



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

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

(11)



1-0043925

(51)^{2020.01} G01N 23/222; G01N 33/24

(13) B

(21) 1-2021-04070

(22) 06/12/2019

(86) PCT/US2019/064950 06/12/2019

(87) WO2020/118189 11/06/2020

(30) 62/776,822 07/12/2018 US

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/01/2022 406A

(73) 1. AUBURN UNIVERSITY (US)

570 Devall Drive, Suite 102, Auburn, Alabama 36832, United States of America

2. THE UNITED STATES OF AMERICA, AS REPRESENTED BY THE
SECRETARY OF AGRICULTURE (US)

1400 Independence Avenue S.W., Washington, District of Columbia 20250, United
States of America

(72) CHIN, Bryan A. (US); TORBERT, III, Henry Allen (US); YAKUBOVA, Galina N.
(US); KAVETSKIY, Aleksandr (US); SARGSYAN, Nikolay (US).

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

(54) HỆ THỐNG PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG NGUYÊN TỐ CỦA ĐẤT CỦA ĐỒNG
RUỘNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỂ PHÂN TÍCH HÀM LƯỢNG CỦA ĐẤT CỦA
CÁNH ĐỒNG NÔNG NGHIỆP

(21) 1-2021-04070

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống phân tích thành phần đất của đồng ruộng bao gồm thiết bị thu gom dữ liệu được tạo cấu hình để phát hiện quang phổ gamma của từng mẫu đất trong số nhiều mẫu đất, trong đó diện tích bề mặt của đồng ruộng được phân chia thành một số các phần và một số các mẫu đất bao gồm ít nhất một mẫu đất từ mỗi phần trong số một số các phần, thiết bị dẫn đường được tạo cấu hình để phát hiện các tọa độ địa lý của từng mẫu trong số nhiều mẫu đất, thiết bị phân tích dữ liệu được tạo cấu hình để kết hợp quang phổ gamma được phát hiện của từng mẫu đất trong số nhiều mẫu đất với các tọa độ địa lý của mẫu đất và xác định phần trăm trọng lượng của ít nhất một nguyên tố trong phạm vi từng mẫu đất của các mẫu đất trên cơ sở quang phổ gamma được phát hiện và thiết bị lập bản đồ hàm lượng các nguyên tố được tạo cấu hình để lập bản đồ chỉ báo hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong đất của đồng ruộng.

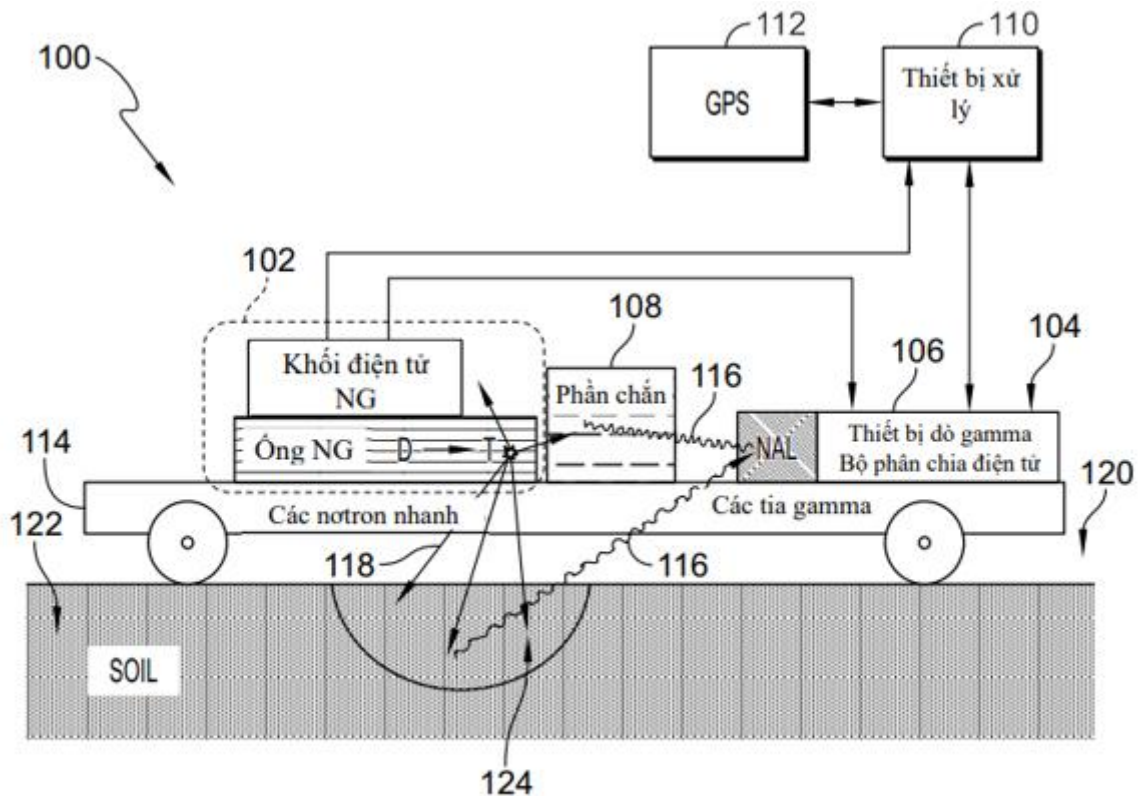


FIG.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các hệ thống và các phương pháp lập bản đồ sự phân bố của ít nhất một hợp chất trong đất.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự phân tích hàm lượng các nguyên tố trong đất của một khu vực địa lý nhất định có thể bộc lộ xem liệu đất có thích hợp với các mục đích sử dụng cụ thể, chẳng hạn như nông nghiệp, giải trí, v.v. hay không. Các ứng dụng khác của sự phân tích thành phần đất bao gồm sự xác định các hàm lượng cacbon và mức độ sẵn có của các chất dinh dưỡng hoặc nhu cầu đưa chất dinh dưỡng vào để đánh giá các sản lượng hiện thời và các sản lượng dự kiến và tiềm năng lợi nhuận của việc làm cho đất màu mỡ.

Việc phân tích đất có thể bắt đầu bằng việc thu gom mẫu đất, sao cho chỉ một phần nhỏ của đồng ruộng thực sự được phân tích trong phòng thí nghiệm. Ví dụ, một phương pháp thông thường phân tích hàm lượng các nguyên tố của đất là lấy mẫu tổng hợp, trong đó một số các mẫu nhỏ của đất được thu gom từ các vị trí được lựa chọn ngẫu nhiên trên đồng ruộng. Các mẫu nhỏ này, sau đó được trộn và hỗn hợp được phân tích để hàm lượng các nguyên tố. Trong một số các trường hợp, một lượng của một nguyên tố nhất định được bộc lộ là được chứa trong hỗn hợp có thể được coi là đại lượng trung bình của nguyên tố trong toàn bộ diện tích đồng ruộng được phân tích.

Trong khi số liệu thực tế của các mẫu nhỏ có thể biến đổi chút ít trên cơ sở kích cỡ đồng ruộng và tính đồng nhất của đồng ruộng, số lượng các mẫu nhỏ thường không vượt quá 20 vào những thời điểm, số lượng là dưới 0,01% diện tích được phân tích. Hơn nữa, hầu hết các hệ thống thử nghiệm và phân tích đất không dễ dàng thích ứng với sự thử nghiệm nhiều hơn vài mẫu và tốt nhất là cung cấp hàm lượng các nguyên tố gần đúng ở mức cao của đất tại đồng ruộng. Vì tầm quan trọng của độ chính xác của hàm lượng các nguyên tố trong đất không thể được phóng đại, nên cần có một

phương pháp luận cung cấp thông tin về hàm lượng các nguyên tố chi tiết hơn và chính xác hơn đối với một khu vực đồng ruộng nhất định.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống để phân tích thành phần đất của một đồng ruộng, hệ thống này bao gồm một thiết bị thu gom dữ liệu được tạo cấu hình để phát hiện quang phổ gamma của từng mẫu trong số nhiều mẫu đất, trong đó diện tích bề mặt của đồng ruộng được chia thành một số các phần và một số các mẫu đất bao gồm ít nhất một mẫu đất từ từng phần trong số một số các phần, một thiết bị dẫn đường được tạo cấu hình để phát hiện các tọa độ địa lý của từng mẫu trong số nhiều mẫu đất, thiết bị phân tích dữ liệu được tạo cấu hình để kết hợp quang phổ gamma được phát hiện của từng mẫu trong số nhiều mẫu đất với các tọa độ địa lý của mẫu đất và xác định phần trăm trọng lượng của ít nhất một nguyên tố trong từng mẫu đất của các mẫu đất trên cơ sở quang phổ gamma được phát hiện và một thiết bị lập bản đồ hàm lượng các nguyên tố được tạo cấu hình để lập bản đồ chỉ báo hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong đất của đồng ruộng.

Phương pháp phân tích thành phần đất của đồng ruộng nông nghiệp, phương pháp này bao gồm việc phân chia diện tích bề mặt của đồng ruộng thành nhiều phần, quét ít nhất một mẫu đất trong từng phần của các phần để phát hiện quang phổ gamma của mẫu đất, kết hợp quang phổ phát hiện được với vị trí địa lý của mẫu đất, tính toán trên cơ sở quang phổ được phát hiện, lượng của ít nhất một nguyên tố trong mẫu đất và lập bản đồ chỉ ra hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong từng phần của đồng ruộng này.

Hệ thống để phân tích hàm lượng các nguyên tố trong đất của một đồng ruộng, hệ thống này bao gồm thiết bị thu gom dữ liệu được tạo cấu hình để thu gom quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất, thiết bị dẫn đường được tạo cấu hình để cung cấp các tọa độ địa lý của mẫu đất, thiết bị phân tích dữ liệu được tạo cấu hình để kết hợp quang phổ gamma đã thu gom được với các tọa độ địa lý của mẫu đất và tính toán phần trăm trọng lượng của nguyên tố trong mẫu đất và thiết bị lập bản đồ hàm lượng các nguyên tố được tạo cấu hình để lập bản đồ chỉ báo hàm lượng của ít nhất một nguyên tố trong mẫu đất trên cơ sở phần trăm trọng lượng tính toán được.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khái niệm được mô tả trong sáng chế được thể hiện bằng cách nêu ví dụ, không bị giới hạn bởi các hình kèm theo. Để thể hiện một cách đơn giản và rõ ràng, các nguyên tố được thể hiện trên các hình vẽ không nhất thiết phải được vẽ theo tỷ lệ. Ví dụ, các kích thước của một số các nguyên tố có thể được phóng đại so với các nguyên tố khác để cho rõ ràng. Tiếp theo, nếu được coi là thích hợp, các nhãn tham chiếu được lặp lại trong số các hình để chỉ ra các nguyên tố tương ứng hoặc tương tự. Phần mô tả chi tiết đề cập một cách cụ thể đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ được đơn giản hóa thể hiện một ví dụ ứng dụng của thiết bị phân tích gamma;

Các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2B là các hình vẽ được đơn giản hóa thể hiện các ứng dụng di động ví dụ của thiết bị phân tích gamma;

Fig.3 là hình vẽ được đơn giản hóa thể hiện một số các phần của đồng ruộng được quét bởi thiết bị phân tích gamma;

Fig.4A là đồ thị thể hiện sự tương quan ví dụ giữa diện tích đỉnh và phần trăm trọng lượng của nguyên tố silic;

Fig.4B là một đồ thị thể hiện một phần của đồ thị được thể hiện trên Fig.4A;

Fig.5 là đồ thị thể hiện sự tương quan được nêu làm ví dụ giữa năng suất phân tích gamma và năng lượng của kali;

Fig.6 là sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện một phương pháp luận được nêu làm ví dụ để xác định hàm lượng kali trong đất;

Fig.7 là sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện một số các phần của đồng ruộng được quét thứ nhất;

Fig.8 là sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện bản đồ sự phân bố cacbon của đồng ruộng được quét thứ nhất;

Fig.9 là sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện bản đồ sự phân bố silic của đồng ruộng được quét thứ nhất;

Fig.10 và Fig.11 là các sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện các bản đồ được lập từ các sự vận hành quét của đồng ruộng được quét thứ hai được thực hiện trong hai ngày khác nhau;

Fig.12 là sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện bản đồ sự phân bố cacbon trên cơ sở sự kết hợp của dữ liệu quét trên Fig.10 và Fig.11;

Fig.13 là sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện bản đồ sự phân bố silic của đồng ruộng được quét thứ hai;

Fig.14 và Fig.15 là các sơ đồ được đơn giản hóa thể hiện tương ứng là bản đồ thứ nhất được lập bằng cách sử dụng các phương pháp của sáng chế và bản đồ thứ hai được lập trên cơ sở các phép đo độ ẩm được thực hiện đồng thời với bản đồ thứ nhất; và

Fig.16A và Fig.16B là các sơ đồ khối thể hiện thuật toán xử lý được nêu làm ví dụ để xác định hàm lượng các nguyên tố của đất của đồng ruộng.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Trong khi các khái niệm theo sáng chế là dễ bị ảnh hưởng đối với các phương án được cải biến và các phương án khác, khác nhau, các phương án cụ thể của sáng chế được thể hiện bằng cách nêu ví dụ trên các hình và sẽ được mô tả chi tiết ở đây. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng, không có ý định giới hạn các khái niệm của sáng chế đối với các phương án cụ thể được bộc lộ, mà trái lại, mục đích là nhằm bao quát tất cả các phương án được cải biến, các phương án tương đương và các phương án khác phù hợp với sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ.

Các tham chiếu trong bản mô tả này đối với “một phương án”, “một phương án”, “một phương án được thể hiện”, v.v., chỉ ra rằng, phương án được mô tả có thể bao gồm tính năng, kết cấu hoặc đặc tính cụ thể mà mọi phương án đều có thể có hoặc không nhất thiết phải bao gồm đặc điểm, kết cấu hoặc đặc tính cụ thể đó. Hơn nữa, các cụm từ như vậy là không nhất thiết đề cập đến cùng một phương án. Tiếp theo, khi tính năng, kết cấu hoặc đặc tính cụ thể được mô tả liên quan đến một phương án, thì phải tuân theo là trong phạm vi hiểu biết của chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này để tạo ra tính năng, kết cấu hoặc đặc tính liên quan đến các phương án khác cho dù là được mô tả hoặc không được mô tả một cách rõ ràng.

Các phương án được bộc lộ có thể được triển khai, trong một số các trường hợp, trong phần cứng, phần sụn, phần mềm hoặc theo sự kết hợp bất kỳ nào của chúng. Các phương án được bộc lộ cũng có thể được thực hiện dưới dạng các lệnh được thực hiện bởi hoặc được lưu trên phương tiện lưu có thể đọc được trên máy tính nhất thời hoặc không nhất thời, phương tiện này có thể được đọc và được thực hiện bởi một hoặc một số các bộ xử lý. Phương tiện lưu đọc được bằng máy tính có thể được thể hiện dưới dạng thiết bị lưu, cơ chế hoặc kết cấu vật lý khác bất kỳ để lưu hoặc truyền thông tin ở dạng đọc được bởi thiết bị máy tính (ví dụ, bộ nhớ nhất thời hoặc không nhất thời, đĩa phông tiện truyền thông hoặc các loại thiết bị truyền thông khác).

Trên các hình vẽ, một số các đặc điểm về kết cấu hoặc phương pháp có thể được thể hiện theo các cách sắp xếp và/hoặc theo các thứ tự cụ thể. Tuy nhiên, cần phải thấy rằng, các sự sắp xếp và/hoặc các thứ tự cụ thể này có thể là không bắt buộc. Thay vào đó, theo một số các phương án, các đặc điểm như vậy có thể được sắp xếp theo các phương thức và/hoặc theo thứ tự khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ thể hiện. Ngoài ra, sự bao gồm đặc điểm kết cấu hoặc phương pháp trên hình cụ thể không có nghĩa là đặc điểm này được yêu cầu trong tất cả các phương án và theo một số phương án, có thể không được bao gồm hoặc có thể được kết hợp với các đặc điểm khác.

Hệ thống ví dụ đối với sự thể hiện hàm lượng các nguyên tố chi tiết và chính xác của đất một đồng ruộng cụ thể có thể bao gồm thiết bị tạo neutron và một số các thiết bị dò gamma (ví dụ, các thiết bị dò gamma iot natri) để quét ít nhất một phần của đồng ruộng và hệ thống máy tính để lưu và phân tích các kết quả của quá trình quét và lập bản đồ chỉ báo hàm lượng các nguyên tố của phần đồng ruộng. Hệ thống ví dụ có thể là hệ thống điện thoại di động và có thể được tạo cấu hình để truyền qua một phần đáng kể của đồng ruộng để thực hiện quá trình quét nền đất. Theo một số phương án của sáng chế, hàm lượng các nguyên tố (C, Si, O, H, K, Cl và các nguyên tố khác) trong đất có thể được tính toán sử dụng quang phổ đo đặc thu được bởi các thiết bị dò gamma.

Hệ thống ví dụ có thể còn được tạo cấu hình để truyền thông với thiết bị của hệ thống định vị toàn cầu (GPS) (GPS – Global Positioning System – Hệ thống định vị toàn cầu) để nắm bắt vị trí địa lý của đất trong quá trình quét. Theo một ví dụ, dữ

liệu hàm lượng các nguyên tố được xác định trong quá trình quét có thể được kết hợp (hoặc liên kết) với các tọa độ địa lý do thiết bị GPS cung cấp. Ngoài ra hoặc theo cách khác, trên cơ sở hàm lượng các nguyên tố được xác định từ quá trình quét và các tọa độ địa lý liên quan, hệ thống ví dụ có thể được tạo cấu hình để lập bản đồ sự phân bố các nguyên tố phù hợp đối với các mục đích nông nghiệp và các mục đích khác.

Fig.1 thể hiện hệ thống ví dụ 100 để phân tích các mẫu đất 124 của đồng ruộng 120. Hệ thống 100 có thể bao gồm một hoặc một số các thành phần để phân tích các nguyên tố của đất. Theo một ví dụ, hệ thống 100 bao gồm thiết bị tạo neutron 102, một số các thiết bị dò gamma 104, bộ phân chia điện tử 106 và thiết bị bộ xử lý (hoặc bộ xử lý) 110. Mặc dù không được thể hiện riêng biệt, hệ thống ví dụ 100 có thể bao gồm một hoặc một số các thành phần bổ sung hoặc thay thế, chẳng hạn như, nhưng không giới hạn ở đó, các bộ và thiết bị xử lý và nhớ/lưu dữ liệu, các thiết bị quét âm thanh và video, v.v. được tạo cấu hình để thu, xử lý, lưu và/hoặc phân tích dữ liệu phân tích các nguyên tố. Ngoài ra hoặc theo cách khác, nguồn xung neutron bất kỳ 102 có thể được sử dụng và sáng chế không giới hạn bởi thiết bị tạo neutron 102. Hơn nữa, các nguồn neutron trên cơ sở thiết bị gia tốc, chẳng hạn như các thiết bị tạo neutron nóng chảy deuterium-deuterium (D-D) và deuterium-tritium (D-T) và các nguồn khác cho phép điều khiển điện tử sự phát xạ neutron 118 được ưu tiên. Cụ thể là, các thiết bị tạo neutron D-T có thể được ưu tiên trong việc thực hành sáng chế. Các thiết bị phát này có thể được tạo xung (tức là ngắt và đóng đối với các độ dài khác nhau), tạo sự điều khiển điện tử đối với việc phát xạ neutron 118.

Thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để giám sát và vận hành thiết bị tạo neutron 102, thiết bị dò gamma 104 và bộ phân chia điện tử 106 để tiến hành quét nền đất 120 và phân tích dữ liệu quang phổ được thu gom trong quá trình quét. Hệ thống 100 có thể truyền thông với thiết bị hệ thống định vị toàn cầu (GPS) (GPS – Global Positioning System – Hệ thống định vị toàn cầu) 112 để tiếp nhận một hoặc một số các tọa độ địa lý. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để yêu cầu chỉ dẫn các tọa độ địa lý của vị trí địa lý mẫu đất 124. Theo một ví dụ khác, thiết bị xử lý 110 có thể kết hợp vị trí địa lý được tiếp nhận của mẫu đất 124 với dữ liệu chỉ báo quang phổ gamma được phát hiện 116 của mẫu đất 124.

Một hoặc một số các thành phần của hệ thống 100 có thể được bố trí trên và/hoặc được cố định vào một bộ khung cố định, một xe đẩy hoặc một kết cấu cứng hoặc bán cứng khác 114. Kết cấu 114 có thể tự hành hoặc được dẫn động trực tiếp hoặc từ xa, đi qua ít nhất một phần của đồng ruộng 120 để quét nền đất 122. Fig.2A thể hiện một ví dụ ứng dụng di động 200-A của hệ thống phân tích đất 100, trong đó ít nhất một phần của hệ thống 100 được bố trí trên rơ-moóc 202. Rơ-moóc 202 có thể được kéo 204 qua đồng ruộng 120 bởi một phương tiện cơ giới 206, chạy bằng xăng hay bằng pin. Ngoài ra hoặc theo cách khác, Fig.2B thể hiện sự triển khai di động ví dụ 200-B của hệ thống 100, trong đó một hoặc một số các thành phần của hệ thống 100 được bố trí trên và/hoặc được bắt chặt vào thiết bị bay không người lái được điều khiển từ xa, chẳng hạn như thiết bị bay không người lái 220 .

Từ Fig.3 đến Fig.15 thể hiện các quy trình ví dụ được thực hiện bởi hệ thống 100 để quét nền đất của đồng ruộng 120, phân tích và lưu dữ liệu quét tương ứng với nền đất 122 của đồng ruộng 120 và để lập bản đồ hàm lượng các nguyên tố của đồng ruộng 120 trên cơ sở dữ liệu quang phổ thu được trong quá trình quét. Một hoặc một số các quy trình, như, nhưng không bị giới hạn ở đó, các sự phân tích, các sự tính toán và các tác vụ lập bản đồ có thể được thực hiện bởi thiết bị xử lý 110. Ngoài ra hoặc theo cách khác, dữ liệu quét được thu gom bởi một hoặc một số các thành phần của hệ thống 110 trong quá trình quét có thể được tải xuống hoặc được trích xuất từ hệ thống 100 và được xuất ra để xử lý tiếp trên hệ thống điện toán từ xa (ví dụ, trên cơ sở đám mây). Các phương pháp thu gom, xử lý và phân tích dữ liệu quét khác cũng được tính đến.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ ví dụ 300 của diện tích 302 được quét bởi hệ thống phân tích đất 100. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để phân chia đồng ruộng 120 thành một số các phần (các phần hoặc các vị trí) 306 trước khi bắt đầu thao tác quét. Trong một số đồng hợp, số lượng các phần (sau đây gọi là các vị trí) 306 có thể là trên cơ sở kích cỡ đồng ruộng và sự hiện diện của một hoặc một số các đặc điểm cảnh quan. Ví dụ, khi xác định các kích cỡ của các vị trí 306, tốc độ quét thích hợp (ví dụ, ~ 5 km/h) và cấu trúc địa hình có thể được tính đến. Từng vị trí 306 có thể bao gồm một cấu trúc địa hình tương đối đồng nhất. Trong quá trình phân chia đồng ruộng, thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để chỉ định một vị trí tách riêng 306 đối với sự phát hiện thay đổi

theo loại địa hình như con đường trải nhựa 308 chạy qua đồng ruộng 120 và v.v. và/hoặc phát hiện sự thay đổi trong cấu trúc và cấu tạo của địa hình, ví dụ, ứng với sự phát hiện một điểm thấp trên địa hình. Địa hình liên quan và các yếu tố khác được nêu trên ảnh hưởng đến các điều kiện quét, từng vị trí 306 trong số các vị trí 306 có thể thay đổi theo kích cỡ từ dưới $\sim 100 \text{ m}^2$ đến $\sim 1000 \text{ m}^2$ và lớn hơn. Theo ví dụ được thể hiện trên Fig.3, tổng diện tích của đồng ruộng 120 là khoảng 800 m^2 và số các vị trí là 12.

Thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để quét nền đất 122 trong khoảng thời gian được xác định trước nhằm để đạt được trị số chính xác mong muốn được xác định trước trong việc xác định là có hoặc không có một nguyên tố cụ thể trong nền đất 122 của vị trí 306 và/hoặc trong việc xác định số lượng các nguyên tố trong nền đất 122 của vị trí 306. Trong một số các trường hợp, khoảng thời gian mà thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 quét từng vị trí 306 có thể dựa trên năng suất đỉnh gamma của nguyên tố, mà đến lượt, có thể bị ảnh hưởng bởi số lượng nguyên tố trong nền đất của vị trí 306, cấu trúc hóa học, phân tử và/hoặc giải phẫu của nguyên tố được xác định và một hoặc một số các đặc tính khác.

Ngoài ra hoặc theo cách khác, khoảng thời gian để quét từng vị trí 306 trên cơ sở trị số chính xác mong muốn được xác định trước của phép đo. Ví dụ, để đạt độ chính xác $\pm 0,5\%$ trọng lượng đối với phép đo hàm lượng cacbon, thời gian thu được đối với một vị trí có thể là 15 phút. Một ví dụ khác, thời gian đo của hệ thống 100 đối với silic với độ chính xác chấp nhận được là $\pm 0,5-1\%$ trọng lượng có thể là ~ 5 phút, do năng suất đỉnh gamma của silic đối với silic lớn hơn một vài lần so với năng suất đỉnh cacbon (do hàm lượng cao hơn của nó trong đất 122).

Hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để xác định vị trí địa lý, ví dụ, các tọa độ địa lý của từng vị trí trong số các vị trí 306 và để đánh dấu và số từng vị trí 306 trên sự kết xuất số hóa của bản đồ. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để yêu cầu và tiếp nhận các tọa độ địa lý của từng vị trí 306 từ thiết bị GPS 112 (nội bộ hoặc bên ngoài đối với hệ thống 100) mà hệ thống 100 truyền thông sử dụng, ví dụ, sự kết nối mạng hữu tuyến, một loại phương tiện truyền thông mạng khác hoặc mạng vô tuyến tầm xa hoặc tầm gần, chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn bởi mạng cục bộ vô tuyến (LAN) (LAN – Local Area Network – Mạng cục bộ), Bluetooth, mạng diện rộng (WAN) (WAN – Wide Area Network – Mạng diện

rộng) và v.v. Do đó, thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để thu được và theo dõi vị trí địa lý của hệ thống 100 liên quan với con đường liên tục được hiển thị trên bản đồ của đồng ruộng lấy mẫu trong thời gian xử lý.

Trong quá trình quét, hệ thống có thể xác định đối với từng vị trí riêng 306, khoảng thời gian trong quá trình quang phổ gamma của nền đất 122 được quét đối với vị trí 306. Thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để thay đổi màu của một vị trí cụ thể 306 trên bản đồ hiển thị ứng với khoảng thời gian trong đó nền đất 122 của vị trí 306 được quét. Trong một số các trường hợp, hệ thống có thể thay đổi hoặc đổi màu sắc của vị trí 306 trên bản đồ hiển thị trên cơ sở tổng thời gian thu gom theo từng vị trí 306 của thời gian chạy quét. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể sử dụng mã hóa màu để chỉ ra rằng, lượng dữ liệu đủ được xác định trước được thu gom để xác định chính xác thành phần nền đất đối với vị trí 306 đó, chẳng hạn như khi tất cả các vị trí 306 được chuyển màu được xác định trước, thiết bị xử lý 110 có thể phát lệnh tương ứng và/hoặc thông báo chỉ ra rằng, sự vận hành quét đã hoàn thành.

Quang phổ INS và TNC từ từng thiết bị dò 104 thu được trong quá trình quét được hiển thị trên màn hình máy tính xách tay trong thời gian chạy. Bộ xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để lưu các khoảng thời gian được xác định trước, ví dụ, mỗi 30 giây, quang phổ gamma (quang phổ INS và TNC từ từng thiết bị dò gamma 104) của nền đất 122 của một vị trí 306 cụ thể và các tọa độ địa lý tương ứng của vị trí 306. Hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để thường xuyên kiểm tra xem sự kết nối được duy trì giữa thiết bị GPS 112 và thiết bị xử lý 110 và/hoặc bộ nhớ trong của thiết bị ghi. Hơn nữa, ứng với sự phát hiện việc kết nối giữa thiết bị GPS và thiết bị ghi đã bị mất, hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để đưa ra cảnh báo tương ứng và có thể tạm dừng việc ghi dữ liệu quét để ngăn chặn dữ liệu không chính xác bị ghi lại. Trong một số các trường hợp, tổng số quang phổ được lưu có thể lên tới vài nghìn hoặc hơn nữa, phụ thuộc vào thời gian quét. Sau khi quét, quang phổ được lưu có thể được chuyển đến một hoặc một số các thành phần xử lý dữ liệu (không được thể hiện trên hình vẽ) của hệ thống 100.

Lúc đầu, quang phổ INS rỗng đối với mỗi 30 giây đo được tính toán.

Quang phổ INS ($netINS_{r,i}$) theo số đếm trong một giây (cps) (Count Per Second – Số đếm trong một giây) đối với kênh trong lần ghi thứ r và từng thiết bị dò thứ i 104 có thể được tính bằng phương trình (1) sau đây:

$$netINS_{r,i} = \frac{INS_{r,i} - INS_{r-1,i}}{LT_{INS,r,i} - LT_{INS,r-1,i}} - \frac{TNC_{r,i} - TNC_{r-1,i}}{LT_{TNC,r,i} - LT_{TNC,r-1,i}} \quad (1)$$

Trong đó $LT_{INS,r,i}$ và $LT_{TNC,r,i}$ là các chỉ báo tuổi thọ lần ghi thứ r và thiết bị dò thứ i 104 tương ứng và trong đó $INS_{r,i}$ và $TNC_{r,i}$ là các chỉ báo của quang phổ được đo lần đo thứ r và thiết bị dò thứ i 104 tương ứng. Sau đó, tất cả các tác động tiếp theo với quang phổ có thể được thực hiện theo từng kênh.

Tuổi thọ (LT) (LT – Lifetime – Tuổi thọ) có thể được tính bởi công thức (2) sau đây

$$LT = RT \cdot \frac{OCR}{ICR}, \quad (2)$$

Trong đó RT là số chỉ báo thời gian đo thực tế tính bằng giây (s), OCR là số chỉ báo tốc độ đếm đầu ra và ICR là số chỉ báo tốc độ đếm đầu vào. Trong một số các trường hợp, các thông số RT , OCR và ICR có thể được xác định bởi các thông số kỹ thuật của phần cứng thu quang phổ được sử dụng để thực hiện thao tác quét. Hơn nữa, các trị số tham số RT , OCR và ICR có thể là nằm trong từng tệp quang phổ tương ứng.

Theo một ví dụ, từng thiết bị dò 104 có thể bao gồm tham số chỉ báo sự hiệu chỉnh năng lượng duy nhất về sự phụ thuộc giữa năng lượng và số kênh. Sự thay đổi các điều kiện môi trường trong ngày hoặc thời gian cụ thể của quá trình quét có thể khiến sự phụ thuộc thay đổi. Để đem tất cả các quang phổ vào một sự hiệu chỉnh năng lượng, quang phổ có thể thay đổi, sao cho các trọng tâm của đỉnh chiếm ưu thế (ví dụ, các đỉnh của silic và oxy) trong cùng các kênh như nhau trong tất cả các quang phổ.

Sau khi thay đổi, tám quang phổ $netINS_{r,i}$ có thể được tổng hợp kênh theo kênh và quang phổ INS ròng ($netINS_r$) đối với từng bản ghi thứ r có thể được tính toán sử dụng phương trình (3) sau đây:

$$netINS_r = \sum_3 netINS_{r,i} \quad (3)$$

Tuổi thọ đối với quang phổ ($\Delta LT_{\text{trung bình},r}$) có thể được xác định là trị số trung bình của các tuổi thọ tương ứng của từng thiết bị dò trong số các thiết bị dò 104 như sau:

$$\Delta LT_{\text{avg},r} = \frac{\sum_3 (LT_{\text{INS},r,i} - LT_{\text{INS},r-1,i})}{3} \quad (4)$$

Quang phổ netINS_r với $\Delta LT_{\text{trung bình},r}$ được gán cho vị trí của trung điểm địa lý 312 ở giữa hai bản ghi liền nhau. Như vậy, tập dữ liệu quang phổ netINS_r , $\Delta LT_{\text{trung bình},r}$ và các tọa độ địa lý của các trung điểm được tạo ra như được thể hiện trên Fig.3.

Tiếp tục với sự tham chiếu đến Fig.3, dữ liệu với các tọa độ trung điểm 312 có thể được sắp xếp theo các vị trí 306 sao cho, ví dụ, các trung điểm 312 được xác định sử dụng các số 4, 5, 6, 7, 8 và 9 được gán cho vị trí # 2 và v.v. Các trọng tâm 310 đối với một vị trí cụ thể 306- n có thể được xác định trên cơ sở các trung điểm 312 được gán cho vị trí 306- n . Trị số trung bình các quang phổ netINS_S của vị trí S theo cps đối với từng kênh, có thể được xác định bởi phương trình (5) sau đây

$$\text{netINS}_S = \frac{\sum_{\text{all } r \text{ in this site}} \text{netINS}_r \cdot \Delta LT_{\text{avg},r}}{\sum_{\text{all } r \text{ in this site}} \Delta LT_{\text{avg},r}} \quad (5)$$

Do đó, trị số trung bình các quang phổ netINS_S của từng vị trí 306 có thể được sử dụng để xác định hàm lượng các nguyên tố của từng vị trí của một số các vị trí 306. Hàm lượng các nguyên tố có thể được tính toán từ diện tích đỉnh gamma của nguyên tố (hạt nhân) tương ứng. Diện tích đỉnh có thể được tính toán từ quang phổ netINS_S bởi phần mềm được thiết kế sử dụng phần mềm IGOR. Trong một số các trường hợp, sự phân bố hàm lượng các nguyên tố có thể được tính toán trên cơ sở dữ liệu hiệu chỉnh được xác định trước đó hoặc các thông số hoặc trị số khác.

Như sẽ được mô tả tiếp khi đề cập đến ít nhất từ Fig.8 đến Fig.15, bản đồ phân bố các nguyên tố đối với cacbon, silic, hydro và kali có thể được vẽ bản đồ trên cơ sở dữ liệu được thu gom trong quá trình thực hiện thao tác quét. Sự phân bố hàm lượng cacbon và silic có thể được xác định từ quang phổ netINS_S . Tiếp theo, dữ liệu quang phổ TNC có thể được sử dụng để xác định hàm lượng hydro. Hàm lượng kali và bản

đồ các nguyên tố có thể được xác định trên cơ sở các phép đo quang phổ nền gamma tự nhiên.

Phương trình (6) có thể được sử dụng để xác định hàm lượng cacbon (theo phần trăm trọng lượng, $Cw\%$) sau đây:

$$Cw\% = \frac{(PA_{4,44} - PA_{4,44,bkg}) - 0,0496 \cdot (PA_{1,78} - PA_{1,78,bkg})}{13,733}, \quad (6)$$

Trong đó $PA_{4,44}$, $PA_{1,78}$, $PA_{4,44,BKG} = 140$ cps, $PA_{1,78,BKG} = 453$ cps là số chỉ báo diện tích đỉnh với trọng tâm 4,44 Me (đỉnh cacbon) và diện tích đỉnh với trọng tâm 1,78 Me (đỉnh silic) trong $netINS_s$ và nền hệ thống trong quang phổ gamma là 0,0496 và 13,733 là các số chỉ báo của các hệ số hiệu chỉnh tương ứng.

Fig.4 thể hiện sơ đồ ví dụ 400 để xác định hàm lượng nguyên tố silic trên cơ sở sự phụ thuộc hiệu chỉnh. Ví dụ, một trị số gần đúng hợp lý của sự phụ thuộc hiệu chỉnh silic có thể được xác định trên cơ sở một số điểm, ví dụ, bốn (4) điểm dữ liệu và điểm 0-0. Trong một số các trường hợp, dữ liệu quét bổ sung có thể được sử dụng để tiếp tục cải thiện sự hiệu chỉnh silic.

Do đó, hàm lượng silic có thể được xác định trên cơ sở công thức (7) sau đây:

$$Siw\% = \frac{(PA_{1,78} - PA_{1,78,bkg})}{28,834}. \quad (7)$$

Sự phân bố hydro trong nền đất có thể được xác định trên cơ sở diện tích đỉnh hydro trong quang phổ TNC, với đỉnh trọng tâm là 2,223 Me. Theo một ví dụ, để xác định diện tích đỉnh hydro, quang phổ TNC đối với bản ghi thứ r và thiết bị dò thứ i 104 có thể được tính toán trên cơ sở kênh theo kênh sử dụng phương trình (8) sau đây:

$$\Delta TNC_{r,i} = \frac{TNC_{r,i} - TNC_{r-1,i}}{LT_{TNC,r,i} - LT_{TNC,r-1,i}} \quad (8)$$

Sự dịch chuyển, tổng hợp quang phổ trên một số các thiết bị dò gamma 104, việc xác định tuổi thọ trung bình và vị trí địa lý trung điểm 312, sự phân loại quang phổ theo các vị trí 306, sự xác định các trọng tâm 310 của các vị trí 306 và quang phổ TNC trung bình đối với vị trí 306 có thể được xác định theo

phương thức giống với phương thức xác định quang phổ *netINS*. Cụ thể là,

$$\Delta TNC_r = \sum_3 \Delta TNC_{r,i} \quad (9)$$

$$\Delta LT_{avgTNC,r} = \frac{\sum_3 (LT_{TNC,r,i} - LT_{TNC,r-1,i})}{3} \quad (10)$$

$$\Delta TNC_S = \frac{\sum_{all\ r\ in\ this\ site} \Delta TNC_r \times \Delta LT_{avgTNC,r}}{\sum_{all\ r\ in\ this\ site} \Delta LT_{avgTNC,r}} \quad (11)$$

Tiếp theo, quang phổ các diện tích đỉnh của hydro có thể được tính toán từ các TNC_s và trị số của diện tích đỉnh hydro và các trọng tâm trong các vị trí có thể được sử dụng để vẽ bản đồ sự phân bố hydro.

Bản đồ sự phân bố kali trong đất có thể được lập theo cách tương tự như quy trình được vạch ra đối với các nguyên tố khác được phân tích bằng công nghệ neutron-gamma, ví dụ, bởi nguồn xung neutron 102 và/hoặc thiết bị dò gamma 104 và các thành phần được kết hợp của hệ thống 100, chẳng hạn như hydro và silic. Ngoài ra hoặc theo cách khác, hàm lượng kali có thể được xác định dựa chặt chẽ vào quang phổ gamma tự nhiên được thu gom từ đất và không dựa vào sự bức xạ neutron của đất. Ví dụ, đồng vị ^{40}K có thể có mặt một cách tự nhiên trong phạm vi các hỗn hợp đồng vị kali chứa trong các hợp chất. Đồng vị này có hàm lượng kali dồi dào được biết là $\eta = 0,0117\%$ và một nửa chu kỳ phóng xạ của nó là ($T_{1/2} = 1,248 \cdot 10^9$ năm). Sự phân rã phóng xạ của ^{40}K được đi kèm bởi sự phát xạ tia gamma với năng lượng 1,46 Me, sự bức xạ gamma là một trong các thành phần chính của tính phóng xạ tự nhiên. Do đó, kali có trong đất có thể được xác định trên cơ sở cường độ vạch gamma đo được.

Fig.5 thể hiện một ví dụ đồ thị 500 của quang phổ gamma của tính phóng xạ tự nhiên và có thể là số chỉ báo của quang phổ được đo trong 0,5 giờ bởi hệ thống 100 được lắp đặt trực tiếp trên bề mặt nền đất 122. Theo một ví dụ, đường nét đứt 506 có thể là số chỉ báo quang phổ gamma được đo khi chất chứa kali ($\sim 11\text{kg}$) (tổng trọng lượng 22,7 kg) được đặt dưới hệ thống đo, trong đó đỉnh khá cao (chẳng hạn như ở giữa các trị số năng lượng 508-1 và 508-2) với trọng tâm ở mức hoặc khoảng 1,46 Me chỉ báo sự có mặt của kali.

Fig.6 thể hiện sơ đồ ví dụ 600 của phương pháp luận để ước lượng hệ số hiệu chỉnh kali. Đối với xấp xỉ thứ nhất, kali nền đất được giả định được phân bố đều trong khối lượng bán cầu với bán kính R . *Thiết bị* dò 104 được định vị ở tâm 608 của bán cầu 602 này. Nếu $K\%$ *trọng lượng* 606 có trong thể tích đơn vị dV 606 và mật độ vật chất là d , khi đó $d\gamma$, s^{-1} , các tia gamma với năng lượng 1,46 Me sẽ xuất hiện dưới dạng

$$d\gamma = \frac{Kw\%}{100} \cdot d \cdot \eta \cdot \frac{N_A}{AW} \cdot \lambda \cdot dV \quad (12)$$

Trong đó, N_A là số Aogadro và AW là trọng lượng nguyên tử của kali, $\lambda = 0,693 / T_{1/2}$. Khi đó, cường độ tín hiệu của thiết bị dò gamma 104 (diện tích đỉnh, S) có thể được tính toán theo công thức

$$S = t \cdot \eta \cdot \frac{N_A}{AW} \cdot \lambda \cdot G \quad (13)$$

$$G = \frac{Kw\%}{100} \cdot d \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \int_0^R \frac{\exp(-\mu \cdot d \cdot l)}{4\pi l^2} \cdot dV = \frac{Kw\%}{100} \cdot d \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \int_0^R \frac{\exp(-\mu \cdot d \cdot l)}{4\pi} \cdot \sin\theta dl d\theta d\varphi \quad (14)$$

Trong đó t là hiệu suất đăng ký tia gamma, μ là hệ số hấp thụ khối lượng của 1,46 Me đường gamma trong chất liệu, khoảng cách l là khoảng cách giữa dV và thiết bị dò gamma 104 và R là bán kính nửa hình cầu. $K\%$ *trọng lượng* trong kali chứa chất liệu là $11/22,7 \cdot 100\% = 48,4\%$. Khối lượng riêng của chất liệu này là $1,1 \text{ gcm}^{-3}$ và bán kính của nửa hình cầu với chất này là $\sqrt[3]{\frac{22700 \cdot 3}{22700 \cdot 3}} = 21,4 \text{ cm}$. Hệ số suy giảm khối lượng đối với kali chứa chất liệu (KCl) đối với 1,6 Me là $0,048 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ và trị số $G_{st} = 3,416$. Diện tích đỉnh trong quang phổ được tính toán là 237 cps đối với kali chứa chất liệu, như được thể hiện bằng đường nét đứt trên Fig.5. Từ đây, trị số t có thể được ước tính là 69,4.

Mật độ đất có thể được lấy bằng $1,2 \text{ gcm}^{-3}$ và $\mu = 0,052 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ (các nguyên tố của đất chính là Si và O) để ước lượng. Khi đó, đối với đất có bán kính vô cực $G_{đất} = K\% \text{ trọng lượng} / 100 \cdot 9,615$ và diện tích đỉnh kali là 14 cps đối với đất như được thể hiện bởi đường liền nét trên Fig.5. Diện tích đỉnh là tỷ lệ với G và hiệu suất đăng ký tia gamma t . Từ các trị số này, hệ số hiệu chỉnh đối với kali trong đất có thể được ước tính là $0,15K\% \text{ trọng lượng} / \text{cps}$ và $K\% \text{ trọng lượng}$ trong đất có thể được ước tính là 2%. Trị số này phù hợp với hàm lượng kali trung bình trong đất. Trong khi

việc hiệu chỉnh này phải được lập lại với vài mẫu tham chiếu để có độ chính xác tốt hơn, sự ước tính theo công thức (15) có thể được sử dụng cho một loạt các phép đo nhất định, khi đó

$$Kw\% = 0,15 \cdot PA_{1,46}. \quad (15)$$

Các tệp dữ liệu đo được của tọa độ địa lý và các hàm lượng các nguyên tố (tính theo % trọng lượng) được sử dụng để tạo các bản đồ sự phân bố các nguyên tố. Bản đồ có thể được tạo ra sử dụng sự tiếp cận nội suy đa thức cục bộ hoặc phương pháp tính toán khác. Bản đồ được đưa lên bản đồ cơ sở địa lý. Bản đồ sự phân bố các nguyên tố được tạo ra có thể bao gồm mũi tên hoặc kiểu khác của biểu tượng chỉ báo một hoặc một số các hướng cốt yếu, chẳng hạn như bắc, nam, đông và tây, để chỉ ra sự định hướng của bản đồ. Theo các ví dụ khác, bản đồ sự phân bố các nguyên tố được tạo có thể được định hướng tự động sao cho hướng thẳng đứng lên trên biểu thị hướng bắc, v.v. Trong một số các trường hợp, bản đồ được tạo ra có thể bao gồm truyền thuyết tương ứng và/hoặc thanh tỷ lệ chỉ báo một hoặc một số các phạm vi của hàm lượng các nguyên tố của một nguyên tố cụ thể hoặc một số các nguyên tố. Bản đồ phân bố các nguyên tố được tạo ra có thể bao gồm bản đồ đường viền bao gồm một hoặc một số các nhãn trị số đường viền chỉ ra các vùng có cùng một hàm lượng. Một số các ví dụ của các bản đồ sự phân bố các nguyên tố được tạo trên cơ sở sự phân tích dữ liệu quang phổ gamma được thể hiện trên ít nhất là từ Fig.8 đến Fig.15.

Đồng ruộng được quét thứ nhất bao gồm tổng diện tích thứ nhất, ví dụ, ~ 6 hectares (ha) và cánh đồng được quét thứ hai bao gồm tổng diện tích thứ hai, ví dụ, ~ 23 ha, với một loại đất của cát mùn Marvyn và cát mùn Marlboro (độ dốc 1-6%) tương ứng.

Fig.7 thể hiện sơ đồ ví dụ 700 của đồng ruộng được quét thứ nhất 702 được phân chia thành một số các vị trí 306, ở đó một số các vị trí thứ nhất 306 được phân bố trên đồng ruộng được quét thứ nhất 702 và một số các vị trí 704 nằm trên đường liền kề với đồng ruộng được quét thứ nhất 702. Như một ví dụ, một số các trung điểm trên từng vị trí 306 và tổng thời gian đo trên từng vị trí 306 được thể hiện trên bảng 1.

ID di động	Trung điểm	Đo thời gian cố định (phút)	ID di động	Trung điểm	Thời gian đo (phút)
1	34	17	17	10	5
2	17	8,5	18	25	12,5
3	31	15,5	19	19	9,5
4	16	8	20	19	9,5
5	30	15	21	24	12
6	23	11,5	22	19	9,5
7	16	8	23	19	9,5
8	24	12	24	16	8
9	24	12	25	21	10,5
10	27	13,5	26	16	8
11	22	11	27	19	9,5
12	20	10	28	16	8
13	18	9	Con đường		
14	15	7,5	29	38	19
15	22	11	30	38	19
16	7	3,5	31	34	17

Fig.8 thể hiện sơ đồ ví dụ 800 của sự kết xuất số hóa bản đồ sự phân bố cacbon 808 đối với đồng ruộng được quét thứ nhất 702 được mô tả theo sự tham chiếu đến ít nhất là Fig.7. Theo một ví dụ, sự phân bố hàm lượng cacbon 802 tăng lên từ Nam lên Bắc (như được thể hiện, ví dụ, bởi các nguyên tố tham chiếu từ 802-1 qua 802-4) từ 0,5 đến 2,0% trọng lượng, trong khi hàm lượng cacbon trên đường là cực kỳ cao so với đồng ruộng 122, đạt 18% trọng lượng. Fig.9 thể hiện sơ đồ ví dụ 900 của sự kết xuất số hóa bản đồ sự phân bố silic 908 đối với đồng ruộng được quét thứ nhất 702 được mô tả theo sự tham chiếu đến ít nhất là Fig.7. Theo một ví dụ, sự phân bố hàm lượng silic 902 trên đồng ruộng được quét thứ nhất 702 biến đổi, sao cho hàm lượng silic thường nằm trong phạm vi 44 ± 2 % trọng lượng. Theo một ví dụ khác, hàm lượng silic 902 là rất thấp (khoảng 10%) trên con đường tiếp giáp với đồng ruộng 702, có nghĩa là con đường có thể bao gồm khoáng chất như sỏi cacbonat và có rất ít silic.

Fig.10 và Fig.11 thể hiện các bản đồ ví dụ 1000 và 1100 tương ứng của sự phân bố cacbon 1002, 1102 trên đồng ruộng được quét thứ hai 1004 thu được trong hai ngày khác nhau, chẳng hạn như vào ngày 11 tháng 4 năm 2019 và ngày 17 tháng 4 năm 2019 với thời tiết giữa hai ngày là ổn định (nắng), trong đó diện tích của đồng ruộng được quét thứ hai 1004 là khoảng 13,6 ha. Sự so sánh cho thấy rằng, cả hai bản đồ là

khá giống nhau, với một số khác biệt nhỏ trên các đường viền 1002, 1102 được giới hạn bởi các phần phía Bắc tương ứng của các bản đồ 1000 và 1100. Như vậy, một số các lần quét đồng ruộng được quét thứ hai 1004 được xác nhận rằng, các kết quả của các lần quét và các bản đồ được tạo ra từ dữ liệu quét được thu gom vẫn tương đối nhất quán trong các điều kiện thời tiết gần như giống nhau. Do đó, phương pháp luận và cách tiếp cận để sử dụng hệ thống thiết bị phân tích gamma 100 để thu gom dữ liệu quét của đất 122 và lập các bản đồ hàm lượng các nguyên tố của đất 122 trên cơ sở dữ liệu quét được thu gom là đủ chính xác và các kết quả của phương pháp luận là tái tạo được trong các điều kiện cơ bản giống nhau. Fig.12 thể hiện bản đồ 1200 chỉ báo sự phân bố các nguyên tố 1202 của cacbon (C) phát sinh từ sự kết hợp của các bộ dữ liệu 1000, 1100 được sử dụng để lập các bản đồ trên Fig.10 và Fig.11 và có thể là bản đồ hàm lượng các nguyên tố đáng tin cậy hơn. Fig.13 thể hiện bản đồ sự phân bố silic 1300 chỉ báo sự phân bố các nguyên tố silic 1302 trên cơ sở dữ liệu kết hợp của các thao tác vận hành quét của đồng ruộng được quét thứ hai 1004 được thực hiện vào hai ngày khác nhau (không được thể hiện riêng biệt ở đây).

Fig.14 thể hiện bản đồ ví dụ 1400 của sự phân bố các nguyên tố 1402 của hydro trong đất 122 của đồng ruộng được quét thứ hai 1004. Theo một ví dụ, bản đồ phân bố hydro 1400 đề cập đến sự phân bố các diện tích đỉnh hydro, ở đó số nguyên tố 1404 là số chỉ báo của các trị số đỉnh tương ứng từng vị trí của các vị trí 306. Fig.15 thể hiện bản đồ ví dụ 1500 được lập từ quá trình quét hydro được thực hiện sử dụng phép đo độ ẩm bằng thiết bị đo độ ẩm đất TDR-300. Chiều dài của các điện cực là 7 in (in) và “cát” được lựa chọn làm chế độ kiểu đất trong quá trình đo. Bản đồ 1500 của độ ẩm của đất được đo bằng dụng cụ. Sai số tương đối của phép đo độ ẩm 1502 bởi TDR-300 (bao gồm các trị số đỉnh tương ứng 1504) dao động giữa khoảng 12% và 20%. Mặc dù trị số sai số tương đối trị số của sự xác định độ ẩm bởi TDR 300, sự so sánh của các bản đồ 1400 và 1500 của Fig.14 và Fig.15 tương ứng, chứng tỏ sự giống nhau giữa hai công cụ và có thể được kết luận rằng, việc sử dụng sự phân tích gamma neutron để lập bản đồ sự phân bố độ ẩm 1402 có thể mang lại các kết quả chính xác.

Fig.16A và Fig.16B thể hiện một quy trình ví dụ 1600 để xác định hàm lượng các nguyên tố của đất 122 của đồng ruộng 120. Quá trình 1600 có thể bắt đầu tại khối 1602 trong đó thiết bị xử lý 110 tiếp nhận yêu cầu để thực hiện sự phân tích các

nguyên tố của đất của đồng ruộng cụ thể 120. Theo một số các ví dụ, yêu cầu có thể là do người dùng hoặc do hệ thống tạo ra. Hơn nữa, các phương pháp khác để bắt đầu quá trình phân tích các nguyên tố của đất 1600 cũng được tính đến.

Để đáp ứng yêu cầu, thiết bị xử lý 110 tại khối 1604, có thể phát hiện một hoặc một số các ranh giới bên ngoài của đồng ruộng 120 cần được quét. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể phát hiện các ranh giới bên ngoài của đồng ruộng 120 trên cơ sở sự kết xuất số hóa bản đồ địa lý bao gồm ít nhất một phần của đồng ruộng 120 cần được quét, trên cơ sở quá trình quét thực tế của đồng ruộng 120 (ví dụ, hình ảnh động, siêu âm, ..) hoặc một sự kết hợp của chúng. Bản đồ địa lý được phân tích trong quá trình xác định ranh giới bên ngoài có thể bao gồm các tọa độ địa lý gần đúng hoặc chính xác của đồng ruộng 120, vĩ độ và kinh độ của đồng ruộng 120, diện tích của đồng ruộng 120, sự định hướng của đồng ruộng 120 liên quan đến bốn hướng và các thông số dữ liệu khác đủ để thiết lập vị trí không gian địa lý, vị trí tương quan và vị trí cụ thể của đồng ruộng 120.

Tại khối 1606, thiết bị xử lý 110 có thể phân chia đồng ruộng 120 cần được quét thành một số các phần hoặc các vị trí 306. Ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể phân chia đồng ruộng 120 thành các phần trên cơ sở cấu trúc địa hình, tính đồng nhất hoặc tính không đồng nhất của địa hình và/hoặc có hoặc không có các đặc điểm địa hình dù là tự nhiên hay nhân tạo, chẳng hạn như đồi, rừng núi, yên ngựa, chỗ trũng, đường, kết cấu, đặc điểm nước, thảm thực vật, v.v. Trong một số các trường hợp, từng vị trí 306 có thể bao gồm một cấu trúc địa hình tương đối đồng nhất. Trong quá trình phân chia đồng ruộng, thiết bị xử lý 110 của hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để chỉ định một vị trí riêng biệt 306 đáp ứng sự phát hiện thay đổi về địa hình như con đường trải nhựa 308 cắt qua đồng ruộng 120 và v.v. và/hoặc việc phát hiện sự thay đổi trong cấu hình và việc tạo địa hình, ví dụ, ứng với việc phát hiện một điểm thấp trên địa hình. Với địa hình cụ thể được nêu trên và các yếu tố khác ảnh hưởng đến các điều kiện quét, từng vị trí 306 của một số các vị trí 306 có thể biến đổi về kích cỡ từ ít hơn $\sim 100 \text{ m}^2$ đến $\sim 1000 \text{ m}^2$ và lớn hơn, chẳng hạn đồng ruộng cụ thể 120 có tổng diện tích khoảng 800 m^2 có thể bao gồm mười hai (12) vị trí và v.v.

Thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để tại khối 1608 bắt đầu quá trình quét mẫu đất thứ nhất của phần thứ nhất của đồng ruộng 120. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể sử dụng nguồn xung neutron 102 để quét mẫu đất thứ nhất của phần/vị

trí thứ nhất 306. Ngoài ra hoặc theo cách khác, tại khối năm 1608, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để phát hiện, ví dụ, việc sử dụng thiết bị dò gamma 104, quang phổ gamma của mẫu đất thứ nhất. Tại khối 1610, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để yêu cầu vị trí địa lý của mẫu đất thứ nhất. Trong một số các trường hợp, thiết bị xử lý 110 có thể theo sự truyền thông với thiết bị GPS 112, cho dù là bên trong hay bên ngoài hệ thống 100 và có thể được tạo cấu hình để yêu cầu và tiếp nhận các tọa độ địa lý hoặc các thông số định vị không gian địa lý khác để chỉ báo vị trí của mẫu đất thứ nhất của phần thứ nhất 306 của đồng ruộng 120.

Thiết bị xử lý 110, tại khối 1612, có thể kết hợp dữ liệu quang phổ gamma được phát hiện 116 của mẫu đất thứ nhất và các tọa độ địa lý được tiếp nhận của mẫu đất thứ nhất. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể tại khối 1612 lưu dữ liệu quét và các tọa độ địa lý được kết hợp trong một thiết bị lưu dữ liệu được kết nối trực tiếp vào. Theo các ví dụ khác, bộ xử lý 110 có thể truyền thông với các máy chủ lưu bên ngoài, từ xa hoặc bên ngoài vị trí và/hoặc mạng đám mây và các thiết bị hoặc các hệ thống lưu dữ liệu.

Tại khối 1614, thiết bị xử lý 110 có thể xác định xem mẫu đất tiếp theo trong cùng một vị trí trong số một số các vị trí 306 được phát hiện hay chưa. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể phát hiện một vị trí địa lý hiện thời của hệ thống 100, ví dụ, của kết cấu 114, nguồn xung neutron 102 và/hoặc thiết bị dò gamma 104 đối với diện tích của đồng ruộng 120 và/hoặc diện tích của vị trí 306 đang được quét. Ngoài ra hoặc theo cách khác, thiết bị xử lý 110 có thể vận hành hệ thống 100 để thay đổi vị trí địa lý của chính nó, sao cho có hoặc không có mẫu đất tiếp theo 124 và/hoặc vị trí tiếp theo 306 có thể được xác định. Các kịch bản và các phương pháp khác để xác định xem việc thu gom dữ liệu tiếp theo cần được thực hiện bởi hệ thống 100 cũng cần được tính đến. Ví dụ, hệ thống 100 có thể được tạo cấu hình để hiển thị thông báo của người dùng yêu cầu xác nhận rằng, các mẫu đất tiếp theo 124 và/hoặc các vị trí 306 cần được quét để phân tích hàm lượng các nguyên tố trong đất. Đáp lại mẫu đất tiếp theo là có sẵn cần được quét trong vị trí hiện thời 306, thiết bị xử lý 110 có thể quay trở lại khối 1608 để quét mẫu đất có sẵn tiếp theo trong vị trí 306.

Đối với việc xác định rằng, tất cả các mẫu đất của các vị trí hiện thời 306 đã được quét, thiết bị xử lý 110 có thể xác định, tại khối 1616 xem vị trí tiếp theo trong số các vị trí 306 đã được phát hiện hay chưa. Theo một ví dụ, thiết bị xử lý 110 có thể

phát hiện vị trí địa lý hiện thời của hệ thống 100, ví dụ, của kết cấu 114, nguồn xung neutron 102 và/hoặc thiết bị dò gamma 104, đối với diện tích đồng ruộng 120 và/hoặc diện tích của vị trí 306 đang được quét. Đối với việc xác định, tại khối 1616, vị trí tiếp theo 306 trong số một số các vị trí 306 có sẵn trong đồng ruộng 120 đang được quét, thiết bị xử lý 110 có thể quay trở lại khối 1608 để quét mẫu đất thứ nhất 124 trong phạm vi vị trí tiếp theo 306 và v.v. Ngoài ra hoặc theo cách khác, đối với tất cả các vị trí 306 của đồng ruộng 120 đã được quét, thiết bị xử lý 110 có thể tiến hành phân tích dữ liệu quét được thu gom.

Tại khối 1618, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để phân tích quang phổ gamma được thu gom đối với một hoặc một số các trị số đỉnh của ít nhất là một trong số các nguyên tố, chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn ở đó, C, Si, O, H, K, Cl, và v.v. Như được mô tả theo sự tham chiếu đến ít nhất là từ Fig.3 đến Fig.6 và từ Fig.10 đến Fig.15, phương pháp luận để xác định các trị số đỉnh của một nguyên tố cụ thể có thể biến đổi. Trong một số các trường hợp, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để xác định các trung điểm, các tâm trọng và các trị số thông số khác liên quan với sự phân tích hàm lượng các nguyên tố của đất 120. Ngoài ra hoặc theo cách khác, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để sắp xếp các trị số đỉnh được xác định của từng nguyên tố theo từng phần/vị trí 306. Các thao tác và các phương pháp khác để phân tích quang phổ được thu gom cũng được tính đến.

Tại khối 1620, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để lập bản đồ sự phân bố các nguyên tố trên cơ sở dữ liệu quang phổ gamma được thu gom trong quá trình quét sử dụng hệ thống 100. Như được mô tả ở trên, bản đồ sự phân bố các nguyên tố có thể được tạo ra sử dụng phép nội suy đa thức cục bộ hoặc sự tiếp cận tính toán khác và có thể được chồng lên bản đồ cơ sở địa lý. Bản đồ sự phân bố các nguyên tố được tạo ra có thể bao gồm mũi tên hoặc một loại biểu tượng khác chỉ báo một hoặc một số các hướng chính, chẳng hạn như bắc, nam, đông và tây, để chỉ báo các sự định hướng của bản đồ. Theo các ví dụ khác, bản đồ sự phân bố các nguyên tố được tạo ra có thể được định hướng tự động, sao cho hướng thẳng đứng lên trên biểu thị hướng bắc, v.v. Trong một số các trường hợp, bản đồ được tạo ra có thể bao gồm sự chú giải tương ứng và/hoặc thanh tỷ lệ chỉ báo một hoặc một số các phạm vi hàm lượng các nguyên tố của một nguyên tố cụ thể hoặc một số các nguyên tố. Bản đồ sự phân bố các

nguyên tố được tạo ra có thể bao gồm bản đồ đường bao bao gồm một hoặc một số các nhãn trị số đường bao chỉ báo các vùng có cùng hàm lượng.

Quá trình 1600 có thể khi đó kết thúc. Trong một số các trường hợp, thiết bị xử lý 110 có thể được tạo cấu hình để lập lại một hoặc một số các quá trình để lập bản đồ sự phân bố các nguyên tố trên cơ sở dữ liệu quang phổ được thu gom.

Trong khi các phương án thể hiện cụ thể được mô tả chi tiết trong các hình vẽ và phần mô tả ở trên, sự thể hiện và mô tả như vậy được xem là nêu ra làm ví dụ và không hạn chế về tính cách, cần được hiểu rằng, chỉ có các phương án thể hiện được thể hiện và được mô tả và tất cả các thay đổi và các phương án được cải biến là nằm trong phạm vi của sáng chế đều mong muốn được bảo vệ. Có một số các lợi ích của sáng chế nảy sinh từ các tính năng khác nhau của thiết bị, hệ thống và các phương pháp được mô tả ở đây. Cần lưu ý rằng, các phương án thay thế của các thiết bị, các hệ thống và các phương pháp theo sáng chế có thể không bao gồm tất cả các tính năng được mô tả, nhưng vẫn có lợi từ ít nhất một số các ưu điểm của các tính năng đó. Các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể sẵn sàng đề xuất các cách triển khai các thiết bị, các hệ thống và các phương pháp của riêng họ để kết hợp một hoặc một số các đặc điểm của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống phân tích hàm lượng các nguyên tố trong đất của đồng ruộng, hệ thống này bao gồm:

thiết bị dò gamma được tạo cấu hình để thu quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất;

thiết bị định vị địa lý được tạo cấu hình để nhận các tọa độ địa lý của ít nhất một mẫu đất; và

bộ xử lý được ghép nối theo cách truyền thông với thiết bị dò gamma và thiết bị định vị địa lý, bộ xử lý được tạo cấu hình để:

kết hợp quang phổ gamma thu được của ít nhất một mẫu đất với các tọa độ địa lý của ít nhất một mẫu đất,

tính toán phần trăm trọng lượng của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất,

lập bản đồ chỉ ra mật độ của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất dựa trên phần trăm trọng lượng đã tính toán của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất, và

hiệu chỉnh năng lượng của quang phổ gamma thu được của ít nhất một mẫu đất dựa trên trị số định trước được xác định nhờ sử dụng dịch quang phổ và máy tính phần trăm trọng lượng.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó thiết bị dò gamma bao gồm hệ thống neutron nhiệt nhanh dạng xung.

3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống neutron nhiệt nhanh dạng xung bao gồm thiết bị tạo neutron.

4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó thiết bị dò gamma được tạo cấu hình để thu quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất dựa trên các tia gamma phát ra tự nhiên từ ít nhất một mẫu đất.

5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dịch quang phổ và máy tính phần trăm trọng lượng được tạo cấu hình để dịch quang phổ gamma thu được của ít nhất một mẫu đất sao cho, cho mỗi quang phổ gamma trong số các quang phổ gamma, các tâm của các đỉnh trội của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất được kết hợp với cùng một trong số các kênh năng lượng của quang phổ gamma thu được của ít nhất một mẫu đất.

6. Hệ thống theo điểm 1, trong đó mật độ của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất chỉ ra hàm lượng của ít nhất một trong số cacbon (C), silic (Si), kali (K), oxy (O), và hydro (H).

7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định hàm lượng của cacbon (C) trong ít nhất một mẫu đất dựa trên trung bình của để xác định được phát hiện trong một phần của đồng ruộng, và trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định hàm lượng của kali (K) dựa trên các tia gamma phát ra tự nhiên từ ít nhất một mẫu đất.

8. Hệ thống để phân tích hàm lượng nguyên tố của đất của đồng ruộng, hệ thống bao gồm:

thiết bị dò gamma được tạo cấu hình để thu quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất;

thiết bị định vị địa lý được tạo cấu hình để nhận các tọa độ địa lý của ít nhất một mẫu đất; và

bộ xử lý được ghép nối theo cách truyền thông với thiết bị dò gamma và thiết bị định vị địa lý, bộ xử lý được tạo cấu hình để:

kết hợp quang phổ gamma thu được của ít nhất một mẫu đất với các tọa độ địa lý của ít nhất một mẫu đất,

tính toán phần trăm trọng lượng của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất,

lập bản đồ chỉ ra mật độ của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất dựa trên phần trăm trọng lượng đã tính toán của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất, và

tính toán phần trăm trọng lượng của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất dựa trên thời gian sống của quang phổ gamma, trong đó thời gian sống của quang phổ gamma là trung bình của các thời gian sống của mỗi thiết bị dò trong số các thiết bị dò.

9. Hệ thống theo điểm 8, trong đó trung bình của các thời gian sống của mỗi thiết bị dò trong số các thiết bị dò dựa trên thời gian đo thực tế, tốc độ đếm đầu vào, và tốc độ đếm đầu ra.

10. Hệ thống theo điểm 8, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để kết hợp phần trăm trọng lượng đã tính toán của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất với trung điểm địa lý giữa hai lần ghi liên tiếp.

11. Hệ thống theo điểm 8, trong đó thiết bị dò gamma bao gồm hệ thống neutron nhiệt nhanh dạng xung.

12. Hệ thống theo điểm 8, trong đó thiết bị dò gamma được tạo cấu hình để thu quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất dựa trên các tia gamma phát ra tự nhiên từ ít nhất một mẫu đất.

13. Hệ thống theo điểm 8, trong đó mật độ của nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất chỉ ra hàm lượng của ít nhất một trong số cacbon (C), silic (Si), kali (K), oxy (O), và hydro (H).

14. Hệ thống theo điểm 13, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định hàm lượng của cacbon (C) Trong ít nhất một mẫu đất dựa trên trung bình của để xác định được phát hiện trong một phần của đồng ruộng, và trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định hàm lượng của kali (K) dựa trên các tia gamma phát ra tự nhiên từ ít nhất một mẫu đất.

15. Phương pháp để phân tích hàm lượng của đất của cánh đồng nông nghiệp, phương pháp này bao gồm:

phân chia, bởi bộ xử lý, diện tích bề mặt của cánh đồng nông nghiệp thành nhiều phần;

quét, bởi thiết bị dò gamma được ghép nối theo cách truyền thông với bộ xử lý, ít nhất một mẫu đất trong mỗi một phần trong số các phần của diện tích bề mặt của cánh đồng nông nghiệp để phát hiện quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất;

kết hợp, bởi bộ xử lý, quang phổ gamma phát hiện được của ít nhất một mẫu đất với vị trí địa lý của ít nhất một mẫu đất;

tính toán, bởi bộ xử lý, dựa trên quang phổ gamma phát hiện được của ít nhất một mẫu đất, lượng của ít nhất một nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất; và

lập, bởi bộ xử lý, bản đồ chỉ ra lượng của ít nhất một nguyên tố trong mỗi một phần trong số các phần của diện tích bề mặt của cánh đồng nông nghiệp.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó lượng của ít nhất một nguyên tố trong ít nhất một mẫu đất bao gồm trị số mật độ của ít nhất một trong số cacbon (C), silic (Si), kali (K), oxy (O), hydro (H), và clo (Cl).

17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó mỗi một phần trong số các phần của diện tích bề mặt của cánh đồng nông nghiệp có cảnh quan đồng nhất.

18. Phương pháp theo điểm 15, trong đó bước quét ít nhất một mẫu đất trong mỗi một phần trong số các phần của cánh đồng nông nghiệp để phát hiện quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất bao gồm bước quét ít nhất một mẫu đất trong mỗi một phần trong số các phần của cánh đồng nông nghiệp bằng cách sử dụng hệ thống neutron nhiệt nhanh dạng xung có thiết bị tạo neutron.

19. Phương pháp theo điểm 15, trong đó các phần của diện tích bề mặt của cánh đồng nông nghiệp tích lũy bao gồm ít nhất 10% của diện tích bề mặt của cánh đồng nông nghiệp.

20. Phương pháp theo điểm 15, phương pháp này còn bao gồm bước hiệu chỉnh năng lượng của quang phổ gamma của ít nhất một mẫu đất dựa trên trị số định trước.

1/11

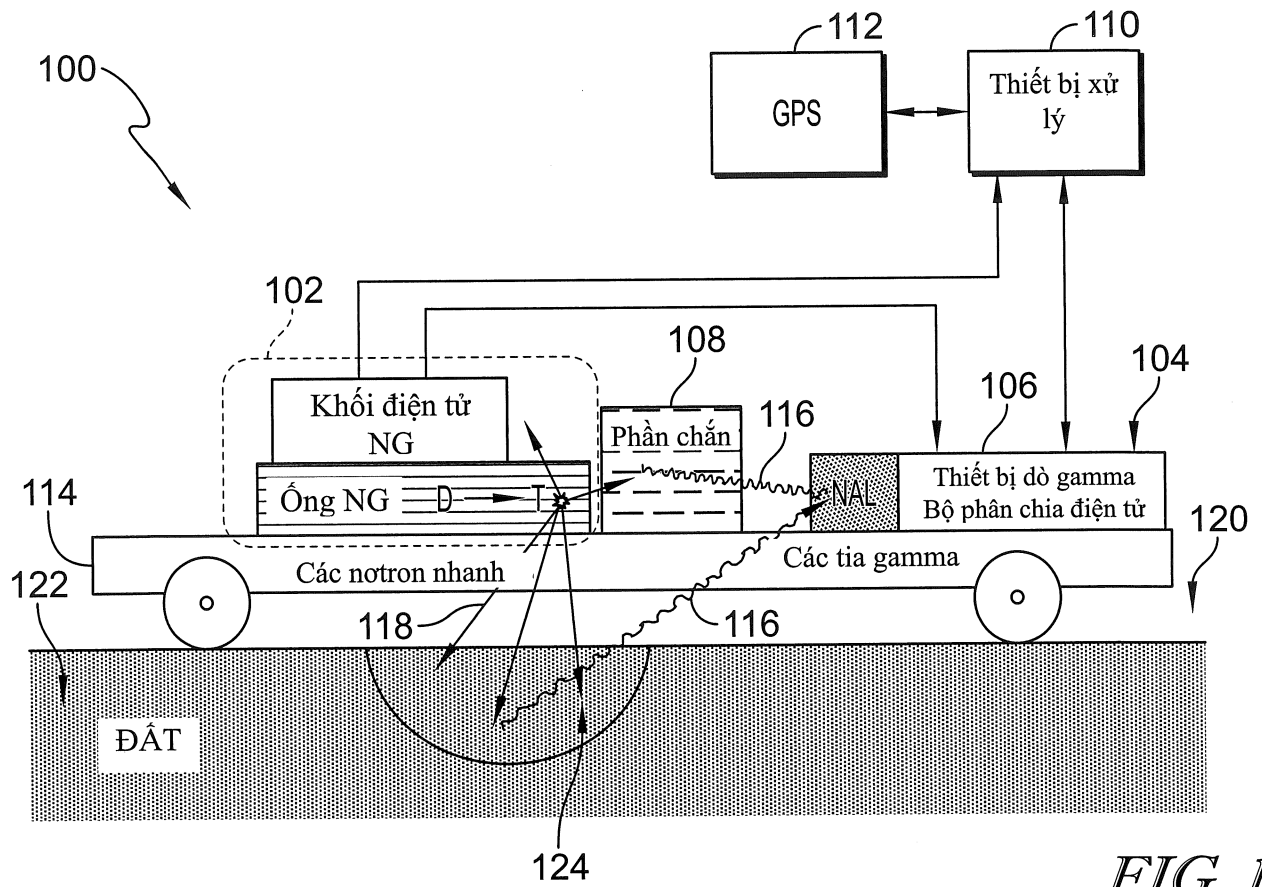


FIG. 1

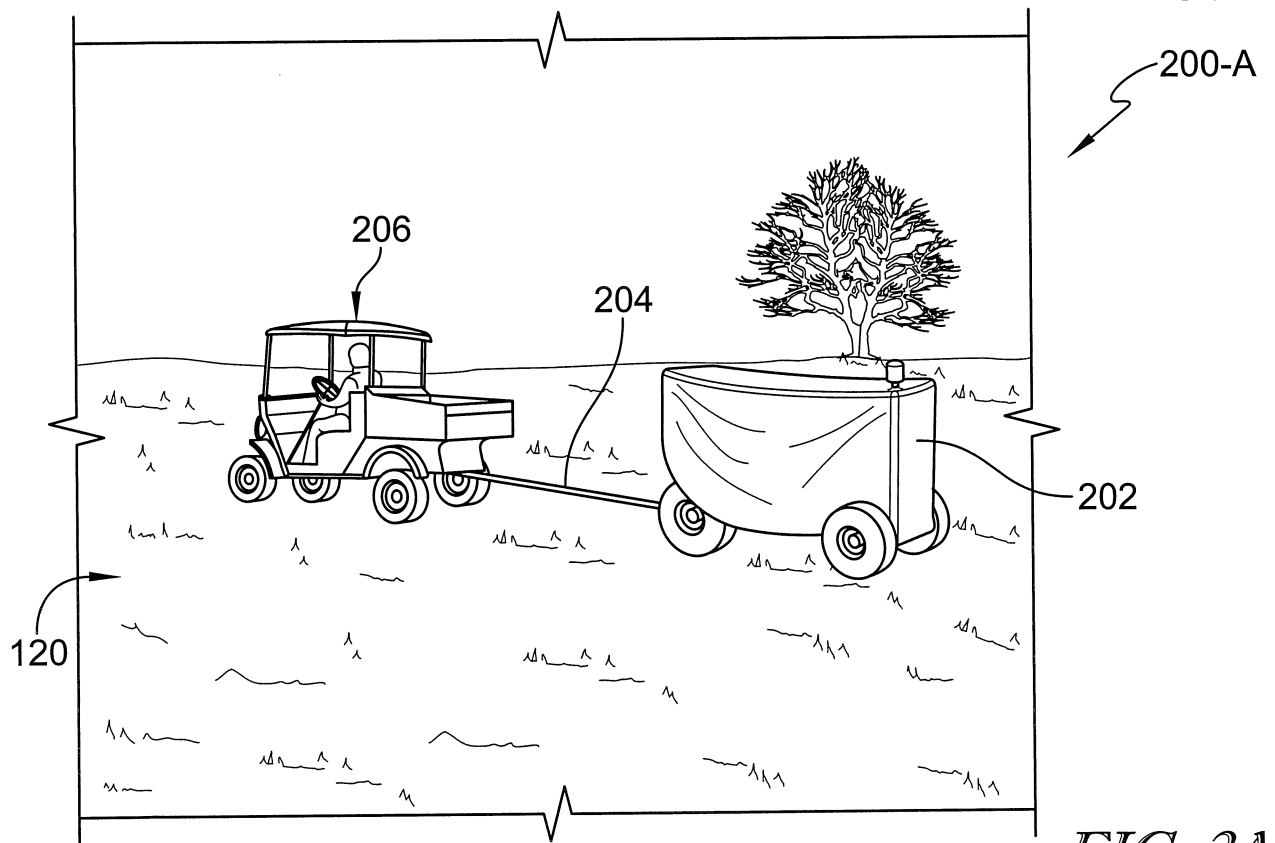


FIG. 2A

2/11

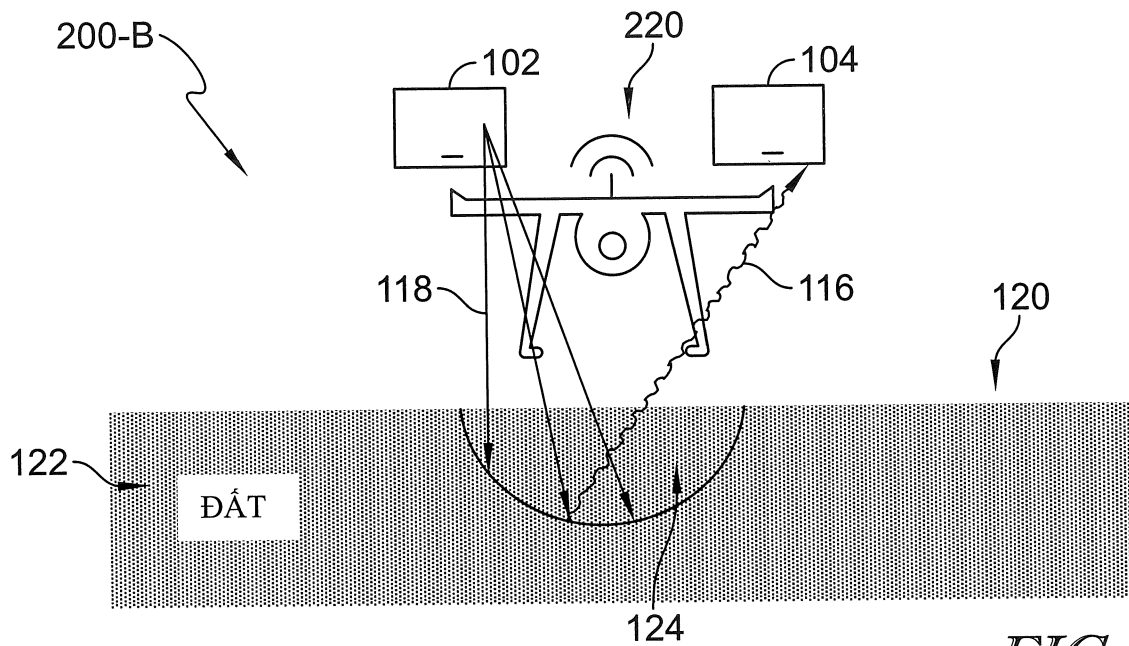


FIG. 2B

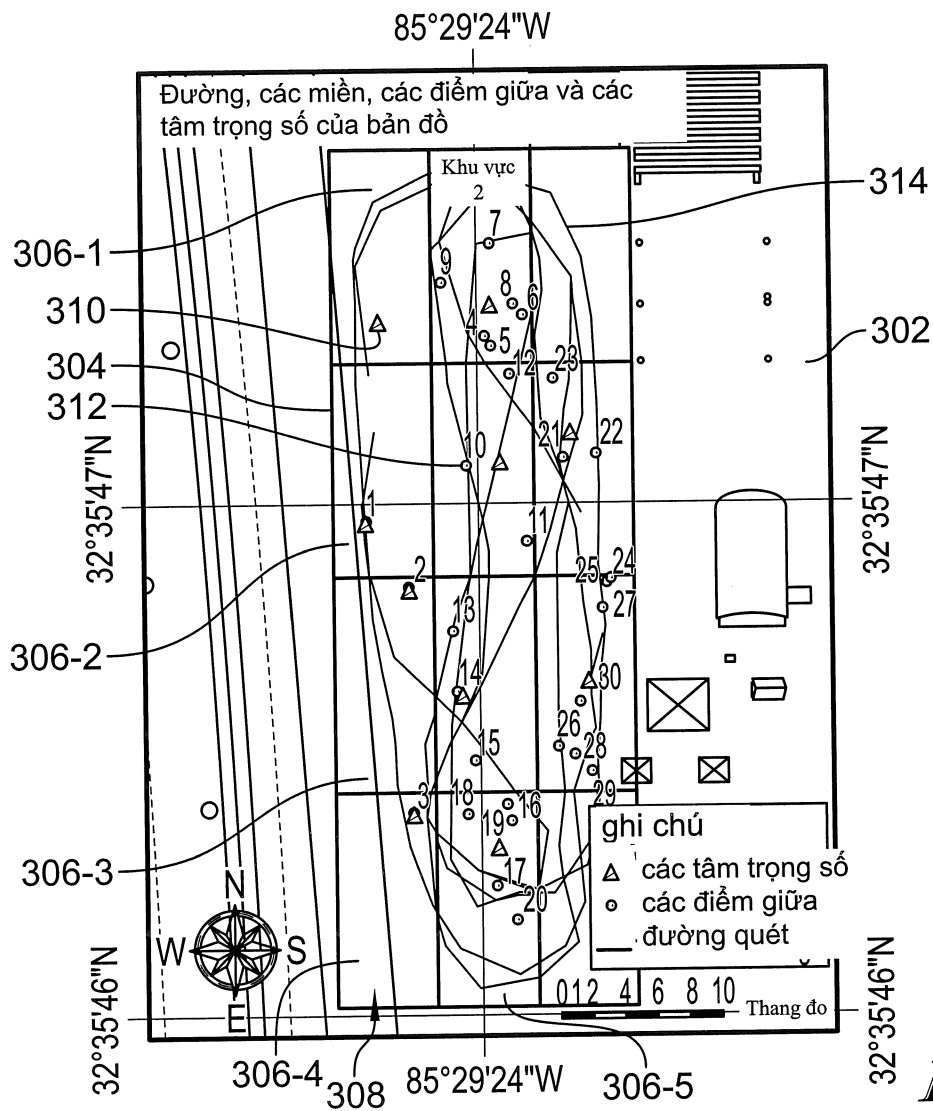


FIG. 3

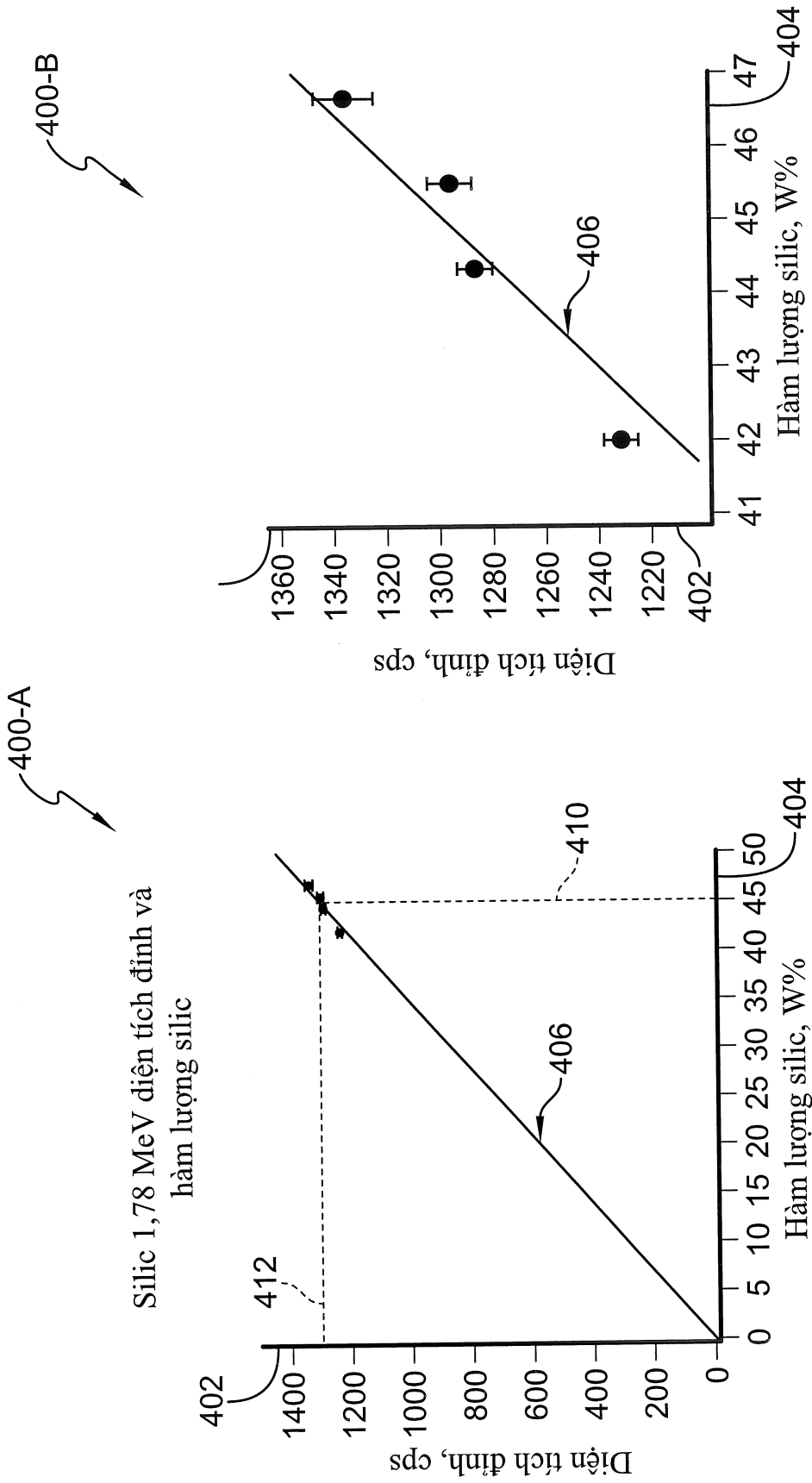


FIG. 4A

FIG. 4B

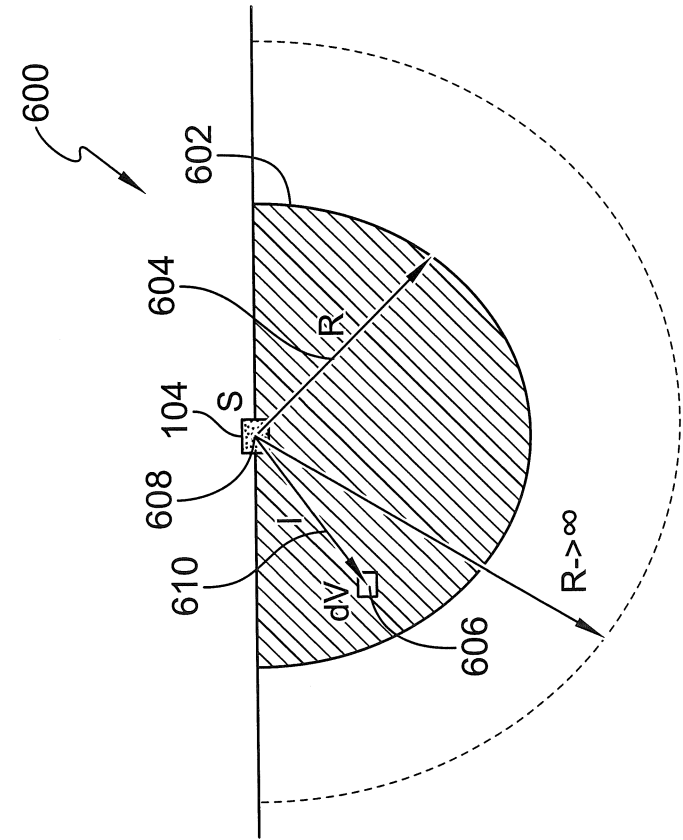


FIG. 6

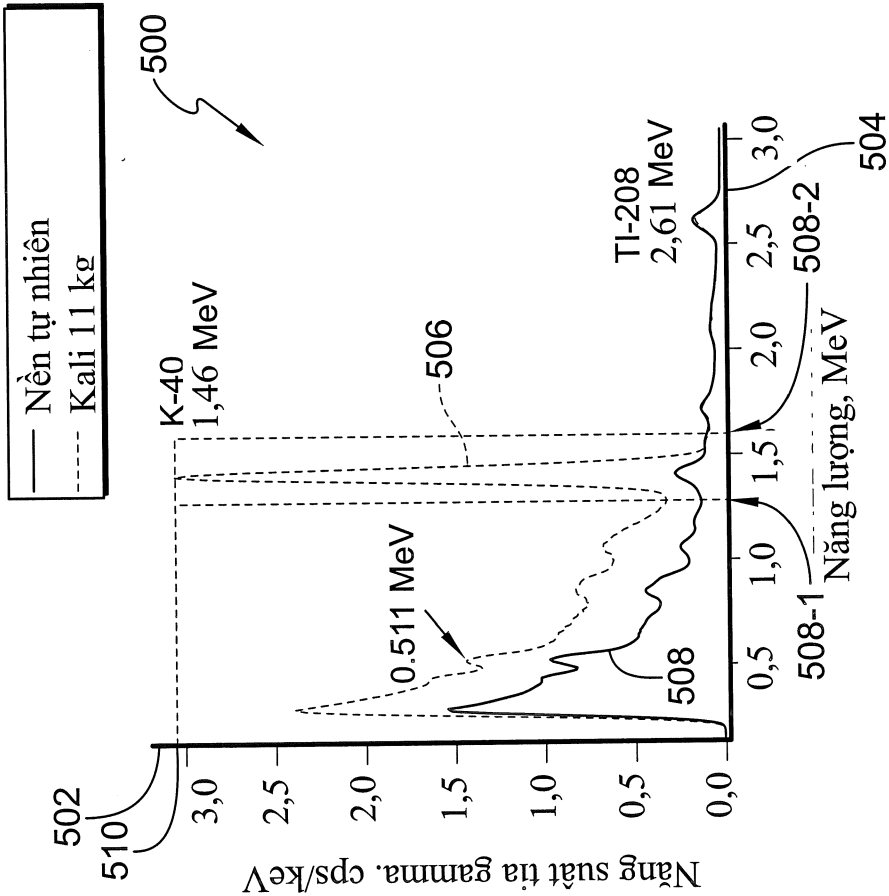


FIG. 5

700

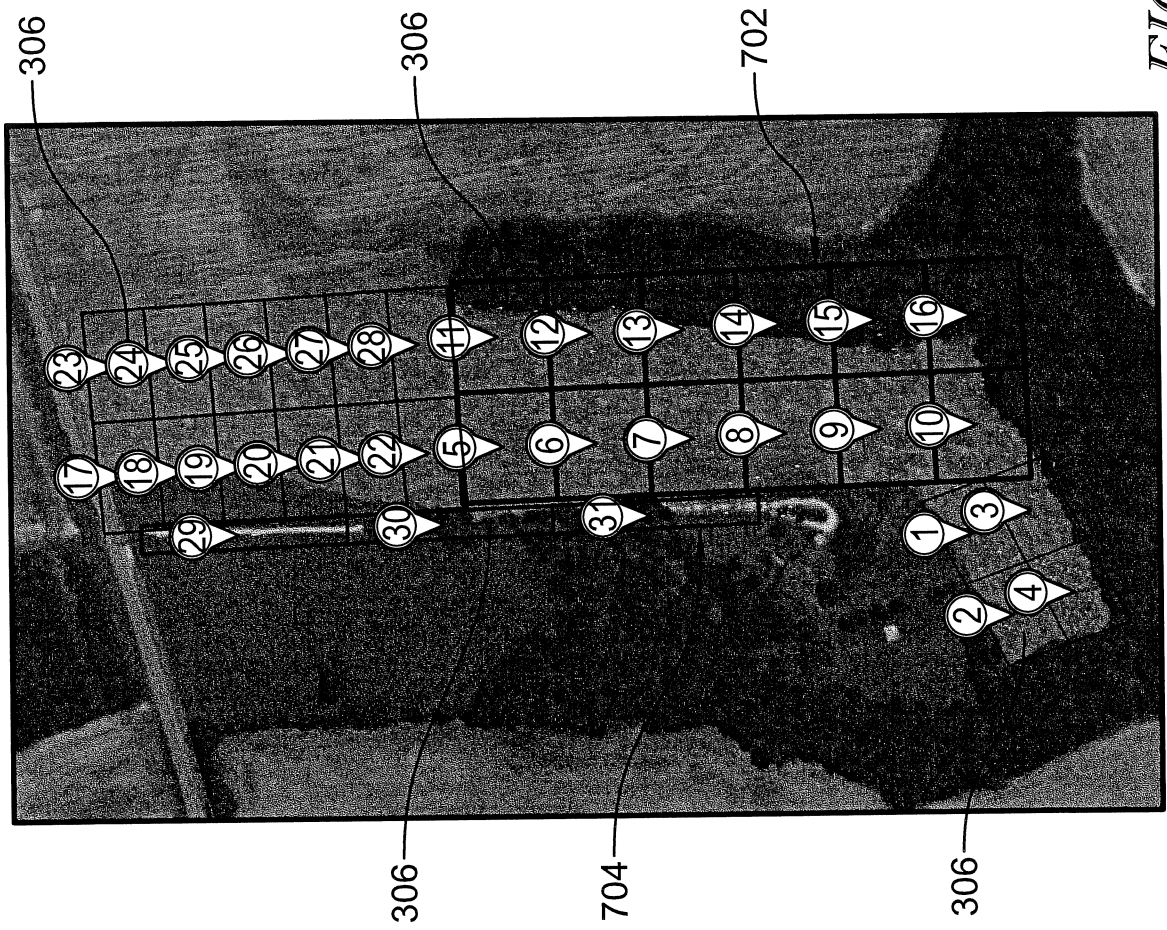


FIG. 7

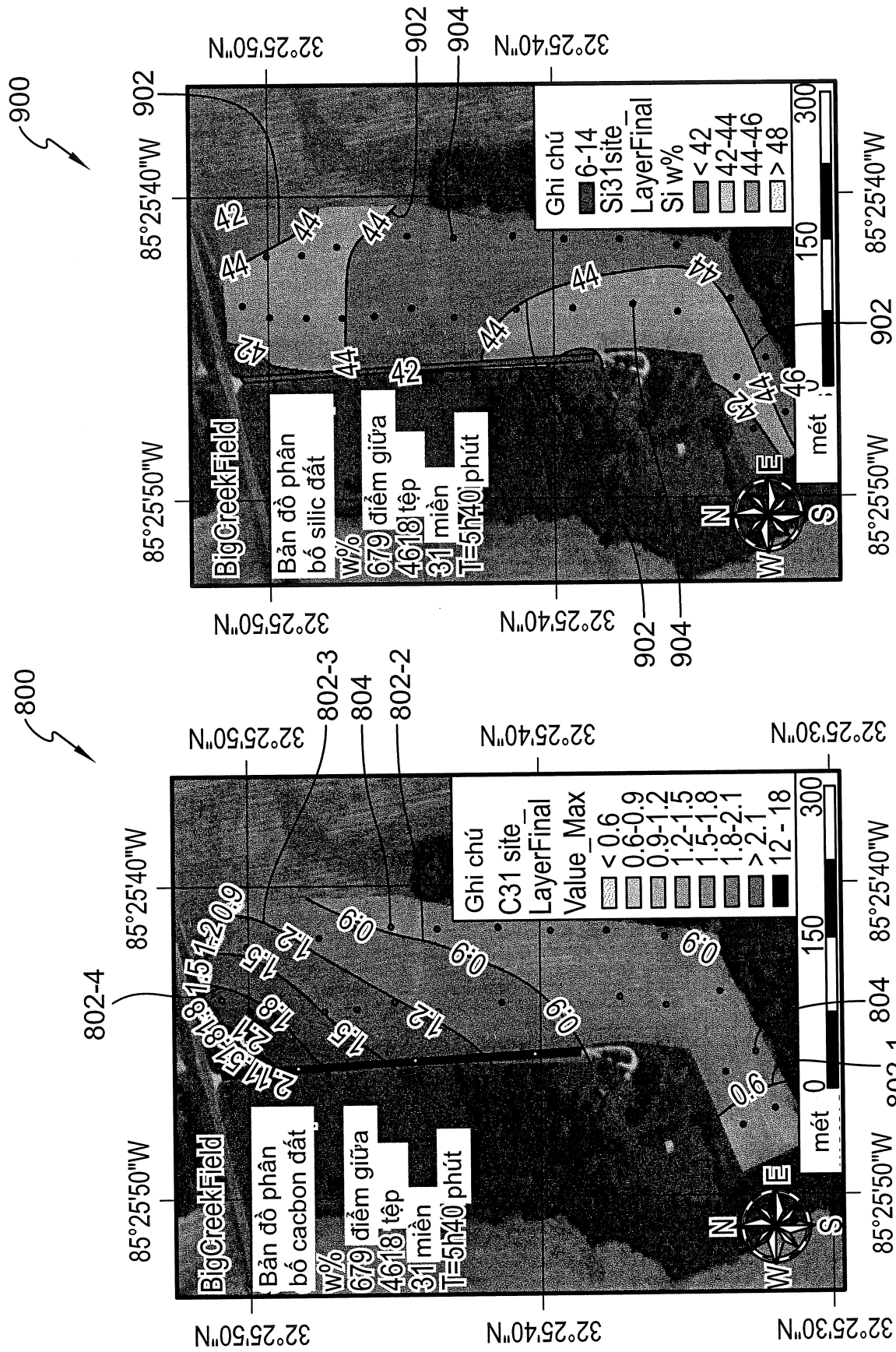


FIG. 9

FIG. 8

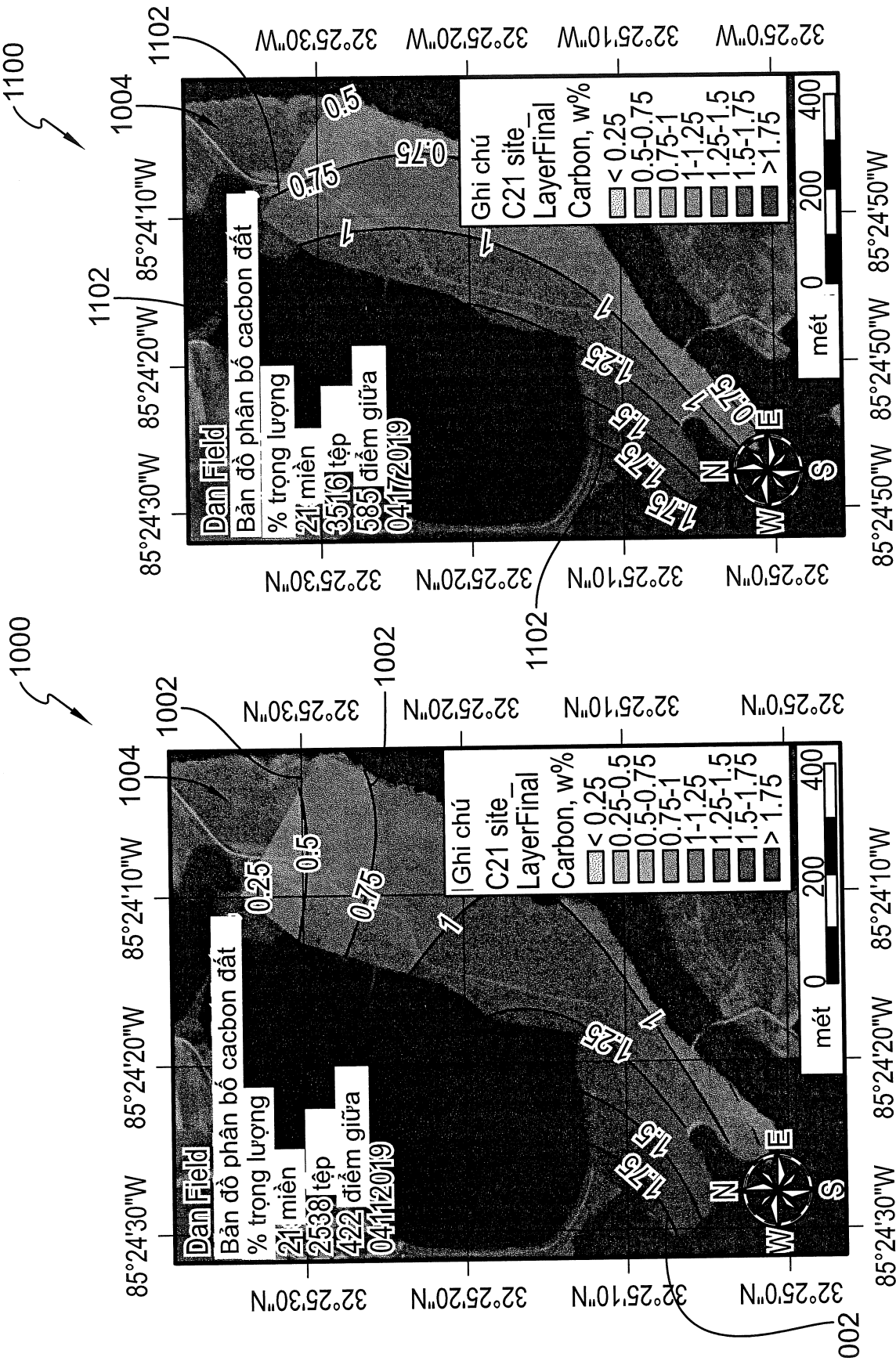


FIG. 11

FIG. 10

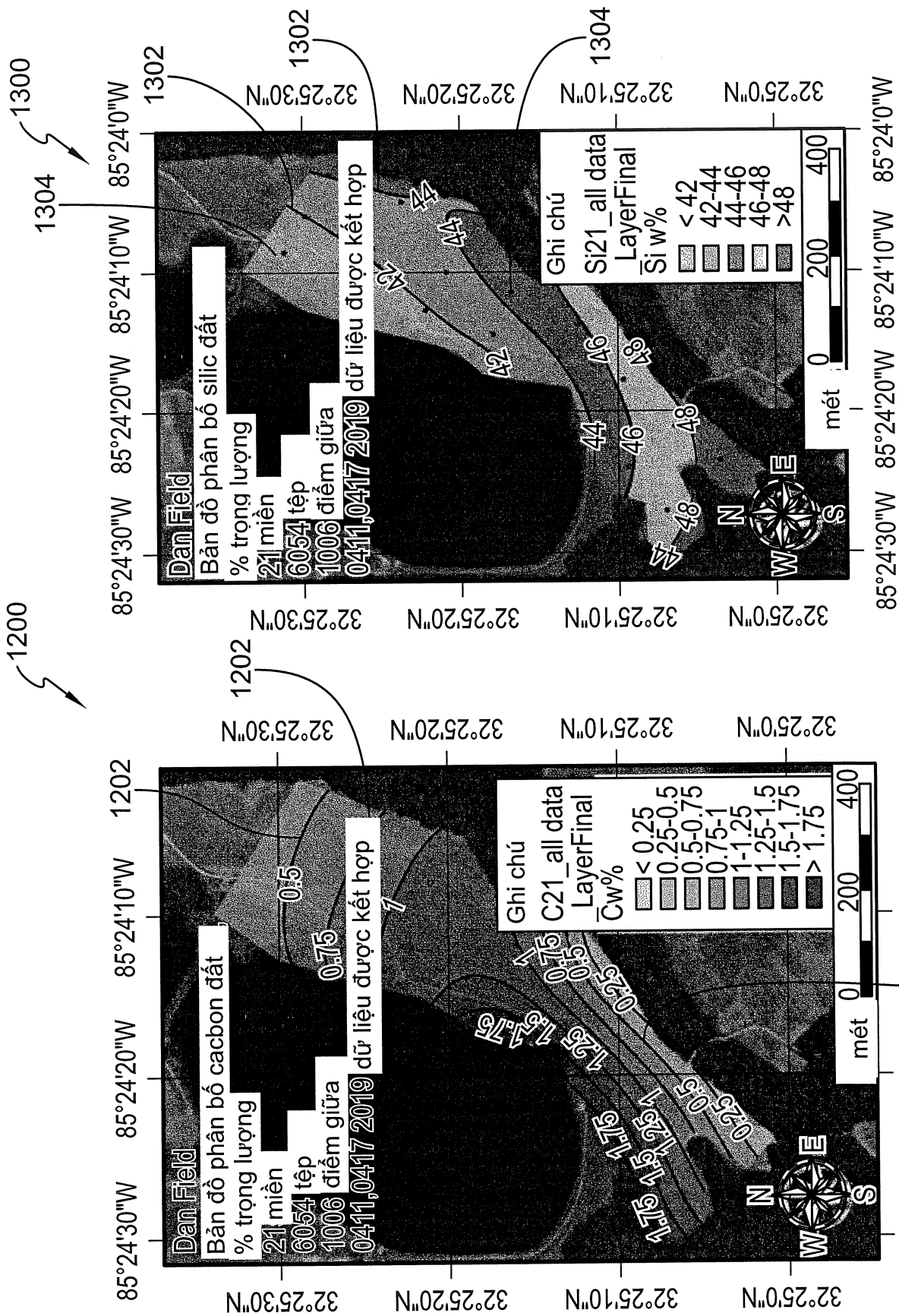
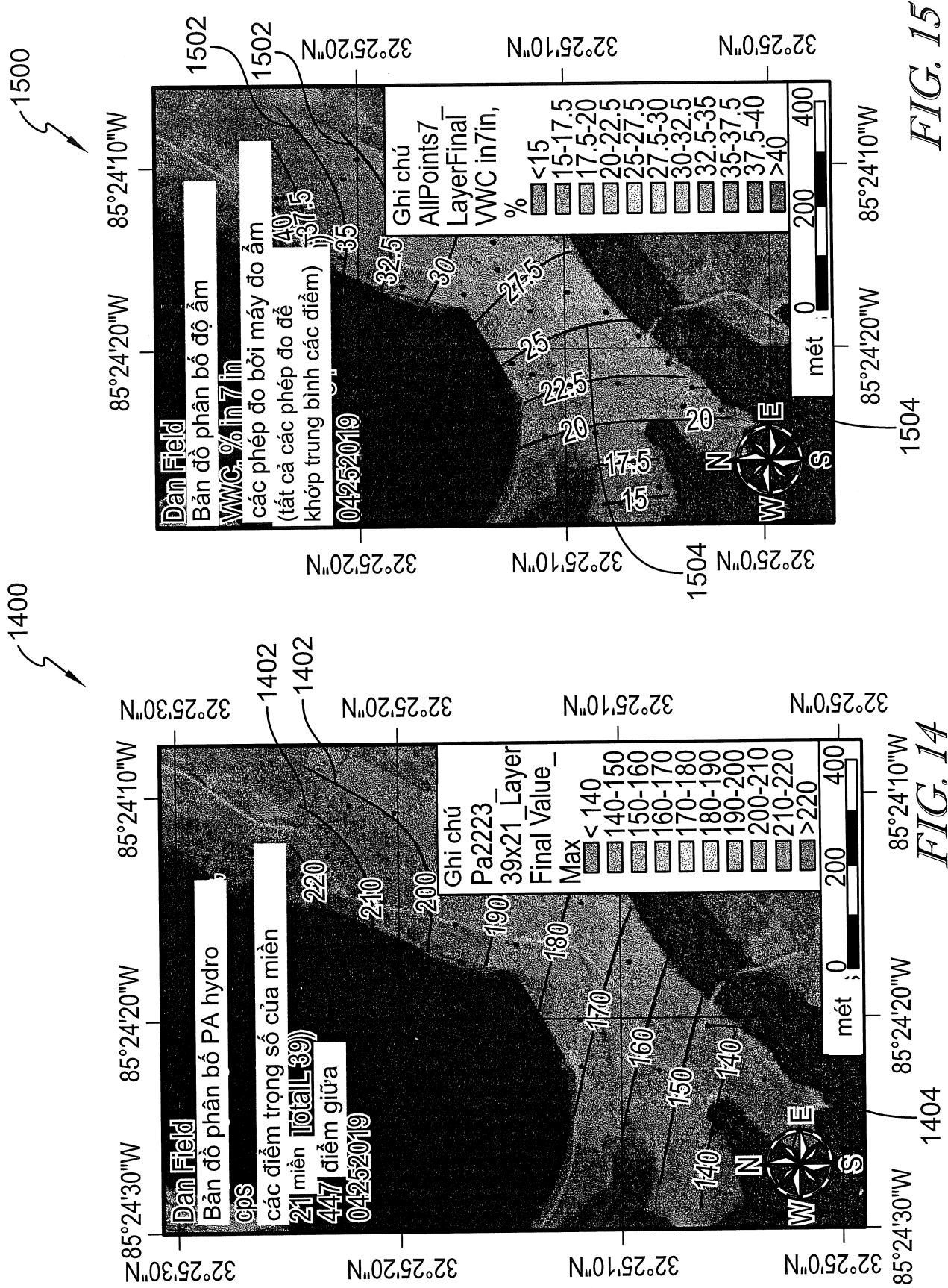
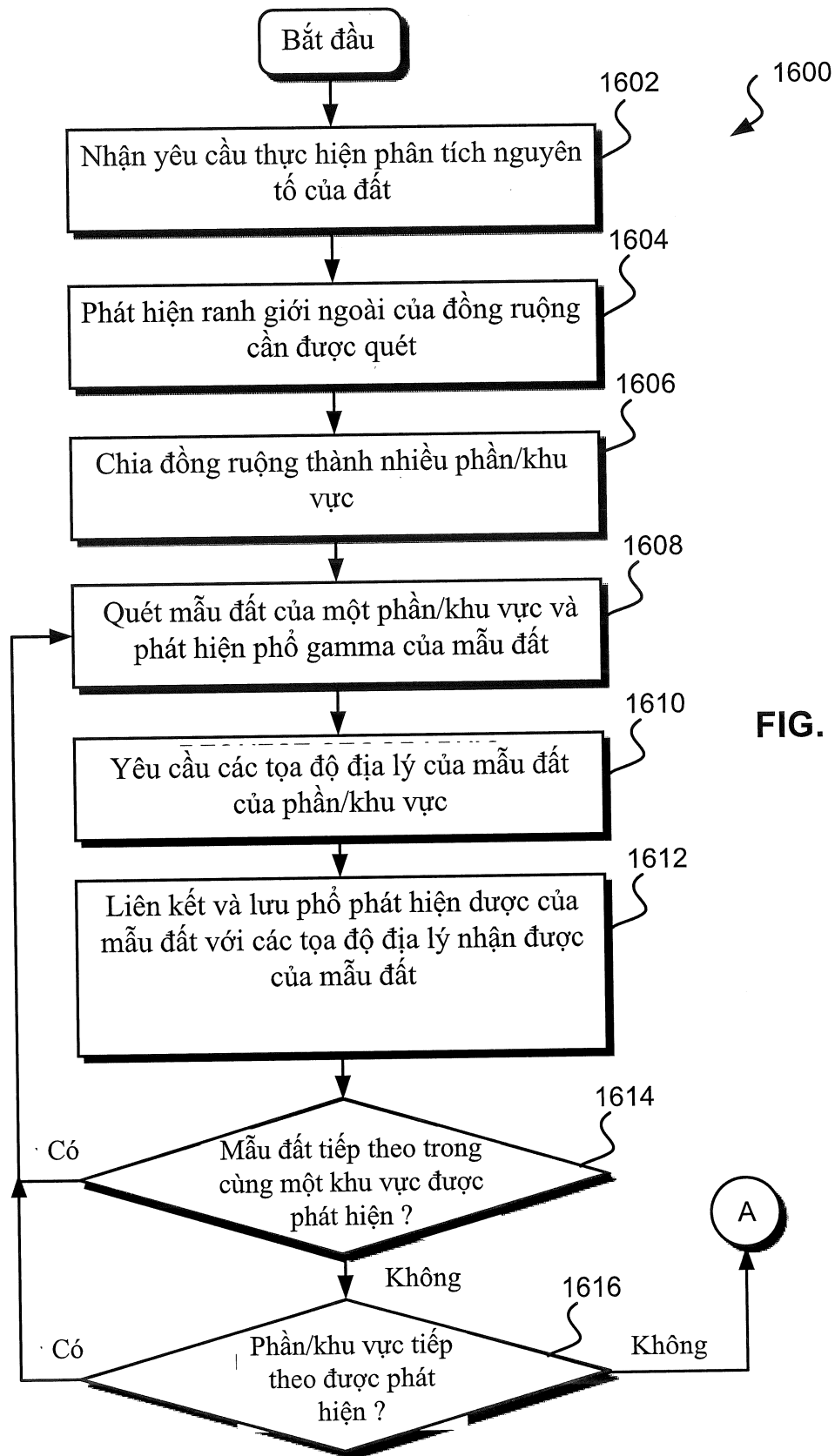


FIG. 13

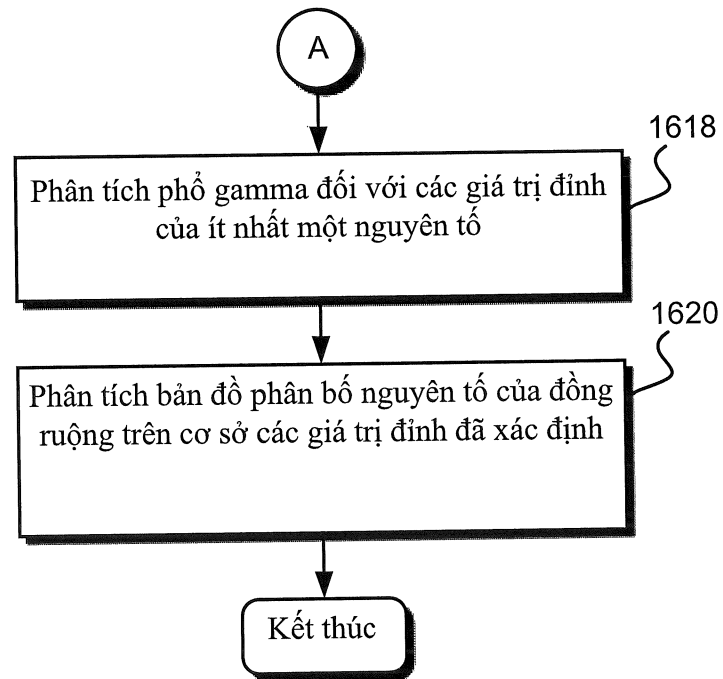
FIG. 12



10/11



11/11

**FIG. 16B**