



(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) 
1-0020212

(51)⁷ G01M 3/28

(13) B

(21) 1-2013-00510

(22) 20.02.2013

(30) 2012-043205 29.02.2012 JP

(45) 25.12.2018 369

(43) 25.09.2013 306

(73) Hitachi, Ltd. (JP)

6-6, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

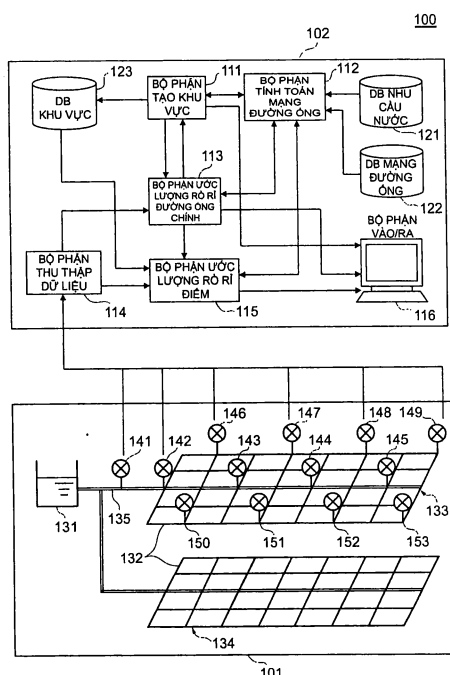
(72) Makoto MIYATA (JP), Shinsuke TAKAHASHI (JP), Shingo ADACHI (JP), Hideyuki TADOKORO (JP), Manabu FUKUSHIMA (JP), Hiromitsu KURISU (JP)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ PHÁT HIỆN RÒ RỈ

(57) Thiết bị phát hiện rò rỉ để ước lượng một cách hiệu quả sự phân bố rò rỉ trong cụm phân phối nước, mà nó tạo thành mạng đường ống phân phối, và nhận dạng các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước.

Thiết bị phát hiện rò rỉ để giám sát trạng thái của cụm phân phối nước bao gồm: bộ phận thu thập dữ liệu để thu thập các giá trị lưu lượng của các đường ống tại lối vào của cụm phân phối nước và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính đối với cụm phân phối nước; bộ phận tính toán mạng đường ống để ước lượng các giá trị áp suất của các nút của toàn bộ cụm phân phối nước và các giá trị lưu lượng của các đường ống; và bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính để ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính dựa trên lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước, các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị phát hiện rò rỉ để giám sát trạng thái của cụm phân phối nước tạo thành mạng đường ống phân phối của nhà máy nước.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, mạng đường ống phân phối của nhà máy nước có các chỗ rò rỉ lớn và nhỏ khác nhau được gây ra bởi, ví dụ, sự nứt gãy và xói mòn đường ống, và sự hư hại chỗ bịt kín dùng cho các mối nối. Nếu các chỗ rò rỉ này được phát hiện muộn, không chỉ các nguồn nước quý báu có thể bị lãng phí, mà còn phá hoại như có thể gây ra sụt lún đường và ngập úng. Vì thế, điều được mong muốn là các chỗ rò rỉ như vậy sẽ được phát hiện và sửa chữa càng sớm càng tốt.

Do đó, để ngăn chặn rò rỉ của mạng đường ống phân phối, các nhà nghiên cứu địa phương định kỳ tuần tra các vị trí liên quan và sử dụng phương pháp kiểm tra liệu có rò rỉ bất kỳ hay không bằng cách sử dụng thanh âm thanh hoặc loại tương tự. Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu địa phương cần phải có trình độ cao để đánh giá chính xác liệu có rò rỉ bất kỳ hay không bằng cách sử dụng thanh âm thanh, sao cho thiết bị để phân tích tự động âm thanh rò rỉ và đánh giá liệu có rò rỉ bất kỳ ở lân cận hay không được đề xuất (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 1).

Ngoài ra, thiết bị để ước lượng ngẫu nhiên lượng rò rỉ theo khu vực trong cụm phân phối nước dựa trên tỷ suất hợp thành được tính từ thông tin như vị trí đường ống, tuổi đường ống, vật liệu làm đường ống, đường kính, chiều dài, số lượng mối nối dịch vụ của mỗi đường ống được đề xuất (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 2).

Hơn nữa, thiết bị để ước lượng lượng phân bố rò rỉ của mỗi nút của mạng đường ống nhờ việc tính toán tối ưu hóa để tối thiểu hóa hiệu giữa giá trị áp suất được ước lượng được tính nhờ việc tính toán mạng đường ống (mà đôi khi nó có thể được coi như việc phân tích mạng đường ống hoặc việc mô phỏng thủy động) và giá trị áp suất được đo bằng áp kế được đề xuất (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 3).

Hơn nữa, hệ thống để nhận ra lượng rò rỉ trong nhiều cụm phân phối nước và cung cấp thông tin về mạng đường ống phân phối nào sẽ được kiểm tra kỹ lưỡng,

bằng cách chia hệ thống thành nhiều cụm phân phối nước bằng cách, ví dụ, đóng các van, và đo lưu lượng của nước chảy vào mỗi cụm phân phối nước trong suốt buổi đêm được đề xuất (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 4).

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2000-155066

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2009-192329

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2010-48058

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2011-191064

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết

Tuy nhiên, phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 sử dụng âm thanh rò rỉ làm đầu mối, sao cho chỉ có các chỗ rò rỉ ở khoảng cách ngắn có thể được phát hiện và, thực tế là, việc tìm kiếm các chỗ rò rỉ trong toàn bộ mạng đường ống đòi hỏi nhiều thời gian và chi phí.

Ngoài ra, phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 sử dụng thiết bị để ước lượng lượng rò rỉ theo khu vực (dưới đây được gọi là “sự phân bố rò rỉ”) trong cụm phân phối nước nhằm mục đích nâng cao hiệu quả tìm kiếm rò rỉ trong cụm phân phối nước, và nhờ đó ước lượng ngẫu nhiên lượng rò rỉ bằng cách sử dụng thông tin như tuổi đường ống của mỗi đường ống. Tuy nhiên, sự phân bố rò rỉ ước lượng này không nhất thiết phải tương ứng với sự phân bố rò rỉ thực tế và khó có thể luôn cung cấp các kết quả tìm kiếm với độ tin cậy cao. Ngoài ra, các vị trí rò rỉ không thể được ước lượng bằng cách định vị chúng, sao cho khó có thể nhận dạng các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước.

Hơn nữa, thiết bị ước lượng được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 tính toán lượng phân bố rò rỉ của mỗi nút nhờ việc tính toán tối ưu hóa. Tuy nhiên, điều cần thiết là

thực hiện việc tính toán kết hợp để quyết định đồng thời các vị trí và lượng các chỗ rò rỉ có các kích thước khác nhau. Vì thế, do số lượng nút hoặc rò rỉ trong mạng đường ống tăng lên, nên lượng tính toán trở thành khổng lồ; và lúc này, khó có thể áp dụng thiết bị ước lượng này vào mạng đường ống thực tế.

Hơn nữa, phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 4 là để nhận ra lượng rò rỉ của mỗi cụm phân phối nước nhằm mục đích nâng cao hiệu quả tìm kiếm rò rỉ. Tuy nhiên, nếu diện tích của cụm phân phối nước lớn, thì sẽ cần nhiều thời gian để nhận dạng các vị trí rò rỉ trong cụm phân phối nước. Vì thế, có thể chia thêm cụm phân phối nước thành nhiều đoạn nhỏ hơn để rút ngắn thời gian cần thiết để nhận dạng các vị trí rò rỉ. Tuy nhiên, để chia cụm phân phối nước thành các đoạn nhỏ hơn, chi phí cần thiết để đặt các van và chuẩn bị mạng đường ống tăng lên và có một số hạn chế, ví dụ, khó có thể đảm bảo lượng nước cần thiết để, ví dụ, chữa cháy khi có đám cháy. Do đó, có hạn chế là cụm phân phối nước có thể được chia thành các đoạn nhỏ hơn cách nhau bao nhiêu.

Do đó, nếu các phương pháp thông thường được sử dụng, thì lượng rò rỉ của mỗi cụm phân phối nước có thể được nhận ra; tuy nhiên, vấn đề là ở chỗ khó có thể ước lượng sự phân bố rò rỉ trong cụm phân phối nước và nhận dạng các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước.

Sáng chế được tạo ra khi xét đến các trường hợp nêu trên và mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị phát hiện rò rỉ có khả năng ước lượng một cách hiệu quả sự phân bố rò rỉ trong cụm phân phối nước và nhận dạng các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất thiết bị phát hiện rò rỉ để giám sát trạng thái của cụm phân phối nước, mà nó được nối đến nguồn nước và tạo thành mạng đường ống phân phối; trong đó thiết bị phát hiện rò rỉ bao gồm: cơ sở dữ liệu nhu cầu nước để lưu trữ nhu cầu nước của các nút của cụm phân phối nước; cơ sở dữ liệu mạng đường ống để lưu trữ thông tin về các nút và các đường ống của cụm phân phối nước; bộ phận thu thập dữ liệu để thu thập giá trị lưu lượng của ống nối được bố trí giữa nguồn nước và cụm phân phối nước để nối chúng để cho phép nước chảy

qua chúng, và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính đối với cụm phân phối nước; bộ phận tính toán mạng đường ống để ước lượng các giá trị áp suất của các nút của toàn bộ cụm phân phối nước và các giá trị lưu lượng của các đường ống dựa trên thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nhu cầu nước và thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu mạng đường ống; và bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính để ước lượng lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước dựa trên giá trị lưu lượng của ống nối và thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nhu cầu nước và ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính dựa trên lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước, các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống.

Ưu điểm của sáng chế

Thiết bị phát hiện rò rỉ có khả năng ước lượng một cách hiệu quả sự phân bố rò rỉ trong cụm phân phối nước, nhận dạng các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước, và nhờ đó nâng cao hiệu quả tìm kiếm rò rỉ có thể được đề xuất theo sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ thể hiện một cách giản lược hệ thống giám sát phân phối nước được trang bị thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 1 của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ thể hiện một cách giản lược việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.3 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.4 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận tạo khu vực dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.5 là bảng thể hiện ví dụ dữ liệu về DB (cơ sở dữ liệu) khu vực dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.6 là sơ đồ thể hiện một cách giản lược việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ điểm dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.7 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ điểm dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.8 là ví dụ về màn hình được xuất ra bởi bộ phận vào/ra dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện một cách giản lược việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2 của sáng chế.

Fig.10 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2 của sáng chế.

Fig.11 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 3 của sáng chế.

Fig.12 là sơ đồ giản lược thể hiện một phần cấu hình của thiết bị phát hiện rò rỉ theo một phương án khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo, thiết bị phát hiện rò rỉ theo các phương án của sáng chế sẽ được giải thích dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Ngoài ra, các phương án được mô tả dưới đây là các ví dụ được đưa ra nhằm mục đích mô tả sáng chế, và không được dự định để giới hạn sáng chế chỉ ở các phương án này. Do đó, sáng chế có thể được sử dụng theo các cách khác trừ khi các cách sử dụng này lệch khỏi bản chất của sáng chế.

Phương án 1

Fig.1 là sơ đồ thể hiện một cách giản lược hệ thống giám sát phân phối nước được trang bị thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 1 của sáng chế.

Trên Fig.1, hệ thống giám sát phân phối nước 100 theo phương án 1 bao gồm thiết bị phân phối nước 101 và thiết bị phát hiện rò rỉ 102 mà nó được nối đến thiết bị phân phối nước 101 và giám sát trạng thái của thiết bị phân phối nước 101.

Thiết bị phân phối nước 101 bao gồm; bể nước ăn 131 mà nó là nguồn nước; mạng đường ống phân phối 132 được nối đến bể nước ăn 131 để cho phép nước, mà nó được cấp từ bể nước ăn 131, được phân phối; và các bộ cảm biến từ xa từ 141 đến 153 được bố trí tại các nút của mạng đường ống phân phối 132.

Ngoài ra, phương án 1 được tạo cấu hình sao cho các cụm phân phối nước 133 và 134 được bố trí trong mạng đường ống phân phối 132; tuy nhiên, trên thực tế, số lượng các cụm phân phối nước có thể là một hoặc ba hoặc nhiều hơn. Nếu có một cụm phân phối nước, mạng đường ống phân phối và cụm phân phối nước về cơ bản là một. Để thuận tiện cho việc giải thích, giả sử rằng cụm phân phối nước 134 có cùng cấu hình với cụm phân phối nước 133, và việc giải thích về cụm phân phối nước 134 được bỏ qua.

Cụm phân phối nước 133 được nối với bể nước ăn 131 qua ống nối 135 mà nó được bố trí giữa bể nước ăn 131 và cụm phân phối nước 133 để nối chúng để cho phép nước chảy qua chúng. Cụm phân phối nước 133 này có các đường ống nước được nối giống như mạng lưới và đóng vai trò là mạng cung cấp nước cho các hộ tiêu thụ.

Theo sáng chế, đường dẫn với lưu lượng lớn nhất trong số các đường dẫn dùng cho cụm phân phối nước 133 được gọi là “đường ống chính” và các đường dẫn khác không phải là đường ống chính được gọi là “các đường nhánh”. Đường ống chính có thể được nhận dạng bằng cách đi theo đường ống với lưu lượng lớn nhất từ lối vào của cụm phân phối nước 133 về phía xuôi dòng. Ngoài ra, các vị trí nối của các đường ống nước, các vị trí nơi mà các bộ cảm biến từ xa được bố trí, và các vị trí nơi mà có nhu cầu nước trong cụm phân phối nước 133 được gọi là “các nút” và mỗi đường ống nước nối với các nút được gọi là “đường ống”. Hơn nữa, “đường dẫn” có nghĩa là sự liên kết đường ống mà có thể định ra các đường ống từ ngược dòng đến xuôi dòng.

Ống nối 135 có bộ cảm biến từ xa 141 để đo lưu lượng của nước chảy vào cụm phân phối nước 133. Ngoài ra, mỗi nút của đường ống chính trong cụm phân phối nước 133 có bộ cảm biến từ xa từ 142 đến 145 để đo áp suất của nút liên quan và mỗi nút của đường nhánh trong cụm phân phối nước 133 có bộ cảm biến từ xa từ 146 đến 153 để đo áp suất của nút liên quan. Các bộ cảm biến từ xa từ 141 đến 153 này được nối với thiết bị phát hiện rò rỉ 102 qua mạng truyền thông và gửi dữ liệu đo và gửi dữ liệu đo đến bộ phận thu thập dữ liệu 114 dùng cho thiết bị phát hiện rò rỉ 102.

Thiết bị phát hiện rò rỉ 102 là hệ thống máy tính thông thường bao gồm CPU, các thiết bị lưu trữ (như RAM, ổ cứng, bộ nhớ nhanh), và bộ phận vào/ra 116 (như bàn phím và bộ hiển thị). Các thiết bị lưu trữ lưu trữ bộ phận tạo khu vực 111, bộ phận tính toán mạng đường ống 112, bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 1F13, bộ phận thu thập dữ liệu 114, và bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 như là các chương trình và CPU thực hiện các chương trình này. Ngoài ra, các thiết bị lưu trữ lưu trữ DB (cơ sở dữ liệu) nhu cầu nước 121, DB (cơ sở dữ liệu) mạng đường ống 122, và DB (cơ sở dữ liệu) khu vực 123 như là dữ liệu ở khuôn dạng như bảng chẳng hạn và các cơ sở dữ liệu này có thể được sử dụng khi thực hiện các chương trình nêu trên. Hơn nữa, bộ phận vào/ra 116 đóng vai trò là giao diện với, ví dụ, người chịu trách nhiệm giám sát cụm phân phối nước 133.

DB nhu cầu nước 121 là dữ liệu nhu cầu nước ở các nút trong cụm phân phối nước 133, mà chúng được ước lượng bằng cách sử dụng dữ liệu ghi quá khứ. Với mạng đường ống phân phối thông thường, đồng hồ đo nước được bố trí ở đường ống nước để cung cấp nước đến hộ tiêu thụ và người vận hành đọc đồng hồ đo nước theo chu kỳ, ví dụ, hai tháng một lần, sao cho việc sử dụng nước bởi mỗi hộ tiêu thụ có thể được nhận ra. Do việc sử dụng nước về cơ bản không thay đổi và mô hình sử dụng nước của mỗi mùa, ngày trong tuần, và thời điểm trong ngày có thể được ước lượng đến một mức độ nhất định dựa trên các tính chất (như nơi cư trú, nhà máy, hoặc cửa hàng) của hộ tiêu thụ liên quan, nhu cầu nước vào mỗi thời điểm trong ngày có thể được dự đoán. Cụ thể là, đối với hộ tiêu thụ lớn, nhu cầu nước đối với toàn bộ cụm phân phối nước 133 có thể được dự đoán chính xác chi tiết bằng cách sử dụng phương pháp nhận biết chính xác mô hình sử dụng nước bằng cách bố trí đồng hồ đo nước có khả năng lưu trữ lưu lượng của mỗi thời điểm trong ngày hoặc nhận biết nhu cầu nước trên cơ sở thời gian thực bằng cách bố trí đồng hồ đo thông minh được trang bị chức năng truyền thông. Ngoài ra, có một số kỹ thuật đã biết như là các phương pháp để dự đoán nhu cầu nước, vì thế, các sự giải thích bất kỳ về chúng được bỏ qua.

Hơn nữa, hiệu giữa nhu cầu nước thực tế, mà nó có thể được nhận ra bằng cách sử dụng đồng hồ đo nước, và lưu lượng của nước chảy vào cụm phân phối nước 133

được gọi là “lượng nước phi thu nhập.” Lượng nước phi thu nhập bao gồm, khác với rò rỉ, ví dụ, nước được lấy từ các vòi chữa cháy hoặc loại tương tự và lượng nước mà không thể được đo bằng đồng hồ đo. Điều cần lưu ý là thông thường tốc độ của nước không phải là rò rỉ trong lượng nước phi thu nhập là nhỏ, sao cho dễ để giải thích, nước như vậy dưới đây sẽ được gọi chung là “rò rỉ.”

DB mạng đường ống 122 lưu trữ, ví dụ, quan hệ kết nối giữa các đường ống và các nút, các đường kính ống, các chiều dài, các hệ số độ nhám, các độ cao của các nút, và độ cao và mực nước của bể nước ăn, mà chúng là cần thiết để thực hiện việc tính toán mạng đường ống được mô tả dưới đây.

DB khu vực 123 lưu trữ các số khu vực và các hệ số khu vực được tính toán bởi bộ phận tạo khu vực 111 được mô tả dưới đây.

Bộ phận tạo khu vực 111 tạo ra nhiều khu vực trong cụm phân phối nước 133. Ngoài ra, việc xử lý bởi bộ phận tạo khu vực 111 sẽ được giải thích chi tiết dưới đây.

Bộ phận tính toán mạng đường ống 112 ước lượng (hoặc mô phỏng) các áp suất của các nút và các lưu lượng của các đường ống vào cùng một thời điểm trong ngày hoặc nhiều lần trong ngày dựa trên dữ liệu được lưu trữ trong DB nhu cầu nước 121 và DB mạng đường ống 122. Ngoài ra, việc tính toán để thực hiện sự mô phỏng này được gọi là việc tính toán mạng đường ống. Do việc tính toán mạng đường ống này bản thân nó là kỹ thuật đã biết, nên phần giải thích chi tiết về nó được bỏ qua. Bộ phận tính toán mạng đường ống 112 nhận dữ liệu từ bộ phận tạo khu vực 111, bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113, và bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115, thực hiện việc tính toán mạng đường ống dựa trên các mẫu dữ liệu này, và trả lại các kết quả tính toán đến từng bộ phận đó. Chuỗi xử lý này dưới đây sẽ được gọi đơn giản là “thực hiện việc tính toán mạng đường ống.”

Việc tính toán mạng đường ống có thể được thực hiện khi có rò rỉ từ cụm phân phối nước 133. Có hai phương pháp thiết lập lượng rò rỉ ở nút nhờ việc tính toán mạng đường ống. Một phương pháp là thiết lập hệ số phát xạ đại diện cho kích thước và hình dạng của lỗ rò và phương pháp này có các đặc tính sau: hệ số phát xạ càng lớn, lượng rò rỉ càng lớn; và áp suất của nút càng cao, lượng rò rỉ càng lớn. Một phương pháp khác là bổ sung lượng rò rỉ vào nhu cầu nước ban đầu của nút liên

quan và sử dụng kết quả làm nhu cầu nước mới. Khi phương pháp đầu được sử dụng, điều sẽ được nêu trong phần giải thích tiếp theo là hệ số phát xạ được thiết lập ở nút liên quan; và khi phương pháp sau được sử dụng, điều sẽ được nêu là lượng rò rỉ được thiết lập ở nút liên quan.

Bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 ước lượng sự phân bố rò rỉ của cụm phân phối nước 133. Cụ thể hơn là, bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính đối với cụm phân phối nước 133. Lượng rò rỉ ước lượng từ các nút này tương ứng với lượng rò rỉ gần đúng của mỗi khu vực trong số các khu vực được tạo ra bởi bộ phận tạo khu vực 111. Việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 sẽ được giải thích chi tiết sau.

Bộ phận thu thập dữ liệu 114 thu thập dữ liệu được đo bằng các bộ cảm biến từ xa từ 141 đến 153. Dữ liệu được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu 114 được sử dụng bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 và bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115.

Bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 ước lượng các vị trí rò rỉ và lượng rò rỉ riêng biệt trong cụm phân phối nước 133. Ngoài ra, rò rỉ điểm có nghĩa là rò rỉ với lượng rò rỉ lớn tương đối. Việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 sẽ được giải thích chi tiết sau.

Bộ phận vào/ra 116 hiển thị, ví dụ, các kết quả ước lượng bởi bộ phận tạo khu vực 111, bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113, và bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 trên màn hình hoặc loại tương tự và thể hiện chúng cho, ví dụ, người chịu trách nhiệm giám sát trạng thái của cụm phân phối nước 133. Ngoài ra, bộ phận vào/ra 116 thực hiện việc xử lý để, ví dụ, hiển thị các kết quả ước lượng chi tiết hơn hoặc loại tương tự phù hợp với các lệnh hoặc loại tương tự được nhập bởi, ví dụ, người chịu trách nhiệm giám sát cụm phân phối nước.

Tiếp theo, các phần chi tiết về việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113, việc xử lý bởi bộ phận tạo khu vực 111, và việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 sẽ được giải thích theo thứ tự. Fig.2 là sơ đồ thể hiện một cách giản lược việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 dùng cho thiết

bị phát hiện rò rỉ 102 được thể hiện trên Fig.1; và nửa trên là sơ đồ thể hiện cụm phân phối nước 133 và nửa dưới là đồ thị vẽ đầu áp kế của các nút của đường ống chính. Ngoài ra, để dễ giải thích, một số đường ống và các bộ cảm biến từ xa được bỏ qua và cụm phân phối nước 133 được chỉ báo ở dạng cây trên Fig.2.

Trên Fig.2, F thể hiện nút nơi mà bộ cảm biến từ xa 141 được bố trí và lượng dòng vào đến cụm phân phối nước 133 được đo. Nm ($m=1$ đến e ; và m là số nguyên) thể hiện nhóm nút mà tại đó các bộ cảm biến từ xa được bố trí trên đường ống chính; và trong số Nm ($m=1$ đến e), nút ngược dòng xa nhất là N1 và nút xuôi dòng xa nhất là Ne. Ngoài ra, để thuận tiện, Fig.2 thể hiện Nm với $m=1$ đến 4. Nói cách khác, từ N1 đến N4 là nhóm các nút mà ở đó các bộ cảm biến từ xa từ 142 đến 145 được bố trí trên đường ống chính; và các bộ cảm biến từ xa từ 142 đến 145 đo áp suất tại các nút tương ứng.

Tiếp theo, giả sử rằng có rò rỉ từ nút L1 của đường nhánh rẽ nhánh từ N1 và Q1 thể hiện lượng rò rỉ của nó. Như được so sánh với trường hợp trong đó không có rò rỉ từ L1, nước bao gồm lượng nước bổ sung bằng với lượng rò rỉ Q1 chảy vào cụm phân phối nước 133, chảy qua N1, đến L1, và chảy ra khỏi đường ống. Nếu chỉ tập trung vào việc đường ống chính trong trường hợp nêu trên, thì có thể giả sử rằng N1 có rò rỉ ảo của lượng rò rỉ Q1. Do rò rỉ thực tế nằm ở L1, nên chỉ dường như N1 có rò rỉ, nhưng nó đơn giản là rò rỉ ảo.

Điểm A trên đồ thị được thể hiện trên Fig.2 là nút tại lối ra của bể nước ăn 131. Trong ví dụ này, để dễ giải thích, giả sử rằng nhu cầu nước chỉ tồn tại ở đầu ghép nối của đường nhánh liên quan và đường kính ống và hệ số độ nhám là hằng số. Ngoài ra, “đầu áp kế” có nghĩa là giá trị đạt được bằng cách thay thế tổng của năng lượng áp suất và thế năng của nước bằng chiều cao. Khi nước chảy qua đường ống, năng lượng giảm do ma sát. Vì thế, đầu áp kế thường giảm về phía xuôi dòng. Ngoài ra, đoạn hoặc đường đa giác nối các đầu áp kế của các nút được gọi là “đường dốc thủy động” và độ dốc của đường dốc thủy động được gọi là “độ dốc thủy động”. Độ dốc thủy động có thể được ước lượng dựa trên lưu lượng, chiều dài, đường kính, và hệ số độ nhám của đường ống liên quan bằng cách sử dụng, ví dụ, công thức Hazen-Williams. Trái lại, nếu chiều dài, đường kính, và hệ số độ nhám của đường ống được

biết, thì lưu lượng có thể được tính ngược từ độ dốc thủy động. Đồ thị thể hiện rằng lưu lượng càng lớn, năng lượng giảm do ma sát càng nhiều; và kết quả là, độ dốc thủy động tăng lên (độ dốc trở thành dốc đứng).

Đường đa giác A-B1-C1-D1 của đồ thị được thể hiện trên Fig.2 là đường dốc thủy động khi không có rò rỉ từ cụm phân phối nước 133. Đường đa giác A-B2-C2-D2 là đường dốc thủy động khi có rò rỉ từ L1. Đường đa giác A-B2-C3-D3 là đường dốc thủy động khi giả sử rằng có rò rỉ không phải từ L1, mà là từ Ne trên đường ống chính (N4 trong phương án 1). Điểm B1 và điểm B2 tương ứng với N1; điểm C1, điểm C2, và điểm C3 tương ứng với N2; và điểm D1, điểm D2, và điểm D3 tương ứng với N4.

Độ dốc thủy động của phần đoạn A-B2 là dốc đứng hơn đoạn A-B1 do lưu lượng của nó lớn hơn bởi lượng rò rỉ Q_1 của L1. Theo Fig.2, có thể thấy rằng đường dốc thủy động thay đổi phụ thuộc vào việc liệu có rò rỉ bất kỳ hay không, vị trí của các rò rỉ, và lượng rò rỉ. Điều có thể ước lượng là liệu có rò rỉ bất kỳ hay không, vị trí của các rò rỉ, và lượng rò rỉ bằng cách sử dụng đặc tính nêu trên.

Khi có rò rỉ từ L1, các tọa độ của điểm A có thể được tính từ độ cao và mực nước của bể nước ăn 131; và độ dốc của đoạn A-B2 có thể được tính toán theo, ví dụ, công thức Hazen-Williams một khi lưu lượng tại F được đo. Các tọa độ của điểm B2 và điểm C2 có thể được tính toán bằng cách đo các áp suất bởi các bộ cảm biến từ xa tại N1 và N2 và cộng độ cao vào chúng; và, do đó, độ dốc của đoạn B2-C2 có thể được tính toán. Khi độ dốc của đoạn A-B2 được so sánh với độ dốc của đoạn B2-C2 và nếu độ dốc của đoạn B2-C2 nhỏ hơn độ dốc của đoạn A-B2, thì có thể thấy rằng có rò rỉ ảo từ N1 (trên thực tế, rò rỉ từ L1). Hiệu giữa lưu lượng, mà nó được tính từ độ dốc của đoạn B2-C2, và lưu lượng tại F là lượng rò rỉ. Nguyên tắc chung của việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 là để lặp lại việc xử lý nêu trên đối với Nm ($m=1$ đến $e-1$) liên tục từ ngược dòng và ước lượng lượng rò rỉ ảo tại các nút của đường ống chính.

Nếu có rò rỉ ảo từ nút của đường ống chính như có thể được nhìn thấy từ Fig.2, thì có rò rỉ thực sự từ xung quanh nút hoặc từ đường nhánh rẽ nhánh từ xung quanh nút. Nói cách khác, lượng rò rỉ ảo từ nút của đường ống chính xấp xỉ bằng lượng rò

rỉ từ xung quanh nút hoặc từ khu vực bao gồm nút của đường ống rẽ nhánh từ lân cận nút đó.

Tiếp theo, việc xử lý cụ thể bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 sẽ được giải thích phù hợp với lưu đồ được thể hiện trên Fig.3.

Nm ($m=1$ đến e) là nhóm các nút mà tại đó các bộ cảm biến từ xa (các bộ cảm biến từ xa từ 142 đến 145 trên Fig.2) được thiết lập trên đường ống chính. Ngoài ra, biến số đại diện cho lượng rò rỉ Nm ($m=1$ đến e) được quy định là Qm ($m=1$ đến e). Hơn nữa, Qo được sử dụng làm biến số tạm thời đại diện cho lượng rò rỉ.

Trong bước S201, biến số Qo được khởi tạo. Cụ thể là, lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước 133 được gán cho biến số Qo. Lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước 133 được tính toán bằng cách trừ tổng lượng nhu cầu nước vào cùng một thời điểm trong ngày của tất cả các nút của cụm phân phối nước 133 như được lưu trữ trong DB nhu cầu nước 121 từ lưu lượng của nước chảy vào cụm phân phối nước 133. Tiếp theo, việc xử lý chuyển sang bước S202.

Trong bước S202, m được thiết lập ở 1 và các biến số từ Q1 đến Qe mà chúng biểu thị lượng rò rỉ được thiết lập ở không. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S203.

Trong bước S203, lượng rò rỉ tại Nm được quyết định tạm thời và giá trị này được gán cho Qm. Tuy nhiên, biến số Qm nên là giá trị bằng hoặc nhỏ hơn Qo. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S204.

Trong bước S204, giá trị $(Qo - Qm)$ đạt được bằng cách trừ Qm từ Qo được gán cho Qe. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S205.

Trong bước S205, việc tính toán mạng đường ống được thực hiện bằng cách thiết lập các lượng rò rỉ từ N1 đến Ne ở từ Q1 đến Qe. Áp suất tại $N(m+1)$ nằm tại một nút theo xuôi dòng của Nm được ước lượng nhờ việc tính toán mạng đường ống. Cụ thể là, khi m là 3, áp suất tại N4 được ước lượng. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S206.

Trong bước S206, giá trị tuyệt đối d, mà nó là hiệu giữa giá trị áp suất được ước lượng bởi việc tính toán mạng đường ống và giá trị áp suất được đo bằng bộ cảm

biến từ xa, được tính toán đối với $N(m+1)$ mà nó là một nút theo xuôi dòng của Nm . Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S207.

Trong bước S207, hiệu áp suất d được so sánh với giá trị ngưỡng đặt trước. Nếu hiệu áp suất d là bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng (bước S207: ĐÚNG), thì việc xử lý quay trở lại bước S203, một giá trị khác được gán cho Q_m , và việc xử lý được thực hiện lại. Mặt khác, nếu hiệu áp suất d nhỏ hơn giá trị ngưỡng (bước S207: SAI), việc xử lý chuyển sang bước S208.

Trong bước S208, việc liệu $m+1$ là bằng e hay không được đánh giá. Nếu $m+1$ không bằng e (bước S208: SAI), thì việc xử lý chuyển sang bước S209. Nếu $m+1$ là bằng e (bước S208: ĐÚNG), điều này có nghĩa là tất cả các việc tính toán của Q_m ($m=1$ đến e) đã được hoàn thành và, do đó, việc xử lý được chấm dứt.

Trong bước S209, 1 được cộng vào m và giá trị đạt được bằng cách trừ Q_m từ Q_0 ($Q_0 - Q_m$) được gán cho Q_0 và sau đó, việc xử lý quay trở lại bước S203.

Lưu trình cụ thể của việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 đã được mô tả trên đây. Ngoài ra, liên quan đến việc xử lý để tính toán Q_m từ bước S203 đến bước S207, điều được mong muốn là việc xử lý sẽ được đẩy nhanh bằng cách sử dụng các thuật toán như phương pháp trèo đồi (hill-climbing). Liên quan đến mối quan hệ tương ứng với Fig.2, việc xử lý để tính toán Q_m từ bước S203 đến bước S207 tương ứng với phần để tính toán độ dốc của đoạn B2-C2 trên Fig.2. Q_0 tương ứng với độ dốc của đoạn A-B2 và $Q_0 - Q_m$ tương ứng với độ dốc của đoạn B2-C2. Như được mô tả trên đây, bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 nhận biết rằng có rò rỉ ảo từ nút của đường ống chính và ước lượng lượng rò rỉ liên quan. Lượng rò rỉ này là lượng rò rỉ gần đúng của mỗi khu vực được tạo ra bởi bộ phận tạo khu vực 111.

Tiếp theo, các phân chi tiết của việc xử lý bởi bộ phận tạo khu vực 111 sẽ được giải thích phù hợp với lưu đồ được thể hiện trên Fig.4. Ngoài ra, lưu trình của việc xử lý để gán số khu vực cho nút Ni nào đó sẽ được giải thích dưới đây.

Bộ phận tạo khu vực 111 gán số khu vực từ 1 đến e cho tất cả các nút của cụm phân phối nước 133, nhờ đó tạo thành khu vực 1 đến khu vực e . Nhóm các nút mà tại đó các bộ cảm biến từ xa được bố trí trên đường ống chính được quy định là Nm

($m=1$ đến e); và biến số đại diện cho lượng rò rỉ của N_m ($m=1$ đến e) được quy định là Q_m ($m=1$ đến e). Ngoài ra, lượng rò rỉ tính trên một rò rỉ chung được quy định là Q_u .

Đầu tiên, trong bước S301, lượng rò rỉ của nút Ni được thiết lập ở Q_u . Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S302.

Trong bước S302, việc tính toán mạng đường ống được thực hiện để ước lượng áp suất của N_m ($m=1$ đến e) và lượng dòng vào của nước đến cụm phân phối nước 133. Các giá trị này tương ứng với các giá trị được đo bằng bộ cảm biến từ xa khi giả sử rằng có rò rỉ từ Ni. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S303.

Trong bước S303, bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 tính toán lượng rò rỉ ảo Q_m ($m=1$ đến e) của N_m ($m=1$ đến e). Tuy nhiên, thay vì áp suất và lưu lượng được đo bằng bộ cảm biến từ xa, áp suất và lưu lượng được ước lượng bởi việc tính toán mạng đường ống trong bước S302 được sử dụng. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S304.

Trong bước S304, hệ số khu vực Kim ($m=1$ đến e) đối với nút Ni được tính toán bằng cách chia Q_m ($m=1$ đến e) cho tổng lượng Q_m . Ngoài ra, chỉ số m được gắn vào Q_m lớn nhất trong số Q_m ($m=1$ đến e) được quy định là số khu vực. Số khu vực và hệ số khu vực được lưu trữ trong DB khu vực 123.

Lưu trình của việc xử lý được thực hiện bởi bộ phận tạo khu vực 111 để gán số khu vực cho nút Ni nào đó đã được mô tả trên đây. Việc xử lý nêu trên được lặp lại đối với tất cả các nút của cụm phân phối nước 133 và số khu vực và hệ số khu vực đối với tất cả các nút được lưu trữ trong DB khu vực 123.

Fig.5 là ví dụ dữ liệu về DB khu vực 123 trong đó số khu vực và hệ số khu vực được lưu trữ. Một hàng chỉ báo số khu vực và hệ số khu vực của một nút. Nếu có rò rỉ từ nút trong khu vực được tạo ra bởi bộ phận tạo khu vực 111, thì rò rỉ ảo lớn nhất xảy ra tại nút của đường ống chính, mà chỉ số của nó là cùng số với số khu vực liên quan. Hơn nữa, tốc độ của lượng rò rỉ ảo mà nó xảy ra tại các nút của đường ống chính là hệ số khu vực. Xem lại Fig.2, nếu có rò rỉ từ L1, thì rò rỉ ảo lớn nhất xảy ra tại nút N1 của đường ống chính.

Fig.6 là ví dụ trong đó các khu vực được tạo ra trong cụm phân phối nước 133; và bốn khu vực được tạo ra bằng đường đứt nét làm các biên của các khu vực. Theo Fig.6, có các chỗ rò rỉ từ các nút từ L1 đến L4. Một số khu vực có một chỗ rò rỉ, trong khi một số khu vực lại có nhiều chỗ rò rỉ. Lượng rò rỉ của mỗi khu vực có thể được tính toán gần đúng như là lượng rò rỉ ảo của các nút từ N1 đến N4 của đường ống chính bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113. Chính xác hơn là, lượng rò rỉ của mỗi nút từ L1 đến L4 được cấp phát cho nút liên quan từ N1 đến N4 của đường ống chính ở tỷ lệ của hệ số khu vực và tổng lượng rò rỉ này được chỉ báo như là lượng rò rỉ ảo của các nút từ N1 đến N4 của đường ống chính.

Tiếp theo, nguyên tắc chung của việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 sẽ được giải thích có dựa vào Fig.6.

Bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 ước lượng vị trí và lượng rò rỉ của chỗ rò rỉ tách biệt bằng cách trả lại (định vị lại) lượng rò rỉ ảo của nút của đường ống chính cho nút mà từ đó có rò rỉ thật sự trong cụm phân phối nước 133, phù hợp với tỷ lệ của hệ số khu vực. Do đó, phương pháp hai bước nêu trên để đầu tiên ước lượng lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính và sau đó tính toán vị trí và lượng rò rỉ của các chỗ rò rỉ tách biệt có các ưu điểm sau đây xét về việc ước lượng các chỗ rò rỉ tách biệt.

Ưu điểm thứ nhất là cách các chỗ rò rỉ tách biệt có trong cụm phân phối nước 133 có thể được ước lượng đến mức độ nào đó. Ví dụ, nếu có khu vực mà lượng rò rỉ của nó lớn hơn hẳn các khu vực khác, thì có khả năng cao là có thể có rò rỉ với lượng rò rỉ lớn đặc biệt hoặc nhiều chỗ rò rỉ có thể có trong khu vực liên quan. Do đó, nhiều chỗ rò rỉ có thể được ước lượng có hiệu quả bằng cách tìm kiếm kỹ khu vực liên quan. Ví dụ, theo Fig.6, chỗ rò rỉ từ L1 được chỉ báo chủ yếu tại N1 như là rò rỉ ảo. Tương tự, các chỗ rò rỉ từ L2 và L3 được chỉ báo chủ yếu tại N3 và chỗ rò rỉ từ L4 được chỉ báo chủ yếu tại N4. Do đó, nếu các lượng rò rỉ từ L1 đến L4 gần như là giống nhau, thì lượng rò rỉ ảo của N3 trở thành lớn hơn và lượng rò rỉ ảo của N2 trở thành nhỏ hơn.

Ưu điểm thứ hai là nếu có nhiều chỗ rò rỉ trong cụm phân phối nước 133, thì các chỗ rò rỉ này có thể được tách rời và được ước lượng một cách dễ dàng. Ví dụ, theo

Fig.6, áp suất của L1 được xác định không chỉ bởi lượng rò rỉ của L1, mà còn chịu ảnh hưởng bởi các lượng rò rỉ từ L2 đến L4. Điều này là do nước tại các lưu lượng không chỉ rò rỉ L1, mà còn các chỗ rò rỉ từ L2 đến L4 chảy vào cụm phân phối nước 133, nhờ đó làm giảm áp suất của L1. Tương tự, áp suất của mỗi nút từ L2 đến L4 bị ảnh hưởng bởi lượng rò rỉ của các nút không phải là nút liên quan. Cụ thể là, nhiều chỗ rò rỉ có tính chất ảnh hưởng lẫn nhau. Điều được mong muốn là các lượng rò rỉ từ L1 đến L4 có thể được xác định đồng thời; tuy nhiên, do kích thước của không gian tìm kiếm tăng lên theo số lượng chỗ rò rỉ, nên sự phức tạp tính toán tăng nhanh, do đó làm cho không thể thực hiện việc tính toán. Hơn nữa, điều thực sự cần thiết là quyết định không chỉ lượng rò rỉ, mà còn vị trí rò rỉ đồng thời, sao cho sự phức tạp tính toán cũng tăng lên bởi lý do đó.

Khi ước lượng lượng rò rỉ của L1, thì theo sáng chế có thể tối thiểu hóa ảnh hưởng của các chỗ rò rỉ từ L2 đến L4 bằng cách cho là các rò rỉ ảo tại các nút của đường ống chính. Điều này là do lưu lượng của nước từ lối vào của cụm phân phối nước đến L1 gần như không đổi bất kể liệu vị trí rò rỉ thực tế nằm ở từ L2 đến L4 hay nằm ở từ N2 đến N4 trên đường ống chính. Lưu lượng không thay đổi do phần lớn nước của lưu lượng từ lối vào của cụm phân phối nước đến từ L2 đến L4 chảy qua từ N2 đến N4 trên đường ống chính. Điều tương tự cũng được áp dụng vào trường hợp mỗi nút từ L2 đến L4 được ước lượng.

Tiếp theo, lưu trình cụ thể của việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ diêm 115 sẽ được giải thích phù hợp với lưu đồ được thể hiện trên Fig.7.

Nhóm các nút mà tại đó các bộ cảm biến từ xa được bố trí trên đường ống chính được quy định là N_m ($m=1$ đến e); và biến số đại diện cho lượng rò rỉ ảo của N_m ($m=1$ đến e) được quy định là Q_m ($m=1$ đến e). Ngoài ra, nhóm các nút mà tại đó các bộ cảm biến từ xa được bố trí, bao gồm N_m ($m=1$ đến e), trong toàn bộ cụm phân phối nước 133 được quy định là N_s ($s=1$ đến g). Hơn nữa, các nút trong cụm phân phối nước 133 được biểu thị bởi N_i ($i=1$ đến n) và biến số chỉ báo hệ số phát xạ của N_i được quy định là C_i ($i=1$ đến n). Hơn nữa, hệ số khu vực liên quan đến nút N_i được biểu thị bởi K_{im} ($i=1$ đến n ; $m=1$ đến e).

Đầu tiên, trong bước S401, biến số Ci mà nó thể hiện hệ số phát xạ của Ni được khởi tạo. Cụ thể là, Ci ($i=1$ đến n) được thiết lập ở không. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S402.

Trong bước S402, Ni được lựa chọn như là một nút trong số các nút của cụm phân phối nước 133 và hệ số phát xạ của Ni được xác định tạm thời và được gán cho biến số Ci. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S403.

Trong bước S403, việc tính toán mạng đường ống được thực hiện bằng cách thiết lập hệ số phát xạ của Ni ở Ci, nhờ đó ước lượng áp suất của Ns ($s=1$ đến g) và áp suất của Ni. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S404.

Trong bước S404, hiệu giữa giá trị áp suất được ước lượng bởi việc tính toán mạng đường ống và giá trị áp suất được đo bằng bộ cảm biến từ xa được tính toán đối với mỗi trong số Ns ($s=1$ đến g). Hơn nữa, giá trị trung bình hình học của nó được tính toán và hiệu áp suất được quy định là d. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S405.

Trong bước S405, hiệu áp suất d được so sánh với giá trị ngưỡng đặt trước. Nếu hiệu áp suất d là bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng (bước S405: ĐÚNG), việc xử lý quay trở lại bước S402, một giá trị khác được gán cho Ci, và việc xử lý được thực hiện lại. Tuy nhiên, nếu số lần việc xử lý đối với nút Ni từ bước S402 đến bước S405 được thực hiện là bằng hoặc lớn hơn số lần định trước, thì Ci được thiết lập lại về không, nút khác với nút Ni được lựa chọn lại, và sau đó việc xử lý được thực hiện lại thay vì gán một giá trị khác cho Ci và sau đó thực hiện lại việc xử lý. Mặt khác, nếu hiệu áp suất d nhỏ hơn giá trị ngưỡng (bước S405: SAI), thì việc xử lý chuyển sang bước S406.

Trong bước S406, giá trị của Qm ($m=1$ đến e) được cập nhật. Cụ thể là, hệ số phát xạ Ci của Ni được nhân với căn bậc hai của giá trị áp suất của Ni, mà nó được ước lượng bởi việc tính toán mạng đường ống, và sau đó được nhân với hệ số khu vực Kim của Ni, và giá trị đạt được bằng cách trừ giá trị được tính toán như trên từ Qm được gán cho Qm. Giá trị đạt được bằng cách nhân hệ số phát xạ Ci với căn bậc hai của giá trị áp suất của Ni là giá trị ước lượng của lượng rò rỉ của Ni. Do chỗ rò rỉ của Ni được chỉ báo tại nút Nm ($m=1$ đến e) của đường ống chính ở tỷ lệ của hệ số

khu vực, nên giá trị đạt được bằng cách nhân giá trị ước lượng của lượng rò rỉ của Ni với hệ số khu vực Kim là lượng rò rỉ ảo mà nó được chỉ báo tại mỗi nút Nm ($m=1$ đến e) của đường ống chính. Như là kết quả của việc trừ đi giá trị này từ Q_m , rò rỉ tại Ni sẽ được trừ từ lượng rò rỉ ảo Q_m ($m=1$ đến e) của các nút của đường ống chính. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S407.

Trong bước S407, tổng lượng Q_m ($m=1$ đến e) được so sánh với giá trị ngưỡng đặt trước. Nếu tổng lượng là bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng (bước S407: ĐÚNG) hoặc nếu số lần việc xử lý từ bước S402 đến bước S407 được thực hiện là bằng hoặc lớn hơn số lần quy định (bước S407: ĐÚNG), thì việc xử lý được chấm dứt. Mặt khác, nếu tổng lượng lớn hơn giá trị ngưỡng và số lần thực hiện việc xử lý nhỏ hơn số lần định trước (bước S407: SAI), thì việc xử lý quay trở lại bước S402 và việc xử lý được thực hiện lại.

Lưu trình của việc xử lý cụ thể bởi bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115 đã được mô tả trên đây. Ngoài ra, khi chọn Ni trong bước 402, điều được mong muốn là nút trong khu vực có lượng rò rỉ lớn sẽ được dành ưu tiên và được lựa chọn. Ngoài ra, điều được mong muốn là việc xử lý để tính toán giá trị của Ci từ bước S402 đến bước S405 sẽ được đẩy nhanh bằng cách sử dụng các thuật toán như phương pháp trèo đồi (hill-climbing).

Ngoài ra, điều được mong muốn là việc xử lý nêu trên sẽ được thực hiện nhiều lần trong ngày để ước lượng các chỗ rò rỉ tách biệt một cách chính xác hơn. Cụ thể là, điều được mong muốn là Q_m ($m=1$ đến e) tại nhiều lần trong ngày sẽ được tính toán trước, việc tính toán mạng đường ống tại nhiều lần trong ngày sẽ được thực hiện trong bước S403, giá trị trung bình của hiệu áp suất d tại nhiều lần trong ngày sẽ được tính toán trong bước S404, và Q_m ($m=1$ đến e) tại nhiều lần trong ngày sẽ được cập nhật trong bước S406.

Fig.8 là một ví dụ về màn hình trên đó bộ phận vào/ra 116 xuất ra, ví dụ, các kết quả ước lượng của bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113, bộ phận tạo khu vực 111, và bộ phận ước lượng rò rỉ điểm 115. Phía bên trái của màn hình hiển thị, ví dụ, cụm phân phối nước 133, cách bố trí các bộ cảm biến từ xa, và các vị trí của các chỗ rò rỉ tách biệt được ước lượng. Ngoài ra, phần phía trên bên phải màn hình

hiển thị đồ thị thể hiện lượng rò rỉ gần đúng của mỗi khu vực trong cụm phân phối nước 133; phần giữa bên phải của màn hình hiển thị đồ thị thể hiện mối quan hệ giữa lượng rò rỉ gần đúng của mỗi khu vực và sự chuyển tiếp thời gian; và phần dưới bên phải của màn hình hiển thị bảng thể hiện các vị trí rò rỉ và các lượng rò rỉ của các khu vực riêng biệt. Ngoài ra, vị trí rò rỉ của khu vực riêng biệt được chỉ báo dưới dạng vị trí (X, Y) tương ứng với trục X và trục Y được thể hiện trên Fig.8.

Theo Fig.8, điều được ước lượng là có chỗ rò rỉ 4,0 ở vị trí (0,5, 1) trong khu vực 1 (#1), chỗ rò rỉ 1,5 ở vị trí (2,5, 4) trong khu vực 2 (#2), chỗ rò rỉ 6,0 ở vị trí (0,5, 5) trong khu vực 3 (#3), và chỗ rò rỉ 5,0 ở vị trí (3,5, 6) trong khu vực 4 (#4).

Do đó, thời gian cần thiết để tìm kiếm chỗ rò rỉ có thể được rút ngắn bằng cách nhận dạng các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước 133.

Phương án 2

Tiếp theo, thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2 của sáng chế sẽ được giải thích có dựa vào các hình vẽ liên quan. Chúng là các sơ đồ thể hiện một cách giản lược việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính của thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2 của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.9, sự khác biệt lớn giữa thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2 và thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 1 là các bộ cảm biến từ xa 242, 243, v.v., để đo lưu lượng của đường ống chính được bố trí thay vì các bộ cảm biến từ xa từ 142 đến 145 để đo áp suất của đường ống chính; các bộ cảm biến từ xa (không được thể hiện) để đo lưu lượng của các đường nhánh được bố trí thay vì các bộ cảm biến từ xa từ 146 đến 153 để đo áp suất của các đường nhánh; và lượng rò rỉ ảo của nút Nm ($m=1$ đến e) giữa các nút của nhóm nút Fm ($m=1$ đến e-1) mà tại đó các bộ cảm biến từ xa được bố trí được ước lượng. Hơn nữa, không phải hiệu giá trị áp suất của N(m+1), mà hiệu giá trị lưu lượng của nhóm nút Fm được sử dụng làm tham chiếu để ước lượng lượng rò rỉ ảo của nút Nm của đường ống chính. Ngoài ra, các bộ phận và quy trình khác của phương án 2 giống như phương án 1.

Fig.10 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính của thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2. Như được nêu trên, sự khác biệt lớn nhất giữa thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 2 và thiết bị phát hiện rò rỉ theo

phương án 1 là phần về việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113. Do đó, việc xử lý cụ thể bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 sẽ được giải thích phù hợp với lưu đồ trên Fig.10.

Như được thể hiện trên Fig.10, việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113, mà nó khác với phương án 1, là bước S1006 và bước S1007. Cụ thể là, trong phương án 2, sau khi việc xử lý giống như việc xử lý từ bước S201 đến S205 được thể hiện trên Fig.2 được thực hiện, việc xử lý chuyển sang bước S1006. Trong bước S1006, hiệu lưu lượng của nhóm nút Fm ($m=1$ đến $e-1$), mà tại đó các bộ cảm biến từ xa được bố trí, được tính toán. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S1007.

Trong bước S1007, hiệu lưu lượng được tính toán trong bước S1006 được so sánh với giá trị ngưỡng đặt trước. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S208. Sau đó, việc xử lý giống như của phương án 1 được thực hiện.

Phương án 3

Tiếp theo, thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 3 của sáng chế sẽ được giải thích có dựa vào các hình vẽ liên quan. Fig.11 là lưu đồ minh họa việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính của thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 3 của sáng chế.

Sự khác biệt chính giữa thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 3 và thiết bị phát hiện rò rỉ theo phương án 1 là ở chỗ cả các bộ cảm biến từ xa để đo áp suất của đường ống chính và các bộ cảm biến từ xa để đo lưu lượng của đường ống chính được bố trí; cả các bộ cảm biến từ xa để đo áp suất của các đường nhánh và các bộ cảm biến từ xa để đo lưu lượng của các đường nhánh được bố trí; và áp suất được đo bằng các bộ cảm biến từ xa được bố trí tại các nút Nm ($m=1$ đến e) của đường ống chính và lưu lượng được đo bằng các bộ cảm biến từ xa được bố trí tại nút Fm ($m=1$ đến $e-1$) giữa Nm ($m=1$ đến e) và Nm+1.

Cụ thể là, cả hiệu giá trị áp suất của N(m+1) và giá trị lưu lượng của Fm được sử dụng làm tham chiếu để ước lượng lượng rò rỉ ảo của nút Nm của đường ống chính. Cụ thể là, ví dụ, giá trị trung bình trọng lượng được tính toán theo tỷ lệ của độ chính xác đo của các bộ cảm biến từ xa để đo áp suất với độ chính xác đo của các bộ

cảm biến từ xa để đo lưu lượng và sau đó được so sánh với giá trị ngưỡng đặt trước. Ngoài ra, các bộ phận và việc xử lý khác và tương tự theo phương án 3 giống như phương án 1 hoặc phương án 2.

Fig.11 là lưu đồ minh họa lưu trình của việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 theo phương án 3 của sáng chế. Việc xử lý bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113, mà nó khác với phương án 1 hoặc phương án 2, là việc xử lý trong bước S1106, bước S1107, và bước 1108. Cụ thể là, trong phương án 3, việc xử lý giống như từ bước S201 đến S205 được thể hiện trên Fig.2 được thực hiện và sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S1106. Trong bước S1106, hiệu áp suất của nút $N(m+1)$ được tính toán. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S1107.

Trong bước S1107, hiệu lưu lượng của nút F_m được tính toán. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S1108.

Trong bước S1108, giá trị trung bình trọng lượng được tính toán theo hiệu áp suất được tính toán trong bước S1106 và hiệu lưu lượng được tính toán trong bước S1107 và sau đó được so sánh với giá trị ngưỡng đặt trước. Sau đó, việc xử lý chuyển sang bước S208. Sau đó, việc xử lý giống như việc xử lý của phương án 1 hoặc phương án 2 được thực hiện.

Ngoài ra, trong từ phương án 1 đến phương án 3 được mô tả trên đây, các bộ cảm biến từ xa được bố trí trong cụm phân phối nước 133 luôn đo các giá trị mới nhất, bộ phận thu thập dữ liệu 114 thu thập dữ liệu của các giá trị như vậy, và bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính 113 ước lượng lặp lại lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính, nhờ đó khiến cho có thể luôn giám sát sự phân bố rò rỉ trong cụm phân phối nước 133; và nếu lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính tăng nhanh và đến và vượt quá giá trị ngưỡng đặt trước, thì điều được mong muốn là cảnh báo hoặc loại tương tự sẽ được phát ra. Cụ thể là, ví dụ, thông điệp cảnh báo có thể được hiển thị trên màn hình hoặc loại tương tự, âm thanh cảnh báo có thể được phát ra, hoặc một thư ngắn có thể được gửi đến, ví dụ, thiết bị đầu cuối di động được mang bởi người chịu trách nhiệm giám sát trạng thái của cụm phân phối nước. Kết quả là, có thể luôn ước lượng sự phân bố rò rỉ trong cụm phân phối

nước 133 và làm giảm thời gian cần thiết để sửa các chỗ rò rỉ do việc tăng đột ngột lượng rò rỉ bằng cách phát ra cảnh báo.

Hơn nữa, một phương án khác của sáng chế có thể được cấu hình như được thể hiện trên, ví dụ, Fig.12 sao cho các van 300, 301, 302, v.v., có thể được bố trí tại các đường ống rẽ nhánh từ đường ống chính của cụm phân phối nước 133; và nếu lượng rò rỉ ảo từ nút của đường ống chính tăng nhanh chóng để đạt đến hoặc vượt quá giá trị ngưỡng đặt trước, thì van của đường ống rẽ nhánh từ nút của đường ống chính mà lượng rò rỉ của nó đã tăng nhanh chóng (van 300 trên Fig.12) có thể được đóng. Kết quả là, lượng rò rỉ có thể được làm giảm một cách hiệu quả bằng cách đóng van như được mô tả trên đây.

Hơn nữa, thiết bị phát hiện rò rỉ 102 theo sáng chế không bị giới hạn ở hệ thống máy tính thông thường; tuy nhiên, nó có thể được thực hiện bằng phần cứng bằng cách thiết kế một phần hoặc toàn bộ với, ví dụ, mạch tích hợp, hoặc nó có thể được tạo thành từ nhiều thiết bị bằng cách sử dụng, ví dụ, điện toán đám mây, hoặc các chức năng tương tự có thể được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị thông tin khác.

Hơn nữa, thiết bị phân phối nước 101 có thể được cấu hình sao cho nó bao gồm, ví dụ, bơm giữa bể nước ăn 131 và cụm phân phối nước 133; hoặc nước có thể không được phân phối trực tiếp từ bể nước ăn 131 đến cụm phân phối nước 133, mà có thể được phân phối qua một cụm phân phối nước khác.

Hơn nữa, liên quan đến các đường mà chúng thể hiện, ví dụ, sự trao đổi thông tin trong các hình vẽ nêu trên, chỉ có các đường mà được xem là cần thiết để giải thích được chỉ báo và không phải tất cả các đường cần được chỉ báo đối với các sản phẩm. Trên thực tế, có thể coi như hầu hết tất cả các thành phần được kết nối với nhau.

Danh mục các số chỉ dẫn

100 hệ thống giám sát phân phối nước; 101 thiết bị phân phối nước; 102 thiết bị phát hiện rò rỉ; 111 bộ phận tạo khu vực; 112 bộ phận tính toán mạng đường ống; 113 bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính; 114 bộ phận thu thập dữ liệu; 115 bộ phận ước lượng rò rỉ điểm; 116 bộ phận vào/ra; 131 bể nước ăn; 132 mạng đường

ống phân phối; 133, 134 các cụm phân phối nước ; 135 ống nối; từ 141 đến 153 các bộ cảm biến từ xa; và 300 van.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phát hiện rò rỉ để giám sát trạng thái của cụm phân phối nước, mà nó được nối đến nguồn nước và tạo thành mạng đường ống phân phối,

thiết bị phát hiện rò rỉ bao gồm:

cơ sở dữ liệu nhu cầu nước để lưu trữ nhu cầu nước của các nút của cụm phân phối nước;

cơ sở dữ liệu mạng đường ống để lưu trữ thông tin về các nút và các đường ống của cụm phân phối nước;

bộ phận thu thập dữ liệu để thu thập giá trị lưu lượng của ống nối được bố trí giữa nguồn nước và cụm phân phối nước để nối chúng để cho phép nước chảy qua chúng, và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính đối với cụm phân phối nước;

bộ phận tính toán mạng đường ống để ước lượng các giá trị áp suất của các nút của toàn bộ cụm phân phối nước và các giá trị lưu lượng của các đường ống dựa trên thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nhu cầu nước và thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu mạng đường ống;

bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính để ước lượng lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước dựa trên giá trị lưu lượng của ống nối và thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nhu cầu nước và ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính dựa trên lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước, các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống; và

bộ phận tạo khu vực để giả định các lượng rò rỉ tại các nút trong cụm phân phối nước, có bộ phận tính toán mạng đường ống ước lượng các giá trị áp suất của các nút tương ứng và giá trị lưu lượng của ống nối, có bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính bằng cách sử dụng giá trị ước lượng đã được ước lượng thay vì các giá trị đã được thu thập được sử dụng bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính, tính toán các số khu vực liên quan đến các nút mà các lượng rò rỉ được giả sử cho trên cơ sở các

lượng rò rỉ ảo được ước lượng, đánh giá xem mỗi nút của cụm phân phối nước thuộc về số khu vực nào, và phân chia ảo phía bên trong của cụm phân phối nước thành nhiều khu vực,

trong đó các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính được công nhận là lượng rò rỉ của khu vực bao gồm các nút này.

2. Thiết bị phát hiện rò rỉ để giám sát trạng thái của cụm phân phối nước, mà nó được nối đến nguồn nước và tạo thành mạng đường ống phân phối,

thiết bị phát hiện rò rỉ bao gồm:

cơ sở dữ liệu nhu cầu nước để lưu trữ nhu cầu nước của các nút của cụm phân phối nước;

cơ sở dữ liệu mạng đường ống để lưu trữ thông tin về các nút và các đường ống của cụm phân phối nước;

bộ phận thu thập dữ liệu để thu thập giá trị lưu lượng của ống nối được bố trí giữa nguồn nước và cụm phân phối nước để nối chúng để cho phép nước chảy qua chúng, các giá trị lưu lượng của các đường ống của đường ống chính đối với cụm phân phối nước, và các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính đối với cụm phân phối nước;

bộ phận tính toán mạng đường ống để ước lượng các giá trị áp suất của các nút của toàn bộ cụm phân phối nước và các giá trị lưu lượng của các đường ống dựa trên thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nhu cầu nước và thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu mạng đường ống;

bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính để ước lượng lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước dựa trên giá trị lưu lượng của ống nối và thông tin được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nhu cầu nước và ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính dựa trên lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước, các giá trị lưu lượng của các đường ống của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, các giá trị lưu lượng của các đường ống của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống, và

các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống; và

bộ phận tạo khu vực để giả định các lượng rò rỉ tại các nút trong cụm phân phối nước, có bộ phận tính toán mạng đường ống ước lượng các giá trị áp suất của các nút tương ứng và giá trị lưu lượng của ống nối, có bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính bằng cách sử dụng giá trị ước lượng đã được ước lượng thay vì các giá trị đã được thu thập được sử dụng bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính, tính toán các số khu vực liên quan đến các nút mà các lượng rò rỉ được giả sử cho trên cơ sở các lượng rò rỉ ảo được ước lượng, đánh giá xem mỗi nút của cụm phân phối nước thuộc về số khu vực nào, và phân chia ảo phía bên trong của cụm phân phối nước thành nhiều khu vực,

trong đó các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính được công nhận là lượng rò rỉ của khu vực bao gồm các nút này.

3. Thiết bị phát hiện rò rỉ theo điểm 1,

trong đó cụm phân phối nước bao gồm đường ống chính và các đường nhánh rẽ nhánh từ đường ống chính;

trong đó các nút được bố trí trên đường ống chính và các đường nhánh;

trong đó bộ phận thu thập dữ liệu còn thu thập các giá trị áp suất của các nút của các đường nhánh đối với cụm phân phối nước; và

trong đó bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính và các đường nhánh dựa trên lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước, các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, các giá trị áp suất của các nút của các đường nhánh như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, các giá trị áp suất của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống, và các giá trị áp suất của các nút của các đường nhánh như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống.

4. Thiết bị phát hiện rò rỉ theo điểm 2, trong đó cụm phân phối nước bao gồm đường ống chính và các đường nhánh rẽ nhánh từ đường ống chính;

trong đó các nút được bố trí trên đường ống chính và các đường nhánh;

trong đó bộ phận thu thập dữ liệu còn thu thập các giá trị lưu lượng của các đường ống của các đường nhánh đối với cụm phân phối nước; và

trong đó bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính ước lượng các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính và các đường nhánh dựa trên lượng rò rỉ của toàn bộ cụm phân phối nước, các giá trị lưu lượng của các đường ống của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, các giá trị lưu lượng của các đường ống của các đường nhánh như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, các giá trị lưu lượng của các đường ống của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống, và các giá trị lưu lượng của các đường ống của các đường nhánh như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống.

5. Thiết bị phát hiện rò rỉ theo điểm 1 hoặc điểm 2, ngoài ra còn bao gồm cơ sở dữ liệu khu vực và bộ phận ước lượng rò rỉ điểm,

trong đó bộ phận tạo khu vực lưu trữ các số khu vực và các hệ số khu vực trong cơ sở dữ liệu khu vực;

trong đó bộ phận thu thập dữ liệu còn thu thập các giá trị áp suất của các nút khác với các nút của đường ống chính của cụm phân phối nước; và

trong đó bộ phận ước lượng rò rỉ điểm ước lượng các vị trí và các lượng rò rỉ của các chỗ rò rỉ tách biệt trong cụm phân phối nước dựa trên các lượng rò rỉ ảo của các nút của đường ống chính như được ước lượng bởi bộ phận ước lượng rò rỉ đường ống chính, các hệ số khu vực được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu khu vực, các giá trị áp suất của các nút khác với các nút của đường ống chính như được thu thập bởi bộ phận thu thập dữ liệu, và các giá trị áp suất của các nút của toàn bộ mạng đường ống như được ước lượng bởi bộ phận tính toán mạng đường ống.

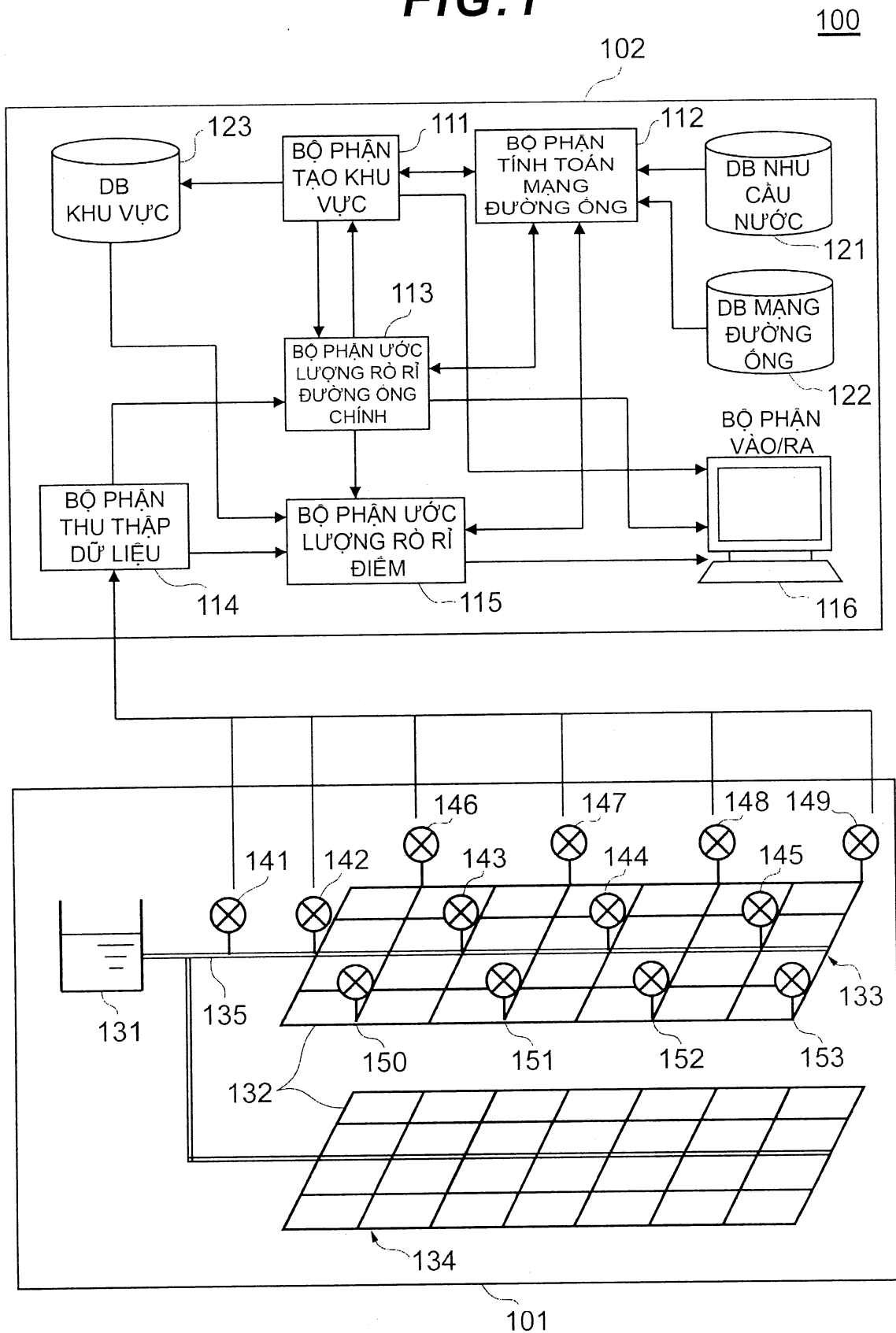
FIG. 1

FIG.2

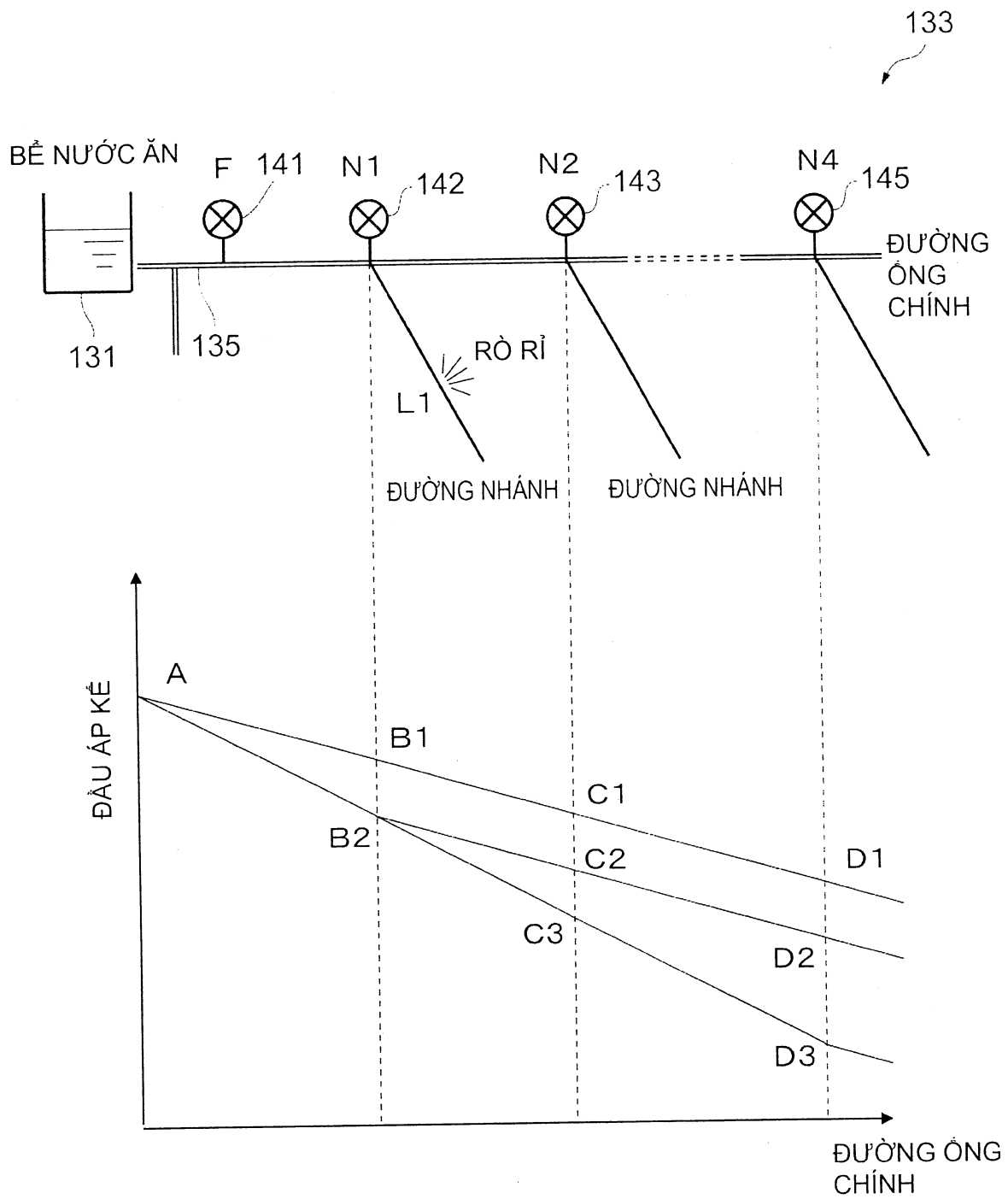


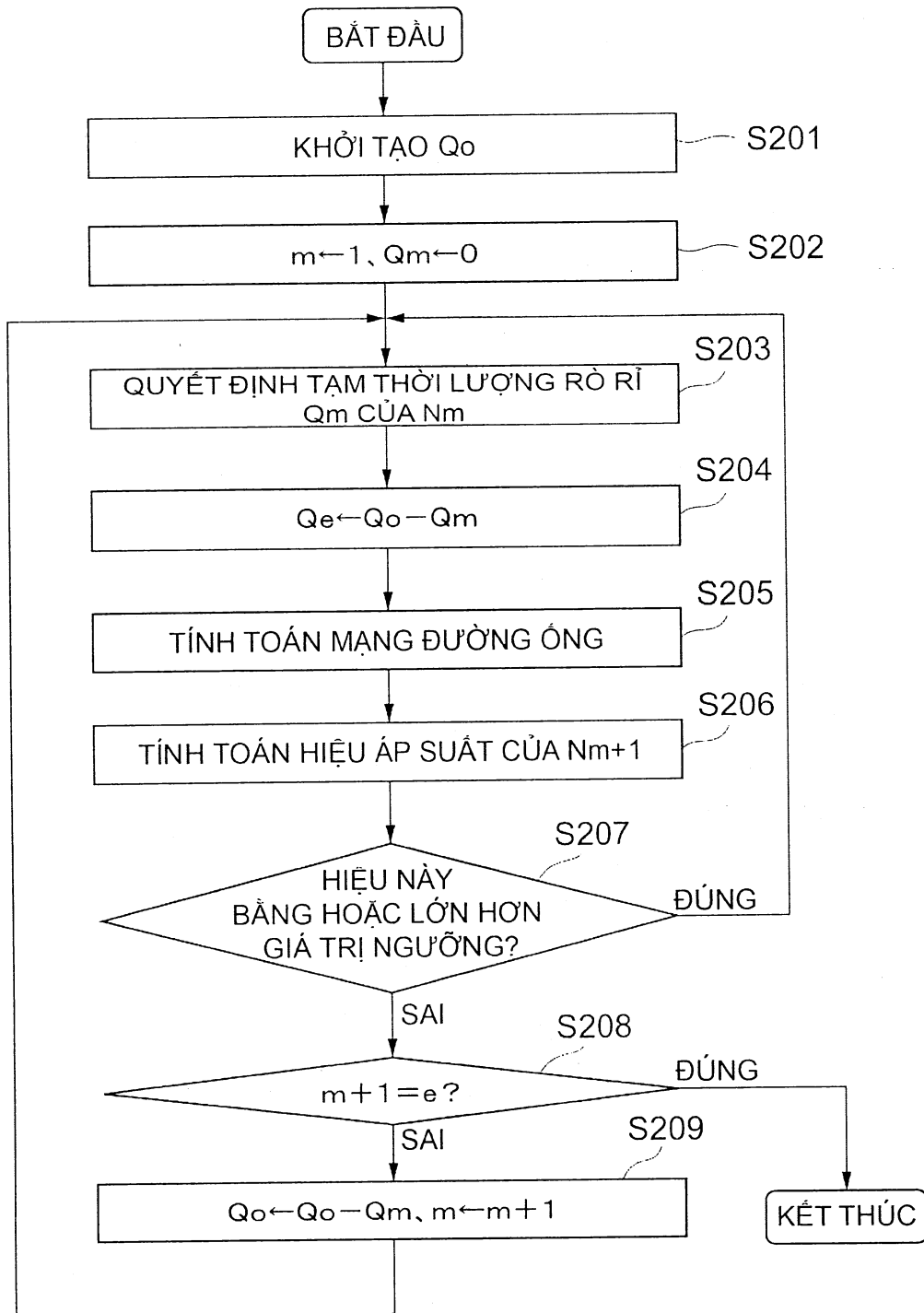
FIG.3

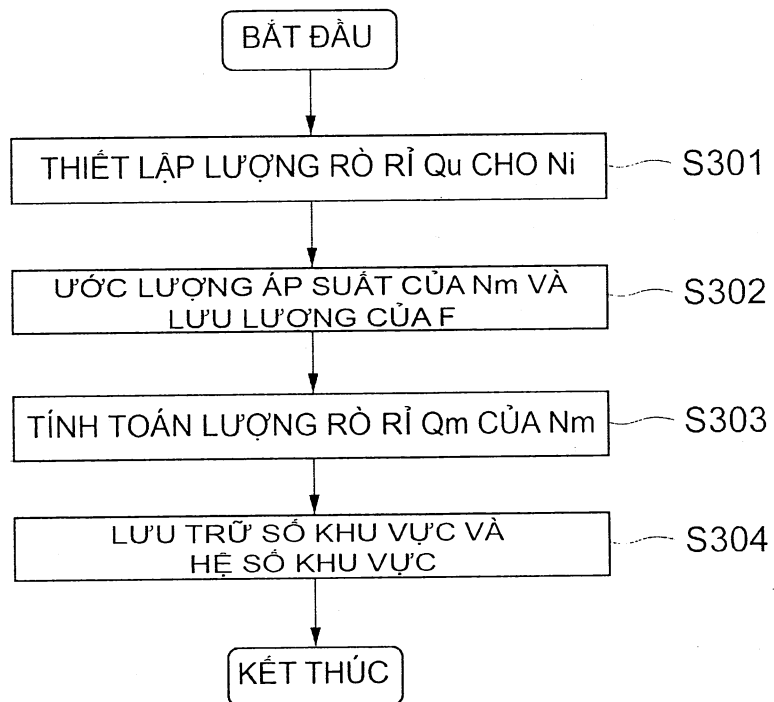
FIG.4

FIG.5

NÚT	SỐ KHU VỰC	HỆ SỐ KHU VỰC				
		KHU VỰC 1	KHU VỰC 2	KHU VỰC 3	...	Khu vực e
N1	1	1, 00	0, 00	0, 00	0, 00	0. 00
N2	2	0, 00	1, 00	0, 00	0, 00	0. 00
...	...	...	...	...	...	...
N21	3	0, 00	0, 15	0, 85	0, 00	0. 00
N22	2	0, 21	0, 79	0, 00	0, 00	0. 00
...	...	...	...	...	...	...

FIG. 6

BỂ NƯỚC ĂN

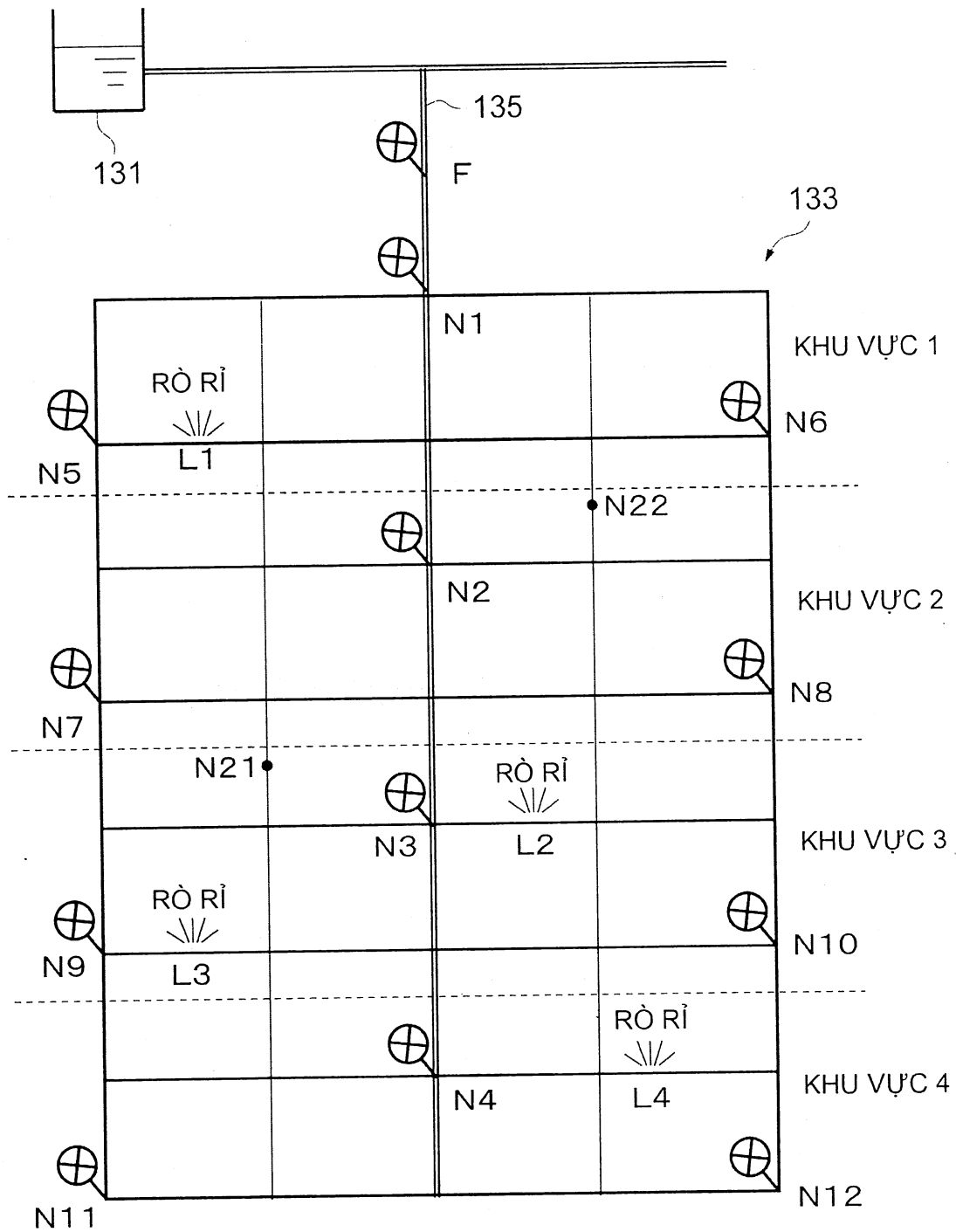


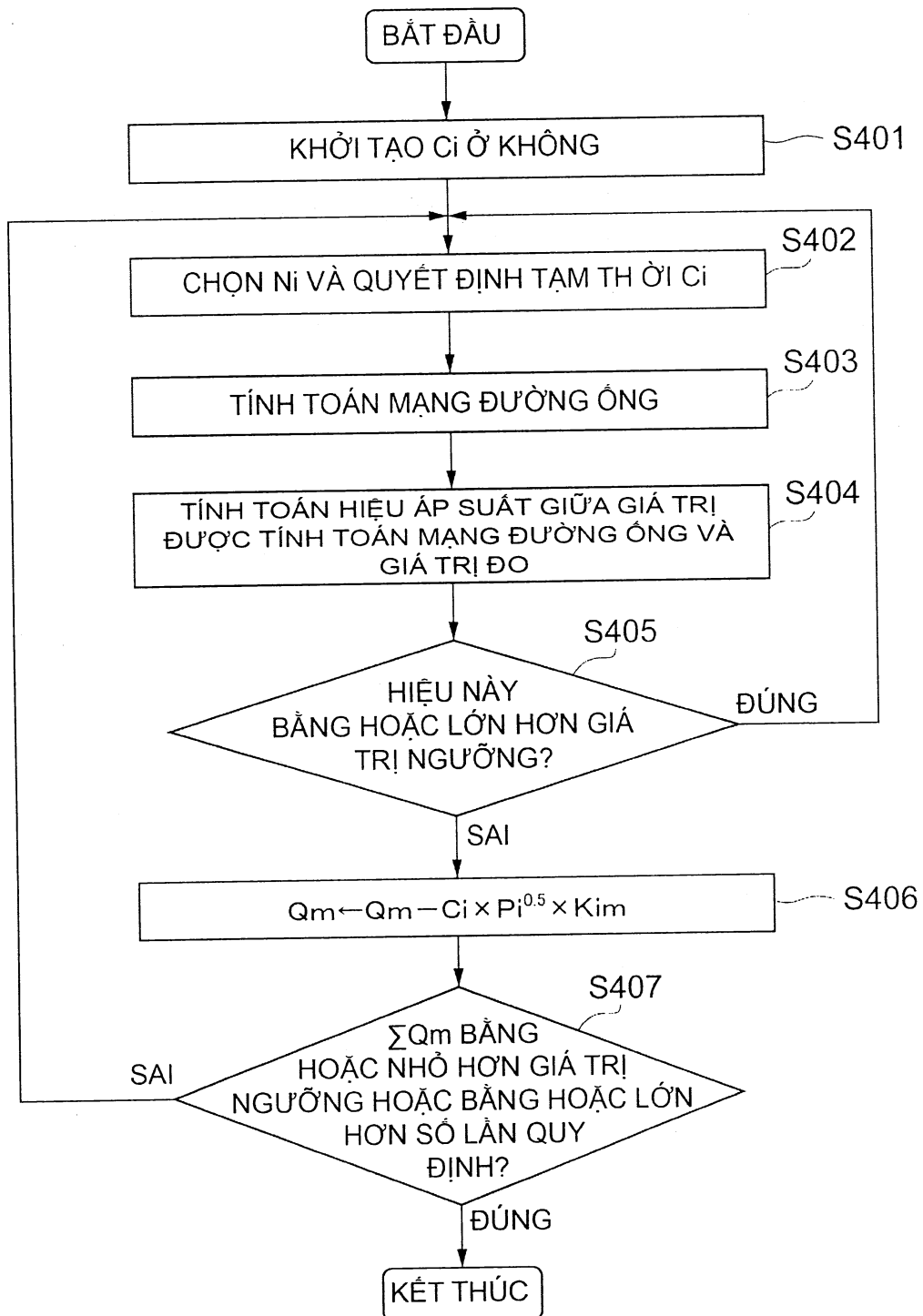
FIG.7

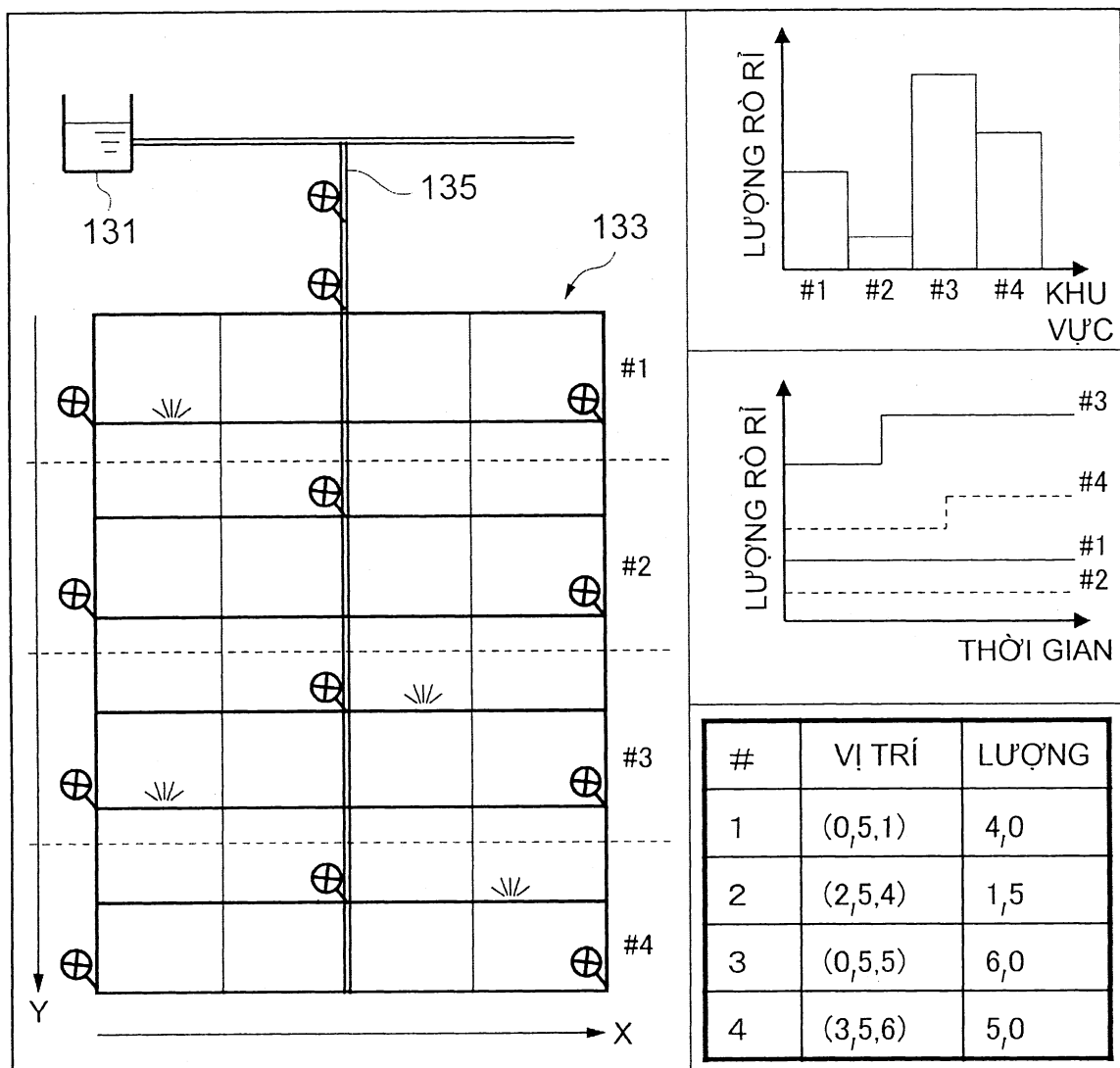
FIG. 8

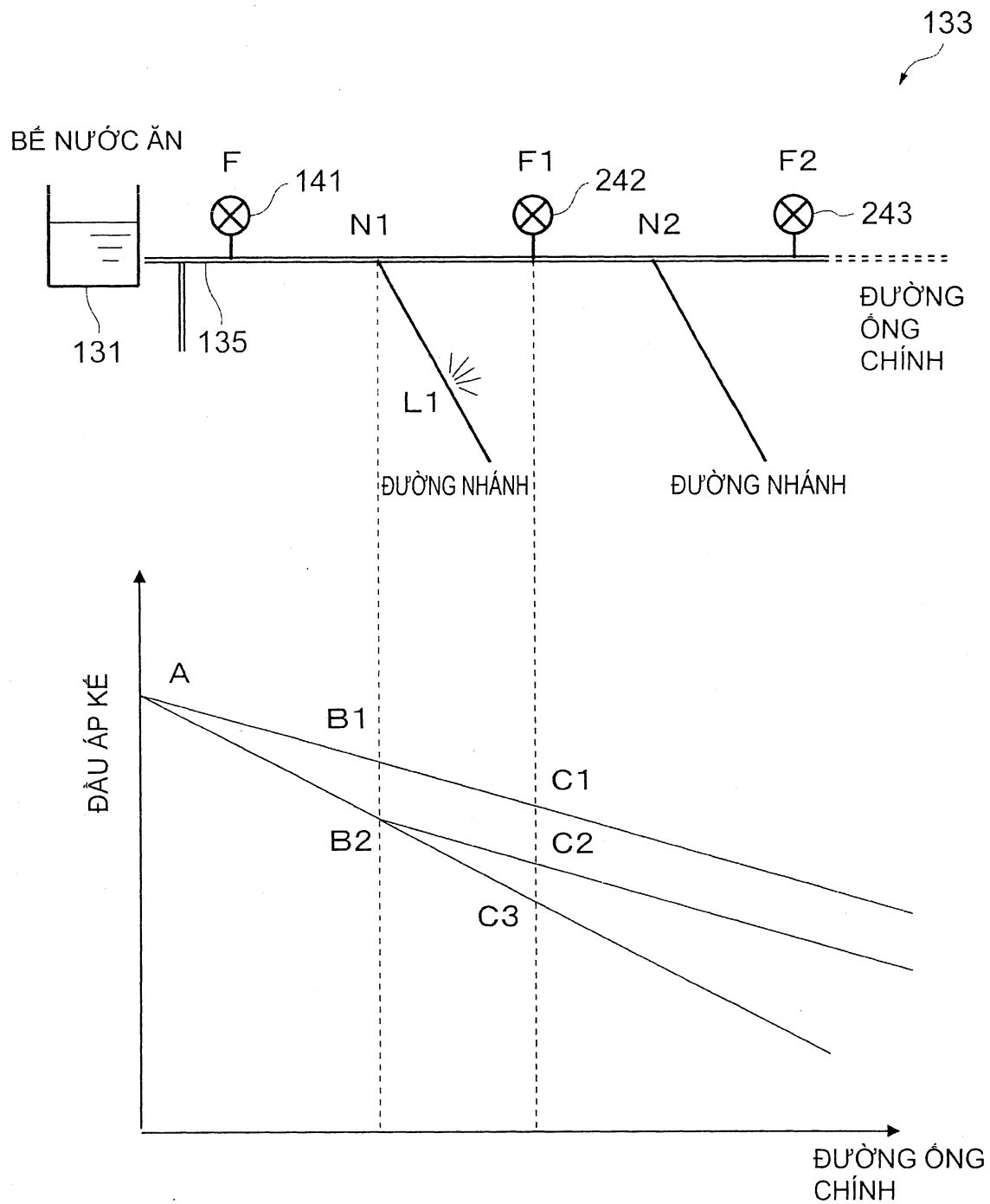
FIG.9

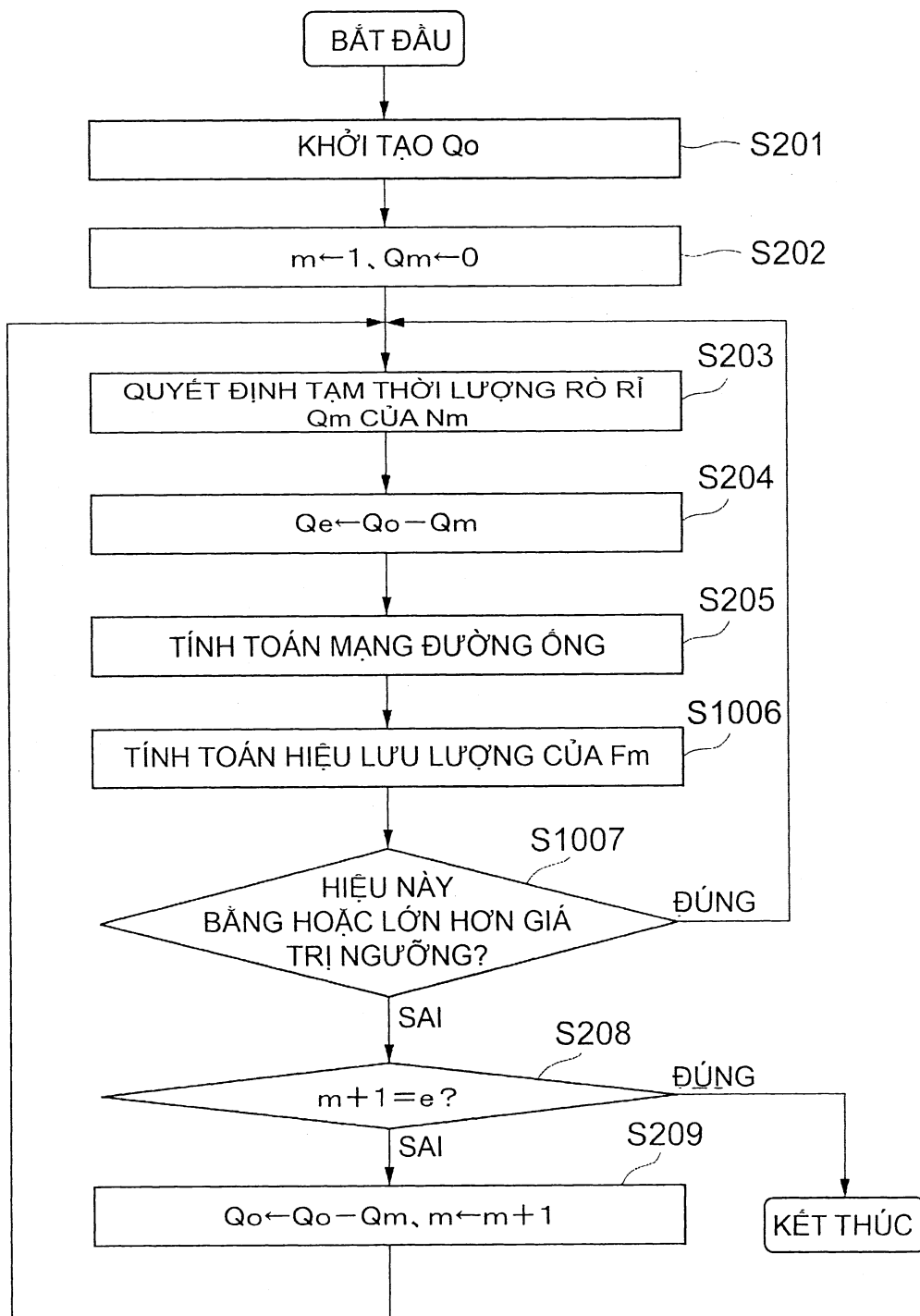
FIG.10

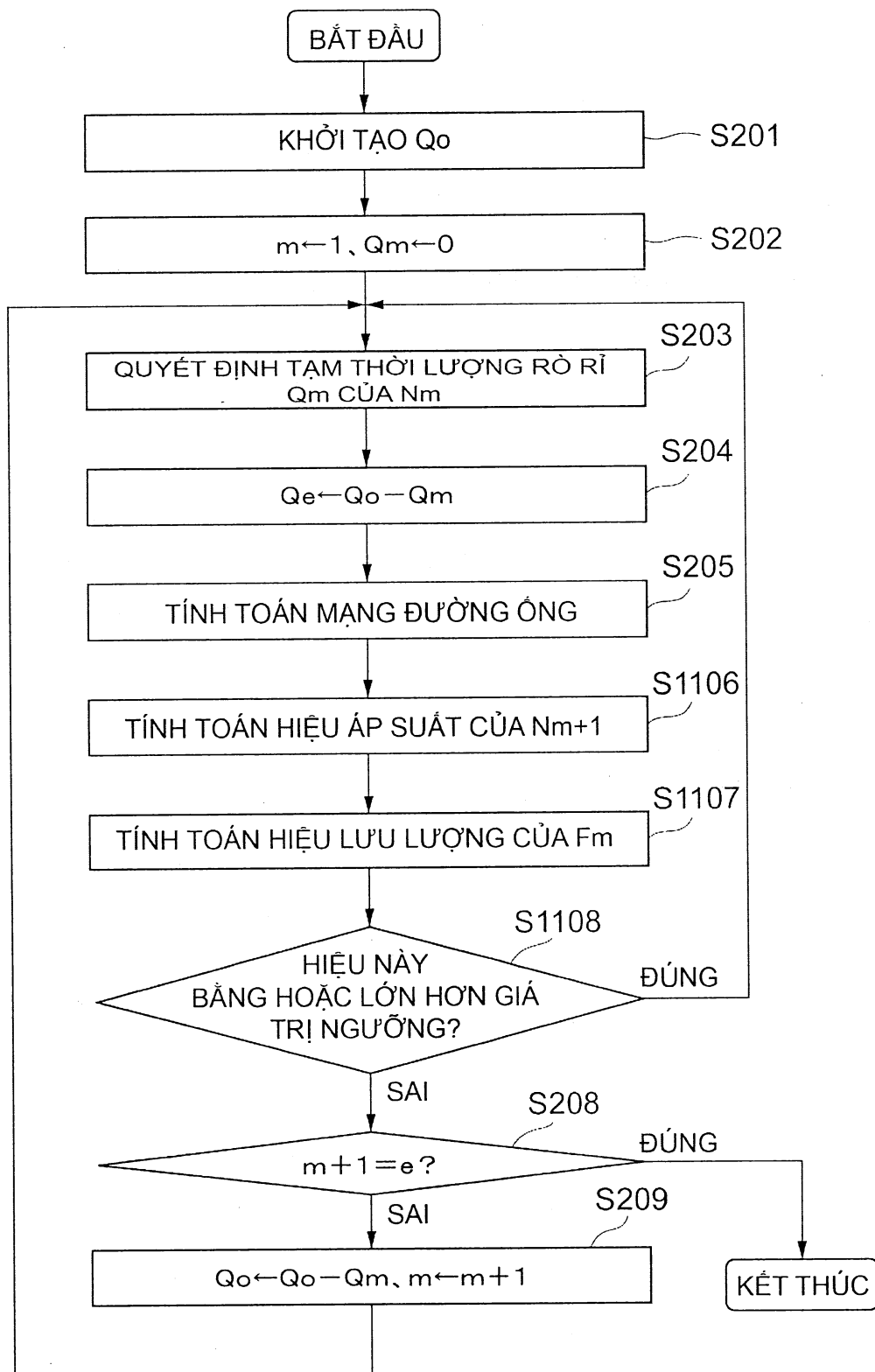
FIG.11

FIG. 12