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

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

(11) **1-0048920**

(51)[2021.01] **G01S 13/00**; G01S 13/50

(13) **B**

(21) 1-2022-07193
(22) 02/04/2021
(86) PCT/US2021/025520 02/04/2021
(87) WO 2021/230990 18/11/2021
(30) 63/023,080 11/05/2020 US; 17/020,410 14/09/2020 US
(45) 25/07/2025 448
(43) 27/02/2023 419A
(73) Qualcomm Incorporated (US)
Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-1714, United States of America
(72) TRAININ, Solomon (IL); EITAN, Alecsander Petru (IL); KASHER, Assaf (IL).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D &N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY DO THIẾT BỊ NÀY THỰC HIỆN

(21) 1-2022-07193

(57) Sáng chế đề xuất các hệ thống, phương pháp và thiết bị, bao gồm các chương trình máy tính được mã hóa trên phương tiện lưu trữ bằng máy tính, để truyền thông qua rađa nhiều vị trí. Theo một khía cạnh, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận. Thiết bị truyền thông không dây có thể truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung. Thiết bị truyền thông không dây có thể truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã theo hướng của mỗi thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận. Thiết bị truyền thông không dây có thể còn truyền một hoặc nhiều xung theo nhiều hướng. Thiết bị truyền thông không dây có thể nhận phản hồi từ ít nhất một thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận và xác định thông tin định tầm về đối tượng dựa vào phản hồi và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận. Ngoài ra, sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông không dây do thiết bị truyền thông không dây thực hiện.

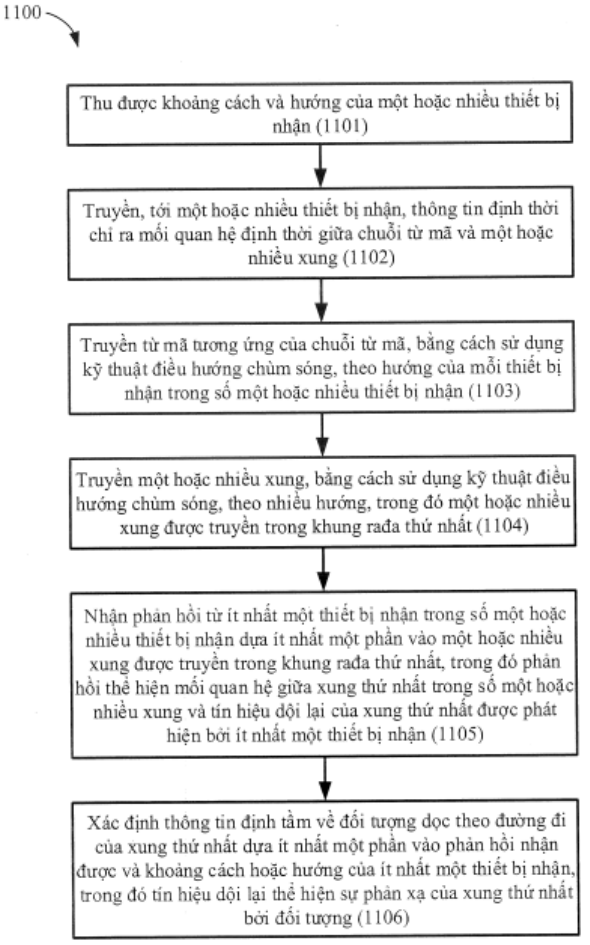

Fig.11A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến truyền thông không dây, và cụ thể hơn, là đến các phép đo rađa nhiều vị trí trong các hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Rađa là kỹ thuật định tầm có thể được sử dụng để xác định khoảng cách của các đối tượng so với vị trí cho trước. Hệ thống rađa hoạt động bằng cách truyền và nhận các xung điện từ. Một số xung phản xạ khỏi các đối tượng hoặc bề mặt dọc theo đường truyền, tạo ra "tín hiệu dội lại". Hệ thống rađa có thể xác định các khoảng cách của các đối tượng hoặc bề mặt dựa vào thời gian trọn vòng giữa cuộc truyền xung đến cuộc nhận tín hiệu dội lại của xung đó. Trong hệ thống rađa một vị trí, các anten được sử dụng để truyền các xung ("anten truyền") được đặt cùng vị trí với các anten được sử dụng để nhận tín hiệu dội lại ("anten nhận"). Ví dụ, anten truyền và anten nhận thường được bố trí trên cùng một thiết bị. Điều này cho phép đồng bộ hóa đơn giản giữa định thời các xung được truyền và định thời của các tín hiệu dội lại nhận được vì đồng hồ của cùng một thiết bị (hoặc hệ thống) có thể được sử dụng cho cả hai.

Trong hệ thống rađa nhiều vị trí, các anten truyền được đặt cách xa anten nhận một khoảng đáng kể. Sự phân tập về không gian được tạo ra bởi các hệ thống rađa nhiều vị trí cung cấp độ chính xác cao của vị trí mục tiêu và cho phép quan sát đồng thời các phía khác nhau của mục tiêu. Tuy nhiên, để đạt được khoảng cách cần thiết giữa anten truyền và anten nhận, nhiều hệ thống rađa nhiều vị trí được triển khai bằng cách sử dụng nhiều thiết bị không có truyền thông hữu tuyến giữa chúng. Ví dụ, các anten truyền có thể được bố trí trên một thiết bị truyền và các anten nhận có thể được bố trí trên một hoặc nhiều thiết bị nhận phân tập về không gian (với khu vực phủ sóng dùng chung hoặc dùng chung một phần). Thiết bị truyền có thể truyền các xung theo nhiều hướng khác nhau và thiết bị nhận có thể phát hiện ra tín hiệu dội lại tạo ra. Các thiết bị truyền và nhận sử dụng các đồng hồ riêng biệt để định thời các cuộc truyền xung và phát hiện tín hiệu dội lại. Theo đó, cần có cơ chế để đồng bộ hóa cuộc truyền xung của thiết bị truyền với cuộc

nhận tín hiệu dội lại của thiết bị nhận và trao đổi thông tin đo rađa giữa thiết bị truyền và thiết bị nhận.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mỗi hệ thống, phương pháp và thiết bị theo sáng chế đều có một số khía cạnh sáng tạo, không một khía cạnh nào trong số đó chịu trách nhiệm duy nhất về các thuộc tính mong muốn được bộc lộ ở đây.

Một khía cạnh sáng tạo của đối tượng được mô tả theo sáng chế có thể được triển khai dưới dạng phương pháp truyền thông không dây. Phương pháp này có thể do thiết bị truyền thông không dây thực hiện để truyền xung rađa đến một hoặc nhiều thiết bị nhận. Theo một số phương án triển khai, phương pháp này có thể bao gồm bước thu được khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận; truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung; truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của mỗi trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận; truyền một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất; nhận phản hồi từ ít nhất một thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất, trong đó phản hồi thể hiện mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị nhận; và xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng. Thông tin định tầm có thể bao gồm ít nhất một trong số khoảng cách, hướng hoặc vận tốc của đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây.

Theo một số phương án triển khai, phương pháp này có thể còn bao gồm bước truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, một hoặc nhiều khung cảnh báo rađa trước chuỗi từ mã, mỗi khung cảnh báo rađa được truyền theo hướng của một thiết bị nhận tương ứng trong số các thiết bị nhận và chỉ ra địa chỉ của thiết bị nhận tương ứng và địa chỉ để phản hồi sẽ được gửi đến. Theo một số phương án triển khai, việc truyền một hoặc nhiều xung có thể bao gồm bước thay đổi động cấu hình anten của thiết bị truyền thông

không dây để truyền một hoặc nhiều xung theo nhiều hướng, trong đó mỗi cấu hình anten được kết hợp với một hướng tương ứng trong số nhiều hướng.

Theo một số phương án triển khai, phản hồi có thể chỉ ra xung tương ứng trong số một hoặc nhiều xung từ đó ít nhất một thiết bị nhận phát hiện được tín hiệu dội lại. Theo một số phương án triển khai khác, phản hồi có thể chỉ ra ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (angle of arrival - AOA) của tín hiệu dội lại so với ít nhất một thiết bị nhận. Theo một số phương án triển khai khác, phản hồi có thể chỉ ra độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện tín hiệu dội lại bởi ít nhất một thiết bị nhận. Theo một số phương án triển khai khác, phản hồi có thể còn chỉ ra đáp ứng xung kênh (channel impulse response - CIR) được kết hợp với tín hiệu dội lại và độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc đo CIR bởi ít nhất một thiết bị nhận.

Theo một số phương án triển khai, phản hồi có thể chỉ ra khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đo được bởi ít nhất một thiết bị nhận liên quan đến đối tượng. Theo một số phương án triển khai khác, việc xác định thông tin định tầm có thể bao gồm bước truyền lại một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai; nhận phản hồi bổ sung từ ít nhất một thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai; và xác định vận tốc của đối tượng dựa ít nhất một phần vào phản hồi kết hợp với khung rađa thứ nhất và phản hồi bổ sung kết hợp với khung rađa thứ hai.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả theo sáng chế có thể được triển khai trong thiết bị truyền thông không dây. Thiết bị truyền thông không dây có thể bao gồm nhiều anten, một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ nhớ lưu trữ các lệnh khi do một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi, có thể khiến cho thiết bị truyền thông không dây thu được khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận; truyền tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung; truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của mỗi trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận; truyền một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất; nhận phản hồi từ ít nhất một trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất, trong đó phản hồi thể hiện

mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị nhận; và xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất, dựa ít nhất một phần vào phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng đã xác định của ít nhất một thiết bị nhận, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả theo sáng chế có thể được triển khai dưới dạng phương pháp truyền thông không dây. Phương pháp này có thể do thiết bị truyền thông không dây thực hiện để nhận tín hiệu dội lại của các xung rađa được truyền bởi thiết bị truyền. Theo một số phương án triển khai, phương pháp này có thể bao gồm bước nhận, từ thiết bị truyền, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung; phát hiện, ở thời điểm thứ nhất, từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền; phát hiện, ở thời điểm thứ hai, tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền; tạo phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng; và truyền phản hồi đến thiết bị truyền.

Theo một số phương án triển khai, phương pháp này có thể còn bao gồm bước xác định hướng của thiết bị truyền; phát hiện khung cảnh báo rađa được truyền bởi thiết bị truyền trước chuỗi từ mã, trong đó khung cảnh báo rađa bao gồm chỉ báo về địa chỉ của thiết bị truyền và địa chỉ của thiết bị truyền thông không dây; và điều chỉnh nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo hướng của thiết bị truyền, để đáp lại việc phát hiện khung cảnh báo rađa, để phát hiện chuỗi từ mã. Theo một số phương án triển khai, phương pháp này có thể còn bao gồm bước định vị nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo nhiều hướng để phát hiện tín hiệu dội lại của xung thứ nhất. Theo một số phương án triển khai, một hoặc nhiều xung có thể bao gồm chuỗi các xung và thông tin định thời có thể chỉ ra độ trễ giữa chuỗi từ mã và điểm bắt đầu của chuỗi xung.

Theo một số phương án triển khai, việc tạo phản hồi có thể bao gồm bước xác định vị trí của xung thứ nhất trong chuỗi các xung dựa vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó phản hồi bao gồm chỉ báo về vị trí của xung thứ nhất. Theo một số phương án triển khai, việc tạo ra phản hồi có thể bao gồm bước xác định ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (AOA) của tín hiệu

dội lại, trong đó phản hồi bao gồm chỉ báo về góc phương vị hoặc góc ngẩng đã xác định. Theo một số phương án triển khai, việc tạo phản hồi có thể bao gồm bước xác định độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện tín hiệu dội lại dựa vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó phản hồi bao gồm chỉ báo về độ trễ đã xác định. Theo một số phương án triển khai khác, việc tạo ra phản hồi có thể bao gồm bước đo đáp ứng xung kênh (CIR) được kết hợp với tín hiệu dội lại, trong đó phản hồi chỉ ra CIR đo được và độ trễ giữa cuộc truyền xung tương ứng và phép đo CIR.

Theo một số phương án triển khai, việc tạo phản hồi có thể bao gồm bước xác định khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây dựa ít nhất một phần vào tín hiệu dội lại thứ nhất, trong đó phản hồi bao gồm khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đã xác định. Theo một số phương án triển khai, việc xác định độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng có thể bao gồm bước phát hiện, ở thời điểm thứ ba, tín hiệu dội lại của xung thứ hai trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền; và xác định độ dịch Doppler dựa vào tín hiệu dội lại thứ nhất và tín hiệu dội lại thứ hai.

Một khía cạnh sáng tạo khác của đối tượng được mô tả theo sáng chế có thể được triển khai trong thiết bị truyền thông không dây. Thiết bị truyền thông không dây có thể bao gồm nhiều anten, một hoặc nhiều bộ xử lý và bộ nhớ. Bộ nhớ lưu trữ các lệnh khi do một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi, có thể khiến cho thiết bị truyền thông không dây nhận, từ thiết bị truyền, thông tin định thời cho biết mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung; phát hiện, ở thời điểm thứ nhất, từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền; phát hiện, ở thời điểm thứ hai, tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền; tạo phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng; và truyền phản hồi đến thiết bị truyền.

Chi tiết về một hoặc nhiều phương án triển khai của đối tượng được mô tả theo sáng chế được trình bày trong các hình vẽ kèm theo và phần mô tả bên dưới. Các tính năng, khía cạnh và lợi thế khác sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả, hình vẽ và các yêu cầu bảo hộ. Lưu ý rằng kích thước tương đối của các hình vẽ sau đây có thể không được vẽ theo tỷ lệ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối của hệ thống không dây làm ví dụ.

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của trạm (station - STA) không dây làm ví dụ.

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối của điểm truy cập (access point - AP) làm ví dụ.

Fig.4 thể hiện ví dụ về hệ thống Rađa hai vị trí.

Fig.5 thể hiện ví dụ về hệ thống rađa nhiều vị trí.

Fig.6 thể hiện ví dụ về khối dữ liệu giao thức (protocol data unit - PDU).

Fig.7 thể hiện ví dụ về hệ thống rađa nhiều vị trí.

Fig.8 thể hiện sơ đồ định thời mô tả ví dụ về truyền thông rađa nhiều vị trí.

Fig.9 thể hiện ví dụ về hệ thống rađa nhiều vị trí.

Fig.10 thể hiện sơ đồ định thời mô tả ví dụ về truyền thông rađa nhiều vị trí.

Fig.11A thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây.

Fig.11B thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây.

Fig.12A thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây.

Fig.12B thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây.

Fig.13 thể hiện sơ đồ khối của bộ phát rađa làm ví dụ.

Fig.14 thể hiện sơ đồ khối của bộ thu rađa làm ví dụ.

Các số tham chiếu và ký hiệu giống nhau trên các hình vẽ khác nhau chỉ cùng các phần tử giống nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả sau đây hướng đến một số phương án triển khai cụ thể nhằm mục đích mô tả các khía cạnh sáng tạo của sáng chế. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ dễ dàng nhận ra rằng những chỉ dẫn ở đây có thể được áp dụng theo nhiều cách khác nhau. Các phương án triển khai được mô tả có thể được thực hiện trong bất kỳ thiết bị, hệ thống hoặc mạng nào có khả năng truyền và nhận tín hiệu tần số vô tuyến (radio frequency- RF) theo một hoặc nhiều chuẩn trong số chuẩn Tiến hóa dài

hạn (Long Term Evolution - LTE), 3G, 4G hoặc 5G (chuẩn vô tuyến mới (New Radio - NR)), các chuẩn này được ban hành bởi Dự án đối tác thế hệ thứ 3 (3rd Generation Partnership Project - 3GPP), chuẩn Viện kỹ sư điện và điện tử (Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE) 802.11, chuẩn IEEE 802.15 hoặc chuẩn Bluetooth® được xác định bởi Nhóm lợi ích đặc biệt (Special Interest Group - SIG) về Bluetooth, trong số các chuẩn khác. Các phương án triển khai được mô tả có thể được thực hiện trong bất kỳ thiết bị, hệ thống hoặc mạng nào có khả năng truyền và nhận tín hiệu RF theo một hoặc nhiều trong số các công nghệ hoặc kỹ thuật sau: đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access - CDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access - TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (frequency division multiple access - FDMA), FDMA trực giao (orthogonal FDMA - OFDMA), FDMA một sóng mang (single-carrier FDMA - SC-FDMA), nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-input multiple-output - MIMO) một người dùng (single-user - SU) và MIMO nhiều người dùng (multi-user - MU). Các phương án triển khai được mô tả cũng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các giao thức truyền thông không dây khác hoặc tín hiệu RF thích hợp để sử dụng trong một hoặc nhiều mạng diện rộng không dây (wireless wide area network - WWAN), mạng khu vực cá nhân không dây (wireless personal area network - WPAN), mạng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN), hoặc mạng internet vạn vật (internet of things - IOT).

WLAN có thể được hình thành bởi một hoặc nhiều điểm truy cập (AP) cung cấp môi trường truyền thông không dây dùng chung cho một số thiết bị khách cũng được gọi là trạm (STA) sử dụng. Khối cấu trúc cơ bản của mạng WLAN tuân theo Họ chuẩn IEEE 802.11 là Bộ dịch vụ cơ bản (Basic Service Set - BSS), được quản lý bởi AP. Mỗi BSS được xác định bởi Mã định danh bộ dịch vụ cơ bản (Basic Service Set Identifier - BSSID) được AP thông báo. Các thiết bị truyền thông không dây (chẳng hạn như các AP và STA) truyền thông bằng cách truyền và nhận các tín hiệu điện từ trong phổ RF. Tín hiệu điện từ có thể được điều chế để mang dữ liệu hoặc thông tin giữa các thiết bị truyền và nhận. Ngoài ra, kỹ thuật điều hướng chùm sóng có thể được sử dụng để tập trung năng lượng của mỗi tín hiệu điện từ theo hướng hẹp để bù lại suy hao đường truyền và đạt được phạm vi lớn hơn. Các tín hiệu điện từ được truyền bởi thiết bị truyền có thể phản xạ khỏi các đối tượng và bề mặt dọc theo đường truyền trước khi đến thiết bị nhận ở khoảng cách xa. Do đó, các kỹ thuật báo hiệu được sử dụng trong truyền thông không

dây (chẳng hạn như kỹ thuật điều hướng chùm sóng và định dạng gói tuân theo họ chuẩn IEEE 802.11) có thể rất phù hợp với rađa nhiều vị trí.

Các phương án triển khai của đối tượng được mô tả theo sáng chế có thể được sử dụng cho các truyền thông rađa nhiều vị trí. Theo một số phương án triển khai, truyền thông rađa nhiều vị trí có thể được thực hiện qua nhiều pha. Trong pha thiết lập phiên, thiết bị truyền có thể xác định khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận. Theo một số phương án triển khai, thiết bị truyền cũng có thể truyền thông tin định thời đến từng thiết bị nhận trong pha thiết lập phiên. Thông tin định thời có thể chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung của khung rađa. Trong pha rađa, thiết bị truyền có thể truyền một hoặc nhiều khung rađa, bao gồm chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung rađa. Chuỗi từ mã (còn được gọi là chuỗi đồng bộ hóa) có thể được sử dụng cùng với thông tin định thời để đồng bộ hóa đồng hồ nhận của thiết bị nhận với đồng hồ truyền của thiết bị truyền. Các xung rađa có thể được truyền, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo một số hướng. Do đó, một hoặc nhiều xung rađa có thể phản xạ lại các đối tượng trong vùng lân cận, dẫn đến tín hiệu dội lại có thể được phát hiện bởi một hoặc nhiều thiết bị nhận. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "xung rađa" có thể đề cập đến bất kỳ tín hiệu không dây nào có thể được sử dụng để phát hiện các đối tượng dọc theo đường truyền của nó dựa vào các kỹ thuật rađa, trong khi "khung rađa" là một nhóm các xung rađa phù hợp với các giao thức truyền thông không dây được xác định bởi chuẩn IEEE 802.11.

Trong pha phân phối phép đo, mỗi thiết bị nhận đã phát hiện tín hiệu dội lại có thể tạo ra phản hồi dựa vào tín hiệu dội lại được phát hiện. Ví dụ, thiết bị nhận có thể phát hiện tín hiệu dội lại dựa vào phép đo đáp ứng xung kênh (CIR). Khi phát hiện tín hiệu dội lại, thiết bị nhận có thể sử dụng chuỗi từ mã và thông tin định thời do thiết bị truyền cung cấp để xác định thời điểm chính xác tại đó xung được kết hợp với tín hiệu dội lại được truyền bởi thiết bị truyền. Thiết bị nhận cũng có thể xác định góc phương vị hoặc góc ngẩng kết hợp với tín hiệu dội lại được phát hiện. Theo một số khía cạnh, thiết bị nhận có thể xác định khoảng cách tương đối của đối tượng mục tiêu đã tạo ra tín hiệu dội lại. Theo một số khía cạnh khác, thiết bị nhận có thể xác định độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng mục tiêu dựa vào tín hiệu dội lại được phát hiện từ một hoặc nhiều khung rađa. Mỗi thiết bị nhận phát hiện ra tín hiệu dội lại có thể còn báo cáo phản hồi của nó cho thiết bị truyền. Thiết bị truyền có thể xác định thông tin định tầm (chẳng hạn

như khoảng cách, hướng hoặc vận tốc) về một hoặc nhiều đối tượng dựa vào phản hồi được báo cáo bởi từng thiết bị nhận.

Các phương án triển khai cụ thể của đối tượng được mô tả theo sáng chế có thể được thực hiện để đạt được một hoặc nhiều lợi thế tiềm năng sau đây. Bằng cách tận dụng các kỹ thuật truyền thông không dây được xác định bởi họ chuẩn IEEE 802.11, các khía cạnh của sáng chế có thể cho phép rađa nhiều vị trí được triển khai bởi các hệ thống và mạng truyền thông không dây hiện có. Ví dụ, AP (hoặc STA) có thể thực hiện chức năng của bộ phát rađa và một hoặc nhiều STA (hoặc AP) có thể thực hiện các chức năng của mỗi bộ thu rađa. Đặc biệt, bộ phát rađa có thể sử dụng kỹ thuật kỹ thuật điều hướng chùm sóng để truyền các xung rađa có định hướng cao có thể tạo ra tín hiệu dội lại tương ứng khi tương tác với các đối tượng trong môi trường. Bộ phát rađa có thể sử dụng các định dạng gói phù hợp với họ chuẩn IEEE 802.11 để truyền thông thông tin đồng bộ hóa và định thời liên quan đến các xung rađa tới từng bộ thu rađa. Mỗi bộ thu rađa cũng có thể sử dụng các định dạng gói như vậy để cung cấp phản hồi liên quan đến tín hiệu dội lại tới bộ phát rađa. Hơn nữa, việc triển khai rađa nhiều vị trí theo sáng chế tuân theo các quy tắc truy cập liên kết được xác định bởi các chuẩn IEEE 802.11 hiện có, do đó cho phép chức năng của rađa trong các băng tần số thường được sử dụng cho truyền thông không dây. Do đó, các khía cạnh của sáng chế có thể cho phép triển khai chức năng rađa nhiều vị trí ở bất kỳ nơi nào có hoặc có thể triển khai mạng WLAN.

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối của hệ thống không dây làm ví dụ 100. Hệ thống không dây 100 được thể hiện bao gồm điểm truy cập (AP) không dây 110 và một số trạm (STA) không dây 120a đến 120i. Để đơn giản, một AP 110 được thể hiện trên Fig.1. AP 110 có thể tạo thành mạng cục bộ không dây (WLAN) cho phép AP 110, các STA 120a đến 120i và các thiết bị không dây khác (không được hiển thị trên hình vẽ để cho đơn giản) truyền thông với nhau qua môi trường không dây. Môi trường không dây, có thể được chia thành một số kênh hoặc thành một số khối tài nguyên (resource unit- RU), có thể hỗ trợ các cuộc truyền thông không dây giữa AP 110, các STA 120a đến 120i và các thiết bị không dây khác được kết nối với mạng WLAN. Theo một số phương án triển khai, các STA 120a đến 120i có thể truyền thông với nhau bằng cách sử dụng truyền thông ngang hàng (chẳng hạn như không có sự hiện diện hoặc tham gia của AP 110). AP 110 có thể được gán một địa chỉ MAC duy nhất được lập trình trong đó, chẳng hạn như, bởi nhà sản

xuất điểm truy cập. Tương tự, mỗi trong số các STA 120a đến 120i cũng có thể được gán một địa chỉ MAC duy nhất.

Theo một số phương án triển khai, hệ thống không dây 100 có thể tương ứng với mạng không dây nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO) và có thể hỗ trợ truyền thông MIMO một người dùng (SU-MIMO) và MIMO nhiều người dùng (MU-MIMO). Theo một số phương án triển khai, hệ thống không dây 100 có thể hỗ trợ truyền thông đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA). Hơn nữa, mặc dù WLAN được mô tả trên Fig.1 dưới dạng bộ dịch vụ cơ bản (BSS) của cơ sở hạ tầng, nhưng theo một số phương án triển khai khác, WLAN có thể là Bộ dịch vụ cơ bản độc lập (Independent Basic Service Set - IBSS), Bộ dịch vụ mở rộng (Extended Service Set - ESS), mạng ad-hoc hoặc mạng ngang hàng (P2P) (chẳng hạn như hoạt động theo một hoặc nhiều giao thức Wi-Fi trực tiếp).

Các STA 120a đến 120i có thể là bất kỳ thiết bị không dây nào có hỗ trợ Wi-Fi phù hợp, bao gồm, ví dụ, điện thoại di động, trợ lý kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant - PDA), thiết bị máy tính bảng, máy tính xách tay hoặc tương tự. Các STA 120a đến 120i cũng có thể được gọi là thiết bị người dùng (user equipment - UE), trạm thuê bao, khối di động, khối thuê bao, khối không dây, khối từ xa, thiết bị di động, thiết bị không dây, thiết bị truyền thông không dây, thiết bị từ xa, trạm thuê bao di động, thiết bị đầu cuối truy cập, thiết bị đầu cuối di động, thiết bị đầu cuối không dây, thiết bị đầu cuối từ xa, thiết bị cầm tay, đại lý người dùng, máy khách di động, máy khách hoặc một số thuật ngữ phù hợp khác.

AP 110 có thể là bất kỳ thiết bị phù hợp nào cho phép một hoặc nhiều thiết bị không dây (chẳng hạn như các STA 120a đến 120i) kết nối với mạng khác (chẳng hạn như mạng cục bộ (local area network - LAN), mạng diện rộng (wide area network - WAN), mạng khu vực đô thị (metropolitan area network - MAN), hoặc mạng Internet). Theo một số phương án triển khai, bộ điều khiển hệ thống 130 có thể hỗ trợ các cuộc truyền thông giữa AP 110 và các mạng hoặc hệ thống khác. Theo một số phương án triển khai, bộ điều khiển hệ thống 130 có thể hỗ trợ các cuộc truyền thông giữa AP 110 và một hoặc nhiều AP khác (không được thể hiện trên hình vẽ để cho đơn giản) có thể được kết hợp với các mạng không dây khác. Ngoài ra, hoặc theo cách khác, AP 110 có thể trao đổi các tín hiệu và thông tin với một hoặc nhiều AP khác bằng cách sử dụng truyền thông không dây.

AP 110 có thể định kỳ phát quảng bá các khung báo hiệu để cho phép các STA 120a đến 120i và các thiết bị không dây khác trong phạm vi không dây của AP 110 thiết lập và duy trì liên kết truyền thông với AP 110. Các khung báo hiệu, có thể chỉ ra cuộc truyền dữ liệu đường xuống (downlink - DL) đến các STA 120a đến 120i và thu thập hoặc lập lịch các cuộc truyền dữ liệu đường lên (uplink - UL) từ các STA 120a đến 120i, thường phát quảng bá theo lịch thời gian truyền báo hiệu đích (target beacon transmission time - TBTT) . Các khung báo hiệu được phát quảng bá có thể bao gồm giá trị chức năng đồng bộ hóa định thời (timing synchronization function - TSF) của AP 110. Ví dụ, các STA 120a đến 120i có thể đồng bộ hóa các giá trị TSF cục bộ của chúng với giá trị TSF được phát quảng bá để tất cả các STA 120a đến 120i được đồng bộ hóa với nhau và với AP 110.

Theo một số phương án triển khai, mỗi trong số các trạm STA 120a đến 120i và AP 110 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát, một hoặc nhiều tài nguyên xử lý (chẳng hạn như các bộ xử lý hoặc mạch tích hợp chuyên dụng (Application-Specific Integrated Circuit - ASIC)), một hoặc nhiều tài nguyên bộ nhớ, và nguồn điện (chẳng hạn như pin). Một hoặc nhiều bộ thu phát có thể bao gồm bộ thu phát Wi-Fi, bộ thu phát Bluetooth, bộ thu phát di động hoặc bộ thu phát tần số vô tuyến (RF) phù hợp khác (không được thể hiện trên hình vẽ để cho đơn giản) để truyền và nhận các tín hiệu truyền thông không dây. Theo một số phương án triển khai, mỗi bộ thu phát có thể truyền thông với các thiết bị không dây khác ở các băng tần số riêng biệt hoặc sử dụng các giao thức truyền thông riêng biệt. Các tài nguyên bộ nhớ có thể bao gồm phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính (chẳng hạn như một hoặc nhiều phần tử bộ nhớ bất biến, chẳng hạn như EPROM, EEPROM, bộ nhớ Flash, ổ cứng, v.v.) lưu trữ các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều hoạt động được mô tả với dựa vào các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.11.

Fig.2 thể hiện ví dụ về trạm (STA) không dây 200. STA 200 có thể là một phương án triển khai của ít nhất một trong số các STA 120a đến 120i trên Fig.1. STA 200 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát 210, bộ xử lý 220, giao diện người dùng 230, bộ nhớ 240 và một số anten ANT1 đến ANTn. Bộ thu phát 210 có thể được ghép nối với các anten ANT1 đến ANTn, trực tiếp hoặc thông qua mạch chọn anten (không được thể hiện trên hình vẽ để cho đơn giản). Bộ thu phát 210 có thể được sử dụng để truyền các tín hiệu đến và nhận các tín hiệu từ các thiết bị không dây khác, bao gồm, ví dụ, một số AP và một số STA khác. Mặc dù không được thể hiện trên Fig.2 để cho đơn giản, nhưng

bộ thu phát 210 có thể bao gồm bất kỳ số lượng chuỗi truyền nào để xử lý và truyền các tín hiệu đến các thiết bị không dây khác thông qua các anten ANT1 đến ANTn, và có thể bao gồm bất kỳ số lượng chuỗi nhận nào để xử lý tín hiệu nhận được từ các anten ANT1đến ANTn. Do đó, STA 200 có thể được tạo cấu hình để truyền thông MIMO và truyền thông OFDMA. Truyền thông MIMO có thể bao gồm truyền thông SU-MIMO và truyền thông MU-MIMO. Theo một số phương án triển khai, STA 200 có thể sử dụng nhiều anten ANT1 đến ANTn để cung cấp tính phân tập anten. Phân tập anten có thể bao gồm phân tập phân cực, phân tập mẫu và phân tập không gian.

Bộ xử lý 220 có thể là một hoặc nhiều bộ xử lý thích hợp bất kỳ có khả năng thực thi các tập lệnh hoặc lệnh của một hoặc nhiều chương trình phần mềm được lưu trữ trong STA 200 (chẳng hạn như trong bộ nhớ 240). Theo một số phương án triển khai, bộ xử lý 220 có thể là hoặc bao gồm một hoặc nhiều bộ vi xử lý cung cấp chức năng của bộ xử lý và bộ nhớ ngoài cung cấp ít nhất một phần của phương tiện đọc được bằng máy. Theo các phương án triển khai khác, bộ xử lý 220 có thể là hoặc bao gồm mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC) với bộ xử lý, giao diện bus, giao diện người dùng và ít nhất một phần của phương tiện đọc được bằng máy được tích hợp vào một chip. Theo một số phương án triển khai khác, bộ xử lý 220 có thể là hoặc bao gồm một hoặc nhiều mảng cổng lập trình được theo trường (Field Programmable Gate Array - FPGA) hoặc thiết bị logic lập trình được (Programmable Logic Device - PLD).

Giao diện người dùng 230, được ghép nối với bộ xử lý 220, có thể là hoặc đại diện cho một số thiết bị đầu vào từ người dùng phù hợp, chẳng hạn như loa, micrô, thiết bị hiển thị, bàn phím, màn hình cảm ứng, v.v. . Theo một số phương án triển khai, giao diện người dùng 230 có thể cho phép người dùng kiểm soát một số hoạt động của STA 200, để tương tác với một hoặc nhiều ứng dụng thực thi được bởi STA 200 và các chức năng phù hợp khác.

Theo một số phương án triển khai, STA 200 có thể bao gồm bộ thu hệ thống định vị vệ tinh (satellite positioning system - SPS) 250. Bộ thu SPS 250, được ghép nối với bộ xử lý 220, có thể được sử dụng để thu và nhận các tín hiệu được truyền từ một hoặc nhiều vệ tinh hoặc hệ thống vệ tinh qua anten (không thể hiện trên hình vẽ để cho đơn giản). Các tín hiệu do bộ thu SPS 250 nhận được có thể được sử dụng để xác định (hoặc ít nhất là hỗ trợ việc xác định) vị trí của STA 200.

Bộ nhớ 240 có thể bao gồm cơ sở dữ liệu thiết bị 241 có thể lưu trữ dữ liệu vị trí, thông tin cấu hình, tốc độ dữ liệu, địa chỉ điều khiển truy cập môi trường (medium access control - MAC), thông tin định thời, sơ đồ điều chế và mã hóa (modulation and coding scheme - MCS), kích thước hàng đợi chỉ báo lưu lượng (traffic indication - TID), khả năng định tầm và thông tin phù hợp khác về (hoặc liên quan đến) STA 200. Cơ sở dữ liệu thiết bị 241 cũng có thể lưu trữ thông tin cấu hình cho một số thiết bị không dây khác. Thông tin cấu hình cho một thiết bị không dây nhất định có thể bao gồm, ví dụ, định danh bộ dịch vụ (service set identification - SSID) cho thiết bị không dây, mã định danh bộ dịch vụ cơ bản (Basic Service Set Identifier - BSSID), các kênh hoạt động, giá trị TSF, khoảng thời gian báo hiệu, các lịch định tầm, thông tin trạng thái kênh (channel state information - CSI), giá trị chỉ báo cường độ tín hiệu nhận được (received signal strength indicator - RSSI), giá trị thông lượng hữu ích và lịch sử kết nối với STA 200. Theo một số phương án triển khai, thông tin cấu hình cho một thiết bị không dây nhất định cũng có thể bao gồm các giá trị độ lệch đồng hồ, giá trị độ lệch tần số sóng mang và các khả năng định tầm.

Bộ nhớ 240 cũng có thể là hoặc bao gồm phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính (chẳng hạn như một hoặc nhiều phần tử bộ nhớ bất biến, như EPROM, EEPROM, bộ nhớ Flash, ổ cứng, v.v.) có thể lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính 242, để thực hiện tất cả hoặc một phần của một hoặc nhiều hoạt động được mô tả theo sáng chế.

Fig.3 thể hiện ví dụ về điểm truy cập (AP) 300. AP 300 có thể là một phương án triển khai của AP 110 trên Fig.1. AP 300 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát 310, bộ xử lý 320, bộ nhớ 330, giao diện mạng 340 và một số anten ANT1 đến ANTn. Bộ thu phát 310 có thể được ghép nối với các anten ANT1 đến ANTn, trực tiếp hoặc thông qua mạch chọn anten (không được thể hiện trên hình vẽ để đơn giản). Bộ thu phát 310 có thể được sử dụng để truyền tín hiệu đến và nhận tín hiệu từ các thiết bị không dây khác, bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều trong số các STA 120a đến 120i trên Fig.1 và các AP khác. Mặc dù không được thể hiện trên Fig.3 để đơn giản, nhưng bộ thu phát 310 có thể bao gồm bất kỳ số lượng chuỗi truyền nào để xử lý và truyền tín hiệu đến các thiết bị không dây khác thông qua các anten ANT1 đến ANTn, và có thể bao gồm bất kỳ số lượng chuỗi nhận nào để xử lý tín hiệu nhận được từ các anten ANT1 đến ANTn. Do đó, AP 300 có thể được tạo cấu hình để truyền thông MIMO và truyền thông OFDMA.

Truyền thông MIMO có thể bao gồm truyền thông SU-MIMO và truyền thông MU-MIMO. Theo một số phương án triển khai, AP 300 có thể sử dụng nhiều anten ANT1 đến ANTn để cung cấp tính phân tập anten. Phân tập anten có thể bao gồm phân tập phân cực, phân tập mẫu và phân tập không gian.

Trong các hệ thống truyền thông không dây tần số cao (chẳng hạn như 60 GHz hoặc sóng milimet (millimeter wave - mmWave)) (chẳng hạn như tuân theo các sửa đổi IEEE 802.11lad hoặc 802.11ay của chuẩn IEEE 802.11), các cuộc truyền thông có thể được điều hướng chùm sóng bằng cách sử dụng anten mảng định pha tại bộ phát và bộ thu. Kỹ thuật điều hướng chùm sóng thường đề cập đến kỹ thuật truyền thông không dây trong đó thiết bị truyền và thiết bị nhận điều chỉnh các cài đặt anten truyền hoặc nhận để đạt được quỹ liên kết mong muốn cho các cuộc truyền thông tiếp theo. Thủ tục làm thích ứng các anten truyền và nhận, được gọi là huấn luyện điều hướng chùm sóng, có thể được thực hiện ban đầu để thiết lập liên kết giữa các thiết bị truyền và nhận và cũng có thể được thực hiện định kỳ để duy trì liên kết có chất lượng bằng cách sử dụng các chùm truyền và nhận được tối ưu hóa.

Giao diện mạng 340, được ghép nối với bộ xử lý 320, có thể được sử dụng để truyền thông với bộ điều khiển hệ thống 130 trên Fig.1. Giao diện mạng 340 cũng có thể cho phép AP 300 truyền thông, trực tiếp hoặc qua một hoặc nhiều mạng xen kẽ, với các hệ thống không dây khác, với các AP khác, với một hoặc nhiều mạng back-haul hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng.

Bộ nhớ 330 có thể bao gồm cơ sở dữ liệu thiết bị 331 có thể lưu trữ dữ liệu vị trí, thông tin cấu hình, tốc độ dữ liệu, địa chỉ MAC, thông tin định thời, MCS, các khả năng định tầm và thông tin phù hợp khác về (hoặc liên quan đến) AP 300. Cơ sở dữ liệu thiết bị 331 cũng có thể lưu trữ thông tin cấu hình cho một số thiết bị không dây khác (chẳng hạn như một hoặc nhiều trong số các trạm 120a đến 120i trên Fig.1). Thông tin cấu hình cho một thiết bị không dây nhất định có thể bao gồm, ví dụ, SSID cho thiết bị không dây, BSSID, các kênh hoạt động, CSI, giá trị chỉ báo cường độ tín hiệu nhận được (RSSI), giá trị thông lượng hữu ích và lịch sử kết nối với AP 300. Theo một số phương án triển khai, thông tin cấu hình cho thiết bị không dây nhất định cũng có thể bao gồm kích thước hàng đợi TID, thời lượng gói ưu tiên cho cuộc truyền UL dựa vào kích hoạt và lượng dữ liệu UL hàng đợi tối đa mà thiết bị không dây có thể chèn vào các PPBU TB.

Bộ nhớ 330 cũng có thể là hoặc bao gồm phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính (chẳng hạn như một hoặc nhiều phần tử bộ nhớ bất biến, như EPROM, EEPROM, bộ nhớ Flash, ổ cứng, v.v.) có thể lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính 332, để thực hiện tất cả hoặc một phần của một hoặc nhiều hoạt động được mô tả theo sáng chế.

Fig.4 thể hiện ví dụ hệ thống rađa hai vị trí 400. Hệ thống rađa hai vị trí 400 bao gồm bộ phát rađa (radar transmitter - RTX) 410 và bộ thu rađa (radar receiver - RRX) 420. Bộ phát rađa 410 và bộ thu rađa 420 được ngăn cách về mặt không gian bởi đường cơ sở (L). Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa 410 có thể là ví dụ của AP 110 trên Fig.1 hoặc AP 300 trên Fig.3 và bộ thu rađa 420 có thể là ví dụ của một trong số các STA 120a đến 120i trên Fig.1 hoặc STA 200 trên Fig.2.

Bộ phát rađa 410 được tạo cấu hình để truyền các xung rađa 412 theo một số hướng. Mỗi trong số các xung 412 có thể là tín hiệu RF được điều hướng chùm sóng có độ rộng và hướng cụ thể. Các đối tượng hoặc bề mặt dọc theo quỹ đạo của bất kỳ xung nào trong số các xung 412 có thể khiến cho các xung 412 phản xạ hoặc tán xạ. Các xung phản xạ có thể được gọi là "tín hiệu dội lại" của các xung mà chúng bắt nguồn từ đó. Trong ví dụ trên Fig.4, đối tượng mục tiêu 401 nằm dọc theo đường đi của một trong số các xung rađa 412. Xung rađa 412 (i) tới đối tượng mục tiêu 401 được phản xạ dưới dạng tín hiệu dội lại 422. Như được thể hiện trên Fig.4, tín hiệu dội lại 422 được phản xạ theo hướng của bộ thu rađa 420. Bộ thu rađa 420 có thể xác định thông tin định tầm về đối tượng mục tiêu 401, dựa ít nhất một phần, vào việc định thời của tín hiệu dội lại 422. Thông tin định tầm ví dụ có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, khoảng cách, hướng hoặc vận tốc của đối tượng mục tiêu 401.

Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa 420 có thể xác định khoảng cách (R_R) của đối tượng mục tiêu 401 so với bộ thu rađa 420, dựa ít nhất là một phần, vào khoảng cách đường cơ sở L (giữa bộ phát rađa 410 và bộ thu rađa 420), góc tới (θ_R) của tín hiệu dội lại 422 và thời gian bay (τ) từ khi bộ phát rađa 410 truyền xung tới 412(i) đến khi bộ thu rađa 420 nhận được tín hiệu dội lại 422. Cụ thể hơn, khoảng cách R_R có thể được tính theo phương trình 1.

$$R_R = \frac{(R_T + R_R)^2 - L^2}{2(R_T + R_R - L\cos\theta_R)} \quad (1)$$

trong đó R_T+R_R biểu diễn khoảng cách kết hợp từ đối tượng mục tiêu 401 đến mỗi trong số bộ phát rađa 410 và bộ thu rađa 420. Như được thể hiện trên Fig.4, R_T+R_R xác định phạm vi khoảng cách 402 xung quanh bộ phát rađa 410 và bộ thu rađa 420 (có dạng hình elip) trong đó có thể đặt đối tượng mục tiêu 401. Cụ thể hơn, R_T+R_R có thể được tính toán, theo phương trình 2, như hàm của đường cơ sở (L), thời gian bay của xung phản xạ (τ) và tốc độ lan truyền của xung rađa (c_p).

$$R_T + R_R = c_p\tau + L \quad (2)$$

Với tham chiếu đến phương trình 1 và 2, đường cơ sở L và tốc độ lan truyền c_p biểu diễn các giá trị cố định hoặc được tạo cấu hình trước vốn có của hệ thống rađa 400. Góc tới θ_R có thể được xác định dựa vào chênh lệch thời gian đến (time difference of arrival - TDOA) của tín hiệu dội lại 422 giữa các anten nhận khác nhau của bộ thu rađa 420 hoặc dựa vào khu vực anten (tương ứng với chùm cài đặt trước của anten mảng định pha) được sử dụng bởi bộ thu rađa 420 để nhận tín hiệu dội lại 422. Tuy nhiên, để tính thời gian bay τ, bộ thu rađa 420 phải biết trước về thời điểm truyền xung tới 412 (i) tại vị trí của bộ thu. Cụ thể hơn, thời gian bay τ có thể được tính toán, theo phương trình 3, như hàm của thời gian truyền xung tới (T_{pulse}) và thời gian nhận tín hiệu dội lại (T_{echo}).

$$\tau = T_{echo} - T_{pulse} \quad (3)$$

Do bộ phát rađa 410 và bộ thu rađa 420 được thực hiện trong (hoặc tương ứng với) các thiết bị truyền thông không dây riêng biệt, nên bộ phát rađa 410 có thể cần truyền thông định thời của cuộc truyền xung tới T_{pulse} đến bộ thu rađa 420. Tuy nhiên, vì bộ phát rađa 410 truyền xung 412 theo một số hướng, nên bộ phát rađa 410 có thể không biết xung nào trong số các xung 412 tới đối tượng mục tiêu 401. Theo đó, bộ phát rađa 410 có thể cần truyền thông tin định thời của mỗi trong số các xung 412 đến bộ thu rađa 420 và bộ thu rađa 420 có thể cần xác định xung nào trong số các xung 412 dẫn đến tín hiệu dội lại 422. Theo một số phương án triển khai, các định dạng gói phù hợp với chuẩn IEEE 802.11 có thể được sử dụng để truyền thông tin định thời (T_{pulse}) như vậy từ bộ phát rađa 410 đến bộ thu rađa 420.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa 410 có thể truyền thông tin định thời theo sau là chuỗi đồng bộ hóa (không được thể hiện trên hình vẽ để đơn giản) đến bộ thu rađa 420 trước khi truyền các xung rađa 412. Thông tin định thời có thể được sử dụng để đồng bộ hóa đồng hồ nhận của bộ thu rađa 420 với đồng hồ truyền của bộ phát rađa 410. Ví dụ, thông tin định thời có thể chỉ ra độ lệch định thời hoặc độ trễ giữa một

hoặc nhiều phần của chuỗi đồng bộ hóa và thời điểm bắt đầu cuộc truyền của các xung rađa 412. Do đó, khi phát hiện ít nhất một phần của chuỗi đồng bộ hóa và tín hiệu dội lại 422 tiếp theo, bộ thu rađa 420 có thể xác định thời điểm chính xác tại đó bộ phát rađa 410 truyền xung tới 412(i). Bộ thu rađa 420 có thể so sánh định thời của tín hiệu dội lại T_{echo} với định thời của xung T_{pulse} được truyền để xác định khoảng cách R_R của đối tượng mục tiêu 401 (như được mô tả dựa vào các phương trình 1 đến 3).

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa 410 cũng có thể xác định các thông tin định tầm liên quan đến đối tượng mục tiêu 401. Ví dụ, bộ phát rađa 410 có thể xác định khoảng cách tương đối R_T của nó đến đối tượng mục tiêu 401. Ví dụ, theo một số khía cạnh, bộ thu rađa 420 có thể cung cấp phản hồi liên quan đến tín hiệu dội lại 422 tới bộ phát rađa 410. Phản hồi có thể bao gồm định thời của tín hiệu dội lại T_{echo}, định thời của xung T_{pulse} được truyền, thời gian bay τ, góc tới θ_R, khoảng cách tính toán R_R hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng. Bộ phát rađa 410 sau đó có thể tính toán khoảng cách R_T của đối tượng mục tiêu 401, dựa ít nhất là một phần, vào góc đi θ_T của xung tới 412(i). Ví dụ, bộ phát rađa 410 có thể tính toán khoảng cách R_T bằng cách thay thế góc đi θ_R cho góc tới θ_R trong phương trình 1. Bộ phát rađa 410 có thể xác định góc đi θ_T dựa vào khu vực anten (tương ứng với chùm sóngcụ thể của anten mảng định pha) được bộ phát rađa 410 sử dụng để truyền xung tới 412(i).

Fig.5 thể hiện ví dụ về hệ thống rađa nhiều vị trí 500. Hệ thống rađa nhiều vị trí 500 bao gồm bộ phát rađa RTX và nhiều bộ thu rađa phân tập không gian RRX1 và RRX2. Mặc dù hai bộ thu rađa RRX1 và RRX2 được thể hiện trong ví dụ trên Fig.5, nhưng hệ thống rađa nhiều vị trí 500 có thể bao gồm bất kỳ số lượng bộ thu rađa nào trong triển khai thực tế. Bộ phát rađa RTX được tách biệt về mặt không gian với mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 bởi đường cơ sở tương ứng. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể là ví dụ của một trong số các AP 110 hoặc AP 300 lần lượt trên Fig.1 và Fig.3, hoặc bộ phát rađa 410 trên Fig.4. Theo một số phương án triển khai, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể là ví dụ của một trong các STA 120a đến 120i hoặc STA 200 lần lượt trên Fig.1 và Fig.2, hoặc bộ thu rađa 420 trên Fig.4.

Trong ví dụ trên Fig.5, hệ thống rađa nhiều vị trí 500 có thể được tạo cấu hình để thực hiện pha thiết lập phiên của hoạt động rađa nhiều vị trí. Trong pha thiết lập phiên, bộ phát rađa RTX có thể thiết lập các liên kết chùm 502 và 504 lần lượt với mỗi trong số

các bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Các liên kết chùm 502 và 504 có thể được sử dụng cho các cuộc truyền thông tiếp theo giữa bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Ngoài ra, bộ phát rađa RTX có thể xác định khoảng cách (chẳng hạn như khoảng cách đường cơ sở) đến mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Như được mô tả trên Fig.4, khoảng cách có thể được bộ phát rađa RTX sử dụng để xác định các thông tin định tầm liên quan đến các đối tượng trong môi trường. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể thiết lập các liên kết chùm 502 và 504 bằng cách thực hiện các hoạt động huấn luyện điều hướng chùm sóng tương ứng với các bộ thu rađa RRX1 và RRX2.

Bộ phát rađa RTX có thể thiết lập liên kết chùm 502 với bộ thu rađa thứ nhất RRX1 bằng cách thực hiện quét khu vực (sector sweep - SS) thứ nhất 510. Trong quá trình quét khu vực thứ nhất 510, bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể trao đổi các khung điều hướng chùm sóng có thể được sử dụng để tạo cấu hình hoặc điều chỉnh các anten tương ứng của chúng để truyền và nhận tín hiệu được điều hướng chùm sóng. Ví dụ, thông qua việc trao đổi các khung điều hướng chùm sóng, bộ phát rađa RTX có thể xác định địa chỉ (Addr_B) và hướng điều hướng chùm sóng (BF_D1) được kết hợp với bộ thu rađa thứ nhất RRX1. Bộ thu rađa thứ nhất RRX1 cũng có thể xác định địa chỉ (Addr_A) được kết hợp bộ phát rađa RTX. Hơn nữa, mỗi bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định khoảng cách phân tách (L1) của chúng, dựa ít nhất là một phần vào thời gian trọn vòng của các khung điều hướng chùm sóng hoặc các khung truyền thông khác được trao đổi trong pha thiết lập phiên.

Bộ phát rađa RTX có thể thiết lập thêm liên kết chùm 504 với bộ thu rađa thứ hai RRX2 bằng cách thực hiện quét khu vực thứ hai 520. Trong quá trình quét khu vực thứ hai 520, bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể trao đổi các khung điều hướng chùm sóng có thể được sử dụng để tạo cấu hình hoặc điều chỉnh các anten tương ứng của chúng để truyền và nhận tín hiệu được điều hướng chùm sóng. Ví dụ, bộ phát rađa RTX có thể xác định địa chỉ (Addr_C) và hướng điều hướng chùm sóng (BF_D2) được kết hợp với bộ thu rađa thứ hai RRX2. Bộ thu rađa thứ hai RRX2 cũng có thể xác định địa chỉ (Addr_A) được kết hợp với phát rađa RTX. Hơn nữa, mỗi bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định khoảng cách phân tách (L2) của chúng, dựa ít nhất là một phần vào thời gian trọn vòng của các khung điều hướng chùm sóng hoặc các khung truyền thông khác được trao đổi trong pha thiết lập phiên.

Trong ví dụ trên Fig.5, giả định rằng bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa RRX1 và RRX2 triển khai các anten mảng định pha phải được huấn luyện để điều hướng chùm sóng có hướng. Tuy nhiên, theo một số phương án triển khai khác, bộ phát rađa RTX có thể thu được khoảng cách và hướng của các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 thông qua các phương tiện khác (chẳng hạn như không qua huấn luyện điều hướng chùm sóng). Ví dụ, theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể truyền thông qua các anten được lắp đặt sẵn tại các vị trí cố định hoặc đã biết.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể cung cấp thông tin định thời cho các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trong một hoặc nhiều khung điều hướng chùm sóng được trao đổi trong (hoặc sau) khi thiết lập các liên kết chùm 502 và 504. Thông tin định thời có thể được sử dụng để đồng bộ hóa lần lượt các đồng hồ RX trong các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 với đồng hồ TX của bộ phát rađa RTX. Theo một số khía cạnh, thông tin định thời có thể chỉ ra độ lệch định thời giữa chuỗi từ mã của khung rađa sắp tới và điểm bắt đầu chuỗi xung của khung rađa. Theo một số khía cạnh khác, thông tin định thời có thể chỉ ra khoảng thời gian hoặc thời khoảng xung giữa các xung liên tiếp của khung rađa sắp tới.

Fig.6 thể hiện ví dụ về khối dữ liệu giao thức (PDU) 600 có thể sử dụng để truyền thông giữa bộ phát rađa và một hoặc nhiều bộ thu rađa. Theo một số phương án triển khai, PDU 600 có thể là một ví dụ về khung điều hướng chùm sóng có thể được sử dụng để huấn luyện điều hướng chùm sóng giữa bộ phát rađa và bộ thu rađa. Theo một số khía cạnh, PDU 600 có thể được tạo cấu hình như PDU giao thức hội tụ lớp vật lý (physical layer convergence protocol PDU - PPDU). Như được minh họa, PDU 600 bao gồm phần mở đầu PHY 601, phần đầu PHY 606, trường dữ liệu 608, phần cuối điều khiển 609 và trường huấn luyện điều hướng chùm sóng (TRN) 610. Phần mở đầu PHY 601 có thể bao gồm trường huấn luyện ngắn (short training field - STF) 602 và trường ước lượng kênh (channel estimation - CE) 604. STF 602 thường cho phép thiết bị nhận phát hiện PDU 600 cũng như thực hiện điều khiển độ lợi tự động (automatic gain control - AGC) và ước lượng định thời và tần số thô. Trường CE 604 có thể được thiết bị nhận sử dụng để thực hiện việc ước lượng kênh. Phần đầu PHY 606 bao gồm thông tin được kết hợp với trường dữ liệu 608 bao gồm, ví dụ, sơ đồ điều chế và mã hóa (MCS), độ dài hoặc tổng kiểm tra. Trường dữ liệu 608 có thể bao gồm dữ liệu tải tin và phần đệm (nếu có).

Phần cuối điều khiển 609 có thể được sử dụng để truyền tải thông tin mới hoặc bổ sung trong PDU 600 trong khi vẫn duy trì khả năng tương thích ngược với các định dạng PDU hiện có hoặc kế thừa. Theo một số triển khai, phần cuối điều khiển 609 có thể được sử dụng để truyền thông thông tin rađa giữa các bộ phát rađa và bộ thu rađa. Thông tin rađa ví dụ có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thông tin về độ lệch định thời, thông tin về khoảng cách xung, mã định danh kết hợp (association identifier - AID) cho mỗi bộ thu rađa dự kiến và bất kỳ thông tin nào khác có thể hữu ích hoặc cần thiết cho truyền thông rađa nhiều vị trí.

Trường TRN 610 có thể được sử dụng để huấn luyện điều hướng chùm sóng. Cụ thể hơn, trường TRN 610 có thể được thiết bị nhận sử dụng để điều chỉnh hoặc tạo cấu hình anten của nó để điều hướng chùm sóng có hướng. Ví dụ, thiết bị nhận có thể xác định, dựa vào trường TRN 610, nên sử dụng khu vực anten nào (thuộc anten mảng định pha) để truyền và nhận các chùm sóng tương ứng. Trường TRN 610 có thể bao gồm trường con AGC 612 và một hoặc nhiều trường con TRN 614. Trường con AGC 612 cho phép thiết bị nhận điều chỉnh lại các cài đặt AGC của nó để nhận các trường con TRN 614. Trường con TRN 614 có thể bao gồm chuỗi Golay có thể được sử dụng để xác định vectơ trọng số anten (antenna weight vector - AWV) được áp dụng cho anten truyền hoặc anten nhận được sử dụng để điều hướng chùm sóng. Ví dụ, AWV có thể mô tả biên độ hoặc pha được áp dụng cho mỗi anten truyền hoặc thu. Số lượng trường con TRN 614 có thể thay đổi tùy thuộc vào việc trường TRN 610 được sử dụng để huấn luyện AWV truyền hay huấn luyện AWV nhận.

Fig.7 thể hiện ví dụ về hệ thống rađa nhiều vị trí 700. Hệ thống rađa nhiều vị trí 700 bao gồm bộ phát rađa RTX và nhiều bộ thu rađa phân tập không gian RRX1 và RRX2. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt là các ví dụ của bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trên Fig.5. Do đó, bộ phát rađa RTX có thể được tách biệt về mặt không gian với các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 bởi các khoảng cách đường cơ sở lần lượt là L1 và L2. Trong ví dụ trên Fig.7, hệ thống rađa nhiều vị trí 700 có thể được tạo cấu hình để thực hiện pha rađa của hoạt động rađa nhiều vị trí.

Trong pha rađa, bộ phát rađa RTX có thể truyền các khung cảnh báo rađa (radar alert - RA) 712 và 714 lần lượt tới các bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Khung cảnh báo rađa thứ nhất 712 có thể được truyền, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm

sóng, theo hướng của bộ thu rađa thứ nhất RRX1 và khung cảnh báo rađa thứ hai 714 có thể được truyền, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của bộ thu rađa thứ hai RRX2. Theo một số phương án triển khai, mỗi trong số các khung cảnh báo rađa 712 và 714 có thể là khung sẵn sàng để truyền (clear-to-send - CTS) tự nhận như được định nghĩa bởi, ví dụ, bản sửa đổi IEEE 802.11ay cho các chuẩn 802.11. Các khung cảnh báo rađa 712 và 714 có thể cảnh báo các bộ thu rađa tương ứng RRX1 và RRX2 của khung rađa 710 sắp tới. Theo một số khía cạnh, các khung cảnh báo rađa 712 và 714 có thể bao gồm thông tin định thời có thể được sử dụng để lần lượt đồng bộ hóa các đồng hồ RX trong các bộ thu rađa RRX1 và RRX2, với đồng hồ TX của bộ phát rađa RTX. Theo một số khía cạnh khác, các khung cảnh báo rađa 712 và 714 có thể chỉ ra khoảng thời gian hoặc khoảng cách xung giữa các xung liên tiếp P1 đến P4. Hơn nữa, theo một số khía cạnh, bộ phát rađa RTX có thể cung cấp thông tin định thời hoặc chỉ ra các khoảng cách xung cho các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trong pha thiết lập phiên (chẳng hạn như được mô tả với tham chiếu đến Fig.5).

Theo một số phương án triển khai, khung rađa 710 có thể bao gồm chuỗi từ mã (không được hiển thị để cho đơn giản), theo sau là chuỗi các xung rađa P1 đến P4. Chuỗi từ mã có thể được sử dụng bởi các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 để tính toán thời điểm bắt đầu tương đối của chuỗi các xung P1 đến P4. Ví dụ, thông tin định thời được đưa vào khung cảnh báo rađa thứ nhất 712 (hoặc trong các khung điều hướng chùm sóng được trao đổi trong pha thiết lập phiên) có thể chỉ ra độ lệch định thời hoặc độ trễ giữa một hoặc nhiều phần của chuỗi từ mã và điểm bắt đầu của chuỗi xung. Khi phát hiện một hoặc nhiều phần của chuỗi từ mã, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định thời điểm bắt đầu của chuỗi xung so với đồng hồ bên trong của chính nó. Tương tự, thông tin định thời được bao gồm trong khung cảnh báo rađa thứ hai 714 (hoặc trong các khung điều hướng chùm sóng được trao đổi trong pha thiết lập phiên) có thể chỉ ra độ lệch định thời hoặc độ trễ giữa một hoặc nhiều phần của chuỗi từ mã và điểm bắt đầu của chuỗi xung. Khi phát hiện một hoặc nhiều phần của chuỗi từ mã, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định thời điểm bắt đầu của chuỗi xung so với đồng hồ bên trong của chính nó.

Mỗi xung trong số các xung P1 đến P4 có thể là tín hiệu RF được điều hướng chùm sóng có độ rộng và hướng cụ thể. Mặc dù bốn xung rađa P1, P2, P3 và P4 được thể hiện trong ví dụ trên Fig.7, nhưng khung rađa 710 có thể bao gồm bất kỳ số lượng xung rađa nào trong các phương án triển khai thực tế. Các đối tượng hoặc bề mặt dọc theo quỹ

đạo của bất kỳ xung nào trong số các xung P1 đến P4 có thể khiến các xung phản xạ hoặc tán xạ, tạo ra tín hiệu dội lại. Trong ví dụ trên Fig.7, đối tượng mục tiêu 701 nằm dọc theo đường đi của hai xung trong số các xung rađa P2 và P3. Các xung P2 và P3 tới đối tượng mục tiêu 701 lần lượt bị phản xạ thành tín hiệu dội lại $P2_E$ và $P3_E$. Như được thể hiện trên Fig.7, tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ phản xạ theo hướng của bộ thu rađa thứ nhất RRX1 và tín hiệu dội lại thứ hai $P3_E$ phản xạ theo hướng của bộ thu rađa thứ hai RRX2. Theo một số phương án triển khai, các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt phát hiện tín hiệu dội lại $P2_E$ và $P3_E$, dựa vào những thay đổi trong đáp ứng xung kênh (CIR). Ví dụ, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể phát hiện tín hiệu dội lại tới khi CIR đo được bởi bộ thu rađa đạt đỉnh hoặc vượt quá mức năng lượng ngưỡng.

Theo một số phương án triển khai, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể tính toán thời gian bay (τ) của tín hiệu dội lại tương ứng $P2_E$ và $P3_E$, dựa ít nhất một phần vào thông tin định thời có trong các khung cảnh báo rađa 712 và 714 (hoặc nhận được trong pha thiết lập phiên) và chuỗi từ mã của khung rađa 710. Ví dụ, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể sử dụng thông tin định thời và chuỗi từ mã để xác định thời điểm bắt đầu tương đối của chuỗi xung. Bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể xác định, dựa vào thời điểm bắt đầu của chuỗi xung và thời lượng xung, xung nào trong số các xung P1 đến P4 tạo ra tín hiệu dội lại phát hiện được $P2_E$ và $P3_E$. Theo một số khía cạnh, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định rằng tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ là phản xạ của xung thứ hai P2 do sự lân cận về mặt thời gian của P2 với $P2_E$. Theo một số khía cạnh khác, các xung P1 đến P4 có thể được mã hóa bằng thông tin (chẳng hạn như chuỗi Golay duy nhất) có thể được sử dụng bởi các thiết bị nhận RRX1 và RRX2 cho mục đích nhận dạng. Theo đó, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định rằng tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ là phản xạ của xung thứ hai P2 dựa vào thông tin được mã hóa trong xung thứ hai P2. Tương tự, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định rằng tín hiệu dội lại thứ hai $P3_E$ là phản xạ của xung thứ ba P3 do sự lân cận về mặt thời gian của P3 với $P3_E$ hoặc thông tin được mã hóa trong xung thứ ba P3.

Sau khi xác định các xung tới P2 và P3 dẫn đến tín hiệu dội lại $P2_E$ và $P3_E$, các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể xác định thời điểm tại đó các xung tới P2 và P3 lần lượt được phát bởi bộ phát rađa RTX. Ví dụ, các cuộc truyền thông từ bộ phát rađa RTX đến bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trải qua độ trễ lan truyền dựa vào tốc độ lan truyền (c_p) của

các tín hiệu không dây và khoảng cách L1 và L2 tương ứng giữa các thiết bị. Vì tốc độ và các khoảng cách lan truyền là những đại lượng đã biết hoặc cố định, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 cũng có thể biết độ trễ lan truyền tương ứng của nó. Theo đó, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể tính toán định thời của xung được truyền tại bộ phát rađa RTX ($T_{pulse,TX}$), theo phương trình 4, dưới dạng hàm định thời của xung được truyền liên quan đến bộ thu rađa ($T_{pulse,RX}$) và độ trễ lan truyền.

$$T_{pulse,TX} = T_{pulse,RX} - Propagation_Delay \quad (4)$$

Thay thế $T_{pulse,TX}$ (Phương trình 4) cho T_{pulse} trong Phương trình 3 thu được:

$$\tau = T_{echo} - T_{pulse,RX} + Propagation_Delay \quad (5)$$

Với tham chiếu đến Phương trình 5, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể tính toán thời gian bay τ của tín hiệu dội lại tương ứng dựa vào thời điểm tín hiệu dội lại được phát hiện T_{echo}, thời điểm phát xung tương ứng $T_{pulse,RX}$ so với bộ thu rađa (như được xác định dựa vào thông tin định thời có trong khung cảnh báo rađa 712 hoặc 714, hoặc trong khung điều hướng chùm sóng được trao đổi trong pha thiết lập phiên, và chuỗi từ mã trong khung rađa 710), và độ trễ lan truyền giữa bộ thu rađa và bộ phát rađa RTX. Theo một số phương án triển khai, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể tạo ra phản hồi cần được báo cáo đến bộ phát rađa RTX, dựa ít nhất một phần vào thời gian bay τ của tín hiệu dội lại được phát hiện và định thời xung tới tạo ra tín hiệu dội lại.

Fig.8 thể hiện sơ đồ định thời 800 mô tả ví dụ về truyền thông rađa nhiều vị trí. Truyền thông rađa nhiều vị trí có thể do bộ phát rađa RTX và một số bộ thu rađa RRX1 và RRX2 thực hiện. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể thuộc hệ thống rađa nhiều vị trí, chẳng hạn như hệ thống rađa nhiều vị trí 700 trên Fig.7. Do đó, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt là các ví dụ của bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trên Fig.7.

Tại thời điểm t_0, bộ phát rađa RTX truyền khung cảnh báo rađa 810 đến bộ thu rađa thứ nhất RRX1. Theo một số phương án triển khai, khung cảnh báo rađa 810 có thể là khung CTS tự nhận theo sửa đổi IEEE 802.11ay. Ví dụ, trường địa chỉ bộ thu (receiver address - RA) của khung CTS tự nhận có thể bao gồm địa chỉ của bộ phát rađa RTX và có thể được sử dụng để chỉ ra cho bộ thu rađa thứ nhất RRX1, địa chỉ để phản hồi sẽ được báo cáo trong pha tiếp theo của hoạt động rađa nhiều vị trí. Khung cảnh báo rađa

810 có thể được truyền, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của bộ thu rađa thứ nhất RRX1 và có thể chỉ rõ địa chỉ của bộ thu rađa thứ nhất RRX1 để cảnh báo bộ thu rađa về khung rađa 830 sắp tới.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể cung cấp thêm thông tin định thời trong phần cuối điều khiển của khung cảnh báo rađa 810 (chẳng hạn như phần cuối điều khiển 609 được mô tả với tham chiếu đến Fig.6). Theo một số khía cạnh, thông tin định thời có thể xác định một hoặc nhiều từ mã duy nhất CW1 hoặc CW2 trong khung rađa 830. Theo một số khía cạnh khác, thông tin định thời có thể chỉ ra thêm độ lệch định thời $\Delta T1$ hoặc $\Delta T2$ lần lượt giữa các từ mã CW1 hoặc CW2, và điểm bắt đầu của chuỗi xung (tại thời điểm t_8). Hơn nữa, theo một số khía cạnh, thông tin định thời có thể chỉ ra khoảng cách xung giữa các xung rađa liên tiếp P1 đến Pn của khung rađa 830. Theo một số phương án triển khai khác, các từ mã CW1/CW2, độ lệch định thời $\Delta T1/\Delta T2$, hoặc khoảng cách xung (gọi chung là "thông tin định thời") có thể được chỉ ra trong một hoặc nhiều khung điều hướng chùm sóng được trao đổi trong pha thiết lập phiên (chẳng hạn như được mô tả với tham chiếu đến Fig.5).

Bộ thu rađa thứ nhất RRX1 nhận khung cảnh báo rađa 810, tại thời điểm t_1, sau độ trễ lan truyền 801. Theo một số phương án triển khai, khi nhận được khung cảnh báo rađa 810, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể lưu trữ bất kỳ thông tin độ lệch định thời hoặc thông tin khoảng cách xung nào có trong đó. Bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể nghe thêm về khung rađa 830 sắp tới sẽ được truyền bởi bộ phát rađa RTX. Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể tiếp tục nghe khung rađa 830 cho đến khi nó phát hiện một hoặc nhiều từ mã CW1 hoặc CW2 của khung rađa 830.

Tại thời điểm t_2, bộ phát rađa RTX truyền khung cảnh báo rađa 820 đến bộ thu rađa thứ hai RRX2. Khung cảnh báo rađa 820 có thể được sử dụng để chỉ ra, cho bộ thu rađa thứ hai RRX2, địa chỉ mà phản hồi sẽ được báo cáo trong pha tiếp theo của hoạt động rađa nhiều vị trí. Theo một số phương án triển khai, khung cảnh báo rađa 820 có thể là khung CTS tự nhận với trường RA chỉ rõ địa chỉ của bộ phát rađa RTX. Khung cảnh báo rađa 820 có thể được truyền, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của bộ thu rađa thứ hai RRX2 và có thể chỉ rõ địa chỉ của bộ thu rađa thứ hai RRX2 để cảnh báo bộ thu rađa về khung rađa 830 sắp tới.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể cung cấp thêm thông tin định thời trong phần cuối điều khiển của khung cảnh báo rađa 820 (chẳng hạn như

phần cuối điều khiển 609 được mô tả với tham chiếu đến Fig.6). Theo một số khía cạnh, thông tin định thời có thể xác định một hoặc nhiều từ mã CW1 hoặc CW2 trong khung rađa 830. Theo một số khía cạnh khác, thông tin định thời có thể chỉ ra thêm độ lệch định thời hoặc độ trễ $\Delta T1$ hoặc $\Delta T2$ lần lượt giữa các từ mã CW1 hoặc CW2 và điểm bắt đầu của chuỗi xung (tại thời điểm t_8). Hơn nữa, theo một số khía cạnh, thông tin định thời có thể chỉ ra khoảng cách xung giữa các xung rađa liên tiếp P1 đến Pn của khung rađa 830. Theo một số phương án triển khai khác, thông tin định thời có thể được chỉ ra trong một hoặc nhiều khung điều hướng chùm sóng được trao đổi trong pha thiết lập phiên (chẳng hạn như được mô tả với tham chiếu đến Fig.5).

Bộ thu rađa thứ hai RRX2 nhận khung cảnh báo rađa 820, tại thời điểm t_3, sau độ trễ lan truyền 802. Theo một số phương án triển khai, khi nhận được khung cảnh báo rađa 820, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể lưu trữ bất kỳ thông tin độ lệch định thời hoặc thông tin khoảng cách xung nào có trong đó. Bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể nghe thêm về khung rađa 830 sắp tới sẽ được truyền bởi bộ phát rađa RTX. Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể tiếp tục nghe khung rađa 830 cho đến khi nó phát hiện một hoặc nhiều từ mã CW1 hoặc CW2 của khung rađa 830.

Bộ phát rađa RTX truyền khung rađa 830 từ thời điểm t_4 đến t_{11}. Theo một số phương án triển khai, khung rađa 830 có thể là loại PPDU mới, dựa ít nhất là một phần vào cấu trúc gói được xác định bởi các chuẩn IEEE 802.11 hiện có (chẳng hạn như PDU 600 trên Fig.6). Ví dụ, khung rađa 830 có thể bao gồm phần mở đầu, phần đầu, chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung rađa P1 đến Pn. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.6, phần mở đầu và phần đầu của khung rađa 830 có thể lần lượt là ví dụ của phần mở đầu PHY 601 và phần đầu PHY 606 của PDU 600. Tuy nhiên, trường TRN 610 (hoặc các trường con TRN 614) của PDU 600 có thể được sử dụng theo mục đích khác dưới dạng chuỗi từ mã và chuỗi xung rađa của khung rađa 830. Theo một số khía cạnh, khung rađa 830 có thể bao gồm dữ liệu tải tin (chẳng hạn như được cung cấp trong trường dữ liệu 608 trên Fig.6). Theo một số khía cạnh khác, khung rađa 830 có thể không bao gồm bất kỳ dữ liệu tải tin nào. Chuỗi từ mã có thể bao gồm một hoặc nhiều từ mã duy nhất CW1 và CW2. Mặc dù chỉ có hai từ mã CW1 và CW2 được hiển thị trong ví dụ trên Fig.8, nhưng khung rađa 830 có thể bao gồm bất kỳ số lượng từ mã nào trong các phương án triển khai thực tế.

Theo một số phương án triển khai, mỗi từ mã có thể đại diện cho chuỗi các ký hiệu lưỡng cực (+1 hoặc -1) được gọi chung là chuỗi Golay. Do đặc điểm tương quan tự động của chúng, các chuỗi Golay bổ sung thường được sử dụng để ước lượng kênh. Ví dụ, các chuẩn IEEE 802.11 hiện có mô tả các kỹ thuật tạo chuỗi Golay có thể được đưa vào trường huấn luyện điều hướng chùm sóng của PPDU (chẳng hạn như trường TRN 610 trên Fig.6). Theo một số khía cạnh, chuỗi Golay có thể được sử dụng theo mục đích khác cho chuỗi từ mã của khung rađa 830. Ví dụ, các chuỗi Golay khác nhau có thể được gán hoặc được kết hợp với các "màu" khác nhau mà các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể biết (chẳng hạn như từ pha thiết lập phiên). Theo đó, mỗi từ mã CW1 và CW2 có thể đại diện cho một chuỗi Golay có màu khác nhau.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể truyền các phần khác nhau của khung rađa 830, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo các hướng khác nhau. Trong ví dụ trên Fig.8, cả bộ thu rađa thứ nhất RRX1 và bộ thu rađa thứ hai RRX2 đều không nhận phần mở đầu hoặc phần đầu của khung rađa 830. Tuy nhiên, bắt đầu từ thời điểm t_5, ít nhất một trong các từ mã CW1 hoặc CW2 trong chuỗi từ mã có thể được truyền (bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng) theo hướng của mỗi trong số các bộ thu RRX1 và RRX2. Như trên Fig.8, từ mã thứ nhất CW1 được truyền theo hướng của bộ thu rađa thứ nhất RRX1 và từ mã thứ hai CW2 được truyền theo hướng của bộ thu rađa thứ hai RRX2. Theo một số phương án triển khai, các xung P1 đến Pn có thể là ví dụ về một trong số các xung P1 đến P4 trên Fig.7. Do đó, mỗi trong số các xung P1 đến Pn có thể được truyền bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo một hướng khác nhau.

Bộ thu rađa thứ nhất RRX1 nhận từ mã thứ nhất CW1 tại thời điểm t_6. Khi nhận được từ mã thứ nhất CW1, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định thời điểm bắt đầu tương đối của chuỗi xung ($t_6 + \Delta T1$) dựa vào độ lệch định thời $\Delta T1$ kết hợp với từ mã thứ nhất CW1. Hơn nữa, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể bắt đầu điều chỉnh (hoặc định vị) các anten nhận của nó theo các hướng chùm được huấn luyện khác nhau (như được xác định trong pha thiết lập phiên) để phát hiện tín hiệu dội lại của các xung rađa P1 đến Pn. Ví dụ, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể tạo cấu hình lại các anten nhận của nó để phát hiện tín hiệu dội lại từ các đối tượng có thể nằm ở bất kỳ đâu trong vùng lân cận của bộ thu rađa thứ nhất RRX1. Trong ví dụ trên Fig.8, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 phát hiện tín hiệu dội lại tại thời điểm t_9. Bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định thêm, dựa vào

thời điểm bắt đầu tương đối của chuỗi xung (t_6 + $\Delta T1$) và khoảng cách xung, rằng tín hiệu dội lại nhận được là phản xạ của xung thứ hai P2. Sau đó, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định thời gian bay $\tau 1$ của xung thứ hai P2 (chẳng hạn như bằng cách sử dụng phương trình 5).

Bộ thu rađa thứ hai RRX2 nhận từ mã thứ hai CW2 tại thời điểm t_7. Khi nhận được từ mã thứ hai CW2, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định thời điểm bắt đầu tương đối của chuỗi xung (t_7 + $\Delta T2$) dựa vào độ lệch định thời $\Delta T2$ kết hợp với từ mã thứ hai CW2. Tương tự như bộ thu rađa thứ nhất RRX1, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể bắt đầu điều chỉnh (hoặc định vị) các anten nhận của nó theo các hướng chùm được huấn luyện khác nhau (như được xác định trong pha thiết lập phiên) để phát hiện tín hiệu dội lại của các xung rađa P1 đến Pn. Trong ví dụ trên Fig.8, bộ thu rađa thứ hai RRX2 phát hiện tín hiệu dội lại tại thời điểm t_{10}. Bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể còn xác định, dựa vào thời điểm bắt đầu tương đối của chuỗi xung (t_7 + $\Delta T2$) và khoảng cách xung, rằng tín hiệu dội lại nhận được là phản xạ của xung thứ ba P3. Sau đó, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định thời gian bay $\tau 2$ của xung thứ ba P3 (chẳng hạn như bằng cách sử dụng phương trình 5).

Fig.9 thể hiện ví dụ về hệ thống rađa nhiều vị trí 900. Hệ thống rađa nhiều vị trí 900 bao gồm bộ phát rađa RTX và nhiều bộ thu rađa phân tập không gian RRX1 và RRX2. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt là các ví dụ của bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trên Fig.5 và Fig.7. Do đó, bộ phát rađa RTX có thể được tách biệt về mặt không gian với các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 bởi các khoảng cách đường cơ sở lần lượt là L1 và L2. Trong ví dụ trên Fig.9, hệ thống rađa nhiều vị trí 900 có thể được tạo cấu hình để thực hiện pha phân phối phép đo của hoạt động rađa nhiều vị trí.

Trong pha phân phối phép đo, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt tạo ra phản hồi (feedback - FB) 922 và 924 để được báo cáo tới bộ phát rađa RTX. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.5, mỗi trong số các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt báo cáo phản hồi của nó 922 và 924 thông qua các liên kết chùm 502 và 504, được thiết lập trong pha thiết lập phiên hoạt động của rađa nhiều vị trí. Phản hồi 922 và 924 có thể bao gồm bất kỳ thông tin nào liên quan đến tín hiệu dội lại được lần lượt phát hiện bởi các bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể xác định thông tin định tầm 930 về đối tượng mục tiêu 701 dựa vào

phản hồi tổng hợp 922 và 924 được báo cáo bởi các bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Thông tin định tầm 930 có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, khoảng cách, hướng hoặc vận tốc của đối tượng mục tiêu 701 so với bộ phát rađa RTX. Ví dụ, bộ phát rađa có thể ánh xạ vị trí hoặc thay đổi vị trí của đối tượng mục tiêu 701 lên không gian tọa độ phổ quát.

Theo một số phương án triển khai, phản hồi 922 hoặc 924 có thể chỉ ra xung nào (trong chuỗi xung) tạo ra tín hiệu dội lại lần lượt do bộ thu rađa RRX1 và RRX2 phát hiện. Ví dụ, phản hồi 922 hoặc 924 có thể bao gồm định thời tương đối của xung (ΔTP) đối với sự bắt đầu của chuỗi xung. Theo một số khía cạnh, định thời tương đối của mỗi xung ΔTP có thể được báo cáo dưới dạng bội số của khoảng cách xung. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.8, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định rằng xung thứ hai P2 (tạo ra tín hiệu dội lại được phát hiện bởi RRX1) được truyền sau một khoảng cách xung từ khi truyền xung thứ nhất (ΔTP_{RX1} = 1 x khoảng cách xung) . Tương tự, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định rằng xung thứ ba P3 (tạo ra tín hiệu dội lại được RRX2 phát hiện) được truyền sau hai khoảng cách xung từ khi phát xung thứ nhất (ΔTP_{RX} = 2 x khoảng cách xung).

Theo một số phương án triển khai, phản hồi 922 hoặc 924 có thể chỉ ra góc tới (AoA) của mỗi tín hiệu dội lại lần lượt được các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 phát hiện. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.4, AoA (θ_R) có thể được xác định dựa vào khu vực anten được bộ thu rađa sử dụng để nhận tín hiệu dội lại tương ứng. Theo một số khía cạnh, AoA có thể được biểu diễn bằng góc phương vị (AZ) và góc ngẩng (EL). Cụ thể hơn, góc phương vị và góc ngẩng mô tả, trong không gian ba chiều, AoA của xung được phát hiện so với vị trí (hoặc các khu vực anten) của bộ thu rađa cụ thể. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.7, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định góc phương vị (AZ_{RX1}) và góc ngẩng (EL_{RX1}) của tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ tới trên mảng anten của nó. Tương tự, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định góc phương vị (AZ_{RX2}) và góc ngẩng (EL_{RX2}) của tín hiệu dội lại thứ hai $P3_E$tới trên mảng anten của nó.

Theo một số phương án triển khai, phản hồi 922 hoặc 924 có thể chỉ ra thời gian bay τ của mỗi tín hiệu dội lại lần lượt được bộ thu rađa RRX1 và RRX2 phát hiện. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.7, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể báo cáo thời gian bay $\tau 1$ được xác định cho xung thứ hai P2 và bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể báo cáo thời gian bay $\tau 2$ được xác định cho xung thứ ba P3. Theo một số phương án triển khai, phản hồi 922 hoặc 924 cũng có thể chỉ ra khoảng cách (R_R) của đối tượng mục tiêu lần lượt so với

mỗi bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Ví dụ, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định khoảng cách R_{R1} của nó đến đối tượng mục tiêu 701 dựa vào thời gian bay $\tau 1$ của xung thứ hai P2, AoA của tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ và khoảng cách đường cơ sở L1 tới bộ phát rađa RTX (chẳng hạn như bằng cách sử dụng các phương trình 1 đến 3). Tương tự, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định khoảng cách R_{R2} của nó đến đối tượng mục tiêu 701 dựa vào thời gian bay $\tau 2$ của xung thứ ba P3, AoA của tín hiệu dội lại thứ hai $P3_E$ và khoảng cách đường cơ sở L2 đến bộ phát rađa RTX (chẳng hạn như bằng cách sử dụng các phương trình 1 đến 3).

Theo một số phương án triển khai khác, phản hồi 922 hoặc 924 có thể bao gồm dữ liệu thô hoặc chưa được xử lý liên quan đến mỗi tín hiệu dội lại lần lượt được bộ thu rađa RRX1 và RRX2 phát hiện. Theo một số khía cạnh, dữ liệu thô có thể bao gồm phép đo CIR kết hợp với mỗi tín hiệu dội lại được phát hiện. Ví dụ, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể báo cáo phép đo CIR thứ nhất được kết hợp với tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ và bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể báo cáo phép đo CIR thứ hai được kết hợp với tín hiệu dội lại thứ hai $P2_E$. Theo một số phương án triển khai, phản hồi cũng có thể chỉ ra độ trễ ($\Delta\tau$) kết hợp với phép đo CIR. Tương tự như thời gian bay τ, độ trễ CIR $\Delta\tau$ đại diện cho độ trễ giữa thời điểm tại đó phép đo CIR được tạo bởi bộ thu rađa và thời điểm mà xung kết hợp với phép đo CIR được truyền bởi bộ phát rađa RTX. Ví dụ, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định độ trễ ($\Delta\tau 1$) từ cuộc truyền xung thứ hai P2 đến việc tạo ra phép đo CIR thứ nhất và bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định độ trễ ($\Delta\tau 2$) từ cuộc truyền xung thứ ba P3 đến việc tạo ra phép đo CIR thứ hai.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể xác định khoảng cách tương đối của nó (R_T) tới đối tượng mục tiêu 701 dựa vào phản hồi 922 và 924 lần lượt nhận được từ các bộ thu rađa RRX1 và RRX2. Theo một số khía cạnh, bộ phát rađa RTX có thể tính toán khoảng cách R_T dựa vào góc đi (AoD) kết hợp với một hoặc nhiều xung tới (như được mô tả trên Fig.4). Với ví dụ tham khảo Fig.4, AoD (θ_T) có thể được xác định dựa vào khu vực anten được bộ phát rađa RTX sử dụng để truyền xung tạo ra tín hiệu dội lại cụ thể. Theo một số khía cạnh, AoD có thể được biểu diễn bằng góc phương vị (AZ_{TX}) và góc ngẩng (EL_{TX}) được kết hợp với bộ phát rađa RTX. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể ánh xạ vị trí của đối tượng mục tiêu 701 tới không gian tọa độ phổ quát dựa vào tổ hợp của các khoảng cách R_T, R_{R1}, và R_{R2}, góc phương vị AZ_{TX}, AZ_{RX1}, AZ_{RX2} và góc ngẩng EL_{TX}, EL_{RX1}, và EL_{RX2}.

Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể xác định khoảng cách hoặc vị trí của đối tượng mục tiêu 701 dựa vào giao điểm của thông tin định thời nhận được từ các bộ thu rađa RRX1 and RRX2. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.7, thông tin thời gian bay τ1 nhận được từ bộ thu rađa thứ nhất RRX1 chỉ ra phạm vi khoảng cách 702 xung quanh bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa thứ nhất RRX1 mà đối tượng mục tiêu 701 có thể nằm trong đó. Tương tự, thông tin thời gian bay τ2 nhận được từ bộ thu rađa thứ hai RRX2 chỉ ra phạm vi khoảng cách 704 xung quanh bộ phát rađa RTX và bộ thu rađa thứ hai RRX2 mà đối tượng mục tiêu 701 có thể nằm trong đó. Theo đó, bộ phát rađa RTX có thể xác định vị trí hoặc khoảng cách chính xác hơn của đối tượng mục tiêu 701 dựa vào giao điểm của phạm vi khoảng cách 702 và phạm vi khoảng cách 704 (chẳng hạn như giao điểm của hình elip 702 và 704).

Hơn nữa, theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể xác định vận tốc của đối tượng mục tiêu 701 dựa vào độ dịch Doppler được phát hiện bởi các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 trên nhiều khung rađa. Ví dụ, bộ phát rađa RTX có thể truyền một số (N) khung rađa tương tự, nếu không phải giống, với khung rađa 830. Cụ thể hơn, trong mỗi khung rađa, bộ phát rađa RTX có thể truyền lại các xung P1 đến Pn theo cùng các hướng mà chúng được truyền trong khung rađa 830. Do đó, bất kỳ thay đổi nào về thời gian bay τ1 hoặc τ2 của tín hiệu dội lại được phát hiện bởi các bộ thu rađa tương ứng RRX1 và RRX2, trên nhiều khung rađa, có thể là do chuyển động của đối tượng mục tiêu 702. Ví dụ, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể phát hiện độ dịch Doppler ($\Delta f1$) kết hợp với những thay đổi trong thời gian bay τ1 liên quan đến tín hiệu dội lại thứ nhất $P2_E$ được phát hiện trên hai hoặc nhiều khung rađa. Tương tự, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể phát hiện độ dịch Doppler ($\Delta f2$) kết hợp với những thay đổi trong thời gian bay τ2 liên quan đến tín hiệu dội lại thứ hai $P3_E$ được phát hiện trên hai hoặc nhiều khung rađa.

Theo một số phương án triển khai, các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể còn lần lượt báo cáo các độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ trở lại bộ phát rađa RTX (dưới dạng phản hồi 922 và 924). Bộ phát rađa RTX sau đó có thể xác định vận tốc ($\vec{v}$) của đối tượng mục tiêu 701 dựa vào độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ và các thông tin khác được báo cáo bởi bộ thu rađa RRX1 và RRX2 (chẳng hạn như R_{R1}, AZ_{RX1}, EL_{RX1}, R_{R2}, AZ_{RX2}, và EL_{RX2}). Ví dụ, vectơ vận tốc $\vec{v}$ có thể biểu diễn chuyển động của đối tượng mục tiêu 701 trong tương quan với không gian tọa độ phổ quát ($\vec{v} = [V_x, V_y]^T$, trong đó V_x biểu thị hình chiếu

của vận tốc dọc theo trục thứ nhất của không gian tọa độ và V_y biểu diễn hình chiếu của vận tốc dọc theo trục thứ hai của không gian tọa độ). Theo một số phương án triển khai khác, bộ phát rađa RTX có thể xác định độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ liên quan đến đối tượng mục tiêu 701 dựa vào khoảng cách R_{R1} và R_{R2}, thời gian bay $\tau1$ và $\tau2$, hoặc độ trễ CIR $\Delta\tau1$ và $\Delta\tau2$ lần lượt do bộ thu rađa RRX1 và RRX2 báo cáo, để đáp lại hai hoặc nhiều khung rađa.

Trong ví dụ trên Fig.9, bộ phát rađa RTX có thể xác định vận tốc của đối tượng 701 trong không gian tọa độ hai chiều (biểu diễn bằng x và y). Tuy nhiên, hệ thống rađa nhiều vị trí bao gồm 3 bộ thu rađa trở lên có thể có khả năng xác định vận tốc của đối tượng trong không gian ba chiều phù hợp với các phương án triển khai được mô tả ở đây. Ví dụ, bộ phát rađa có thể xác định vectơ vận tốc ba chiều liên quan đến đối tượng mục tiêu dựa vào độ dịch Doppler được báo cáo bởi ba bộ thu rađa khác nhau.

Fig.10 thể hiện sơ đồ định thời 1000 mô tả ví dụ về truyền thông rađa nhiều vị trí. Truyền thông rađa nhiều vị trí có thể do bộ phát rađa RTX và một số bộ thu rađa RRX1 và RRX2 thực hiện. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể thuộc hệ thống rađa nhiều vị trí, chẳng hạn như hệ thống bất kỳ trong số các hệ thống rađa nhiều vị trí 500, 700 hoặc 900 lần lượt trên Fig.5, Fig.7 và Fig.9. Do đó, bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể là các ví dụ của bộ phát rađa RTX và các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 lần lượt trên hình vẽ bất kỳ trong số Fig.5, Fig.7 hoặc Fig.9.

Tại thời điểm t_0, bộ phát rađa RTX truyền khung cảnh báo rađa 1010 đến bộ thu rađa thứ nhất RRX1. Theo một số phương án triển khai, khung cảnh báo rađa (RA) 1010 có thể là một ví dụ của khung cảnh báo rađa 810 trên Fig.8. Ví dụ, khung cảnh báo rađa 1010 có thể là khung CTS tự nhận có khả năng cảnh báo bộ thu rađa thứ nhất RRX1 về khung rađa 1030 sắp tới hoặc chuỗi gồm N khung rađa 1030 (1) đến 1030 (N). Khung cảnh báo rađa 1010 cũng có thể chỉ ra địa chỉ (của bộ phát rađa RTX) mà bộ thu rađa thứ nhất RRX1 sẽ báo cáo phản hồi đến.

Tại thời điểm t_1, bộ phát rađa RTX truyền khung cảnh báo rađa 1020 đến bộ thu rađa thứ hai RRX2. Theo một số phương án triển khai, khung cảnh báo rađa 1020 có thể là một ví dụ của khung cảnh báo rađa 820 trên Fig.8. Theo một số phương án triển khai, khung cảnh báo rađa 1020 có thể là khung CTS tự nhận có khả năng cảnh báo bộ thu rađa thứ hai RRX2 của khung rađa 1030 sắp tới hoặc chuỗi gồm N khung rađa 1030(1)

đến 1030(N). Khung cảnh báo rađa 1020 cũng có thể chỉ ra địa chỉ (của bộ phát rađa RTX) mà bộ thu rađa thứ hai RRX2 sẽ báo cáo phản hồi đến.

Tại thời điểm t_2, bộ phát rađa RTX truyền khung rađa thứ nhất 1030 (1). Theo một số phương án triển khai, khung rađa thứ nhất 1030 (1) có thể là một ví dụ của khung rađa 830 trên Fig.8. Ví dụ, khung rađa thứ nhất 1030(1) có thể bao gồm chuỗi các xung P1 đến Pn. Bộ phát rađa RTX có thể truyền mỗi xung trong số các xung P1 đến Pn, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo một hướng khác nhau. Với ví dụ tham chiếu đến Fig.7, xung thứ nhất P1 có thể được truyền theo hướng thứ nhất, xung thứ hai P2 có thể được truyền theo hướng thứ hai, xung thứ ba P3 có thể được truyền theo hướng thứ ba và xung thứ tư P4 có thể được truyền theo hướng thứ tư.

Tại thời điểm t_3, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 phát hiện tín hiệu dội lại $P2_E$ của xung thứ hai P2 trong chuỗi các xung P1 đến Pn trong khung rađa thứ nhất 1030(1). Tại thời điểm t_4, bộ thu rađa thứ hai RRX2 phát hiện tín hiệu dội lại $P3_E$ của xung thứ ba P3 trong chuỗi các xung P1 đến Pn trong khung rađa thứ nhất 1030(1). Tại thời điểm t_5, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 truyền phản hồi 1042, dựa vào tín hiệu dội lại $P2_E$ được phát hiện tại thời điểm t_3, tới bộ phát rađa RTX. Tại thời điểm t_6, bộ thu rađa thứ hai RRX2 truyền phản hồi 1052, dựa vào tín hiệu dội lại $P3_E$ được phát hiện tại thời điểm t_4, tới bộ phát rađa RTX. Phản hồi 1042 và 1052 có thể bao gồm bất kỳ phản hồi nào được mô tả trên Fig.9.

Tại thời điểm t_7, bộ phát rađa RTX truyền ra khung rađa thứ hai 1030(2). Theo một số phương án triển khai, khung rađa thứ hai 1030(2) có thể là một ví dụ của khung rađa 830 trên Fig.8. Ví dụ, khung rađa thứ hai 1030(2) cũng có thể bao gồm chuỗi các xung P1 đến Pn. Bộ phát rađa RTX có thể truyền lại mỗi xung trong số các xung P1 đến Pn, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo cùng các hướng trong đó chúng đã được phát trong khung rađa thứ nhất 1030(1). Với ví dụ tham chiếu đến Fig.7, xung thứ nhất P1 có thể được truyền lại theo hướng thứ nhất, xung thứ hai P2 có thể được truyền lại theo hướng thứ hai, xung thứ ba P3 có thể được truyền lại theo hướng thứ ba và xung thứ tư P4 có thể được truyền lại theo hướng thứ tư.

Tại thời điểm t_8, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 phát hiện tín hiệu dội lại $P2_E$ của xung thứ hai P2 trong chuỗi các xung P1 đến Pn trong khung rađa thứ hai 1030(2). Tại thời điểm t_9, bộ thu rađa thứ hai RRX2 phát hiện tín hiệu dội lại $P3_E$ của xung thứ ba P3 trong chuỗi các xung P1 đến Pn trong khung rađa thứ hai 1030(2). Tại thời điểm t_{10}, bộ

thu rađa thứ nhất RRX1 truyền phản hồi 1044, dựa vào tín hiệu dội lại $P2_E$ được phát hiện tại thời điểm t_8, tới bộ phát rađa RTX. Tại thời điểm t_{11}, bộ thu rađa thứ hai RRX2 truyền phản hồi 1054, dựa vào tín hiệu dội lại $P3_E$ được phát hiện tại thời điểm t_9, tới bộ phát rađa RTX. Phản hồi 1044 và 1054 có thể bao gồm bất kỳ phản hồi nào được mô tả trên Fig.9.

Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định độ dịch Doppler $\Delta f1$ liên quan đến tín hiệu dội lại $P2_E$ được phát hiện tại thời điểm t_3 và t_8. Ví dụ, độ dịch Doppler $\Delta f1$ có thể tương ứng với sự thay đổi thời gian bay $\tau 1$ của tín hiệu dội lại $P2_E$ trong khung rađa thứ hai 1030(2) so với khung rađa thứ nhất 1030(1). Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định độ dịch Doppler $\Delta f2$ liên quan đến tín hiệu dội lại $P3_E$ được phát hiện tại các thời điểm t_4 và t_9. Ví dụ, độ dịch Doppler $\Delta f2$ có thể tương ứng với sự thay đổi thời gian bay $\tau 2$ của tín hiệu dội lại $P3_E$ trong khung rađa thứ hai 1030(2) so với khung rađa thứ nhất 1030(1). Các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt báo cáo các độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ đến bộ phát rađa RTX (trong phản hồi 1044 và 1054). Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể xác định vận tốc $\vec{v}$ của đối tượng mục tiêu dựa vào độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ và các thông tin khác do bộ thu rađa RRX1 và RRX2 báo cáo.

Tại thời điểm t_{12}, bộ phát rađa RTX phát ra khung rađa thứ N 1030(N). Theo một số phương án triển khai, khung rađa thứ N 1030(N) có thể là một ví dụ của khung rađa 830 trên Fig.8. Ví dụ, khung rađa thứ N 1030(N) cũng có thể bao gồm chuỗi các xung P1 đến Pn. Bộ phát rađa RTX có thể truyền lại mỗi xung trong số các xung P1 đến Pn, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo cùng các hướng mà chúng đã được phát trong các khung rađa trước đó 1030(1) và 1030(2). Với ví dụ tham chiếu đến Fig.7, xung thứ nhất P1 có thể được truyền lại theo hướng thứ nhất, xung thứ hai P2 có thể được truyền lại theo hướng thứ hai, xung thứ ba P3 có thể được truyền lại theo hướng thứ ba và xung thứ tư P4 có thể được truyền lại theo hướng thứ tư.

Tại thời điểm t_{13}, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 phát hiện tín hiệu dội lại $P2_E$ của xung thứ hai P2 trong chuỗi các xung P1 đến Pn trong khung rađa thứ N 1030(N). Tại thời điểm t_{14}, bộ thu rađa thứ hai RRX2 phát hiện tín hiệu dội lại $P3_E$ của xung thứ ba P3 trong chuỗi xung P1 đến Pn trong khung rađa thứ N 1030(N). Tại thời điểm t_{15}, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 truyền phản hồi 1046, dựa vào tín hiệu dội lại $P2_E$ được phát hiện tại thời điểm t_{13}, tới bộ phát rađa RTX. Tại thời điểm t_{16}, bộ thu rađa thứ hai RRX2 truyền

phản hồi 1056, dựa vào tín hiệu dội lại $P3_E$ được phát hiện tại thời điểm t_{14}, tới bộ phát rađa RTX. Phản hồi 1046 và 1056 có thể bao gồm bất kỳ phản hồi nào được mô tả trên Fig.9.

Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa thứ nhất RRX1 có thể xác định độ dịch Doppler $\Delta f1$ dựa vào các chênh lệch về thời gian bay của tín hiệu dội lại $P2_E$ được phát hiện tại thời điểm t_3 so với thời gian bay của tín hiệu dội lại $P2_E$ từ bất kỳ khung rađa 1030 nào đã truyền trước đó. Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa thứ hai RRX2 có thể xác định độ dịch Doppler $\Delta f2$ dựa vào các chênh lệch về thời gian bay của tín hiệu dội lại $P3_E$ được phát hiện tại thời điểm t_4 so với thời gian bay của tín hiệu dội lại $P3_E$ từ bất kỳ khung rađa 1030 nào đã truyền trước đó. Các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 có thể lần lượt báo cáo các độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ đến bộ phát rađa RTX (trong phản hồi 1046 và 1056). Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa RTX có thể xác định vận tốc $\vec{v}$ của đối tượng mục tiêu dựa vào các độ dịch Doppler $\Delta f1$ và $\Delta f2$ và các thông tin khác do các bộ thu rađa RRX1 và RRX2 báo cáo.

Fig.11A thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây 1100. Hoạt động ví dụ 1100 có thể do thiết bị truyền thông không dây thực hiện chẳng hạn như bộ phát bất kỳ trong số các bộ phát rađa 410 hoặc RTX trên Fig.4 đến Fig.10.

Thiết bị truyền thông không dây thu được khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận (1101). Thiết bị truyền thông không dây truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung (1102). Thiết bị truyền thông không dây truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của mỗi thiết bị trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận (1103). Thiết bị truyền thông không dây truyền một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất (1104). Thiết bị truyền thông không dây nhận phản hồi từ ít nhất một thiết bị trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất, trong đó phản hồi thể hiện mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị nhận (1105). Thiết bị truyền thông không dây còn xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất, dựa ít nhất một phần vào

phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng (1106). Quy trình 1100 có thể bao gồm các khía cạnh bổ sung, chẳng hạn như bất kỳ khía cạnh đơn lẻ nào hoặc bất kỳ tổ hợp nào của các khía cạnh được mô tả bên dưới hoặc liên quan đến một hoặc nhiều khía cạnh khác được mô tả ở nơi khác trong tài liệu này.

Theo khía cạnh thứ nhất, thông tin định tầm có thể bao gồm ít nhất một trong số khoảng cách, hướng hoặc vận tốc của đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây.

Theo khía cạnh thứ hai, độc lập hoặc tổ hợp với khía cạnh thứ nhất, quy trình 1100 có thể bao gồm bước truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, một hoặc nhiều khung cảnh báo rađa trước chuỗi từ mã, trong đó mỗi khung cảnh báo rađa được truyền theo hướng của một thiết bị nhận tương ứng trong số các thiết bị nhận và chỉ ra địa chỉ của thiết bị nhận tương ứng và địa chỉ để phản hồi sẽ được gửi đến.

Theo khía cạnh thứ ba, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số khía cạnh thứ nhất và thứ hai, việc truyền một hoặc nhiều xung có thể bao gồm bước thay đổi động cấu hình anten của thiết bị truyền thông không dây để truyền một hoặc nhiều xung theo nhiều hướng, mỗi cấu hình anten được kết hợp với một hướng tương ứng trong số nhiều hướng.

Theo khía cạnh thứ tư, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh thứ nhất đến thứ ba, phản hồi có thể chỉ ra xung tương ứng trong số một hoặc nhiều xung từ đó ít nhất một thiết bị nhận phát hiện được tín hiệu dội lại.

Theo khía cạnh thứ năm, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ tư, phản hồi có thể chỉ ra ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (AOA) của tín hiệu dội lại so với ít nhất một thiết bị nhận.

Theo khía cạnh thứ sáu, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ năm, phản hồi có thể chỉ ra độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện tín hiệu dội lại bởi ít nhất một thiết bị nhận.

Theo khía cạnh thứ bảy, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ sáu, phản hồi có thể chỉ ra đáp ứng xung kênh (CIR) kết hợp với tín hiệu dội lại và độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc đo CIR bởi ít nhất một thiết bị nhận.

Theo khía cạnh thứ tám, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ bảy, phản hồi chỉ ra khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đo được bởi ít nhất một thiết bị nhận liên quan đến đối tượng.

Fig.11B thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây 1110. Hoạt động ví dụ 1110 có thể do thiết bị truyền thông không dây thực hiện chẳng hạn như bộ phát bất kỳ trong số các bộ phát rađa 410 hoặc RTX trên Fig.4 đến Fig.10. Theo một số phương án triển khai, hoạt động ví dụ 1110 có thể được thực hiện sau hoạt động truyền thông không dây 1100 trên Fig.11A.

Thiết bị truyền thông không dây truyền lại một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ hai (1111). Thiết bị truyền thông không dây nhận phản hồi bổ sung từ ít nhất một thiết bị nhận, dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai (1112). Thiết bị truyền thông không dây xác định vận tốc của đối tượng dựa ít nhất một phần vào phản hồi kết hợp với khung rađa thứ nhất và phản hồi bổ sung kết hợp với khung rađa thứ hai (1113).

Fig.12A thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây 1200. Hoạt động ví dụ 1200 có thể do thiết bị truyền thông không dây thực hiện chẳng hạn như thiết bị bất kỳ trong số các bộ thu rađa 420, RRX1 hoặc RRX2 trên Fig.4 đến Fig.10.

Thiết bị truyền thông không dây nhận, từ thiết bị truyền, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung (1201). Thiết bị truyền thông không dây phát hiện, ở thời điểm thứ nhất, từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền (1202). Thiết bị truyền thông không dây phát hiện, ở thời điểm thứ hai, tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền (1203). Thiết bị truyền thông không dây tạo ra phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng (1204). Thiết bị truyền thông không dây còn truyền phản hồi tới thiết bị truyền (1205). Quy trình 1200 có thể bao gồm các khía cạnh bổ sung, chẳng hạn như bất kỳ khía cạnh đơn lẻ nào hoặc bất kỳ tổ hợp nào của các khía cạnh được mô tả bên dưới hoặc liên quan đến một hoặc nhiều khía cạnh khác được mô tả ở nơi khác trong tài liệu này.

Theo khía cạnh thứ nhất, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định hướng của thiết bị truyền; phát hiện khung cảnh báo rađa được truyền bởi thiết bị truyền trước chuỗi từ mã, trong đó khung cảnh báo rađa bao gồm chỉ báo về địa chỉ của thiết bị truyền và địa chỉ của thiết bị truyền thông không dây; và điều chỉnh nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo hướng của thiết bị truyền, đáp lại việc phát hiện khung cảnh báo rađa, để phát hiện chuỗi từ mã.

Theo khía cạnh thứ hai, độc lập hoặc tổ hợp với khía cạnh thứ nhất, thiết bị truyền thông không dây có thể đặt nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo nhiều hướng để phát hiện tín hiệu dội lại của xung thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ ba, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh thứ nhất và thứ hai, một hoặc nhiều xung có thể bao gồm chuỗi các xung và thông tin định thời có thể chỉ ra độ trễ giữa chuỗi từ mã và điểm bắt đầu của chuỗi xung.

Theo khía cạnh thứ tư, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ ba, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định vị trí của xung thứ nhất trong chuỗi xung dựa vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó phản hồi bao gồm chỉ báo về vị trí của xung thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ năm, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ tư, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (AOA) của tín hiệu dội lại, trong đó phản hồi bao gồm chỉ báo về góc phương vị hoặc góc ngẩng đã xác định.

Theo khía cạnh thứ sáu, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ năm, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện tín hiệu dội lại dựa vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó phản hồi bao gồm chỉ báo về độ trễ đã xác định.

Theo khía cạnh thứ bảy, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ sáu, thiết bị truyền thông không dây có thể đo đáp ứng xung kênh (CIR) được kết hợp với tín hiệu dội lại, trong đó phản hồi chỉ ra CIR đo được và độ trễ giữa cuộc truyền xung tương ứng và phép đo của CIR.

Theo khía cạnh thứ tám, độc lập hoặc tổ hợp với một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh từ thứ nhất đến thứ bảy, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định

khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây dựa ít nhất một phần vào tín hiệu dội lại, trong đó phản hồi bao gồm khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đã xác định.

Fig.12B thể hiện lưu đồ minh họa mô tả ví dụ về hoạt động truyền thông không dây 1210. Hoạt động ví dụ 1210 có thể do thiết bị truyền thông không dây thực hiện chẳng hạn như thiết bị bất kỳ trong số các bộ thu rađa 420, RRX1 hoặc RRX2 trên Fig.4 đến Fig.10. Theo một số phương án triển khai, hoạt động ví dụ 1210 có thể được thực hiện sau hoạt động truyền thông không dây 1200 trên Fig.12A.

Theo một số phương án triển khai, thiết bị truyền thông không dây có thể phát hiện, ở thời điểm thứ ba, tín hiệu dội lại của xung thứ hai trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền (1212). Thiết bị truyền thông không dây xác định khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây dựa ít nhất một phần vào tín hiệu dội lại thứ nhất, trong đó phản hồi bao gồm khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đã xác định (1214). Theo một số phương án triển khai, thiết bị truyền thông không dây có thể xác định độ dịch Doppler dựa vào tín hiệu dội lại thứ nhất và tín hiệu dội lại thứ hai (1216).

Fig.13 thể hiện sơ đồ khối của bộ phát rađa làm ví dụ 1300. Theo một số phương án triển khai, bộ phát rađa 1300 có thể được tạo cấu hình để thực hiện bất kỳ quy trình nào trong số các quy trình 1100 hoặc 1110 lần lượt được mô tả ở trên với tham chiếu đến Fig.11A và Fig.11B. Bộ phát rađa 1300 có thể là ví dụ về phương án triển khai của AP 300 trên Fig.3. Ví dụ, bộ phát rađa 1300 có thể là chip, SoC, bộ chip, gói hoặc thiết bị bao gồm ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một modem (ví dụ, modem Wi-Fi (IEEE 802.11) hoặc modem di động).

Bộ phát rađa 1300 bao gồm thành phần nhận 1310, bộ quản lý truyền thông 1320 và thành phần truyền 1330. Bộ quản lý truyền thông 1320 còn bao gồm thành phần thiết lập phiên rađa 1322, thành phần tạo khung rađa 1324 và thành phần xác định phạm vi 1326. Các phần của một hoặc nhiều trong số các thành phần từ 1322 đến 1326 có thể được triển khai ít nhất một phần trong phần cứng hoặc firmware. Theo một số phương án triển khai, ít nhất một số trong số các thành phần 1322, 1324 hoặc 1326 được triển khai ít nhất một phần dưới dạng phần mềm được lưu trữ trong bộ nhớ (chẳng hạn như bộ nhớ 330). Ví dụ, các phần của một hoặc nhiều trong số các thành phần 1322, 1324 và 1326 có thể được triển khai dưới dạng các lệnh (hoặc "mã") bất biến thực thi được bởi bộ xử lý

(chẳng hạn như bộ xử lý 320) để thực hiện các chức năng hoặc hoạt động của thành phần tương ứng.

Thành phần nhận 1310 được tạo cấu hình để nhận các tín hiệu RX từ một hoặc nhiều bộ thu rađa. Theo một số phương án triển khai, các tín hiệu RX có thể bao gồm phản hồi từ một hoặc nhiều thiết bị nhận. Bộ quản lý truyền thông 1320 được tạo cấu hình để quản lý các cuộc truyền thông rađa với một hoặc nhiều thiết bị nhận. Theo một số phương án triển khai, thành phần thiết lập phiên rađa 1322 có thể thu được khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận; thành phần tạo khung rađa 1324 có thể tạo ra khung rađa bao gồm chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung, trong đó phản hồi thể hiện mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị trong số các thiết bị nhận; và thành phần xác định phạm vi 1326 có thể xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất, dựa ít nhất một phần vào phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng. Thành phần truyền 1330 được tạo cấu hình để truyền các khung rađa dưới dạng một hoặc nhiều tín hiệu TX. Theo một số phương án triển khai, bộ quản lý truyền thông 1320 có thể điều chỉnh mảng anten của thành phần truyền 1330 để truyền một hoặc nhiều phần của khung rađa theo các hướng khác nhau bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng. Theo một số phương án triển khai, các tín hiệu TX có thể bao gồm thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung của khung rađa.

Fig.14 thể hiện sơ đồ khối của bộ thu rađa làm ví dụ 1400. Theo một số phương án triển khai, bộ thu rađa 1400 có thể được tạo cấu hình để thực hiện bất kỳ quy trình nào trong số các quy trình 1200 hoặc 1210 lần lượt được mô tả ở trên với tham chiếu đến Fig.12A và Fig.12B. Bộ thu rađa 1400 có thể là ví dụ về phương án triển khai STA 200 trên Fig.2. Ví dụ, bộ thu rađa 1400 có thể là chip, SoC, bộ chip, gói hoặc thiết bị bao gồm ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một modem (ví dụ, modem Wi-Fi (IEEE 802.11) hoặc modem di động).

Bộ thu rađa 1400 bao gồm thành phần nhận 1410, bộ quản lý truyền thông 1420 và thành phần truyền 1430. Bộ quản lý truyền thông 1420 còn bao gồm thành phần phát hiện từ mã 1422, thành phần phát hiện tín hiệu dội lại 1424 và thành phần tạo phản hồi 1426. Các phần của một hoặc nhiều trong số các thành phần 1422 đến 1426 có thể được

triển khai ít nhất một phần trong phần cứng hoặc firmware. Theo một số phương án triển khai, ít nhất một số trong số các thành phần 1422, 1424 hoặc 1426 được triển khai ít nhất một phần dưới dạng phần mềm được lưu trữ trong bộ nhớ (chẳng hạn như bộ nhớ 240). Ví dụ, các phần của một hoặc nhiều trong số các thành phần 1422, 1424 và 1426 có thể được triển khai dưới dạng các lệnh (hoặc "mã") bất biến thực thi được bởi bộ xử lý (chẳng hạn như bộ xử lý 220) để thực hiện các chức năng hoặc hoạt động của thành phần tương ứng.

Thành phần nhận 1410 được tạo cấu hình để nhận các tín hiệu RX từ bộ phát rađa. Theo một số phương án triển khai, các tín hiệu RX có thể bao gồm tín hiệu dội lại hoặc các phần của khung rađa được truyền bởi thiết bị truyền, trong đó khung rađa bao gồm chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung. Bộ quản lý truyền thông 1420 được tạo cấu hình để quản lý các cuộc truyền thông rađa với thiết bị truyền. Theo một số phương án triển khai, bộ quản lý truyền thông 1420 có thể điều chỉnh mảng anten của thành phần truyền 1430 theo các hướng khác nhau để nhận các tín hiệu dội lại hoặc các phần của khung rađa bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng. Theo một số phương án triển khai, thành phần phát hiện từ mã 1422 có thể phát hiện từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa; thành phần phát hiện tín hiệu dội lại 1424 có thể phát hiện tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung của khung rađa; và thành phần tạo phản hồi 1426 có thể tạo ra phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất, dựa ít nhất một phần vào thông tin định thời và các thời điểm mà từ mã thứ nhất và tín hiệu dội lại được phát hiện, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng. Thành phần truyền 1430 được tạo cấu hình để truyền phản hồi, dưới dạng một hoặc nhiều tín hiệu TX, đến thiết bị truyền.

Như được sử dụng ở đây, cụm từ đề cập đến "ít nhất một trong số" hoặc "một hoặc nhiều trong số" danh sách các mục đề cập đến bất kỳ tổ hợp nào của các mục đó, bao gồm cả các thành viên đơn lẻ. Ví dụ, "ít nhất một trong số: a, b hoặc c" nhằm bao hàm các khả năng: chỉ a, chỉ b, chỉ c, tổ hợp của a và b, tổ hợp của a và c, tổ hợp của b và c, và tổ hợp của a, b và c.

Các thành phần, logic, khối logic, mođun, mạch, hoạt động và quy trình thuật toán minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến các phương án triển khai được bộc lộ ở đây có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng điện tử, firmware, phần mềm hoặc tổ hợp của phần cứng, firmware hoặc phần mềm, bao gồm cả các cấu trúc được bộc lộ trong

bản mô tả này và các cấu trúc tương đương của chúng. Khả năng thay thế cho nhau của phần cứng, firmware và phần mềm đã được mô tả chung về mặt chức năng và được minh họa trong các thành phần, khối, mođun, mạch và quy trình minh họa khác nhau được mô tả ở trên. Việc chức năng đó được triển khai dưới dạng phần cứng hay phần mềm phụ thuộc vào các ràng buộc về thiết kế và ứng dụng cụ thể áp đặt lên hệ thống tổng thể.

Những sửa đổi khác nhau đối với các phương án triển khai được mô tả theo sáng chế có thể dễ dàng nhận thấy đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này và các nguyên tắc chung được xác định ở đây có thể được áp dụng cho các phương án triển khai khác mà không nằm ngoài bản chất hoặc phạm vi của sáng chế. Do đó, các yêu cầu bảo hộ không nhằm giới hạn ở các các phương án triển khai được trình bày ở đây, nhưng phải phù hợp với phạm vi rộng nhất phù hợp với sáng chế, các nguyên tắc và các dấu hiệu mới được bộc lộ ở đây.

Ngoài ra, các dấu hiệu khác nhau được mô tả trong bản mô tả này trong ngữ cảnh các phương án triển khai riêng biệt cũng có thể được triển khai kết hợp trong một phương án triển khai duy nhất. Ngược lại, các dấu hiệu khác nhau được mô tả trong ngữ cảnh của một phương án triển khai đơn lẻ cũng có thể được triển khai trong nhiều phương án triển khai riêng biệt hoặc trong bất kỳ tổ hợp con phù hợp nào. Như vậy, mặc dù các dấu hiệu có thể được mô tả ở trên là hoạt động trong các tổ hợp cụ thể và thậm chí được yêu cầu bảo hộ ban đầu như vậy, một hoặc nhiều dấu hiệu từ tổ hợp được yêu cầu bảo hộ trong một số trường hợp có thể bị loại bỏ khỏi tổ hợp và tổ hợp được yêu cầu bảo hộ có thể hướng đến tổ hợp con hoặc biến thể của tổ hợp con.

Tương tự như vậy, mặc dù các hoạt động được mô tả trên các hình vẽ theo một thứ tự cụ thể, điều này không nên được hiểu là yêu cầu các hoạt động đó phải được thực hiện theo thứ tự cụ thể được trình bày hoặc theo thứ tự tuần tự, hoặc tất cả các hoạt động minh họa phải được thực hiện, để đạt được kết quả mong muốn. Hơn nữa, các hình vẽ có thể mô tả bằng sơ đồ một hoặc nhiều quy trình ví dụ khác ở dạng lưu đồ hoặc sơ đồ luồng. Tuy nhiên, các hoạt động khác không được mô tả có thể được kết hợp trong các quy trình ví dụ được minh họa bằng sơ đồ. Ví dụ, một hoặc nhiều hoạt động bổ sung có thể được thực hiện trước, sau, đồng thời hoặc giữa bất kỳ hoạt động nào được minh họa. Trong một số trường hợp, xử lý đa nhiệm và song song có thể có lợi. Hơn nữa, việc tách các thành phần hệ thống khác nhau trong các phương án triển khai được mô tả ở trên không nên được hiểu là yêu cầu tách biệt như vậy trong tất cả các phương án triển khai,

và cần hiểu rằng các thành phần chương trình và hệ thống được mô tả thường có thể được tích hợp với nhau trong một sản phẩm phần mềm duy nhất hoặc được đóng gói thành nhiều sản phẩm phần mềm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông không dây do thiết bị truyền thông không dây thực hiện, phương pháp này bao gồm các bước:

thu được khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận;

truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung;

truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của mỗi thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận;

truyền một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất;

nhận phản hồi từ ít nhất một thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất, phản hồi thể hiện mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị nhận; và

xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận, tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin định tầm bao gồm ít nhất một trong số khoảng cách, hướng hoặc vận tốc của đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây.

3. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, một hoặc nhiều khung cảnh báo rađa trước chuỗi từ mã, mỗi khung cảnh báo rađa được truyền theo hướng của một thiết bị nhận tương ứng trong số các thiết bị nhận và chỉ ra địa chỉ của thiết bị nhận tương ứng và địa chỉ để phản hồi sẽ được gửi đến.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền một hoặc nhiều xung bao gồm bước:

thay đổi động cấu hình anten của thiết bị truyền thông không dây để truyền một hoặc nhiều xung theo nhiều hướng, mỗi cấu hình anten được kết hợp với một hướng tương ứng trong số nhiều hướng.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phản hồi chỉ ra ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (angle of arrival - AOA) của tín hiệu dội lại so với ít nhất một thiết bị nhận.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phản hồi chỉ ra độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện tín hiệu dội lại bởi ít nhất một thiết bị nhận.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phản hồi chỉ ra đáp ứng xung kênh (channel impulse response - CIR) kết hợp với tín hiệu dội lại và độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc đo CIR bởi ít nhất một thiết bị nhận.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phản hồi chỉ ra khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được đo bởi ít nhất một thiết bị nhận liên quan đến đối tượng.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc xác định thông tin định tầm bao gồm các bước:

truyền lại một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai;

nhận phản hồi bổ sung từ ít nhất một thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai; và

xác định vận tốc của đối tượng dựa ít nhất một phần vào phản hồi kết hợp với khung rađa thứ nhất và phản hồi bổ sung kết hợp với khung rađa thứ hai.

10. Thiết bị truyền thông không dây bao gồm:

nhiều anten;

một hoặc nhiều bộ xử lý; và

bộ nhớ lưu trữ lệnh, khi do một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi, khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

xác định khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận;

truyền tới một hoặc nhiều thiết bị nhận thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung;

truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của mỗi thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận;

truyền một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất;

nhận phản hồi từ ít nhất một thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất, phản hồi thể hiện mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị nhận; và

xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận, tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng.

11. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 10, trong đó thông tin định tầm bao gồm ít nhất một trong số khoảng cách, hướng hoặc vận tốc của đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây.

12. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 10, trong đó việc thực thi các lệnh còn khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, một hoặc nhiều khung cảnh báo rađa trước chuỗi từ mã, mỗi khung cảnh báo rađa được truyền theo hướng của thiết bị nhận tương ứng trong số các thiết bị nhận và mỗi khung cảnh báo rađa chỉ ra địa chỉ của thiết bị nhận tương ứng và địa chỉ để phản hồi sẽ được gửi đến.

13. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 10, trong đó phản hồi chỉ ra ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (AOA) của tín hiệu dội lại so với ít nhất một thiết bị nhận.

14. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 13, trong đó phản hồi chỉ ra độ trễ giữa

cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện tín hiệu dội lại bởi ít nhất một thiết bị nhận, đáp ứng xung kênh (CIR) được kết hợp với tín hiệu dội lại và độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc đo CIR bởi ít nhất một thiết bị nhận, hoặc khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được đo bởi ít nhất một thiết bị nhận liên quan đến đối tượng.

15. Thiết bị truyền thông không dây theo điểm 10, trong đó việc thực thi các lệnh để xác định thông tin định tầm khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

truyền lại một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai;

nhận phản hồi bổ sung từ ít nhất một thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai; và

xác định vận tốc của đối tượng dựa ít nhất một phần vào phản hồi kết hợp với khung rađa thứ nhất và phản hồi bổ sung kết hợp với khung rađa thứ hai.

16. Phương pháp truyền thông không dây do thiết bị truyền thông không dây thực hiện, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận, từ thiết bị truyền, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung;

phát hiện, ở thời điểm thứ nhất, từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền;

phát hiện, ở thời điểm thứ hai, tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền;

tạo phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai, và thông tin định thời, tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng; và truyền phản hồi đến thiết bị truyền.

17. Phương pháp theo điểm 16, phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định hướng của thiết bị truyền; phát hiện khung cảnh báo rađa được truyền bởi thiết bị truyền trước chuỗi từ mã, khung cảnh báo rađa bao gồm chỉ báo về địa chỉ của thiết bị truyền và địa chỉ của thiết bị truyền thông không dây; và

điều chỉnh nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo hướng của thiết bị truyền, đáp lại việc phát hiện khung cảnh báo rađa, để phát hiện chuỗi từ mã.

18. Phương pháp theo điểm 16, phương pháp này còn bao gồm bước:

định vị nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo nhiều hướng để phát hiện tín hiệu dội lại của xung thứ nhất.

19. Phương pháp theo điểm 16, trong đó một hoặc nhiều xung bao gồm chuỗi các xung và thông tin định thời chỉ ra độ trễ giữa chuỗi từ mã và điểm bắt đầu của chuỗi xung.

20. Phương pháp theo điểm 16, trong đó việc tạo ra bao gồm bước:

xác định ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (AOA) của tín hiệu dội lại, phản hồi bao gồm chỉ báo về góc phương vị hoặc góc ngẩng đã xác định.

21. Phương pháp theo điểm 16, trong đó việc tạo ra bao gồm bước:

xác định độ trễ giữa cuộc truyền xung thứ nhất và việc phát hiện ra tín hiệu dội lại dựa vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, phản hồi bao gồm chỉ báo về độ trễ đã xác định.

22. Phương pháp theo điểm 16, trong đó việc tạo ra bao gồm bước:

đo đáp ứng xung kênh (CIR) kết hợp với tín hiệu dội lại, phản hồi chỉ ra CIR đo được và độ trễ giữa cuộc truyền xung tương ứng và phép đo CIR.

23. Phương pháp theo điểm 16, trong đó việc tạo ra bao gồm bước:

xác định khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây dựa ít nhất một phần vào tín hiệu dội lại thứ nhất, phản hồi bao gồm khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đã xác định.

24. Phương pháp theo điểm 23, trong đó việc xác định độ dịch Doppler bao gồm các bước:

phát hiện, ở thời điểm thứ ba, tín hiệu dội lại của xung thứ hai trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền; và

xác định độ dịch Doppler dựa vào tín hiệu dội lại thứ nhất và tín hiệu dội lại thứ hai.

25. Thiết bị truyền thông không dây bao gồm:

nhiều anten;

một hoặc nhiều bộ xử lý; và

bộ nhớ lưu trữ các lệnh, khi do một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi, khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

nhận, từ thiết bị truyền, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung;

phát hiện, ở thời điểm thứ nhất, từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền;

phát hiện, ở thời điểm thứ hai, tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền;

tạo phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng; và

truyền thông tin phản hồi đến thiết bị truyền.

26. Thiết bị theo điểm 25, trong đó việc thực thi các lệnh còn khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

xác định hướng của thiết bị truyền; phát hiện khung cảnh báo rađa được truyền bởi thiết bị truyền trước chuỗi từ mã, khung cảnh báo rađa bao gồm chỉ báo về địa chỉ của thiết bị truyền và địa chỉ của thiết bị truyền thông không dây; và

điều chỉnh nhiều anten của thiết bị truyền thông không dây theo hướng của thiết bị truyền, đáp lại việc phát hiện khung cảnh báo rađa, để phát hiện chuỗi từ mã.

27. Thiết bị theo điểm 25, trong đó một hoặc nhiều xung bao gồm chuỗi các xung và thông tin định thời chỉ ra độ trễ giữa chuỗi từ mã và điểm bắt đầu của chuỗi xung.

28. Thiết bị theo điểm 27, trong đó việc thực thi các lệnh để tạo ra phản hồi khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

xác định vị trí của xung thứ nhất trong chuỗi xung dựa vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, phản hồi bao gồm chỉ báo về vị trí của xung thứ nhất; và

xác định ít nhất một trong số góc phương vị hoặc góc ngẩng của góc tới (AOA) của tín hiệu dội lại, phản hồi bao gồm chỉ báo về góc phương vị hoặc góc ngẩng đã xác định.

29. Thiết bị theo điểm 25, trong đó việc thực thi các lệnh để tạo ra phản hồi khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

xác định khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây dựa ít nhất một phần vào tín hiệu dội lại thứ nhất, phản hồi bao gồm khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đã xác định.

30. Thiết bị theo điểm 25, trong đó việc thực thi các lệnh để xác định độ dịch Doppler khiến cho thiết bị truyền thông không dây:

phát hiện, ở thời điểm thứ ba, tín hiệu dội lại của xung thứ hai trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền; và

xác định độ dịch Doppler dựa vào tín hiệu dội lại thứ nhất và tín hiệu dội lại thứ hai.

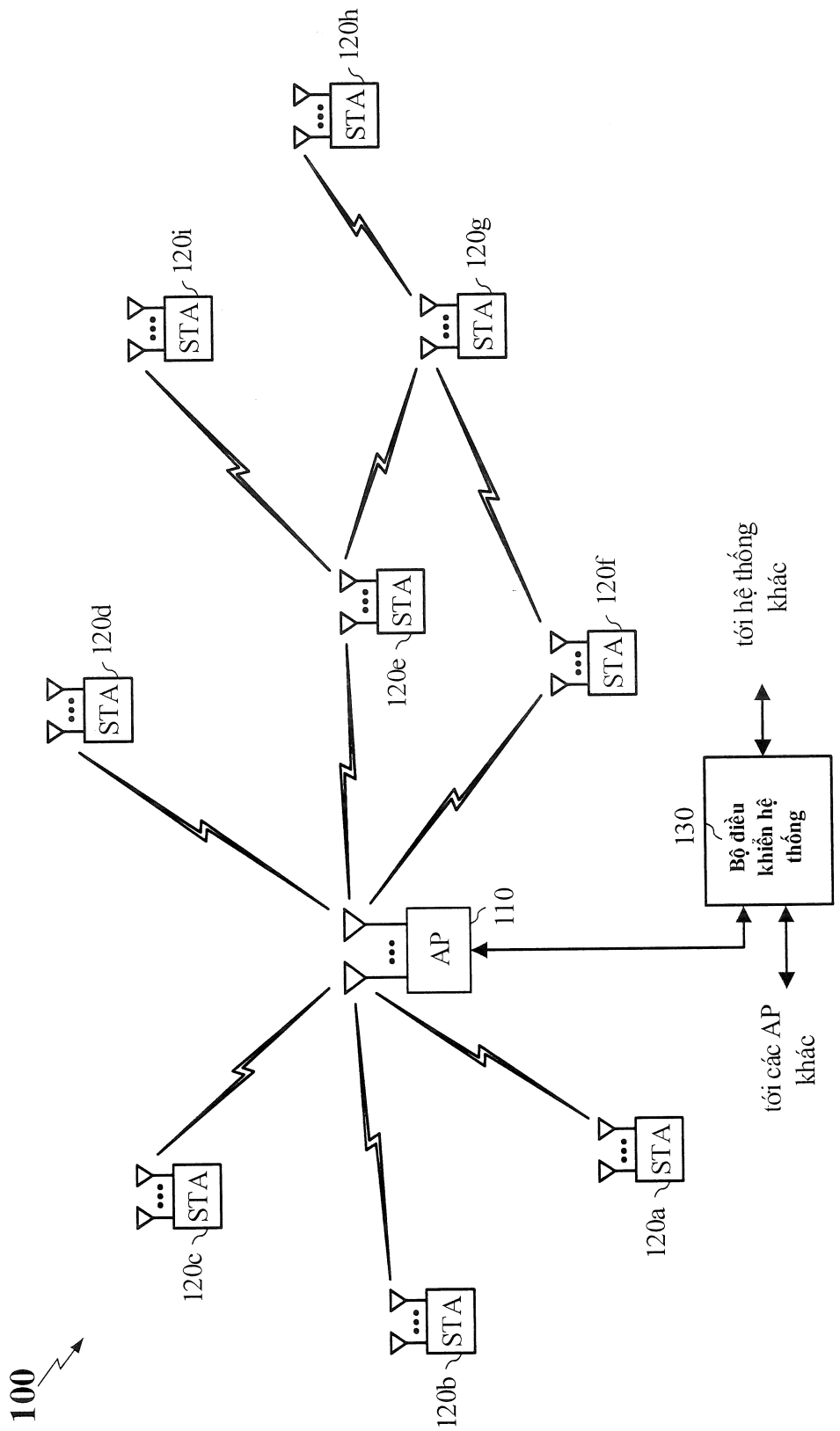
100
AP
110
STA
120a
120b
120c
120d
120e
120f
120g
120h
120i
130
Bộ điều khiển hệ thống
tới hệ thống khác
tới các AP khác

Fig.1

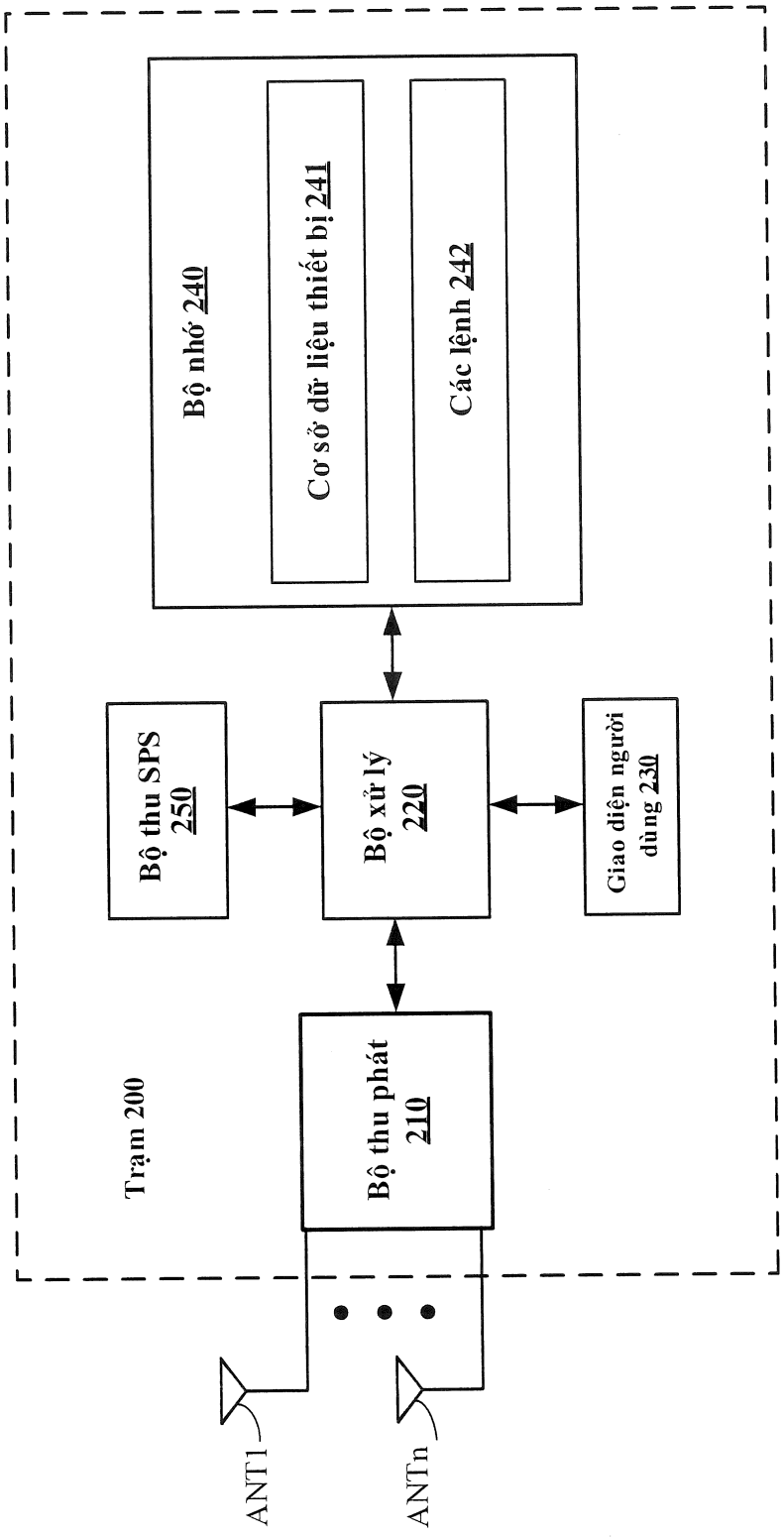
Bộ nhớ 240
Cơ sở dữ liệu thiết bị 241
Các lệnh 242
Bộ thu SPS 250
Bộ xử lý 220
Giao diện người dùng 230
Bộ thu phát 210
Trạm 200
ANT1
ANTn

Fig.2

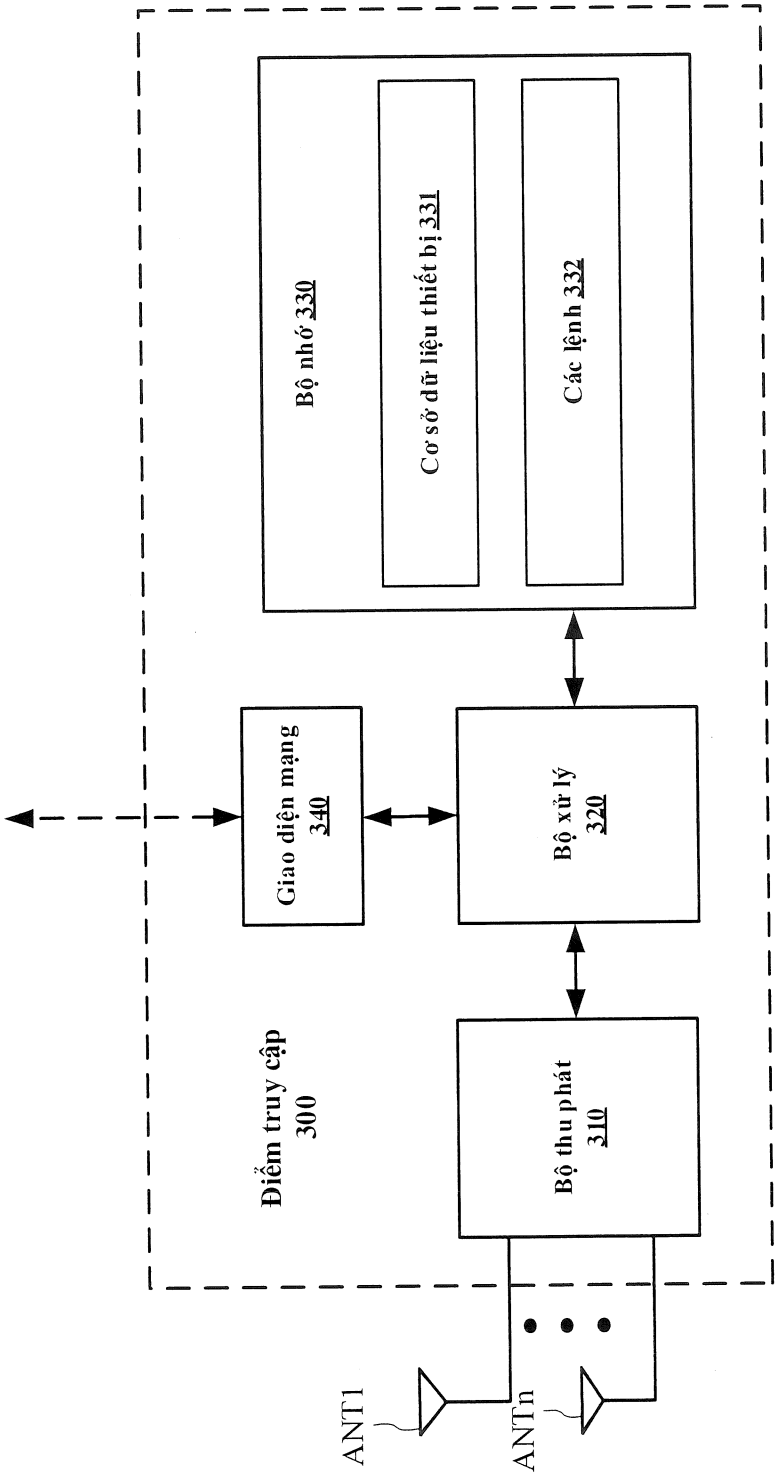
Điểm truy cập
300
Bộ nhớ 330
Cơ sở dữ liệu thiết bị 331
Các lệnh 332
Giao diện mạng
340
Bộ xử lý
320
Bộ thu phát
310
ANT1
ANTn

Fig.3

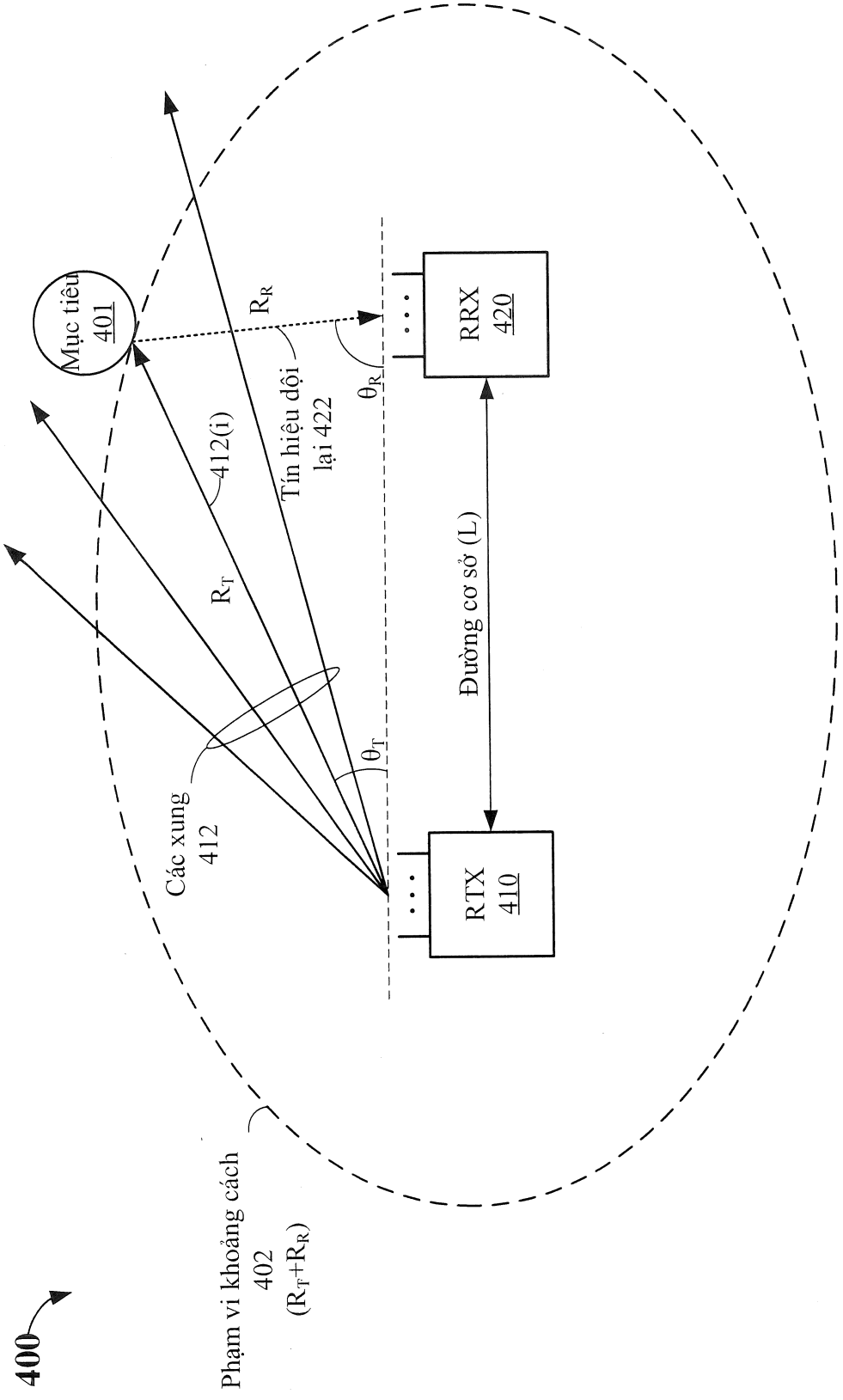
400
Phạm vi khoảng cách
402
(R_T+R_R)
Các xung
412
θ_T
R_T
412(i)
Mục tiêu
401
R_R
Tín hiệu dội
lại 422
θ_R
Đường cơ sở (L)
RTX
410
RRX
420

Fig.4

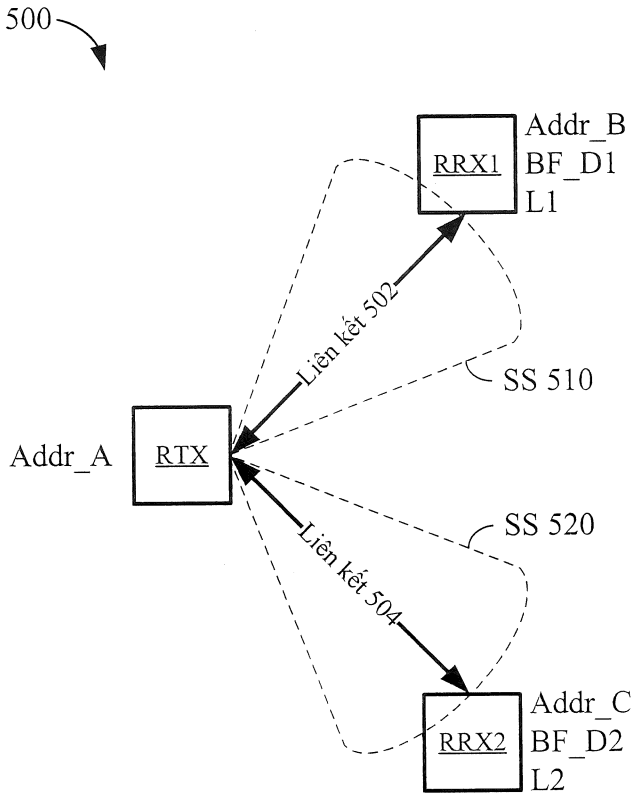
500
Addr_B
RRX1
BF_D1
L1
Liên kết 502
SS 510
Addr_A
RTX
SS 520
Liên kết 504
Addr_C
RRX2
BF_D2
L2

Fig.5

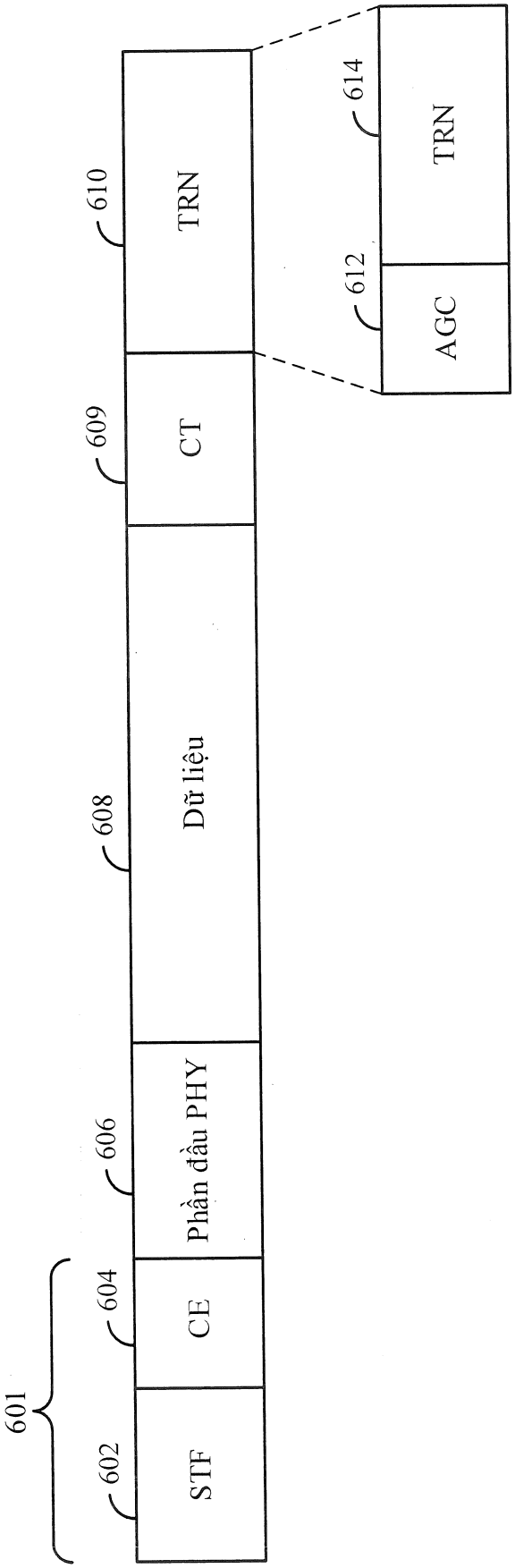
600
601
602
STF
604
CE
606
Phần đầu PHY
608
Dữ liệu
609
CT
610
TRN
612
AGC
614
TRN

Fig.6

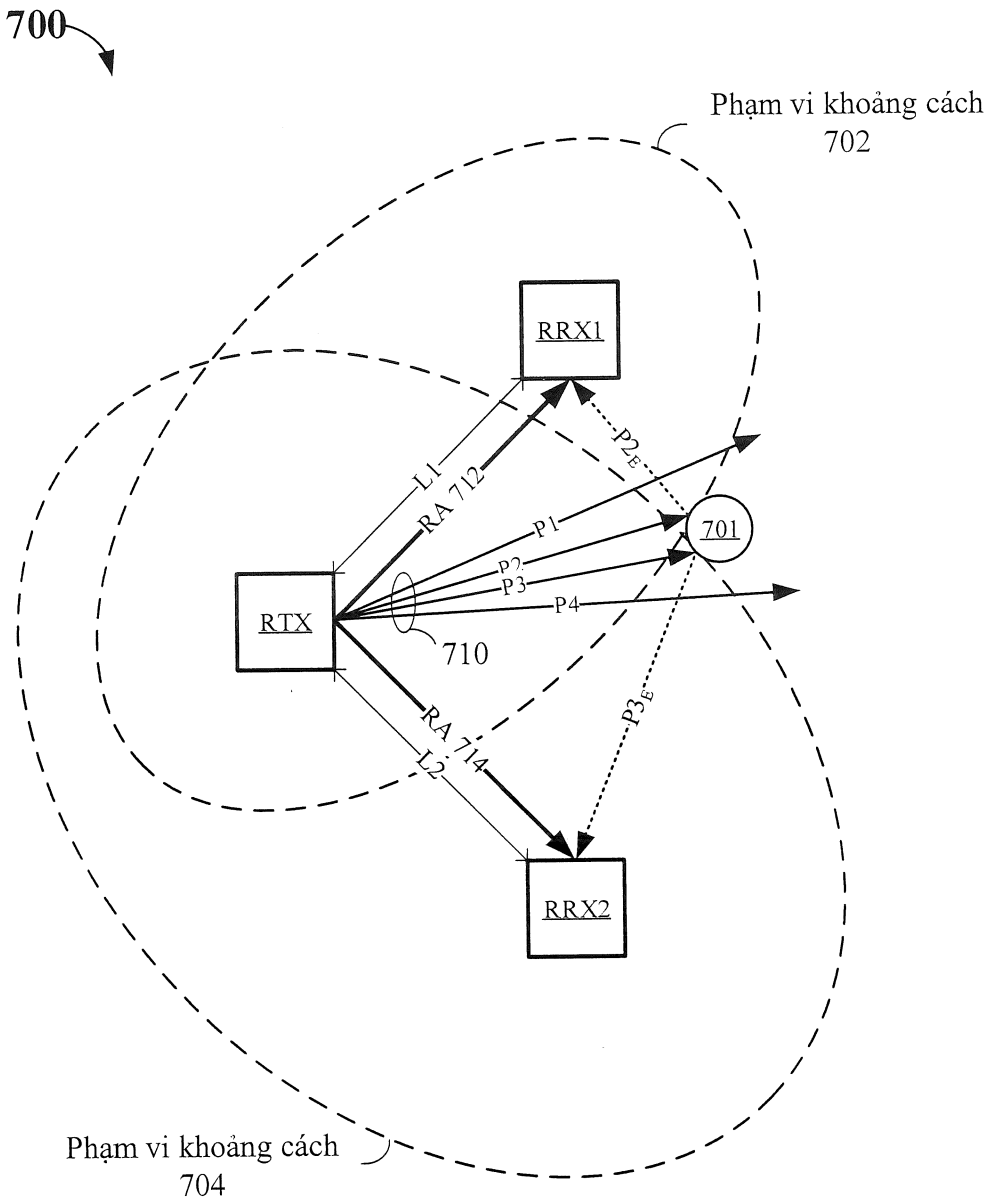
700
Phạm vi khoảng cách
702
RRX1
L1
RA 712
P2E
P1
P2
P3
P4
701
RTX
710
RA 714
L2
P3E
RRX2
Phạm vi khoảng cách
704

Fig.7

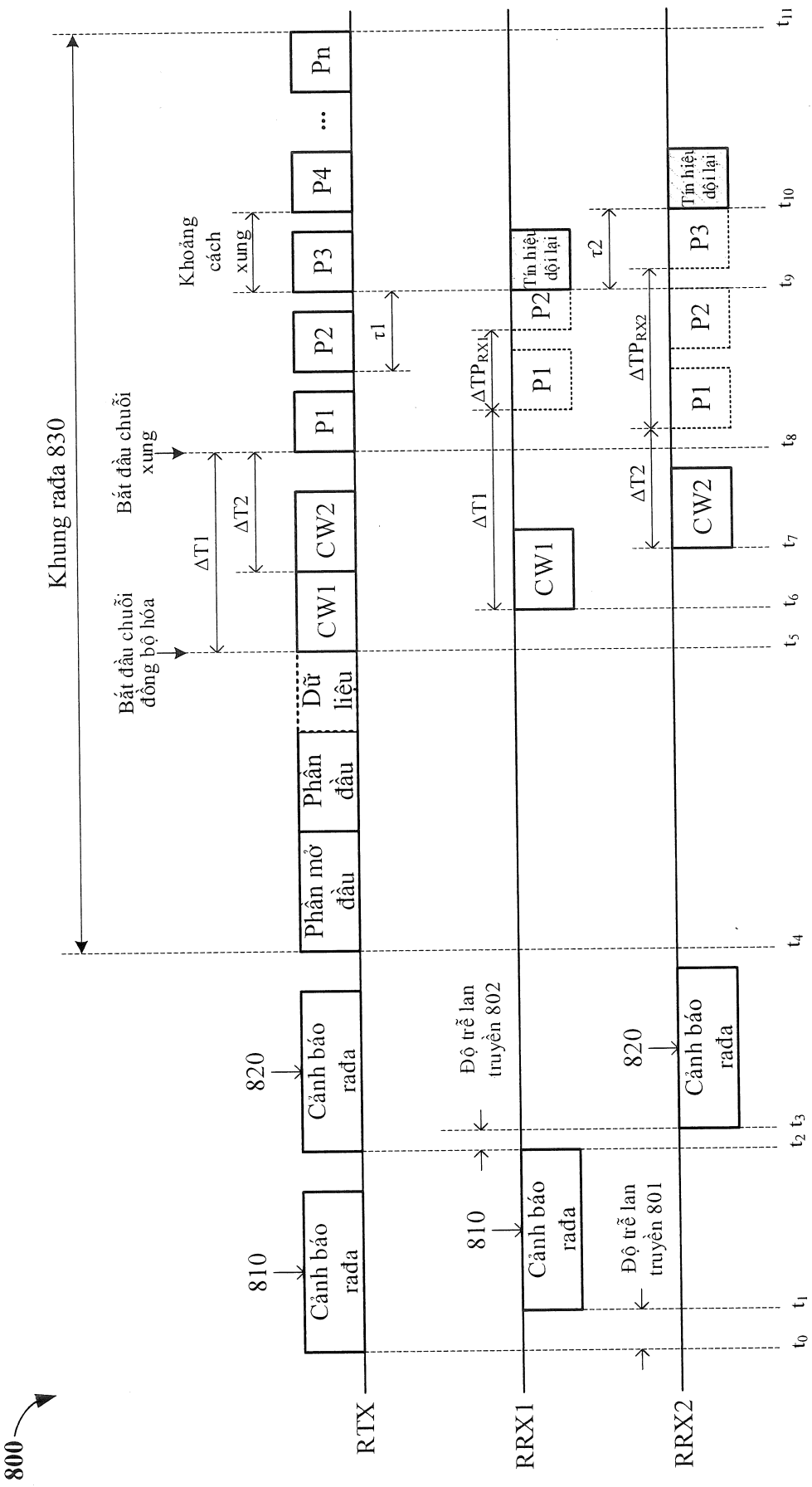
800
RTX
RRX1
RRX2
Khung rađa 830
Bắt đầu chuỗi đồng bộ hóa
Bắt đầu chuỗi xung
Khoảng cách xung
ΔT1
ΔT2
τ1
τ2
ΔTP_RX1
ΔTP_RX2
Phần mở đầu
Phần đầu
Dữ liệu
CW1
CW2
P1
P2
P3
P4
...
Pn
Tín hiệu dội lại
810
820
Cảnh báo rađa
Độ trễ lan truyền 801
Độ trễ lan truyền 802
t0
t1
t2 t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11

Fig.8

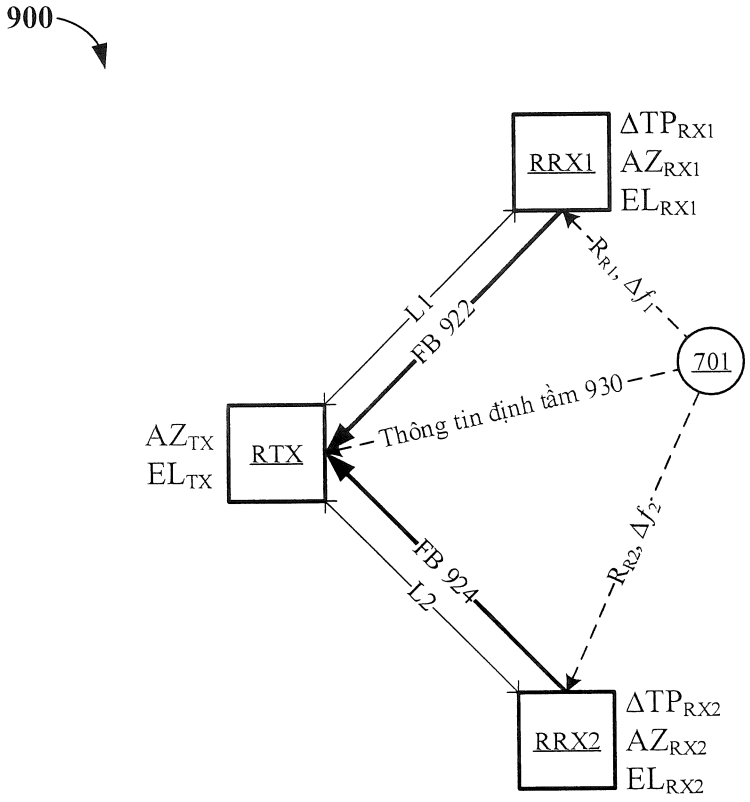
900
RRX1
ΔTP_RX1
AZ_RX1
EL_RX1
L1
FB 922
R_R1, Δf_1
701
Thông tin định tầm 930
AZ_TX
EL_TX
RTX
FB 924
L2
R_R2, Δf_2
RRX2
ΔTP_RX2
AZ_RX2
EL_RX2

Fig.9

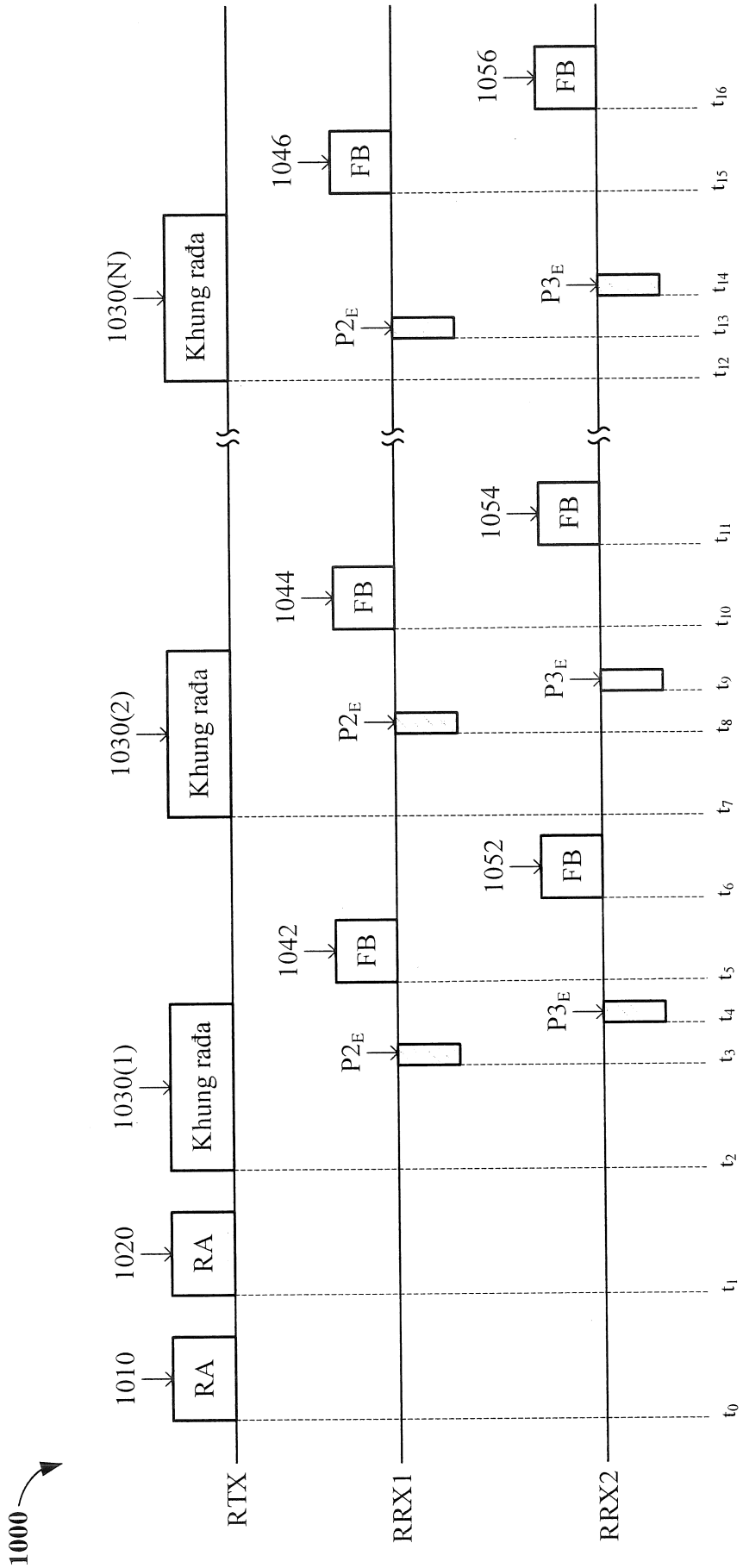
1000
RTX
RRX1
RRX2
1010
RA
1020
RA
1030(1)
Khung rađa
1030(2)
Khung rađa
1030(N)
Khung rađa
1042
FB
1044
FB
1046
FB
1052
FB
1054
FB
1056
FB
P2E
P2E
P2E
P3E
P3E
P3E
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11
t12
t13
t14
t15
t16

Fig.10

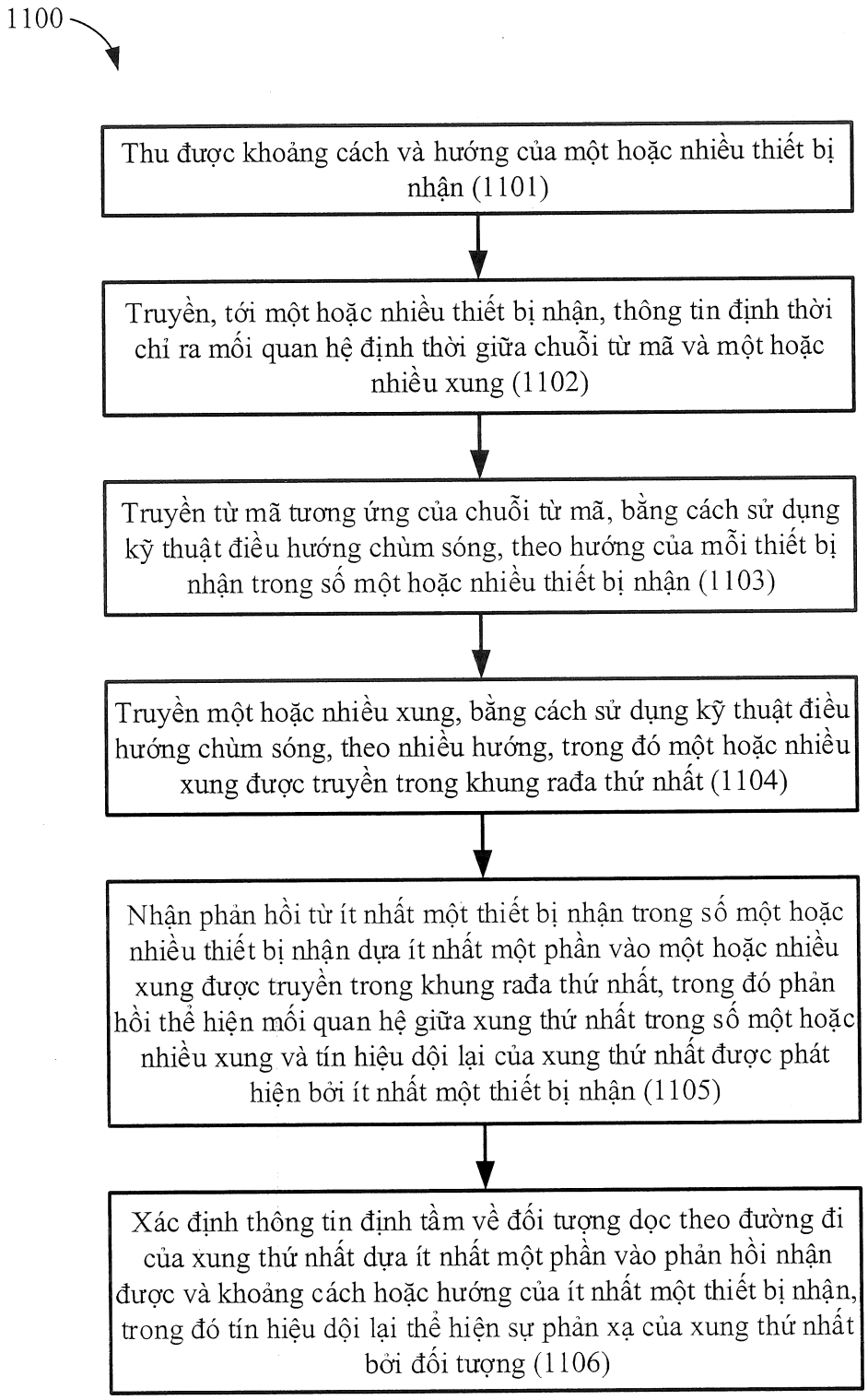
1100
Thu được khoảng cách và hướng của một hoặc nhiều thiết bị nhận (1101)
Truyền, tới một hoặc nhiều thiết bị nhận, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung (1102)
Truyền từ mã tương ứng của chuỗi từ mã, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo hướng của mỗi thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận (1103)
Truyền một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất (1104)
Nhận phản hồi từ ít nhất một thiết bị nhận trong số một hoặc nhiều thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền trong khung rađa thứ nhất, trong đó phản hồi thể hiện mối quan hệ giữa xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung và tín hiệu dội lại của xung thứ nhất được phát hiện bởi ít nhất một thiết bị nhận (1105)
Xác định thông tin định tầm về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào phản hồi nhận được và khoảng cách hoặc hướng của ít nhất một thiết bị nhận, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng (1106)

Fig.11A

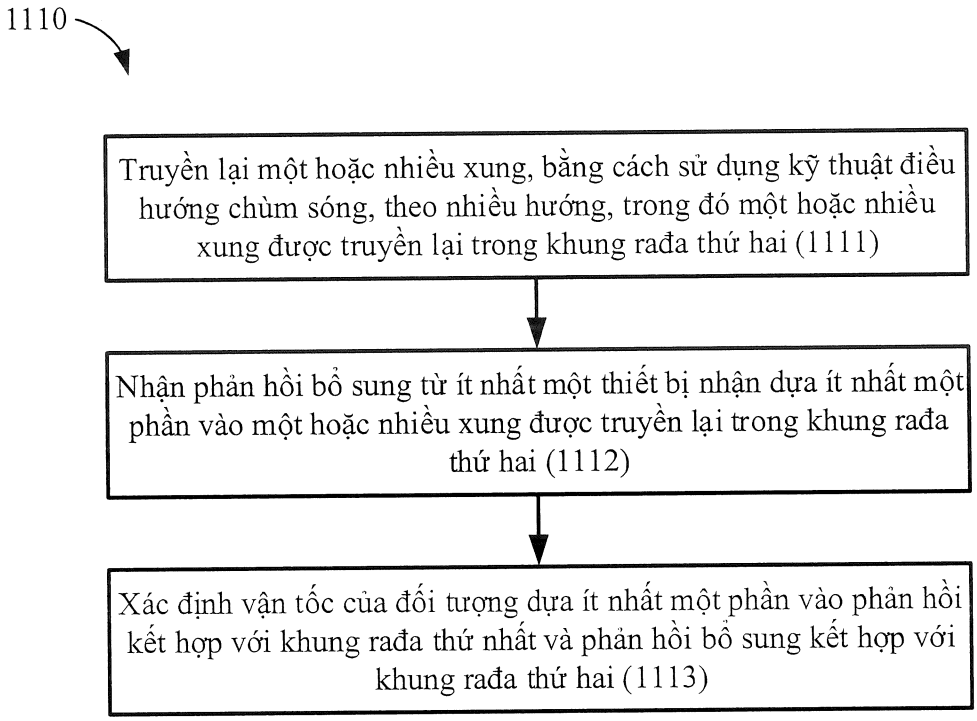
1110
Truyền lại một hoặc nhiều xung, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng, theo nhiều hướng, trong đó một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai (1111)
Nhận phản hồi bổ sung từ ít nhất một thiết bị nhận dựa ít nhất một phần vào một hoặc nhiều xung được truyền lại trong khung rađa thứ hai (1112)
Xác định vận tốc của đối tượng dựa ít nhất một phần vào phản hồi kết hợp với khung rađa thứ nhất và phản hồi bổ sung kết hợp với khung rađa thứ hai (1113)

Fig.11B

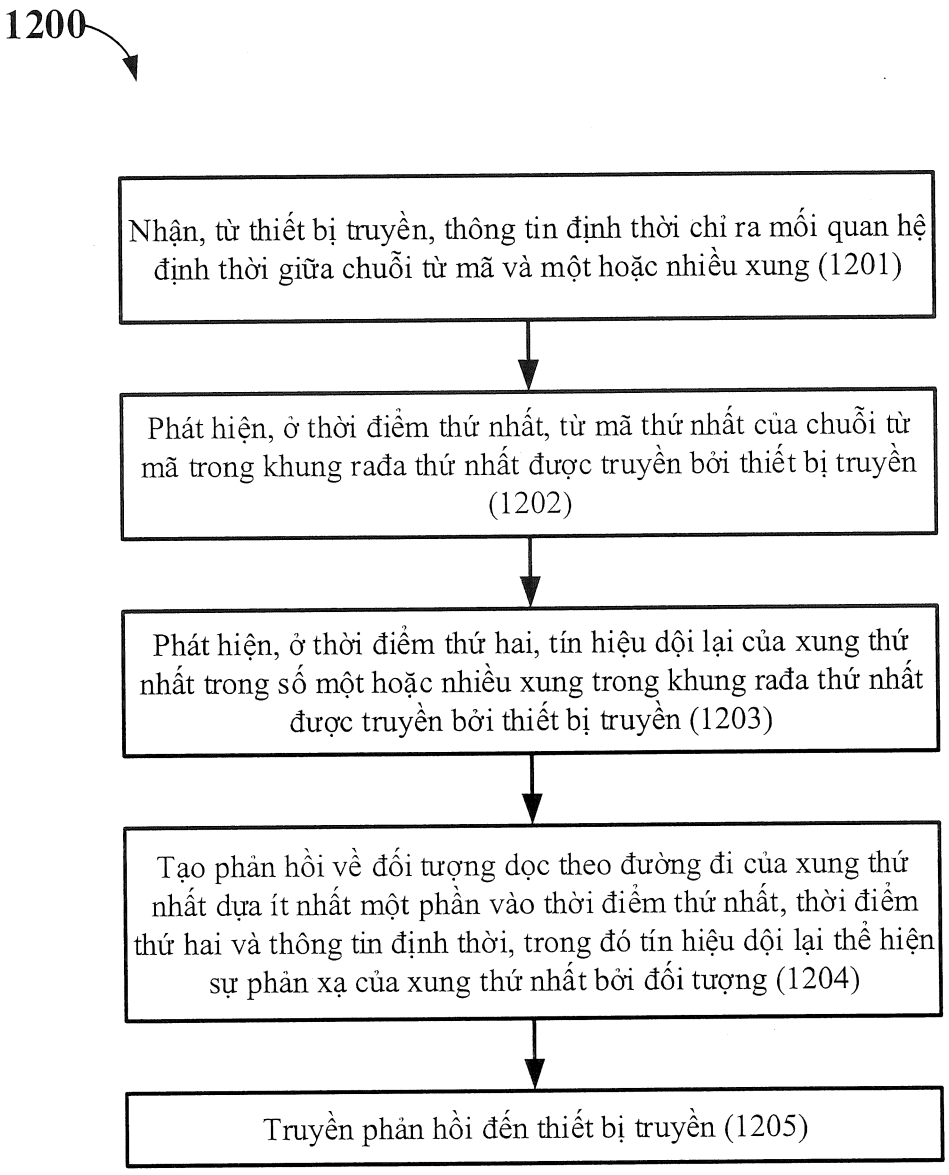
1200
Nhận, từ thiết bị truyền, thông tin định thời chỉ ra mối quan hệ định thời giữa chuỗi từ mã và một hoặc nhiều xung (1201)
Phát hiện, ở thời điểm thứ nhất, từ mã thứ nhất của chuỗi từ mã trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền (1202)
Phát hiện, ở thời điểm thứ hai, tín hiệu dội lại của xung thứ nhất trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ nhất được truyền bởi thiết bị truyền (1203)
Tạo phản hồi về đối tượng dọc theo đường đi của xung thứ nhất dựa ít nhất một phần vào thời điểm thứ nhất, thời điểm thứ hai và thông tin định thời, trong đó tín hiệu dội lại thể hiện sự phản xạ của xung thứ nhất bởi đối tượng (1204)
Truyền phản hồi đến thiết bị truyền (1205)

Fig.12A

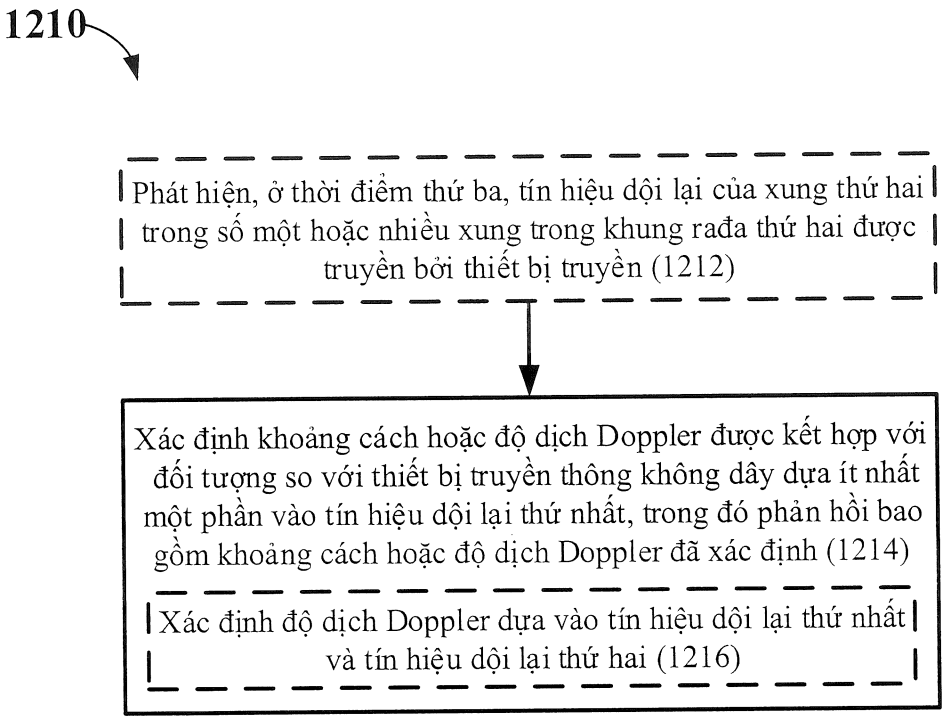
1210
Phát hiện, ở thời điểm thứ ba, tín hiệu dội lại của xung thứ hai trong số một hoặc nhiều xung trong khung rađa thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền (1212)
Xác định khoảng cách hoặc độ dịch Doppler được kết hợp với đối tượng so với thiết bị truyền thông không dây dựa ít nhất một phần vào tín hiệu dội lại thứ nhất, trong đó phản hồi bao gồm khoảng cách hoặc độ dịch Doppler đã xác định (1214)
Xác định độ dịch Doppler dựa vào tín hiệu dội lại thứ nhất và tín hiệu dội lại thứ hai (1216)

Fig.12B

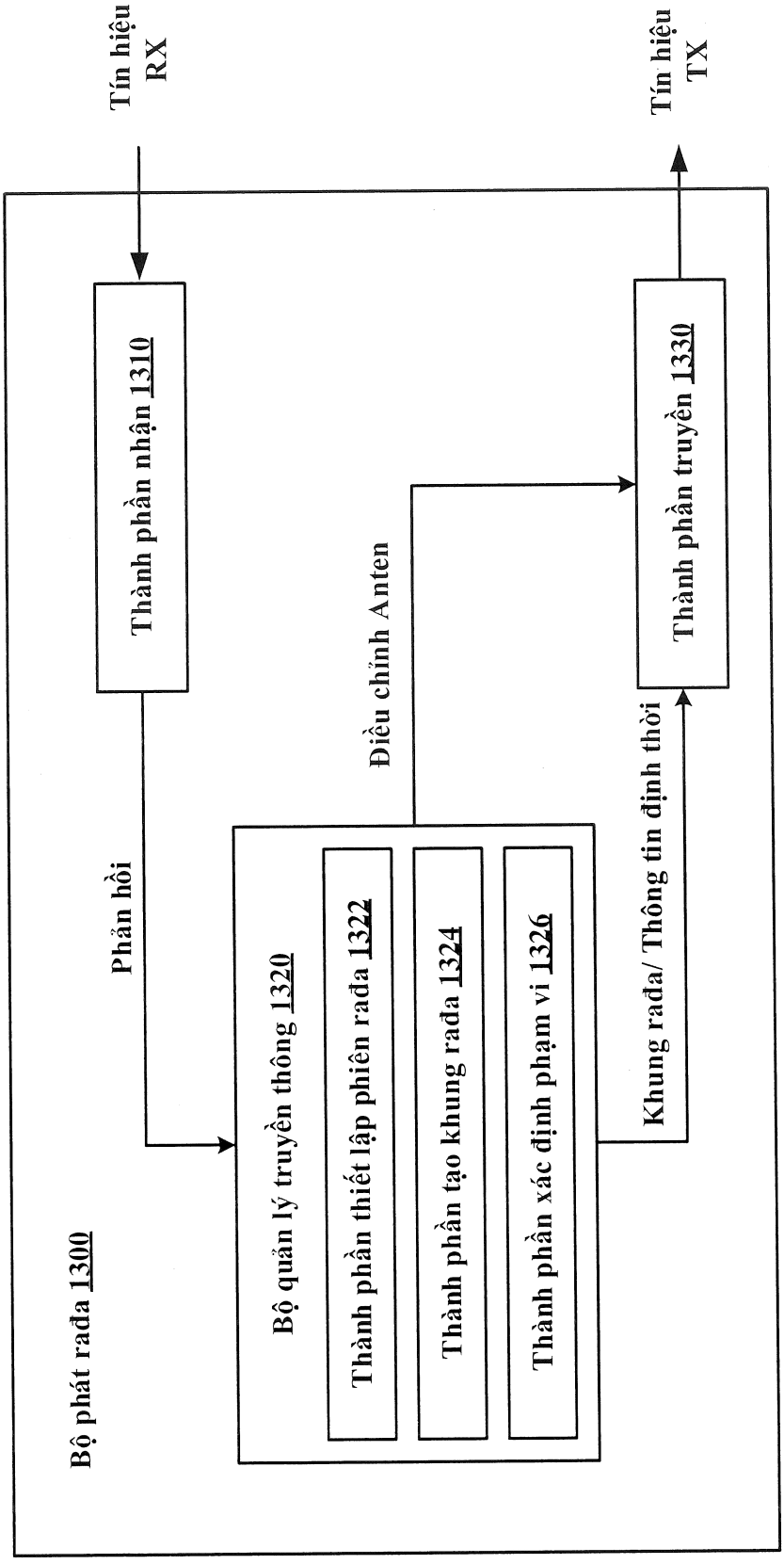
Tín hiệu RX
Tín hiệu TX
Thành phần nhận 1310
Thành phần truyền 1330
Phản hồi
Điều chỉnh Anten
Khung rada/ Thông tin định thời
Bộ phát rada 1300
Bộ quản lý truyền thông 1320
Thành phần thiết lập phiên rada 1322
Thành phần tạo khung rada 1324
Thành phần xác định phạm vi 1326

Fig.13

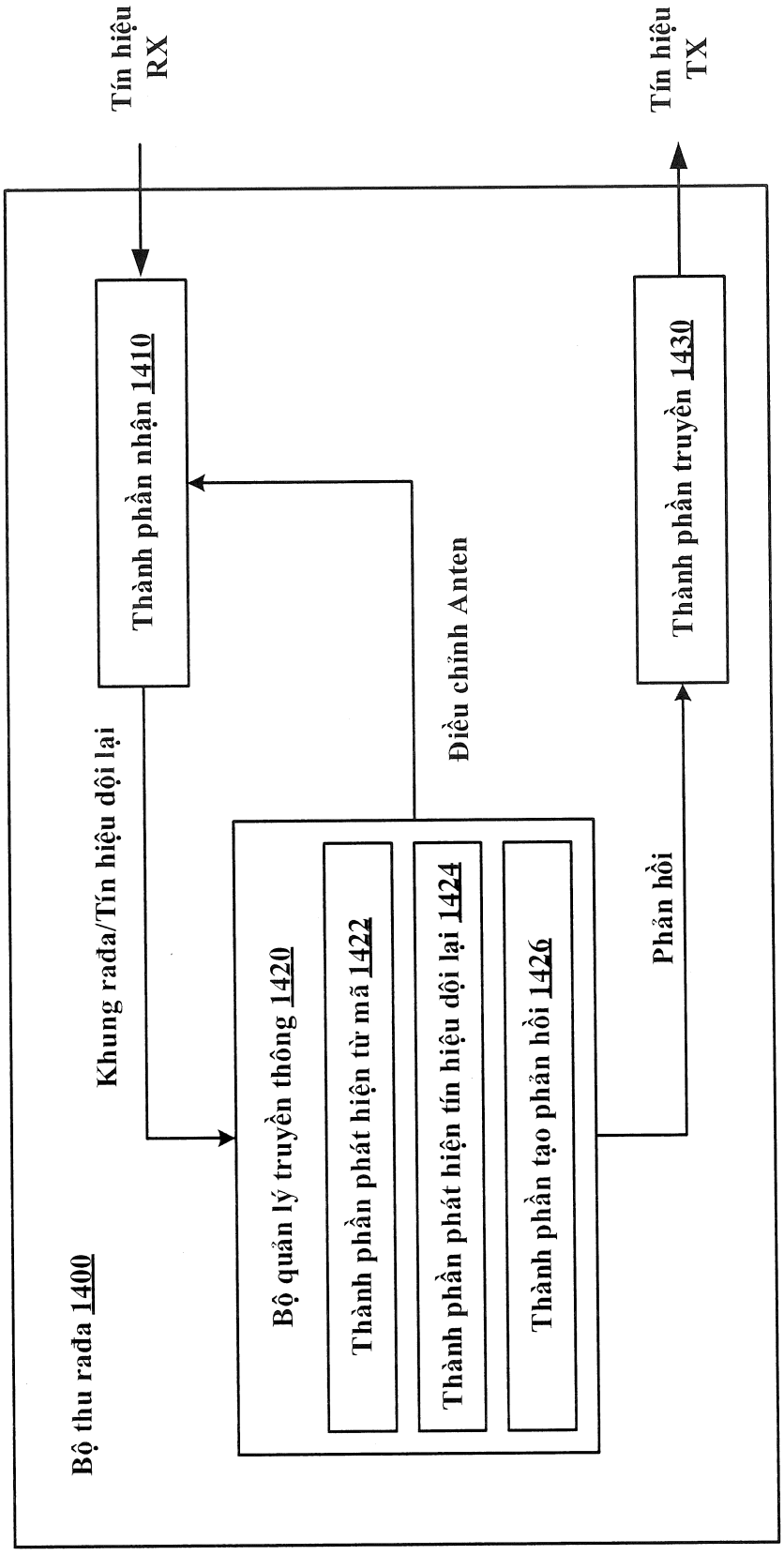
Tín hiệu RX
Tín hiệu TX
Thành phần nhận 1410
Thành phần truyền 1430
Khung rada/Tín hiệu dội lại
Điều chỉnh Anten
Phản hồi
Bộ thu rađa 1400
Bộ quản lý truyền thông 1420
Thành phần phát hiện từ mã 1422
Thành phần phát hiện tín hiệu dội lại 1424
Thành phần tạo phản hồi 1426

Fig.14