



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0049008

(51)<sup>2023.01</sup> G01V 5/00; G08B 21/18; G06V 10/141; (13) B  
G06V 10/147; G01G 19/02; G06F  
18/2413

---

(21) 1-2021-05097

(22) 18/08/2021

(30) PI2020004477 28/08/2020 MY

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/03/2022 408A

(73) BILLION PRIMA SDN BHD (MY)

PTB 1587, Jalan Sengkang, Kawasan Perusahaan Sri Sengkang, 81000 Kulai, Johor, Malaysia

(72) Goh Chu Leong (MY); Lee Yuh Jiunn (MY); Joanne Soh Zi En (MY); Tan Heng Kwan (MY).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

---

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP KIỂM TRA HÀNG HÓA SỬ DỤNG BỨC XẠ ĐA MỨC NĂNG LƯỢNG

(21) 1-2021-05097

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống (100) và phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng. Hệ thống (100) bao gồm mô đun bức xạ (30) được cấu hình để tạo ra và thu nhận bức xạ ở nhiều mức năng lượng để quét hàng hóa và chuyển đổi bức xạ thu được thành nhiều hình ảnh; và bộ điều khiển (50) được cấu hình để ra lệnh cho mô đun bức xạ (30) bắt đầu hoặc kết thúc phát bức xạ và để điều khiển mức năng lượng và tần số xung của bức xạ được tạo ra bởi mô đun bức xạ (30). Hệ thống (100) bao gồm thêm bộ xử lý (61) được cấu hình để xác định xem liệu hàng hóa có chứa hàng buôn lậu hay không bằng cách phân tích các hình ảnh, phân loại hàng hóa dựa trên dạng vật liệu và nhóm vật chất, và làm nổi bật vùng chứa các đối tượng có cùng dạng vật chất bằng cách khoanh vùng đối tượng trong một hình ảnh gán màu cho vật liệu.

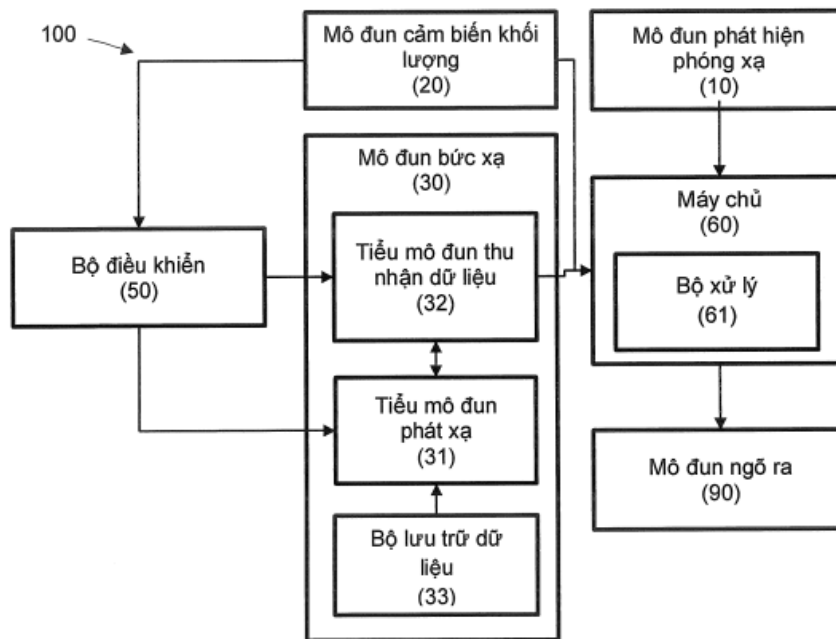


Fig.1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng các năng lượng bức xạ xen kẽ. Cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp kiểm tra hàng hóa để phát hiện hàng buôn lậu bằng cách sử dụng các mức năng lượng bức xạ khác nhau.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Xuất nhập khẩu là một phần quan trọng trong sự tăng trưởng và phát triển nền kinh tế của một quốc gia. Tuy nhiên, không phải mặt hàng nào cũng có thể được xuất khẩu hoặc nhập khẩu, do đó mặt hàng xuất khẩu hoặc nhập khẩu trái phép sẽ bị gọi là hàng buôn lậu. Các loại hàng buôn lậu có thể là, nhưng không giới hạn, thuốc, thuốc lá không chịu thuế, và rượu không chịu thuế. Do vậy, cần thiết phải có một hệ thống và phương pháp kiểm tra hàng hóa để phát hiện hàng buôn lậu và ngăn chặn hàng buôn lậu không qua lại ở biên giới quốc gia.

Thông thường, mặt hàng được nhập khẩu hoặc xuất khẩu thông qua các lô hàng. Các cơ quan chức năng thường sử dụng công nghệ soi chiếu bằng tia bức xạ để dễ dàng kiểm tra mặt hàng trong lô hàng. Trong quá trình kiểm tra, tia bức xạ như tia X hoặc tia gamma được tạo ra và phát từ một phía của máy soi đến mặt hàng trong lô hàng. Khi tia bức xạ xuyên qua mặt hàng, mặt hàng sẽ hấp thụ một số năng lượng của tia bức xạ. Sau đó, tia bức xạ được tiếp nhận bởi các bộ phận phát hiện nằm trên phía đối diện của máy soi. Năng lượng bức xạ được chuyển đổi thành dạng hình ảnh và hiển thị ra để cơ quan chức năng xem và phân tích.

Mặc dù có nhiều hệ thống và phương pháp sử dụng bức xạ để kiểm tra hàng hóa đã được phát triển, nhưng hầu hết các hệ thống và phương pháp này đều bị hạn chế ở một mức năng lượng duy nhất, và do đó, các hệ thống và phương pháp này chỉ có thể thể hiện hình thái vật lý của mặt hàng trong lô hàng dưới dạng biểu hiện bằng thước xám. Việc biểu diễn bằng thước xám khiến thiếu đi sự biểu hiện vật liệu. Các hệ thống và phương pháp sử dụng bức xạ năng lượng kép đã được phát triển để cải thiện điều này.

Sáng chế Mỹ số US 7.580.505 B2 đề xuất hệ thống và phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ năng lượng kép. Sáng chế này đề cập đến phương pháp kiểm tra một mặt hàng bằng cách sử dụng bức xạ đa năng lượng và thiết bị dùng để thực hiện phương pháp này. Phương pháp bao gồm các bước sau: tạo ra bức xạ đa năng lượng để tương tác với mặt hàng cần kiểm tra, phát hiện và ghi lại các giá trị sau khi phát hiện mỗi tương tác giữa bức xạ đa mức năng lượng và đối tượng đang kiểm tra, và thay thế một phần của các giá trị phát hiện vào một hàm hiệu chỉnh định trước để thu được thông tin. Thông tin bao gồm thuộc tính cơ bản của vật liệu. Sau đó, các thuộc tính vật liệu khác của đối tượng được xác định bằng cách áp dụng một tập hợp các hàm phù hợp cho dải năng lượng tương ứng với thông tin.

Một ví dụ khác được mô tả trong sáng chế Mỹ số US 10.641.918 B2 đề xuất các phương pháp, thiết bị và hệ thống dùng để kiểm tra hàng hóa. Hệ thống sử dụng kỹ thuật chiết xuất hai xung tia X với năng lượng thấp và cao trong một chu kỳ gia tốc betatron duy nhất.

Tuy nhiên, các hệ thống và phương pháp này chỉ có thể dùng để phân loại vật liệu của mặt hàng. Chẳng hạn như, các hệ thống và phương pháp chỉ có khả năng phát hiện xem rỗng lô hàng có chứa mặt hàng rắn hay mặt hàng lỏng, mà không thể phân loại hơn nữa xem mặt hàng lỏng liệu có phải là rượu hay không. Do đó, các hệ thống và phương pháp này thiếu sự đúng đắn và tính chính xác trong việc xác định các chất được liệt kê là hàng buôn lậu. Điều này dẫn đến sự sai sót khi xác định hàng buôn lậu trong lô hàng. Vì vậy, cần có một hệ thống và phương pháp để khắc phục các nhược điểm nêu trên.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Sáng chế đề xuất hệ thống 100 và phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng. Hệ thống 100 bao gồm mô đun bức xạ 30 có tiểu mô đun phát xạ 31 và tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32; và bộ điều khiển 50 nối với mô đun bức xạ 30. Tiểu mô đun phát xạ 31 được cấu hình để tạo ra bức xạ phát tới hàng hóa và tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 được cấu hình để thu nhận bức xạ phát ra từ tiểu mô đun phát xạ 31. Bộ điều khiển 50 được cấu hình để khởi động tiểu mô đun phát xạ 31 để bắt đầu và kết thúc việc tạo ra bức xạ và điều khiển mức năng lượng và tần số xung của bức xạ được tạo ra bởi tiểu mô đun phát xạ 31. Hệ thống 100 có tiểu mô đun phát xạ 31 được cấu hình thêm để

tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp; và tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 được cấu hình thêm để thu nhận bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau, chuyển đổi bức xạ thu được thành hình ảnh cho mỗi mức năng lượng, trong đó mỗi giá trị pixel trong mỗi hình ảnh thể hiện độ truyền qua của bức xạ thu được ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau. Hơn nữa, mô đun bức xạ 30 bao gồm thêm bộ lưu trữ dữ liệu 33 nối với tiêu mô đun phát xạ 31. Bộ lưu trữ dữ liệu 33 được cấu hình để lưu trữ dữ liệu cài đặt và bảng dò tìm để tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau nhờ tiêu mô đun phát xạ 31, trong đó dữ liệu cài đặt bao gồm số mức năng lượng của bức xạ, giá trị mức năng lượng của bức xạ và tần số xung của bức xạ, và trong đó bảng dò tìm bao gồm các giá trị định thời giãn pha. Hệ thống 100 cũng bao gồm máy chủ 60 kết nối với mô đun bức xạ 30, trong đó máy chủ 60 có bộ xử lý 61 được cấu hình để xác định xem lô hàng có chứa hàng buôn lậu không bằng cách phân tích hình ảnh ở mỗi mức năng lượng.

Tốt hơn là, ít nhất ba mức năng lượng của bức xạ nằm trong khoảng 2,0-9,0 MeV với tần số xung nằm trong khoảng 300-500 Hz.

Tốt hơn là, hệ thống 100 bao gồm thêm mô đun phát hiện phóng xạ 10 được cấu hình để xác định xem lô hàng có chứa bất kỳ vật liệu phóng xạ nào không, và trong đó mô đun phát hiện phóng xạ 10 kết nối với máy chủ 60 để thông báo cho máy chủ 60 bất kỳ khi nào phát hiện ra vật liệu phóng xạ trong lô hàng.

Tốt hơn là, hệ thống 100 bao gồm thêm mô đun cảm biến khối lượng 20 được cấu hình để xác định sự hiện diện của phương tiện chở hàng hóa dựa trên khối lượng và số lượng trục của lô hàng, và trong đó mô đun cảm biến khối lượng 20 kết nối với máy chủ 60 và bộ điều khiển 50 để khởi động mô đun bức xạ 30 bắt đầu hoặc kết thúc quét lô hàng.

Tốt hơn là, mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm ít nhất một cặp băng cảm biến đặt trên bề mặt của đường xe đi để cân phương tiện cùng với hàng hóa.

Tốt hơn là, mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm cân (20 m) được cấu hình để nhận biết sự hiện diện của lô hàng và cân khối lượng của lô hàng.

Tốt hơn là, hệ thống 100 bao gồm thêm mô đun hiển thị 90 kết nối với máy chủ 60, trong đó mô đun hiển thị 90 được cấu hình để hiển thị hình ảnh, dữ liệu được phân tích từ mô đun phát hiện phóng xạ 10 và mô đun cảm biến khối lượng 20.

Tốt hơn là, mô đun phát hiện phóng xạ 10, mô đun cảm biến khối lượng 20 và mô đun bức xạ 30 được lắp đặt dọc theo đường đi dành cho phương tiện chở hàng hóa đi qua.

Phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng bao gồm các bước sau: tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp nhờ tiểu mô đun phát xạ 31, thu nhận bức xạ và chuyển đổi bức xạ thu được thành nhiều hình ảnh dựa trên số mức năng lượng nhờ tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32, xác định kiểu vật liệu của hàng hóa bằng cách phân tích các hình ảnh thông qua bộ xử lý 61, và xác định dạng vật chất của hàng hóa nhờ bộ xử lý 61.

Tốt hơn là, bước tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng liên tiếp nhờ tiểu mô đun phát xạ 31 bao gồm thu nhận dữ liệu cài đặt về mức năng lượng của bức xạ từ bộ lưu trữ dữ liệu 33, trong đó dữ liệu cài đặt bao gồm số mức năng lượng của bức xạ, tần số xung của bức xạ, cường độ phun vào trong buồng gia tốc 41 và giá trị từ trường cấp cho mạch từ bên 45 cũng như cuộn dây giãn 46, các giá trị điện áp được cấp cho bộ phận phun điện áp cao 42 nhờ tiểu mô đun phát xạ 31. Sau đó, tiểu mô đun phát xạ 31 thu nhận giá trị định thời giãn pha tương ứng với mỗi mức năng lượng từ bộ lưu trữ dữ liệu 33 nhờ tiểu mô đun phát xạ, trong đó các giá trị định thời giãn pha được tính toán dựa trên lượng từ thông, cường độ phun của cuộn dây giãn 46, điện áp của cuộn dây giãn 46 và bán kính quỹ đạo vật lý và hình dạng của buồng gia tốc 41. Tiếp đến, bộ phận phun điện áp cao (42) phun các electron tiền gia tốc vào buồng gia tốc 41. Khi tiểu mô đun phát xạ 31 nhận được dấu chỉ báo mức năng lượng, tiểu mô đun phát xạ 31 xác định giá trị mức năng lượng của bức xạ được tạo ra dựa trên tín hiệu mức năng lượng chứa trong dấu chỉ báo mức năng lượng. Bộ phận cấp nguồn 31a và bộ phận chuyển đổi xung 31c cung cấp các xung dòng điện cho cuộn dây co 47 theo các giá trị cường độ dòng thu được từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 để tạo ra bức xạ với suất lưu lượng xác định trước bởi dữ liệu cài đặt từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 và cung cấp các xung dòng điện cho cuộn dây giãn 46 theo các giá trị cường độ dòng thu được từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 để tạo ra bức xạ theo mức năng lượng được chỉ ra trong tín hiệu mức năng lượng.

Tốt hơn là, bước thu nhận bức xạ và chuyển đổi xung bức xạ thu được thành các hình ảnh dựa trên số mức năng lượng nhờ tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 bao gồm tiếp nhận các tín hiệu mức năng lượng từ tiểu mô đun phát xạ 31 và bộ điều khiển 50, trong đó tín hiệu mức năng lượng thứ nhất có chứa điện áp thấp trong khi các tín hiệu mức năng

lượng tiếp theo có chứa điện áp cao, thu nhận bức xạ có mức năng lượng cụ thể từ tiêu mô đun phát xạ 31 và chuyển đổi xung bức xạ thu được thành một đường quét của hình ảnh cho mức năng lượng cụ thể đối với mỗi mức năng lượng, và biên dịch các dòng quét có cùng mức năng lượng để tạo thành các hình ảnh.

Tốt hơn là, bước xác định dạng vật liệu của hàng hóa bằng cách phân tích các hình ảnh nhờ bộ xử lý 61 bao gồm thực hiện điều hòa tín hiệu, lựa chọn một cặp mức năng lượng làm bộ lọc cấp thứ nhất để phân loại vật liệu, trong đó một trong hai mức năng lượng là mức năng lượng cao, và mức năng lượng còn lại là mức năng lượng thấp. Chuẩn hóa độ truyền mức năng lượng cao của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng cao, chuẩn hóa độ truyền mức năng lượng thấp của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng thấp, và tính giá trị hàm số của mỗi điểm ảnh, trong đó giá trị hàm số được tính bằng tỷ lệ giữa độ truyền mức năng lượng cao và độ truyền mức năng lượng thấp. Các giá trị hàm số đối với toàn bộ điểm ảnh được vẽ thành đồ thị trên các đường cong phân loại vật liệu được tạo sẵn, trong đó đường cong phân loại vật liệu cho mỗi vật liệu được tạo ra bằng cách vẽ đồ thị các giá trị hàm số của vật liệu mẫu trên một biểu đồ. Các giá trị điểm ảnh của đối tượng được phân loại vào các nhóm vật liệu dựa trên sự lân cận của các giá trị hàm số được vẽ theo đường xu hướng của các vật liệu trên đường cong phân loại vật liệu được tạo sẵn.

Tốt hơn là, bước xác định dạng vật chất của đối tượng bằng bộ xử lý 61 bao gồm lựa chọn kết hợp hai cặp mức năng lượng làm bộ lọc cấp thứ hai để kiểm tra dạng vật chất, trong đó một trong hai cặp mức năng lượng là cặp mức năng lượng thứ nhất, và cặp còn lại là cặp mức năng lượng thứ hai. Sau đó, các giá trị hàm số của cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai cho mỗi điểm ảnh được tính toán và vẽ đồ thị trên các cụm vật chất tạo sẵn, trong đó mỗi cụm vật chất được tạo ra bằng cách vẽ đồ thị các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai của một vật chất mẫu. Các giá trị điểm ảnh của đối tượng được phân loại vào nhóm vật chất tương ứng dựa trên độ lân cận của các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai với tâm của mỗi cụm vật chất.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Sáng chế sẽ được mô tả rõ ràng hơn thông qua các phương án thực hiện cùng với các hình vẽ minh họa kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống 100 dùng để kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.2a đến Fig.2b là hình phối cảnh và hình chiếu đứng minh họa mô đun bức xạ 30 của hệ thống 100 trên Fig.1;

Fig.3a đến Fig.3e là hình minh họa các ví dụ về cách bố trí lắp đặt mô đun cảm biến khối lượng 20 của hệ thống 100 trên Fig.1;

Fig.4 là hình minh họa ví dụ về cách bố trí lắp đặt mô đun cảm biến khối lượng 20 của hệ thống 100 trong một phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa tiểu mô đun phát xạ 31 của mô đun bức xạ 30 trong hệ thống 100 trên Fig.1;

Fig.6a đến Fig.6b là hình mặt cắt ngang minh họa bộ phát xạ 40 của tiểu mô đun phát xạ 31 trên Fig.5;

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.8 là lưu đồ minh họa các bước chi tiết để tạo ra bức xạ đa mức năng lượng theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.9 là lưu đồ minh họa các bước chi tiết để xác định dạng vật liệu và dạng vật chất của hàng hóa theo một phương án thực hiện của sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sau đây, phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết cùng với các hình vẽ kèm theo. Trong phần mô tả chi tiết sau đây, các chức năng hoặc cấu trúc đã biết sẽ không được mô tả chi tiết để tránh không làm rõ được các chi tiết của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa hệ thống 100 dùng để kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng theo một phương án thực hiện của sáng chế. Hệ thống 100 được sử dụng để quét hàng hóa trên phương tiện chở hàng như xe tải hạng nặng và xe tải hạng nhẹ. Hệ thống 100 bao gồm mô đun phát hiện phóng xạ 10, mô đun cảm biến khối lượng 20,



mô đun bức xạ 30, bộ điều khiển 50, máy chủ 60 và mô đun hiển thị 90. Mô đun phát hiện phóng xạ 10, mô đun cảm biến khối lượng 20 và mô đun bức xạ 30 được lắp đặt dọc theo đường đi dành cho phương tiện chở hàng hóa đi qua, trong đó hàng hóa được tự động quét khi nó đi qua đường xe đi. Vùng mà bức xạ đa mức năng lượng chiếu vào hàng hóa được gọi là vùng phát hiện.

Mô đun phát hiện phóng xạ 10 được cấu hình để xác định xem hàng hóa có chứa bất kỳ vật liệu phóng xạ nào không. Mô đun phát hiện phóng xạ 10 tốt hơn là được lắp đặt ở cửa vào của đường xe đi. Mô đun phát hiện phóng xạ 10 nối với máy chủ 60 để thông báo cho máy chủ 60 bất cứ khi nào phát hiện được vật liệu phóng xạ trong hàng hóa.

Mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm ít nhất một cặp băng cảm biến đặt trên bề mặt của đường xe đi để cân phương tiện khi phương tiện được điều khiển đi qua cặp băng cảm biến, trong đó mỗi băng cảm biến trong cặp được đặt liền kề với băng cảm biến còn lại. Tốt hơn là, mô đun cảm biến khối lượng 20 là cân động lực. Mô đun cảm biến khối lượng 20 được cấu hình để xác định sự hiện diện của phương tiện chở theo hàng hóa bằng cách đo khối lượng và phát hiện số trục của phương tiện chở theo hàng hóa. Nếu mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm nhiều hơn một cặp băng cảm biến thì mô đun cảm biến khối lượng tính trung bình khối lượng được phát hiện bởi từng cặp băng cảm biến để tính toán tổng trọng lượng hàng hóa của phương tiện chở theo hàng hóa. Mô đun cảm biến khối lượng 20 phát hiện số trục của phương tiện chở theo hàng hóa bằng cách đếm số lần lộp của xe chở hàng hóa đi qua băng cảm biến. Thông thường, các trục khác nhau của xe chở theo hàng hóa có khối lượng khác nhau. Mô đun cảm biến khối lượng 20 tính tổng khối lượng phát hiện được của mỗi trục là tổng trọng lượng của phương tiện chở theo hàng hóa. Mô đun cảm biến khối lượng 20 nối với máy chủ 60, nhờ đó tổng khối lượng của phương tiện chở theo hàng hóa được gửi đến máy chủ 60 để xử lý. Việc phát hiện khối lượng và số trục là để tránh nhận dạng nhầm đối tượng là phương tiện chở theo hàng hóa hoặc một phần của hàng hóa. Kết quả là, việc phát hiện này của mô đun ngăn cho hệ thống 100 không quét các đối tượng khác ngoài hàng hóa hoặc chính phương tiện chở hàng.

Mô đun cảm biến khối lượng 20 cũng được nối với bộ điều khiển 50 để khởi động mô đun bức xạ 30 bắt đầu hoặc kết thúc quét hàng hóa. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để khởi động mô đun bức xạ 30 nếu có bất kỳ một trong hai băng cảm biến hoặc cả hai băng cảm biến của cặp băng cảm biến được khởi động và

khi khối lượng của hàng hóa vượt quá ngưỡng cân cho phép. Mô đun cảm biến khối lượng 20 cũng gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để dừng mô đun bức xạ 30 không quét hàng hóa khi các băng cảm biến không được khởi động trong khoảng thời gian định trước. Khoảng thời gian định trước tốt nhất là một chu trình tín hiệu rơ le điện. Nhờ đó, mô đun cảm biến khối lượng 20 giúp ngăn sự hoạt động sai hoặc không hoạt động của mô đun bức xạ 30.

Nếu mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm nhiều cặp băng cảm biến thì mô đun cảm biến khối lượng 20 có thể cũng được cấu hình để đáp ứng phát hiện từ một cặp băng cảm biến dùng để gửi tín hiệu bắt đầu quét hàng hóa trong khi phát hiện từ một cặp băng cảm biến khác dùng để gửi tín hiệu dừng quét hàng hóa. Trong trường hợp này, có ít nhất một cặp băng cảm biến được lắp đặt trên đường xe đi trước khi vào vùng phát hiện trong khi một cặp băng cảm biến khác được lắp đặt trên đường xe đi sau khi ra khỏi vùng phát hiện.

Nếu có nhiều hơn một cặp băng cảm biến được lắp đặt phía trước vùng phát hiện thì mô đun cảm biến khối lượng 20 sẽ gửi tín hiệu bắt đầu quét vào bất cứ khi nào mà có bất kỳ cặp băng cảm biến nào được khởi động bởi lớp xe của phương tiện dựa trên tham chiếu của cơ quan chức năng, chẳng hạn như hải quan. Trong trường hợp này, mỗi cặp băng cảm biến được đặt cách nhau một khoảng sao cho một cặp băng cảm biến có đủ thời gian để phát hiện lớp xe của phương tiện chờ hàng hóa và gửi khối lượng phát hiện được cho máy chủ 60 trước khi một cặp băng cảm biến khác phát hiện lớp xe của phương tiện chờ hàng và gửi khối lượng phát hiện được cho máy chủ 60. Khoảng cách giữa một cặp băng cảm biến này với một cặp băng cảm biến khác được tính toán dựa trên giới hạn tốc độ đối với phương tiện chờ theo hàng hóa di chuyển qua đường xe đi.

Các ví dụ về các cách bố trí lắp đặt băng cảm biến của mô đun cảm biến khối lượng 20 trên đường xe đi được nêu ra sau đây. Các ví dụ này được minh họa trên Fig.3a đến Fig.3e, trong đó vùng phát hiện được biểu diễn bằng đường nét đứt.

Fig.3a là hình minh họa ví dụ thứ nhất trong cách bố trí lắp đặt cặp băng cảm biến 20a được đặt trước vùng phát hiện. Trong ví dụ này, mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm một cặp băng cảm biến 20a, và cặp băng cảm biến 20a được lắp đặt kiểu so le. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để khởi động mô đun bức xạ 30 khi có bất kỳ một băng cảm biến 20a nào phát hiện lớp xe chờ hàng. Mô đun cảm

biển khối lượng 20 cũng gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để dừng mô đun bức xạ 30 bất cứ khi nào cả hai băng cảm biến 20a không phát hiện lớp xe trong khoảng thời gian định trước.

Fig.3b là hình minh họa ví dụ thứ hai về cách bố trí lắp đặt hai cặp băng cảm biến 20b và 20c, trong đó hai cặp băng cảm biến 20b và 20c được gọi là cặp băng cảm biến thứ nhất 20b và cặp băng cảm biến thứ hai 20c. Cặp băng cảm biến thứ nhất 20b được lắp đặt phía trước vùng phát hiện trong khi cặp băng cảm biến thứ hai 20c được lắp đặt phía sau vùng phát hiện. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để khởi động mô đun bức xạ 30 khi cặp băng cảm biến thứ nhất 20b đồng thời phát hiện lớp xe chờ hàng. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để dừng mô đun bức xạ 30 sau khi cặp băng cảm biến thứ hai 20c dừng phát hiện cặp lớp xe mới trong khoảng thời gian định trước.

Fig.3c là hình minh họa ví dụ thứ ba về cách bố trí lắp đặt hai cặp băng cảm biến 20d và 20e, trong đó hai cặp băng cảm biến 20d và 20e được gọi là cặp băng cảm biến thứ ba 20d và cặp băng cảm biến thứ tư 20e. Cả hai cặp băng cảm biến 20d và 20e đều được lắp đặt phía trước vùng phát hiện, trong đó cặp băng cảm biến thứ tư 20e được đặt gần với vùng phát hiện hơn so với cặp băng cảm biến thứ ba 20d. Nếu cơ quan chức năng muốn kiểm tra toàn bộ hàng hóa bao gồm đầu của phương tiện chờ theo hàng hóa, mô đun cảm biến khối lượng 20 được cấu hình để gửi tín hiệu để khởi động mô đun bức xạ 30 khi cặp băng cảm biến thứ ba 20d bắt đầu phát hiện đồng thời lớp xe của phương tiện chờ hàng. Mặt khác, nếu cơ quan chức năng muốn kiểm tra bên trong hàng hóa thì mô đun cảm biến khối lượng 20 được cấu hình để gửi tín hiệu để khởi động mô đun bức xạ 30 khi cặp băng cảm biến thứ tư 20e bắt đầu phát hiện đồng thời lớp xe của phương tiện chờ hàng. Tuy nhiên, mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để dừng mô đun bức xạ 30 sau khi cặp băng cảm biến thứ ba 20d không phát hiện bất kỳ lớp xe nào trong khoảng thời gian định trước.

Fig.3d là hình minh họa ví dụ thứ tư về cách bố trí lắp đặt ba cặp băng cảm biến 20f, 20g và 20h, trong đó ba cặp băng cảm biến 20f, 20g và 20h được gọi là cặp băng cảm biến thứ năm 20f, cặp băng cảm biến thứ sáu 20g và cặp băng cảm biến thứ bảy 20h. Cặp băng cảm biến thứ năm 20f được lắp đặt phía trước vùng phát hiện trong khi hai cặp băng cảm biến 20g và 20h được lắp đặt phía sau vùng phát hiện. Cặp băng cảm biến thứ sáu 20g

được lắp đặt gần với vùng phát hiện hơn so với cặp băng cảm biến thứ bảy 20h. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu để khởi động mô đun bức xạ 30 khi cặp băng cảm biến thứ năm 20f phát hiện đồng thời lớp xe chở hàng. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để dừng mô đun bức xạ 30 sau khi hàng hóa ra khỏi hệ thống 100 và cặp băng cảm biến thứ sáu 20g không phát hiện bất kỳ lớp xe nào trong khoảng thời gian định trước.

Fig.3e là hình minh họa ví dụ thứ năm về cách bố trí lắp đặt bốn cặp băng cảm biến 20i, 20j, 20k và 20l, trong đó bốn cặp băng cảm biến 20i, 20j, 20k và 20l được gọi là cặp băng cảm biến thứ tám 20i, cặp băng cảm biến thứ chín 20j, cặp băng cảm biến từ mười 20k và cặp băng cảm biến thứ mười một 20l. Cặp băng cảm biến thứ tám 20i và thứ chín 20j được lắp đặt phía trước vùng phát hiện trong khi hai cặp băng cảm biến thứ mười 20k và thứ mười một 20l được lắp đặt phía sau vùng phát hiện. Cặp băng cảm biến thứ tám 20i được lắp đặt xa vùng phát hiện hơn so với cặp băng cảm biến thứ chín 20j. Mặt khác, cặp băng cảm biến thứ mười 20k được lắp đặt gần với vùng phát hiện hơn so với cặp băng cảm biến thứ mười một 20l.

Nếu cơ quan chức năng muốn kiểm tra toàn bộ hàng hóa bao gồm đầu của phương tiện chở theo hàng hóa, mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu để khởi động mô đun bức xạ 30 khi cặp băng cảm biến thứ tám 20i bắt đầu phát hiện đồng thời lớp xe của phương tiện chở hàng. Ngược lại, nếu cơ quan chức năng muốn kiểm tra bên trong hàng hóa thì mô đun cảm biến khối lượng 20 được cấu hình để gửi tín hiệu để khởi động mô đun bức xạ 30 khi cặp băng cảm biến thứ chín 20j bắt đầu phát hiện đồng thời lớp xe của phương tiện chở hàng. Tuy nhiên, mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50 để dừng mô đun bức xạ 30 sau khi cặp băng cảm biến thứ mười 20k không phát hiện bất kỳ lớp xe nào trong khoảng thời gian định trước.

Trong một phương án thực hiện khác của sáng chế, mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm cân (dài 20m) được lắp đặt phía trước vùng phát hiện dọc theo đường xe đi như thể hiện trên Fig.4. Cân (20m) được cấu hình để phát hiện sự hiện diện của hàng hóa và đo khối lượng của hàng hóa để xác nhận thông tin lô hàng dựa trên khối lượng hàng hóa. Mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu để khởi động mô đun bức xạ 30 sau khi cân (20m) phát hiện sự hiện diện của hàng hóa và xác định rằng khối lượng hàng hóa vượt quá ngưỡng cân cho phép để ngăn ngừa sự hoạt động sai của mô đun bức xạ 30.

Mô đun bức xạ 30 được kết nối với bộ điều khiển 50 và máy chủ 60. Mô đun bức xạ 30 về cơ bản được cấu hình để tạo ra và thu nhận bức xạ ở các mức năng lượng khác nhau để quét hàng hóa. Mô đun bức xạ 30 bao gồm thêm tiểu mô đun phát xạ 31, tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 và bộ lưu trữ dữ liệu 33.

Tiểu mô đun phát xạ 31 được cấu hình để tạo ra bức xạ ở các mức năng lượng liên tiếp để kiểm tra hàng hóa. Cụ thể, tiểu mô đun phát xạ 31 tạo ra ít nhất bức xạ ở ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp. Tiểu mô đun phát xạ 31 có thể là máy gia tốc betatron, máy gia tốc tuyến tính, máy phát tia X, và tương tự. Tiểu mô đun phát xạ 31 tạo ra bức xạ tia X với các mức năng lượng trong khoảng 2,0-9,0 MeV. Tốt hơn là, mức năng lượng của bức xạ được tăng 0,5 MeV. Ngoài ra, tốt hơn là bức xạ có tần số xung nằm trong khoảng 300-500 Hz, trong đó tần số xung tối ưu cho mỗi bức xạ của một mức năng lượng là xấp xỉ 400 Hz. Nhờ vậy, tần số của bức xạ có bốn mức năng lượng là 100 Hz.

Tham khảo trên Fig.5 là sơ đồ khối minh họa tiểu mô đun phát xạ 31. Tiểu mô đun phát xạ 31 bao gồm bộ phát xạ 40, bộ phận cấp nguồn 31a và bộ phận chuyển đổi xung 31c. Bộ phát xạ 40 được nối điện với bộ phận cấp nguồn 31a và bộ phận chuyển đổi xung 31c.

Bộ phát xạ 40 là một máy gia tốc cyclotron, trong đó electron dịch chuyển dọc theo quỹ đạo tròn để thu nhận đủ năng lượng nhằm phá vỡ điện trường xoáy, từ đó tạo ra bức xạ ở nhiều mức năng lượng. Fig.6a đến Fig.6b là hình minh họa mặt cắt bộ phát xạ 40. Bộ phát xạ 40 bao gồm buồng gia tốc 41 có bộ phận phun điện áp cao 42, cực từ 43, cuộn dây chính 44, mạch từ bên 45, cuộn dây giãn 46 và cuộn dây co 47.

Bộ phát xạ 40 tốt hơn là được lắp ráp theo cách mà buồng gia tốc 41 nằm phía trên cuộn dây chính 44, cuộn dây giãn 46 và cuộn dây co 47. Buồng gia tốc 41 có dạng hình xuyên thích hợp. Hơn nữa, tốt nhất là thanh chèn mỏng được lắp vào trung tâm của buồng gia tốc 41 trong khi cực từ 43 tốt nhất là được bố trí bên dưới thanh chèn mỏng. Cuộn dây giãn 46 bao quanh cực từ 43 trong khi cuộn dây co 47 bao quanh cuộn dây giãn 46. Cuộn dây chính 44 bao quanh cuộn dây co 47 trong khi mạch từ bên 45 tạo thành vành ngoài của bộ phát xạ 40 và bao quanh buồng gia tốc 41 và cuộn dây chính 44.

Bộ phận phun điện áp cao 42 bao gồm cực âm phát xạ nhiệt và đầu cực dương, trong đó bộ phận phun điện áp cao 42 được cấu hình để phun các electron tiền gia tốc vào trong

buồng gia tốc 41. Cực âm phát xạ nhiệt tiền gia tốc cho electron đến năng lượng 40 keV trước khi phun electron vào vùng quỹ đạo cân bằng của buồng gia tốc 41. Bộ phận phun điện áp cao 42 được cấu hình thêm để phát ra bức xạ về phía tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 thông qua đầu cực dương.

Cực từ 43 được bố trí bên dưới buồng gia tốc 41, trong đó cực từ 43 có dạng cong thích hợp. Cực từ 43 tạo ra từ trường để cung cấp chuyển động cho các electron xung quanh vòng tròn gần quỹ đạo cân bằng trong buồng gia tốc 41. Cực từ 43 cùng với mạch từ bên 45 và dòng điện được bộ phận cấp nguồn 31a cấp cho cuộn dây chính 44 tạo ra điện trường xoáy. Điện trường xoáy cùng với từ trường tạo ra gia tốc cho các electron. Nhờ đó, năng lượng của electron tăng lên theo mỗi vòng quay khi các electron chuyển động dọc theo quỹ đạo tròn của buồng gia tốc 41.

Cuộn dây giãn 46 được cấu hình để cung cấp electron tiến vào mục tiêu bên trong. Cuộn dây giãn 46 nối điện với bộ phận cấp nguồn 31a để nhận các xung dòng điện được cấp bởi bộ phận chuyển đổi xung 31c và làm tăng bán kính chuyển động của các electron trong buồng gia tốc 41. Các electron dịch chuyển dọc theo một đường xoắn ốc ra và tán công vào mục tiêu đặt ở đầu cực dương của bộ phận phun điện áp cao 42. Khi các electron chậm lại trong vùng mục tiêu, động năng của electron được chuyển thành các mức năng lượng của bức xạ làm chuyển rời đầu cực dương của bộ phận phun điện áp cao 42 tới tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32. Nhờ vậy, mức năng lượng bức xạ được điều khiển dựa trên xung dòng điện cấp bởi bộ phận chuyển đổi xung 31c đến cuộn dây giãn 46.

Cuộn dây co 47 được cấu hình để kiểm soát suất lưu lượng của bức xạ tạo bởi mô đun phát xạ 31 bằng cách kiểm soát số lượng điện tử mà đầu cực dương thu nhận. Cuộn dây co 47 được nối điện với bộ phận cấp nguồn 31a, trong đó bộ chuyển đổi nguồn 42 cung cấp xung dòng điện cho cuộn dây co 47. Khi dòng điện đi qua cuộn dây co 47 thì cuộn dây co 47 sẽ tạo ra một từ trường xung phụ để làm thay đổi trạng thái tức thời của quỹ đạo cân bằng trong buồng gia tốc 41. Từ trường xung phụ cũng làm thay đổi địa hình của từ trường trong bộ phát xạ 40. Kết quả là, suất lưu lượng có thể được thay đổi dựa trên xung dòng điện được cung cấp bởi bộ phận chuyển đổi xung 31c.

Bộ phận chuyển đổi xung 31c được nối với bộ phát xạ 40 và bộ phận cấp nguồn 31a, trong đó bộ phận chuyển đổi xung 31c được cấu hình để chuyển đổi dòng điện xoay

chiều hoặc nguồn điện xoay chiều (AC) nhận từ bộ phận cấp nguồn 31a thành dòng điện một chiều hay nguồn cấp một chiều để kiểm soát điện áp cấp cho bộ phận phun điện áp cao, và điều khiển xung dòng điện cấp cho cuộn dây giã 46 và cuộn dây co 47.

Bộ phận cấp nguồn 31a được cấu hình để cung cấp điện cho bộ phát xạ 40, trong đó bộ cấp nguồn 31a bao gồm nhiều khối tụ điện (không được thể hiện) và bộ lọc tụ điện (không được thể hiện). Mỗi khối tụ điện được cấu hình để dự trữ năng lượng điện xấp xỉ khoảng 860V và cấp năng lượng điện cho bộ phát xạ 40 trong suốt quá trình quét. Bộ lọc tụ điện được cấu hình để dự trữ năng lượng điện trong lúc có năng lượng dư thừa từ bộ chuyển đổi xung 31c và xả năng lượng điện dự trữ trong lúc thiếu năng lượng để cung cấp nguồn điện một chiều đồng nhất cho bộ phát xạ 40.

Tham khảo trên Fig.1, tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 được cấu hình để thu nhận và đo bức xạ đa mức năng lượng phát ra từ tiểu mô đun phát xạ 31. Hơn nữa, tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 chuyển đổi bức xạ đa mức năng lượng thành nhiều hình ảnh, trong đó, một giá trị của mỗi điểm ảnh trong mỗi hình ảnh tương ứng với một điểm chính xác của hàng hóa đang được kiểm tra. Tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 cung cấp hình ảnh cho mỗi mức năng lượng, trong đó nếu bức xạ có bốn mức năng lượng thì tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 sẽ cung cấp bốn hình ảnh tương ứng với số mức năng lượng của bức xạ. Ngoài ra, mỗi giá trị điểm ảnh trong từng hình ảnh thể hiện độ truyền của bức xạ đa mức năng lượng. Tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 được nối với máy chủ 60 để gửi hình ảnh đến máy chủ 60 cho việc xử lý và phân tích.

Tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 được nối với tiểu mô đun phát xạ 31 và bộ điều khiển 50. Tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 nhận tín hiệu từ tiểu mô đun phát xạ 31 và bộ điều khiển 50. Tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 so sánh các tín hiệu nhận được từ tiểu mô đun phát xạ 31 và bộ điều khiển 50 để đồng bộ hóa tiểu mô đun phát xạ 31 với tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32.

Tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 bao gồm nhiều đầu dò, trong đó các đầu dò có khả năng thu nhận bức xạ hãm ở các mức năng lượng khác nhau. Như thể hiện trên Fig.2a đến Fig.2b, các đầu dò tốt hơn là được bố trí ở cửa vào, trong đó các đầu dò được bố trí dọc theo phần trên cùng và nằm ở một bên của cửa vào mà khác bên với tiểu mô đun phát xạ 31. Các đầu dò được bố trí thẳng hàng để thu nhận bức xạ phát ra từ tiểu mô đun phát xạ

31 ở nhiều góc khác nhau. Khi hàng hóa được đưa qua cửa vào thì các đầu dò có khả năng thu nhận bức xạ đi xuyên qua hàng hóa ở các góc khác nhau để bao phủ mọi khu vực của hàng hóa.

Bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 được cấu hình để lưu trữ dữ liệu cài đặt của bức xạ đa mức năng lượng, trong đó dữ liệu cài đặt bao gồm, nhưng không giới hạn, số mức năng lượng của bức xạ, các giá trị mức năng lượng của bức xạ, cài đặt dòng phun và tần số xung của bức xạ. Bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 cũng lưu trữ bảng tra cứu có chứa các giá trị định thời trễ pha. Các giá trị định thời trễ pha được tính toán dựa trên từ thông, dòng phun của cuộn dây giãn 46, điện áp của cuộn dây giãn 46, và bán kính quỹ đạo vật lý và hình dạng của buồng gia tốc 41.

Bộ điều khiển 50 được nối với mô đun cảm biến khối lượng 20, tiểu mô đun phát xạ 31 và tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32. Bộ điều khiển 50 được cấu hình để khởi động tiểu mô đun phát xạ 31 để bắt đầu và kết thúc việc tạo ra bức xạ và điều khiển các mức năng lượng và tần số xung của bức xạ được tạo ra bởi tiểu mô đun phát xạ 31. Bộ điều khiển 50 khởi động tiểu mô đun phát xạ 31 để bắt đầu hoặc kết thúc tạo ra bức xạ dựa trên tín hiệu nhận được từ tiểu mô đun cảm biến khối lượng 20.

Bộ điều khiển 50 được cấu hình để gửi các dấu chỉ báo mức năng lượng tới tiểu mô đun phát xạ 31, trong đó mỗi dấu chỉ báo năng lượng bao gồm tín hiệu khởi động và tín hiệu mức năng lượng. Tín hiệu khởi động được sử dụng để khởi đầu cho tiểu mô đun phát xạ 31 hoạt động hoặc dừng tạo ra bức xạ. Tín hiệu mức năng lượng được sử dụng để chỉ ra mức năng lượng của bức xạ. Bộ điều khiển 50 gửi dấu chỉ báo mức năng lượng đến tiểu mô đun phát xạ 31 để chỉ thị cho tiểu mô đun phát xạ 31 tạo ra bức xạ với mức năng lượng cao nhất, trong đó khác với các dấu chỉ báo mức năng lượng khác, dấu chỉ báo thứ nhất có chứa tín hiệu mức năng lượng điện áp thấp. Mặt khác, dấu chỉ báo năng lượng tiếp theo có chứa tín hiệu mức năng lượng điện áp cao. Bộ điều khiển 50 gửi dấu chỉ báo mức năng lượng tiếp theo đến tiểu mô đun phát xạ 31 để chỉ thị cho tiểu mô đun phát xạ 31 tạo ra bức xạ với mức năng lượng tiếp theo. Bộ điều khiển 50 cũng gửi các tín hiệu mức năng lượng tương tự tới tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 để tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 có thể đồng bộ với tiểu mô đun phát xạ 31.



Máy chủ 60 được kết nối với mô đun phát hiện phóng xạ 10, mô đun cảm biến khối lượng 20, tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 và mô đun hiển thị 90, trong đó các kết nối có thể là không dây hoặc có dây. Máy chủ 60 tiếp nhận dữ liệu từ mô đun phát hiện phóng xạ 10 và mô đun cảm biến khối lượng 20, và chuyển tiếp dữ liệu đến mô đun hiển thị 90. Máy chủ 60 cũng gửi hình ảnh đã phân tích đến mô đun hiển thị 90 để hiển thị hình ảnh đã phân tích nhờ mô đun hiển thị 90.

Máy chủ 60 bao gồm bộ xử lý 61 được cấu hình để phân tích dữ liệu mà máy chủ 60 nhận được. Bộ xử lý 61 được cấu hình thêm để phân loại hàng hóa dựa trên dạng vật liệu. Các ví dụ về dạng vật liệu bao gồm, nhưng không giới hạn, vật liệu hữu cơ, hỗn hợp trung gian giữa hữu cơ và vô cơ, vật liệu vô cơ, và kim loại nặng. Mỗi dạng vật liệu được thể hiện bằng màu sắc khác nhau trên các hình ảnh. Bộ xử lý 61 cũng được cấu hình để phân loại thêm hàng hóa vào các nhóm vật chất để xác định xem hàng hóa có phải là hàng buôn lậu hay không. Bộ xử lý 61 làm nổi bật vùng trên hình ảnh của vật chất giống nhau bằng cách khoanh vùng đối tượng trong hình ảnh gán màu cho vật chất đó.

Mô đun hiển thị 90 bao gồm ít nhất một màn hình, tốt nhất là được đặt trong phòng điều khiển ở vị trí điều khiển từ xa. Mô đun hiển thị 90 được cấu hình để hiển thị dữ liệu từ mô đun phát hiện phóng xạ 10 và mô đun cảm biến khối lượng 20, và hiển thị hình ảnh đã phân tích. Dựa trên hình ảnh đã phân tích, cơ quan chức năng có thể tiến hành kiểm tra thêm đối với hàng hóa.

Tham khảo Fig.7 là lưu đồ minh họa phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng theo một phương án thực hiện của sáng chế. Đầu tiên, trong bước 1100, mô đun cảm biến khối lượng 20 phát hiện ra sự hiện diện của hàng hóa. Mô đun cảm biến khối lượng 20 xác nhận sự hiện diện của hàng hóa trước khi gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50. Mô đun cảm biến khối lượng 20 xác nhận sự hiện diện của hàng hóa khi một cặp băng cảm biến phát hiện lớp xe chở hàng hóa. Mô đun cảm biến khối lượng 20 sau đó xác nhận thêm sự hiện diện của hàng hóa bằng cách so sánh khối lượng phát hiện được bởi mô đun cảm biến khối lượng 20 với khối lượng giới hạn của hàng hóa. Nếu khối lượng của hàng hóa vượt qua khối lượng giới hạn thì mô đun cảm biến khối lượng 20 gửi tín hiệu đến bộ điều khiển 50. Nếu khối lượng của hàng hóa được mô đun cảm biến khối lượng 20 phát hiện không vượt được qua khối lượng giới hạn thì mô đun cảm biến khối lượng 20 xử lý nó là phát hiện lỗi và hủy bỏ dò tìm.

Tiếp theo, trong bước 1200, mô đun cảm biến khối lượng 20 phát hiện tổng trọng lượng hàng hóa và số trục của hàng hóa. Mỗi khi một cặp lốp xe chạm vào cặp băng cảm biến thì mô đun cảm biến khối lượng 20 đếm nó là một trục và phát hiện áp lực tác động lên băng cảm biến của lốp xe. Mô đun cảm biến khối lượng 20 tính tổng áp lực tác động lên toàn bộ lốp của xe hàng và tính toán tổng trọng lượng hàng hóa. Nếu mô đun cảm biến khối lượng 20 bao gồm nhiều hơn một cặp băng cảm biến thì mô đun cảm biến khối lượng 20 tính trung bình khối lượng được phát hiện bởi từng cặp băng cảm biến để thu được tổng trọng lượng hàng hóa.

Trong bước 1300, mô đun phát hiện phóng xạ 10 xác định xem hàng hóa có chứa bất kỳ chất phóng xạ nào không. Mô đun phát hiện phóng xạ 10 gửi kết quả phát hiện được đến máy chủ 60 và kết quả được chuyển tiếp đến mô đun hiển thị 90. Nếu mô đun phát hiện phóng xạ 10 xác minh rằng hàng hóa có chứa chất phóng xạ thì máy chủ 60 gửi thông báo đến mô đun hiển thị 90 để cơ quan chức năng lưu ý như trong bước 1900.

Trong bước 1400, bộ điều khiển 50 gửi các dấu chỉ báo mức năng lượng tiếp theo đến tiêu mô đun phát xạ 31 để tiêu mô đun phát xạ 31 bắt đầu tạo ra bức xạ với nhiều mức năng lượng xen kẽ liên tiếp. Tốt hơn là, tiêu mô đun phát xạ 31 tạo ra bức xạ tia X ở ít nhất ba mức năng lượng trong bức xạ xung dạng bước xen kẽ. Tốt hơn là, tiêu mô đun phát xạ 31 tạo ra bức xạ với mức năng lượng nằm trong khoảng 2,0-9,0 MeV, trong đó mỗi mức năng lượng của bức xạ tăng 0,5 MeV và có tần số xung nằm trong khoảng 300-500 Hz. Các bước chi tiết để tạo ra bức xạ đa mức năng lượng được diễn tả chi tiết trên Fig.8.

Trong bước 1500, tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 thu nhận bức xạ và chuyển đổi bức xạ thu nhận được thành nhiều hình ảnh dựa trên số mức năng lượng. Giá trị mỗi điểm ảnh trên mỗi hình ảnh tương ứng với một điểm chính xác của hàng hóa đang được kiểm tra. Ngoài ra, mỗi giá trị điểm ảnh trong từng hình ảnh thể hiện độ truyền của bức xạ đa mức năng lượng.

Để đảm bảo rằng tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 chuyển đổi một cách chính xác bức xạ thu được thành hình ảnh cho mỗi mức năng lượng cụ thể thì tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 được đồng bộ với tiêu mô đun phát xạ 31. Nhờ vậy, tiêu mô đun phát xạ 31 chuyển tiếp các tín hiệu mức năng lượng từ dấu chỉ báo mức năng lượng đến tiêu mô đun

thu nhận dữ liệu 32. Bộ điều khiển 50 cũng gửi các tín hiệu mức năng lượng như vậy đến tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32.

Khi tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 nhận các tín hiệu mức năng lượng từ tiêu mô đun phát xạ 31 và bộ điều khiển 50 thì tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 xác định mức năng lượng bức xạ nhận được. Sau khi tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 thu nhận bức xạ, xung bức xạ thu được được chuyển đổi thành một đường quét của hình ảnh cho mỗi mức năng lượng cụ thể. Sau đó, tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 xác định xem là có nhận được thêm bất kỳ dấu chỉ báo mức năng lượng nào mới không từ tiêu mô đun phát xạ 31. Tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 liên tục thu nhận xung bức xạ liên tiếp và chuyển đổi bức xạ thành một đường quét của hình ảnh cho mỗi mức năng lượng cụ thể. Tiếp đó, tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 biên dịch các dòng quét có cùng mức năng lượng thành dạng hình ảnh của hàng hóa cho mỗi mức năng lượng cụ thể. Tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 lặp lại bước biên dịch các đường quét có cùng mức năng lượng cho đến khi tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32 tạo được ra các hình ảnh của hàng hóa tương ứng với mỗi mức năng lượng được tạo ra từ tiêu mô đun phát xạ 31. Các hình ảnh của hàng hóa cho mỗi mức năng lượng được truyền về máy chủ 60 để xử lý.

Máy chủ 60 tiếp nhận các hình ảnh từ tiêu mô đun thu nhận dữ liệu 32. Sau đó, bộ xử lý 61 phân tích các hình ảnh để xác định dạng vật liệu và nhóm vật chất của hàng hóa trong bước 1600. Các bước chi tiết để xác định dạng vật liệu và nhóm vật chất của hàng hóa bằng bộ xử lý 61 được minh họa chi tiết trên Fig.9. Dựa trên dữ liệu đã phân tích, bộ xử lý 61 xác định xem hàng hóa có chứa bất kỳ hàng nhập lậu nào không. Từ kết quả đã phân tích, bộ xử lý 61 tạo ra một hình ảnh được gọi là hình ảnh đã phân tích, trong đó trong hình ảnh đã phân tích, bộ xử lý 61 làm nổi bật vùng chứa các đối tượng có cùng dạng vật chất bằng cách khoanh vùng đối tượng trong một hình ảnh gán màu cho vật liệu.

Cuối cùng, trong bước 1700, máy chủ 60 gửi hình ảnh đã phân tích đến mô đun ngõ ra 90 để hiển thị cho cơ quan chức năng hình ảnh đã phân tích nhờ mô đun ngõ ra 90. Dữ liệu phân tích được hiển thị nhờ mô đun ngõ ra 90 có thể được cơ quan chức năng sử dụng để kiểm soát hàng hóa được chở trên phương tiện chở hàng.

Fig.8 là lưu đồ minh họa các bước chi tiết để tạo ra bức xạ đa mức năng lượng trong bước 1400 của phương pháp trên Fig.7. Đầu tiên, trong bước 1401, tiêu mô đun phát xạ 31

thu nhận dữ liệu cài đặt cho mức năng lượng cụ thể của bức xạ từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33. Dữ liệu cài đặt bao gồm, nhưng không giới hạn, số mức năng lượng của bức xạ, giá trị mức năng lượng của bức xạ, tần số xung của bức xạ, cường độ phun vào trong buồng gia tốc 41 và giá trị từ trường cấp cho mạch từ bên 45 cũng như cuộn dây giãn 46, và các giá trị điện áp được cấp cho bộ phận phun điện áp cao 42.

Trong bước 1402, tiểu mô đun phát xạ 31 cũng thu nhận các giá trị định thời trễ pha tương ứng với mỗi mức năng lượng từ bộ phận lưu trữ dữ liệu. Tốt hơn là, các giá trị định thời trễ pha  $f(t)$  được tính toán theo phương trình sau:

$$f(t)=f(\emptyset,I,V,D)$$

trong đó  $\emptyset$  là từ thông,  $I$  là cường độ phun của cuộn dây giãn 46,  $V$  là điện áp của cuộn dây giãn 46, và  $D$  là bán kính quỹ đạo vật lý và hình dạng của buồng gia tốc 41.

Sau đó, trong bước 1403, dựa trên giá trị điện áp thu được từ nguồn dữ liệu 33, bộ phận phun điện áp cao 42 phun các hạt electron tiền gia tốc vào trong buồng gia tốc 41. Các electron chuyển động dọc theo buồng gia tốc 41 dựa trên chuyển động được cung cấp bởi cực nam châm 43 gần quỹ đạo cân bằng trong buồng gia tốc 41. Các electron cũng được gia tốc do tác dụng của điện trường xoáy tạo ra bởi cuộn dây chính 44 và mạch từ bên 45 cũng như nhờ từ trường của cực từ 43.

Sau đó, tiểu mô đun phát xạ 31 chờ cho đến khi nó nhận được dấu chỉ báo mức năng lượng từ bộ điều khiển 50 như trong quyết định 1404. Khi tiểu mô đun phát xạ 31 nhận được dấu chỉ báo mức năng lượng, trong bước 1405, tiểu mô đun phát xạ 31 xác định giá trị mức năng lượng của bức xạ được tạo ra dựa trên tín hiệu mức năng lượng chứa trong dấu chỉ báo mức năng lượng.

Sau đó, trong bước 1406, bộ phận cấp nguồn 31a và bộ phận chuyển đổi xung 31c cung cấp các xung dòng điện cho cuộn dây co 47 theo các giá trị cường độ dòng thu được từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 để tạo ra bức xạ với suất lưu lượng được xác định trong dữ liệu cài đặt từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33. Khi các xung dòng điện chạy qua cuộn dây co 47 thì cuộn dây co 47 tạo ra các từ trường xung phụ. Từ trường xung phụ làm thay đổi trạng thái tức thời của quỹ đạo cân bằng và địa hình của từ trường trong bộ phát xạ 40.

Trong bước 1407, bộ phận cấp nguồn 31a và bộ phận chuyển đổi xung 31c cung cấp các xung dòng điện cho cuộn dây giãn 46 theo các giá trị cường độ dòng thu được từ bộ phận lưu trữ dữ liệu 33 để tạo ra bức xạ theo tín hiệu mức năng lượng được chỉ ra. Cuộn dây giãn 46 làm tăng bán kính chuyển động của electron trong buồng gia tốc 41. Khi các electron chuyển động dọc theo đường xoắn ốc đẳng giác bên trong buồng gia tốc 41, các electron giảm tốc độ và đập vào mục tiêu nằm trên đầu cực của bộ phận điện áp cao 42. Động năng của electron được chuyển đổi thành mức năng lượng của bức xạ. Các electron sau đó làm dịch chuyển bộ phát xạ 40 đến mô đun thu nhận dữ liệu 32, trong đó các electron có mức năng lượng được chỉ ra trong tín hiệu mức năng lượng.

Tiểu mô đun phát xạ 31 gửi tín hiệu mức năng lượng đến tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 để đồng bộ tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32 với tiểu mô đun phát xạ 31. Tiếp đó, trong bước 1408, tiểu mô đun phát xạ 31 xác định xem bộ phát xạ 40 có đạt đến trạng thái cân bằng phát xạ với suất lưu lượng cao nhất hay không bằng cách đánh giá trạng thái tức thời của quỹ đạo cân bằng và địa hình từ trường của bộ phát xạ 40. Nếu bộ phát xạ 40 không đạt được đến trạng thái cân bằng để phát xạ được suất lưu lượng bức xạ cao nhất thì tiểu mô đun phát xạ 31 tìm kiếm các kết hợp khác của giá trị cường độ dòng phun và xung dòng điện cho cuộn dây co 47. Sự kết hợp mới giữa giá trị cường độ dòng phun và xung dòng điện đối với cuộn dây co 47 được lưu trong bộ lưu trữ dữ liệu 33 cho chu kỳ khởi động tiếp theo.

Trong bước 1409, tiểu mô đun phát xạ 31 xác định xem nó có nhận được bất kỳ dấu chỉ báo mức năng lượng mới nào không từ bộ điều khiển 50. Nếu tiểu mô đun phát xạ 31 nhận được dấu chỉ báo mức năng lượng mới thì các bước từ 1405 đến 1408 được lặp lại cho đến khi tiểu mô đun phát xạ 31 không nhận được bất kỳ dấu chỉ báo mức năng lượng mới nào nữa từ bộ điều khiển 50.

Fig.9 là lưu đồ minh họa các bước chi tiết để xác định dạng vật liệu và dạng vật chất của hàng hóa bằng bộ xử lý 61 trong bước 1600 của phương pháp trên Fig.7. Trong bước 1601, bộ xử lý 61 thực hiện điều hòa tín hiệu. Điều hòa tín hiệu được thực hiện bằng cách sử dụng các giá trị truyền đa mức năng lượng của bức xạ mà không đi qua bất kỳ đối tượng nào và được thu nhận trực tiếp bởi tiểu mô đun thu nhận dữ liệu 32.

Bộ xử lý 61 ngăn chặn ảnh hưởng do bố trí của phân cứng và dao động lưu lượng thông qua hiệu chỉnh các đường quét bằng cách điều chỉnh và chia tỷ lệ các giá trị độ truyền đa mức năng lượng phù hợp với các giá trị bức xạ mà không đi qua được bất kỳ đối tượng nào. Các giá trị truyền đa mức năng lượng sau đó được chuẩn hóa bằng cách chia giá trị mật độ phát hiện được của mỗi điểm ảnh cho giá trị mật độ có thể có cao nhất. Tiếp đó, bộ xử lý 61 tiếp tục khử nhiễu các giá trị truyền năng lượng đa mức bằng cách gộp các điểm ảnh gần nhau với một kích thước ô gộp định trước. Sau đó, ảnh xám của đối tượng đã quét được tạo ra.

Trong bước 1610, bộ xử lý 61 lựa chọn một cặp mức năng lượng làm bộ lọc thứ nhất để phân loại vật liệu. Cặp mức năng lượng được chọn từ bất kỳ kết hợp có thể có nào của bức xạ đa mức năng lượng. Một trong các mức năng lượng được thể hiện dưới dạng là mức năng lượng cao, trong khi một mức năng lượng khác được thể hiện dưới dạng là mức năng lượng thấp.

Tiếp theo, trong bước 1620, bộ xử lý 61 tính toán độ truyền mức năng lượng cao chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng cao bằng cách chia giá trị mật độ điểm ảnh của hình ảnh tạo ra đối với mức năng lượng cao cho giá trị mật độ có thể có cao nhất. Trong bước 1630, bộ xử lý 61 cũng tính toán độ truyền mức năng lượng thấp chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng thấp. Độ truyền năng lượng thấp chuẩn hóa được tính bằng cách chia giá trị mật độ của điểm ảnh trên hình ảnh tạo được đối với mức năng lượng thấp cho giá trị mật độ có thể có cao nhất.

Trong bước 1640, bộ xử lý 61 tính toán giá trị hàm số của mỗi điểm ảnh, trong đó giá trị hàm số là tỷ lệ giữa độ truyền mức năng lượng cao so với độ truyền mức năng lượng thấp. Các giá trị hàm số được tính dựa trên phương trình sau:

$$\text{giá trị hàm số } f(x, y) = \left| \frac{\log [\text{giá trị truyền năng lượng cao chuẩn hóa}_{(x,y)}]}{\log [\text{giá trị truyền năng lượng thấp chuẩn hóa}_{(x,y)}]} \right|$$

(1)

Các giá trị hàm số đối với toàn bộ điểm ảnh được vẽ thành đồ thị trên các đường cong phân loại vật liệu tạo sẵn. Đường cong phân loại vật liệu cho mỗi vật liệu được tạo ra

bằng cách vẽ đồ thị các giá trị hàm số của một vật liệu mẫu, trong đó trục y biểu diễn các giá trị hàm số còn trục x biểu diễn độ truyền mức năng lượng cao chuẩn hóa. Phương pháp điều chỉnh đường cong logarit được áp dụng để thực hiện điều chỉnh đường cong trên các giá trị hàm số của vật liệu mẫu để tạo ra đường xu hướng của vật liệu.

Trong bước 1650, bộ xử lý 61 phân loại mỗi điểm ảnh vào dạng vật liệu của nó dựa trên sự lân cận của các giá trị hàm số được vẽ theo đường xu hướng của các vật liệu trên đường cong phân loại vật liệu được tạo sẵn. Các ví dụ về dạng vật liệu bao gồm, nhưng không giới hạn, vật liệu hữu cơ, hỗn hợp trung gian giữa hữu cơ và vô cơ, vật liệu vô cơ, và kim loại nặng. Mỗi dạng vật liệu được thể hiện bằng màu sắc khác nhau trên các hình ảnh đã phân tích. Nếu trong quá trình phân loại có các vùng chồng lấn lên đường cong vật liệu thì một vật liệu sẽ được ưu tiên hơn các vật liệu khác dựa trên khoảng cách giữa các giá trị hàm số với đường xu hướng của các vật liệu.

Sau đó, trong bước 1660, bộ xử lý 61 lựa chọn hai cặp mức năng lượng bổ sung làm bộ lọc thứ hai để xác minh dạng vật chất. Hai cặp mức năng lượng bổ sung được chọn từ bất kỳ kết hợp có thể có nào của bức xạ đa mức năng lượng. Một trong hai cặp mức năng lượng được thể hiện dưới dạng là một cặp mức năng lượng thứ nhất, trong khi cặp mức năng lượng còn lại được thể hiện dưới dạng là cặp mức năng lượng thứ hai.

Trong bước 1670, bộ xử lý 61 tính toán các giá trị hàm số cho cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai cho mỗi điểm ảnh. Các bước tính toán các giá trị hàm số cho mức năng lượng thứ nhất và mức năng lượng thứ hai tương tự với các bước 1630 và 1640. Đối với mỗi cặp mức năng lượng, độ truyền mức năng lượng cao chuẩn hóa và độ truyền mức năng lượng thấp chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trên hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng cao và mức năng lượng thấp đều được tính toán. Sau đó, bộ xử lý 61 tính giá trị hàm số cho cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai cho mỗi điểm ảnh dựa trên phương trình (1) ở trên.

Các giá trị hàm số cho cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai đối với mỗi điểm ảnh được vẽ thành đồ thị trên các cụm vật chất tạo sẵn. Mỗi cụm vật chất được tạo ra bằng cách vẽ đồ thị các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai của vật chất mẫu, trong đó trục y biểu diễn các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và

trục x biểu diễn các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ hai. Thuật toán phân cụm K-means được áp dụng để xác định trung tâm của một cụm chất.

Trong bước 1680, bộ xử lý 61 sau đó sẽ phân loại thêm mỗi điểm ảnh của đối tượng vào nhóm vật chất tương ứng. Các điểm ảnh được phân loại dựa trên độ lân cận của các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai so với tâm của mỗi cụm vật chất. Sau khi phân chia các điểm ảnh vào các nhóm vật chất, bộ xử lý 61 làm nổi bật vùng trên hình ảnh của vật chất giống nhau bằng cách khoanh vùng đối tượng trong hình ảnh gán màu cho vật chất đó.

Mặc dù hệ thống được mô tả nêu trên bao gồm mô đun phát hiện phóng xạ 10, mô đun cảm biến khối lượng 20, mô đun bức xạ 30, bộ điều khiển 50, máy chủ 60 và mô đun hiển thị 90, nhưng cần phải hiểu rằng những người có trình độ trung bình trong cùng lĩnh vực kỹ thuật có thể thay đổi và cải biến để hệ thống chủ yếu bao gồm mô đun bức xạ 30 và bộ điều khiển 50. Những cải biến và thay đổi này vẫn nhằm mục đích kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng. Do vậy, chúng vẫn nằm trong phạm vi và yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

Các phương án thực hiện nêu trên chỉ nhằm mục đích minh họa làm sáng tỏ sáng chế mà không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, các từ ngữ được sử dụng trong bản mô tả sáng chế là từ mô tả, không nhằm giới hạn sáng chế và có thể thay đổi khác nhau mà vẫn không rời khỏi phạm vi của sáng chế.



## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống (100) kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng, bao gồm:

mô đun bức xạ (30) có tiểu mô đun phát xạ (31) và tiểu mô đun thu nhận dữ liệu (32), trong đó tiểu mô đun phát xạ (31) được cấu hình để tạo ra bức xạ phát tới hàng hóa và tiểu mô đun thu nhận dữ liệu (32) được cấu hình để thu nhận bức xạ phát ra từ tiểu mô đun phát xạ (31), và

bộ điều khiển (50) được cấu hình để khởi động tiểu mô đun phát xạ (31) để bắt đầu và kết thúc việc tạo ra bức xạ và điều khiển mức năng lượng và tần số xung của tia bức xạ được tạo ra bởi tiểu mô đun phát xạ (31), trong đó bộ điều khiển (50) được kết nối với mô đun bức xạ (30),

trong đó:

tiểu mô đun phát xạ (31) được cấu hình thêm để tạo ra xung bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp;

tiểu mô đun thu nhận dữ liệu (32) được cấu hình thêm để thu nhận bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau, chuyển đổi bức xạ thu được thành dạng hình ảnh cho mỗi mức năng lượng, trong đó mỗi giá trị điểm ảnh trong mỗi hình ảnh thể hiện độ truyền qua của bức xạ thu được ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau;

mô đun bức xạ (30) bao gồm thêm bộ lưu trữ dữ liệu (33) được kết nối với tiểu mô đun phát xạ (31), trong đó bộ lưu trữ dữ liệu (33) được cấu hình để lưu trữ dữ liệu cài đặt và bảng dò tìm để tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau nhờ tiểu mô đun phát xạ (31), trong đó dữ liệu cài đặt bao gồm số mức năng lượng của bức xạ, giá trị mức năng lượng của bức xạ, cài đặt dòng phun và tần số xung của bức xạ, và trong đó bảng dò tìm bao gồm các giá trị định thời giãn pha;

hệ thống (100) cũng bao gồm thêm máy chủ (60) kết nối với mô đun bức xạ (30), trong đó máy chủ (60) có bộ xử lý (61) được cấu hình để xác định xem lô hàng có chứa hàng buôn lậu không bằng cách phân tích hình ảnh ở mỗi mức năng lượng;

mô đun bức xạ còn được cấu hình để đánh giá trạng thái tức thời của quỹ đạo cân bằng và địa hình từ trường của bộ phát xạ của tiểu mô đun phát xạ.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó ít nhất ba mức năng lượng của bức xạ nằm trong khoảng 2,0-9,0 MeV với tần số xung nằm trong khoảng 300-500 Hz.

3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống (100) bao gồm thêm mô đun phát hiện phóng xạ (10) được cấu hình để xác định xem lô hàng có chứa bất kỳ vật liệu phóng xạ nào không, và trong đó mô đun phát hiện phóng xạ (10) kết nối với máy chủ (60) để thông báo cho máy chủ (60) bất kỳ khi nào phát hiện ra vật liệu phóng xạ trong lô hàng.

4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống (100) bao gồm thêm mô đun cảm biến khối lượng (20) được cấu hình để xác định sự hiện diện của phương tiện chở hàng hóa dựa trên khối lượng và số lượng trục của lô hàng, và trong đó mô đun cảm biến khối lượng (20) kết nối với máy chủ (60) và bộ điều khiển (50) để khởi động mô đun bức xạ (30) bắt đầu hoặc kết thúc quét lô hàng.

5. Hệ thống theo điểm 4, trong đó mô đun cảm biến khối lượng (20) bao gồm ít nhất một cặp băng cảm biến đặt trên bề mặt của đường xe đi để cân phương tiện cùng với hàng hóa.

6. Hệ thống theo điểm 4, trong đó mô đun cảm biến khối lượng (20) bao gồm cân (20 m) được cấu hình để nhận biết sự hiện diện của lô hàng và cân khối lượng của lô hàng.

7. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống (100) bao gồm thêm mô đun hiển thị (90) kết nối với máy chủ (60), trong đó mô đun hiển thị (90) được cấu hình để hiển thị hình ảnh, dữ liệu được phân tích từ mô đun phát hiện phóng xạ (10) và thông tin khối lượng từ mô đun cảm biến khối lượng (20).

8. Hệ thống theo điểm 1, trong đó còn bao gồm mô đun phát hiện phóng xạ và mô đun cảm biến khối lượng trong đó mô đun phát hiện phóng xạ (10), mô đun cảm biến khối lượng (20) và mô đun bức xạ (30) được lắp đặt dọc theo đường đi dành cho phương tiện chở hàng hóa đi qua.

9. Phương pháp kiểm tra hàng hóa sử dụng bức xạ đa mức năng lượng, trong đó bao gồm các bước:

tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp;

thu nhận bức xạ và chuyển đổi bức xạ thu được thành các hình ảnh cho mỗi mức năng lượng;

xác định các dạng vật liệu trong hàng hóa dựa trên các hình ảnh, trong đó việc xác định các dạng vật chất trong hàng hóa bao gồm:

thực hiện điều hòa tín hiệu;

lựa chọn một cặp mức năng lượng làm bộ lọc cấp thứ nhất để phân loại vật liệu, trong đó một trong hai mức năng lượng là mức năng lượng cao, và mức năng lượng còn lại là mức năng lượng thấp;

tính toán độ truyền mức năng lượng cao chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng cao;

tính toán độ truyền mức năng lượng thấp chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng thấp;

tính toán giá trị hàm số của mỗi điểm ảnh, trong đó giá trị hàm số là tỷ lệ giữa độ truyền mức năng lượng cao so với độ truyền mức năng lượng thấp;

phân loại mỗi điểm ảnh vào dạng vật liệu của nó dựa trên sự lân cận của các giá trị hàm số được vẽ theo đường xu hướng của các vật liệu trên đường cong phân loại vật liệu được tạo sẵn, trong đó mỗi đường cong phân loại vật liệu được tạo sẵn tương ứng với một loại vật liệu; và

xác định các loại vật chất của hàng hóa.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp bao gồm:

thu nhận dữ liệu cài đặt về mức năng lượng của bức xạ, trong đó dữ liệu cài đặt bao gồm số mức năng lượng của bức xạ, tần số xung của bức xạ, dòng phun vào trong buồng gia tốc (41) và giá trị từ trường cấp cho mạch từ bên (45) và cuộn dây giãn (46), các giá trị điện áp được cấp cho bộ phận phun điện áp cao (42);

thu nhận giá trị định thời giãn pha tương ứng với mỗi mức năng lượng từ bộ lưu trữ dữ liệu (33) nhờ tiêu mô đun phát xạ;

phun electron tiền gia tốc vào buồng gia tốc (41) nhờ bộ phận phun điện áp cao (42);

xác định giá trị mức năng lượng được tạo ra dựa trên tín hiệu mức năng lượng;

cung cấp các xung dòng điện cho cuộn dây co (47) để tạo ra bức xạ với suất lưu lượng được xác định bởi dữ liệu cài đặt; và

cung cấp các xung dòng điện cho cuộn dây co (46) để tạo ra bức xạ theo mức năng lượng được chỉ ra trong tín hiệu mức năng lượng.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp bao gồm thêm các bước:

xác định xem bộ phát xạ (40) của tiêu mô đun phát xạ có đạt đến trạng thái cân bằng phát xạ với suất lưu lượng cao nhất hay không bằng cách đánh giá trạng thái tức thời của quỹ đạo cân bằng và địa hình từ trường của bộ phát xạ (40); và

tìm kiếm và lưu trữ sự kết hợp khác giữa các giá trị dòng phun và xung dòng điện đối với cuộn dây co (47) nếu bộ phát xạ không đạt được đến trạng thái cân bằng.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước thu nhận bức xạ và chuyển đổi bức xạ thu được thành các hình ảnh cho mỗi mức năng lượng bao gồm:

tiếp nhận các tín hiệu mức năng lượng từ tiêu mô đun phát xạ (31) và bộ điều khiển (50), trong đó tín hiệu mức năng lượng thứ nhất có chứa điện áp thấp trong khi các tín hiệu mức năng lượng tiếp theo có chứa điện áp cao;

thu nhận bức xạ có mức năng lượng cụ thể từ tiêu mô đun phát xạ (31) và chuyển đổi xung bức xạ thu được thành một đường quét của hình ảnh cho mức năng lượng cụ thể đối với mỗi mức năng lượng; và

biên dịch các dòng quét có cùng mức năng lượng để tạo thành các hình ảnh.

13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó thực hiện điều hòa tín hiệu bao gồm:

ngăn chặn ảnh hưởng do bố trí phần cứng và dao động lưu lượng thông qua hiệu chỉnh các đường quét bằng cách điều chỉnh và chia các giá trị độ truyền đa mức năng lượng phù hợp với các giá trị bức xạ mà không đi qua được bất kỳ đối tượng nào;

chuẩn hóa các giá trị truyền năng lượng đa mức bằng cách chia giá trị mật độ phát hiện được của mỗi điểm ảnh cho giá trị mật độ có thể có cao nhất; và

khử nhiễu các giá trị truyền năng lượng đa mức bằng cách gộp các điểm ảnh gần nhau với một kích thước ô gộp định trước.

14. Phương pháp theo điểm 9, trong đó quá trình tính toán độ truyền mức năng lượng cao chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng cao bằng cách chia một giá trị mật độ điểm ảnh của hình ảnh được tạo ra đối với mức năng lượng cao cho giá trị mật độ có thể có cao nhất.

15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó quá trình tính toán độ truyền mức năng lượng thấp chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra cho mức năng lượng thấp bằng cách chia một giá trị mật độ điểm ảnh của hình ảnh được tạo ra đối với mức năng lượng thấp cho giá trị mật độ có thể có cao nhất.

16. Phương pháp theo điểm 9, trong đó quá trình tính toán giá trị hàm số cho mỗi điểm ảnh ( $f(x,y)$ ) dựa trên biểu thức sau:

$$\text{giá trị hàm số } f(x, y) = \left| \frac{\log [\text{giá trị truyền năng lượng cao chuẩn hóa}_{(x,y)}]}{\log [\text{giá trị truyền năng lượng thấp chuẩn hóa}_{(x,y)}]} \right|$$

17. Phương pháp theo điểm 9, trong đó quá trình xác định loại hàng hóa bao gồm các bước:

lựa chọn kết hợp hai cặp mức năng lượng làm bộ lọc cấp thứ hai để kiểm tra dạng vật chất, trong đó một trong hai cặp mức năng lượng là cặp mức năng lượng thứ nhất, và cặp còn lại là cặp mức năng lượng thứ hai;

tính toán các giá trị hàm số cho cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai cho mỗi điểm ảnh;

vẽ đồ thị các giá trị hàm số của cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai cho mỗi điểm ảnh trên các cụm vật chất tạo sẵn, trong đó mỗi cụm vật chất được tạo ra bằng cách vẽ đồ thị các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai của một vật chất mẫu; và

phân loại các giá trị điểm ảnh của đối tượng vào nhóm vật chất tương ứng dựa trên độ lân cận của các giá trị hàm số của cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai với tâm của mỗi cụm vật chất.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó bước tính toán các giá trị hàm số cho cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai cho mỗi điểm ảnh bao gồm các công đoạn:

tính toán độ truyền mức năng lượng cao chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra đối với mức năng lượng cao cho cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai;

tính toán độ truyền mức năng lượng thấp chuẩn hóa của mỗi điểm ảnh trong hình ảnh được tạo ra đối với mức năng lượng thấp cho cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai; và

tính toán giá trị hàm số cho mỗi điểm ảnh đối với cả hai cặp mức năng lượng thứ nhất và thứ hai, trong đó các giá trị hàm số của mỗi điểm ảnh  $f(x,y)$  được tính toán theo phương trình sau:

$$\text{giá trị hàm số } f(x,y) = \left| \frac{\log [\text{giá trị truyền năng lượng cao chuẩn hóa}_{(x,y)}]}{\log [\text{giá trị truyền năng lượng thấp chuẩn hóa}_{(x,y)}]} \right|$$

19. Phương pháp theo điểm 9, trong đó các bước trước khi tạo ra bức xạ ở ít nhất ba mức năng lượng khác nhau liên tiếp bao gồm:

phát hiện sự hiện diện của hàng hóa nhờ mô đun cảm biến khối lượng (20) dựa trên việc phát hiện lớp xe chở hàng hóa và khối lượng của hàng hóa;

tính toán tổng trọng lượng của hàng hóa dựa trên việc phát hiện lớp xe chở hàng hóa và số trục của hàng hóa nhờ mô đun cảm biến khối lượng (20);

xác định xem liệu hàng hóa có bao gồm bất kỳ vật liệu phóng xạ nào không nhờ mô đun phát hiện phóng xạ (10); và

gửi thông báo đến mô đun ngõ ra (90) nếu hàng hóa có bao gồm vật liệu phóng xạ.

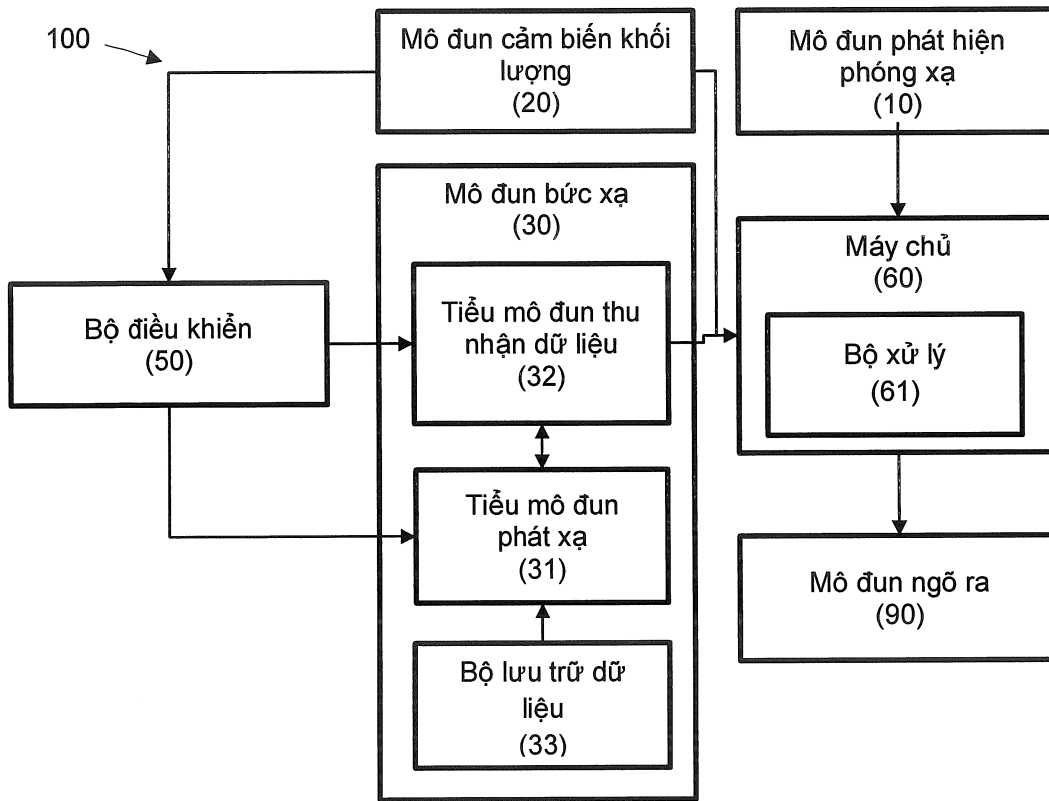


Fig.1

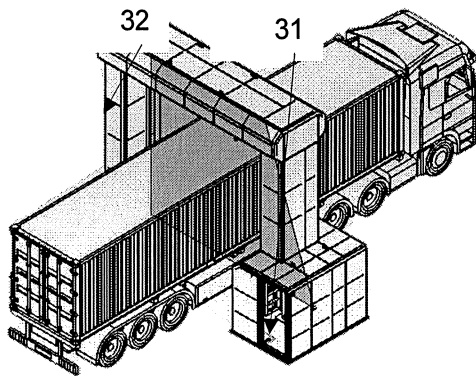


Fig.2a

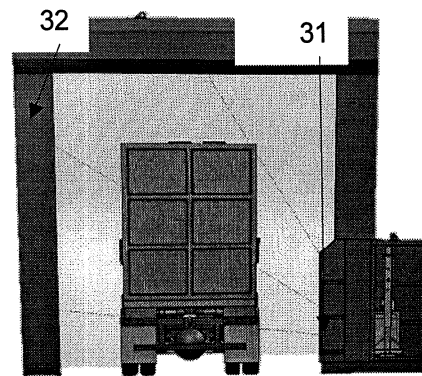


Fig.2b



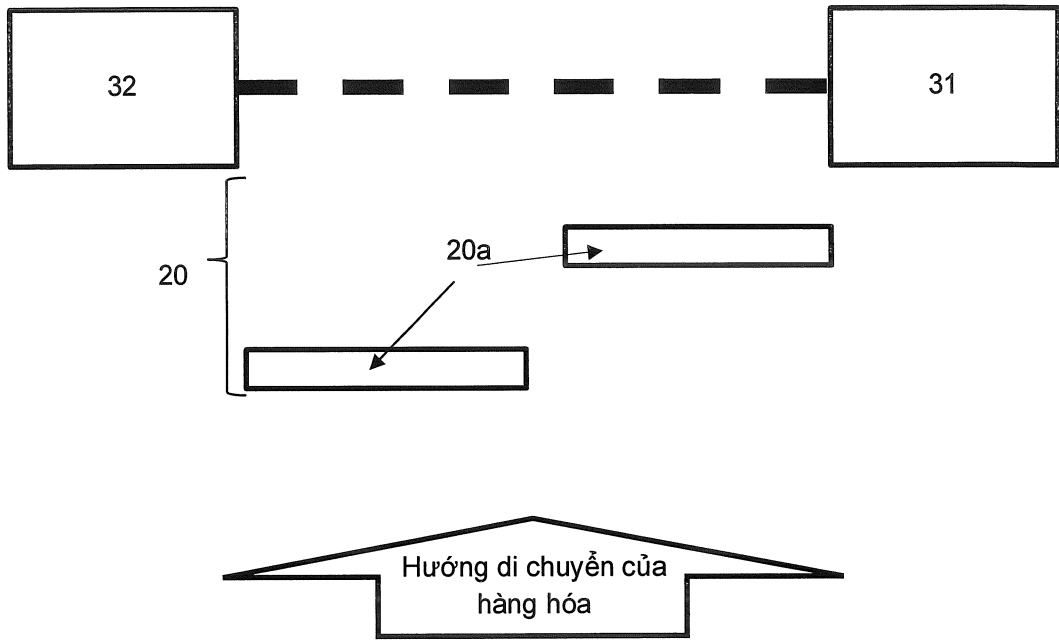


Fig.3a

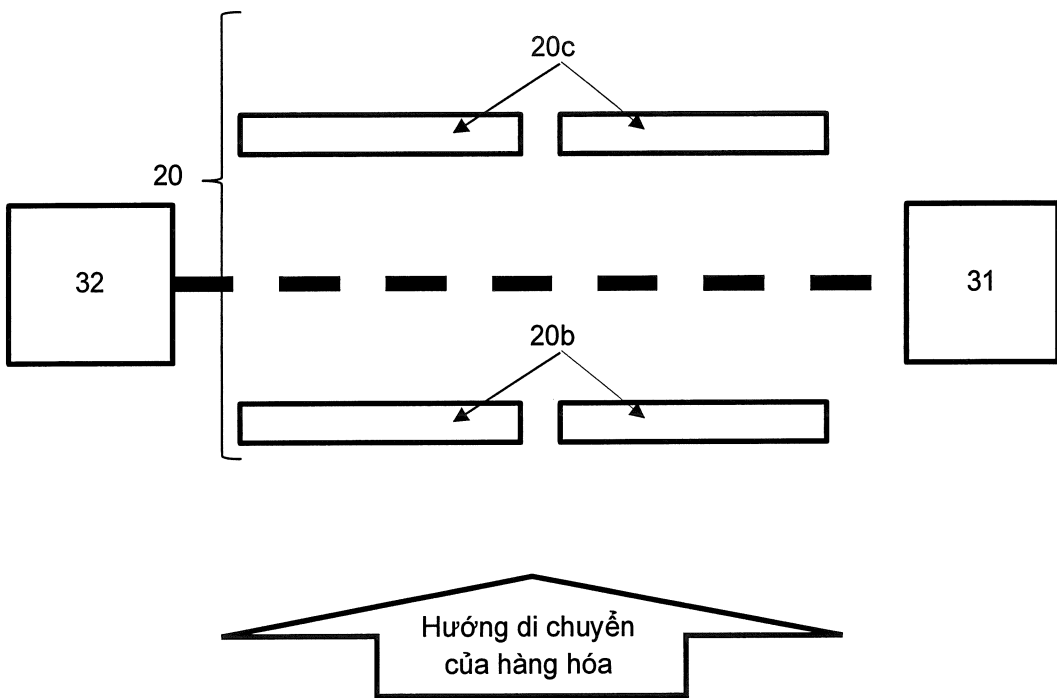


Fig.3b

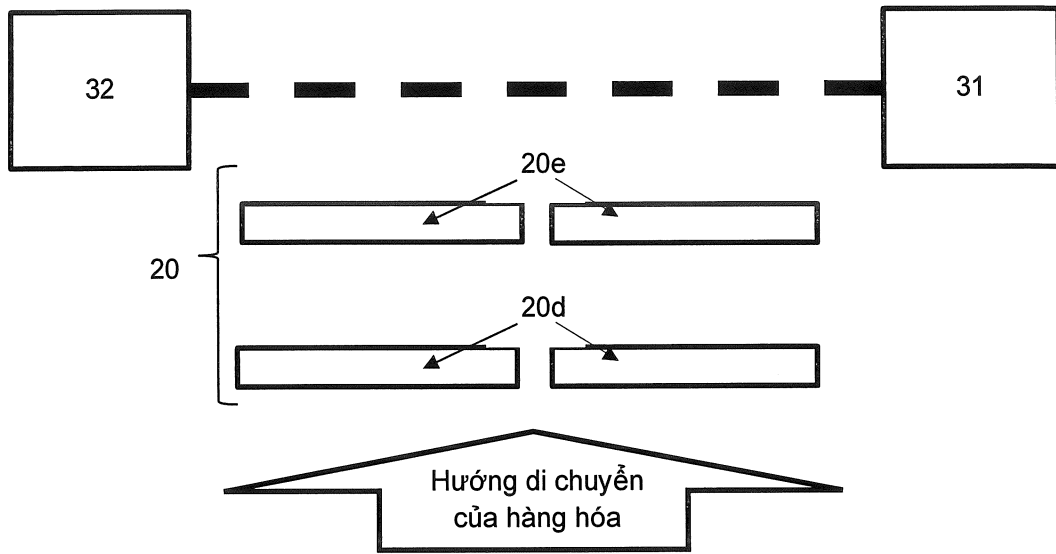


Fig.3c

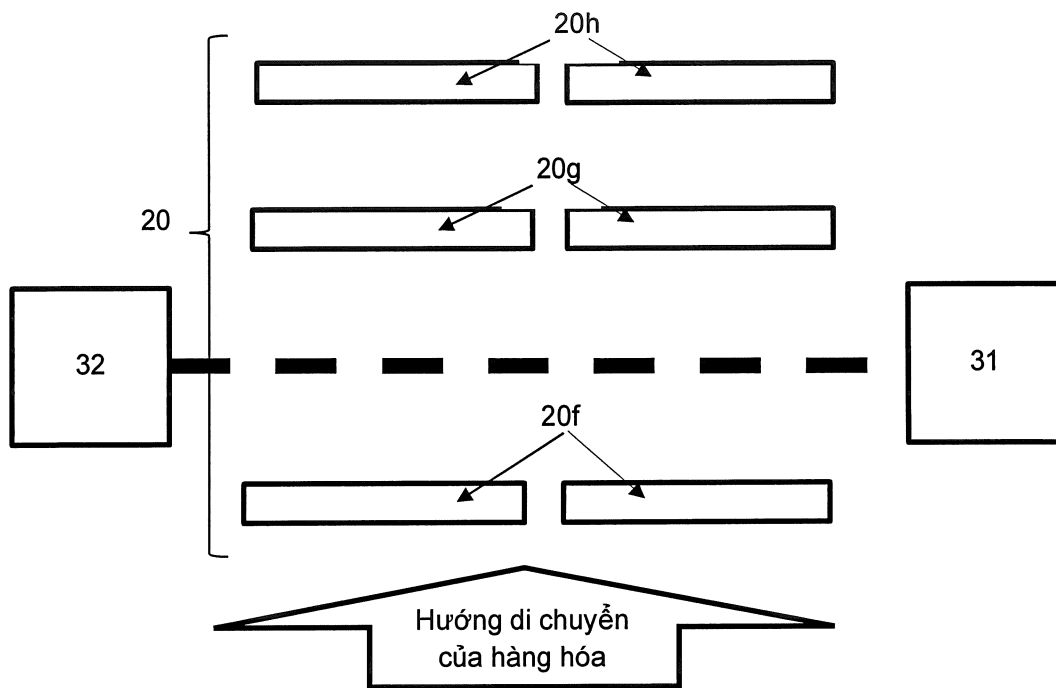


Fig.3d

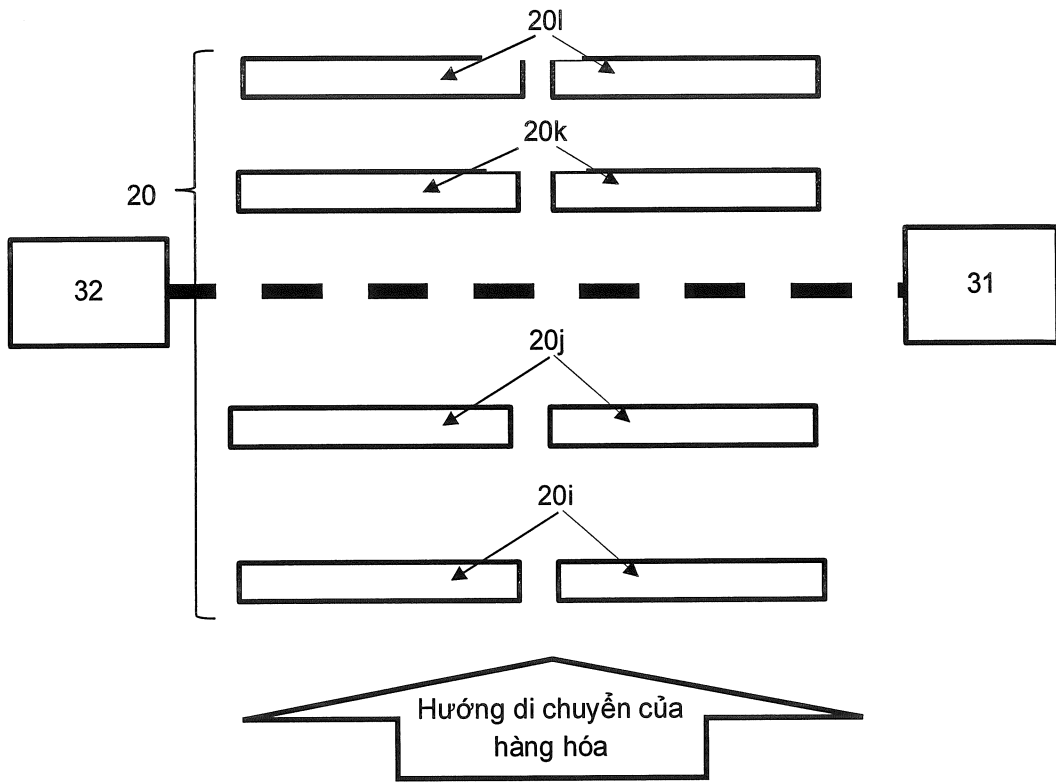


Fig.3e

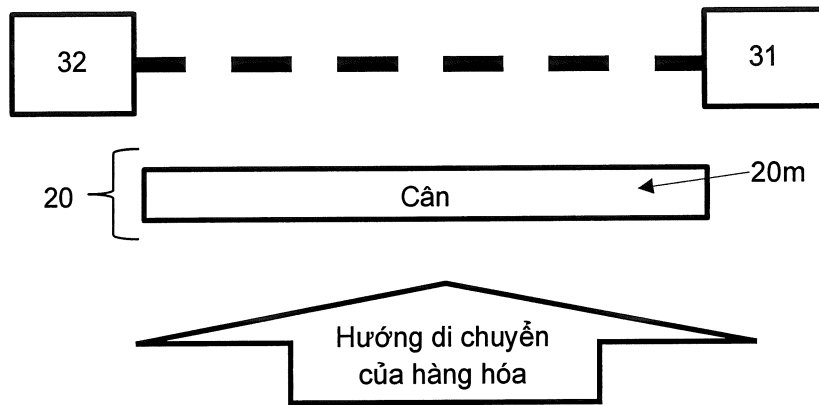


Fig.4

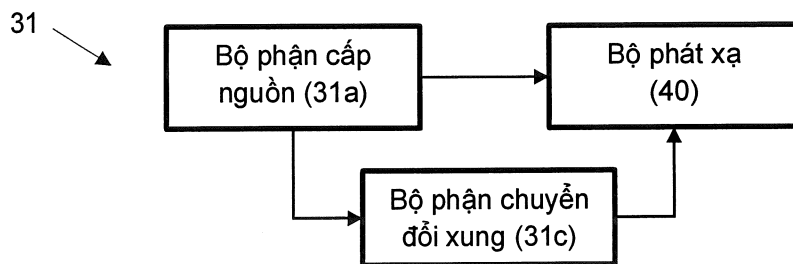


Fig.5

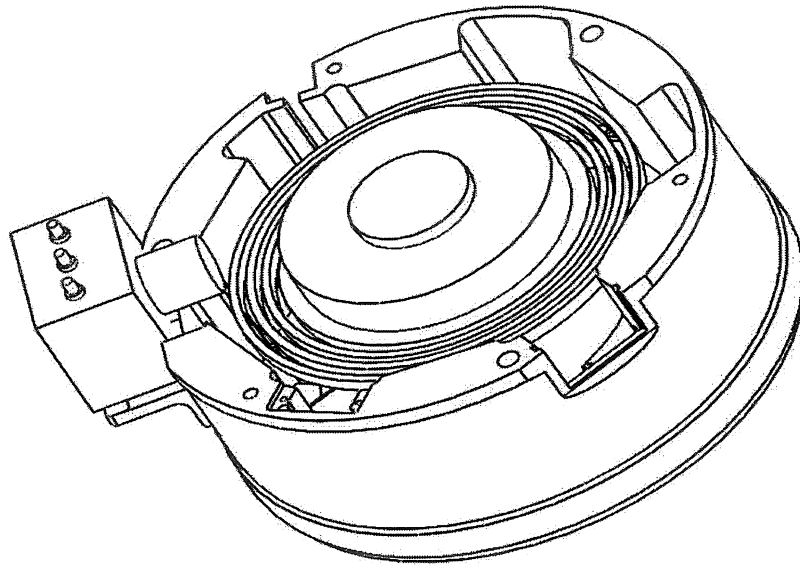


Fig.6a

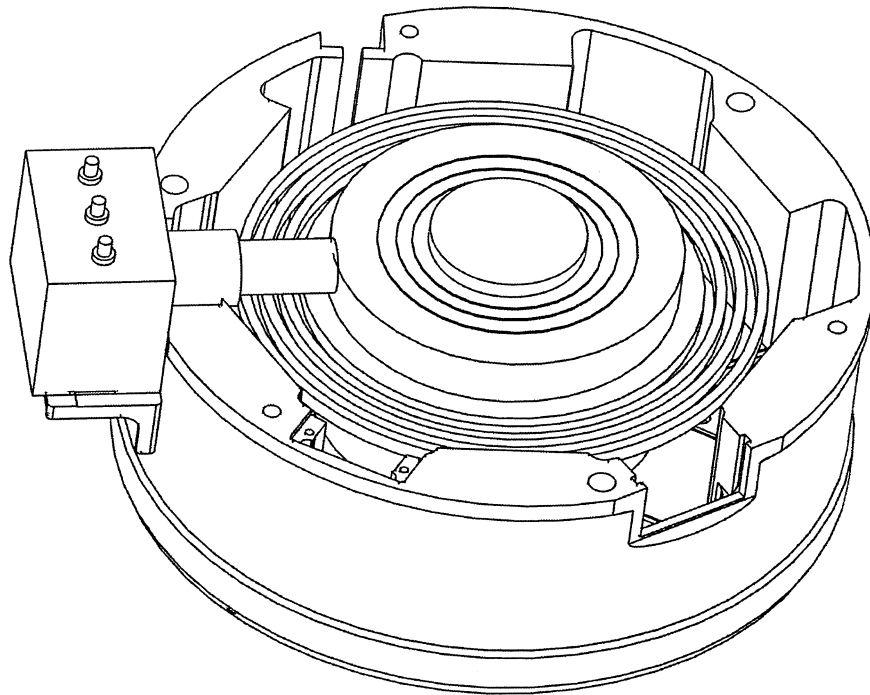


Fig.6b

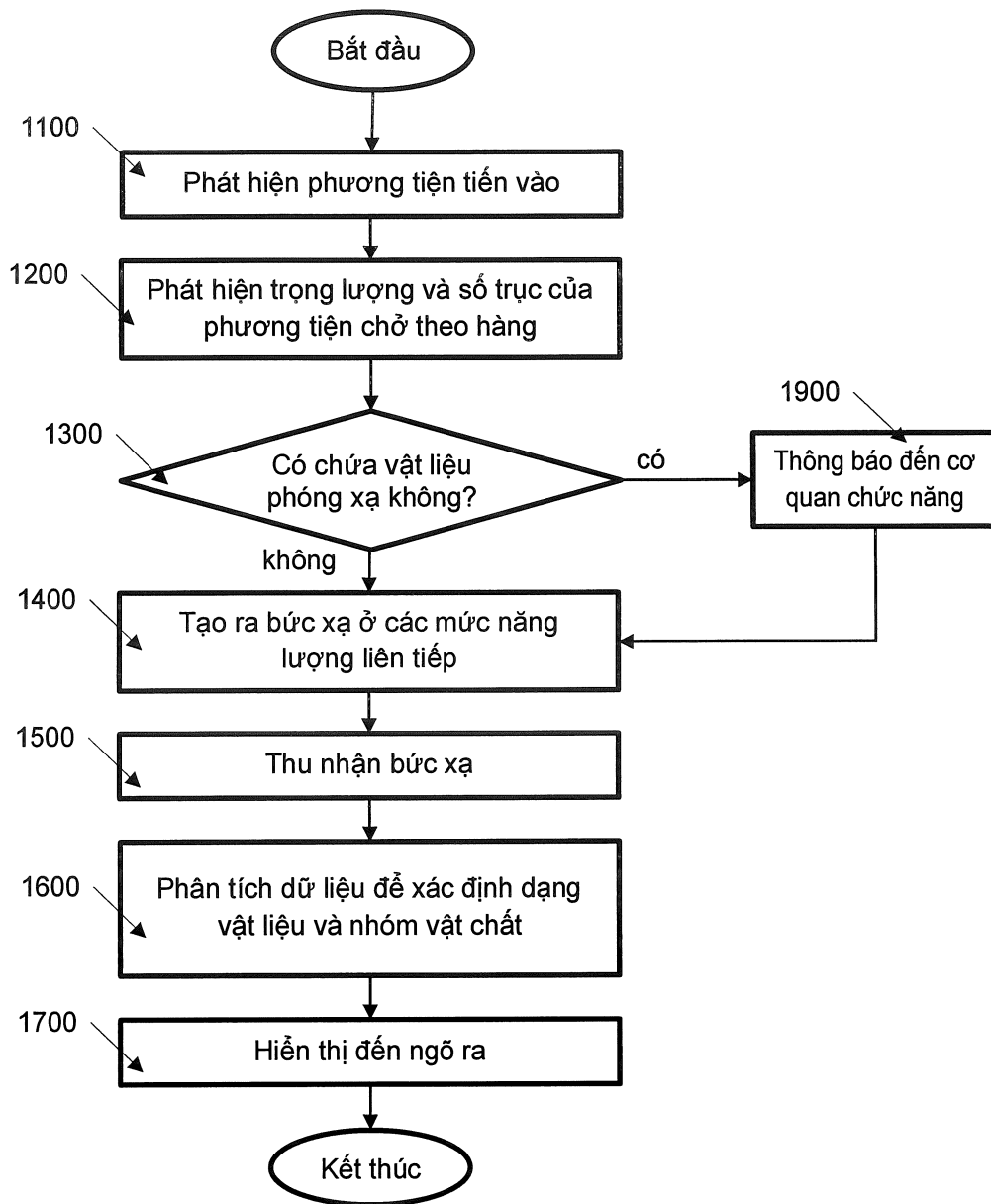


Fig.7

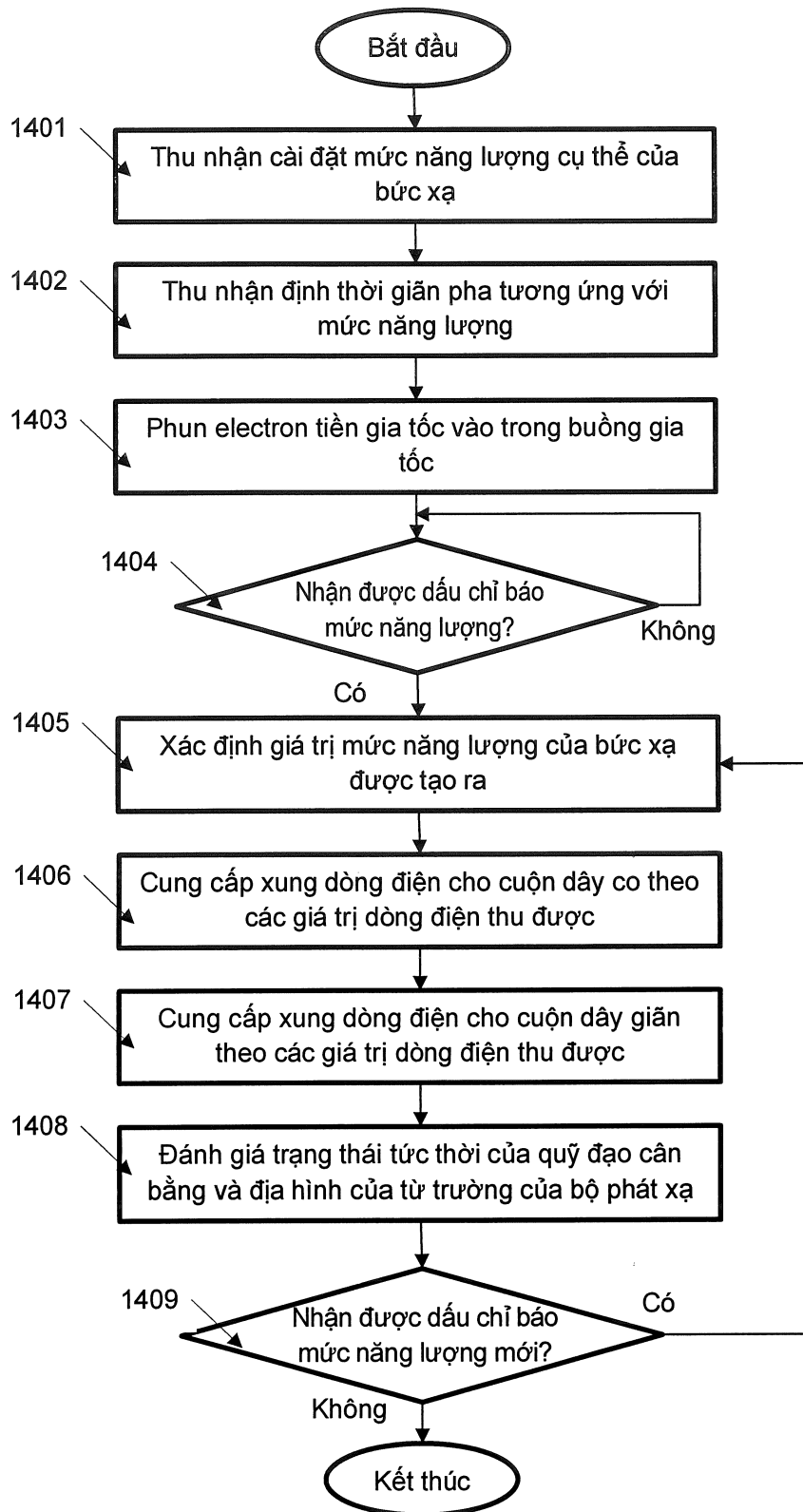


Fig.8

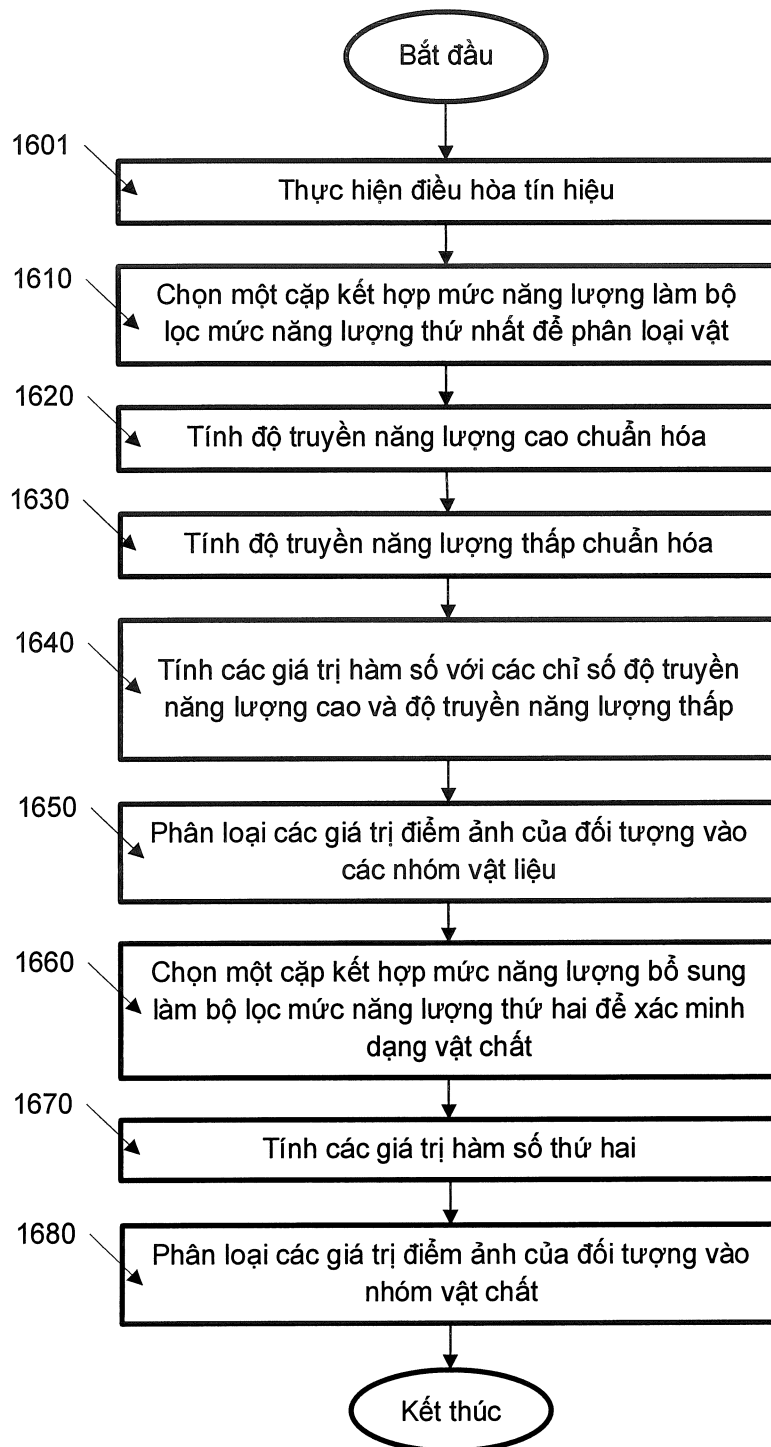


Fig.9