. Ngoài ra, mặt sau của ngăn tủ lạnh 100 được bố trí có bộ cảm biến nhiệt độ 14 mà nhận biết nhiệt độ bên trong của ngăn tủ lạnh 100, và mặt sau của ngăn nhiệt độ thấp 13 được bố trí có bộ cảm biến nhiệt độ 15 mà nhận biết nhiệt độ bên trong của ngăn nhiệt độ thấp 13. Bộ cảm biến nhiệt độ 14 và bộ cảm biến nhiệt độ 15 là các điện trở nhiệt chẳng hạn.

Lưu ý là mỗi trong số ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đá 300, ngăn làm đông 400 và ngăn chứa rau 500 được bố trí có bộ cảm biến nhiệt độ (không được thể hiện) để nhận biết nhiệt độ bên trong của nó. Ngoài ra, một đầu vào, từ đường dẫn khí 5, của mỗi trong số ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đá 300, và ngăn làm đông 400 và một đầu vào, từ đường dẫn khí hồi lưu dùng cho ngăn tủ lạnh, của ngăn chứa rau 500 được bố trí có các van điều tiết (không được thể hiện) mà điều chỉnh khối lượng khí của khí lạnh được cấp đến các ngăn tương ứng.

Ngoài ra, phần trên của ngăn tủ lạnh 100 được bố trí có bộ điều khiển 7 mà điều khiển sự vận hành của tủ lạnh 1. Bộ điều khiển 7 bao gồm thiết bị số học, như máy vi tính hoặc CPU, và phần mềm để được thực hiện trên thiết bị số học này. Lưu ý là bộ điều khiển 7 có thể bao gồm phần cứng như thiết bị mạch mà thực hiện chức năng của nó. Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu hình điều khiển của tủ lạnh 1 theo phương án 1. Trên Fig.4, cùng các cấu hình như các thành phần được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.3 được thể hiện bởi cùng ký hiệu chỉ dẫn.

Như được thể hiện trên Fig.4, các tín hiệu nhận biết được truyền từ các bộ cảm biến nhiệt độ, mà bao gồm các bộ cảm biến nhiệt độ 14 và 15, mà nhận biết nhiệt độ của các ngăn bảo quản tương ứng, các tín hiệu nhận biết được truyền từ chuyển mạch phát hiện việc đóng/mở cửa 9 và các tín hiệu thao tác được truyền từ phần thao tác 61 của panen thao tác 6 được nhập vào bộ điều khiển 7. Trên cơ sở mỗi tín hiệu nhập vào, bộ điều khiển 7 điều khiển bộ làm lạnh, theo chương trình thao tác mà được lưu trữ trước, để duy trì bên trong của mỗi trong số ngăn tủ lạnh 100, ngăn đã làm lạnh 12, ngăn nhiệt độ thấp 13, ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đá 300, ngăn làm đông 400 và ngăn chứa rau 500 ở nhiệt độ mà đã được thiết đặt cho ngăn tương ứng. Bộ làm lạnh bao gồm, chẳng hạn, bộ nén 2, quạt 4 và các van điều tiết, mà bao gồm các van điều tiết 16 và 17, được cài đặt cho các ngăn bảo quản tương ứng, và bộ điều khiển 7 điều khiển đầu ra của bộ nén 2, lượng khí thổi vào của quạt 4, và độ mở của mỗi van điều tiết. Trên cơ sở các tín hiệu nhập vào, bộ điều khiển 7 xuất ra các tín hiệu hiển thị liên quan đến nhiệt độ, thông tin ngăn chứa và thông tin khác của mỗi ngăn cho phần hiển thị 62 của panen thao tác 6.

(Sự điều chỉnh nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13)

Tiếp theo, sự điều chỉnh nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 trong tủ lạnh 1 của phương án 1 sẽ được giải thích. Fig.5 là sơ đồ khối chức năng liên quan đến sự điều chỉnh nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 nhờ bộ điều khiển 7 của phương án 1. Fig.6 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt θ_s và nhiệt độ ngăn θ của ngăn nhiệt độ thấp 13 với thời gian khi sự điều chỉnh nhiệt độ được thực hiện theo phương án 1. Như được thể hiện trên Fig.6, bộ điều khiển 7 của phương án 1 thực hiện một cách lặp lại quy trình làm giảm nhiệt độ mà làm giảm nhiệt độ ngăn θ của ngăn nhiệt độ thấp 13 đến nhiệt độ thấp hơn điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh và quy trình làm tăng nhiệt độ mà làm tăng nhiệt độ ngăn θ của nó đến nhiệt độ cao hơn điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh.

Như được thể hiện trên Fig.5, bộ điều khiển 7 có bộ phận tính giờ 71 mà đo lường thời gian, bộ đếm 72 mà tính giá trị tính, bộ phận chuyển quy trình

73, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74, bộ phận so sánh 75, bộ phận điều khiển 76, và bộ phận lưu trữ 77. Mỗi trong số chúng được thực hiện, như một bộ phận chức năng được thực hiện bởi phần mềm, nhờ thực hiện chương trình bởi CPU mà cấu thành bộ điều khiển 7 hoặc được thực hiện bởi mạch điện tử, như DSP, ASIC (mạch tích hợp cho ứng dụng cụ thể), hoặc PLD (thiết bị logic có thể lập trình).

Bộ phận chuyển quy trình 73 thực hiện việc chuyển các quy trình trên cơ sở thời gian được đo lường bởi bộ phận tính giờ 71 và giá trị tính được đếm bởi bộ đếm 72. Bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 thiết lập nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 theo quy trình được chuyển bởi bộ phận chuyển quy trình 73. Bộ phận so sánh 75 so sánh nhiệt độ được thiết đặt θ_s được thiết đặt bởi bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 nhờ nhiệt độ ngăn θ được nhận biết bởi bộ cảm biến nhiệt độ 15 của ngăn nhiệt độ thấp 13, và xuất ra kết quả so sánh cho bộ phận điều khiển 76. Trên cơ sở kết quả so sánh xuất ra từ bộ phận so sánh 75, bộ phận điều khiển 76 điều khiển bộ nén 2, quạt 4 và van điều tiết 17 sao cho nhiệt độ ngăn θ cần được nhận biết bởi bộ cảm biến nhiệt độ 15 trở thành nhiệt độ được thiết đặt θ_s . Bộ phận lưu trữ 77 là ở dạng, chẳng hạn, bộ nhớ bán dẫn không thay đổi và lưu các dữ liệu và các chương trình thao tác sẽ được sử dụng trong việc điều khiển nhiệt độ.

Việc điều khiển nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 được thực hiện bởi bộ điều khiển 7 sẽ được giải thích chi tiết dựa vào Fig.6. Như được thể hiện trên Fig.6, việc điều khiển nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 lặp lại chu kỳ mà bao gồm quy trình làm giảm nhiệt độ và quy trình làm tăng nhiệt độ. Cụ thể hơn, khi khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL trôi qua sau khi bắt đầu quy trình làm giảm nhiệt độ, bộ phận chuyển quy trình 73 chuyển quy trình này sang quy trình làm tăng nhiệt độ. Ngoài ra, khi khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH trôi qua sau khi bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ, bộ phận chuyển quy trình 73 chuyển lại quy trình này sang quy trình làm giảm nhiệt độ. Khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được xác định

cho mỗi tủ lạnh nhờ sử dụng các phương pháp được mô tả sau, và sau đó được lưu trong bộ phận lưu trữ 77. Lưu ý là quy trình làm giảm nhiệt độ tương ứng với "quy trình thứ nhất" của sáng chế và quy trình làm tăng nhiệt độ tương ứng với "quy trình thứ hai" của sáng chế. Ngoài ra, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL tương ứng với "khoảng thời gian thứ nhất" của sáng chế và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH tương ứng với "khoảng thời gian thứ hai" của sáng chế.

Trong quy trình làm giảm nhiệt độ, nhiệt độ được thiết đặt θ_s được thiết lập ở nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L bởi bộ phận thiết lập nhiệt độ 74, và nhiệt độ bên trong của ngăn nhiệt độ thấp 13 được làm giảm đến nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L nhờ bộ phận điều khiển 76. Nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L là nhiệt độ thấp hơn điểm đóng băng θ_f (chẳng hạn, 0 độ C) của đối tượng cần được làm lạnh được bảo quản trong ngăn nhiệt độ thấp 13, và là từ -4 đến -2 độ C chẳng hạn. Trong quy trình làm tăng nhiệt độ, nhiệt độ được thiết đặt θ_s được thiết lập ở nhiệt độ thiết đặt cao θ_H bởi bộ phận thiết lập nhiệt độ 74, và nhiệt độ bên trong của ngăn nhiệt độ thấp 13 được tăng lên đến nhiệt độ thiết đặt cao θ_H nhờ bộ phận điều khiển 76. Nhiệt độ thiết đặt cao θ_H là nhiệt độ cao hơn điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh được bảo quản trong ngăn nhiệt độ thấp 13, và là từ 1 đến 2 độ C chẳng hạn. Nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L và nhiệt độ thiết đặt cao θ_H có quan hệ là $\theta_H > \theta_L$, và được lưu trong bộ phận lưu trữ 77 trước. Lưu ý là nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L và nhiệt độ thiết đặt cao θ_H có thể được thay đổi hoặc được thiết đặt bởi người dùng thông qua phần thao tác 61. Nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L tương ứng với nhiệt độ thứ nhất của sáng chế và nhiệt độ thiết đặt cao θ_H tương ứng với nhiệt độ thứ hai của sáng chế.

Ngoài ra, quy trình làm giảm nhiệt độ bao gồm quy trình mở đầu và quy trình duy trì nhiệt độ thấp. Như được thể hiện trên Fig.6, ở quy trình mở đầu, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 làm giảm theo các giai đoạn nhiệt độ được thiết đặt θ_s mỗi lần định trước. Các giai đoạn đó được tính bởi bộ đếm 72, và bộ phận chuyển quy trình 73 chuyển quy trình này sang quy trình duy trì nhiệt độ thấp khi giá trị tính của bộ đếm 72 đạt đến giá trị quy định. Giá trị quy định

được xác định theo cách sao cho nhiệt độ được thiết đặt θ_s đạt đến nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L ở thời điểm TL1. Ở quy trình duy trì nhiệt độ thấp, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 thiết đặt nhiệt độ được thiết đặt θ_s ở nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L , và nhiệt độ bên trong của ngăn nhiệt độ thấp 13 được làm giảm đến nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L nhờ bộ phận điều khiển 76. Nhờ quy trình làm giảm nhiệt độ như được mô tả ở trên, đối tượng cần được làm lạnh ở ngăn nhiệt độ thấp 13 được đưa vào trạng thái siêu lạnh trong đó đối tượng cần được làm lạnh ở trạng thái không đóng băng ở điểm đóng băng θ_f hoặc bên dưới. Sau đó, khi đạt đến thời điểm TL, nghĩa là, khi khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL kết thúc sau khi bắt đầu quy trình làm giảm nhiệt độ, bộ phận chuyển quy trình 73 kết thúc quy trình làm giảm nhiệt độ và chuyển quy trình này sang quy trình làm tăng nhiệt độ.

Trong quy trình làm tăng nhiệt độ, nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 được thiết lập ở nhiệt độ thiết đặt cao θ_H nhờ bộ phận thiết lập nhiệt độ 74, và nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 được tăng lên đến nhiệt độ thiết đặt cao θ_H nhờ bộ phận điều khiển 76. Cụ thể hơn, bộ phận điều khiển 76 dừng trạng thái trong đó khí lạnh thổi vào ngăn nhiệt độ thấp 13 nhờ việc đóng van điều tiết 17 để làm tăng nhiệt độ ngăn của ngăn nhiệt độ thấp 13. Theo phương pháp khác để làm tăng nhiệt độ ngăn của ngăn nhiệt độ thấp 13, quạt 4 có thể được vận hành trong khi bộ nén 2 dừng lại, và sau đó van điều tiết 17 có thể được mở để tuần hoàn không khí bên trong tủ lạnh 1. Vẫn theo phương pháp khác, nhờ việc bố trí đường dẫn khí mà nối thông giữa ngăn tủ lạnh 100 hoặc ngăn chứa rau 500 và ngăn nhiệt độ thấp 13, và nhờ việc bố trí, trong đường dẫn khí, van điều tiết mà điều khiển dòng không khí giữa ngăn tủ lạnh 100 hoặc ngăn chứa rau 500 và ngăn nhiệt độ thấp 13, van điều tiết có thể được mở trong quy trình làm tăng nhiệt độ để cho phép không khí có nhiệt độ cao hơn mà là của ngăn nhiệt độ thấp 13 đưa vào ngăn nhiệt độ thấp 13 từ tủ lạnh 100 hoặc ngăn chứa rau 500. Sau đó, khi đạt đến thời điểm TH, nghĩa là, khi khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH kết thúc sau khi bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ, bộ phận chuyển quy trình 73 kết thúc quy

trình làm tăng nhiệt độ và chuyển quy trình này sang quy trình làm giảm nhiệt độ.

Fig.7 là lưu đồ minh họa quy trình điều chỉnh nhiệt độ cho ngăn nhiệt độ thấp 13 theo phương án 1. Quy trình này được bắt đầu khi nguồn của tủ lạnh 1 được bật ON hoặc khi việc bắt đầu quy trình này được chọn nhờ sử dụng panen thao tác 6. Thứ nhất, bộ cảm biến nhiệt độ 15 nhận biết nhiệt độ ngăn θ của ngăn nhiệt độ thấp 13, và được xác định liệu có hay không nhiệt độ ngăn được nhận biết θ là bằng hoặc cao hơn nhiệt độ thiết đặt cao θ_H (S101). Sau đó, nếu nhiệt độ ngăn θ là thấp hơn nhiệt độ thiết đặt cao θ_H (S101: Không), quy trình tiến đến bước S112 để bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ. Mặt khác, nếu nhiệt độ ngăn θ là bằng hoặc cao hơn nhiệt độ thiết đặt cao θ_H (S101: Có), quy trình làm giảm nhiệt độ được bắt đầu. Sau đó, bộ phận tính giờ 71 thiết đặt lại thời gian kết thúc T, và việc đo lường thời gian kết thúc T được bắt đầu (S102).

Đầu tiên trong quy trình làm giảm nhiệt độ, quy trình mở đầu được thực hiện. Trong quy trình mở đầu, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 thiết đặt nhiệt độ được thiết đặt θ_s đến $\theta_H - \Delta\theta$ (S103). Sau đó, giá trị tính i của bộ đếm 72 được thiết lập ở 0 (S104). Ngoài ra, bộ phận tính giờ 71 thiết đặt lại thời gian kết thúc t, và việc đo lường thời gian kết thúc t được bắt đầu (S105). Thông qua các bước này, nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 được thiết lập ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thiết đặt cao θ_H khoảng nhiệt độ $\Delta\theta$ (chẳng hạn, 0,3 độ C), và việc tính toán của các giai đoạn trong quy trình mở đầu và đo lường thời gian kết thúc t của mỗi giai đoạn được bắt đầu.

Tiếp theo, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 xác định có hay không thời gian kết thúc t là bằng hoặc lớn hơn khoảng thời gian Δt (S106). Khoảng thời gian Δt là khoảng thời gian của mỗi giai đoạn trong quy trình mở đầu, và là 20 phút chẳng hạn. Sau đó, nếu thời gian kết thúc t nhỏ hơn khoảng thời gian Δt (S106), nhiệt độ được thiết đặt θ_s , mà đã được thiết đặt ở bước S103, sẽ được giữ cho đến khi thời gian kết thúc t trở thành khoảng thời gian Δt hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu thời gian kết thúc t là bằng hoặc lớn hơn khoảng thời gian

Δt (S106: Có), nhiệt độ được thiết đặt θ_s được thiết lập ở $\theta_s - \Delta\theta$ (S107), và giá trị tính i được tăng thêm 1 (S108).

Tiếp theo, bộ phận chuyển quy trình 73 xác định có hay không giá trị tính i là bằng hoặc lớn hơn giá trị n (S109). Giá trị n là số lượng giai đoạn trong quy trình mở đầu, và là 12 chẳng hạn. Nếu giá trị tính i là nhỏ hơn giá trị n (S109: Không), quy trình trở lại bước S105 để lặp lại các bước tiếp theo. Do đó, nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 được làm giảm ở các giai đoạn khoảng nhiệt độ $\Delta\theta$ mỗi khoảng thời gian định trước Δt , nhờ đó làm giảm nhiệt độ ngăn θ đến nhiệt độ được thiết đặt θ_s .

Mặt khác, nếu giá trị tính i là bằng hoặc lớn hơn giá trị n (S109: Có), bộ phận chuyển quy trình 73 chuyển quy trình này đến quy trình duy trì nhiệt độ thấp. Sau đó, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 thiết lập nhiệt độ được thiết đặt θ_s đến nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L (S110). Sau đó, xác định là có hay không thời gian kết thúc T sau khi bắt đầu quy trình làm giảm nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔT_L (S111). Nếu thời gian kết thúc T là nhỏ hơn khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔT_L (S111: Không), nhiệt độ được thiết đặt θ_s (nghĩa là, nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L), mà được thiết đặt ở bước S110, sẽ được giữ cho đến khi thời gian kết thúc T trở thành khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔT_L hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu thời gian kết thúc T là bằng hoặc lớn hơn khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔT_L (S111: Có), quy trình tiến đến bước S112 để bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ.

Ở quy trình làm tăng nhiệt độ, bộ phận tính giờ 71 thiết đặt lại thời gian kết thúc T , và việc đo lường thời gian kết thúc T được bắt đầu lại (S112). Sau đó, bộ phận thiết lập nhiệt độ 74 thiết đặt nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 ở nhiệt độ thiết đặt cao θ_H (S113). Tiếp theo, bộ phận chuyển quy trình 73 xác định có hay không thời gian kết thúc T là bằng hoặc lớn hơn khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔT_H (S114). Sau đó, nếu thời gian kết thúc T là nhỏ hơn khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔT_H (S114: Không), nhiệt độ được thiết đặt θ_s (nghĩa là, nhiệt độ thiết đặt cao

0H), mà đã được thiết đặt ở bước S113, sẽ được giữ cho đến khi thời gian kết thúc T trở thành khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH hoặc lớn hơn. Mặt khác, nếu thời gian kết thúc T là bằng hoặc lớn hơn khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH (S114: Có), quy trình làm tăng nhiệt độ được kết thúc và quy trình này trở lại bước S102 để bắt đầu lại quy trình làm giảm nhiệt độ.

Ở quy trình làm giảm nhiệt độ, đối tượng cần được làm lạnh được bảo quản ở ngăn nhiệt độ thấp 13 là ở trạng thái siêu lạnh trong đó đối tượng này không bị đóng băng ngay cả ở điểm đóng băng 0f hoặc bên dưới, tuy nhiên, trạng thái siêu lạnh là trạng thái không ổn định xét về năng lượng. Do đó, nếu sự thay đổi nhiệt độ nhanh xảy ra bên trong ngăn nhiệt độ thấp 13 do sự va chạm gây ra bởi việc mở/đóng của cửa 8 chẳng hạn, hoặc các nguyên nhân khác, thì trạng thái siêu lạnh có thể bị kết thúc. Một khi trạng thái siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh kết thúc, các tinh thể băng mịn bắt đầu tạo thành về cơ bản là đồng nhất bên trong đối tượng cần được làm lạnh, nhờ đó sự đóng băng được bắt đầu. Vì lý do này, nếu khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL kết thúc sau khi bắt đầu quy trình làm giảm nhiệt độ như được mô tả ở trên, quy trình này được chuyển sang quy trình làm tăng nhiệt độ để tránh sự tiến triển và sự hoàn thành việc đóng băng, và nhờ đó có thể ngăn các mô, các tế bào hoặc tương tự của đối tượng cần được làm lạnh không bị phá hỏng bởi các tinh thể băng. Ngoài ra, nếu khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH kết thúc sau khi bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ, sự suy giảm về chất lượng của đối tượng cần được làm lạnh có thể được ngăn nhờ việc chuyển quy trình này sang quy trình làm giảm nhiệt độ.

Tuy nhiên, sự suy giảm về chất lượng của đối tượng cần được làm lạnh có thể xảy ra tùy thuộc vào các độ dài của khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH . Chẳng hạn, nếu khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH là quá ngắn so với khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL , thì các tinh thể băng trong đối tượng cần được làm lạnh không thể tan chảy hoàn toàn, và

do đó sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh phát triển. Ngoài ra, nếu khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH là quá dài so với khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL , nhiệt độ trung bình của đối tượng cần được làm lạnh trong chu kỳ bảo quản trở nên cao hơn điểm đóng băng θ_f , và do đó sự suy giảm về chất lượng của đối tượng cần được làm lạnh có thể xảy ra. Vì lý do này, trong phương án 1, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết đặt nhờ việc sử dụng thời gian cho đến khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận và sự cân bằng trong số các lượng nhiệt để xem xét.

Các thiết đặt cho khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH trong phương án 1 sẽ được giải thích dựa vào Fig.8 và Fig.9. Fig.8 là đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt và nhiệt độ ngăn của ngăn nhiệt độ thấp 13 với thời gian, lượng nhiệt q_1 mà đối tượng cần được làm lạnh giải phóng, và lượng nhiệt q_2 mà được cấp cho đối tượng cần được làm lạnh khi việc điều khiển nhiệt độ được thực hiện trong phương án 1. Fig.9 là đồ thị minh họa quan hệ giữa thời gian diễn ra sự đóng băng (thời gian đóng băng) sau khi việc làm siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh bị kết thúc và số lượng các đỉnh phá vỡ trong việc cắt đối tượng cần được làm lạnh trong trường hợp trong đó nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L được thiết lập ở -3 độ C.

(Việc thiết lập khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL)

Khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL được thiết lập để thỏa mãn các điều kiện sau đây mà thu được bằng các thí nghiệm đơn giản. Đầu tiên, tốc độ làm lạnh trong quy trình mở đầu được thiết đặt sao cho đối tượng cần được làm lạnh, như thực phẩm, có thể được đưa vào trạng thái siêu lạnh. Chẳng hạn, trong trường hợp trong đó nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L được thiết lập ở -3 độ C, được xác định theo kinh nghiệm là, nếu thời gian làm lạnh đến 1 độ C được thiết lập ở 35 phút hoặc lớn hơn, đối tượng cần được làm lạnh đi vào trạng thái siêu lạnh với xác suất rất cao. Do đó, tốc độ làm lạnh trong

quy trình mở đầu được thiết đặt tùy ý để thỏa mãn điều kiện này. Do đó, như được thể hiện trên Fig.8, khoảng thời gian ΔT_{f1} từ lúc bắt đầu quy trình làm giảm nhiệt độ, nghĩa là, bắt đầu quy trình mở đầu, cho đến khi điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh đạt được, và thời điểm TL1 cho đến khi kết thúc quy trình mở đầu được xác định. Sau đó, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL được thiết lập để thỏa mãn thời điểm TL1 < thời điểm TL.

Ngoài ra, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL cần được thiết đặt ở thời gian cho đến khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận hoặc nhỏ hơn. Bây giờ, các lý do tại sao khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL được thiết lập ở thời gian cho đến khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận hoặc nhỏ hơn sẽ được giải thích dựa vào Fig.9.

Do sự đóng băng phát triển sau khi trạng thái siêu lạnh bị kết thúc, sự tạo ra và sự phát triển của các tinh thể băng trong đối tượng cần được làm lạnh diễn ra, và do đó cấu trúc của thực phẩm, mà là đối tượng cần được làm lạnh, có thể bị thay đổi. Sự cứng khi chạm vào và cảm giác có sạn gây ra khi các hạt băng bị phá vỡ do việc cắt là các ví dụ về các thay đổi mà con người ghi nhận như là các dấu hiệu mà đối tượng cần được làm lạnh bị đóng băng. Tuy nhiên, được xác định trong một thí nghiệm là cấu trúc của đối tượng cần được làm lạnh hiếm khi thay đổi qua nhiều giờ sau khi trạng thái siêu lạnh bị kết thúc do, ngay cả nếu các tinh thể băng được tạo ra, các tinh thể băng này quá nhỏ và số lượng của chúng quá nhỏ. Số lượng các đỉnh phá vỡ trên Fig.9 là số lượng các điểm tối đa trong hình dạng sóng thay đổi tạm thời của tải trọng cắt từ lúc bắt đầu cắt đến lúc kết thúc cắt, và chỉ báo cảm giác có sạn gây ra bởi việc phá vỡ các hạt băng. Fig.9 cũng chỉ báo, trên mỗi đồ thị, sự chênh lệch về số lượng các đỉnh phá vỡ trong mỗi giờ đóng băng. Như được thể hiện trên Fig.9, ở trạng thái không bị đóng băng (0 giờ đóng băng) và ở trạng thái sau 6 giờ trôi qua từ lúc bắt đầu đóng băng, hầu như không có sự khác nhau về số lượng các đỉnh phá vỡ. Nghĩa là, được xác định là, ngay cả nếu 6 giờ trôi qua từ lúc bắt

đầu đóng băng, cấu trúc của đối tượng cần được làm lạnh hầu như không bị thay đổi từ trạng thái không bị đóng băng và sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh không được ghi nhận. Ngoài ra, từ Fig.9, được xác định là ranh giới giữa trạng thái không bị đóng băng (0 giờ đóng băng) và trạng thái trong đó sự đóng băng được ghi nhận được thiết lập ở 8 giờ. Do đó, nhờ việc thiết đặt khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL ở 8 giờ hoặc nhỏ hơn (chẳng hạn, 300 phút), thì quy trình này có thể được chuyển sang quy trình làm tăng nhiệt độ trước khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận. Sau đây, khoảng thời gian cho đến khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận được đề cập tới là "khoảng thời gian đóng băng cho phép". Lưu ý là khoảng thời gian 8 giờ được dùng làm ví dụ và khoảng thời gian đóng băng cho phép có thể thay đổi tùy thuộc vào tải lạnh và nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L .

(Thiết đặt khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH)

Từ Fig.9, được xác định là cùng trạng thái như trạng thái không bị đóng băng về cơ bản có thể được duy trì, mà không làm tan chảy tất cả các các tinh thể băng được tạo ra, nhờ việc trả lại trạng thái này trạng thái ngay sau khi sự làm siêu lạnh kết thúc hoặc trạng thái một vài giờ sau khi sự làm siêu lạnh bị kết thúc. Do đó, nhu cầu làm tan chảy hoàn toàn các tinh thể băng được tạo ra trong quy trình làm tăng nhiệt độ được loại trừ nhờ việc thiết đặt khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL bằng hoặc nhỏ hơn khoảng thời gian đóng băng cho phép (chẳng hạn, 8 giờ), mà là khoảng thời gian cho đến khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận. Tuy nhiên, để ngăn sự đóng băng hơn nữa, cần thiết giữ cân bằng lượng nhiệt giữa quy trình làm giảm nhiệt độ và quy trình làm tăng nhiệt độ. Do đó, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để giữ cân bằng lượng nhiệt giữa quy trình làm giảm nhiệt độ và quy trình làm tăng nhiệt độ.

Bây giờ trở lại Fig.8, trong quy trình làm giảm nhiệt độ, thời điểm khi nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ được nhận biết bởi bộ cảm biến nhiệt độ 15 đạt đến điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh được gọi là T_{f1} . Trong quy

trình làm tăng nhiệt độ, thời điểm khi nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ đạt đến điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh được gọi là $Tf2$. Trong quy trình làm giảm nhiệt độ của chu kỳ tiếp theo, thời điểm khi nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ đạt đến điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh được gọi là $Tf3$. Ngoài ra, khoảng thời gian cho đến khi nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ đạt đến điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh sau khi bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ được gọi là $\Delta Tf2$. Khoảng thời gian cho đến khi nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ đạt đến điểm đóng băng θ_f của đối tượng cần được làm lạnh sau khi bắt đầu quy trình làm giảm nhiệt độ của chu kỳ tiếp theo được gọi là $\Delta Tf1$.

Lượng nhiệt $q1$ là lượng nhiệt được giải phóng bởi đối tượng cần được làm lạnh, nhiệt độ của nó được giữ không đổi ở điểm đóng băng θ_f , trong suốt khoảng thời gian $\Delta T1$ trong đó nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ duy trì thấp hơn điểm đóng băng θ_f , nghĩa là trong suốt khoảng thời gian $Tf2-Tf1$. Ngoài ra, lượng nhiệt $q2$ là lượng nhiệt được cấp đến đối tượng cần được làm lạnh, nhiệt độ của nó được giữ không đổi ở điểm đóng băng θ_f , trong suốt khoảng thời gian $\Delta T2$ trong đó nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ duy trì cao hơn điểm đóng băng θ_f , nghĩa là trong suốt khoảng thời gian $Tf3-Tf2$. Lượng nhiệt $q1$ tương ứng với phần bị gạch nghiêng trong số các vùng bị gạch nghiêng trên Fig.8, phần bị gạch nghiêng mà được tạo ra giữa θ_f giữa $Tf1$ và $Tf2$ và nhiệt độ ngăn $\theta(T)$, và được thể hiện như công thức (1) dưới đây. Nghĩa là, lượng nhiệt $q1$ là giá trị nguyên theo thời gian của chênh lệch giữa điểm đóng băng θ_f và nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ trong suốt nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ duy trì thấp hơn điểm đóng băng θ_f . Lượng nhiệt $q2$ tương ứng với phần bị gạch nghiêng trong số các vùng bị gạch nghiêng trên Fig.8, phần bị gạch nghiêng mà được tạo ra giữa θ_f giữa $Tf2$ và $Tf3$ và nhiệt độ ngăn $\theta(T)$, và được thể hiện như công thức (2) sau đây. Nghĩa là, lượng nhiệt $q2$ là giá trị nguyên theo thời gian của chênh lệch giữa nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ và điểm đóng băng θ_f trong suốt nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ duy trì cao hơn điểm đóng băng θ_f . Lưu ý là lượng nhiệt $q1$ tương ứng với lượng nhiệt thứ nhất của sáng chế, và lượng nhiệt $q2$ tương ứng với lượng nhiệt thứ hai của sáng chế.

[Công thức 1]

$$q1 = \int_{T_1}^{T_2} (\theta_f - \theta(T)) dT \quad (1)$$

[Công thức 2]

$$q2 = \int_{T_2}^{T_3} (\theta(T) - \theta_f) dT \quad (2)$$

Trong phương án 1, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để cân bằng lượng nhiệt $q1$ và lượng nhiệt $q2$. Nghĩa là, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết đặt sao cho lượng nhiệt $q1$ và lượng nhiệt $q2$ trở nên bằng nhau, hoặc lượng nhiệt $q1=q2$ được thỏa mãn. Lưu ý là, các trường hợp trong đó lượng nhiệt $q1$ và lượng nhiệt $q2$ trở nên bằng nhau bao gồm không chỉ trường hợp trong đó lượng nhiệt $q1$ và lượng nhiệt $q2$ chính xác giống nhau mà còn cả trường hợp lượng nhiệt $q1$ và lượng nhiệt $q2$ không giống nhau nhưng ở trạng thái cân bằng. Như được mô tả ở trên, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL được thiết đặt bằng hoặc nhỏ hơn khoảng thời gian đóng băng cho phép, và do đó, nhu cầu làm tan chảy hoàn toàn các tinh thể băng của đối tượng cần được làm lạnh như trong các phương pháp thông thường được loại trừ, nhờ đó làm giảm khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH so với các trường hợp thông thường trong đó các tinh thể băng của đối tượng cần được làm lạnh được làm tan chảy hoàn toàn.

Khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH có thể thu được từ khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL như được mô tả dưới đây. Đầu tiên, khoảng thời gian $\Delta Tf2$ cho đến khi nhiệt độ ngăn $\theta(T)$ đạt đến điểm đóng băng θ_f từ lúc bắt đầu quy trình làm tăng nhiệt độ và thời điểm $Tf2$ có thể thu được từ tốc độ tăng nhiệt độ. Tốc độ tăng nhiệt độ thu được nhờ sự thử nghiệm. Tiếp theo, từ các vùng bị nghiêng trên Fig.8, lượng nhiệt $q1$ được thể hiện bởi công thức (1) được thể hiện bởi biểu thức gần đúng như công thức (3) sau đây. Từ các vùng bị nghiêng trên Fig.8, lượng nhiệt $q2$ được thể hiện

bởi công thức (2) được thể hiện bởi biểu thức gần đúng như công thức (4) sau đây. Từ các công thức (3) và (4), khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH có thể thu được để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 =$ lượng nhiệt q_2 . Khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH là 240 phút chẳng hạn.

[Công thức 3]

$$q_1 \approx \{\Delta T_1 + (T_{f2} - T_{L1})\} \times (\theta_f - \theta_L) \times 1/2$$

$$= \{(\Delta T_L - \Delta T_{f1} + \Delta T_{f2}) + (T_{f2} - T_{L1})\} \times (\theta_f - \theta_L) \times 1/2 \quad (3)$$

[Công thức 4]

$$q_2 \approx \{\Delta T_2 + (T_H - T_{f2})\} \times (\theta_H - \theta_f) \times 1/2$$

$$= \{(\Delta T_H - \Delta T_{f2} + \Delta T_{f1}) + (\Delta T_H - \Delta T_{f2})\} \times (\theta_H - \theta_f) \times 1/2 \quad (4)$$

Như được mô tả ở trên, trong phương án 1, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL được thiết lập để thỏa mãn thời điểm $T_{L1} <$ thời điểm T_L và bằng hoặc nhỏ hơn khoảng thời gian đóng băng cho phép. Ngoài ra, trên cơ sở khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL , lượng nhiệt q_1 và lượng nhiệt q_2 , khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để cân bằng lượng nhiệt q_1 và lượng nhiệt q_2 .

(Sự biến đổi nhiệt của đối tượng cần được làm lạnh)

Tiếp theo, sự biến đổi nhiệt độ của đối tượng cần được làm lạnh (chẳng hạn, thực phẩm) khi việc điều khiển nhiệt độ của phương án 1 được thực hiện sẽ được giải thích. Fig.10 và Fig.11 là các đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt, nhiệt độ ngăn và nhiệt độ thực phẩm của ngăn nhiệt độ thấp 13 với thời gian khi việc điều khiển nhiệt độ của phương án 1 được thực hiện. Fig.10 thể hiện trường hợp trong đó sự siêu lạnh của thực phẩm không bị kết thúc trong quy trình làm giảm nhiệt độ, và Fig.11 thể hiện trường hợp trong đó sự siêu lạnh của thực phẩm được kết thúc ở quy trình làm giảm nhiệt độ.

Thứ nhất, như được thể hiện trên Fig.10, trong trường hợp trong đó sự siêu lạnh của thực phẩm không bị kết thúc, nhiệt độ thực phẩm thay đổi liên tục để đáp ứng sự thay đổi của nhiệt độ ngăn từ nhiệt độ thiết đặt thấp θ_L đến nhiệt độ thiết đặt cao θ_H với độ trễ nhỏ từ sự thay đổi nhiệt độ ngăn của ngăn

nhệt độ thấp 13. Theo cách này, việc trở lại trạng thái siêu lạnh của thực phẩm bên trong ngăn nhiệt độ thấp 13 có thể được lặp lại trong các quy trình làm giảm nhiệt độ.

Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.11, nếu sự siêu lạnh bị kết thúc ở thời điểm T_f mà ở đó nhiệt độ thực phẩm rơi vào điểm đóng băng θ_f hoặc bên dưới, các tinh thể băng nhỏ được tạo ra trong thực phẩm và sự đóng băng được bắt đầu. Sau đó, ở thời điểm T_L , nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 được chuyển sang nhiệt độ thiết đặt cao θ_H để bắt đầu làm tan chảy các tinh thể băng nhỏ trong thực phẩm. Sau đó, ở thời điểm T_H mà ở đó quy trình làm tăng nhiệt độ được kết thúc, thực phẩm trở lại cùng trạng thái như trạng thái không bị đóng băng. Ở chu kỳ tiếp theo sau khi chu kỳ trong đó trạng thái siêu lạnh xảy ra, ở thời điểm T_{f1} mà ở đó nhiệt độ thực phẩm rơi vào điểm đóng băng θ_f hoặc bên dưới, thực phẩm bắt đầu đóng băng mà không đi vào trạng thái siêu lạnh, nhờ đó đi vào trạng thái thay đổi pha.

Ở thời điểm này, trong phương án 1, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔT_H được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 =$ lượng nhiệt q_2 , và do đó, lượng nhiệt q_1 mà cho phép sự đóng băng phát triển và lượng nhiệt q_2 mà làm tan chảy các tinh thể băng được làm cân bằng. Ngoài ra, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔT_L được thiết đặt bằng hoặc nhỏ hơn khoảng thời gian đóng băng cho phép. Do đó, ở thời điểm T_{H_2} mà ở đó quy trình làm tăng nhiệt độ được kết thúc, tủ lạnh 1 có thể trả lại thực phẩm cùng trạng thái như trạng thái ngay sau khi việc làm siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh được kết thúc, nghĩa là ở thời điểm T_{f1} , và trạng thái ngay sau khi sự đóng băng được bắt đầu.

Trong khi đó, Fig.12 và Fig.13 là các đồ thị minh họa các thay đổi về nhiệt độ được thiết đặt, nhiệt độ ngăn và nhiệt độ thực phẩm của ngăn nhiệt độ thấp 13 với thời gian khi việc điều khiển nhiệt độ của ví dụ so sánh được thực hiện. Fig.12 thể hiện ví dụ trong đó khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔT_H được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 >$ lượng nhiệt q_2 , và

Fig.13 thể hiện ví dụ trong đó khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 < \text{lượng nhiệt } q_2$.

Như được thể hiện trên Fig.12, nếu khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 > \text{lượng nhiệt } q_2$, các tinh thể băng được tạo ra ở trạng thái siêu lạnh phát triển mỗi chu kỳ, và nhờ đó sự đóng băng phát triển, và, cuối cùng, sự đóng băng sẽ được hoàn thành. Cụ thể hơn, ở thời điểm T_f mà ở đó nhiệt độ của thực phẩm rơi vào điểm đóng băng θ_f hoặc bên dưới, việc làm siêu lạnh của thực phẩm được kết thúc và sự đóng băng được bắt đầu với việc tạo ra các tinh thể băng nhỏ. Sau đó, ở thời điểm T_L , nhiệt độ được thiết đặt θ_s của ngăn nhiệt độ thấp 13 được chuyển đến nhiệt độ thiết đặt cao θ_H để bắt đầu làm tan chảy các tinh thể băng nhỏ trong thực phẩm. Nếu khoảng thời gian từ thời điểm T_f đến thời điểm T_L là ngắn, thực phẩm trở lại cùng trạng thái như trạng thái không bị đóng băng ở thời điểm T_H mà ở đó quy trình làm tăng nhiệt độ được kết thúc.

Trong chu kỳ tiếp theo sau chu kỳ trong đó sự kết thúc trạng thái siêu lạnh xảy ra, ở thời điểm T_{f1} mà ở đó nhiệt độ thực phẩm rơi vào điểm đóng băng θ_f hoặc bên dưới, thực phẩm bắt đầu đóng băng mà không đi vào trạng thái siêu lạnh, nhờ đó đi vào trạng thái thay đổi pha. Ở thời điểm đó, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 > \text{lượng nhiệt } q_2$, và do đó, lượng nhiệt q_1 mà cho phép sự đóng băng phát triển là lớn hơn lượng nhiệt q_2 mà làm tan chảy các tinh thể băng. Do đó, sự đóng băng của thực phẩm phát triển, và, ở thời điểm bất kỳ, sự đóng băng sẽ được hoàn thành. Nghĩa là, nếu khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 > \text{lượng nhiệt } q_2$, khó ngăn sự phát triển đóng băng trong thực phẩm trong đó sự siêu lạnh bị kết thúc.

Fig.13 thể hiện trường hợp trong đó khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 < \text{lượng nhiệt } q_2$, và, cụ thể hơn, thể hiện trường hợp trong đó khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn $q_0 + q_1 \leq q_2$ với việc xem xét

lượng nhiệt q_0 mà thực phẩm hoặc tương tự giải phóng khi sự siêu lạnh bị kết thúc chẳng hạn. Lượng nhiệt q_0 tương ứng với lượng nhiệt thứ ba của sáng chế, và thu được nhờ công thức (5) sau đây chẳng hạn. Trong công thức này, θ_T thể hiện nhiệt độ mà ở đó sự siêu lạnh bị kết thúc, W thể hiện độ ẩm của thực phẩm, và C_p thể hiện nhiệt dung của nước.

[Công thức 5]

$$q_0 = \Delta (\theta_T - \theta_L) \times W \times C_p \quad (5)$$

Nhờ việc thiết đặt khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH để thỏa mãn $q_0 + q_1 \leq q_2$, tất cả các tinh thể băng được tạo ra trong thực phẩm khi sự siêu lạnh bị kết thúc được làm tan chảy, và thực phẩm có thể được trả lại một cách hoàn toàn trạng thái không bị đóng băng. Do đó, thực phẩm có thể được đưa vào trạng thái siêu lạnh ở chu kỳ tiếp theo mà không bị hỏng, và do đó, lượng nhiệt q_1 trở thành lượng nhiệt mà thực phẩm, nhiệt độ của nó không đổi ở điểm đóng băng θ_f , giải phóng trong suốt quy trình duy trì nhiệt độ thấp. Tuy nhiên, trong trường hợp như vậy, tất cả các tinh thể băng được tạo ra ở thực phẩm được làm tan chảy, và do đó, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH tăng lên, nhờ đó làm tăng nhiệt độ trung bình của thực phẩm.

Như được mô tả ở trên, theo phương án 1, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết đặt nhờ sử dụng khoảng thời gian đóng băng cho phép của đối tượng cần được làm lạnh và sự cân bằng lượng nhiệt vào việc xem xét, và các sự điều chỉnh nhiệt độ định kỳ được thực hiện. Cụ thể hơn, khoảng thời gian của quy trình làm giảm nhiệt độ ΔTL được thiết lập ở trong khoảng thời gian đóng băng cho phép, và khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thu được trạng thái trong đó lượng nhiệt q_1 , mà cho phép sự đóng băng phát triển, và lượng nhiệt q_2 , mà làm tan chảy các tinh thể băng, được cân bằng. Do đó, đối tượng cần được làm lạnh, như thực phẩm, có thể được trả lại cùng trạng thái như trạng thái siêu lạnh mà không làm tan chảy hoàn toàn các tinh thể băng, và nhiệt độ trung bình của đối tượng cần được làm

lạnh trong chu kỳ bảo quản có thể được làm giảm. Do đó, tủ lạnh 1 theo phương án 1 có thể ngăn sự hoàn thành sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh mà không gây ảnh hưởng có hại lên đối tượng cần được làm lạnh.

Ngoài ra, do quy trình làm giảm nhiệt độ có quy trình mở đầu và quy trình duy trì nhiệt độ thấp, nên đối tượng cần được làm lạnh ở ngăn nhiệt độ thấp 13 có thể được đưa vào trạng thái siêu lạnh. Ngoài ra, trong quy trình làm tăng nhiệt độ, do nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 được tăng lên nhờ việc điều chỉnh van điều tiết 17, nên nhu cầu về nguồn nhiệt để làm tăng nhiệt độ được loại trừ, nhờ đó ngăn sự gia tăng số lượng các thành phần và công suất tiêu thụ.

Phương án 2

Tiếp theo, tủ lạnh 1A theo phương án 2 sẽ được giải thích. Tủ lạnh 1A theo phương án 2 khác với phương án 1 ở chỗ bộ phận gia nhiệt được kết cấu để gia nhiệt ngăn nhiệt độ thấp 13 để làm tăng nhiệt độ của nó được bố trí.

Fig.14 là hình vẽ mặt cắt giản lược của ngăn tủ lạnh 100A của tủ lạnh 1A theo phương án 2. Như được thể hiện trên Fig.14, bộ gia nhiệt 18, dùng làm bộ phận gia nhiệt được kết cấu để gia nhiệt ngăn nhiệt độ thấp 13 để làm tăng nhiệt độ của nó, được lắp bên dưới ngăn nhiệt độ thấp 13, nghĩa là ở đáy của ngăn tủ lạnh 100A. Nhờ việc bố trí bộ gia nhiệt 18 bên dưới ngăn nhiệt độ thấp 13, nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 có thể được làm tăng hiệu quả.

Fig.15 là sơ đồ minh họa cấu hình điều khiển của tủ lạnh 1A theo phương án 2. Như được thể hiện trên Fig.15, bộ gia nhiệt 18 được điều khiển bởi bộ điều khiển 7. Trên cơ sở các tín hiệu nhận biết được truyền từ các bộ cảm biến nhiệt độ, mà bao gồm các bộ cảm biến nhiệt độ 14 và 15, các tín hiệu nhận biết được truyền từ chuyển mạch phát hiện việc đóng/mở cửa 9 và các tín hiệu thao tác được truyền từ phần thao tác 61 của panen thao tác 6, bộ điều khiển 7 điều khiển bộ làm lạnh, theo chương trình thao tác đã được lưu trước đó, để duy trì bên trong mỗi trong số các ngăn tủ lạnh 100A, ngăn đã làm lạnh 12, ngăn nhiệt độ thấp 13, ngăn chuyển đổi 200, ngăn làm đá 300, ngăn làm

đông 400 và ngăn chứa rau 500 ở nhiệt độ mà đã được thiết đặt cho ngăn tương ứng. Bộ làm lạnh bao gồm, chẳng hạn, bộ nén 2, quạt 4 và các van điều tiết, mà bao gồm các van điều tiết 16 và 17, và bộ gia nhiệt 18. Cụ thể hơn, trong quy trình làm tăng nhiệt độ, bộ điều khiển 7 điều khiển gia nhiệt và ngừng bộ gia nhiệt 18 cũng như điều khiển van điều tiết 17 sao cho nhiệt độ trong ngăn nhiệt độ thấp 13 được nhận biết bởi bộ cảm biến nhiệt độ 15 trở thành nhiệt độ thiết đặt cao θ_H .

Như được mô tả ở trên, theo phương án 2, ngoài các hiệu quả của phương án 1, nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13 có thể được làm tăng hiệu quả nhờ thực hiện điều khiển tăng nhiệt độ nhờ sử dụng bộ gia nhiệt 18 trong quy trình làm tăng nhiệt độ. Lưu ý là, trong phần giải thích ở trên, bộ điều khiển 7 điều khiển bộ gia nhiệt 18 cũng như điều khiển van điều tiết 17 trong quy trình làm tăng nhiệt độ, nhưng không chỉ giới hạn ở đó. Chẳng hạn, trong quy trình làm tăng nhiệt độ, bộ điều khiển 7 có thể điều khiển chỉ bộ gia nhiệt 18, mà không điều khiển van điều tiết 17, để làm tăng nhiệt độ của ngăn nhiệt độ thấp 13. Ngoài ra, bộ phận gia nhiệt không chỉ giới hạn ở bộ gia nhiệt 18 mà có thể là bộ trao đổi nhiệt hoặc thiết bị Peltier.

Như được mô tả ở trên, các phương án của sáng chế đã được giải thích dựa vào các hình vẽ, tuy nhiên, kết cấu cụ thể của sáng chế không chỉ giới hạn ở đó, và có thể được biến đổi mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Chẳng hạn, trong các phương án được mô tả ở trên, các tinh thể băng được tạo ra khi việc làm siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh được kết thúc không cần được làm tan chảy hoàn toàn trong quy trình làm tăng nhiệt độ, và do đó, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔTH được thiết lập để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 = \text{lượng nhiệt } q_2$. Theo cách như vậy, quan hệ giữa các lượng nhiệt, bao gồm lượng nhiệt q_0 mà đối tượng cần được làm lạnh giải phóng khi sự siêu lạnh bị kết thúc, trở thành $q_1 = q_2 < (q_0 + q_1)$. Ngay cả nếu lượng nhiệt $q_1 = \text{lượng nhiệt } q_2$ không được thỏa mãn hoàn toàn nhưng $q_2 < q_0 + q_1$ được thỏa mãn, thì lượng nhiệt q_1 và lượng nhiệt q_2 là ở trạng thái cân bằng ngay cả nếu lượng nhiệt $q_1 < \text{lượng nhiệt } q_2$, và nhờ đó cùng hiệu

quả như các phương án nêu trên có thể thu được. Do đó, khoảng thời gian của quy trình làm tăng nhiệt độ ΔT_H có thể thu được để thỏa mãn lượng nhiệt $q_1 < \text{lượng nhiệt } q_2$ và lượng nhiệt $q_2 < (\text{lượng nhiệt } q_0 + \text{lượng nhiệt } q_1)$.

Ngoài ra, các đối tượng cần được làm lạnh theo sáng chế bao gồm không chỉ thực phẩm mà có thể là tất cả các đối tượng có thể được bảo quản ở trạng thái siêu lạnh, như đối tượng được lấy mẫu từ tự nhiên như thịt tươi không ăn được của động vật nhỏ, hoặc thịt tươi của động vật thí nghiệm như động vật vô tính.

YÊU CẦU BẢO HỘ**1. Tủ lạnh (1) bao gồm:**

ngăn bảo quản (13) để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh;

bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) được kết cấu để cấp khí lạnh vào ngăn bảo quản (13); và

bộ điều khiển (7) được kết cấu để điều khiển bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) để thực hiện quy trình thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và quy trình thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai một cách lặp lại,

quy trình thứ nhất là quy trình làm giảm nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ nhất mà là thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và

quy trình thứ hai là quy trình làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai mà là cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, trong đó:

giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) trong suốt thời gian nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) trong suốt thời gian nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh là bằng nhau.

2. Tủ lạnh (1) bao gồm:

ngăn bảo quản (13) để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh;

bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) được kết cấu để cấp khí lạnh vào ngăn bảo quản (13); và

bộ điều khiển (7) được kết cấu để điều khiển bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) để thực hiện quy trình thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và quy trình thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai một cách lặp lại,

quy trình thứ nhất là quy trình làm giảm nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ nhất mà là thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và

quy trình thứ hai là quy trình làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai mà là cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, trong đó:

khoảng thời gian thứ hai được thiết lập sao cho giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ trong ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được làm cân bằng với nhau.

3. Tủ lạnh (1) bao gồm:

ngăn bảo quản (13) để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh;

bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) được kết cấu để cấp khí lạnh vào ngăn bảo quản (13); và

bộ điều khiển (7) được kết cấu để điều khiển bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) để thực hiện quy trình thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và quy trình thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai một cách lặp lại,

quy trình thứ nhất là quy trình làm giảm nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ nhất mà là thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và

quy trình thứ hai là quy trình làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai mà là cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, trong đó:

lượng nhiệt thứ nhất trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh là thấp hơn

lượng nhiệt thứ hai trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và lượng nhiệt thứ hai là thấp hơn tổng giá trị của lượng nhiệt thứ nhất và lượng nhiệt thứ ba,

lượng nhiệt thứ nhất là giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh,

lượng nhiệt thứ hai là giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và

lượng nhiệt thứ ba là lượng nhiệt mà được giải phóng khi việc làm siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh được kết thúc.

4. Tủ lạnh (1) bao gồm:

ngăn bảo quản (13) để bảo quản đối tượng cần được làm lạnh;

bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) được kết cấu để cấp khí lạnh vào ngăn bảo quản (13); và

bộ điều khiển (7) được kết cấu để điều khiển bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) để thực hiện quy trình thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và quy trình thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai một cách lặp lại,

quy trình thứ nhất là quy trình làm giảm nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ nhất mà là thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và

quy trình thứ hai là quy trình làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai mà là cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, trong đó:

khoảng thời gian thứ hai được thiết lập sao cho lượng nhiệt thứ nhất trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh là thấp hơn lượng nhiệt thứ hai trong

thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và lượng nhiệt thứ hai là thấp hơn tổng giá trị của lượng nhiệt thứ nhất và lượng nhiệt thứ ba,

lượng nhiệt thứ nhất là giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì thấp hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh,

lượng nhiệt thứ hai là giá trị nguyên theo thời gian của sự chênh lệch nhiệt độ giữa điểm đóng băng và nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) trong thời gian nhiệt độ ở ngăn bảo quản (13) duy trì cao hơn điểm đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh, và

lượng nhiệt thứ ba là lượng nhiệt mà được giải phóng khi việc làm siêu lạnh của đối tượng cần được làm lạnh được kết thúc.

5. Tủ lạnh (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó khoảng thời gian thứ nhất là bằng hoặc nhỏ hơn khoảng thời gian đóng băng cho phép mà là khoảng thời gian cho đến khi sự đóng băng của đối tượng cần được làm lạnh được ghi nhận.

6. Tủ lạnh (1) theo điểm 5, trong đó khoảng thời gian đóng băng cho phép được xác định theo nhiệt độ thứ nhất.

7. Tủ lạnh (1) theo điểm 6, trong đó khoảng thời gian đóng băng cho phép là tám giờ nếu nhiệt độ thứ nhất được thiết lập ở -3 độ C.

8. Tủ lạnh (1) theo điểm 5, trong đó khoảng thời gian đóng băng cho phép là khoảng thời gian khi số lượng các đỉnh phá vỡ thu được khi đối tượng cần được làm lạnh được cắt lớn hơn lượng thu được ở lúc bắt đầu đóng băng.

9. Tủ lạnh (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó quy trình thứ nhất bao gồm:

quy trình mở đầu để làm giảm các giai đoạn nhiệt độ được thiết đặt của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ nhất; và

quy trình duy trì nhiệt độ thấp để duy trì nhiệt độ được thiết đặt của ngăn bảo quản (13) ở nhiệt độ thứ nhất sau khi quy trình mở đầu.

10. Tủ lạnh (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

bộ làm lạnh (2, 3, 4, 5) được bố trí có van điều tiết (16, 17) được kết cấu để điều chỉnh lượng không khí cần được cấp đến ngăn bảo quản (13), và

bộ điều khiển (7) điều khiển van điều tiết (16, 17) ở quy trình thứ hai để làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai.

11. Tủ lạnh (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tủ lạnh này còn bao gồm bộ phận gia nhiệt (18) được kết cấu để gia nhiệt ngăn bảo quản (13), trong đó bộ điều khiển (7) điều khiển bộ phận gia nhiệt (18) ở quy trình thứ hai để làm tăng nhiệt độ của ngăn bảo quản (13) đến nhiệt độ thứ hai.

12. Tủ lạnh (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó nhiệt độ thứ nhất được thiết đặt trong khoảng từ -4 đến -2 độ C.

FIG. 1

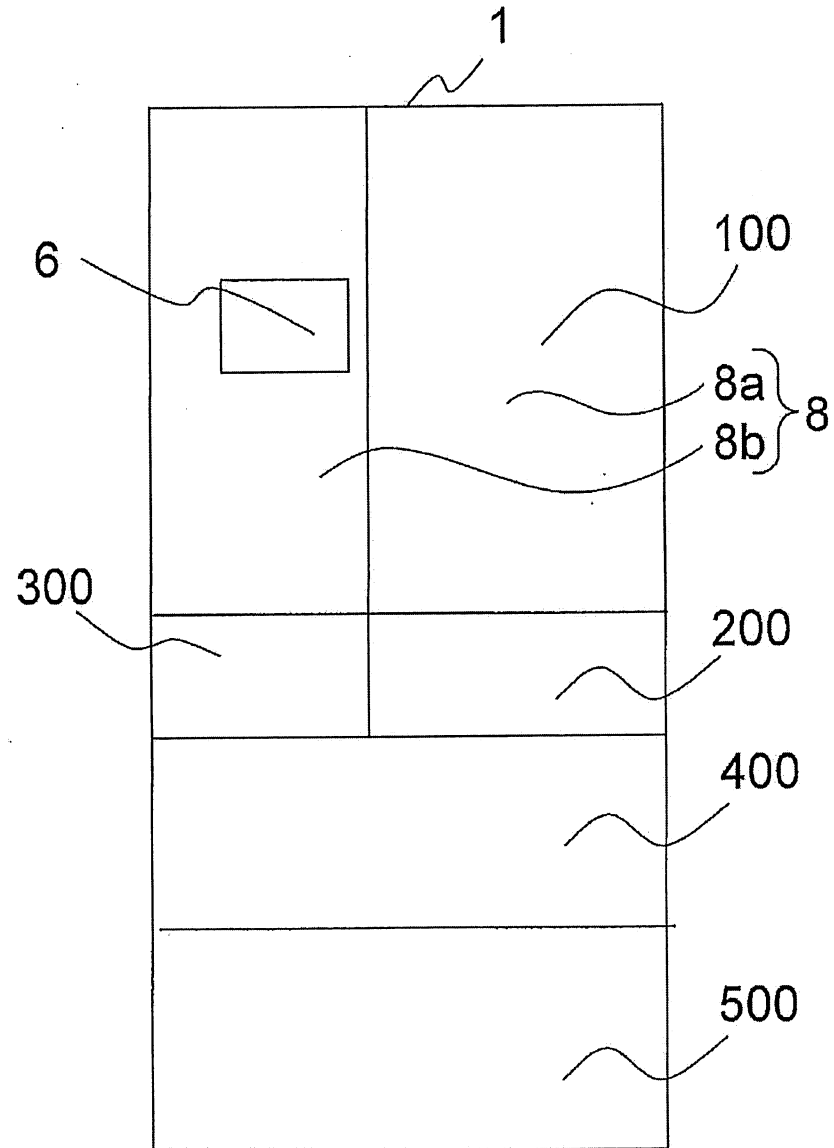


FIG. 2

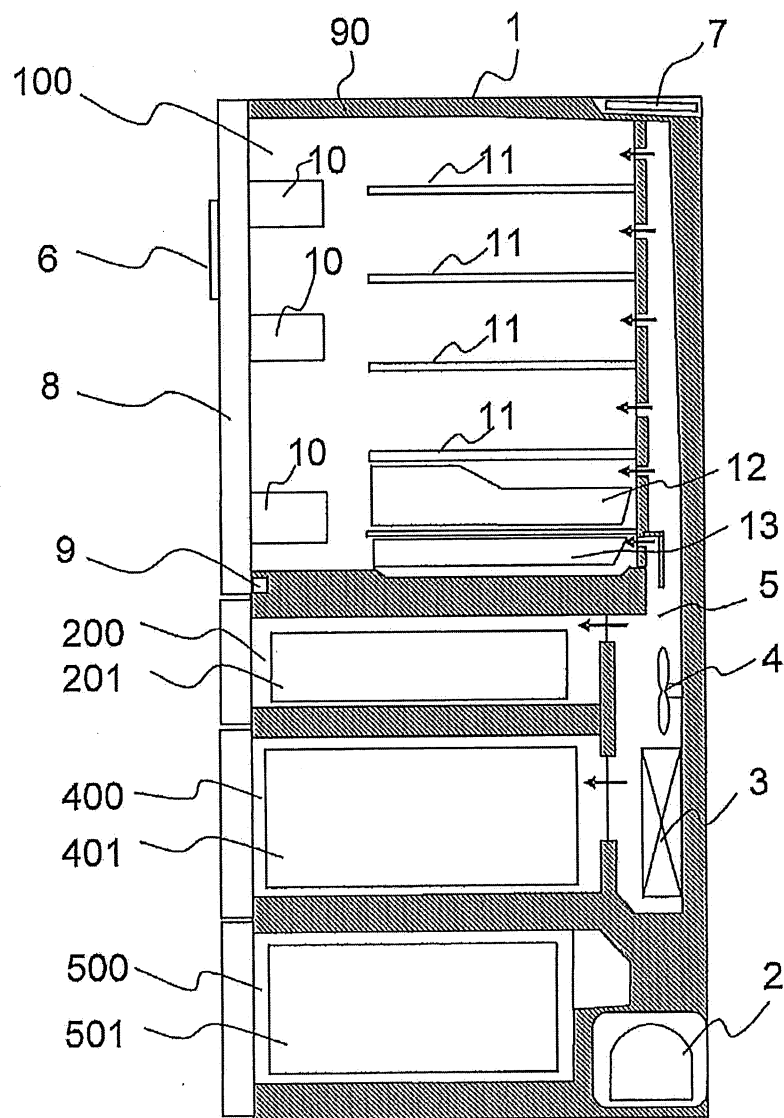


FIG. 3

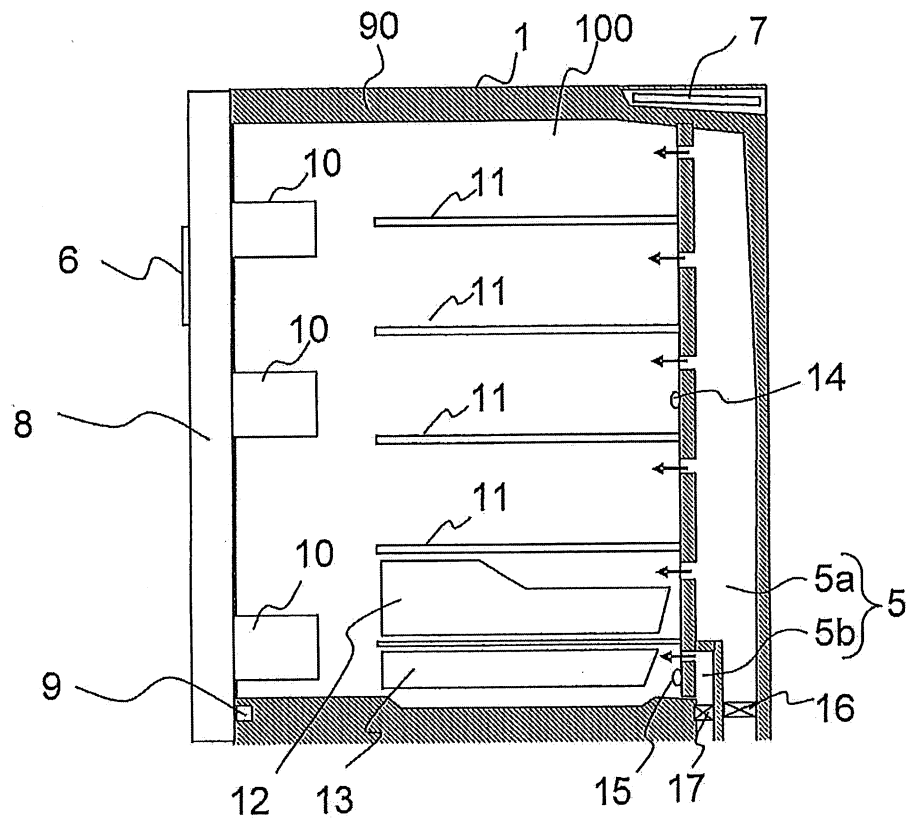


FIG. 4

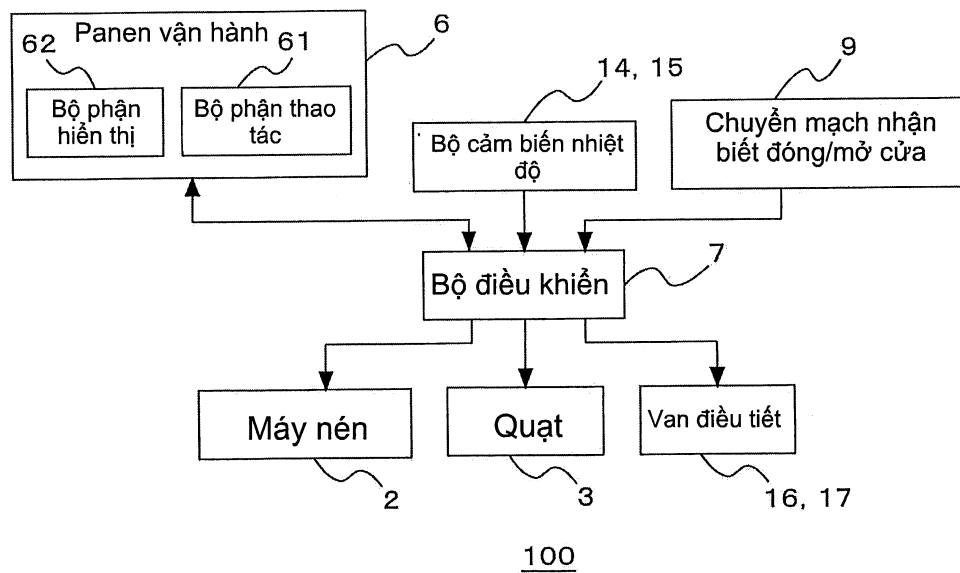


FIG. 5

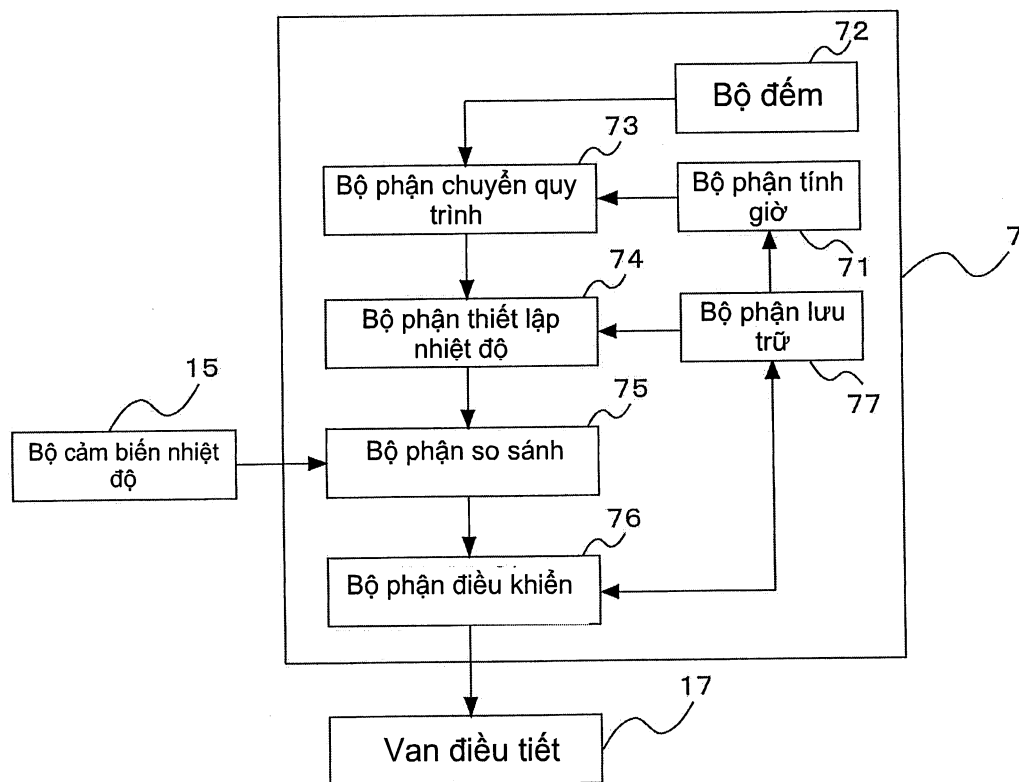


FIG. 6

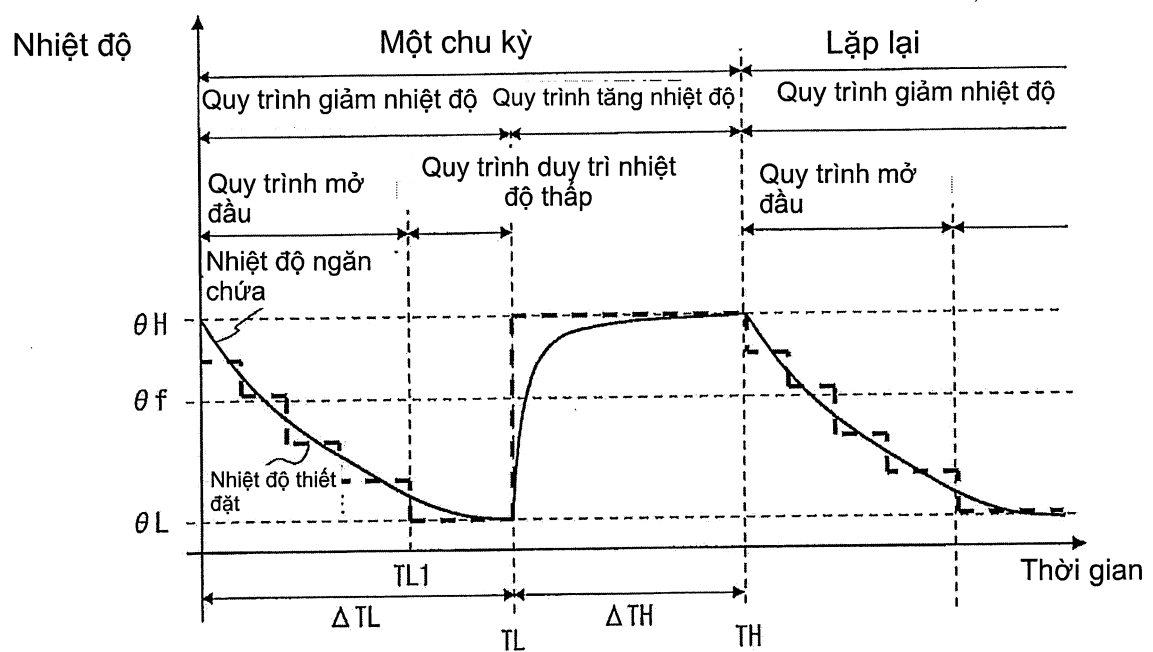


FIG. 7

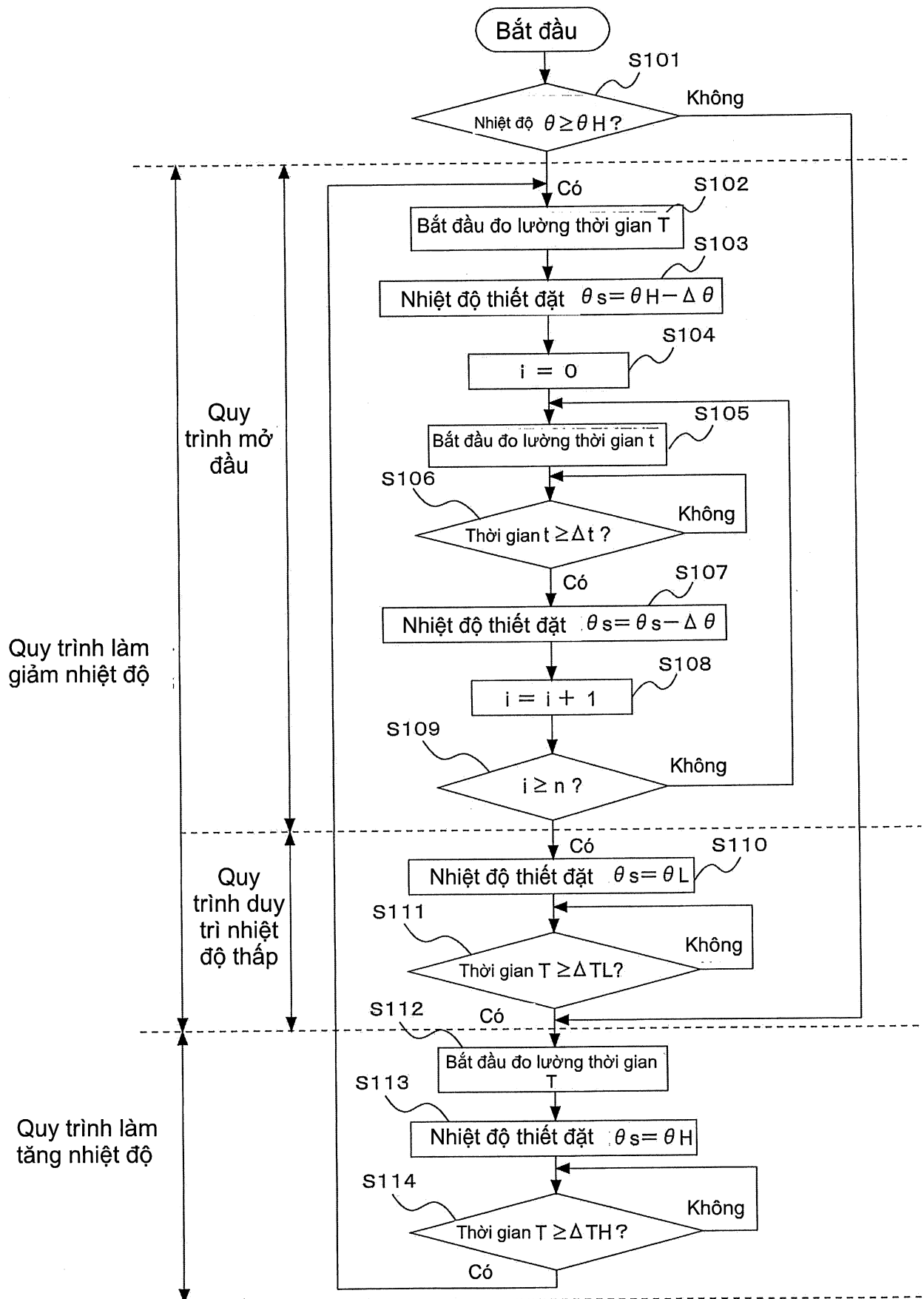


FIG. 8

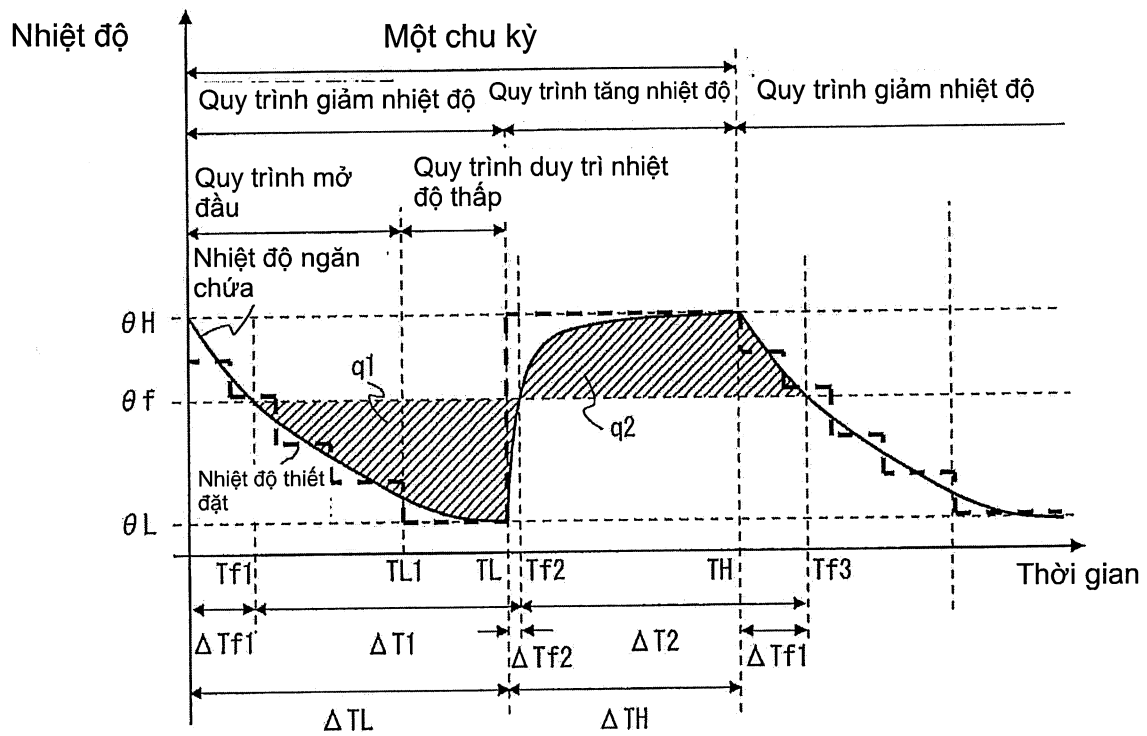


FIG. 9

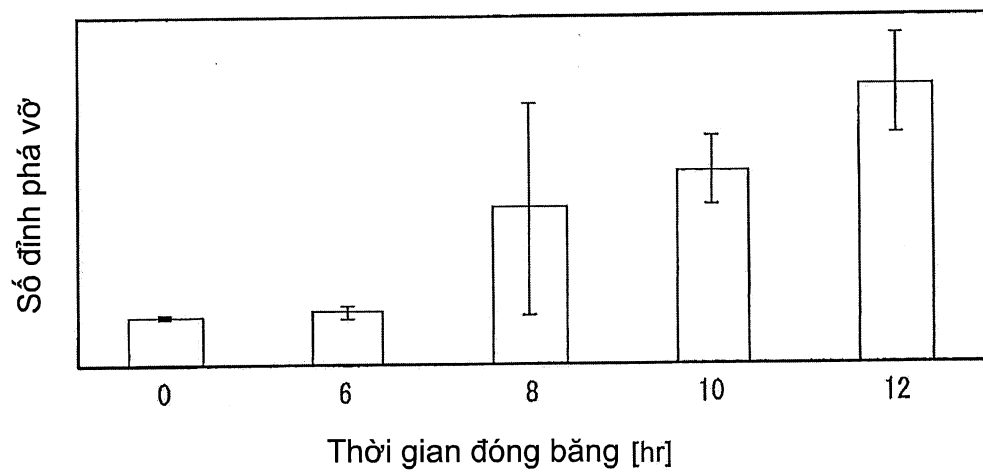


FIG. 10

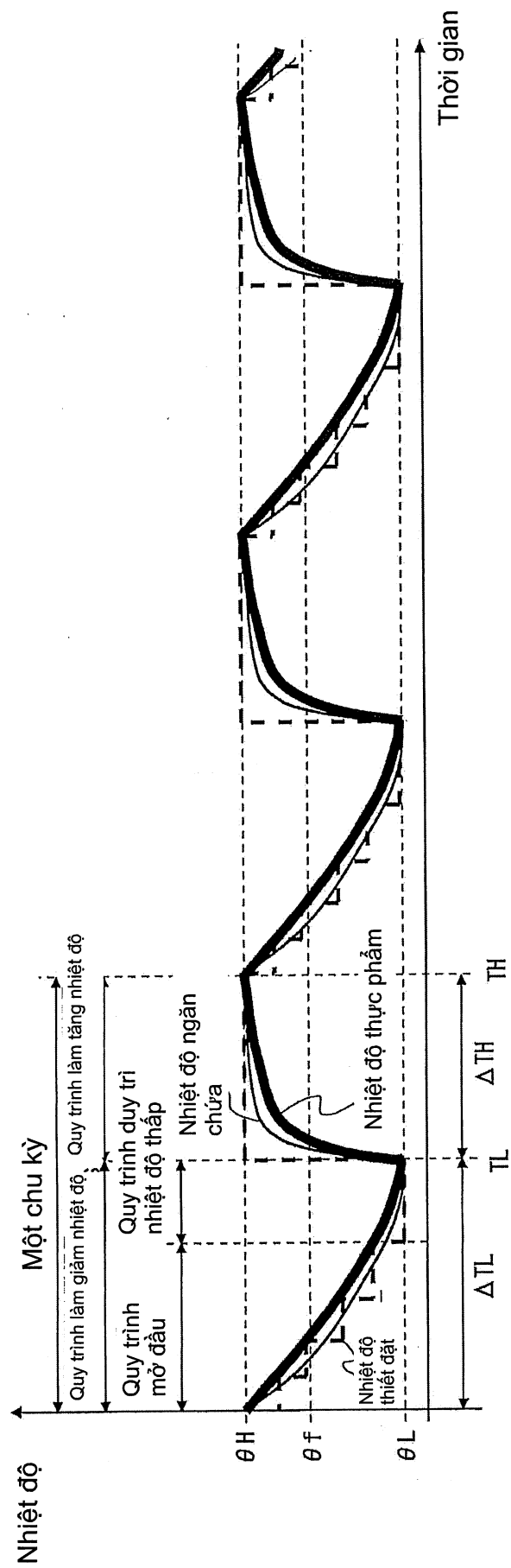


FIG. 11

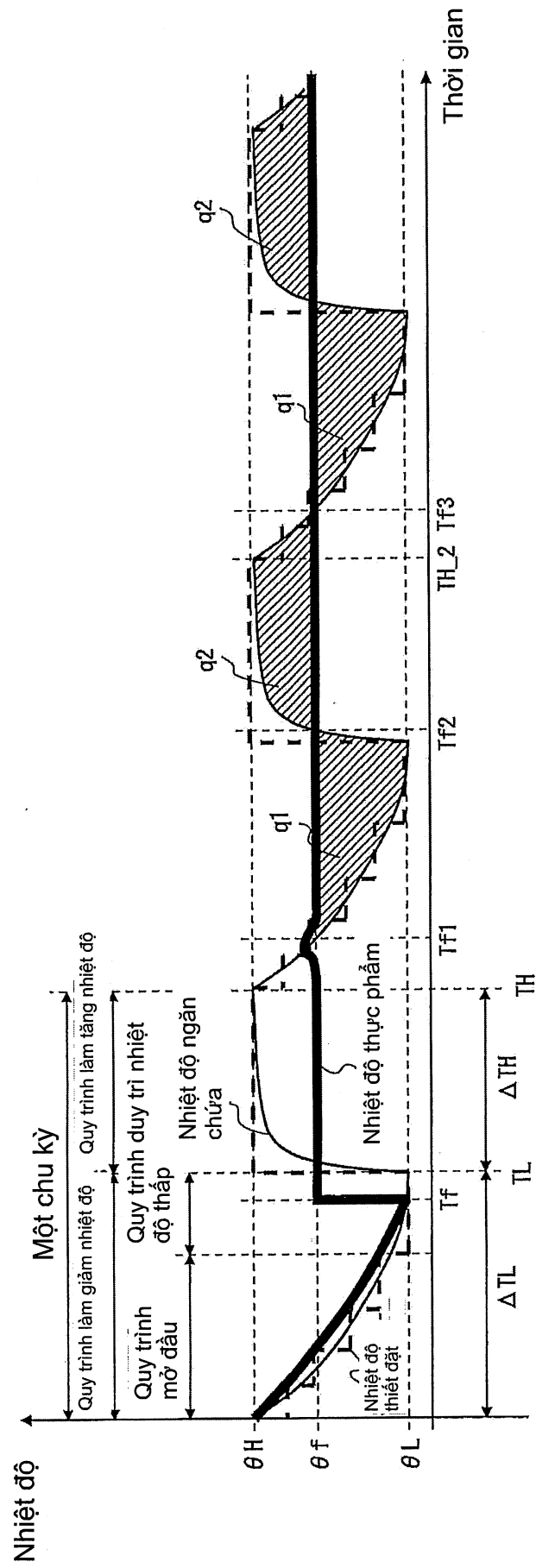


FIG. 12

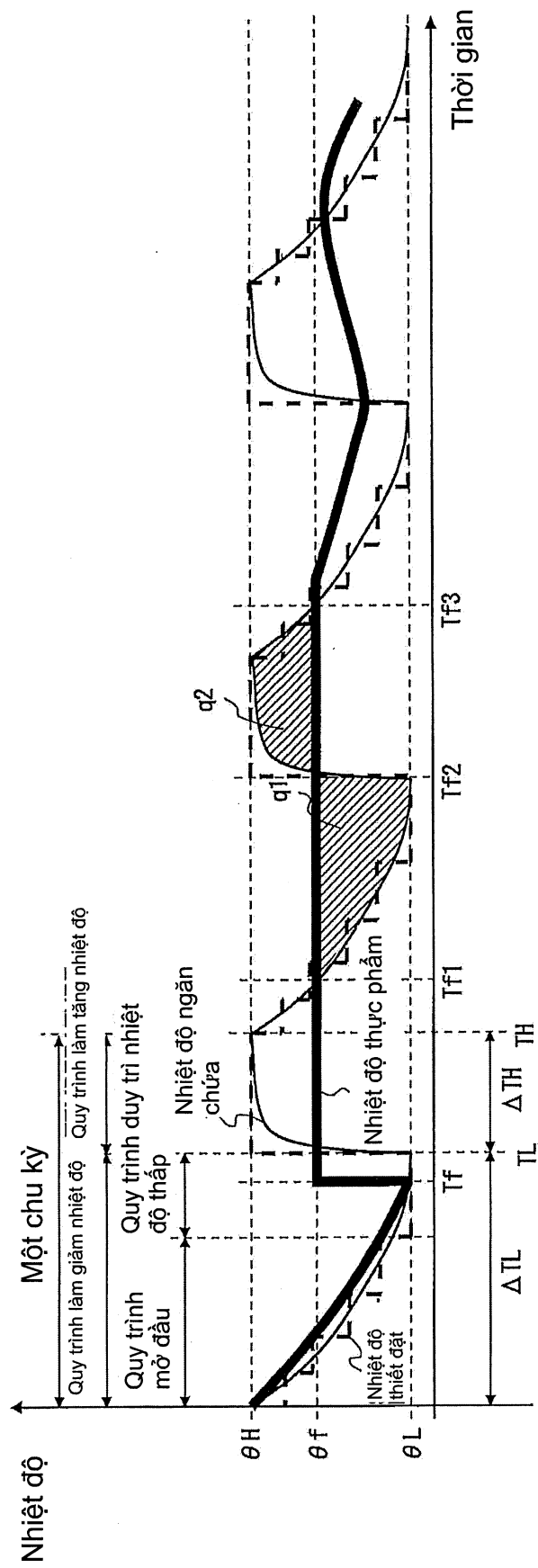


FIG. 13

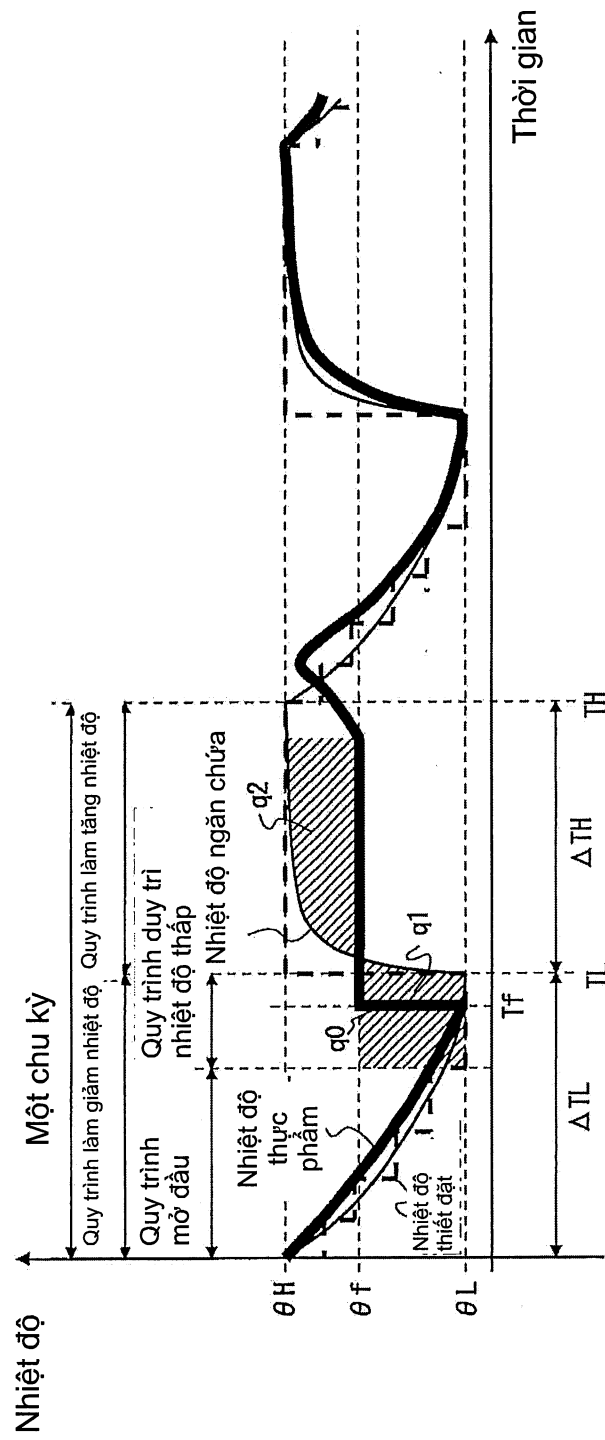


FIG. 14

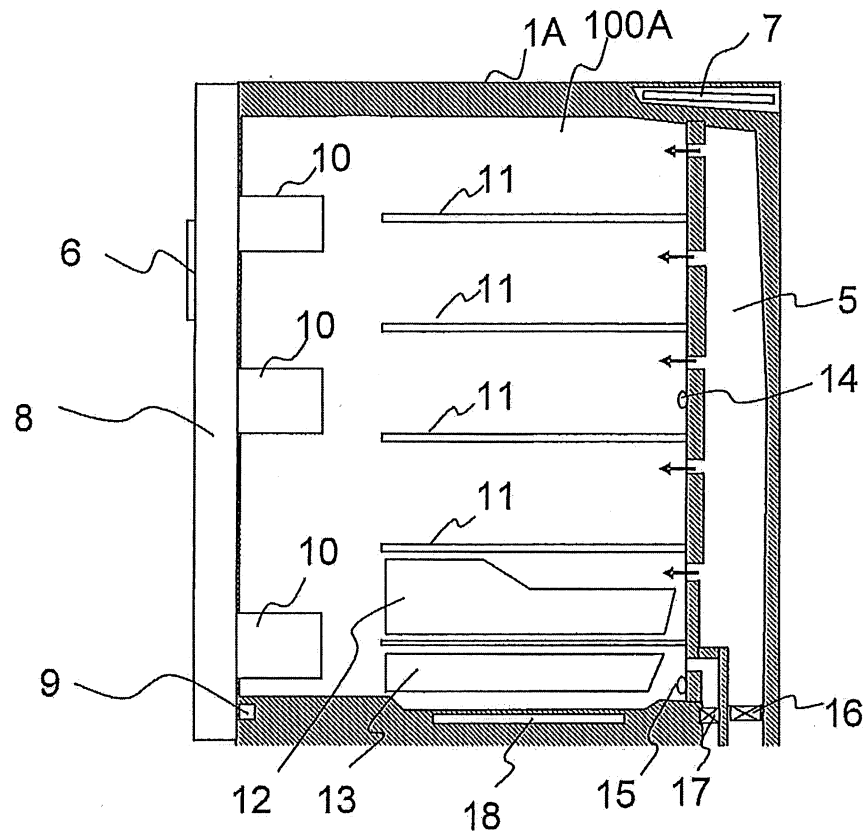


FIG. 15

