



(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)



1-0048732

(51)^{2022.01} H04B 7/06; H04B 7/08; G01S 1/02

(13) B

(21) 1-2022-07623

(22) 20/05/2021

(86) PCT/US2021/033406 20/05/2021

(87) WO 2021/242599 02/12/2021

(30) 63/032,446 29/05/2020 US; 17/325,071 19/05/2021 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/03/2023 420A

(73) Qualcomm Incorporated (US)

Attn: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-1714, United States of America

(72) BAO, Jingchao (CN); AKKARAKARAN, Sony (IN); MANOLAKOS, Alexandros (GR); LUO, Tao (US).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D &N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ MÁY TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY, THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ PHƯƠNG TIỆN BẤT BIẾN ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(21) 1-2022-07623

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và máy truyền thông không dây, thiết bị người dùng và phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính. Các kỹ thuật được bộc lộ bao gồm chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ một hoặc nhiều trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất; chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất; và thực hiện hoạt động ước lượng vị trí nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai.

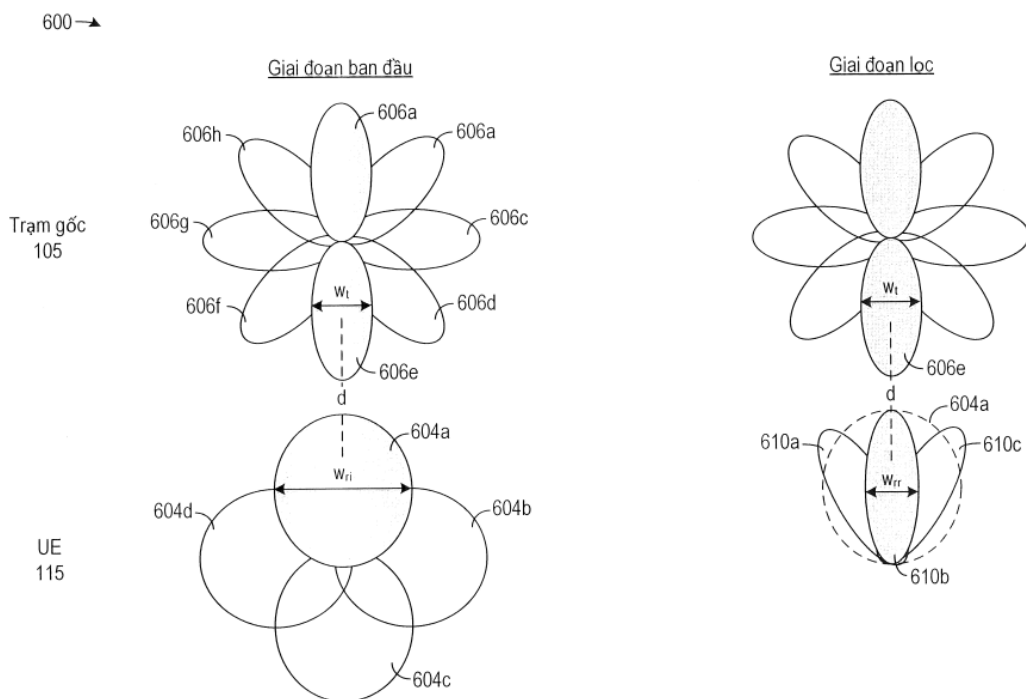


Fig.6A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế nói chung đề cập đến truyền thông không dây, và cụ thể hơn là đến các kỹ thuật hỗ trợ các dịch vụ vị trí cho thiết bị người dùng (user equipment - UE) được phục vụ bởi mạng không dây thế hệ thứ năm (Fifth Generation - 5G) vô tuyến mới (new radio - NR).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây được triển khai rộng rãi để cung cấp nhiều loại nội dung truyền thông khác nhau như thoại, video, dữ liệu gói, nhắn tin, phát quảng bá, v.v.. Các hệ thống này có thể có khả năng hỗ trợ truyền thông với nhiều người dùng bằng cách chia sẻ tài nguyên hệ thống sẵn có (ví dụ, thời gian, tần số và công suất). Các ví dụ về các hệ thống đa truy cập như vậy bao gồm các hệ thống thế hệ thứ tư (fourth generation - 4G) như hệ thống tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE), hệ thống LTE tiên tiến (LTE-Advanced - LTE-A), hoặc hệ thống LTE-A Pro và hệ thống thế hệ thứ năm (fifth generation - 5G) mà có thể được gọi là các hệ thống vô tuyến mới (New Radio - NR). Các hệ thống này có thể sử dụng các công nghệ như 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), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access - OFDMA), hoặc ghép kênh phân chia theo tần số trực giao trải phổ biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform spread orthogonal frequency division multiplexing - DFT-S-OFDM). Hệ thống truyền thông đa truy cập không dây có thể bao gồm một số trạm gốc hoặc nút truy cập mạng, mỗi trạm hoặc nút đồng thời hỗ trợ truyền thông cho nhiều thiết bị truyền thông, các thiết bị này còn có thể được gọi là thiết bị người dùng (user equipment - UE).

Trong một số hệ thống truyền thông không dây, trạm gốc có thể xác định vị trí hoặc địa điểm của UE được hỗ trợ nhờ sử dụng thông tin mạng truy cập vô tuyến. Thông tin có thể được kết hợp với các kỹ thuật định vị được UE hỗ trợ, chẳng hạn như truyền tín hiệu tham chiếu, bởi trạm gốc và báo cáo các số đo báo hiệu vô tuyến bởi UE. Các phương pháp này có thể hỗ trợ nhiều dịch vụ vị trí (ví dụ, các hệ thống điều hướng,

truyền thông khẩn cấp), và cung cấp một hoặc nhiều hệ thống xác định vị trí bổ sung được hỗ trợ bởi các thiết bị truyền thông không dây (như công nghệ hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system - GPS)). Tuy nhiên, do lưu lượng dữ liệu tăng lên, các báo cáo khác về số đo báo hiệu vô tuyến khác không cung cấp được sự báo hiệu và truyền thông mạnh trong một số môi trường, bao gồm trong các hệ thống NR.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất các phương pháp, thiết bị và hệ thống để thực hiện hoạt động ước lượng vị trí trong các hệ thống truyền thông không dây vô tuyến mới (new radio - NR).

Theo sáng chế, phương pháp truyền thông không dây làm ví dụ tại thiết bị người dùng (user equipment - UE) bao gồm bước chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE. Phương pháp này còn bao gồm bước chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất. Phương pháp còn bao gồm bước thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Theo sáng chế, thiết bị người dùng (user equipment - UE) làm ví dụ bao gồm bộ thu phát, bộ nhớ và một hoặc nhiều bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ thu phát

và bộ nhớ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE. Một hoặc nhiều đơn vị xử lý còn được tạo cấu hình để chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất. Một hoặc nhiều đơn vị xử lý còn được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Theo sáng chế, máy truyền thông không dây làm ví dụ tại thiết bị người dùng (user equipment - UE) bao gồm phương tiện để chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE. Máy này còn bao gồm phương tiện để chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất,

việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất. Máy này còn bao gồm phương tiện để thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Theo sáng chế, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính làm ví dụ lưu trữ các lệnh để truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), các lệnh này bao gồm mã để chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE. Các lệnh này còn bao gồm mã để chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất. Các lệnh còn bao gồm mã để thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Phần bản chất kỹ thuật không dự định chỉ ra các đặc điểm then chốt hoặc cơ bản của đối tượng yêu cầu bảo hộ, cũng không dự định được dùng tách biệt để xác định phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ. Đối tượng này cần được hiểu bằng cách tham khảo đến

các phân thích hợp của toàn bộ bản mô tả của sáng chế này, bất kỳ hoặc tất cả các hình vẽ và mỗi yêu cầu bảo hộ. Phần trên đây, cùng với các dấu hiệu và ví dụ khác, sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây trong phần mô tả, các yêu cầu bảo hộ, và các hình vẽ kèm theo sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A, Fig.1B và Fig.1C minh họa các ví dụ về hệ thống truyền thông không dây hỗ trợ báo cáo nhóm chùm sóng để định vị trong hệ thống vô tuyến mới (new radio - NR) theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.2A và Fig.2B là sơ đồ cấu trúc của chuỗi khung con LTE làm ví dụ với các dịp định vị tín hiệu tham chiếu định vị (positioning reference signal - PRS).

Fig.3 và Fig.4 là sơ đồ minh họa các khía cạnh khác về cuộc truyền PRS cho ô được hỗ trợ bởi nút không dây.

Fig.5A và Fig.5B là sơ đồ minh họa các kỹ thuật ví dụ để truyền PRS nhờ sử dụng chùm sóng vô tuyến.

Fig.6A và Fig.6B là sơ đồ minh họa các kỹ thuật ví dụ cho các hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ minh họa ví dụ về các hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn trong các hoạt động truyền thông không dây khác nhau theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.8A và Fig.8B là sơ đồ minh họa ví dụ về các hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn trong dịp định vị PRS theo các khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ Fig.9A-9B là sơ đồ minh họa ví dụ về các hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn trong phiên truyền thông dữ liệu trước dịp định vị PRS theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.10 thể hiện luồng quy trình minh họa phương pháp thực hiện các hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ khối về một phương án của UE có khả năng hỗ trợ các hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn để hỗ trợ hoạt động ước lượng vị trí trong hệ thống NR theo các khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả sau đây mô tả một số phương án thực hiện nhất định để phục vụ 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 bộ lộ ở đây có thể được áp dụng theo nhiều cách khác nhau. Các phương án thực hiện được mô tả có thể được thực hiện trong thiết bị, hệ thống hoặc mạng bất kỳ mà có khả năng truyền và nhận các tín hiệu tần số vô tuyến (radio frequency - RF) theo chuẩn truyền thông bất kỳ, chẳng hạn như chuẩn bất kỳ trong số chuẩn của Viện kỹ sư điện và điện tử (Institute of Electrical and Electronics Engineer - IEEE) IEEE 802.11 (bao gồm các công nghệ đã được xác định là công nghệ Wi-Fi®), chuẩn Bluetooth®, đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access - CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (frequency division multiple access - FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access - TDMA), Hệ thống thông tin di động toàn cầu (Global System for Mobile communications - GSM), GSM/dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Service - GPRS), Môi trường GSM dữ liệu tăng cường (Enhanced Data GSM Environment - EDGE), trung kế vô tuyến mặt đất (Terrestrial Trunked Radio - TETRA), CDMA băng rộng (W-CDMA), Cải tiến-Tối ưu hóa dữ liệu (Evolution Data Optimized - EV-DO), 1xEV-DO, EV-DO Sửa đổi A, EV-DO Sửa đổi B, dữ liệu gói tốc độ cao (High Rate Packet Data - HRPD), Truy cập gói tốc độ cao (High Speed Packet Access - HSPA), truy cập gói đường xuống tốc độ cao (High Speed Downlink Packet Access - HSDPA), truy cập gói đường lên tốc độ cao (High Speed Uplink Packet Access - HSUPA), truy cập gói tốc độ cao cải tiến (Evolved High Speed Packet Access - HSPA+), tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE), hệ thống điện thoại di động cải tiến (Advanced Mobile Phone System - AMPS), hoặc các tín hiệu đã biết khác được sử dụng để truyền thông với mạng không dây, di động hoặc internet vạn vật kết nối (internet of things - IoT), chẳng hạn như hệ thống sử dụng công nghệ 3G, 4G, 5G, 6G, hoặc các phương án thực hiện khác của chúng.

Trong xác định vị trí, chẳng hạn như định vị dựa trên chênh lệch thời gian đến quan sát được (Observed Time Difference of Arrival - OTDOA), UE có thể đo chênh lệch thời gian trong các tín hiệu nhận được từ nhiều trạm gốc. Do vị trí của trạm gốc đã biết, chênh lệch thời gian quan sát được có thể được sử dụng để tính toán vị trí của thiết bị đầu cuối. Trong OTDOA, trạm di động đo thời gian đến (Time Of Arrival - ToA) của

tín hiệu từ ô tham chiếu (ví dụ, ô phục vụ) và một hoặc nhiều ô lân cận. ToA từ ô tham chiếu có thể được trừ đi từ ToA từ một hoặc nhiều ô tham chiếu để xác định chênh lệch thời gian tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Time Difference - RSTD). Nhờ sử dụng các phép đo RSTD, việc định thời truyền tuyệt đối hoặc tương đối của mỗi ô, và (các) vị trí đã biết của các anten truyền vật lý cho các ô lân cận và tham chiếu, vị trí của UE có thể được tính toán.

Tín hiệu tham chiếu định vị (Positioning Reference Signals - PRS) là các tín hiệu tham chiếu mà có thể được truyền bởi trạm gốc và được sử dụng bởi UE để định vị trong mạng không dây, chẳng hạn như mạng tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE), và mạng NR 5G. Theo một số kỹ thuật định vị, UE có thể đo ToA của các cuộc truyền PRS từ các trạm gốc khác nhau và báo cáo các số đo đến mạng/máy chủ. Cuộc truyền PRS có thể bao gồm nhiều tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS, trong đó mỗi tài nguyên PRS được kết hợp với chùm sóng được truyền bởi trạm gốc. (Tài nguyên và tập hợp tài nguyên PRS được mô tả chi tiết hơn dưới đây, liên quan đến các hình vẽ trên Fig.2A và Fig.2B.) UE có thể chọn sử dụng tập hợp con của tập hợp tài nguyên PRS làm tài nguyên PRS tham chiếu hoặc tài nguyên lân cận (đích), trong đó tập hợp con có thể có nhiều hơn một tài nguyên PRS. Ví dụ, UE có thể chọn sử dụng tập hợp con của tài nguyên PRS từ trạm gốc tham chiếu để tạo ra ToA tham chiếu cho phép đo RSTD, ví dụ, tập hợp con của tài nguyên PRS được sử dụng để tạo ra ToA được kết hợp cho trạm gốc tham chiếu. Tương tự, UE có thể chọn sử dụng tập hợp con của tài nguyên PRS từ trạm gốc lân cận (đích) để tạo ra ToA lân cận cho phép đo RSTD, ví dụ, tập hợp con của tài nguyên PRS được sử dụng để tạo ra ToA được kết hợp cho trạm gốc lân cận.

Fig.1 minh họa ví dụ về hệ thống truyền thông không dây 100 theo một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế. Hệ thống truyền thông không dây 100 bao gồm các trạm gốc 105, các UE 115 và mạng lõi 130. Theo một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể là mạng tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE), mạng LTE tiên tiến (LTE-Advanced - LTE-A), mạng LTE-A Pro hoặc mạng vô tuyến mới (New Radio - NR). Theo một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể hỗ trợ truyền thông băng rộng nâng cao, truyền thông siêu tin cậy (ví dụ, nhiệm vụ quan trọng), truyền thông độ trễ thấp, hoặc truyền thông với các thiết bị giá thành thấp và ít phức tạp.

Như được sử dụng ở đây, “nút mạng” có thể là trạm gốc (ví dụ, trạm gốc 105), ô của trạm gốc (ví dụ, ô của trạm gốc 105), đầu vô tuyến từ xa, anten của trạm gốc (ví dụ, anten của trạm gốc 105, trong đó vị trí của anten của trạm gốc khác với vị trí của chính trạm gốc), mảng anten của trạm gốc (ví dụ, mảng anten của trạm gốc 105, trong đó vị trí của mảng anten khác so với vị trí của chính trạm gốc), hoặc thực thể mạng khác bất kỳ có khả năng truyền các tín hiệu RF tham chiếu. Hơn nữa, như được sử dụng ở đây, “nút mạng” có thể chỉ nút mạng hoặc UE.

Thuật ngữ “trạm gốc” có thể đề cập đến một điểm truyền vật lý duy nhất hoặc nhiều điểm truyền vật lý mà có thể được đặt cùng hoặc không cùng một vị trí. Ví dụ, khi thuật ngữ “trạm gốc” đề cập đến một điểm truyền vật lý duy nhất, điểm truyền vật lý này có thể là anten của trạm gốc (ví dụ, trạm gốc 105) tương ứng với ô của trạm gốc. Trong trường hợp thuật ngữ “trạm gốc” đề cập đến nhiều điểm truyền vật lý được đặt cùng vị trí, các điểm truyền vật lý này có thể là mảng anten (ví dụ, như trong hệ thống nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple input-multiple output - MIMO) hoặc trong đó trạm gốc sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng) của trạm gốc. Trong trường hợp thuật ngữ “trạm gốc” đề cập đến nhiều điểm truyền vật lý không đặt cùng vị trí, thì các điểm truyền vật lý này có thể là hệ thống anten phân tán (distributed antenna system - DAS) (mạng gồm các anten được phân tách theo không gian được kết nối với nguồn chung qua phương tiện truyền tải) hoặc đầu vô tuyến từ xa (remote radio head - RRH) (trạm gốc từ xa được kết nối với trạm gốc phục vụ). Ngoài ra, các điểm truyền vật lý không đặt cùng vị trí có thể là trạm gốc phục vụ nhận báo cáo đo từ UE (ví dụ, UE 115) và trạm gốc lân cận có tín hiệu RF tham chiếu mà UE 115 đang đo.

Thuật ngữ “ô” đề cập đến thực thể truyền thông logic dùng để truyền thông với trạm gốc (ví dụ, qua sóng mang), và có thể được kết hợp với mã định danh để phân biệt các ô lân cận (ví dụ, mã định danh ô vật lý (physical cell identifier - PCID), mã định danh ô ảo (virtual cell identifier - VCID)) hoạt động qua cùng một sóng mang hoặc qua sóng mang khác. Trong một số ví dụ, sóng mang có thể hỗ trợ nhiều ô, và các ô khác nhau có thể được tạo cấu hình theo các loại giao thức khác nhau (ví dụ, truyền thông kiểu máy (machine-type communication - MTC), internet vạn vật kết nối băng hẹp (narrowband Internet-of-Things - NB-IoT), băng rộng di động nâng cao (enhanced mobile broadband - eMBB), hoặc giao thức khác) mà có thể cung cấp quyền truy cập cho

các loại thiết bị khác nhau. Trong một số trường hợp, thuật ngữ “ô” có thể chỉ một phần của vùng phủ sóng địa lý (ví dụ sector) mà thực thể logic hoạt động trên đó.

“Tín hiệu RF” bao gồm sóng điện từ vận chuyển thông tin qua không gian giữa bộ phát và bộ thu. Như được sử dụng ở đây, bộ phát có thể truyền một “tín hiệu RF” hoặc nhiều “tín hiệu RF” đến bộ thu. Tuy nhiên, bộ thu có thể nhận nhiều “tín hiệu RF” tương ứng với mỗi tín hiệu RF được truyền do các đặc tính lan truyền của các tín hiệu RF qua các kênh đa đường. Cùng một tín hiệu RF được truyền trên các đường truyền khác nhau giữa bộ phát và bộ thu có thể được gọi là tín hiệu RF “đa đường”.

Thuật ngữ “ước lượng vị trí” được sử dụng ở đây có thể chỉ ước lượng vị trí cho UE 115, mà có thể là địa lý (ví dụ, có thể bao gồm vĩ độ, kinh độ, và có thể là độ cao) hoặc địa điểm dân sự (ví dụ, có thể bao gồm địa chỉ đường, chỉ dẫn tòa nhà, hoặc điểm hoặc vùng chính xác trong hoặc gần tòa nhà hoặc địa chỉ đường, như lối vào tòa nhà cụ thể, phòng hoặc căn cụ thể trong tòa nhà, hoặc dấu mốc như quảng trường thành phố). Ước lượng vị trí có thể còn được gọi là “vị trí”, “định vị”, “địa điểm”, “địa điểm định vị”, “địa điểm vị trí”, “ước lượng vị trí”, “ước lượng địa điểm”, hoặc thuật ngữ khác nào đó. Phương tiện thu nhận ước lượng vị trí có thể thường được gọi là “định vị”, “xác định vị trí”, hoặc “cố định vị trí”. Giải pháp cụ thể để thu nhận ước lượng vị trí có thể được gọi là “giải pháp định vị”. Phương pháp cụ thể để thu được ước lượng vị trí là một phần của giải pháp định vị có thể được gọi là “phương pháp xác định vị trí” hoặc là “phương pháp định vị.”

Các trạm gốc 105 có thể truyền thông không dây với các UE 115 qua một hoặc nhiều anten của trạm gốc. Các trạm gốc 105 mô tả ở đây có thể bao gồm hoặc có thể được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này gọi là trạm thu phát gốc, trạm gốc vô tuyến, điểm truy cập, bộ thu phát vô tuyến, nút B (NodeB - NB), nút B cải tiến (eNodeB - eNB), nút B thế hệ tiếp theo hoặc nút B giga (một trong các nút này có thể được gọi là gNB), NB trong nhà, eNB trong nhà hoặc một thuật ngữ thích hợp khác nào đó. Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm các trạm gốc 105 thuộc các loại khác nhau (ví dụ, trạm gốc ô macro hoặc trạm gốc ô nhỏ). Các UE 115 mô tả trong bản mô tả này có thể có khả năng truyền thông với các loại trạm gốc 105 khác nhau và thiết bị mạng bao gồm các eNB marco, các eNB ô nhỏ, các gNB, các trạm gốc chuyển tiếp, và các thiết bị tương tự.

Mỗi trạm gốc 105 có thể được kết hợp với vùng phủ sóng địa lý 110 cụ thể trong đó các cuộc truyền thông với các UE 115 khác nhau được hỗ trợ. Mỗi trạm gốc 105 có thể cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho vùng phủ sóng địa lý 110 tương ứng thông qua các liên kết truyền thông 125, và các liên kết truyền thông 125 giữa trạm gốc 105 và UE 115 có thể sử dụng một hoặc nhiều sóng mang. Liên kết truyền thông 125 thể hiện trong hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm các cuộc truyền đường lên từ UE 115 đến trạm gốc 105, hoặc các cuộc truyền đường xuống từ trạm gốc 105 đến UE 115. Các cuộc truyền đường xuống cũng có thể được gọi là cuộc truyền liên kết xuôi trong khi cuộc truyền đường lên cũng có thể được gọi là cuộc truyền liên kết ngược.

Vùng phủ sóng địa lý 110 cho trạm gốc 105 có thể được chia thành các sector tạo thành một phần của vùng phủ sóng địa lý 110, và mỗi sector có thể gắn với một ô. Ví dụ, mỗi trạm gốc 105 có thể cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho ô macro, ô nhỏ, điểm truy cập, hoặc các loại ô khác, hoặc các kết hợp khác nhau của chúng. Theo một số ví dụ, trạm gốc 105 có thể di động và do đó cung cấp sự phủ sóng truyền thông cho vùng phủ sóng địa lý 110 di động. Theo một số ví dụ, các vùng phủ sóng địa lý 110 khác nhau gắn với các công nghệ khác nhau có thể chồng lấn, và các vùng phủ sóng địa lý 110 chồng lấn gắn với các công nghệ khác nhau có thể được hỗ trợ bởi cùng một trạm gốc 105 hoặc bởi các trạm gốc 105 khác nhau. Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm, ví dụ, mạng LTE/LTE-A/LTE-A Pro hoặc NR không đồng nhất trong đó các loại trạm gốc 105 khác nhau cung cấp sự phủ sóng cho các vùng phủ sóng địa lý 110 khác nhau.

Ô có thể chỉ thực thể truyền thông logic được dùng để truyền thông với trạm gốc 105 (ví dụ, qua sóng mang), và có thể được kết hợp với mã định danh để phân biệt các ô lân cận (ví dụ, mã định danh ô vật lý (physical cell identifier - PCID), mã định danh ô ảo (virtual cell identifier - VCID)) hoạt động qua cùng một sóng mang hoặc qua sóng mang khác. Theo một số ví dụ, sóng mang có thể hỗ trợ nhiều ô, và các ô khác nhau có thể được tạo cấu hình theo các loại giao thức khác nhau (ví dụ, truyền thông kiểu máy (machine-type communication - MTC), internet vạn vật kết nối băng hẹp (narrowband Internet-of-Things - NB-IoT), băng rộng di động nâng cao (enhanced mobile broadband - eMBB), hoặc các giao thức khác) mà có thể cung cấp quyền truy cập cho các loại thiết bị khác nhau. Theo một số ví dụ, thuật ngữ “ô” có thể chỉ một phần của vùng phủ sóng địa lý 110 (ví dụ, sector) mà thực thể logic hoạt động trên đó.

Các UE 115 có thể được phân tán khắp hệ thống truyền thông không dây 100, và mỗi UE 115 có thể là cố định hoặc di động. UE 115 có thể cũng được gọi là thiết bị di động, thiết bị không dây, thiết bị từ xa, thiết bị cầm tay, hoặc thiết bị thuê bao, hoặc một thuật ngữ phù hợp khác nào đó, trong đó “thiết bị” có thể cũng được gọi là đơn vị, trạm, thiết bị đầu cuối, hoặc máy khách. UE 115 có thể cũng là thiết bị điện tử cá nhân như điện thoại di động, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant - PDA), máy tính bảng, máy tính xách tay, hoặc máy tính cá nhân. Theo một số ví dụ, UE 115 có thể còn chỉ trạm vòng lặp cục bộ không dây (wireless local loop - WLL), thiết bị internet vạn vật kết nối (Internet of Things - IoT), thiết bị internet mọi vật kết nối (Internet of Everything - IoE), hoặc thiết bị MTC, hoặc tương tự, mà có thể được triển khai ở các thiết bị khác nhau như các dụng cụ, các phương tiện, các dụng cụ đo, hoặc tương tự.

Một số UE 115, như các thiết bị MTC hoặc IoT, có thể là các thiết bị giá thành thấp hoặc ít phức tạp, và có thể cung cấp truyền thông tự động giữa các máy (ví dụ, qua truyền thông máy với máy (Machine-to-Machine - M2M)). Truyền thông M2M hoặc MTC có thể chỉ các công nghệ truyền thông dữ liệu cho phép các thiết bị truyền thông với nhau hoặc với trạm gốc 105 mà không cần sự can thiệp của con người. Trong một số ví dụ, truyền thông M2M hoặc MTC có thể bao gồm truyền thông từ các thiết bị mà tích hợp các bộ cảm biến hoặc dụng cụ đo để đo hoặc thu thông tin và chuyển tiếp thông tin đó đến máy chủ trung tâm hoặc chương trình ứng dụng mà có thể sử dụng thông tin hoặc trình diễn thông tin với người tương tác với chương trình hoặc ứng dụng. Một số UE 115 có thể được thiết kế để thu thập thông tin hoặc cho phép chạy máy tự động. Ví dụ về các ứng dụng cho các thiết bị MTC bao gồm định lượng thông minh, giám sát kiểm kê, giám sát mức nước, giám sát thiết bị, giám sát chăm sóc sức khỏe, theo dõi động vật hoang dã, theo dõi thời tiết và sự kiện địa lý, quản lý và theo dõi tàu thuyền, cảm biến an ninh từ xa, điều khiển truy cập vật lý và thanh toán thương mại dựa trên giao dịch.

Một số UE 115 có thể được tạo cấu hình để sử dụng các chế độ hoạt động mà làm giảm mức tiêu thụ công suất, như truyền thông bán song công (ví dụ, chế độ hỗ trợ truyền thông một chiều thông qua bước truyền hoặc thu, chứ không phải truyền và thu đồng thời). Theo một số ví dụ, truyền thông bán song công có thể được thực hiện ở tốc độ đỉnh giảm. Các kỹ thuật bảo toàn công suất khác cho các UE 115 bao gồm đi vào chế độ “ngủ sâu” tiết kiệm điện năng khi không tham gia vào truyền thông hoạt động, hoặc hoạt động trên băng thông giới hạn (ví dụ, theo truyền thông băng hẹp). Theo một số ví

dụ, các UE 115 có thể được thiết kế để hỗ trợ các chức năng nền tảng (các chức năng nhiệm vụ quan trọng), và hệ thống truyền thông không dây 100 có thể được tạo cấu hình để cung cấp các cuộc truyền thông siêu tin cậy cho các chức năng này.

Theo một số ví dụ, UE 115 có thể cũng có khả năng truyền thông trực tiếp với các UE 115 khác (ví dụ, sử dụng giao thức ngang hàng (peer-to-peer - P2P) hoặc giao thức từ thiết bị đến thiết bị (device-to-device - D2D)). Một hoặc nhiều trong số nhóm các UE 115 sử dụng truyền thông D2D có thể nằm trong vùng phủ sóng địa lý 110 của trạm gốc 105. Các UE 115 khác trong nhóm như vậy có thể nằm ngoài vùng phủ sóng địa lý 110 của trạm gốc 105 hoặc nói cách khác là không có khả năng nhận các cuộc truyền từ trạm gốc 105. Theo một số ví dụ, các nhóm UE 115 truyền thông qua các cuộc truyền thông D2D có thể sử dụng hệ thống một đến nhiều (one-to-many - 1:M), trong đó mỗi UE 115 truyền đến mỗi UE 115 khác trong nhóm. Theo một số ví dụ, trạm gốc 105 tạo thuận lợi cho việc lập lịch các tài nguyên cho các cuộc truyền thông D2D. Trong các trường hợp khác, các cuộc truyền thông D2D được thực hiện giữa các UE 115 mà không có sự tham gia của trạm gốc 105.

Các trạm gốc 105 có thể truyền thông với mạng lõi 130 và với trạm gốc khác. Ví dụ, các trạm gốc 105 có thể giao tiếp với mạng lõi 130 qua các liên kết backhaul 132 (ví dụ, qua S1, N2, N3 hoặc giao diện khác). Các trạm gốc 105 có thể truyền thông với nhau qua các liên kết backhaul 134 (ví dụ, qua giao diện X2, Xn, hoặc giao diện khác) hoặc trực tiếp (ví dụ, trực tiếp giữa các trạm gốc 105) hoặc gián tiếp (ví dụ, qua mạng lõi 130).

Mạng lõi 130 có thể có chức năng xác thực người dùng, cấp quyền truy cập, theo dõi, kết nối giao thức internet (internet protocol - IP), và các chức năng truy cập, định tuyến hoặc di động khác. Mạng lõi 130 có thể là lõi gói cải tiến (evolved packet core - EPC), lõi này có thể bao gồm ít nhất một thực thể quản lý di động (mobility management entity - MME), ít nhất một cổng phục vụ (serving gateway - S-GW), và ít nhất một cổng mạng dữ liệu gói (Packet Data network (PDN) gateway - P-GW). MME có thể quản lý các chức năng tầng không truy cập (ví dụ, mặt phẳng điều khiển) như di động, xác thực, và quản lý kênh mang cho các UE 115 được phục vụ bởi các trạm gốc 105 kết hợp với EPC. Các gói IP người dùng có thể được truyền qua S-GW, bản thân cổng này có thể được kết nối với P-GW. P-GW có thể cung cấp chức năng phân bổ địa chỉ IP cũng như các chức năng khác. P-GW có thể được kết nối với các dịch vụ IP của nhà khai thác

mạng. Dịch vụ IP của nhà khai thác có thể bao gồm dịch vụ truy cập mạng Internet, Intranet, Phân hệ đa phương tiện IP (IP Multimedia Subsystem - IMS), và Dịch vụ tạo dòng chuyển mạch gói (packet-switched - PS).

Ít nhất một số trong các thiết bị mạng, như trạm gốc 105 có thể bao gồm các thành phần phụ như thực thể mạng truy cập, mà có thể là ví dụ của bộ điều khiển nút truy cập (access node controller - ANC). Mỗi thực thể mạng truy cập có thể truyền thông với UE 115 thông qua một số thực thể truyền qua mạng truy cập khác, mà có thể được gọi là đầu vô tuyến, đầu vô tuyến thông minh, hoặc điểm thu/phát (transmission/reception point - TRP). Trong một số cấu hình, các chức năng khác nhau của mỗi thực thể mạng truy cập hoặc trạm gốc 105 có thể được phân phối trên các thiết bị mạng khác nhau (ví dụ các đầu vô tuyến và các bộ điều khiển mạng truy cập) hoặc được hợp nhất thành một thiết bị mạng duy nhất (ví dụ trạm gốc 105).

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể hoạt động bằng cách sử dụng một hoặc nhiều băng tần số, thông thường nằm trong phạm vi từ 300 megahertz (MHz) đến 300 gigahertz (GHz). Nói chung, vùng từ 300 MHz đến 3 GHz được biết đến là vùng tần số siêu cao (ultra-high frequency - UHF) hoặc băng tần decimet, vì các bước sóng có độ dài nằm trong khoảng từ xấp xỉ một decimet đến một mét. Các sóng UHF có thể bị chặn hoặc đổi hướng bởi các tòa nhà và các yếu tố môi trường. Tuy nhiên, sóng này có thể xuyên qua các cấu trúc đủ để ô macro cung cấp dịch vụ cho các UE 115 đặt trong nhà. Việc truyền sóng UHF có thể được kết hợp với các anten nhỏ hơn và khoảng ngắn hơn (ví dụ, nhỏ hơn 100 km) so với việc truyền nhờ sử dụng các tần số nhỏ hơn và các sóng dài hơn của phầntần số cao (high frequency - HF) hoặc tần số rất cao (very high frequency - VHF) của phổ dưới 300MHz.

Hệ thống truyền thông không dây 100 cũng có thể hoạt động trong vùng tần số siêu cao (super high frequency - SHF) bằng cách sử dụng các băng tần số từ 3 GHz đến 30 GHz, còn được biết đến là băng tần xentimet. Vùng SHF bao gồm các băng tần như các băng tần công nghiệp, khoa học và y tế (industrial, scientific, and medical - ISM) 5 GHz, các băng tần này có thể được sử dụng theo kiểu cơ hội bởi các thiết bị mà có thể có khả năng chịu được nhiễu từ các người dùng khác.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể cũng hoạt động ở vùng tần số cực cao (extremely high frequency - EHF) của phổ (ví dụ, từ 30 GHz đến 300 GHz), còn

được biết đến là băng tần milimet. Trong một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể hỗ trợ truyền thông sóng milimet (millimeter wave - mmW) giữa các UE 115 và các trạm gốc 105, và các anten EHF của các thiết bị tương ứng thậm chí có thể nhỏ hơn và được bố trí gần nhau hơn so với các anten UHF. Trong một số ví dụ, hệ thống này có thể hỗ trợ sử dụng các mảng anten bên trong UE 115. Tuy nhiên, sự lan truyền của các cuộc truyền EHF có thể bị suy yếu do khí quyển thậm chí nhiều hơn và có tầm ngắn hơn so với các cuộc truyền SHF hoặc UHF. Các kỹ thuật bộc lộ ở đây có thể được sử dụng trên các cuộc truyền sử dụng một hoặc nhiều vùng tần số khác nhau, và việc sử dụng các băng tần có chỉ định trên các vùng tần số này có thể khác nhau theo từng nước hoặc cơ quan điều tiết.

Trong một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể sử dụng cả băng phổ tần số vô tuyến được cấp phép và được miễn cấp phép. Ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể sử dụng công nghệ truy cập được hỗ trợ cấp phép (License Assisted Access - LAA), công nghệ truy cập vô tuyến được miễn cấp phép LTE (LTE Unlicensed - LTE U) hoặc công nghệ NR ở băng tần được miễn cấp phép như băng tần ISM 5GHz. Khi hoạt động ở các băng phổ tần số vô tuyến được miễn cấp phép, các thiết bị không dây như các trạm gốc 105 và các UE 115 có thể sử dụng các thủ tục nghe trước khi nói (listen-before-talk - LBT) để bảo đảm kênh tần số là rỗi trước khi truyền dữ liệu. Trong một số ví dụ, các hoạt động trong các băng tần được miễn cấp phép có thể được dựa trên cấu hình cộng gộp sóng mang cùng với các sóng mang thành phần hoạt động ở băng tần được cấp phép (ví dụ, LAA). Các hoạt động ở phổ được miễn cấp phép có thể bao gồm các cuộc truyền đường xuống, các cuộc truyền đường lên, các cuộc truyền ngang hàng hoặc tổ hợp của các cuộc truyền này. Kỹ thuật song công ở phổ được miễn cấp phép có thể được dựa trên kỹ thuật song công phân chia theo tần số (frequency division duplexing - FDD), song công phân chia theo thời gian (time division duplexing - TDD), hoặc kết hợp của cả hai.

Trong một số ví dụ, trạm gốc 105 hoặc UE 115 có thể được trang bị nhiều anten, mà có thể được sử dụng để áp dụng các kỹ thuật như phân tập truyền, phân tập thu, các cuộc truyền thông nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-input multiple-output - MIMO), hoặc điều hướng chùm sóng. Ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể sử dụng sơ đồ truyền giữa thiết bị truyền (ví dụ, trạm gốc 105) và thiết bị nhận (ví dụ, UE 115), trong đó thiết bị truyền được trang bị nhiều anten và các thiết bị thu được trang bị một

hoặc nhiều anten. Các cuộc truyền thông MIMO có thể sử dụng kỹ thuật lan truyền tín hiệu đa đường để làm tăng hiệu suất phổ bằng cách truyền hoặc nhận nhiều tín hiệu qua các lớp không gian khác nhau, mà có thể được gọi là ghép kênh không gian. Nhiều tín hiệu có thể, ví dụ, được truyền bởi thiết bị truyền qua các anten khác nhau hoặc các kết hợp khác nhau của các anten. Tương tự, nhiều tín hiệu có thể được nhận bởi thiết bị nhận qua các anten khác nhau hoặc các sự kết hợp anten khác nhau. Mỗi trong số nhiều tín hiệu có thể được gọi là dòng không gian riêng rẽ, và có thể mang các bit liên quan tới cùng dòng dữ liệu (ví dụ cùng từ mã) hoặc các dòng dữ liệu khác nhau. Các lớp không gian khác nhau có thể được kết hợp với các công anten khác nhau được sử dụng cho việc đo và báo cáo kênh. Các kỹ thuật MIMO bao gồm MIMO một người dùng (single-user MIMO - SU-MIMO) trong đó nhiều lớp không gian được truyền đến cùng thiết bị thu, và MIMO nhiều người dùng (multiple-user MIMO - MU-MIMO) trong đó nhiều lớp không gian được truyền đến nhiều thiết bị.

Kỹ thuật điều hướng chùm sóng, mà có thể cũng được gọi là lọc không gian, truyền định hướng, hoặc thu định hướng, là kỹ thuật xử lý tín hiệu mà có thể được sử dụng ở thiết bị truyền hoặc thiết bị nhận (ví dụ, trạm gốc 105 hoặc UE 115) để định hình hoặc điều khiển chùm sóng anten (ví dụ, chùm sóng truyền hoặc chùm sóng nhận) dọc theo đường không gian giữa thiết bị truyền và thiết bị nhận. Kỹ thuật điều hướng chùm sóng có thể được thực hiện bằng cách kết hợp các tín hiệu được truyền thông qua các phần tử anten của mảng anten sao cho các tín hiệu lan truyền theo các hướng cụ thể so với mảng anten trải qua sự giao thoa tăng cường trong khi các tín hiệu khác trải qua sự giao thoa triệt tiêu. Sự điều chỉnh các tín hiệu được truyền thông qua các phần tử anten có thể bao gồm thiết bị truyền hoặc thiết bị nhận áp dụng các độ lệch biên độ và độ lệch pha cho các tín hiệu được mang thông qua mỗi trong số các phần tử anten liên quan tới thiết bị. Các điều chỉnh liên quan đến mỗi trong số các phần tử anten có thể được xác định bởi tập hợp trọng số điều hướng chùm sóng kết hợp với một hướng cụ thể (ví dụ đối với mảng anten của thiết bị truyền hoặc thiết bị nhận, hoặc đối với một vài hướng khác nào đó).

Trong một ví dụ, trạm gốc 105 có thể sử dụng nhiều anten hoặc mảng anten để thực hiện các hoạt động điều hướng chùm sóng cho các cuộc truyền thông có hướng với UE 115. Ví dụ, một số tín hiệu (ví dụ, các tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signals - SS), các tín hiệu tham chiếu, các tín hiệu chọn chùm sóng, hoặc các tín hiệu điều khiển

khác) có thể được truyền bởi trạm gốc 105 nhiều lần trong các chùm sóng khác nhau theo các hướng khác nhau, trong hoạt động quét chùm sóng ở phía truyền. Ví dụ về các tín hiệu đồng bộ hóa bao gồm tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal - PSS), tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization signal - SSS), tín hiệu kênh quảng bá vật lý (physical broadcast channel - PBCH), v.v.. Các chùm sóng khác nhau có thể được truyền theo các tập hợp trọng số điều hướng chùm sóng khác nhau được gán với các hướng truyền khác nhau. Các cuộc truyền theo các hướng chùm sóng khác nhau có thể được sử dụng để nhận dạng (ví dụ, bởi trạm gốc 105 hoặc thiết bị nhận, như UE 115) hướng chùm sóng cho cuộc truyền hoặc nhận tiếp theo bởi trạm gốc 105.

Fig.1B là ví dụ về chùm sóng vô tuyến (sau đây được gọi là “chùm sóng”) 150 mà có thể được truyền bởi trạm gốc 105 nhờ sử dụng hoạt động điều hướng chùm sóng. Chùm sóng 150 có thể được tạo ra bởi anten 152. Chùm sóng 150 có thể được tạo ra bởi anten 152 dựa vào mô hình anten xác định mô hình bức xạ của năng lượng (bởi anten 152) theo hàm không gian. Mô hình bức xạ có thể được xác định dựa vào độ rộng chùm sóng (ví dụ, độ rộng chùm sóng 154) và tâm chùm sóng tương ứng (ví dụ, tâm chùm sóng 156) theo đường lan truyền (ví dụ, đường lan truyền 158) của chùm sóng. Đường lan truyền 158 có thể được kết hợp với góc đi (angle of departure - AOD) từ anten 152 và liên quan đến mặt phẳng và/hoặc trục tham chiếu, xác định hướng truyền của chùm sóng 150. Theo ví dụ trên Fig.1B, đường lan truyền 158 có thể được kết hợp với AOD 160 liên quan đến trục Y (ví dụ, trục Y nằm ngang). Độ rộng chùm sóng có thể xác định khoảng cách (từ tâm chùm sóng tương ứng) ở đó mức công suất của chùm sóng giảm đi lượng phần trăm được xác định trước (ví dụ, 50% hoặc 3dB) so với mức công suất tại tâm chùm sóng tương ứng. Theo một số ví dụ, anten 152 có thể bao gồm một số phần tử anten mà mỗi trong số chúng có thể truyền các tín hiệu vô tuyến, và anten 152 có thể thiết lập góc đi của chùm sóng bằng cách thiết lập chênh lệch pha của cuộc truyền bởi mỗi phần tử anten. Chênh lệch pha có thể dẫn đến giao thoa tăng cường (hoặc triệt tiêu) giữa các tín hiệu vô tuyến được truyền, để tạo thành chùm sóng dọc theo đường lan truyền được xác định trước dựa vào góc đi được thiết lập trước.

Một số tín hiệu, như các tín hiệu dữ liệu liên quan đến hoạt động truyền thông với thiết bị nhận cụ thể, có thể được truyền bởi trạm gốc 105 theo một hướng chùm sóng (ví dụ, hướng liên quan tới thiết bị nhận, như UE 115). Trong một số ví dụ, hướng chùm

sóng liên quan tới các cuộc truyền dọc theo một hướng chùm sóng có thể được xác định dựa vào tín hiệu được truyền theo các hướng chùm sóng khác nhau. Ví dụ, UE 115 có thể nhận một hoặc nhiều trong số các tín hiệu được truyền bởi trạm gốc 105 theo các hướng khác nhau, và UE 115 có thể báo cáo cho trạm gốc 105 chỉ báo về tín hiệu mà nó nhận được với chất lượng tín hiệu cao nhất, hoặc chất lượng tín hiệu phù hợp khác. Mặc dù các kỹ thuật này được mô tả có tham chiếu đến các tín hiệu được truyền theo một hoặc nhiều hướng bởi trạm gốc 105, nhưng UE 115 có thể sử dụng các kỹ thuật tương tự để truyền các tín hiệu nhiều lần theo các hướng khác nhau (ví dụ, để nhận dạng hướng chùm sóng cho cuộc truyền hoặc nhận tiếp theo bởi UE 115), hoặc truyền tín hiệu theo một hướng (ví dụ, để truyền dữ liệu đến thiết bị nhận).

Thiết bị nhận (ví dụ, UE 115, mà có thể là ví dụ về thiết bị nhận mmW) có thể thử nhiều chùm sóng nhận khi nhận các tín hiệu khác nhau từ trạm gốc 105, như các tín hiệu đồng bộ hóa, các tín hiệu tham chiếu, các tín hiệu chọn chùm sóng, hoặc các tín hiệu điều khiển khác. Ví dụ, trong hoạt động quét chùm sóng phía nhận, thiết bị nhận có thể thử nhiều hướng nhận bằng cách nhận qua các mảng con anten khác nhau, bằng cách xử lý tín hiệu nhận được theo các mảng con anten khác nhau, bằng cách nhận theo các tập hợp trọng số điều hướng chùm sóng nhận khác nhau được áp dụng cho các tín hiệu nhận được tại nhiều phần tử anten trong mảng anten, hoặc bằng cách xử lý tín hiệu nhận được theo các tập hợp trọng số điều hướng chùm sóng nhận khác nhau được áp dụng cho các tín hiệu nhận được tại nhiều phần tử anten trong mảng anten, bất kỳ cách nào trong số đó có thể được gọi là “nghe” theo các chùm sóng nhận hoặc hướng nhận khác nhau. Mỗi chùm sóng nhận có thể tương ứng với cấu hình của mảng anten mà xác định hướng nhận và độ rộng chùm sóng tập trung xung quanh hướng, như được thể hiện trên Fig.1B, của vùng phát hiện. Chùm sóng tới mà đi vào vùng phát hiện sau đó có thể được phát hiện bởi mảng anten. Cường độ tín hiệu chùm sóng nhận được có thể thay đổi dựa vào sự đồng chỉnh giữa hướng chùm sóng của chùm sóng tới và hướng nhận của chùm sóng nhận. Theo một số ví dụ, thiết bị nhận có thể sử dụng một chùm sóng nhận để nhận theo hướng chùm sóng (ví dụ, khi nhận tín hiệu dữ liệu). Một chùm sóng nhận có thể được đồng chỉnh theo hướng chùm sóng được xác định dựa vào việc nghe theo các hướng chùm sóng nhận khác nhau (ví dụ, hướng chùm sóng được xác định để có cường độ tín hiệu cao nhất, tỷ số tín hiệu trên tạp âm cao nhất, hoặc chất lượng tín hiệu phù hợp khác dựa vào việc nghe theo nhiều hướng chùm sóng).

Theo một số ví dụ, các anten của trạm gốc 105 hoặc UE 115 có thể được đặt trong một hoặc nhiều mảng anten, mà có thể hỗ trợ các hoạt động MIMO hoặc điều hướng chùm sóng truyền hoặc nhận. Ví dụ, một hoặc nhiều anten hoặc mảng anten của trạm gốc có thể được đặt cùng vị trí tại một cụm anten, chẳng hạn như cột anten. Theo một số ví dụ, các anten hoặc mảng anten kết hợp với trạm gốc 105 có thể được đặt ở các vị trí địa lý khác nhau. Trạm gốc 105 có thể có mảng anten với một số hàng và cột của các cổng anten mà trạm gốc 105 có thể sử dụng để hỗ trợ việc điều hướng chùm sóng các cuộc truyền thông với UE 115. Tương tự, UE 115 có thể có một hoặc nhiều mảng anten mà có thể hỗ trợ các hoạt động MIMO hoặc điều hướng chùm sóng khác nhau.

Fig.1C minh họa ví dụ về các hoạt động quét chùm sóng phía nhận và phía truyền giữa trạm gốc 105 và UE 115 để nhận dạng chùm sóng cho cuộc truyền đường xuống và đường lên của dữ liệu truyền thông. Như thể hiện trên Fig.1C, là một phần của hoạt động quét chùm sóng phía truyền, trạm gốc 105 có thể truyền, một cách tuần tự, một hoặc nhiều chùm sóng với đích theo nhiều hướng khác nhau để truyền khối tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS) đường xuống (downlink - DL). Chùm sóng có thể được truyền trong một cụm SS. Trong cụm SS, trạm gốc 105 có thể truyền nhiều chùm sóng 150 (“chùm sóng truyền” hoặc “chùm sóng TX”) mang nhiều khối SS. Mỗi khối SS có thể bao gồm bốn ký hiệu với PSS, SSS, và PBCH. Mỗi khối SS được truyền bởi một chùm sóng truyền, và các chùm sóng khác nhau có thể được truyền để mang các khối SS khác nhau. Ví dụ, trạm gốc 105 có thể tuần tự truyền chùm sóng 150a và 150b cho khối SS DL 1, và sau đó là các chùm sóng 150c và 150d cho khối SS DL 2, và sau đó là các chùm sóng 150e và 150f cho khối SS DL 3, tiếp theo là các chùm sóng 150g và 150h cho khối SS DL 4. Do các tín hiệu đồng bộ hóa là các tín hiệu quảng bá, UE 115 có thể thực hiện hoạt động quét chùm sóng với các chùm sóng truyền mang SS, ngay cả khi trạm gốc 105 là ô không phục vụ cho UE 115.

Hơn nữa, là một phần của hoạt động quét chùm sóng phía nhận, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm chùm sóng nhận (“chùm sóng RX”) mà đồng chỉnh với hướng lan truyền của một trong số các chùm sóng truyền từ trạm gốc 105, và nhiều chùm sóng nhận có thể đồng chỉnh với nhiều hướng lan truyền phụ thuộc vào vị trí tương đối giữa UE 115 và trạm gốc 105. Ví dụ, chùm sóng nhận 170a có thể đồng chỉnh với chùm sóng truyền 150g nếu, ví dụ, UE 115 ở vị trí thứ nhất so với trạm gốc 105, trong khi chùm sóng nhận 170b có thể đồng chỉnh với chùm sóng truyền 150d khi UE 115 ở vị trí thứ hai so với

trạm gốc 105. Mỗi chùm sóng nhận có thể tương ứng với, ví dụ, cấu hình của mảng anten để thiết lập hướng và độ rộng chùm sóng của chùm sóng vô tuyến sẽ được phát hiện bởi mảng anten tại thời điểm cụ thể. Việc tìm kiếm có thể được thực hiện tuần tự trên một số hướng chùm sóng và dựa vào, ví dụ, việc nhận dạng cặp chùm sóng vô tuyến truyền và chùm sóng vô tuyến nhận (cặp chùm sóng) mà qua đó cường độ tín hiệu của khối SS, được truyền bởi chùm sóng truyền trong cặp chùm sóng và được nhận nhờ sử dụng cấu hình chùm sóng nhận trong cặp chùm sóng, là cao nhất. Sau khi nhận dạng cặp chùm sóng, UE 115 có thể truyền báo cáo nhận dạng chùm sóng vô tuyến truyền trong cặp chùm sóng đến trạm gốc 105. Báo cáo có thể được gửi qua, ví dụ, thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI), phần tử điều khiển MAC (MAC Control Element - MAC-CE), điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC), v.v.. UE 115 có thể sử dụng chùm sóng truyền mà đồng chỉnh với chùm sóng nhận để truyền thông tin. Thông tin cho phép trạm gốc 105 chọn chùm sóng truyền trong cặp chùm sóng cho cuộc truyền thông đường xuống tiếp theo với UE 115.

Trên Fig.1C, số lượng hướng chùm sóng nhận được quét bởi UE 115 được thiết lập để nhận các tín hiệu được truyền trên vùng không gian được xác định trước xung quanh UE 115. Số lượng hướng chùm sóng nhận có thể dựa vào độ rộng chùm sóng (được ký hiệu là w) của chùm sóng nhận. Ví dụ, bằng việc sử dụng cấu hình chùm sóng nhận có độ rộng chùm sóng rộng hơn, có thể cần số lượng hướng chùm sóng nhỏ hơn để bao phủ cùng một vùng không gian như cấu hình chùm sóng nhận khác có độ rộng chùm sóng hẹp hơn. Theo ví dụ trên Fig.1C, UE 115 có thể quét qua tám hướng chùm sóng nhận để tìm kiếm cặp chùm sóng truyền-nhận. Do hướng chùm sóng của chùm sóng truyền cũng thay đổi theo thời gian (ví dụ, đối với mỗi khối SS), UE 115 có thể cần quét qua các hướng chùm sóng nhận đối với mỗi chùm sóng truyền. Trong trường hợp trạm gốc 105 truyền M chùm sóng cho M khối SS, và UE 115 quét qua N hướng chùm sóng nhận, chi phí tổng để tìm kiếm toàn diện đối với cặp chùm sóng mà dẫn đến cường độ tín hiệu tối đa của khối SS nhận được, trong không gian tìm kiếm của M chùm sóng truyền và N chùm sóng nhận, xấp xỉ $M \times N$.

Theo một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể là mạng dựa theo gói hoạt động theo ngăn xếp giao thức chia lớp. Trong mặt phẳng người dùng, các cuộc truyền thông tại kênh mang hoặc lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol - PDCP) có thể dựa trên IP. Lớp điều khiển liên kết vô tuyến

(Radio Link Control - RLC) có thể thực hiện kỹ thuật chia và ghép lại gói để truyền thông trên các kênh logic. Lớp điều khiển truy cập môi trường (Medium Access Control - MAC) có thể thực hiện xử lý và ghép kênh ưu tiên các kênh logic thành các kênh truyền tải. Lớp MAC cũng có thể sử dụng yêu cầu lặp tự động lai (hybrid automatic repeat request - HARQ) để cung cấp sự truyền lại ở lớp MAC nhằm cải thiện hiệu suất liên kết. Trong mặt phẳng điều khiển, lớp giao thức điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC) có thể thực hiện thiết lập, tạo cấu hình, và duy trì kết nối RRC giữa UE 115 với trạm gốc 105 hoặc mạng lõi 130 hỗ trợ các kênh mang vô tuyến cho dữ liệu mặt phẳng người dùng. Tại lớp vật lý, các kênh truyền tải có thể được ánh xạ đến các kênh vật lý.

Theo một số ví dụ, các UE 115 và các trạm gốc 105 có thể hỗ trợ các cuộc truyền lại dữ liệu để tăng khả năng nhận thành công dữ liệu. Phản hồi HARQ là một kỹ thuật làm tăng khả năng dữ liệu được nhận chính xác trên liên kết truyền thông 125. HARQ có thể bao gồm kết hợp việc phát hiện lỗi (ví dụ sử dụng kiểm tra độ dư vòng (cyclic redundancy check - CRC)), sửa lỗi trước (forward error correction - FEC), và truyền lại (ví dụ, yêu cầu lặp tự động (automatic repeat request - ARQ)). HARQ có thể cải thiện thông lượng ở lớp MAC trong các điều kiện vô tuyến kém (ví dụ, các điều kiện tín hiệu trên tạp âm). Trong một số ví dụ, thiết bị không dây có thể hỗ trợ phản hồi HARQ cùng khe, ở đó thiết bị có thể cung cấp phản hồi HARQ trong một khe cụ thể cho dữ liệu nhận được ở ký hiệu trước đó trong khe. Trong các trường hợp khác, thiết bị có thể cung cấp phản hồi HARQ trong khe tiếp theo, hoặc theo một khoảng thời gian khác nào đó.

Các khoảng thời gian trong LTE hoặc NR có thể được biểu thị ở dạng bội số của đơn vị thời gian cơ sở, mà có thể, ví dụ, dùng để chỉ thời khoảng lấy mẫu $T_s = 1/30720000$ giây. Các khoảng thời gian của tài nguyên truyền thông có thể được tổ chức theo các khung vô tuyến mỗi khung có thời khoảng là 10 mili giây (ms), trong đó thời khoảng khung có thể được biểu thị là $T_f = 307200 T_s$. Các khung vô tuyến có thể được nhận dạng bởi số khung hệ thống (system frame number - SFN) nằm trong khoảng từ 0 đến 1023. Mỗi khung có thể bao gồm 10 khung con được đánh số từ 0 đến 9, và mỗi khung con có thể có thời khoảng là 1 ms. Khung con còn có thể được chia tiếp thành 2 khe, mỗi khe có thời khoảng 0,5 mili giây, và mỗi khe này có thể chứa 6 hoặc 7 chu kỳ ký hiệu điều chế (ví dụ tùy thuộc vào độ dài của tiền tố vòng đứng trước mỗi chu kỳ ký hiệu). Không kể tiền tố vòng, mỗi thời khoảng ký hiệu có thể bao gồm 2048 chu kỳ lấy

mẫu. Trong một số ví dụ, khung con có thể là đơn vị lập lịch nhỏ nhất của hệ thống truyền thông không dây 100, và có thể được gọi là khoảng thời gian truyền (transmission time interval - TTI). Trong các trường hợp khác, đơn vị lập lịch nhỏ nhất của hệ thống truyền thông không dây 100 có thể ngắn hơn khung con hoặc có thể được chọn động (ví dụ, trong các cụm TTI được rút ngắn (shortened TTI - sTTI) hoặc trong các sóng mang thành phần đã chọn sử dụng các sTTI).

Trong một số hệ thống truyền thông không dây, khe có thể được chia tiếp thành nhiều khe nhỏ chứa một hoặc nhiều ký hiệu. Trong một số trường hợp, ký hiệu của khe nhỏ hoặc chính khe nhỏ có thể là đơn vị lập lịch nhỏ nhất. Ví dụ, mỗi ký hiệu có thể thay đổi theo thời khoảng phụ thuộc vào khoảng cách sóng mang con hoặc băng tần số hoạt động. Ngoài ra, một số hệ thống truyền thông không dây có thể thực hiện gộp khe trong đó nhiều khe hoặc khe nhỏ được gộp cùng nhau và sử dụng để truyền thông giữa UE 115 và trạm gốc 105.

Sóng mang có thể đề cập đến một tập hợp các tài nguyên phổ tần số vô tuyến có cấu trúc lớp vật lý xác định để hỗ trợ truyền thông qua liên kết truyền thông 125. Ví dụ, sóng mang của liên kết truyền thông 125 có thể bao gồm một phần của băng phổ tần số vô tuyến được hoạt động theo các kênh lớp vật lý của công nghệ truy cập vô tuyến nhất định. Mỗi kênh lớp vật lý có thể mang dữ liệu người dùng, thông tin điều khiển, hoặc báo hiệu khác. Sóng mang có thể được kết hợp với kênh tần số xác định trước (ví dụ, số kênh tần số vô tuyến tuyệt đối truy cập vô tuyến mặt đất của hệ thống viễn thông di động toàn cầu cải tiến (E-UTRA absolute radio frequency channel number - EARFCN)), và có thể được định vị theo kênh raster để phát hiện bởi các UE 115. Các sóng mang có thể là đường xuống hoặc đường lên (ví dụ, ở chế độ FDD), hoặc được tạo cấu hình để mang các cuộc truyền thông đường xuống và đường lên (ví dụ, ở chế độ TDD). Trong một số ví dụ, dạng sóng tín hiệu được truyền qua sóng mang có thể được tạo thành từ nhiều sóng mang con (ví dụ, sử dụng các kỹ thuật điều chế nhiều sóng mang (multi-carrier modulation - MCM) như ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) hoặc OFDM trải phổ biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform-spread-OFDM - DFT-s-OFDM).

Cấu trúc tổ chức của các sóng mang có thể là khác nhau đối với các công nghệ truy cập vô tuyến khác nhau (ví dụ, LTE, LTE-A, LTE-A Pro, NR). Ví dụ, các cuộc

truyền thông qua sóng mang có thể được tổ chức theo các TTI hoặc các khe, mỗi trong các TTI hoặc khe này có thể bao gồm dữ liệu người dùng cũng như thông tin điều khiển hoặc báo hiệu để hỗ trợ giải mã dữ liệu người dùng. Sóng mang có thể cũng bao gồm báo hiệu thu nhận dành riêng (ví dụ, các tín hiệu đồng bộ hóa hoặc thông tin hệ thống, v.v.) và báo hiệu điều khiển điều phối hoạt động cho sóng mang. Theo một số ví dụ (ví dụ, trong cấu hình cộng gộp sóng mang), sóng mang có thể cũng có báo hiệu thu nhận hoặc báo hiệu điều khiển mà điều phối các hoạt động cho các sóng mang khác.

Các kênh vật lý có thể được ghép kênh trên sóng mang theo các kỹ thuật khác nhau. Kênh điều khiển vật lý và kênh dữ liệu vật lý có thể được ghép kênh trên sóng mang đường xuống, ví dụ, bằng cách sử dụng các kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian (time division multiplexing - TDM), các kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số (frequency division multiplexing - FDM), hoặc các kỹ thuật TDM-FDM lai. Theo một số ví dụ, thông tin điều khiển được truyền trong kênh điều khiển vật lý có thể được phân phối giữa các vùng điều khiển khác nhau theo cách nối tầng (ví dụ, giữa vùng điều khiển chung hoặc không gian tìm kiếm chung và một hoặc nhiều vùng điều khiển riêng cho UE hoặc các không gian tìm kiếm riêng cho UE).

Sóng mang có thể được kết hợp với băng thông cụ thể của phổ tần số vô tuyến, và trong một số ví dụ băng thông sóng mang có thể được gọi là “băng thông hệ thống” của sóng mang hoặc hệ thống truyền thông không dây 100. Ví dụ, băng thông sóng mang có thể là một trong các băng thông được xác định cho các sóng mang của công nghệ truy cập vô tuyến cụ thể (ví dụ, 1,4, 3, 5, 10, 15, 20, 40, hoặc 80 MHz). Theo một số ví dụ, mỗi UE 115 được phục vụ có thể được tạo cấu hình để hoạt động trên các phần hoặc toàn bộ băng thông sóng mang. Theo các ví dụ khác, một số UE 115 có thể được tạo cấu hình để hoạt động bằng cách sử dụng loại giao thức băng hẹp mà được kết hợp với phần hoặc phạm vi được xác định (ví dụ, tập hợp sóng mang con hoặc RB) trong sóng mang (ví dụ, triển khai “trong băng” thuộc loại giao thức băng hẹp).

Trong hệ thống sử dụng các kỹ thuật MCM, phần tử tài nguyên có thể bao gồm một thời khoảng ký hiệu (ví dụ, thời khoảng của một ký hiệu điều chế) và một sóng mang con, trong đó thời khoảng ký hiệu và khoảng cách sóng mang con là nghịch đảo của nhau. Số lượng bit được mang bởi mỗi phần tử tài nguyên có thể phụ thuộc vào sơ đồ điều chế (ví dụ, bậc của sơ đồ điều chế). Do đó, số phần tử tài nguyên mà UE 115

nhận được càng nhiều và bậc của sơ đồ điều chế càng cao, thì tốc độ dữ liệu cho UE 115 có thể càng cao. Trong các hệ thống MIMO, tài nguyên truyền thông không dây có thể chỉ sự kết hợp của tài nguyên phổ tần số vô tuyến, tài nguyên thời gian, và tài nguyên không gian (ví dụ, các lớp không gian), và việc sử dụng nhiều lớp không gian có thể còn làm tăng tốc độ dữ liệu cho các cuộc truyền thông với UE 115.

Các thiết bị của hệ thống truyền thông không dây 100 (ví dụ, các trạm gốc 105 hoặc các UE 115) có thể có cấu hình phần cứng hỗ trợ truyền thông qua băng thông sóng mang cụ thể, hoặc có thể tạo cấu hình được để hỗ trợ truyền thông qua một trong tập hợp băng thông sóng mang. Trong một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm các trạm gốc 105 hoặc các UE 115 mà hỗ trợ truyền thông đồng thời qua các sóng mang liên quan tới nhiều hơn một băng thông sóng mang khác.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể hỗ trợ truyền thông với UE 115 trên nhiều ô hoặc sóng mang, đặc tính mà có thể được gọi là cộng gộp sóng mang (carrier aggregation - CA) hoặc hoạt động nhiều sóng mang. UE 115 có thể được tạo cấu hình với nhiều sóng mang thành phần đường xuống và một hoặc nhiều sóng mang thành phần đường lên theo cấu hình cộng gộp sóng mang. Việc cộng gộp sóng mang có thể được sử dụng với cả sóng mang thành phần FDD và TDD.

Trong một số ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể sử dụng các sóng mang thành phần tăng cường (enhanced component carrier - eCC). eCC có thể được đặc trưng bởi một hoặc nhiều đặc tính bao gồm băng thông sóng mang hoặc kênh tần số rộng hơn, thời khoảng ký hiệu ngắn hơn, thời khoảng TTI ngắn hơn, hoặc cấu hình kênh điều khiển được sửa đổi. Trong một số ví dụ, eCC có thể được kết hợp với cấu hình cộng gộp sóng mang hoặc cấu hình kết nối kép (ví dụ, khi nhiều ô phục vụ có liên kết backhaul gần tối ưu hoặc không lý tưởng). eCC có thể cũng được tạo cấu hình để sử dụng trong phổ được miễn cấp phép hoặc phổ dùng chung (ví dụ, trong đó có nhiều hơn một nhà mạng được cấp phép để sử dụng phổ). eCC đặc trưng bởi băng thông sóng mang rộng có thể bao gồm một hoặc nhiều đoạn mà có thể được sử dụng bởi các UE 115 không có khả năng giám sát toàn bộ băng thông sóng mang hoặc theo cách khác được tạo cấu hình để sử dụng băng thông sóng mang giới hạn (ví dụ, để tiết kiệm năng lượng).

Trong một số ví dụ, eCC có thể sử dụng thời khoảng ký hiệu khác với các sóng mang thành phần khác, quy trình này có thể bao gồm việc sử dụng thời khoảng ký hiệu

giảm so với các thời khoảng ký hiệu của các sóng mang thành phần khác. Thời khoảng ký hiệu ngắn hơn có thể được kết hợp với khoảng cách tăng thêm giữa các sóng mang con lân cận. Thiết bị, như UE 115 hoặc trạm gốc 105, sử dụng các eCC có thể truyền các tín hiệu băng rộng (ví dụ, theo kênh tần số hoặc các băng thông sóng mang 20, 40, 60, 80 Mhz, v.v.) ở các thời khoảng ký hiệu giảm (ví dụ, 16,67 micro giây (μs)). TTI trong eCC có thể bao gồm một hoặc nhiều chu kỳ ký hiệu. Trong một số ví dụ, thời khoảng TTI (tức là, số lượng chu kỳ ký hiệu trong TTI) có thể thay đổi.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể là hệ thống NR có thể sử dụng tổ hợp bất kỳ của các băng phổ được cấp phép, dùng chung và được miễn cấp phép, cùng với các loại khác. Tính linh hoạt của thời khoảng ký hiệu eCC và khoảng cách sóng mang con có thể cho phép sử dụng eCC trên nhiều phổ. Theo một số ví dụ, phổ dùng chung NR có thể làm tăng việc sử dụng phổ và hiệu suất phổ, đặc biệt là thông qua việc dùng chung tài nguyên theo phương dọc (ví dụ, trên miền tần số) và theo phương ngang (ví dụ, trên miền thời gian) động.

Như được mô tả ở đây, hệ thống truyền thông không dây 100 có thể là hệ thống NR và hỗ trợ các cuộc truyền thông giữa một hoặc nhiều trạm gốc 105 và UE 115 được hỗ trợ nhờ sử dụng các liên kết truyền thông 125. Các UE 115 có thể được phân tán khắp hệ thống truyền thông không dây 100, và mỗi UE 115 có thể là cố định hoặc di động. Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể giảm thiểu cuộc truyền luôn bật và hỗ trợ khả năng chuyển tiếp, bao gồm cuộc truyền các tín hiệu tham chiếu dựa vào nhu cầu ở trạm gốc 105 hoặc UE 115. Là một phần của việc truyền thông, mỗi trong số trạm gốc 105 và UE 115 có thể hỗ trợ cuộc truyền tín hiệu tham chiếu cho các hoạt động, bao gồm ước lượng kênh, quản lý và lập lịch chùm sóng, và định vị thiết bị không dây trong một hoặc nhiều vùng phủ sóng 110.

Ví dụ, các trạm gốc 105 có thể truyền một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu đường xuống cho các cuộc truyền thông NR, bao gồm cuộc truyền tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (channel state information reference signal - CSI-RS). Mỗi cuộc truyền CSI-RS có thể được tạo cấu hình cho UE 115 cụ thể để ước lượng kênh và báo cáo thông tin chất lượng kênh. Thông tin chất lượng kênh được báo cáo có thể được sử dụng để lập lịch hoặc thích ứng liên kết ở các trạm gốc 105, hoặc là một phần của thủ tục quản lý di

động hoặc chùm sóng cho các cuộc truyền định hướng liên kết với các tài nguyên kênh cải tiến.

Trạm gốc 105 có thể tạo cấu hình cuộc truyền CSI-RS trên một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS của kênh. Tài nguyên CSI-RS có thể bắt đầu ở ký hiệu OFDM bất kỳ của khe và chiếm một hoặc nhiều ký hiệu phụ thuộc vào số lượng cổng được tạo cấu hình. Ví dụ, tài nguyên CSI-RS có thể trải trên một ký hiệu của khe và chứa một cổng để truyền. Một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS có thể trải trên một số tập hợp tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình theo cài đặt tài nguyên CSI-RS của trạm gốc 105. Cấu trúc của một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS, tập hợp tài nguyên CSI-RS, và các cài đặt tài nguyên CSI-RS trong cuộc truyền CSI-RS có thể được gọi là cài đặt tài nguyên nhiều mức. Ví dụ, cài đặt tài nguyên CSI-RS nhiều mức của trạm gốc 105 có thể bao gồm lên đến 16 tập hợp tài nguyên CSI-RS và mỗi tập hợp tài nguyên CSI-RS có thể chứa lên đến 64 tài nguyên CSI-RS. Trong một số ví dụ, trạm gốc 105 có thể hỗ trợ một số tài nguyên CSI-RS khác biệt được tạo cấu hình (ví dụ, 128) trên một hoặc nhiều tập hợp tài nguyên CSI-RS.

Trong một số ví dụ, trạm gốc 105 có thể cung cấp chỉ báo (như thế “Repetition = ON”) liên kết với cuộc truyền CSI-RS hướng đến UE 115. Chỉ báo có thể xác định xem UE 115 có thể giả định tài nguyên CSI-RS được bao gồm trong tín hiệu tham chiếu (ví dụ, cuộc truyền CSI-RS công suất khác không (non-zero power - NZP)) được liên kết với cùng bộ lọc cuộc truyền miền không gian đường xuống và tương ứng với một chùm sóng truyền ở trạm gốc 105 hay không. Chỉ báo có thể được tạo cấu hình theo tham số báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, *reportQuantity*) liên kết với tất cả các cài đặt báo cáo liên kết với tập hợp tài nguyên CSI-RS. Ví dụ, trạm gốc 105 có thể tạo cấu hình tham số *reportQuantity* cho chỉ báo tập hợp (ví dụ “cri-RSRP”, “không có”, v.v.) chỉ báo một chùm sóng truyền.

Khi nhận, UE 115 có thể nhận dạng chỉ báo tập hợp được tạo cấu hình liên kết với tham số báo hiệu lớp cao hơn thu được. Trong một số ví dụ (như báo cáo “cri-RSRP”), UE 115 có thể xác định các tham số CSI cho một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS và báo cáo các số đo theo cấu hình báo cáo đã lọc. Ví dụ, UE 115 có thể xác định các tham số CSI (ví dụ, các giá trị RSRP) cho một hoặc nhiều tài nguyên kênh. UE 115 có thể sau đó quy định việc báo cáo theo giá trị chỉ báo tài nguyên kênh (channel resource indicator -

CRI) được tạo cấu hình, theo một ví dụ, trong đó giá trị CRI tương ứng với chỉ số mục nhập tài nguyên liên kết với một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS trong tập hợp tài nguyên CSI-RS tương ứng để đo kênh.

Theo một số ví dụ, các trạm gốc 105 có thể truyền một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu đường xuống bổ sung để truyền thông, bao gồm cuộc truyền tín hiệu tham chiếu định vị (positioning reference signal - PRS). Cuộc truyền PRS có thể được tạo cấu hình cho một UE 115 cụ thể để đo và báo cáo một hoặc nhiều tham số báo cáo (ví dụ, các đại lượng báo cáo) gắn với thông tin địa điểm và định vị. Trạm gốc 105 có thể sử dụng thông tin được báo cáo làm một phần của kỹ thuật định vị được UE hỗ trợ. Cuộc truyền PRS và phản hồi tham số báo cáo có thể hỗ trợ nhiều dịch vụ vị trí khác nhau (ví dụ, các hệ thống điều hướng, các cuộc truyền thông khẩn cấp). Theo một số ví dụ, các tham số báo cáo bổ sung một hoặc nhiều hệ thống xác định vị trí bổ sung được hỗ trợ bởi UE 115 (như công nghệ hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system - GPS)).

Trạm gốc 105 có thể tạo cấu hình cuộc truyền PRS trên một hoặc nhiều tài nguyên PRS của kênh. Tài nguyên PRS có thể trải trên các phân tử tài nguyên của nhiều khối tài nguyên vật lý (physical resource block - PRB) trong một hoặc nhiều ký hiệu OFDM của khe phụ thuộc vào số lượng công được tạo cấu hình. Ví dụ, tài nguyên PRS có thể trải trên một ký hiệu của khe và chứa một cổng để truyền. Trong ký hiệu OFDM bất kỳ, tài nguyên PRS có thể chiếm các PRB liên tiếp. Theo một số ví dụ, cuộc truyền PRS có thể được ánh xạ đến các ký hiệu OFDM liên tiếp của khe. Trong các ví dụ khác, cuộc truyền PRS có thể được ánh xạ đến ký hiệu OFDM rải rác của khe. Ngoài ra, cuộc truyền PRS có thể hỗ trợ nhảy tần trong các PRB của kênh.

Một hoặc nhiều tài nguyên PRS có thể trải trên một số tập hợp tài nguyên PRS theo cài đặt tài nguyên PRS của trạm gốc 105. Cấu trúc của một hoặc nhiều tài nguyên PRS, tập hợp tài nguyên PRS và các cài đặt tài nguyên PRS trong cuộc truyền PRS có thể được gọi là cài đặt tài nguyên nhiều mức. Ví dụ, cài đặt tài nguyên PRS nhiều mức của trạm gốc 105 có thể bao gồm nhiều tập hợp tài nguyên PRS và mỗi tập hợp tài nguyên PRS có thể chứa tập hợp tài nguyên PRS (như tập hợp gồm 4 tài nguyên PRS).

UE 115 có thể nhận cuộc truyền PRS trên một hoặc nhiều tài nguyên PRS của khe. UE 115 có thể xác định tham số báo cáo cho ít nhất một vài tài nguyên PRS, nếu

không thì là mỗi tài nguyên PRS được bao gồm trong cuộc truyền. Tham số báo cáo (có thể bao gồm đại lượng báo cáo) cho mỗi tài nguyên PRS có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số thời gian đến (time of arrival - ToA), chênh lệch thời gian tín hiệu tham chiếu (reference signal time difference - RSTD), công suất nhận tín hiệu tham chiếu (reference signal receive power - RSRP), góc, số nhận dạng PRS, chênh lệch nhận đến truyền (reception to transmission difference - UE Rx-Tx), chỉ số tín hiệu trên tạp âm (signal-to-noise ratio - SNR), hoặc chất lượng nhận tín hiệu tham chiếu (reference signal receive quality - RSRQ).

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể là hoặc bao gồm hệ thống truyền thông được điều hướng chùm sóng đa sóng mang, như hệ thống truyền thông không dây mmW. Các khía cạnh của hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm sử dụng các cuộc truyền PRS bởi trạm gốc 105 hoặc các cuộc truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal - SRS) bởi UE 115 để xác định vị trí của UE. Đối với xác định vị trí của UE dựa vào đường xuống, máy chủ vị trí 101, ví dụ, chức năng quản lý vị trí (Location Management Function - LMF) trong mạng NR hoặc nền tảng định vị vị trí mặt phẳng người dùng an toàn (Secure User Plane Location (SUPL) Location Platform (SLP)) trong LTE, có thể được sử dụng để cung cấp hỗ trợ định vị, chẳng hạn dữ liệu hỗ trợ (assistance data - AD) PRS cho UE 115. Trong kỹ thuật định vị được UE hỗ trợ, máy chủ vị trí có thể nhận các báo cáo đo từ UE 115 chỉ báo các số đo vị trí cho một hoặc nhiều trạm gốc 105 với máy chủ vị trí có thể xác định ước lượng vị trí cho UE 115, ví dụ, nhờ sử dụng OTDOA hoặc các kỹ thuật mong muốn khác. Máy chủ vị trí 101 được minh họa trên Fig.1 là được đặt tại trạm gốc 105, nhưng cũng có thể được đặt tại vị trí khác, ví dụ, trong mạng lõi 130.

Đối với xác định vị trí của UE dựa trên đường lên, trạm gốc 105 có thể nhận cuộc truyền SRS từ UE 115 và xác định các số đo định vị, như ToA hoặc Rx-Tx. Máy chủ vị trí 101 có thể nhận các báo cáo đo từ một hoặc nhiều trạm gốc 105 với các số đo định vị và có thể xác định ước lượng vị trí cho UE 115, ví dụ, nhờ sử dụng OTDOA hoặc các kỹ thuật mong muốn khác.

Ngoài ra, các kỹ thuật không phụ thuộc RAT có thể được sử dụng để ước lượng vị trí của UE 115. Ví dụ, hệ thống truyền thông 100 có thể còn sử dụng thông tin từ các phương tiện không gian (space vehicle - SV) (không được minh họa) cho hệ thống vệ

tinh định vị toàn cầu (Global Navigation Satellite System - GNSS) như GPS, GLONASS, Galileo hoặc Beidou hoặc hệ thống định vị vệ tinh (Satellite Positioning System - SPS) khu vực hoặc vùng khác như IRNSS, EGNOS hoặc WAAS. Các số đo liên quan đến vị trí thu được bởi UE 115 có thể bao gồm các số đo về tín hiệu thu được từ SV và/hoặc có thể bao gồm các số đo về tín hiệu thu được từ các bộ phát mặt đất được cố định ở các địa điểm đã biết (ví dụ, như các trạm gốc 105). Sau đó, UE 115 hoặc máy chủ vị trí 101 mà UE 115 có thể gửi các số đo đến, có thể thu nhận ước lượng vị trí cho UE 115 dựa vào các số đo liên quan đến vị trí này nhờ sử dụng bất kỳ một trong số các phương pháp định vị như, ví dụ, GNSS, GNSS hỗ trợ (A-GNSS), phép đo tam giác liên kết chuyển tiếp nâng cao (Advanced Forward Link Trilateration - AFLT), chênh lệch thời gian đến quan sát được (Observed Time Difference of Arrival - OTDOA), định vị WLAN (còn được gọi là WiFi), hoặc ID ô cải tiến (Enhanced Cell ID - ECID) hoặc sự kết hợp của chúng. Trong một số kỹ thuật này (ví dụ A-GNSS, AFLT và OTDOA), các cự ly giả hoặc chênh lệch thời gian có thể được đo tại UE 115 liên quan đến ba hoặc nhiều hơn ba bộ phát mặt đất (ví dụ trạm gốc 105) được cố định tại các vị trí đã biết hoặc liên quan đến bốn hoặc nhiều hơn bốn SV với dữ liệu quỹ đạo đã biết chính xác, hoặc kết hợp của chúng, dựa ít nhất một phần vào, các tín hiệu hoa tiêu, các tín hiệu tham chiếu định vị (positioning reference signal - PRS) hoặc các tín hiệu liên quan đến định vị khác được truyền bởi các bộ phát hoặc vệ tinh và nhận được tại UE 115.

Fig.2A và Fig.2B thể hiện cấu trúc của chuỗi khung con 200 làm ví dụ với các dịp định vị PRS, mà có thể được sử dụng trong hệ thống truyền thông không dây 100 trên Fig.1, ví dụ. “Nấc PRS” hoặc “dịp PRS” là một nấc của cửa sổ thời gian lặp lại theo chu kỳ (ví dụ, nhóm gồm một hoặc nhiều khe liên tiếp) trong đó PRS dự định được truyền. Dịp PRS cũng có thể được gọi là “dịp định vị PRS”, “nấc định vị PRS”, “dịp định vị”, “nấc định vị”, “lần lặp định vị”, hoặc gọi tắt là “dịp”, “nấc”, hoặc “lần lặp”. Chuỗi khung con 200 có thể được áp dụng để phát quảng bá tín hiệu PRS từ các trạm gốc 105 trong hệ thống truyền thông 100. Mặc dù Fig.2 cung cấp ví dụ về chuỗi khung con cho LTE, các phương án thực hiện chuỗi khung con tương tự có thể được thực hiện cho các công nghệ/giao thức truyền thông khác, như 5G và NR. Trên Fig.2, thời gian được biểu diễn theo chiều ngang (ví dụ, trên trục X) với thời gian tăng từ trái sang phải, trong khi tần số được biểu diễn theo chiều dọc (ví dụ, trên trục Y) với tần số tăng (hoặc giảm) từ dưới lên trên. Như được minh họa trên Fig.2, mỗi khung vô tuyến đường xuống và đường lên 210

có thể có thời khoảng 10 ms mỗi khung. Đối với chế độ song công phân chia theo tần số đường xuống (Frequency Division Duplex - FDD), các khung vô tuyến 210 được tổ chức, theo các phương án được minh họa, thành mười khung con 212 với thời khoảng 1 ms mỗi khung. Mỗi khung con 212 bao gồm hai khe 214, ví dụ, mỗi khe có thời khoảng 0,5 ms.

Trong miền tần số, băng thông khả dụng có thể được chia thành các sóng mang con 216 trực giao cách đều nhau. Ví dụ, đối với tiền tố vòng có độ dài bình thường, ví dụ, sử dụng khoảng cách 15 kHz, các sóng mang con 216 có thể được nhóm thành một nhóm mười hai (12) sóng mang con. Mỗi nhóm, bao gồm 12 sóng mang con 216, được gọi là khối tài nguyên và, trong ví dụ trên, số lượng sóng mang con trong khối tài nguyên có thể được viết là $N_{SC}^{RB} = 12$. Đối với một băng thông kênh cho trước, số lượng khối tài nguyên khả dụng trên mỗi kênh 222, còn được gọi là cấu hình băng thông truyền 222, được chỉ ra là N_{RB}^{DL} . Ví dụ, đối với băng thông kênh 3 MHz trong ví dụ trên, số lượng khối tài nguyên khả dụng trên mỗi kênh 222 được cho bởi $N_{RB}^{DL} = 15$

Fig.2B minh họa ví dụ bổ sung về chuỗi 200. Như thể hiện trên Fig.2B, lưới tài nguyên có thể được sử dụng để biểu diễn các khe thời gian, mỗi khe thời gian bao gồm một hoặc nhiều khối tài nguyên (resource block - RB) đồng thời (còn được gọi là các RB vật lý (physical RB - PRB)) trong miền tần số. Lưới tài nguyên được chia tiếp thành nhiều phần tử tài nguyên (Resource element - RE). RE có thể tương ứng với một độ dài ký hiệu trong miền thời gian và một sóng mang con trong miền tần số. Theo hệ số trên Fig.2, đối với tiền tố vòng thông thường, RB có thể chứa 12 sóng mang con liên tiếp trong miền tần số và bảy ký hiệu liên tiếp trong miền thời gian, cho toàn bộ 84 RE. Đối với tiền tố vòng mở rộng, RB có thể chứa 12 sóng mang con liên tiếp trong miền tần số và 6 ký hiệu liên tiếp trong miền thời gian, cho toàn bộ 72 RE. Số lượng bit được mang bởi mỗi RE phụ thuộc vào sơ đồ điều chế.

Một số RE mang tín hiệu tham chiếu đường xuống (hoa tiêu) (downlink reference signal - DL-RS). DL-RS có thể bao gồm PRS trong LTE, NRS trong 5G, TRS, PTRS, CRS, CSI-RS, DMRS, PSS, SSS, SSB, v.v. Fig.2B minh họa các vị trí ví dụ của các RE mang PRS (được gắn nhãn "R"). Tập hợp các phần tử tài nguyên (resource element - RE) được sử dụng để truyền PRS được gọi là "tài nguyên PRS". Tập hợp các phần tử tài nguyên có thể trải trên nhiều PRB trong miền tần số và 'N' (ví dụ, 1 hoặc nhiều) ký hiệu

liên tiếp trong khe trong miền thời gian. Trong ký hiệu OFDM cho trước trong miền thời gian, tài nguyên PRS chiếm các PRB liên tiếp trong miền tần số.

Cuộc truyền tài nguyên PRS trong PRB cho trước có kích thước răng lược cụ thể (còn được gọi là “mật độ răng lược”). Kích thước răng lược ‘N’ biểu diễn khoảng cách sóng mang con (hoặc khoảng cách tần số/âm) trong mỗi ký hiệu của cấu hình tài nguyên PRS. Cụ thể, đối với kích thước răng lược ‘N’, PRS được truyền trong mỗi sóng mang con thứ N của một ký hiệu của PRB. Chẳng hạn, đối với răng lược-4, với mỗi trong bốn ký hiệu của cấu hình tài nguyên PRS, RE tương ứng với mỗi sóng mang con thứ tư (ví dụ, các sóng mang con 0, 4, 8) được sử dụng để truyền PRS của tài nguyên PRS. Hiện tại, các kích thước răng lược gồm răng lược-2, răng lược-4, răng lược-6, và răng lược-12 được hỗ trợ cho DL-PRS. Fig.4A minh họa cấu hình tài nguyên PRS làm ví dụ cho răng lược-6 (trái trên 6 ký hiệu). Tức là, vị trí của các RE được gạch chéo (được gắn nhãn “R”) chỉ báo cấu hình tài nguyên PRS răng lược-6.

“Tập hợp tài nguyên PRS” là tập hợp các tài nguyên PRS được sử dụng để truyền các tín hiệu PRS, trong đó mỗi tài nguyên PRS có ID tài nguyên PRS. Ngoài ra, các tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS được kết hợp với cùng TRP. Tập hợp tài nguyên PRS được nhận dạng bởi ID tập hợp tài nguyên PRS và được kết hợp với một TRP cụ thể (được nhận dạng bởi ID ô). Ngoài ra, các tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS có cùng chu kỳ, cấu hình mẫu ngắt chung, và có cùng hệ số lặp trên các khe. Chu kỳ có thể có độ dài được chọn từ $2^m \cdot \{4, 5, 8, 10, 16, 20, 32, 40, 64, 80, 160, 320, 640, 1280, 2560, 5120, 10240\}$ khe, với $\mu = 0, 1, 2, 3$. Hệ số lặp có thể có độ dài được chọn từ $\{1, 2, 4, 6, 8, 16, 32\}$ khe.

ID tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS liên quan tới một chùm sóng (và/hoặc ID chùm sóng) được truyền từ một TRP (trong đó TRP có thể truyền một hoặc nhiều chùm sóng). Tức là, mỗi tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS có thể được truyền trên một chùm sóng khác, và do đó, “tài nguyên PRS”, hoặc gọi tắt là “tài nguyên”, có thể còn được gọi là “chùm sóng”. Lưu ý rằng điều này không có bất kỳ ngụ ý nào về việc UE có biết đến các TRP và các chùm sóng mà PRS được truyền trên đó hay không.

Trong hệ thống truyền thông 100 được minh họa trên Fig.1, trạm gốc 105, chẳng hạn như trạm gốc ô macro hoặc trạm gốc ô nhỏ bất kỳ, có thể truyền các khung, hoặc các

chuỗi báo hiệu lớp vật lý khác, hỗ trợ các tín hiệu PRS (nghĩa là, PRS đường xuống (downlink - DL)) theo các cấu hình khung mà hoặc là tương tự như, hoặc giống như, được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B và (như được mô tả sau đây) trên Fig.3, và có thể được đo và được sử dụng để xác định vị trí của UE (ví dụ, UE 115). Như đã lưu ý, các loại nút không dây và trạm gốc khác (ví dụ, gNB hoặc AP WiFi) cũng có thể được tạo cấu hình để truyền tín hiệu PRS được tạo cấu hình theo cách tương tự (hoặc giống như) được mô tả trên các Fig.2A, 2B, và 3. Do cuộc truyền PRS bởi nút không dây hoặc trạm gốc được hướng đến tất cả các UE trong phạm vi vô tuyến, nên nút không dây hoặc trạm gốc cũng có thể được coi là truyền (hoặc phát quảng bá) PRS.

PRS, đã được định nghĩa trong Bản phát hành LTE-9 và các bản phát hành mới hơn của 3GPP, có thể được truyền bởi các nút không dây (ví dụ, trạm gốc 105) sau khi cấu hình thích hợp (ví dụ, bởi máy chủ Vận hành và bảo trì (Operations and Maintenance - O&M)). PRS có thể được truyền trong các khung con định vị đặc biệt mà được nhóm lại thành các dịp định vị. Các dịp PRS có thể được nhóm thành một hoặc nhiều nhóm dịp PRS. Ví dụ, trong LTE, một dịp định vị PRS có thể bao gồm N_{PRS} khung con định vị liên tiếp trong đó N_{PRS} có thể nằm trong khoảng từ 1 đến 160 (ví dụ, có thể bao gồm các giá trị 1, 2, 4 và 6 cũng như các giá trị khác). Các dịp định vị PRS cho ô được nút không dây hỗ trợ có thể xảy ra định kỳ trong các khoảng thời gian, được biểu thị bằng T_{PRS} , các khoảng mili giây (hoặc khung con) trong đó T_{PRS} có thể bằng 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640, hoặc 1280 (hoặc bất kỳ giá trị thích hợp nào khác). Ví dụ, Fig.2A minh họa chu kỳ của các dịp định vị trong đó N_{PRS} bằng 4 218 và T_{PRS} lớn hơn hoặc bằng 20 220. Theo một số khía cạnh, T_{PRS} có thể được đo theo số lượng khung con giữa thời điểm bắt đầu các dịp định vị liên tiếp.

Như được mô tả ở đây, trong một số khía cạnh, dữ liệu hỗ trợ OTDOA có thể được cung cấp cho UE 115 bởi máy chủ vị trí, ví dụ, máy chủ vị trí 101 cho “ô tham chiếu”, đôi khi được gọi ở đây là tài nguyên tham chiếu, và một hoặc nhiều “ô lân cận” hoặc “ô gần đó”, đôi khi được gọi ở đây là ô đích hoặc tài nguyên đích, so với “ô tham chiếu”. Ví dụ, dữ liệu hỗ trợ có thể cung cấp tần số kênh trung tâm của mỗi ô, các tham số cấu hình PRS khác nhau (ví dụ, N_{PRS} , T_{PRS} , chuỗi ngắt, chuỗi nhảy tần, ID PRS, băng thông PRS), ID toàn cầu của ô, đặc tính tín hiệu PRS liên quan đến PRS định hướng, và/hoặc các tham số liên quan đến ô khác áp dụng được cho OTDOA hoặc phương pháp xác định vị trí khác nào đó.

Định vị dựa trên PRS của UE 115 có thể được tạo điều kiện thuận lợi bằng cách chỉ ra ô phục vụ cho UE 115 trong dữ liệu hỗ trợ OTDOA (ví dụ, với ô tham chiếu được chỉ ra là ô phục vụ).

Theo một số khía cạnh, dữ liệu hỗ trợ OTDOA cũng có thể bao gồm các tham số “RSTD dự kiến”, cung cấp cho UE 115 thông tin về các giá trị RSTD mà UE 115 dự kiến sẽ đo tại vị trí hiện tại giữa ô tham chiếu và mỗi ô lân cận, cùng với độ không đảm bảo của tham số RSTD dự kiến. RSTD dự kiến, cùng với độ không đảm bảo liên quan, có thể xác định cửa sổ tìm kiếm cho UE 115 mà trong đó UE 115 dự kiến sẽ đo giá trị RSTD. Thông tin hỗ trợ OTDOA cũng có thể bao gồm tham số thông tin cấu hình PRS, mà cho phép UE 115 xác định khi nào dịp định vị PRS xuất hiện trên tín hiệu nhận được từ các ô lân cận khác nhau liên quan đến các dịp định vị PRS cho ô tham chiếu, và để xác định chuỗi PRS được truyền từ các ô khác nhau để đo thời gian đến (Time of Arrival - ToA) của tín hiệu hoặc RSTD.

Nhờ sử dụng các phép đo RSTD, việc định thời truyền tuyệt đối hoặc tương đối đã biết của mỗi ô, và (các) vị trí đã biết của các anten truyền vật lý nút không dây cho các ô tham chiếu và lân cận, vị trí của UE 115 có thể được tính toán (ví dụ, bởi UE 115 hoặc bởi máy chủ vị trí 101). Cụ thể hơn, RSTD cho ô lân cận (đôi khi được gọi là đích) “ k ” so với ô tham chiếu “Ref”, có thể được cho bởi $(ToA_k - ToA_{Ref})$, trong đó các giá trị ToA có thể được đo theo modul một thời khoảng khung con (1 ms) để loại bỏ ảnh hưởng của việc đo các khung con khác nhau tại các thời điểm khác nhau. Các phép đo ToA cho các ô khác nhau sau đó có thể được chuyển đổi thành các phép đo RSTD (ví dụ, như được định nghĩa trong Đặc tả kỹ thuật (Technical Specification - TS) 3GPP 36.214 có tên “Lớp vật lý; Phép đo”) và được UE 115 gửi đến máy chủ vị trí 101. Nhờ sử dụng (i) các phép đo RSTD, (ii) việc định thời truyền tuyệt đối hoặc tương đối đã biết của mỗi ô, (iii) (các) vị trí đã biết của các anten truyền vật lý đối với các ô tham chiếu và các ô lân cận, và/hoặc (iv) các đặc điểm PRS định hướng như hướng truyền, vị trí của UE 115 có thể được xác định.

Fig.3 minh họa cấu hình PRS 300 làm ví dụ cho ô được hỗ trợ bởi nút không dây (chẳng hạn như trạm gốc 105). Một lần nữa, cuộc truyền PRS cho LTE được giả định trên Fig.3, mặc dù các khía cạnh giống hoặc tương tự của cuộc truyền PRS với các khía cạnh được thể hiện và mô tả đối với Fig.3 có thể áp dụng cho 5G, NR, và/hoặc các công

nghe không dây khác. Fig.3 cho thấy cách xác định các dịp định vị PRS bằng Số khung hệ thống (System Frame Number - SFN), độ lệch khung con dành riêng cho ô (Δ_{PRS}) 352, và chu kỳ PRS (T_{PRS}) 320. Thông thường, cấu hình khung con PRS dành riêng cho ô được xác định bởi “chỉ số cấu hình PRS” I_{PRS} có trong dữ liệu hỗ trợ OTDOA. Chu kỳ PRS (T_{PRS}) 320 và độ lệch khung con dành riêng cho ô (Δ_{PRS}) được xác định dựa trên chỉ số cấu hình PRS I_{PRS} , trong 3GPP TS 36.211 có tên “Kênh vật lý và điều chế”, như được minh họa trong Bảng 1 dưới đây.

Chỉ số cấu hình PRS I_{PRS}	Chu kỳ PRS T_{PRS} (khung con)	Độ lệch khung con PRS Δ_{PRS} (khung con)
0 - 159	160	I_{PRS}
160 - 479	320	$I_{PRS} - 160$
480 - 1119	640	$I_{PRS} - 480$
1120 - 2399	1280	$I_{PRS} - 1120$
2400 - 2404	5	$I_{PRS} - 2400$
2405 - 2414	10	$I_{PRS} - 2405$
2415 - 2434	20	$I_{PRS} - 2415$
2435 - 2474	40	$I_{PRS} - 2435$
2475 - 2554	80	$I_{PRS} - 2475$
2555 - 4095	Dự phòng	

Bảng 1

Cấu hình PRS được xác định theo số khung hệ thống (System Frame Number - SFN) của ô truyền PRS. Các nấc PRS, cho khung con thứ nhất trong số N_{PRS} khung con đường xuống bao gồm dịp định vị PRS thứ nhất, có thể thỏa mãn:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - \Delta_{PRS}) \bmod T_{PRS} = 0,$$

trong đó n_f là SFN với $0 \leq n_f \leq 1023$, n_s là số khe trong khung vô tuyến được xác định bởi n_f với $0 \leq n_s \leq 19$, T_{PRS} là chu kỳ PRS 320 và Δ_{PRS} là độ lệch khung con dành riêng cho ô 352.

Như được minh họa trên Fig.3, độ lệch khung con dành riêng cho ô Δ_{PRS} 352 có thể được xác định theo số lượng các khung con được truyền bắt đầu từ số khung hệ thống 0 (Khe ‘số 0’, được đánh dấu là khe 350) đến điểm bắt đầu của dip định vị PRS thứ nhất (tiếp theo). Trong ví dụ trên Fig.3, số lượng các khung con định vị liên tiếp (N_{PRS}) trong mỗi trong số các dip định vị PRS liên tiếp 318a, 318b, và 318c bằng 4.

Theo một số khía cạnh, khi UE 115 nhận được chỉ số cấu hình PRS I_{PR} trong dữ liệu hỗ trợ OTDOA cho ô cụ thể, UE 115 có thể xác định chu kỳ PRS T_{PRS} 320 và độ lệch khung con PRS Δ_{PRS} sử dụng Bảng 1. Sau đó, UE 115 có thể xác định khung vô tuyến, khung con và khe khi PRS được lập lịch trong ô (ví dụ, sử dụng phương trình (1)). Dữ liệu hỗ trợ OTDOA có thể được xác định bởi, ví dụ, máy chủ vị trí 101, và bao gồm dữ liệu hỗ trợ cho ô tham chiếu, và một số ô lân cận được hỗ trợ bởi nhiều nút không dây khác nhau.

Thông thường, các dip PRS từ tất cả các ô trong mạng mà sử dụng cùng một tần số được đồng chỉnh về mặt thời gian và có thể có độ lệch thời gian đã biết được cố định (ví dụ, độ lệch khung con dành riêng cho ô 352) so với các ô khác trong mạng mà sử dụng tần số khác. Trong các mạng đồng bộ-SFN, tất cả các nút không dây (ví dụ, trạm gốc 105) có thể được đồng chỉnh trên cả biên khung và số khung hệ thống. Do đó, trong mạng đồng bộ-SFN, tất cả các ô được hỗ trợ bởi các nút không dây khác nhau có thể sử dụng cùng một chỉ số cấu hình PRS cho tần số cụ thể bất kỳ của cuộc truyền PRS. Mặt khác, trong các mạng không đồng bộ SFN, các nút không dây khác nhau có thể được đồng chỉnh trên biên khung, chứ không phải là trên số khung hệ thống. Do đó, trong các mạng không đồng bộ SFN chỉ số cấu hình PRS cho mỗi ô có thể được tạo cấu hình riêng bởi mạng để các dip PRS đồng chỉnh về mặt thời gian.

UE 115 có thể xác định việc định thời của các dip PRS của ô tham chiếu và ô lân cận để định vị OTDOA, nếu UE 115 có thể thu được định thời ô (ví dụ, SFN hoặc số khung) của ít nhất một trong các ô, ví dụ, ô tham chiếu hoặc ô phục vụ. Việc định thời

của các ô khác sau đó có thể được suy ra bởi UE 115, ví dụ, dựa trên giả định rằng các dịp PRS từ các ô khác nhau chồng lấn lên nhau.

Như được xác định bởi 3GPP (ví dụ, theo 3GPP TS 36.211), đối với các hệ thống LTE, chuỗi các khung con được sử dụng để truyền PRS (ví dụ, để định vị OTDOA) có thể khác biệt và được xác định bởi một số tham số, như được mô tả trên đây, bao gồm: (i) khối băng thông (bandwidth - BW) dự phòng, (ii) chỉ số cấu hình I_{PRS} , (iii) thời khoảng N_{PRS} , (iv) mẫu ngắt tùy chọn; và (v) chu kỳ chuỗi ngắt T_{REP} có thể được đưa vào ngầm định như một phần của mẫu ngắt trong (iv) khi có mặt. Trong một số trường hợp, với chu kỳ làm việc PRS khá thấp, $N_{PRS} = 1$, $T_{PRS} = 160$ khung con (tương đương với 160 ms), và $BW = 1, 4, 3, 5, 10, 15$, hoặc 20 MHz. Để tăng chu kỳ làm việc PRS, giá trị N_{PRS} có thể được tăng lên sáu (tức là, $N_{PRS} = 6$) và giá trị băng thông (bandwidth - BW) có thể được tăng thành băng thông hệ thống (tức là, $BW =$ băng thông hệ thống LTE trong trường hợp của LTE). Cũng có thể sử dụng PRS mở rộng với N_{PRS} lớn hơn (ví dụ, lớn hơn sáu) và/hoặc T_{PRS} ngắn hơn (ví dụ, nhỏ hơn 160ms), cho đến chu kỳ làm việc đầy đủ (ví dụ, $N_{PRS} = T_{PRS}$) trong các phiên bản sau của giao thức định vị LTE (LTE Positioning Protocol - LPP) theo 3GPP TS 36.355. PRS định hướng có thể được tạo cấu hình như vừa mô tả theo các TS 3GPP và có thể, ví dụ, sử dụng chu kỳ làm việc PRS thấp (ví dụ, $N_{PRS} = 1$, $T_{PRS} = 160$ khung con) hoặc chu kỳ làm việc cao.

Fig.4 minh họa cấu hình 400 trong hệ thống truyền thông không dây (ví dụ, hệ thống truyền thông không dây 100 trên Fig.1) mà có thể được sử dụng để định vị cho UE 115, theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế. Theo ví dụ trên Fig.4, UE 115 có thể tính toán ước lượng vị trí của nó, hoặc hỗ trợ một thực thể khác (ví dụ, trạm gốc hoặc thành phần mạng lõi, một UE khác, máy chủ vị trí, ứng dụng của bên thứ ba, v.v.) để tính toán ước lượng vị trí của nó. UE 115 có thể truyền thông không dây với nhiều trạm gốc 105-1, 105-2, và 105-3 (được gọi chung là các trạm gốc 105), mà có thể tương ứng với tổ hợp bất kỳ của các trạm gốc 105 trên Fig.1, nhờ sử dụng tín hiệu RF và các giao thức chuẩn hóa để điều chế tín hiệu RF và trao đổi các gói thông tin. Bằng cách trích các loại thông tin khác nhau từ các tín hiệu RF được trao đổi, và sử dụng sơ đồ của hệ thống truyền thông không dây 400 (tức là, các vị trí, hình dạng của các trạm gốc, v.v.), UE 115 có thể xác định vị trí của nó, hoặc hỗ trợ trong việc xác định vị trí của nó, trong hệ thống tọa độ tham chiếu định trước. Theo một khía cạnh, UE 115 có thể chỉ định vị trí của nó bằng cách sử dụng hệ tọa độ hai chiều; tuy nhiên, các khía cạnh bộc lộ ở đây không bị

giới hạn như vậy và cũng có thể áp dụng được cho việc xác định các vị trí bằng cách sử dụng hệ tọa độ ba chiều, nếu muốn có thêm kích thước. Ngoài ra, mặc dù Fig.4 minh họa một UE 115 và ba trạm gốc 105, cần phải hiểu rằng, có thể có nhiều UE 115 hơn và nhiều hoặc ít trạm gốc 105 hơn.

Để hỗ trợ ước lượng vị trí, các trạm gốc 105 có thể được tạo cấu hình để phát quang bá các tín hiệu RF tham chiếu (ví dụ, PRS, CRS, CSI-TRS, tín hiệu đồng bộ hóa, v.v.) đến các UE 115 trong vùng phủ sóng của nó để cho phép UE 115 đo các đặc tính của các tín hiệu RF tham chiếu này. Ví dụ, UE 115 có thể sử dụng phương pháp định vị OTDOA, và UE 115 có thể đo RSTD giữa các tín hiệu RF tham chiếu cụ thể (ví dụ, PRS, CRS, CSI-RS, v.v.) được truyền bởi các cặp nút mạng khác nhau (ví dụ, trạm gốc 105, các anten của trạm gốc 105, v.v.).

Nói chung, các RSTD được đo giữa nút mạng tham chiếu (ví dụ, trạm gốc 105-1 trong ví dụ trên Fig.4) và một hoặc nhiều nút mạng lân cận (ví dụ, các trạm gốc 105-2 và 105-3 trong ví dụ trên Fig.4). Nút mạng tham chiếu vẫn giữ nguyên đối với tất cả các RSTD được đo bởi UE 115 cho bất kỳ mục đích sử dụng định vị đơn lẻ nào của OTDOA và thường sẽ tương ứng với ô phục vụ cho UE 115 hoặc một ô lân cận khác có cường độ tín hiệu tốt ở UE 115. Theo một khía cạnh, khi nút mạng được đo là ô được hỗ trợ bởi trạm gốc, các nút mạng lân cận thường là các ô được hỗ trợ bởi các trạm gốc khác với trạm gốc cho ô tham chiếu và có thể có cường độ tín hiệu tốt hoặc kém tại UE 115. Tính toán vị trí có thể dựa trên sự chênh lệch về thời gian đo được (ví dụ, RSTD) và hiểu biết về vị trí của các nút mạng và định thời truyền tương đối (ví dụ, về việc liệu các nút mạng có được đồng bộ hóa chính xác hay không hoặc liệu mỗi nút mạng có truyền với chênh lệch thời gian đã biết nào đó so với các nút mạng khác hay không).

Để hỗ trợ các hoạt động định vị, máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 101) có thể cung cấp dữ liệu hỗ trợ OTDOA cho UE 115 đối với nút mạng tham chiếu (ví dụ, trạm gốc 105-1 theo ví dụ trên Fig.5) và các nút mạng lân cận (ví dụ, các trạm gốc 105-2 và 105-3 theo ví dụ trên Fig.5) liên quan đến nút mạng tham chiếu. Ví dụ, dữ liệu hỗ trợ OTDOA có thể cung cấp tần số kênh trung tâm của mỗi nút mạng, các tham số cấu hình tín hiệu RF tham chiếu khác nhau (ví dụ, số lượng khung con định vị liên tiếp, chu kỳ của khung con định vị, chuỗi ngắt, chuỗi nhảy tần, ID tín hiệu RF tham chiếu, băng thông tín hiệu RF tham chiếu), ID toàn cầu của nút mạng, và/hoặc các tham số liên quan

đến ô khác áp dụng được cho OTDOA, như được mô tả ở trên. Dữ liệu hỗ trợ OTDOA cũng có thể chỉ ra ô phục vụ cho UE 115 làm nút mạng tham chiếu.

Theo một khía cạnh, mặc dù máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 101) có thể gửi dữ liệu hỗ trợ đến UE 115, theo cách khác, dữ liệu hỗ trợ có thể xuất phát trực tiếp từ chính các nút mạng (ví dụ, trạm gốc 105) (ví dụ, trong các bản tin mào đầu được phát quảng bá theo chu kỳ, v.v). Theo cách khác, UE 115 có thể tự phát hiện các nút mạng lân cận mà không sử dụng dữ liệu hỗ trợ.

Theo ví dụ trên Fig.4, chênh lệch thời gian đo được giữa ô tham chiếu của trạm gốc 105-1 và các ô lân cận của các trạm gốc 105-2 và 105-3 được biểu diễn là $\tau_2 - \tau_1$ và $\tau_3 - \tau_1$, trong đó τ_1 , τ_2 , và τ_3 lần lượt tượng trưng cho thời gian truyền của tín hiệu RF tham chiếu từ (các) anten truyền của trạm gốc 105-1, 105-2, và 105-3, đến UE 115, và bao gồm nhiều đo bất kỳ ở UE 115. Sau đó, UE 115 có thể chuyển đổi các phép đo ToA cho các nút mạng khác nhau thành các phép đo RSTD (ví dụ, như được định nghĩa trong 3GPP TS 36.214 có tên “Physical layer; Measurements”) và (tùy chọn) gửi chúng đến máy chủ vị trí 101. Nhờ sử dụng (i) các phép đo RSTD, (ii) việc định thời truyền tuyệt đối hoặc tương đối đã biết của mỗi nút mạng, (iii) (các) vị trí đã biết của các anten truyền vật lý cho các nút mạng tham chiếu và lân cận, và/hoặc (iv) các đặc tính tín hiệu RF tham chiếu định hướng như hướng truyền, vị trí của UE 115 có thể được xác định (bởi UE 115 hoặc máy chủ vị trí 101).

ToA T_i ở UE 115 cho đường ngắn nhất từ trạm gốc i là $T_i = \tau_i + \frac{D_i}{c}$, trong đó D_i là khoảng cách O-clit giữa các trạm gốc i với vị trí (q_i) và UE 115 với vị trí (p), c là tốc độ của ánh sáng trong không khí (299700 km/s), và q_i được biết thông qua cơ sở dữ liệu thông tin ô. Khoảng cách O-clit (tức là, khoảng cách đường thẳng giữa hai điểm) được cho bởi:

$$c(T_i - \tau_i) = \sqrt{2R \sqrt{1 - \sin(\varphi_1)\sin(\varphi_2) - \cos(\varphi_1)\cos(\varphi_2)\cos(\beta_1 - \beta_2)}},$$

trong đó D là khoảng cách giữa hai điểm trên bề mặt trái đất, R là bán kính trái đất (6371 km), φ_1 , φ_2 lần lượt là vĩ độ (tính bằng radian) của điểm thứ nhất và vĩ độ (tính bằng radian) của điểm thứ hai, và β_1 , β_2 lần lượt là kinh độ (tính bằng radian) của điểm thứ nhất và vĩ độ (tính bằng radian) của điểm thứ hai.

Để xác định ToA của tín hiệu RF tham chiếu được truyền bởi một nút mạng cho trước, trước tiên UE 115 xử lý chung tất cả các phần tử tài nguyên (resource element - RE) trên kênh mà nút mạng đó (ví dụ, trạm gốc 105) đang truyền tín hiệu RF tham chiếu, và thực hiện phép biến đổi Fourier ngược để chuyển đổi các tín hiệu RF nhận được sang miền thời gian. Việc chuyển đổi tín hiệu RF nhận được sang miền thời gian được gọi là ước lượng của Đáp ứng năng lượng kênh (Channel Energy Response - CER). CER cho thấy các đỉnh trên kênh theo thời gian, và do đó đỉnh “quan trọng” sớm nhất phải tương ứng với ToA của tín hiệu RF tham chiếu. Nói chung, UE sẽ sử dụng ngưỡng chất lượng liên quan đến nhiều để lọc ra các đỉnh cục bộ giả, do đó có thể xác định chính xác các đỉnh quan trọng trên kênh. Ví dụ, UE 115 có thể chọn ước lượng ToA là giá trị cực đại cục bộ sớm nhất của CER mà cao hơn giá trị trung bình của CER ít nhất X dB và thấp hơn tối đa Y dB so với đỉnh chính trên kênh. UE 115 xác định CER cho mỗi tín hiệu RF tham chiếu từ mỗi nút mạng để xác định ToA của mỗi tín hiệu RF tham chiếu từ các nút mạng khác nhau.

Khi UE 115 tự thu được ước lượng vị trí bằng cách sử dụng chênh lệch thời gian đo được của OTDOA, thì dữ liệu bổ sung cần thiết (ví dụ, vị trí của các nút mạng và thời gian truyền tương đối) có thể được cung cấp cho UE 115 bởi máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 101). Trong một số triển khai, có thể thu được ước lượng vị trí cho UE 115 (ví dụ, bởi chính UE 115 hoặc bởi máy chủ vị trí 101) từ chênh lệch thời gian đo được của OTDOA và từ các phép đo khác do UE 115 thực hiện (ví dụ, các phép đo về thời gian tín hiệu từ GPS hoặc các vệ tinh GNSS khác). Trong các triển khai này, được biết là định vị lai, các phép đo OTDOA có thể góp phần vào việc thu được ước lượng vị trí của UE 115 nhưng có thể không xác định hoàn toàn ước lượng vị trí.

Chênh lệch thời gian đến đường lên (uplink time difference of arrival - UTDOA) là phương pháp định vị tương tự như OTDOA, nhưng dựa vào các tín hiệu RF tham chiếu đường lên được truyền bởi UE (ví dụ, UE 115). Hơn nữa, việc điều hướng chùm sóng truyền và/hoặc nhận tại nút mạng và/hoặc UE 115 có thể cho phép băng thông băng rộng ở biên ô để tăng độ chính xác. Các phép lọc chùm sóng cũng có thể giúp ích cho các thủ tục thuận nghịch kênh trong 5G NR.

Hoạt động OTDOA trên Fig.4 có thể được thực hiện trong môi trường NR 5G mà trong đó các tín hiệu tham chiếu định vị được truyền nhờ sử dụng chùm sóng vô tuyến.

Fig.5A theo ví dụ, minh họa môi trường được đơn giản hóa 500 bao gồm hai trạm gốc 105-1 và 105-2 tạo ra chùm sóng định hướng để truyền các tín hiệu PRS, và UE 115. Mỗi trong số các chùm sóng định hướng được quay, ví dụ, qua 120 hoặc 360 độ, với mỗi quét chùm sóng, được lặp lại theo chu kỳ. Mỗi chùm sóng định hướng có thể bao gồm tài nguyên PRS, trong đó trạm gốc 105-1 tạo ra tập hợp tài nguyên PRS mà bao gồm tài nguyên (hoặc chùm sóng) 505-a, 505-b, 505-c, 505-d, 505-e, 505-f, 505-g, và 505-h, và trạm gốc 105-2 tạo ra tập hợp tài nguyên PRS mà bao gồm tài nguyên (hoặc chùm sóng) PRS 509-a, 509-b, 509-c, 509-d, 509-e, 509-f, 509-g, và 509-h.

UE 115 có thể nhận tài nguyên PRS trong kết nối trong tầm nhìn thẳng (Line Of Sight - LOS) trực tiếp hoặc kết nối ngoài tầm nhìn thẳng (hoặc kết nối gần LOS). Trong kết nối LOS trực tiếp, UE 115 nhận tài nguyên PRS từ trạm gốc trực tiếp, ngược lại trong các kết nối ngoài tầm nhìn thẳng và gần LOS UE 115 nhận tài nguyên PRS không trực tiếp, ví dụ, sau một hoặc nhiều lần phản xạ, làm tăng thời gian di chuyển, và/hoặc tắc nghẽn, làm giảm cường độ tín hiệu. Một số hoặc tất cả các tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS từ trạm gốc có thể bị mất LOS.

Trạm gốc 105-1 có thể đóng vai trò là trạm gốc tham chiếu và trạm gốc 105-2 có thể đóng vai trò là trạm gốc đích (lân cận) trong phép đo RSTD được thực hiện bởi UE 115. UE 115 có thể thực hiện các phép đo ToA đối với mỗi tài nguyên PRS nhận được từ trạm gốc tham chiếu 105-1 và có thể chọn sử dụng nhiều hơn một tài nguyên PRS làm tài nguyên PRS tham chiếu từ trạm gốc tham chiếu 105-1. Ví dụ, như được minh họa với phần đồ bóng trên Fig.5A, tài nguyên PRS 505-c có thể được chọn bởi UE 115 làm một phần của tập hợp con của tài nguyên PRS được sử dụng làm tài nguyên PRS tham chiếu để tính toán RSTD. Việc chọn tài nguyên PRS 505-c có thể là từ hoạt động quét chùm sóng ở phía nhận như được mô tả trên Fig.1C, trong đó UE 115 xác định rằng cường độ tín hiệu PRS (ví dụ, công suất nhận tín hiệu tham chiếu (reference signal receive power - RSRP)) là cao nhất đối với cặp chùm bao gồm chùm sóng truyền mang tài nguyên PRS 505-c và chùm sóng nhận 511-a, trong số các chùm sóng truyền mà truyền tài nguyên PRS từ 505-a đến 505-h. Tương tự, UE 115 có thể thực hiện phép đo ToA với trạm gốc 105-2 và có thể chọn sử dụng nhiều hơn một tài nguyên PRS làm tài nguyên PRS tham chiếu từ trạm gốc 105-2. Ví dụ, như được minh họa với phần đồ bóng trên Fig.5A, tài nguyên PRS 509-b có thể được chọn bởi UE 115 làm một phần của tập hợp con của tài nguyên PRS được sử dụng làm tài nguyên PRS đích để tính toán RSTD. Việc chọn tài

nguyên PRS 509-b cũng có thể là từ hoạt động quét chùm sóng ở phía nhận như được mô tả trên Fig.1C, trong đó UE 115 xác định rằng cường độ tín hiệu PRS (ví dụ, công suất nhận tín hiệu tham chiếu (reference signal receive power - RSRP)) là cao nhất cho cặp chùm bao gồm chùm sóng truyền mang tài nguyên PRS 509-b và chùm sóng nhận 511-b, trong số các chùm sóng truyền mà truyền tài nguyên PRS từ 509-a đến 509-h.

Tập hợp con được chọn của tài nguyên PRS từ trạm gốc tham chiếu 105-1 có thể được kết hợp theo cách mong muốn bất kỳ để tạo ra ToA tham chiếu và tập hợp con được chọn của tài nguyên PRS từ trạm gốc đích (lân cận) 105-2 có thể được kết hợp một cách tương tự để tạo ra ToA đích, trong đó RSTD có thể được xác định là $ToA_{\text{đích}} - ToA_{\text{tham chiếu}}$. Ví dụ, các ToA từ tài nguyên PRS được chọn từ trạm gốc tham chiếu có thể được lấy trung bình tuyến tính để tạo ra $ToA_{\text{tham chiếu}}$. Số trung bình được gán trọng số có thể được sử dụng, ví dụ, với chất lượng phép đo ToA, ví dụ, độ không đảm bảo được ước lượng, đối với mỗi tài nguyên PRS được chọn làm trọng số. Các phép đo ToA được kết hợp dựa vào tài nguyên PRS được chọn có thể được tạo ra theo các cách khác. ToA được kết hợp có thể được tạo ra bởi UE 115 và được cung cấp đến máy chủ vị trí 101, hoặc được sử dụng để tạo ra số đo RSTD mà được cung cấp đến máy chủ vị trí 101.

Có một số vấn đề tiềm ẩn khác nhau với việc chọn tài nguyên PRS trên Fig.5A. Đầu tiên, các hoạt động quét chùm sóng ở phía truyền và ở phía nhận, cho phép tìm kiếm và tạo thành cặp chùm sóng giữa UE 115 và mỗi trong số các trạm gốc 105-1 và 105-2 để truyền tín hiệu PRS, có thể chịu chi phí đáng kể. Cụ thể, như được mô tả trên Fig.1C, trạm gốc 105 có thể truyền, một cách tuần tự, một hoặc nhiều chùm sóng truyền với đích theo các hướng khác nhau, trong khi UE 115 có thể tìm kiếm, một cách tuần tự, trên một số hướng chùm sóng đối với chùm sóng nhận. Trong trường hợp mà trạm gốc 105 truyền M chùm sóng cho M tài nguyên PRS, và UE 115 quét qua N hướng chùm sóng nhận, chi phí tổng để tìm kiếm cặp chùm sóng khiến mà dẫn đến cường độ tín hiệu tối đa của tài nguyên PRS nhận được xấp xỉ $M \times N$. Ngoài ra, trong trường hợp mà UE 115 thực hiện tìm kiếm toàn diện để tìm kiếm các cặp chùm sóng cho C trạm gốc cung cấp tài nguyên PRS, như trên Fig.5A (trong đó $C=2$), chi phí của việc tìm kiếm toàn diện có thể trở thành xấp xỉ $M \times N \times C$. Quay trở lại Fig.3, chu kỳ PRS có thể cần được tăng lên để phù hợp với chi phí đáng kể phải chịu trong việc tìm kiếm cặp chùm sóng để truyền tín hiệu PRS. Việc này có thể làm giảm tốc độ của hoạt động ước lượng vị trí và có thể làm giảm

mức độ chính xác của ước lượng vị trí đặc biệt khi UE 115 di chuyển nhanh (ví dụ, trên xe đang di chuyển).

Ngoài ra, việc tìm kiếm cặp chùm sóng dựa vào cường độ tín hiệu PRS có thể dẫn đến việc sử dụng tài nguyên PRS từ kết nối ngoài tầm nhìn thẳng cho phép đo RSTD. Việc này có thể dẫn đến lỗi trong phép đo RSTD do thời gian đến (time of arrival - ToA) của tín hiệu PRS không còn phản ánh đường ngắn nhất giữa trạm gốc và UE. Fig.5B minh họa ví dụ về việc chọn tài nguyên PRS từ kết nối ngoài tầm nhìn thẳng cho phép đo RSTD. Trên Fig.5B, trạm gốc 105 truyền chùm sóng 514a và chùm sóng 514b, mỗi chùm sóng đều mang tín hiệu PRS. Tín hiệu được truyền từ chùm sóng 514a có thể bao gồm đường LOS ngắn nhất 516 đến UE 115, nhưng bị suy yếu do chướng ngại vật 518. Mặt khác, chùm sóng 515b được phản xạ bởi bề mặt 520 và tới UE 115 qua đường ngoài tầm nhìn thẳng và dài hơn 522, nhưng chùm sóng 515b trải qua độ suy yếu nhỏ hơn so với chùm sóng 515a. Theo một số ví dụ, đường 516 vẫn có thể là một trong số nhiều đường và không phải đường LOS thực sự, nhưng vẫn cung cấp đường ngắn hơn so với đường 522, sao cho chùm sóng 514a có thời gian di chuyển ngắn hơn so với chùm sóng 515b. Nếu UE 115 tìm kiếm cặp chùm sóng cung cấp cường độ tín hiệu PRS lớn nhất trong số các cặp chùm sóng ứng viên, UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 524 mà đồng chỉnh với chùm sóng truyền được phản xạ 514b để tạo thành cặp chùm sóng với chùm sóng truyền 514b để nhận tín hiệu PRS, và sử dụng tín hiệu PRS để đo RSTD. Nhưng cách sắp xếp như vậy đưa lỗi vào phép đo RSTD, do ToA của tín hiệu PRS nhận được qua cặp chùm sóng không đại diện cho đường LOS ngắn nhất 516 giữa trạm gốc 105 và UE 115.

Fig.6A và Fig.6B minh họa ví dụ về phương pháp 600 thực hiện tìm kiếm cặp chùm sóng tại UE (ví dụ, UE 115) mà có thể giải quyết ít nhất một số vấn đề được mô tả trên đây. Như thể hiện trên Fig.6A, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm cặp chùm sóng trong ít nhất hai giai đoạn, bao gồm giai đoạn ban đầu và giai đoạn lọc. Trong giai đoạn ban đầu, UE 115 có thể sử dụng chùm sóng nhận 604 (ví dụ, chùm sóng nhận 604a, 604b, 604c, 604d, 604e, 604f, 604g, và 604h) để tìm kiếm chùm sóng truyền 606 (ví dụ, chùm sóng truyền 606a, 606b, 606c, và 606d v.v.) từ trạm gốc, để tạo thành cặp chùm sóng ban đầu. Như được giải thích trên đây, mỗi chùm sóng nhận 604 tương ứng với một cấu hình lọc không gian của mảng anten tại UE 115 để phát hiện tín hiệu được truyền trong vùng phát hiện, với vùng phát hiện được xác định bởi hướng chùm sóng cụ thể và

có độ rộng chùm sóng tập trung xung quanh hướng chùm sóng. Mỗi chùm sóng nhận 604 có độ rộng chùm sóng w_{ri} rộng hơn so với, ví dụ, chùm sóng nhận 170 trên Fig.1C, cũng như chùm sóng truyền 606 mà có độ rộng chùm sóng w_t , cho phép UE 115 quét qua số lượng chùm sóng nhận ít hơn để tìm kiếm chùm sóng truyền. Theo ví dụ trên Fig.6A, trạm gốc 105 có thể quét qua tám chùm sóng truyền 604a-604h, trong khi UE 115 có thể chỉ cần quét qua bốn chùm sóng nhận 606a-606d để thực hiện tìm kiếm ban đầu.

Mỗi chùm sóng truyền 606 có thể mang tín hiệu tham chiếu, chẳng hạn như SS, PRS, v.v. Mục tiêu để tìm kiếm cặp chùm sóng ban đầu có thể là tìm cặp chùm sóng ban đầu cung cấp cường độ tín hiệu tham chiếu lớn nhất (ví dụ, RSRP), hoặc cặp chùm sóng ban đầu cung cấp thời điểm đến sớm nhất của tín hiệu tham chiếu (ví dụ, dựa vào việc đo đầu thời gian của đỉnh của tín hiệu tham chiếu), trong số tất cả các cặp chùm sóng ứng viên của chùm sóng truyền 606 và chùm sóng nhận 604. Trên Fig.6A, UE 115 có thể tạo thành cặp chùm sóng ban đầu bao gồm chùm sóng truyền 606e và chùm sóng nhận 604a, do hai chùm sóng này hướng thẳng vào nhau và đồng chỉnh theo cùng hướng chùm sóng (được gắn nhãn là d), và các tín hiệu (ví dụ, tín hiệu tham chiếu) được truyền trong chùm sóng truyền 606e đi qua khoảng cách ngắn nhất giữa trạm gốc 105 và UE 115 sẽ nhận bằng mảng anten của UE 115 có hướng nhận được xác định bởi chùm sóng nhận 604a. Do đó, tín hiệu tham chiếu nhận được mà qua đó cặp chùm sóng ban đầu có thể có cả cường độ mạnh nhất cũng như thời gian đến sớm nhất, trong số các cặp chùm sóng ứng viên. Theo một số ví dụ, UE 115 có thể thực hiện phép đo (ví dụ, thời gian đến (time of arrival - ToA)) dựa vào tín hiệu tham chiếu nhận được qua cặp chùm sóng ban đầu, mà có thể đóng vai trò là đường cơ sở của phép đo cho giai đoạn lọc tiếp theo.

Sau khi cặp chùm sóng ban đầu được chọn, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm lọc chùm sóng truyền nhờ sử dụng chùm sóng nhận 610 đều với độ rộng chùm giảm w_{rr} . Là một phần của việc tìm kiếm lọc, UE 115 có thể thực hiện hoạt động quét chùm sóng giới hạn để quét qua một số chùm sóng nhận 610 (ví dụ, chùm sóng nhận 610a, 610b, và 610c) mà chồng lấn với chùm sóng nhận 604a được chọn trong giai đoạn ban đầu. Mục tiêu của việc tìm kiếm có thể là tìm kiếm cặp chùm sóng được lọc mà cung cấp thời gian đến sớm nhất của tín hiệu tham chiếu. Trên Fig.6A, UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 610b để tạo cặp với chùm sóng truyền 606e để tạo thành cặp chùm sóng được lọc, do hai chùm sóng hướng thẳng vào nhau và đồng chỉnh theo cùng hướng chùm sóng d , sao cho chùm sóng truyền 606e đi qua quãng đường ngắn nhất giữa trạm gốc 105 và UE 115 để

được nhận bởi mảng anten của UE 115 có hướng nhận được xác định bởi chùm sóng nhận 604a. UE 115 có thể thực hiện phép đo các tín hiệu tham chiếu (ví dụ, ToA) nhận được qua cặp chùm sóng được lọc để cung cấp ước lượng vị trí được lọc. Ngoài ra, UE 115 cũng có thể xác nhận phép đo được lọc nhờ sử dụng phép đo đường cơ sở thu được từ giai đoạn ban đầu. Ví dụ, UE 115 có thể giữ kết quả đo được lọc nếu chỉ ra ToA sớm hơn so với kết quả đo đường cơ sở, mà chỉ báo rằng cặp chùm sóng được lọc nhận tín hiệu PRS dọc theo đường ngắn nhất giữa UE 115 và trạm gốc 105. Mặt khác, nếu kết quả đo được lọc chỉ ra ToA muộn hơn so với kết quả đo đường cơ sở, UE 115 có thể loại bỏ kết quả đo đường cơ sở. Như được mô tả dưới đây, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm được lọc bổ sung đối với chùm sóng truyền để tiếp tục lọc kết quả ước lượng vị trí, và/hoặc để tìm kiếm chùm sóng truyền khác từ trạm gốc khác.

Với sắp xếp trên Fig.6A, số lượng chùm sóng nhận được quét bởi UE 115 có thể giảm, mà có thể làm giảm chi phí phải chịu do hoạt động quét chùm sóng trong hoạt động ước lượng vị trí. Việc này cho phép rút ngắn chu kỳ PRS và tăng tốc độ của hoạt động ước lượng vị trí, và độ chính xác của ước lượng vị trí, đặc biệt là khi UE 115 đang di chuyển nhanh (ví dụ, trên xe đang di chuyển), nhờ đó có thể được cải thiện.

Hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn cũng có thể cải thiện hoạt động ước lượng vị trí trong môi trường mà trong đó UE 115 có thể nhận chùm sóng ngoài tầm nhìn thẳng do sự phản xạ, như được mô tả trên Fig.5B. Tham chiếu đến Fig.6B, trong giai đoạn ban đầu UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 604a để phát hiện tín hiệu tham chiếu được mang bởi chùm sóng truyền 608, mà đi từ trạm gốc 105-1 qua đường LOS ngắn nhất 516 đến UE 115 nhưng bị suy yếu do chướng ngại vật 518, và qua đường ngoài tầm nhìn thẳng 522 đến UE 115 do sự phản xạ của mặt phẳng 520. Nhờ độ rộng chùm rộng w_{ri} của chùm sóng nhận 604a, UE 115 có thể phát hiện tín hiệu tham chiếu được mang bởi chùm sóng truyền 608 qua cả đường LOS 516 và đường ngoài tầm nhìn thẳng 522. UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 604a dựa vào, ví dụ, cường độ tín hiệu tham chiếu nhận được từ trạm gốc 105-1 qua chùm sóng nhận 604a là cao nhất trong số các chùm sóng nhận khác. Ngoài ra, UE 115 cũng có thể chọn chùm sóng nhận 604c để nhận tín hiệu được truyền từ chùm sóng truyền 614 từ trạm gốc 105-2, mà đi qua đường LOS ngắn nhất 616 đến UE 115. Việc chọn có thể dựa vào cường độ tín hiệu tham chiếu nhận được từ trạm gốc 105-2 qua chùm sóng nhận 604c là cao nhất trong số các chùm sóng nhận khác.

Sau khi chọn chùm sóng nhận 604a và 604c trong giai đoạn ban đầu, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm lọc chùm sóng nhận trong giai đoạn lọc tiếp theo. Mục đích của việc tìm kiếm lọc có thể là tìm kiếm cặp chùm sóng mà tín hiệu tham chiếu có thời gian đến (time of arrival - ToA) sớm nhất. Trong giai đoạn lọc, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm nhờ sử dụng chùm sóng nhận 610 có độ rộng chùm sóng giảm w_{rr} và chồng lấn với chùm sóng nhận 604a để tạo thành cặp chùm sóng được lọc với trạm gốc 105-1. UE 115 cũng có thể thực hiện tìm kiếm nhờ sử dụng chùm sóng nhận 612 có độ rộng chùm sóng giảm w_{rr} và chồng lấn với chùm sóng nhận 604c để tạo thành cặp chùm sóng được lọc với trạm gốc 105-2.

Kết quả của việc tìm kiếm lọc là, UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 610a để tạo cặp với chùm sóng truyền 608 để tạo thành cặp chùm sóng được lọc, thay vì chùm sóng nhận 610b và chùm sóng truyền 608, do tín hiệu tham chiếu được mang bởi chùm sóng truyền 608 đi dọc theo đường LOS ngắn nhất giữa trạm gốc 105-1 và UE 115 khi được phát hiện bởi chùm sóng nhận 610a, mà dẫn đến ToA sớm nhất so với cặp chùm bao gồm chùm sóng truyền 514b và chùm sóng nhận 610b. Ngoài ra, UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 612a để tạo cặp với chùm sóng truyền 614 để tạo thành một cặp chùm sóng được lọc khác với trạm gốc 105-2. Việc chọn có thể dựa vào cặp chùm sóng được lọc được đồng chỉnh theo đường ngắn nhất giữa UE 115 và trạm gốc 105-2, mà dẫn đến ToA sớm nhất của tín hiệu tham chiếu từ trạm gốc 105-2 trong số các cặp chùm sóng ứng viên khác. Do UE 115 có thể thực hiện hoạt động ước lượng vị trí dựa vào tín hiệu tham chiếu đến qua đường LOS ngắn nhất từ mỗi trạm gốc, độ chính xác của hoạt động ước lượng vị trí nhờ đó có thể được cải thiện.

Hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn có thể được thực hiện trong nhiều hoạt động truyền thông không dây khác nhau. Ví dụ, tham chiếu đến Fig.7, trong hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn 702, hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn có thể được thực hiện trong dịp định vị PRS (ví dụ, các dịp định vị PRS 318a, 318b, 318c, v.v.). Các phép đo PRS cũng có thể được thực hiện như một phần của phiên quản lý chùm sóng.

Theo một ví dụ khác, hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn 704 có thể được thực hiện trong chu kỳ truyền thông mà trong đó UE 115 và trạm gốc 105 thực hiện truyền thông dữ liệu (ví dụ, dữ liệu âm thanh, dữ liệu nội dung, v.v.) trước phiên PRS, và

cặp chùm sóng thu được từ hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn trong chu kỳ truyền thông có thể được sử dụng để chọn cặp chùm sóng để truyền và nhận tín hiệu PRS trong dip định vị PRS tiếp theo. Hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn có thể dựa vào các tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS), chẳng hạn như các tín hiệu PSS, SSS, PBCH, v.v. Hoạt động quét chùm sóng có thể được thực hiện để chọn cả chùm sóng truyền (từ trạm gốc 105) và chùm sóng nhận (tại UE 115), nếu khả năng của UE 115 và tài nguyên thời gian thực cho phép, hoặc để chọn chùm sóng nhận cho chùm sóng truyền được thiết lập trước. Như được mô tả trên đây trên Fig.1C, trong cụm SS, trạm gốc 105 có thể truyền nhiều chùm sóng truyền mang nhiều khối SS. Mỗi khối SS có thể bao gồm bốn ký hiệu với PSS, SSS, và PBCH. Mỗi khối SS được truyền bởi một chùm sóng truyền, và các chùm sóng khác nhau có thể được truyền để mang các khối SS khác nhau. Để chọn cả chùm sóng truyền và chùm sóng nhận, UE 115 có thể thực hiện, trong mỗi cụm SS, hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn (giai đoạn ban đầu với chùm sóng nhận rộng, theo sau bởi giai đoạn lọc với chùm sóng nhận hẹp) để tìm kiếm chùm sóng nhận để tạo cặp với chùm sóng truyền. Cặp chùm sóng ứng viên có thể được tạo thành sau khi mỗi cụm SS cho mỗi khối SS, và cặp chùm sóng mà dẫn đến thời điểm đến sớm nhất của tín hiệu SS có thể được chọn làm cặp chùm sóng cho PRS.

Sau đó, việc chọn cặp chùm sóng có thể được sử dụng, ví dụ, để chọn chùm sóng truyền và chùm sóng nhận cho cuộc truyền và nhận tín hiệu PRS trong phiên PRS tiếp theo đối với cả ô phục vụ và ô không phục vụ. Đối với ô không phục vụ, UE có thể báo cáo việc chọn cặp chùm sóng qua UCI/MAC-CE/RRC đến trạm gốc của ô phục vụ, và sau đó ô phục vụ có thể chuyển tiếp việc chọn chùm sóng đến ô không phục vụ qua giao diện Xn. Theo một ví dụ khác, việc chọn chùm sóng có thể được báo cáo đến chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF), sau đó LMF gửi việc chọn cặp chùm sóng đến ô không phục vụ. Đối với ô phục vụ, UE có thể báo cáo việc chọn chùm sóng đến ô phục vụ trực tiếp qua UCI, MAC-CE, RRC, hoặc báo cáo đến LMF trước và sau đó LMF gửi việc chọn chùm sóng đến gNB phục vụ.

Fig.8A và Fig.8B minh họa các ví dụ về phiên PRS 800 trong đó hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn 702 có thể được thực hiện. Trong phiên PRS 800, mỗi hình vuông biểu diễn một nấc PRS, mà có thể bao gồm một ký hiệu PRS hoặc nhiều ký hiệu PRS. Mỗi ký hiệu có thể được tạo thành dựa vào tài nguyên PRS bao gồm một hoặc nhiều RE, như được mô tả trên Fig.2A và Fig.2B, để tạo thành một hoặc nhiều tín hiệu

nấc PRS. Các RE có thể tạo thành tập hợp tài nguyên PRS gắn với nhiều trạm gốc (được nhận dạng bởi các ID ô) và các chùm sóng (được nhận dạng bởi các ID chùm sóng), sao cho mỗi ký hiệu có thể bao gồm một hoặc nhiều tín hiệu PRS được truyền bởi các trạm gốc khác nhau.

Theo một ví dụ, tài nguyên PRS có thể có cấu trúc răng lược-2 802 bao gồm hai ký hiệu OFDM liên tiếp 804a và 804b để mang các tín hiệu một tài nguyên PRS, với hệ số lặp PRS là 4, trong bốn nấc PRS 806a, 806b, 806c, và 806d. Ký hiệu OFDM 804a bao gồm phần thứ nhất (được biểu diễn bởi các khối gạch chéo) được tạo thành bởi tập hợp con thứ nhất của các RE f_0 , f_2 , và f_4 và được truyền bởi, ví dụ, trạm gốc 105-1, cũng như phần thứ hai (được biểu diễn bởi các khối trắng) được tạo thành bởi tập hợp con thứ hai của các RE f_1 , f_3 , và f_5 và được truyền bởi, ví dụ, trạm gốc 105-2. Ngoài ra, ký hiệu OFDM 804b bao gồm phần thứ nhất được tạo thành bởi tập hợp con thứ hai của các RE f_1 , f_3 , và f_5 (được biểu diễn bởi các khối gạch chéo) và được truyền bởi trạm gốc 105-1, cũng như phần thứ hai được tạo thành bởi tập hợp con thứ nhất của các RE f_0 , f_2 , và f_4 (được biểu diễn bởi khối trắng) và được truyền bởi trạm gốc 105-2. Để thực hiện phép đo ToA, UE 115 có thể thực hiện phép đo PRS của tín hiệu PRS nhận được.

Tài nguyên PRS có thể được truyền nhờ sử dụng chùm sóng truyền PRS thứ nhất (ví dụ, chùm sóng truyền 514a trên Fig.6B) bởi trạm gốc 105-1, và chùm sóng truyền PRS thứ hai (ví dụ, chùm sóng truyền 514b trên Fig.6B) bởi trạm gốc 105-2. Ví dụ, để truyền các ký hiệu 804a và 804b, chùm sóng truyền 514a được liên kết với tài nguyên thứ nhất bao gồm các RE f_0 , f_2 , và f_4 được gạch chéo trong 804a và các RE f_1 , f_3 , và f_5 được gạch chéo trong 804b, và chùm sóng truyền 514b được kết hợp với tài nguyên thứ hai bao gồm các RE f_1 , f_3 , và f_5 trắng trong 804a, và các RE f_0 , f_2 , và f_4 trắng trong 804b. Theo cách khác, theo một số phương án triển khai, thay vì liên kết các chùm sóng trên cơ sở từng tài nguyên, các chùm sóng có thể được liên kết với các tài nguyên trên cơ sở từng ký hiệu, mà có thể có lợi trong việc giảm chi phí tạo cặp chùm sóng. Hai chùm sóng truyền PRS có thể tạo thành các cặp chùm sóng khác nhau với các chùm sóng nhận khác nhau (ví dụ, chùm sóng nhận 610a và 612a) và các chùm sóng truyền khác nhau (ví dụ, chùm sóng truyền 608 và 614) tại UE 115 để truyền các tín hiệu PRS. Ví dụ, quay trở lại ví dụ trên Fig.6B, chùm sóng nhận 610a có thể tạo thành cặp chùm sóng với chùm sóng truyền 608, còn chùm sóng nhận 612a có thể tạo cặp chùm sóng với chùm sóng truyền 614.

Theo một ví dụ khác, tài nguyên PRS có thể có cấu trúc răng lược-6 812 bao gồm 6 ký hiệu liên tiếp, các ký hiệu 814a, 814b, 814c, 814d, 814e, và 814f để mang các tín hiệu một nấc PRS, với hệ số lặp PRS là 4, trong các nấc PRS 806a, 806b, 806c, và 806d. Các trạm gốc/chùm sóng khác nhau có thể được kết hợp với các mẫu gạch chéo khác nhau. Ví dụ, trạm gốc thứ nhất có thể sử dụng RE được kết hợp với f0 để truyền ký hiệu 814a, RE được kết hợp với f1 để truyền ký hiệu 814b, RE được kết hợp với f2 để truyền ký hiệu 814c, RE được kết hợp với f3 để truyền ký hiệu 814d, RE được kết hợp với f4 để truyền ký hiệu 814e, và RE được kết hợp với f5 để truyền ký hiệu 814f.

Ngoài ra, trạm gốc thứ hai có thể sử dụng RE được kết hợp với f1 để truyền ký hiệu 814a, RE được kết hợp với f2 để truyền ký hiệu 814b, RE được kết hợp với f3 để truyền ký hiệu 814c, RE được kết hợp với f4 để truyền ký hiệu 814d, RE được kết hợp với f5 để truyền ký hiệu 814e, và RE được kết hợp với f0 để truyền ký hiệu 814f. Trạm gốc khác cũng có thể sử dụng tập hợp RE khác để truyền các ký hiệu.

Fig.8B minh họa ví dụ về hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn 702 được thực hiện trên các nấc PRS 806a-806d. Trên Fig.8B mỗi tài nguyên PRS có thể được truyền nhờ sử dụng cấu trúc răng lược-2 802 bởi hai trạm gốc 105-1 và 105-2. Trong nấc PRS 806a tương ứng với nấc PRS được lặp thứ nhất, UE 115 có thể thực hiện giai đoạn ban đầu của hoạt động quét chùm sóng 702 (hoạt động 702a) nhờ sử dụng chùm sóng nhận rộng 604. Chùm sóng nhận rộng hơn có thể cung cấp vùng phủ sóng (hoặc cường độ tín hiệu) tốt hơn để nhận các PRS từ các trạm gốc khác nhau ở các vị trí khác nhau. Việc tìm kiếm có thể dựa vào, ví dụ, tìm kiếm cặp chùm sóng mà cường độ tín hiệu nhận được của PRS là cao nhất, hoặc PRS có thời gian đến sớm nhất, trong số các cặp chùm sóng ứng viên khác. Từ kết quả của hoạt động 702a, UE 115 có thể chọn chùm sóng nhận 604a làm chùm sóng nhận để tạo thành cặp chùm sóng ban đầu với chùm sóng truyền 608. UE 115 cũng có thể thực hiện phép đo (ví dụ, phép đo ToA) của PRS nhận được qua cặp chùm sóng ban đầu làm phép đo ToA đường cơ sở của PRS.

Sau khi hoạt động 702a hoàn thành, UE 115 sau đó có thể tiếp tục với hoạt động 702b trong phép đo ở nấc PRS 806b. Là một phần của hoạt động 702b, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm được lọc nhờ sử dụng chùm sóng nhận hẹp 610 mà chồng lấn với chùm sóng nhận rộng 604a để tạo cặp với chùm sóng truyền 608, hoặc với một chùm sóng khác từ trạm gốc khác. Việc tìm kiếm có thể dựa vào việc tìm cặp chùm sóng được

lọc mà tín hiệu PRS thứ nhất nhận được có thời gian đến sớm nhất trong số các cặp chùm sóng ứng viên khác.

Việc lọc có thể được thực hiện theo mức từng ký hiệu, tập hợp con của các ký hiệu nằm trong toàn bộ nấc PRS, hoặc dựa vào tất cả các ký hiệu nhận được nằm trong toàn bộ nấc PRS. Trong việc lọc từng ký hiệu, UE 115 có thể tìm kiếm chùm sóng nhận để phát hiện các tín hiệu PRS từ một hoặc nhiều trạm gốc trong một ký hiệu, và sử dụng các tín hiệu PRS được phát hiện trong ký hiệu để thực hiện phép đo ToA. Việc này cho phép UE 115 sử dụng các chùm sóng nhận khác nhau để phát hiện tín hiệu PRS trong các ký hiệu khác nhau. Ví dụ, quay trở lại ví dụ về cấu trúc răng lược-2 802 trên Fig.8A, UE 115 có thể sử dụng chùm sóng nhận thứ nhất (ví dụ, chùm sóng vô tuyến 610a) để nhận ký hiệu 804a. Trước tiên, UE 115 có thể thực hiện phép đo định thời dựa vào PRS được mang bởi các RE f_0 , f_2 , và f_4 từ trạm gốc 105-1 và dựa vào PRS được mang bởi các RE f_1 , f_3 , và f_5 từ trạm gốc 105-2. Sau đó, UE 115 có thể sử dụng chùm sóng nhận thứ hai (ví dụ, chùm sóng vô tuyến 610b) để nhận ký hiệu 804b, và thực hiện phép đo định thời thứ hai dựa vào PRS được mang bởi các RE f_1 , f_3 , và f_5 từ trạm gốc 105-1 và dựa vào PRS được mang bởi các RE f_0 , f_2 , và f_4 từ trạm gốc 105-2. Nhưng việc thực hiện phép đo định thời theo mức ký hiệu có thể làm giảm độ chính xác của phép đo định thời. Cụ thể, ở mức ký hiệu mà có các gián đoạn tần số trong tín hiệu PRS (ví dụ, f_0 , f_2 , và f_4 cho PRS từ một trạm gốc, f_1 , f_3 , và f_5 cho PRS từ trạm gốc khác, dẫn đến các búp phụ rất lớn. Nếu búp phụ được sử dụng để xác định thời gian, độ chính xác của phép đo định thời có thể bị suy giảm.

Mặt khác, trong lọc ở mức nấc PRS, một cặp chùm sóng được chọn để phát hiện các PRS từ một hoặc nhiều trạm gốc trong nhiều ký hiệu nằm trong nấc PRS. Việc chọn có thể dựa vào, ví dụ, một cặp chùm sóng cung cấp thời gian sớm nhất trong số tất cả các ký hiệu trong nấc PRS. Kết quả là, các RE khác nhau của PRS trong các ký hiệu khác nhau có thể được kết hợp trong hoạt động khử so le (de-staggering). Do hoạt động khử so le, các gián đoạn tần số trong tín hiệu PRS có thể được loại bỏ, mà có thể làm giảm hiện tượng chồng phủ và làm giảm búp phụ của tín hiệu được khôi phục, và độ chính xác của phép đo định thời có thể được cải thiện. Hơn nữa, nếu chùm sóng vô tuyến được chọn cung cấp đủ cường độ tín hiệu PRS cho phép đo PRS với chỉ một trạm gốc trong nấc PRS, và có mức hao tổn điều hướng chùm sóng đáng kể với trạm gốc khác, việc phát hiện và đo tín hiệu PRS từ trạm gốc khác có thể chỉ xảy ra trong nấc PRS tiếp theo.

Sau hoạt động 702b, UE 115 có thể tiếp tục với hoạt động 702c trong nấc PRS 806c, tiếp theo là hoạt động 702d trong nấc PRS 806d. Tùy thuộc vào điều kiện hoạt động (ví dụ, hệ số lặp PRS, cấu trúc răng lược, số lượng chùm sóng truyền, v.v.), UE 115 có thể thực hiện các hoạt động quét chùm sóng khác nhau.

Theo một ví dụ, trong nấc PRS 806c, UE 115 có thể thực hiện hoạt động quét chùm sóng khác 702 để tìm kiếm một chùm sóng nhận khác để tạo cặp với chùm sóng truyền. Mục tiêu của việc tìm kiếm có thể là tìm ra chùm sóng nhận khác để nhận PRS từ trạm gốc có ToA sớm nhất, để xem liệu PRS được phát hiện qua các chùm sóng nhận này có ToA sớm hơn cho các trạm gốc này hay không, và để đo ToA sớm nhất từ các trạm gốc này.

Theo một ví dụ khác, nấc PRS 806 có thể bao gồm sáu nấc PRS được lặp lại (với hệ số lặp PRS là 6). Trong trường hợp như vậy, UE 115 có thể thực hiện tìm kiếm và lọc cặp chùm sóng cho chùm sóng truyền 608 và 614 trong bốn nấc PRS đầu tiên, như được mô tả trên đây. UE 115 sau đó có thể thực hiện các phép đo ToA bổ sung của PRS nhờ sử dụng các cặp chùm sóng được lọc trong nấc PRS thứ năm và thứ sáu.

Theo một ví dụ khác, UE 115 còn có thể tiếp tục lọc việc tìm kiếm chùm sóng nhận để tạo cặp với chùm sóng truyền 608 nhờ sử dụng, ví dụ, ngay cả khi chùm sóng nhận hẹp hơn so với chùm sóng nhận 610a, trong các hoạt động 702c và 702d, và sử dụng cặp chùm sóng được lọc kỹ hơn để đo PRS.

Trong trường hợp mà UE 115 thực hiện các phép đo PRS với sáu trạm gốc và nhận tài nguyên PRS có cấu trúc răng lược-6, UE 115 cũng có thể thực hiện nhiều hoạt động tìm kiếm cặp chùm sóng ban đầu và được lọc trong nấc PRS 806 nhờ sử dụng nhiều tài nguyên PRS để tạo thành cặp chùm sóng với mỗi trạm gốc trong số sáu trạm gốc.

Tại điểm cuối của nấc PRS 806, UE 115 có thể kết hợp các kết quả đo PRS (ví dụ, ToA) nhờ sử dụng chùm sóng nhận rộng và hẹp nhờ sử dụng các kỹ thuật khác nhau. Ví dụ, UE 115 có thể tính toán giá trị trung bình và/hoặc trung vị của các kết quả đo PRS, và đưa ra giá trị trung bình và/hoặc trung vị dưới dạng kết quả đo PRS kết hợp. Một ví dụ khác, UE 115 cũng có thể chọn một trong số các phép đo dưới dạng một phần của hoạt động lọc/hiệu chỉnh. Ví dụ, UE 115 có thể loại bỏ phép đo đường cơ sở nhờ sử dụng chùm sóng nhận rộng và thay vào đó cung cấp kết quả đo nhờ sử dụng chùm sóng nhận

hẹp, nếu kết quả đo được lọc chỉ báo ToA sớm hơn so với kết quả đo đường cơ sở, điều này cho thấy rằng kết quả đo được lọc biểu diễn phép đo của đường ngắn nhất giữa UE 115 và trạm gốc. Theo một ví dụ khác nữa, UE 115 cũng có thể báo cáo nhiều phép đo PRS.

Sau nấc PRS 806, UE 115 có thể lặp lại các hoạt động 702a – 702d cho tập hợp tiếp theo của tài nguyên PRS lặp lại trong phiên PRS tiếp theo, hoặc sử dụng cặp chùm sóng được lọc để thực hiện các phép đo PRS bổ sung, tùy thuộc vào điều kiện hoạt động. Ví dụ, nếu UE 115 trong trạng thái di chuyển cao so với trạm gốc, UE 115 có thể lặp lại các hoạt động 702a – 702d để chọn chùm sóng nhận rộng khác để tạo cặp với chùm sóng truyền khác từ các trạm gốc, do việc thay đổi vị trí nhanh của UE 115.

Fig.9A minh họa lưu đồ 900-B về các hoạt động giữa UE 115 và trạm gốc 105, bao gồm hoạt động tìm kiếm cặp chùm sóng nhiều giai đoạn 704, để hỗ trợ hoạt động ước lượng vị trí. Như thể hiện trên Fig.9A, trong chu kỳ truyền thông mà trong đó UE 115 và trạm gốc 105 thực hiện truyền thông dữ liệu (ví dụ, dữ liệu âm thanh, dữ liệu nội dung, v.v.) trước dịp định vị PRS, hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn có thể được thực hiện dựa vào các tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS), chẳng hạn như các tín hiệu PSS, SSS, PBCH, v.v. Hoạt động quét chùm sóng có thể được thực hiện để chọn cả chùm sóng truyền (từ trạm gốc 105) và chùm sóng nhận (tại UE 115), nếu khả năng của UE 115 và tài nguyên thời gian thực cho phép, hoặc để chọn chùm sóng nhận cho chùm sóng truyền được thiết lập trước. Để chọn cả chùm sóng truyền và chùm sóng nhận, UE 115 có thể thực hiện, trong mỗi cụm SS, hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn (giai đoạn ban đầu với chùm sóng nhận rộng, theo sau bởi giai đoạn lọc với chùm sóng nhận hẹp) để tìm kiếm chùm sóng nhận để tạo cặp với chùm sóng truyền cho cuộc truyền và nhận PRS.

Trong hoạt động 902, UE 115 có thể tạo thành cặp chùm sóng ứng viên cho phiên PRS tiếp theo, và chọn cặp chùm sóng mà dẫn đến việc khối SS đến sớm nhất có thể được lựa chọn làm cặp chùm sóng.

Trong hoạt động 904, UE 115 có thể truyền báo cáo (ví dụ, qua UCI, MAC-CE, RRC, v.v.) đến trạm gốc 105. Báo cáo này có thể nhận dạng chùm sóng truyền được chọn và bao gồm chất lượng liên kết và thời gian chuyển đổi được ưu tiên.

Trong hoạt động 906, trạm gốc 105 có thể chọn chùm sóng truyền được chỉ báo trong báo cáo cho cuộc truyền PRS và truyền thông dữ liệu một phần với UE 115 nếu trạm gốc 105 là ô phục vụ. Trạm gốc 105 còn thiết lập thời gian chuyển đổi được lập lịch cho chùm sóng truyền cho cuộc truyền PRS và truyền thông dữ liệu dựa vào, ví dụ, thời gian được ưu tiên được chỉ báo trong báo cáo, điều kiện lưu lượng, v.v.. Trạm gốc 105 sau đó có thể truyền bản tin bao gồm thời gian chuyển đổi đến UE 115, trong hoạt động 908, và sau đó sử dụng chùm sóng truyền được chọn cho cuộc truyền PRS và truyền thông dữ liệu với UE 115, trong hoạt động 910. UE 115 có thể sử dụng chùm sóng nhận trong cặp chùm sóng thứ nhất để nhận dữ liệu truyền thông đường xuống từ trạm gốc 105. Dựa vào chất lượng liên kết, trạm gốc 105 cũng có thể thay đổi sơ đồ mã điều chế, và truyền chỉ báo thông tin chỉ báo sơ đồ mã điều chế (modulation code scheme - MCS) được cập nhật để cho phép UE 115 trích xuất tín hiệu từ chùm sóng TX thứ nhất.

Trong hoạt động 912, trước khi dip định vị PRS bắt đầu, trạm gốc 105 có thể xác định chùm sóng truyền PRS dựa vào chùm sóng truyền được chọn được cung cấp bởi chỉ báo UE. Theo một số ví dụ, trạm gốc 105 có thể sử dụng cùng một chùm sóng (có cùng mã định danh chùm sóng) để truyền một phần của cuộc truyền thông dữ liệu và PRS, nếu chất lượng liên kết đáp ứng tiêu chí chất lượng liên kết nhất định. Trong trường hợp mà các chùm sóng truyền (bảng mã/ lọc không gian) khác nhau được sử dụng cho cuộc truyền SSB và PRS, trạm gốc 105 có thể sử dụng mối quan hệ gần như cùng vị trí (Quasi co-location - QCL) để xác định chùm sóng truyền PRS từ việc chọn chùm sóng truyền được báo cáo từ UE 115 (trong hoạt động 904), và tạo thành cặp chùm sóng thứ hai trong hoạt động 914 cho cuộc truyền PRS.

Trong dip định vị PRS, trạm gốc 105 có thể truyền tín hiệu PRS nhờ sử dụng chùm sóng truyền PRS được suy ra, trong hoạt động 916. UE 115 có thể sử dụng cặp chùm sóng thứ hai để nhận các tín hiệu PRS và thực hiện phép đo vị trí (ví dụ, phép đo định thời (RSTD, RxTx)) dựa vào các tín hiệu PRS nhận được, trong hoạt động 918.

Fig.9B minh họa lưu đồ 900-B về các hoạt động giữa UE 115, máy chủ vị trí 101, và một hoặc nhiều trạm gốc 105, cung cấp biến thể đối với quy trình được minh họa trên Fig.9A, theo một số phương án. Trong biến thể này, các hoạt động trong lưu đồ 900-B có thể thay thế các hoạt động 904 và 906 trong lưu đồ 900-A như được mô tả sau đây, nhưng chức năng khác có thể về cơ bản vẫn tương tự với lưu đồ trong 900-A. (Do nhiều

trạm gốc có thể được sử dụng trong lưu đồ 900-B, chức năng cho trạm gốc 105 trong lưu đồ 900-A có thể được sao chép cho mỗi trạm gốc).

Trong lưu đồ 900-B trên Fig.9B, thay vì UE 115 cung cấp báo cáo bao gồm việc chọn chùm sóng truyền, chất lượng liên kết và thời gian chuyển đổi ưu tiên (tại hoạt động 904 trên Fig.9A) một cách trực tiếp đến trạm gốc 105, UE 115 có thể cung cấp thông tin này trong báo cáo tương tự đến máy chủ vị trí 101 và, như được thể hiện tại hoạt động 920. Báo cáo này có thể được gửi qua LPP, và do đó có thể là một phần của phiên định vị LPP, theo một số phương án. Ngoài ra, thay vì trạm gốc 105 chọn chùm sóng truyền (tại hoạt động 906 trên Fig.9A), máy chủ vị trí 101 cũng có thể thực hiện việc này, như được chỉ báo tại hoạt động 922, dựa vào báo cáo nhận được tại hoạt động 920. Tại hoạt động 924, máy chủ vị trí 101 có thể gửi thông tin liên quan đến (các) chùm sóng TX được chọn đến (các) trạm gốc tương ứng 105. Thông tin này có thể được gửi trong bản tin qua NRPPa, chẳng hạn. Nhờ sử dụng máy chủ vị trí 101 theo cách được minh họa trên Fig.9B có thể có lợi trong nhiều trường hợp, bao gồm các trường hợp mà trong đó nhiều trạm gốc 105 được sử dụng và/hoặc trong các trường hợp mà trong đó chùm sóng TX được truyền bởi trạm gốc mà không phải trạm gốc phục vụ cho UE 115 (ví dụ, giảm chi phí tìm kiếm chùm sóng cho các ô lân cận).

Fig.10 minh họa ví dụ về luồng quy trình 1000. Luồng quy trình 1000 có thể bao gồm hoạt động quét chùm sóng nhiều giai đoạn để nhận dạng cặp chùm sóng để phát hiện và đo PRS, và để thực hiện hoạt động phát hiện và đo PRS. Luồng quy trình 100 có thể được thực hiện bởi, ví dụ, thành phần phần cứng và/hoặc phần mềm của UE 105. Ví dụ về các thành phần như vậy được minh họa trên Fig.11 và được mô tả sau đây. Các phương án thay thế có thể thực hiện các hoạt động theo thứ tự khác và/hoặc thực hiện các biến thể khác đối với các hoạt động được minh họa trên Fig.11.

Trong hoạt động 1002, UE 105 có thể chọn từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu OFDM mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE.

Cụ thể, hoạt động 1002 có thể tương ứng với giai đoạn ban đầu của việc tìm kiếm cặp chùm sóng như được mô tả trên đây. Các chùm sóng nhận thứ nhất có thể tương ứng với cấu hình lọc không gian thứ nhất của mảng anten của UE 115. Các chùm sóng nhận thứ nhất (ví dụ, chùm sóng nhận 604 trên Fig.6A) có thể có độ rộng chùm sóng tương đối rộng mà mỗi chùm sóng có thể bao phủ vùng không gian rộng hơn và có thể phát hiện các tín hiệu tham chiếu từ nhiều trạm gốc. Việc tìm kiếm có thể dựa vào việc nhận dạng cặp chùm sóng thứ nhất mà cung cấp tín hiệu được phát hiện có cường độ cao nhất và/hoặc tín hiệu được phát hiện có ToA sớm nhất. Trong trường hợp mà việc tìm kiếm được thực hiện trong phiên PRS, như được thể hiện trên Fig.8A và Fig.8B, việc tìm kiếm có thể dựa vào phát hiện PRS, và phép đo ToA của PRS có thể được thực hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất để cung cấp phép đo đường cơ sở. Trong trường hợp mà trong đó việc tìm kiếm được thực hiện trong chu kỳ truyền thông, việc tìm kiếm được thực hiện dựa vào việc phát hiện SSB.

Phương tiện để thực hiện hoạt động 1002 có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều anten truyền thông không dây 1132, (các) đơn vị xử lý 1110, DSP 1120, và/hoặc bộ nhớ 1160 của UE 105, như được minh họa trên Fig.11 và được mô tả sau đây.

Trong hoạt động 1004, UE 115 chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất. Cụ thể, hoạt động 1004 có thể tương ứng với giai đoạn lọc của việc tìm kiếm cặp chùm sóng. Các chùm sóng nhận thứ hai có thể tương ứng với cấu hình lọc không gian thứ hai của mảng anten của UE 115. Các chùm sóng nhận thứ hai (ví dụ, chùm sóng nhận 610a, 610b, và 612a) có thể có độ rộng chùm sóng hẹp hơn và bao phủ vùng không gian hẹp hơn so với chùm sóng nhận thứ nhất. Việc tìm kiếm cặp chùm sóng được lọc có thể dựa vào việc tìm kiếm cặp chùm sóng thứ hai mà cung cấp tín hiệu được phát hiện có ToA sớm nhất. Trong trường hợp mà trong đó việc tìm kiếm được thực hiện trong phiên PRS, việc tìm kiếm cặp chùm sóng được lọc có thể được thực hiện theo mức từng ký hiệu hoặc theo mức nấc PRS. Tín hiệu PRS

nhận được qua cặp chùm sóng thứ hai có thể được đo để cung cấp phép đo ToA được lọc của tín hiệu PRS.

Phương tiện để thực hiện hoạt động 1004 có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều anten truyền thông không dây 1132, (các) đơn vị xử lý 1110, DSP 1120, và/hoặc bộ nhớ 1160 của UE 105, như được minh họa trên Fig.11 và được mô tả sau đây.

Trong hoạt động 1006, UE 115 có thể thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng. Cụ thể, UE 115 có thể đo RSTD từ trạm gốc. Trong trường hợp mà hoạt động tìm kiếm cặp chùm sóng được thực hiện trong phiên PRS, như được mô tả trên Fig.8A và Fig.8B, phép đo RSTD có thể dựa vào ToA đo được từ các tín hiệu PRS trong các hoạt động 1002 và 1004. Trong trường hợp mà trong đó hoạt động tìm kiếm cặp chùm sóng được thực hiện trong chu kỳ truyền thông, cặp chùm sóng thứ ba có thể được chọn để truyền (tại trạm gốc) và phát hiện (tại UE 115) PRS trong phiên PRS tiếp theo, như được mô tả trên Fig.9.

Phương tiện để thực hiện hoạt động 1006 có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều anten truyền thông không dây 1132, (các) đơn vị xử lý 1110, DSP 1120, và/hoặc bộ nhớ 1160 của UE 105, như được minh họa trên Fig.11 và được mô tả sau đây.

Như được mô tả trong các phương án trên đây, các phương án thay thế có thể bao gồm các chức năng bổ sung hoặc thay thế. Ví dụ, theo một số phương án, chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất có thể được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, cặp chùm sóng thứ nhất có thể được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất, chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có thể được tập trung theo hướng thứ hai và có thể tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai (tùy ý có ít nhất một cường độ tín hiệu được xác định trước), và cặp chùm

sóng thứ hai có thể được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất. Theo một số phương án, hướng thứ hai có thể bao gồm một trong số nhiều hướng của số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và hướng thứ nhất và độ rộng chùm sóng thứ nhất của chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX có thể xác định số lượng thứ hai của các hướng của chùm sóng RX thứ hai. Ngoài ra hoặc theo cách khác, phép đo thứ nhất có thể bao gồm đo công suất tín hiệu của tín hiệu tham chiếu thứ nhất, và cặp chùm sóng thứ nhất có thể được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có công suất tín hiệu cao nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

Theo một số phương án, phép đo thứ nhất có thể bao gồm đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ nhất, và cặp chùm sóng thứ nhất có thể được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất. Ngoài ra hoặc theo cách khác, phép đo thứ hai có thể bao gồm đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ hai, và cặp chùm sóng thứ hai có thể được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất. Theo một số phương án, tín hiệu tham chiếu thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ hai, và tín hiệu tham chiếu thứ ba bao gồm ít nhất một trong số: PRS, SS đường xuống, hoặc cả hai. Trong các phương án như vậy, phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai có thể tùy ý được thực hiện trong phiên PRS bao gồm nhiều nấc PRS, tập hợp con của các ký hiệu OFDM mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể được nhận cùng với nó bởi UE bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ nhất của nấc PRS thứ nhất, và phép đo thứ hai có thể được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE, tín hiệu tham chiếu thứ hai bao gồm nấc PRS thứ hai. Ngoài ra hoặc theo cách khác, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của

các chùm sóng RX có thể được chọn dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện trên tập hợp con của các ký hiệu PRS bao gồm ít hơn tất cả các ký hiệu PRS của nấc PRS thứ hai.

Theo một số phương án, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX có thể được chọn dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào nhiều ký hiệu PRS trong số một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai được nhận trong nấc PRS thứ hai. Trong các phương án như vậy, phép đo thứ hai có thể được thực hiện trên các tín hiệu PRS được truyền bởi nhiều trạm gốc được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS. Ngoài ra hoặc theo cách khác, phép đo thứ hai có thể được thực hiện dựa vào tín hiệu PRS được khử so le được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS và không có gián đoạn tần số. Phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai có thể được thực hiện trong chu kỳ truyền thông với trạm gốc trước phiên PRS, phép đo thứ nhất có thể được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông, phép đo thứ hai có thể được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông, và ước lượng vị trí có thể dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS được bao gồm trong tín hiệu tham chiếu thứ ba được phát hiện bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai trong dịp định vị PRS. Trong các phương án như vậy, trạm gốc có thể là ô không phục vụ cho UE. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các phương án như vậy còn có thể bao gồm truyền thông tin thứ nhất nhận dạng chùm sóng TX thứ nhất, để cho phép trạm gốc sử dụng chùm sóng TX thứ nhất để thực hiện truyền thông đường xuống với UE trong chu kỳ truyền thông, hoặc truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba đến UE trong phiên PRS nhờ sử dụng chùm sóng TX thứ hai, chùm sóng TX thứ hai được đặt gần như cùng vị trí (Quasi Co-Located - QCLed) với chùm sóng TX thứ nhất, hoặc cả hai.

Thông tin thứ nhất có thể được truyền đến trạm gốc qua ít nhất một trong số: Thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI), phần tử điều khiển MAC (MAC Control Element - MAC-CE), điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC), hoặc được truyền đến chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF). Theo một số phương án, phương pháp có thể còn bao gồm, trong phiên PRS, bước nhận dạng chùm sóng TX thứ hai dựa vào mã định danh của chùm sóng TX thứ nhất và mã gần như cùng vị trí (Quasi co-location - QCL), và tạo thành cặp chùm sóng thứ ba giữa chùm sóng TX thứ hai và chùm sóng thứ nhất trong số

các chùm sóng RX thứ hai. Các phương án như vậy còn có thể bao gồm việc truyền, đến trạm gốc, thông tin thứ hai bao gồm thời gian được ưu tiên để trạm gốc chuyển đổi sang chùm sóng TX thứ hai để truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba, và nhận, từ trạm gốc, thời gian được lập lịch để chuyển đổi sang cặp chùm sóng thứ ba để nhận tín hiệu tham chiếu thứ ba. Ngoài ra hoặc theo cách khác, các phương án có thể bao gồm việc truyền, đến trạm gốc, thông tin thứ hai bao gồm chất lượng của liên kết được tạo thành nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, và nhận, từ trạm gốc, sơ đồ mã điều chế (modulation code scheme - MCS) được cập nhật để trích xuất tín hiệu từ chùm sóng TX thứ nhất.

Fig.11 minh họa phương án của UE 105, mà có thể được sử dụng trong các phương án được mô tả trước đây và được minh họa trên các hình vẽ Fig.1-10. Fig.11 chỉ nhằm minh họa khái quát về các thành phần khác nhau, bất kỳ hoặc tất cả trong số chúng có thể được bao gồm hoặc được bỏ qua trong một số loại thiết bị cụ thể khi thích hợp. Có thể lưu ý rằng, trong một số trường hợp, các thành phần được minh họa trên Fig.11 có thể được đặt trên một thiết bị vật lý và/hoặc được phân tán giữa một số thiết bị mạng khác nhau, các thiết bị mạng này có thể được bố trí ở các vị trí vật lý khác nhau. UE 105 có thể được tạo cấu hình để thực thi một hoặc nhiều chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây.

UE 105 được thể hiện bao gồm các phần tử phần cứng có thể được ghép nối điện qua bus 1105 (hoặc có thể truyền thông bằng cách khác, nếu thích hợp). Các phần tử phần cứng có thể bao gồm (các) đơn vị xử lý 1110 mà có thể gồm nhưng không giới hạn ở một hoặc nhiều bộ xử lý đa dụng, một hoặc nhiều bộ xử lý chuyên dụng (như chip xử lý tín hiệu số (digital signal processing - DSP), bộ xử lý tăng tốc đồ họa, mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), và/hoặc tương tự), và/hoặc cấu trúc hoặc phương tiện xử lý khác, có thể được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều phương pháp được mô tả ở đây. Như thể hiện trên Fig.11, một số phương án có thể có DSP riêng 1120, tùy thuộc vào chức năng mong muốn. UE 105 cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị đầu vào 1170, mà có thể bao gồm nhưng không giới hạn ở một hoặc nhiều màn hình cảm ứng, bàn phím cảm ứng, micrô, nút, mặt số, công tắc, và/hoặc tương tự, mà có thể cung cấp đầu vào từ người dùng, chẳng hạn. Các thiết bị đầu ra 1115 có thể bao gồm, nhưng không giới hạn, một hoặc nhiều màn hình, (các) điốt phát quang, loa, và/hoặc tương tự.

UE 105 cũng có thể bao gồm giao diện truyền thông không dây 1130, mà có thể bao gồm nhưng không giới hạn ở modem, thẻ mạng, thiết bị truyền thông hồng ngoại, thiết bị truyền thông không dây, và/hoặc bộ chip cho phép truyền thông nhờ sử dụng, ví dụ, Bluetooth®, Bluetooth® năng lượng thấp (Bluetooth® Low Energy - BLE), IEEE 802.11, IEEE 802.15.4 (ZIGBEE®), Wi-Fi, thiết bị WiMAX™, truyền thông di động, và/hoặc tương tự. Giao diện truyền thông không dây 1130 có thể cho phép dữ liệu để được truyền thông với mạng, hệ thống máy tính và/hoặc thiết bị điện tử khác bất kỳ như được mô tả ở đây. Truyền thông có thể được thực hiện thông qua một hoặc nhiều anten truyền thông không dây 1132 mà gửi và/hoặc nhận các tín hiệu không dây 1134.

Tùy thuộc vào chức năng mong muốn, giao diện truyền thông không dây 1130 có thể bao gồm các bộ thu phát riêng để truyền thông với các thiết bị khác nhau, mà có thể là trên các mạng khác nhau. Các mạng dữ liệu khác nhau có thể bao gồm các loại mạng khác nhau. Ví dụ, mạng diện rộng không dây (WWAN) có thể là mạng đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), mạng đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), mạng đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), mạng đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), mạng đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA), mạng WiMAX (IEEE 802.16), v.v. Mạng CDMA có thể triển khai một hoặc nhiều công nghệ truy cập vô tuyến (RAT) như cdma2000, CDMA băng rộng (WCDMA), v.v. Cdma2000 bao gồm các chuẩn IS-95, IS-2000 và IS-856. Mạng TDMA có thể thực hiện GSM, Hệ thống điện thoại di động cải tiến số (Digital Advanced Mobile Phone System - D-AMPS) hoặc một số công nghệ RAT khác. Mạng OFDMA có thể sử dụng LTE, LTE tiên tiến, v.v. LTE, LTE tiên tiến, NR, GSM, và W-CDMA được mô tả trong các tài liệu từ 3GPP. Cdma2000 được mô tả trong các tài liệu từ tập đoàn có tên “Dự án đối tác thế hệ thứ ba 2” (3rd Generation Partnership Project 2 - 3GPP2). Các tài liệu về 3GPP và 3GPP2 được công bố rộng rãi. Mạng cục bộ không dây (WLAN) cũng có thể là mạng IEEE 802.11x, và mạng khu vực cá nhân không dây (WPAN) có thể là mạng Bluetooth, IEEE 802.15x, hoặc một số loại mạng khác. Các kỹ thuật được mô tả ở đây cũng có thể được sử dụng cho bất kỳ sự kết hợp nào của WWAN, WLAN, và/hoặc WPAN.

UE 105 còn có thể bao gồm (các) cảm biến 1140, có thể thay đổi phụ thuộc vào loại thiết bị tính toán. Các cảm biến có thể bao gồm, nhưng không giới hạn, (các) gia tốc kế, (các) con quay hồi chuyển, camera, từ kế và/hoặc các la bàn, độ cao kế, micrô, cảm

biến khoảng cách, cảm biến ánh sáng, và tương tự. Theo một số phương án, thông tin thu được từ (các) cảm biến 1140 có thể được sử dụng để xác định vị trí của UE 105.

Phương án của UE 105 cũng có thể bao gồm bộ thu GNSS 1180 có khả năng nhận tín hiệu 1184 từ một hoặc nhiều phương tiện vệ tinh GNSS (ví dụ, các SV 130 trên Fig.1) nhờ sử dụng anten GNSS 1182. Việc định vị như vậy có thể được sử dụng để bổ sung và/hoặc kết hợp các kỹ thuật được mô tả ở đây. Bộ thu GNSS 1180 có thể trích xuất vị trí của UE 105, nhờ sử dụng các kỹ thuật thông thường, từ các phương tiện vệ tinh (satellite vehicles - SV) GNSS của hệ thống GNSS, như hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System - GPS), Galileo, hệ thống vệ tinh điều hướng toàn cầu (Global Navigation Satellite System - GLONASS), la bàn, hệ thống vệ tinh Quasi-Zenith (Quasi-Zenith Satellite System - QZSS) ở Nhật Bản, hệ thống vệ tinh điều hướng khu vực Ấn Độ (Indian Regional Navigational Satellite System - IRNSS) ở Ấn Độ, Beidou ở Trung Quốc, và/hoặc hệ thống định vị vệ tinh (satellite positioning system - SPS) khác bất kỳ. Hơn nữa, bộ thu GNSS 1180 có thể được sử dụng trong một số hệ thống tăng cường (ví dụ, Hệ thống tăng cường dựa trên vệ tinh (Satellite-Based Augmentation System - SBAS)) mà có thể được kết hợp với hoặc theo cách khác được cho phép để sử dụng với một hoặc nhiều hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu và/hoặc khu vực. Ví dụ, nhưng không giới hạn, SBAS có thể bao gồm (các) hệ thống tăng cường cung cấp thông tin về tính toàn vẹn, hiệu chỉnh vi sai, v.v., như Hệ thống tăng cường diện rộng (Wide Area Augmentation System - WAAS), Dịch vụ Lớp phủ Điều hướng Địa tĩnh Châu Âu (European Geostationary Navigation Overlay Service - EGNOS), Hệ thống tăng cường vệ tinh đa chức năng (Multi-functional Satellite Augmentation System - MSAS), Hệ thống dẫn đường tăng cường Geo có hỗ trợ GPS hoặc Hệ thống dẫn đường tăng cường GPS và Geo (GPS Aided/and Geo Augmented Navigation - GAGAN), và/hoặc tương tự. Do đó, như được dùng ở đây, GNSS có thể bao gồm kết hợp bất kỳ của một hoặc nhiều hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu và/hoặc khu vực và/hoặc hệ thống tăng cường, và các tín hiệu GNSS có thể bao gồm GNSS, tương tự GNSS, và/hoặc các tín hiệu khác được kết hợp với một hoặc nhiều hệ thống GNSS như vậy.

UE 105 có thể còn bao gồm và/hoặc truyền thông với bộ nhớ 1160. Bộ nhớ 1160 có thể bao gồm, nhưng không giới hạn, bộ nhớ cục bộ và/hoặc có thể truy cập mạng, ổ đĩa, mảng ổ đĩa, thiết bị lưu trữ quang, thiết bị lưu trữ trạng thái rắn, chẳng hạn như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM) và/hoặc bộ nhớ chỉ đọc (read-

only memory - ROM), bộ nhớ này có thể lập trình được, có thể cập nhật nhanh, và/hoặc tương tự. Các thiết bị lưu trữ như vậy có thể được tạo cấu hình để thực hiện lưu trữ dữ liệu thích hợp bất kỳ, bao gồm nhưng không giới hạn, các hệ thống tệp, cấu trúc cơ sở dữ liệu, và/hoặc tương tự. Bộ nhớ 1160 này có thể được sử dụng để lưu trữ hình ảnh (hoặc khung) được chụp bởi camera hướng về phía trước như được mô tả ở đây.

Bộ nhớ 1160 của UE 105 cũng có thể bao gồm các phần tử phần mềm (không thể hiện trên hình vẽ), bao gồm hệ điều hành, trình điều khiển thiết bị, thư viện thực thi, và/hoặc mã khác, như một hoặc nhiều chương trình ứng dụng, có thể bao gồm các chương trình máy tính được cung cấp bởi các phương án khác nhau, và/hoặc có thể được thiết kế để thực hiện các phương pháp và/hoặc cấu hình hệ thống, được cung cấp bởi các phương án khác, như được mô tả ở đây. Chỉ đơn giản là ví dụ, một hoặc nhiều thủ tục được mô tả liên quan đến chức năng được mô tả trên đây có thể được thực thi dưới dạng mã và/hoặc các lệnh máy tính thực thi được bởi UE 105 (và/hoặc (các) đơn vị xử lý 1110 trong UE 105). Do đó, theo một khía cạnh, mã và/hoặc các lệnh như vậy có thể được dùng để tạo cấu hình và/hoặc làm thích ứng máy tính đa năng (hoặc thiết bị khác) để thực hiện một hoặc nhiều hoạt động theo các phương pháp được mô tả. Do đó, bộ nhớ 1160 có thể bao gồm phương tiện bất biến đọc được bằng máy có các lệnh và/hoặc mã máy tính được nhúng trong đó/trên đó. Các dạng phổ biến của phương tiện đọc được bằng máy tính bao gồm, ví dụ, phương tiện từ tính hoặc phương tiện quang học, RAM, PROM, EPROM, FLASH-EPROM, chip nhớ hoặc hộp băng từ khác bất kỳ, sóng mang như được mô tả sau đây, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà máy tính có thể đọc lệnh và/hoặc mã từ đó.

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rõ rằng các cải biến thực chất có thể được thực hiện theo các yêu cầu cụ thể. Ví dụ, phần cứng tùy chỉnh cũng có thể được sử dụng, và/hoặc các phần tử cụ thể có thể được triển khai trong phần cứng, phần mềm (bao gồm cả phần mềm di động, chẳng hạn như applet, v.v.), hoặc cả hai. Hơn nữa, có thể sử dụng kết nối với các thiết bị máy tính khác như các thiết bị đầu vào/đầu ra mạng.

Các phương pháp, hệ thống, và thiết bị được thảo luận ở đây là các ví dụ. Các phương án thực hiện khác nhau có thể bỏ qua, thay thế, hoặc thêm các thủ tục hoặc thành phần khác nhau nếu thích hợp. Ví dụ, các dấu hiệu được mô tả liên quan đến các phương

án thực hiện nhất định có thể được kết hợp theo các phương án khác. Các khía cạnh và phần tử khác nhau của các phương án thực hiện có thể được kết hợp theo cách tương tự. Các thành phần khác nhau của các hình vẽ được cung cấp ở đây có thể được thể hiện trong phần cứng và/hoặc phần mềm. Ngoài ra, công nghệ phát triển và do đó, nhiều phần tử này là các ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế vào những ví dụ cụ thể đó.

Trong toàn bộ bản mô tả này, khi đề cập đến "một ví dụ", "ví dụ", "các ví dụ nhất định", hoặc "phương án triển khai làm ví dụ" có nghĩa là đặc điểm, cấu trúc, hoặc các đặc trưng cụ thể được mô tả liên quan đến đặc điểm và/hoặc ví dụ có thể được bao gồm trong ít nhất một đặc điểm và/hoặc ví dụ về đối tượng được bảo hộ. Do đó, sự xuất hiện của cụm từ "trong một ví dụ", "ví dụ", "trong một số ví dụ nhất định" hoặc "trong một số phương án triển khai nhất định" hoặc các cụm từ tương tự khác ở các vị trí khác nhau trong bản mô tả này không nhất thiết đều đề cập đến cùng một đặc điểm, ví dụ và/hoặc giới hạn. Hơn nữa, các đặc điểm, cấu trúc hoặc đặc trưng cụ thể có thể được kết hợp trong một hoặc nhiều ví dụ và/hoặc đặc điểm.

Một số phần của phần mô tả chi tiết được bao gồm ở đây được trình bày theo các thuật toán hoặc dạng biểu diễn ký hiệu của các phép toán trên các tín hiệu kỹ thuật số nhị phân được lưu trữ trong bộ nhớ của máy cụ thể hoặc thiết bị hoặc nền tảng máy tính chuyên dụng. Trong ngữ cảnh của bản mô tả cụ thể này, thuật ngữ máy cụ thể hoặc tương tự bao gồm máy tính đa năng khi nó được lập trình để thực hiện các hoạt động cụ thể theo các lệnh từ phần mềm chương trình. Các mô tả thuật toán hoặc dạng biểu diễn ký hiệu là ví dụ về các kỹ thuật được sử dụng bởi những người có hiểu biết trung bình trong xử lý tín hiệu hoặc các kỹ thuật liên quan để truyền tải bản chất công việc của họ cho những người khác có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Và nói chung, thuật toán ở đây được coi là một chuỗi phép toán tự nhất quán hoặc phép xử lý tín hiệu tương tự dẫn đến kết quả mong muốn. Trong ngữ cảnh này, các hoạt động hoặc xử lý bao hàm thao tác vật lý đối với các đại lượng vật lý. Thông thường, mặc dù không nhất thiết, các đại lượng này có thể ở dạng tín hiệu điện hoặc từ tính có khả năng được lưu trữ, chuyển giao, kết hợp, so sánh hoặc thao tác khác. Đôi khi được chứng minh là thuận tiện, chủ yếu vì lý do sử dụng phổ biến, khi gọi các tín hiệu là bit, dữ liệu, giá trị, phần tử, ký hiệu, ký tự, thuật ngữ, số, chữ số hoặc tương tự. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng tất cả các thuật ngữ này hoặc các thuật ngữ tương tự phải được kết hợp với các đại lượng vật lý thích hợp và chỉ đơn thuần là các nhãn phục vụ cho mục đích thuận tiện. Trừ khi có quy định

cụ thể khác, rõ ràng từ phần mô tả ở đây, hiểu rõ là xuyên suốt bản mô tả này, các bản luận sử dụng các thuật ngữ như "xử lý", "tính toán", "tính", "xác định" hoặc tương tự đề cập đến các hành động hoặc quy trình của một thiết bị cụ thể, chẳng hạn như máy tính chuyên dụng, máy tính toán chuyên dụng hoặc thiết bị tính toán điện tử chuyên dụng tương tự. Do đó, trong ngữ cảnh của sáng chế này, máy tính chuyên dụng hoặc thiết bị tính toán điện tử chuyên dụng tương tự có khả năng thao tác hoặc biến đổi tín hiệu, thường được biểu diễn dưới dạng đại lượng điện tử vật lý hoặc từ tính trong bộ nhớ, thanh ghi hoặc thiết bị lưu trữ thông tin khác, thiết bị truyền dẫn, hoặc các thiết bị hiển thị của máy tính chuyên dụng hoặc thiết bị tính toán điện tử chuyên dụng tương tự.

Các thuật ngữ, "và", "hoặc", và "và/hoặc" như được sử dụng ở đây có thể bao gồm nhiều nghĩa khác nhau mà cũng được mong đợi là phụ thuộc ít nhất một phần vào ngữ cảnh mà các thuật ngữ đó được sử dụng. Thông thường, "hoặc" nếu được sử dụng để liên kết danh sách, chẳng hạn như A, B hoặc C, có nghĩa là A, B và C, ở đây được sử dụng theo nghĩa bao hàm, cũng như A, B hoặc C, ở đây được sử dụng theo nghĩa loại trừ. Ngoài ra, thuật ngữ "một hoặc nhiều" như được sử dụng ở đây có thể được sử dụng để mô tả bất kỳ tính năng, cấu trúc hoặc đặc điểm nào ở số ít hoặc có thể được sử dụng để mô tả nhiều hoặc một số tổ hợp các tính năng, cấu trúc hoặc đặc điểm khác. Mặc dù vậy, cần lưu ý rằng đây chỉ là một ví dụ minh họa và đối tượng yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn trong ví dụ này.

Trong phần mô tả chi tiết ở trên, nhiều chi tiết cụ thể đã được trình bày để cung cấp sự hiểu biết thấu đáo về đối tượng yêu cầu bảo hộ. Tuy nhiên, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng đối tượng yêu cầu bảo hộ có thể được thực hiện mà không có các chi tiết cụ thể này. Trong các trường hợp khác, các phương pháp và máy có thể được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực không được mô tả chi tiết để không làm đối tượng yêu cầu bảo hộ trở nên rối rắm.

Do đó, đối tượng yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn vào các ví dụ cụ thể được bộc lộ, mà đối tượng yêu cầu bảo hộ đó cũng có thể bao gồm tất cả các khía cạnh thuộc phạm vi của các yêu cầu bảo hộ kèm theo, và các khía cạnh tương đương của chúng.

Theo phần mô tả này, các phương án có thể bao gồm các tổ hợp dấu hiệu khác nhau. Các ví dụ triển khai được mô tả trong các mục được đánh số sau:

Mục 1. Phương pháp truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), phương pháp này bao gồm các bước: chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE; chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất; và thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Mục 2. Phương pháp theo mục 1, trong đó chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất; trong đó cặp chùm sóng thứ nhất được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; trong đó chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai; và trong đó cặp chùm sóng thứ hai được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất.

- Mục 3. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-2 trong đó hướng thứ hai bao gồm một trong số nhiều hướng của số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và hướng thứ nhất và độ rộng chùm sóng thứ nhất của chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất xác định số lượng thứ hai của các hướng của chùm sóng RX thứ hai.
- Mục 4. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-3 trong đó phép đo thứ nhất bao gồm đo công suất tín hiệu của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và trong đó cặp chùm sóng thứ nhất được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có công suất tín hiệu cao nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.
- Mục 5. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-3 trong đó phép đo thứ nhất bao gồm đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và trong đó cặp chùm sóng thứ nhất được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.
- Mục 6. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-5 trong đó phép đo thứ hai bao gồm đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ hai; và trong đó cặp chùm sóng thứ hai được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.
- Mục 7. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-6 trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ hai, và tín hiệu tham chiếu thứ ba bao gồm tín hiệu tham chiếu định vị (position reference signal - PRS), tín hiệu đồng bộ hóa (SS) đường xuống, hoặc cả hai.

- Mục 8. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-7 trong đó phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai được thực hiện trong phiên PRS bao gồm nhiều nấc PRS; trong đó tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu OFDM bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ nhất của nấc PRS thứ nhất; và trong đó phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE, tín hiệu tham chiếu thứ hai bao gồm nấc PRS thứ hai.
- Mục 9. Phương pháp theo mục 8 trong đó chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được chọn dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện trên tập hợp con của các ký hiệu PRS bao gồm ít hơn tất cả các ký hiệu PRS của nấc PRS thứ hai.
- Mục 10. Phương pháp theo mục 8 trong đó chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được chọn dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào nhiều ký hiệu PRS trong số một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai được nhận trong nấc PRS thứ hai.
- Mục 11. Phương pháp theo mục 10 trong đó phép đo thứ hai được thực hiện trên các tín hiệu PRS được truyền bởi nhiều trạm gốc được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS.
- Mục 12. Phương pháp theo mục 10 trong đó phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào tín hiệu PRS được khử so le được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS và không có gián đoạn tần số.
- Mục 13. Phương pháp theo mục 7 trong đó phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai được thực hiện trong chu kỳ truyền thông với trạm gốc trước phiên PRS; trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông; trong đó phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông; và trong đó ước lượng vị trí dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS được bao gồm trong tín hiệu tham chiếu thứ ba được phát hiện bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai.
- Mục 14. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-13 trong đó trạm gốc là ô không phục vụ cho UE.

- Mục 15. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 1-14 còn bao gồm bước truyền thông tin thứ nhất nhận dạng chùm sóng TX thứ nhất, để cho phép trạm gốc: sử dụng chùm sóng TX thứ nhất để thực hiện truyền thông đường xuống với UE trong chu kỳ truyền thông, hoặc truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba đến UE trong phiên PRS nhờ sử dụng chùm sóng TX thứ hai, chùm sóng TX thứ hai được đặt gần như cùng vị trí (Quasi Co-Located - QCLed) với chùm sóng TX thứ nhất, hoặc cả hai.
- Mục 16. Phương pháp theo mục 15 trong đó thông tin thứ nhất được truyền đến trạm gốc qua ít nhất một trong số: Thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI), phần tử điều khiển MAC (MAC Control Element - MAC-CE), điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC), hoặc được truyền đến chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF).
- Mục 17. Phương pháp theo mục bất kỳ trong số các mục 15-16 còn bao gồm, trong phiên PRS, bước nhận dạng chùm sóng TX thứ hai dựa vào mã định danh của chùm sóng TX thứ nhất và mã gần như cùng vị trí (Quasi co-location - QCL), và tạo thành cặp chùm sóng thứ ba giữa chùm sóng TX thứ hai và chùm sóng thứ nhất trong số các chùm sóng RX thứ hai.
- Mục 18. Phương pháp theo mục 17 còn bao gồm bước truyền, đến trạm gốc, thông tin thứ hai bao gồm thời gian được ưu tiên để trạm gốc chuyển đổi sang chùm sóng TX thứ hai để truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba, và nhận, từ trạm gốc, thời gian được lập lịch để chuyển đổi sang cặp chùm sóng thứ ba để nhận tín hiệu tham chiếu thứ ba.
- Mục 19. Phương pháp theo mục 15 còn bao gồm bước truyền, đến trạm gốc, thông tin thứ hai bao gồm chất lượng của liên kết được tạo thành nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai; và nhận, từ trạm gốc, sơ đồ mã điều chế (modulation code scheme - MCS) được cập nhật để trích xuất tín hiệu từ chùm sóng TX thứ nhất.
- Mục 20. Thiết bị người dùng (user equipment - UE), thiết bị này bao gồm: bộ thu phát; bộ nhớ; và một hoặc nhiều bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ thu phát và bộ nhớ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận

được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE; chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất; và thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Mục 21. UE theo mục 20, trong đó chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten của bộ thu phát mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất; trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; trong đó chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten của bộ thu phát mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai; và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất.

Mục 22. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-21 trong đó hướng thứ hai bao gồm một trong số nhiều hướng của số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và hướng thứ nhất và độ rộng chùm sóng thứ nhất của chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất xác định số lượng thứ hai của các hướng của chùm sóng RX thứ hai.

Mục 23. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-22 trong đó, để thực hiện phép đo thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để đo công suất tín hiệu của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có công suất tín hiệu cao nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

Mục 24. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-22 trong đó, để thực hiện phép đo thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

Mục 25. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-24 trong đó, để thực hiện phép đo thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ hai; và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn cặp chùm sóng thứ hai dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

Mục 26. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-25 trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ hai, và tín hiệu tham chiếu thứ ba bao gồm tín hiệu tham chiếu định vị (position reference signal - PRS), tín hiệu đồng bộ hóa (SS) đường xuống, hoặc cả hai.

Mục 27. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-26 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai trong phiên PRS bao gồm nhiều nấc PRS; trong đó tập hợp con của các ký hiệu OFDM mà tín

hiệu tham chiếu thứ nhất được tạo cấu hình để được nhận cùng với nó bởi UE bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ nhất của nấc PRS thứ nhất; và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ hai dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE, tín hiệu tham chiếu thứ hai bao gồm nấc PRS thứ hai.

Mục 28. UE theo mục 27 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện trên tập hợp con của các ký hiệu PRS bao gồm ít hơn tất cả các ký hiệu PRS của nấc PRS thứ hai.

Mục 29. UE theo mục 27 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào nhiều ký hiệu PRS trong số một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai nhận được trong nấc PRS thứ hai.

Mục 30. UE theo mục 29 trong đó, để thực hiện phép đo thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo các tín hiệu PRS được truyền bởi nhiều trạm gốc được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS.

Mục 31. UE theo mục 29 trong đó, để thực hiện phép đo thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo tín hiệu PRS được khử so le được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS và không có gián đoạn tần số.

Mục 32. UE theo mục 26 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai trong chu kỳ truyền thông với trạm gốc trước phiên PRS; trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ nhất dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông; trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ hai dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông; và trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để ước lượng vị trí dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS được bao gồm trong tín hiệu tham chiếu thứ ba được phát hiện bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai.

Mục 33. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 20-32 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để: truyền, qua bộ thu phát, thông tin thứ nhất nhận dạng chùm sóng TX thứ nhất, để cho phép trạm gốc: sử dụng chùm sóng TX thứ nhất để thực hiện truyền thông đường xuống với UE trong chu kỳ truyền thông, hoặc truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba đến UE trong phiên PRS nhờ sử dụng chùm sóng TX thứ hai, chùm sóng TX thứ hai được đặt gần như cùng vị trí (Quasi Co-Located - QCLed) với chùm sóng TX thứ nhất, hoặc cả hai.

Mục 34. UE theo mục 33 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để truyền thông tin thứ nhất đến trạm gốc qua ít nhất một trong số: Thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI), phần tử điều khiển MAC (MAC Control Element - MAC-CE), điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC), hoặc được truyền đến chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF).

Mục 35. UE theo mục bất kỳ trong số các mục 33-34 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: trong phiên PRS, nhận dạng chùm sóng TX thứ hai dựa vào mã định danh của chùm sóng TX thứ nhất và mã gần như cùng vị trí (Quasi co-location - QCL); và tạo thành cặp chùm sóng thứ ba giữa chùm sóng TX thứ hai và chùm sóng thứ nhất trong số các chùm sóng RX thứ hai.

Mục 36. UE theo mục 35 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: truyền, đến trạm gốc qua bộ thu phát, thông tin thứ hai bao gồm thời gian được ưu tiên để trạm gốc chuyển đổi sang chùm sóng TX thứ hai để truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba; và nhận, từ trạm gốc qua bộ thu phát, thời gian được lập lịch để chuyển đổi sang cặp chùm sóng thứ ba để nhận tín hiệu tham chiếu thứ ba.

Mục 37. UE theo mục 36 trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: truyền, đến trạm gốc qua bộ thu phát, thông tin thứ hai bao gồm chất lượng của liên kết được tạo thành nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai; và nhận, từ trạm gốc qua bộ thu phát, sơ đồ mã điều chế (modulation code scheme - MCS) được cập nhật để trích xuất tín hiệu từ chùm sóng TX thứ nhất.

Mục 38. Máy truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), máy này bao gồm: phương tiện để chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất

trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE; phương tiện để chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất; và phương tiện để thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

Mục 39. Máy theo mục 38, trong đó phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất bao gồm phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten mà trong đó máy được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất; trong đó máy còn bao gồm phương tiện để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; trong đó phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai bao gồm phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten trong đó máy được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai; và trong đó máy còn bao gồm phương tiện để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất.

Mục 40. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh để truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), các lệnh bao gồm mã để: chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE; chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai nhỏ hơn so với số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất; và thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), phương pháp này bao gồm các bước:

chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE;

chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất, trong đó:

chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất,

cặp chùm sóng thứ nhất được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất,

chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và

cặp chùm sóng thứ hai được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; và

thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hướng thứ hai bao gồm một trong số nhiều hướng của số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và hướng thứ nhất và độ rộng chùm sóng thứ nhất của chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất xác định số lượng thứ hai của các hướng của chùm sóng RX thứ hai.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phép đo thứ nhất bao gồm đo công suất tín hiệu của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và

trong đó cặp chùm sóng thứ nhất được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có công suất tín hiệu cao nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phép đo thứ nhất bao gồm đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và

trong đó cặp chùm sóng thứ nhất được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phép đo thứ hai bao gồm đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ hai; và

trong đó cặp chùm sóng thứ hai được chọn dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ hai và tín hiệu tham chiếu thứ ba bao gồm tín hiệu tham chiếu định vị (position reference signal - PRS), tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS) đường xuống, hoặc cả hai.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai được thực hiện trong phiên PRS bao gồm nhiều nấc PRS;

trong đó tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu OFDM bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ nhất của nấc PRS thứ nhất; và

trong đó phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE, tín hiệu tham chiếu thứ hai bao gồm nấc PRS thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được chọn dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện trên tập hợp con của các ký hiệu PRS bao gồm ít hơn tất cả các ký hiệu PRS của nấc PRS thứ hai.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được chọn dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào nhiều ký hiệu PRS trong số một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai được nhận trong nấc PRS thứ hai.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phép đo thứ hai được thực hiện trên các tín hiệu PRS được truyền bởi nhiều trạm gốc được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào tín hiệu PRS được khử so le được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS và không có gián đoạn tần số.

12. Phương pháp theo điểm 6, trong đó phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai được thực hiện trong chu kỳ truyền thông với trạm gốc trước phiên PRS;

trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông;

trong đó phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông; và

trong đó ước lượng vị trí dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS được bao gồm trong tín hiệu tham chiếu thứ ba được phát hiện bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó trạm gốc là ô không phục vụ cho UE.

14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

truyền thông tin thứ nhất nhận dạng chùm sóng TX thứ nhất, để cho phép trạm gốc:

sử dụng chùm sóng TX thứ nhất để thực hiện truyền thông đường xuống với UE trong chu kỳ truyền thông, hoặc

truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba đến UE trong phiên PRS nhờ sử dụng chùm sóng TX thứ hai, chùm sóng TX thứ hai được đặt gần như cùng vị trí (Quasi Co-located - QCLed) với chùm sóng TX thứ nhất, hoặc cả hai.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó thông tin thứ nhất được truyền đến trạm gốc qua ít nhất một trong số: Thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI), phần tử điều khiển MAC (MAC Control Element - MAC-CE), điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC), hoặc được truyền đến chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF).

16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

trong phiên PRS, nhận dạng chùm sóng TX thứ hai dựa vào mã định danh của chùm sóng TX thứ nhất và mã gần như cùng vị trí (Quasi co-location - QCL); và

tạo thành cặp chùm sóng thứ ba giữa chùm sóng TX thứ hai và chùm sóng thứ nhất trong số các chùm sóng RX thứ hai.

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

truyền, đến trạm gốc, thông tin thứ hai bao gồm thời gian được ưu tiên để trạm gốc chuyển đổi sang chùm sóng TX thứ hai để truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba; và

nhận, từ trạm gốc, thời gian được lập lịch để chuyển đổi sang cặp chùm sóng thứ ba để nhận tín hiệu tham chiếu thứ ba.

18. Phương pháp theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

truyền, đến trạm gốc, thông tin thứ hai bao gồm chất lượng của liên kết được tạo thành nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai; và

nhận, từ trạm gốc, sơ đồ mã điều chế (modulation code scheme - MCS) được cập nhật để trích xuất tín hiệu từ chùm sóng TX thứ nhất.

19. Thiết bị người dùng (user equipment - UE), UE này bao gồm:

bộ thu phát;

bộ nhớ; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ thu phát và bộ nhớ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE;

chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất, trong đó:

chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten của bộ thu phát mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất,

một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất,

chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten của bộ thu phát mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và

một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; và

thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

20. UE theo điểm 19, trong đó hướng thứ hai bao gồm một trong số nhiều hướng của số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và hướng thứ nhất và độ rộng chùm sóng thứ nhất của chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất xác định số lượng thứ hai của các hướng của chùm sóng RX thứ hai.

21. UE theo điểm 19, trong đó, để thực hiện phép đo thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để đo công suất tín hiệu của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có công suất tín hiệu cao nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

22. UE theo điểm 19, trong đó, để thực hiện phép đo thứ nhất, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ nhất; và

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất

được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

23. UE theo điểm 19, trong đó, để thực hiện phép đo thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để đo dấu thời gian của tín hiệu tham chiếu thứ hai; và

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn cặp chùm sóng thứ hai dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được trích xuất từ chùm sóng TX thứ nhất được phát hiện nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất có dấu thời gian sớm nhất trong số các tổ hợp cặp chùm sóng khác của số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất và nhóm gồm một hoặc nhiều chùm sóng TX bao gồm chùm sóng TX thứ nhất.

24. UE theo điểm 19, trong đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ hai và tín hiệu tham chiếu thứ ba bao gồm tín hiệu tham chiếu định vị (position reference signal - PRS), tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS) đường xuống, hoặc cả hai.

25. UE theo điểm 24, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai trong phiên PRS bao gồm nhiều nấc PRS;

trong đó tập hợp con của các ký hiệu OFDM mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được tạo cấu hình để được nhận cùng với nó bởi UE bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ nhất của nấc PRS thứ nhất; và

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ hai dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE, tín hiệu tham chiếu thứ hai bao gồm nấc PRS thứ hai.

26. UE theo điểm 25, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện trên tập hợp con của các ký hiệu PRS bao gồm ít hơn tất cả các ký hiệu PRS của nấc PRS thứ hai.

27. UE theo điểm 25, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai dựa vào phép đo thứ hai được thực hiện dựa vào nhiều ký hiệu PRS trong số một hoặc nhiều ký hiệu PRS thứ hai nhận được trong nấc PRS thứ hai.

28. UE theo điểm 27, trong đó, để thực hiện phép đo thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo các tín hiệu PRS được truyền bởi nhiều trạm gốc được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS.

29. UE theo điểm 27, trong đó, để thực hiện phép đo thứ hai, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo tín hiệu PRS được khử so le được bao gồm trong nhiều ký hiệu PRS và không có gián đoạn tần số.

30. UE theo điểm 24, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ nhất và phép đo thứ hai trong chu kỳ truyền thông với trạm gốc trước phiên PRS;

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ nhất dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông;

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép đo thứ hai dựa vào một hoặc nhiều SS đường xuống thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE trong chu kỳ truyền thông;

trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để ước lượng vị trí dựa vào một hoặc nhiều ký hiệu PRS được bao gồm trong tín hiệu tham chiếu thứ ba được phát hiện bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai.

31. UE theo điểm 30, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

truyền, qua bộ thu phát, thông tin thứ nhất nhận dạng chùm sóng TX thứ nhất, để cho phép trạm gốc:

sử dụng chùm sóng TX thứ nhất để thực hiện truyền thông đường xuống với UE trong chu kỳ truyền thông, hoặc

truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba đến UE trong phiên PRS nhờ sử dụng chùm sóng TX thứ hai, chùm sóng TX thứ hai được đặt gần như cùng vị trí (Quasi Co-located - QCLed) với chùm sóng TX thứ nhất, hoặc cả hai.

32. UE theo điểm 31, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để truyền thông tin thứ nhất đến trạm gốc qua ít nhất một trong số: Thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI), phần tử điều khiển MAC (MAC Control Element -

MAC-CE), điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC), hoặc được truyền đến chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF).

33. UE theo điểm 31, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

trong phiên PRS, nhận dạng chùm sóng TX thứ hai dựa vào mã định danh của chùm sóng TX thứ nhất và mã gần như cùng vị trí (Quasi co-location - QCL); và

tạo thành cặp chùm sóng thứ ba giữa chùm sóng TX thứ hai và chùm sóng thứ nhất trong số các chùm sóng RX thứ hai.

34. UE theo điểm 33, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

truyền, đến trạm gốc qua bộ thu phát, thông tin thứ hai bao gồm thời gian được ưu tiên để trạm gốc chuyển đổi sang chùm sóng TX thứ hai để truyền tín hiệu tham chiếu thứ ba; và

nhận, từ trạm gốc qua bộ thu phát, thời gian được lập lịch để chuyển đổi sang cặp chùm sóng thứ ba để nhận tín hiệu tham chiếu thứ ba.

35. UE theo điểm 31, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

truyền, đến trạm gốc qua bộ thu phát, thông tin thứ hai bao gồm chất lượng của liên kết được tạo thành nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai; và

nhận, từ trạm gốc qua bộ thu phát, sơ đồ mã điều chế (modulation code scheme - MCS) được cập nhật để trích xuất tín hiệu từ chùm sóng TX thứ nhất.

36. Máy truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), máy này bao gồm:

phương tiện để chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE;

phương tiện để chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất, trong đó:

phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất bao gồm phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten mà trong đó máy được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất,

máy còn bao gồm phương tiện để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất,

phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai bao gồm phương tiện để chọn chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten mà trong đó máy được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và

trong đó máy còn bao gồm phương tiện để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; và

phương tiện để thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

37. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh để truyền thông không dây tại thiết bị người dùng (user equipment - UE), các lệnh bao gồm mã để:

chọn, từ số lượng thứ nhất của các chùm sóng nhận (receive - RX) thứ nhất có độ rộng chùm sóng thứ nhất, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ nhất của các chùm

sóng RX thứ nhất để tạo thành cặp chùm sóng thứ nhất với chùm sóng truyền (transmit - TX) thứ nhất từ trạm gốc, việc chọn dựa vào phép đo thứ nhất của tín hiệu tham chiếu thứ nhất nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ nhất, trong đó phép đo thứ nhất được thực hiện dựa vào tập hợp con thứ nhất của các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được nhận cùng với nó bởi UE;

chọn, từ số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai có độ rộng chùm sóng thứ hai, chùm sóng thứ nhất trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai để tạo thành cặp chùm sóng thứ hai với chùm sóng TX thứ nhất, việc chọn dựa vào phép đo thứ hai của tín hiệu tham chiếu thứ hai nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, và độ rộng chùm sóng thứ hai hẹp hơn so với độ rộng chùm sóng thứ nhất, trong đó:

chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất được tập trung theo hướng thứ nhất và tương ứng với cấu hình thứ nhất của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ nhất của các chùm sóng RX thứ nhất,

cặp chùm sóng thứ nhất được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ nhất để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất, chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai được tập trung theo hướng thứ hai và tương ứng với cấu hình thứ hai của mảng anten mà trong đó UE được tạo cấu hình để phát hiện chồng lấn chùm sóng với chùm sóng thứ nhất được chọn trong số lượng thứ hai của các chùm sóng RX thứ hai, và

cặp chùm sóng thứ hai được tạo thành dựa vào việc sử dụng cấu hình thứ hai để phát hiện chùm sóng TX thứ nhất; và

thực hiện hoạt động ước lượng vị trí của UE dựa vào: tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai, cặp chùm sóng thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ ba nhận được bởi UE nhờ sử dụng cặp chùm sóng thứ hai, hoặc cặp chùm sóng thứ ba được suy ra từ cặp chùm sóng thứ hai, hoặc sự kết hợp của chúng.

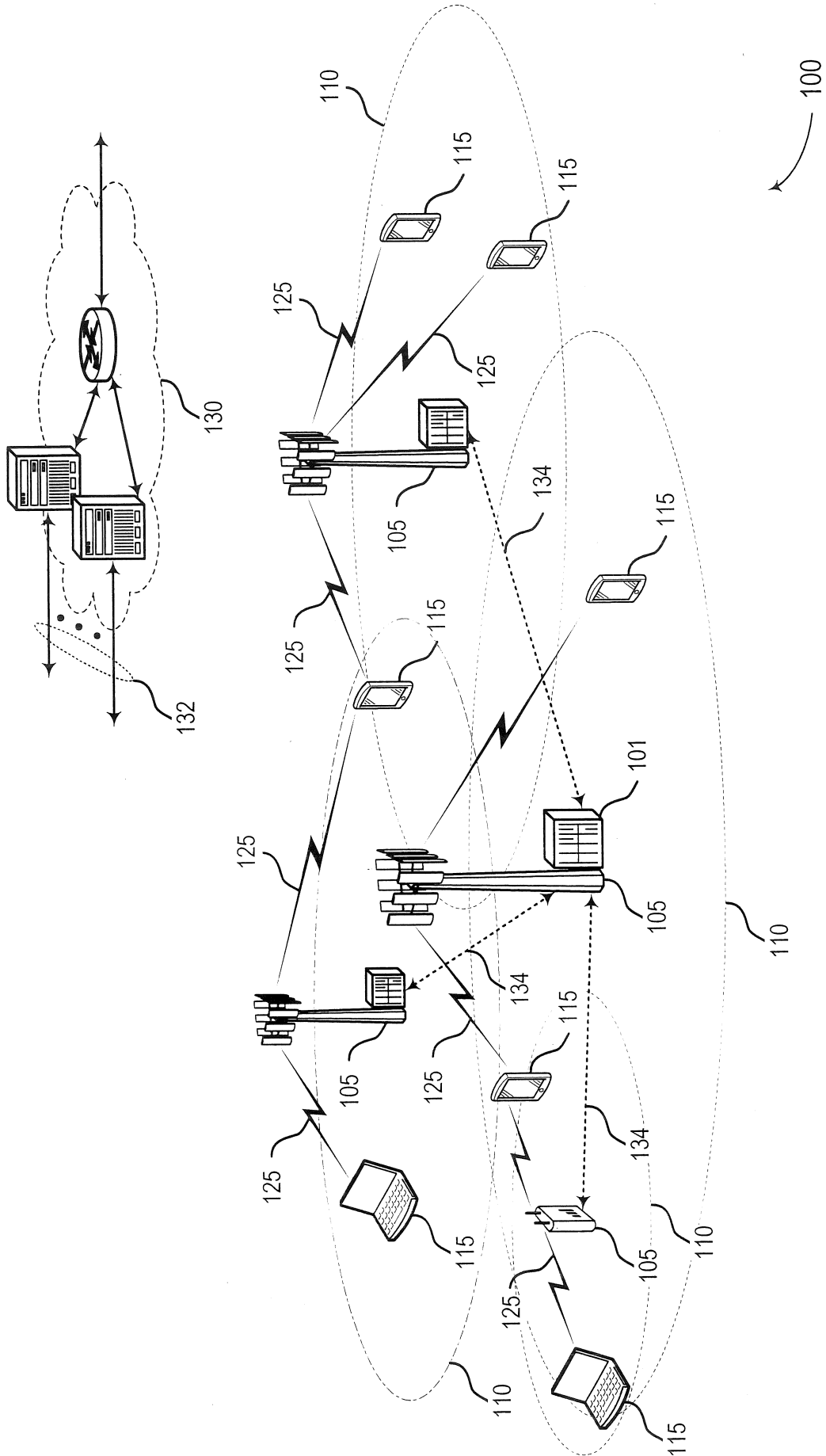


Fig. 1A

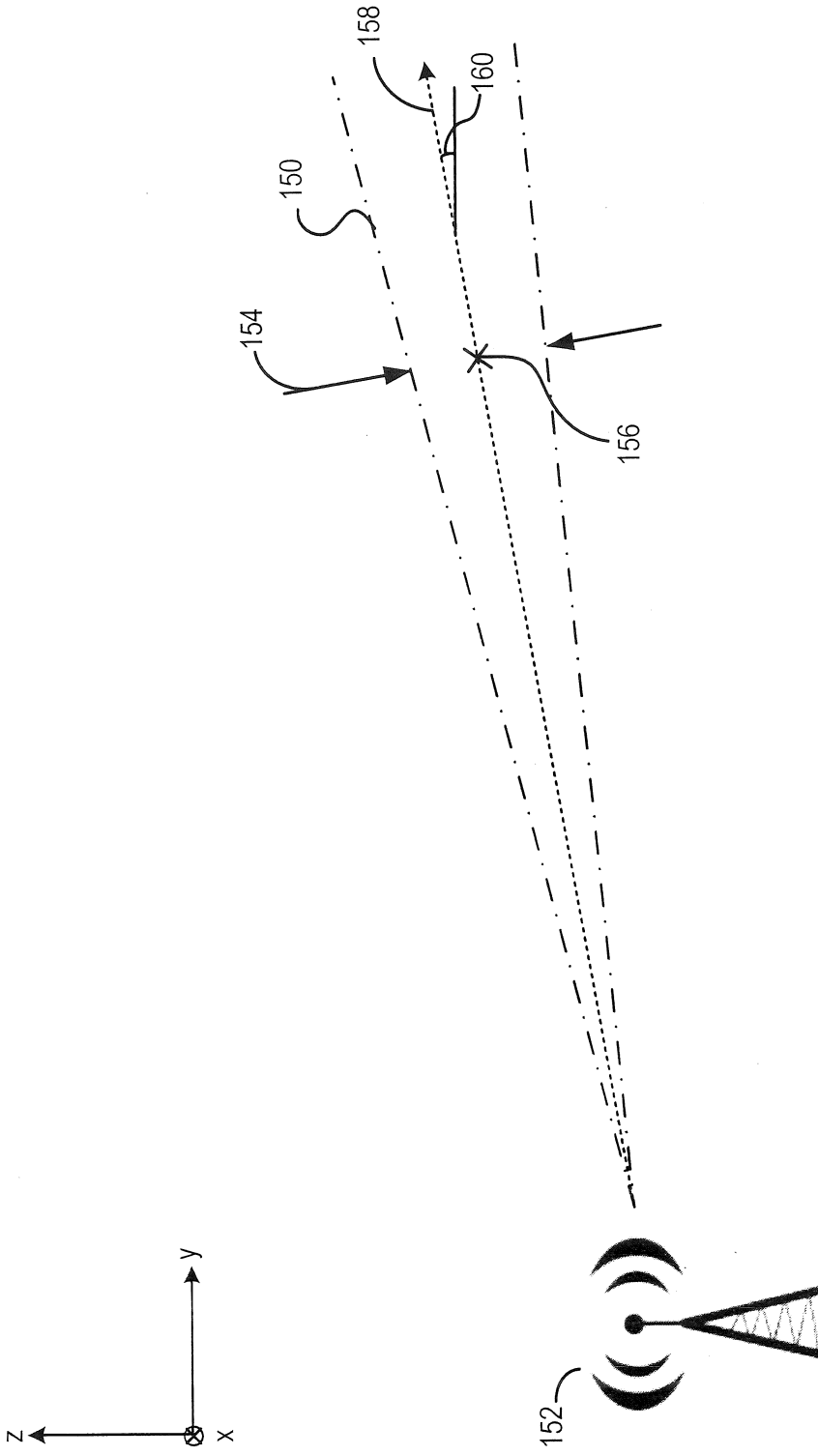


Fig.1B

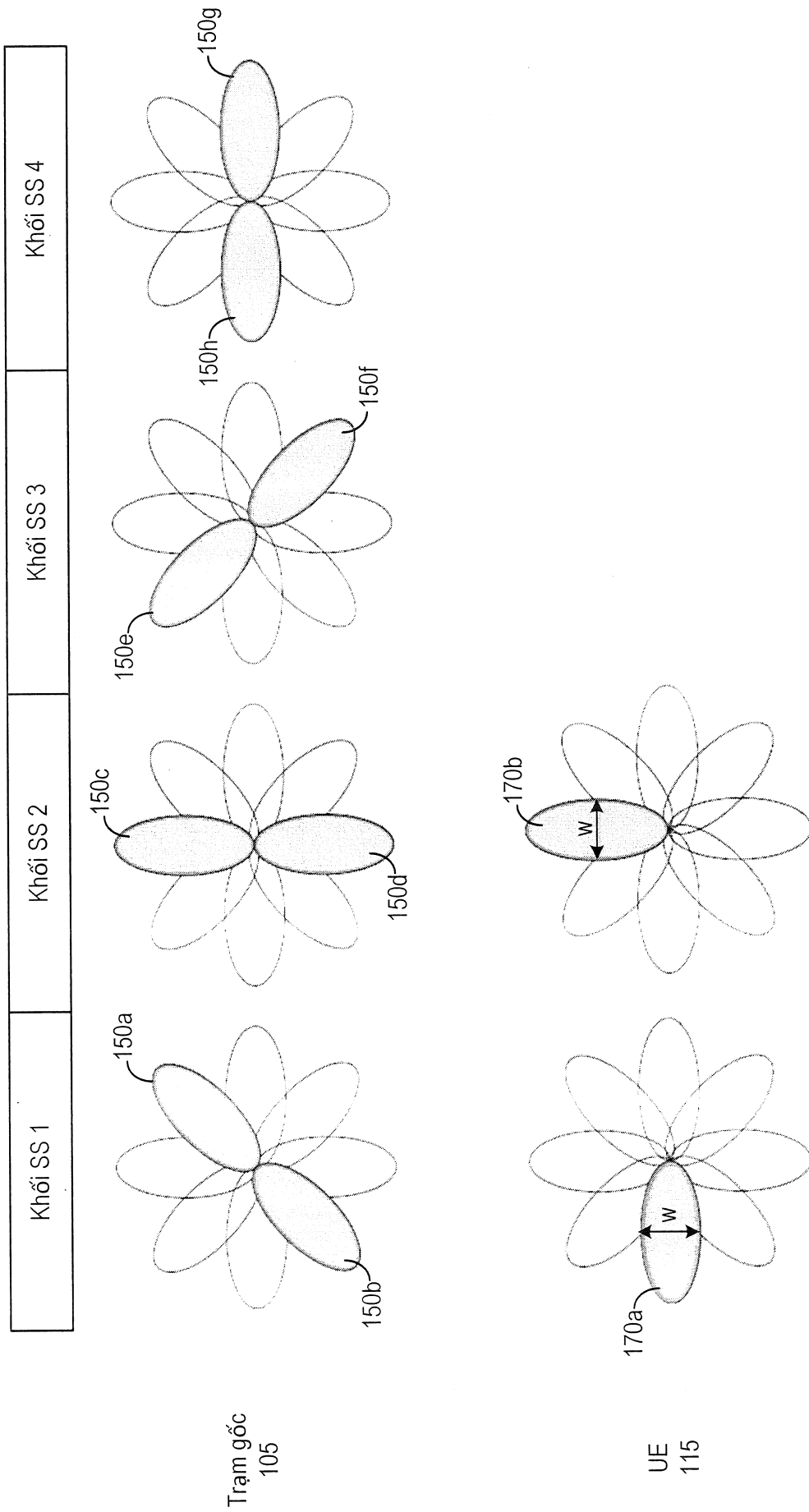


Fig.1C

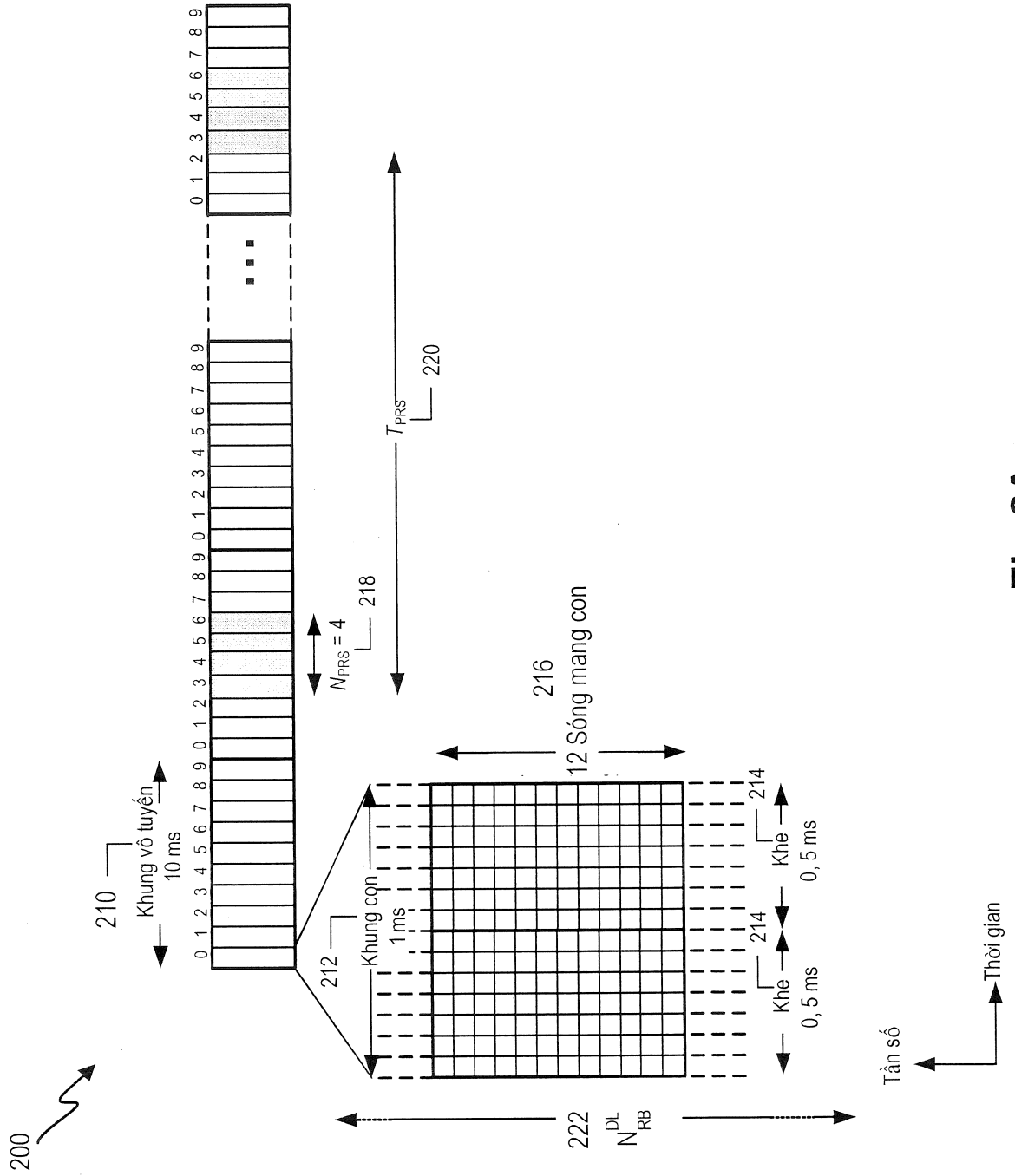


Fig.2A

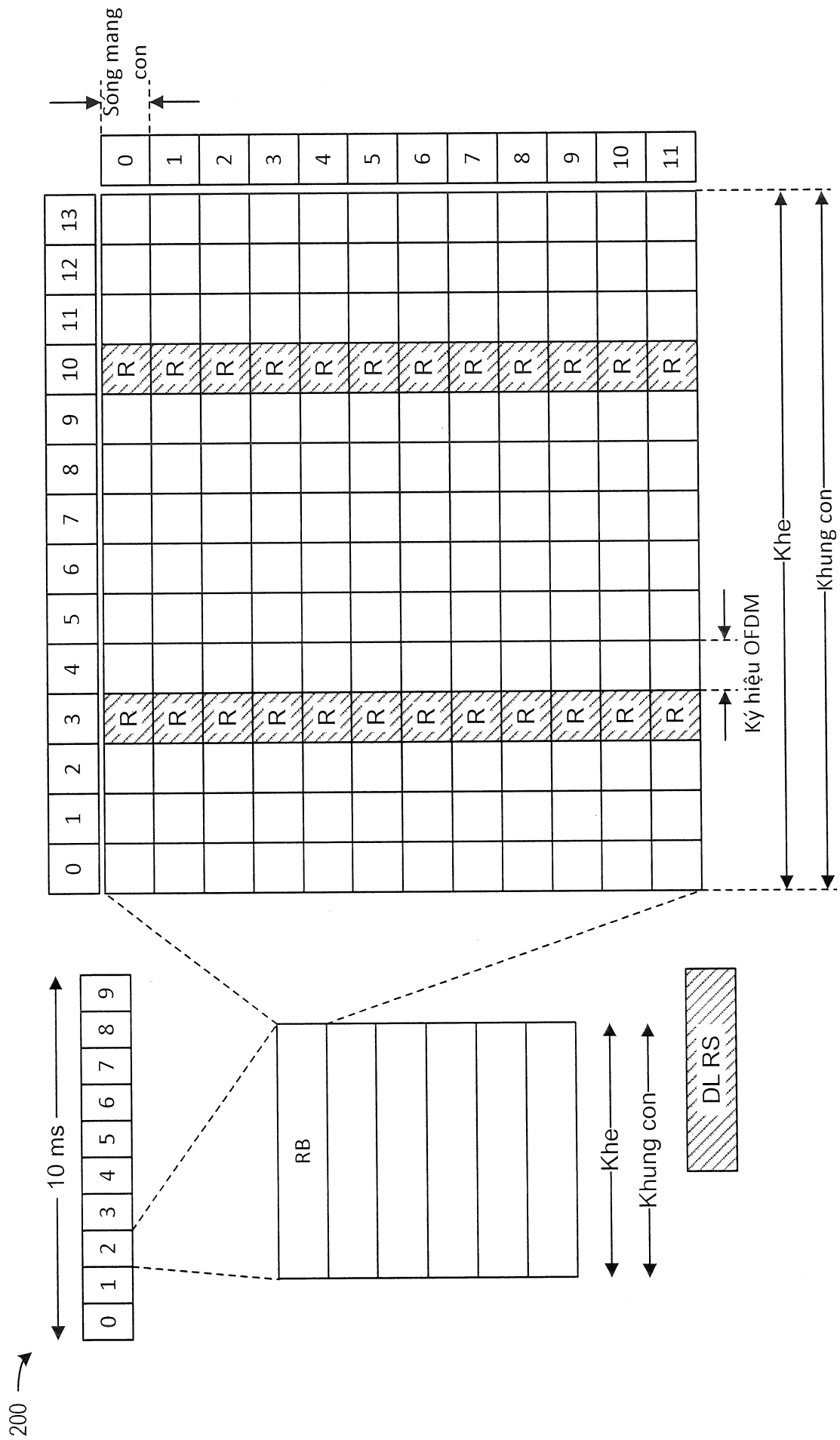


Fig.2B

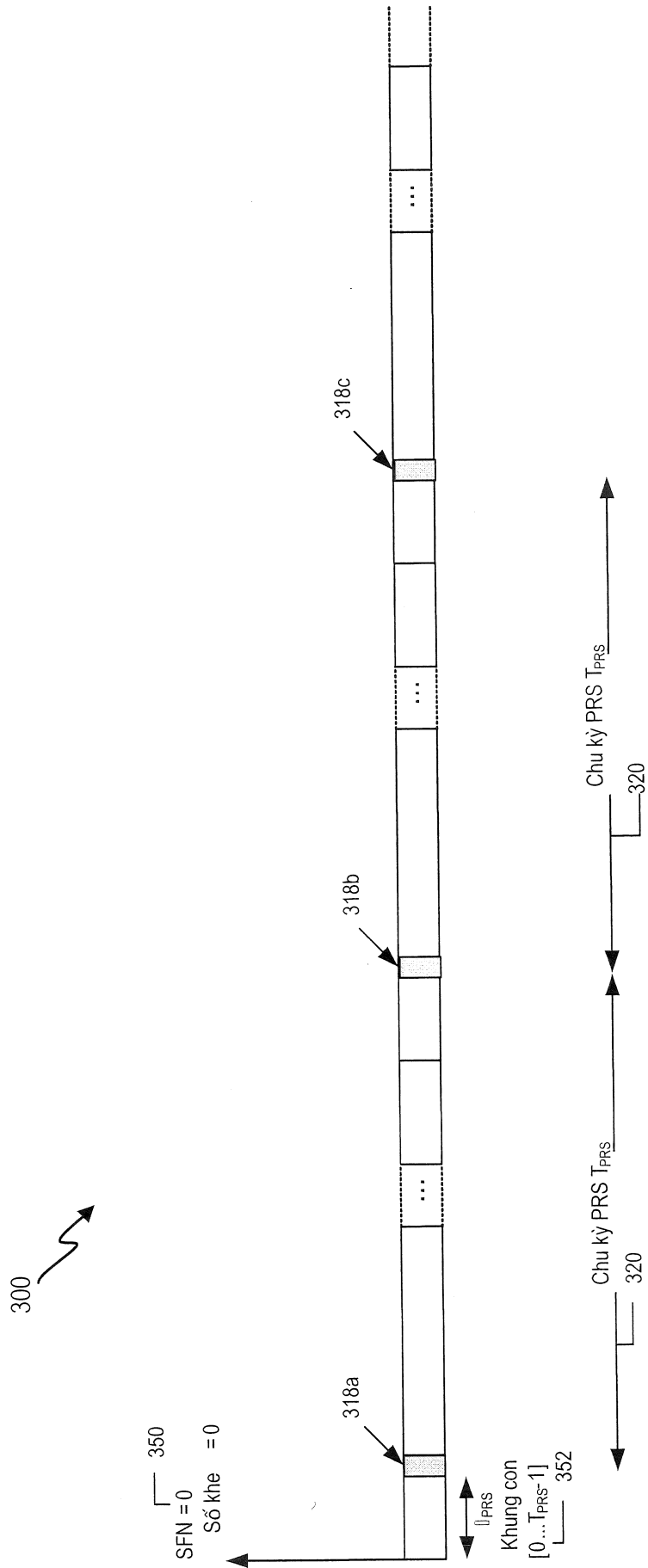


Fig.3

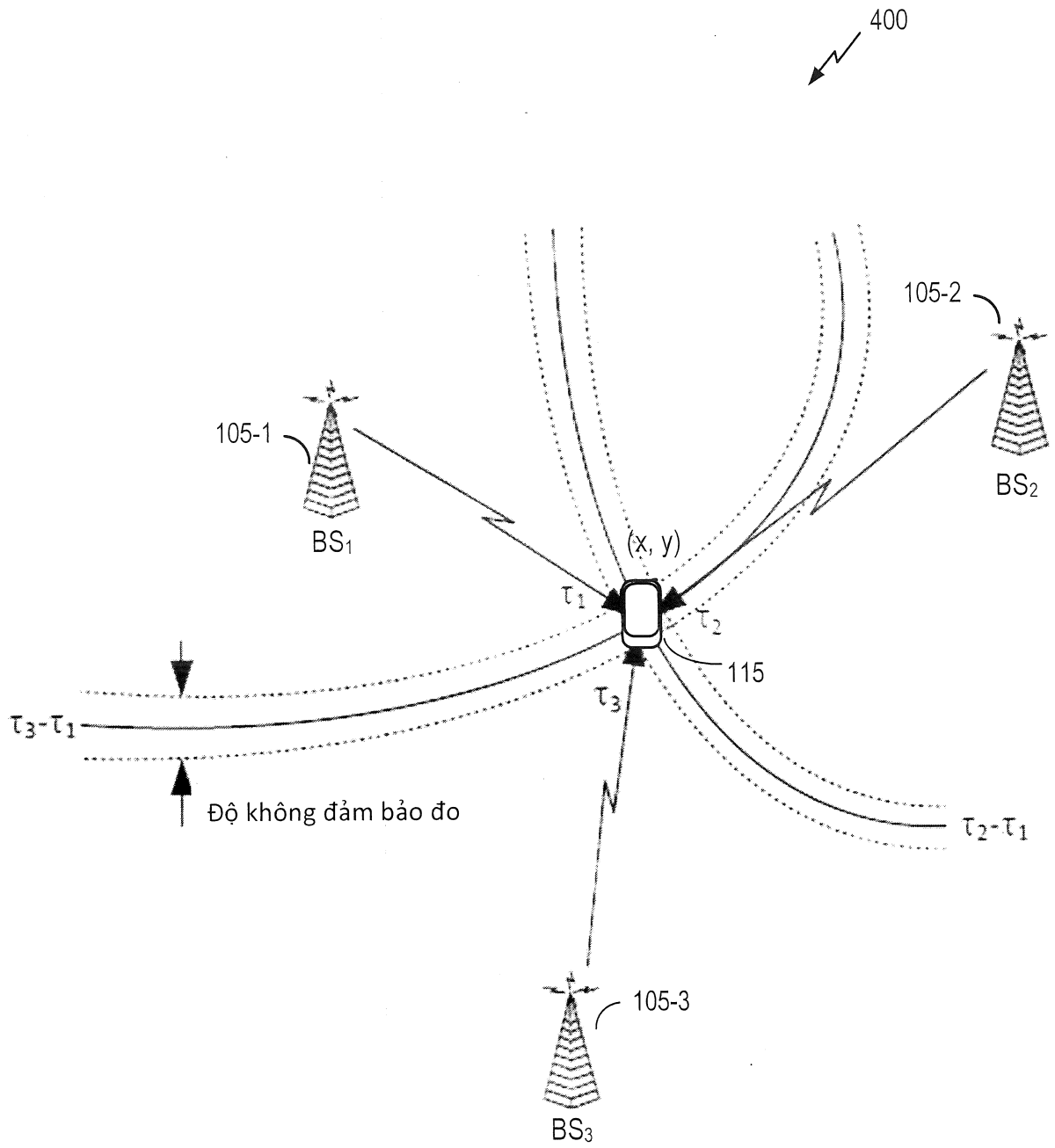


Fig.4

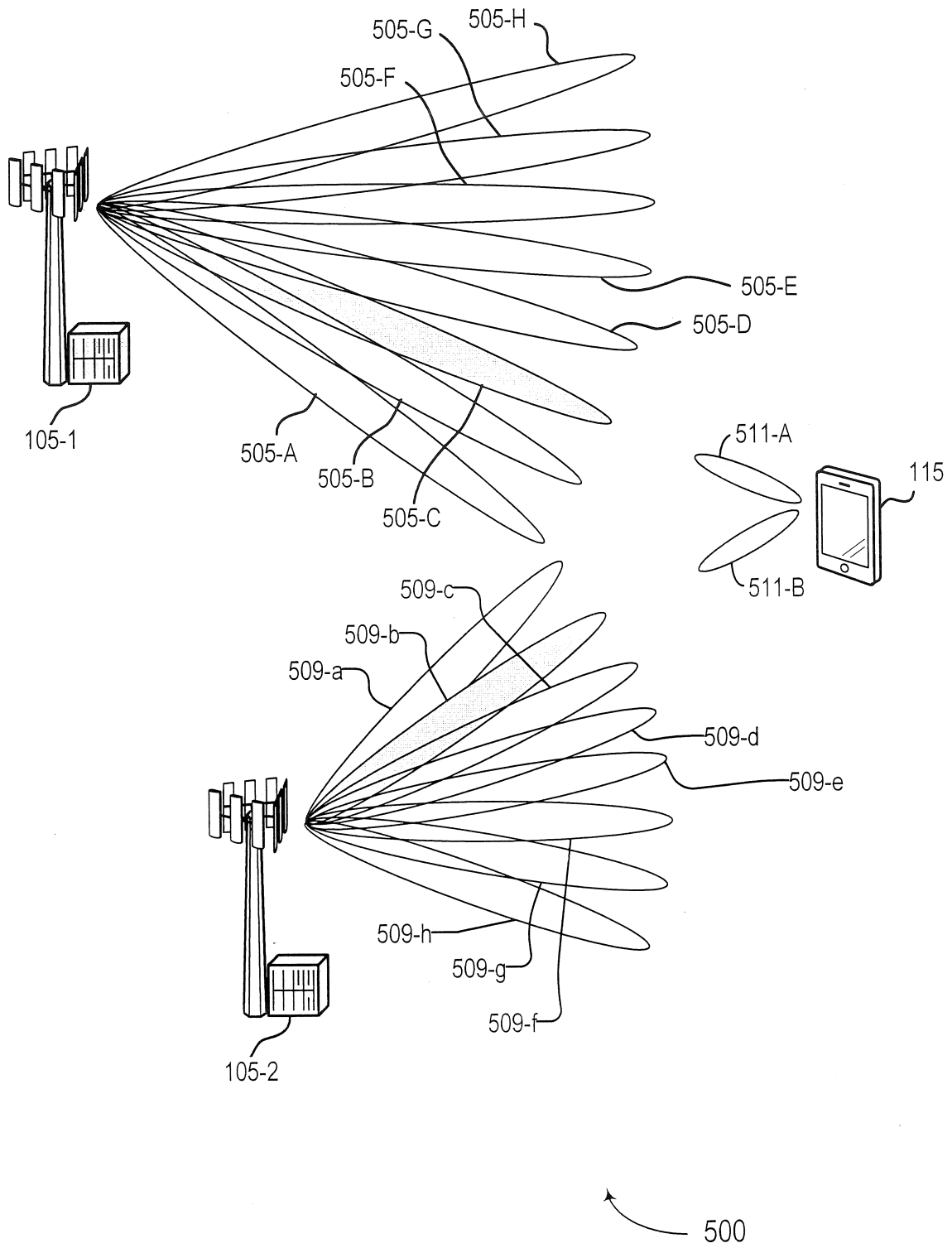


Fig.5A

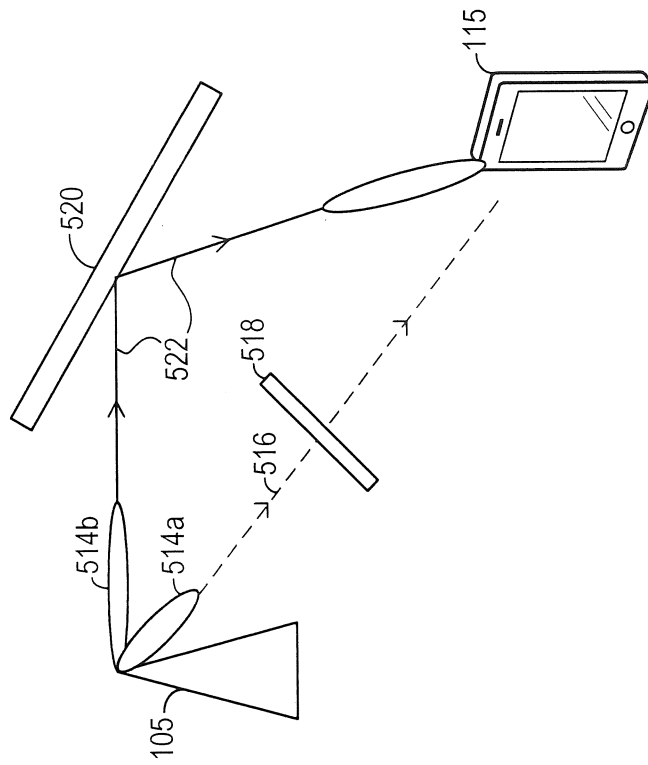


Fig. 5B

600 →

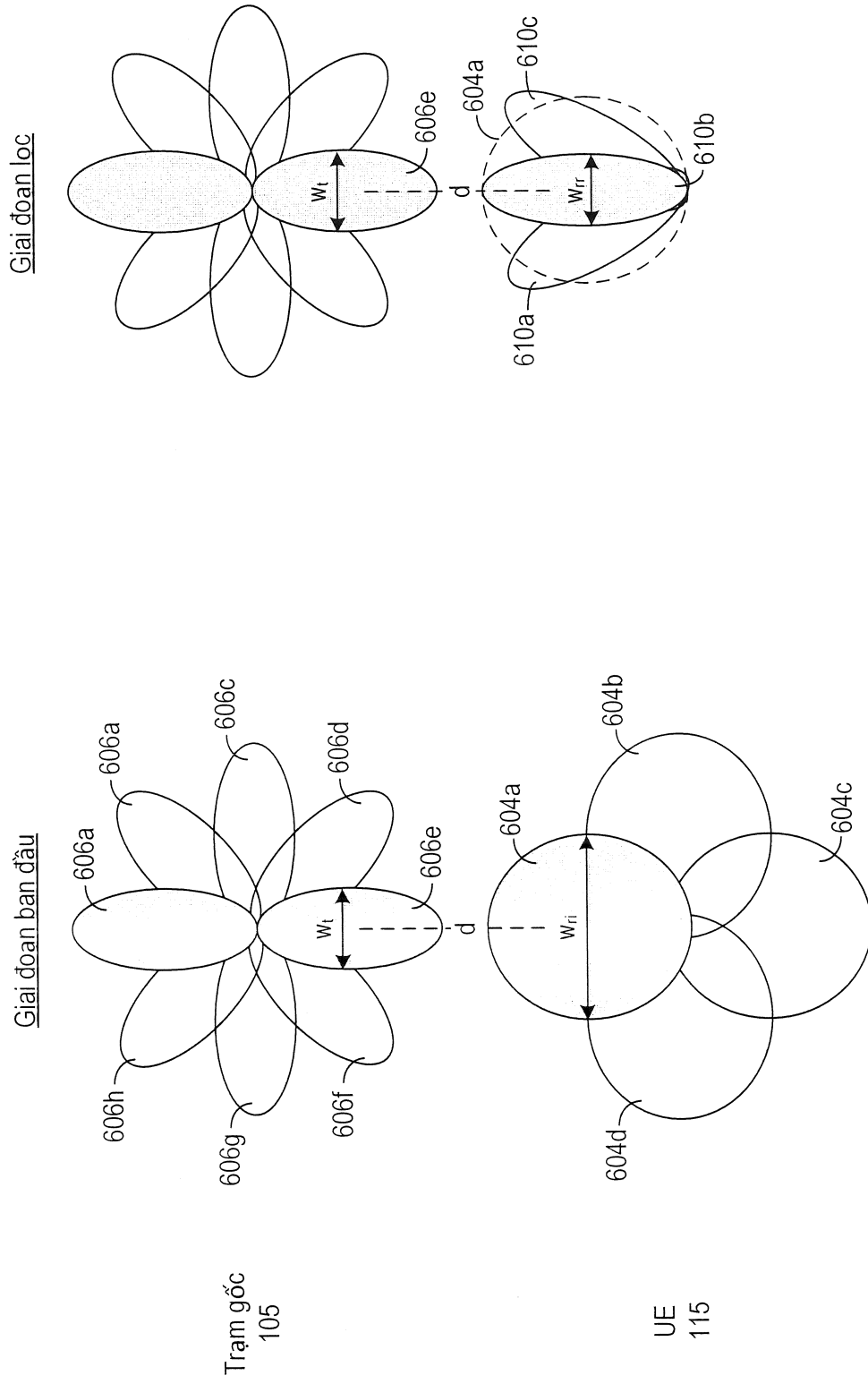


Fig. 6A

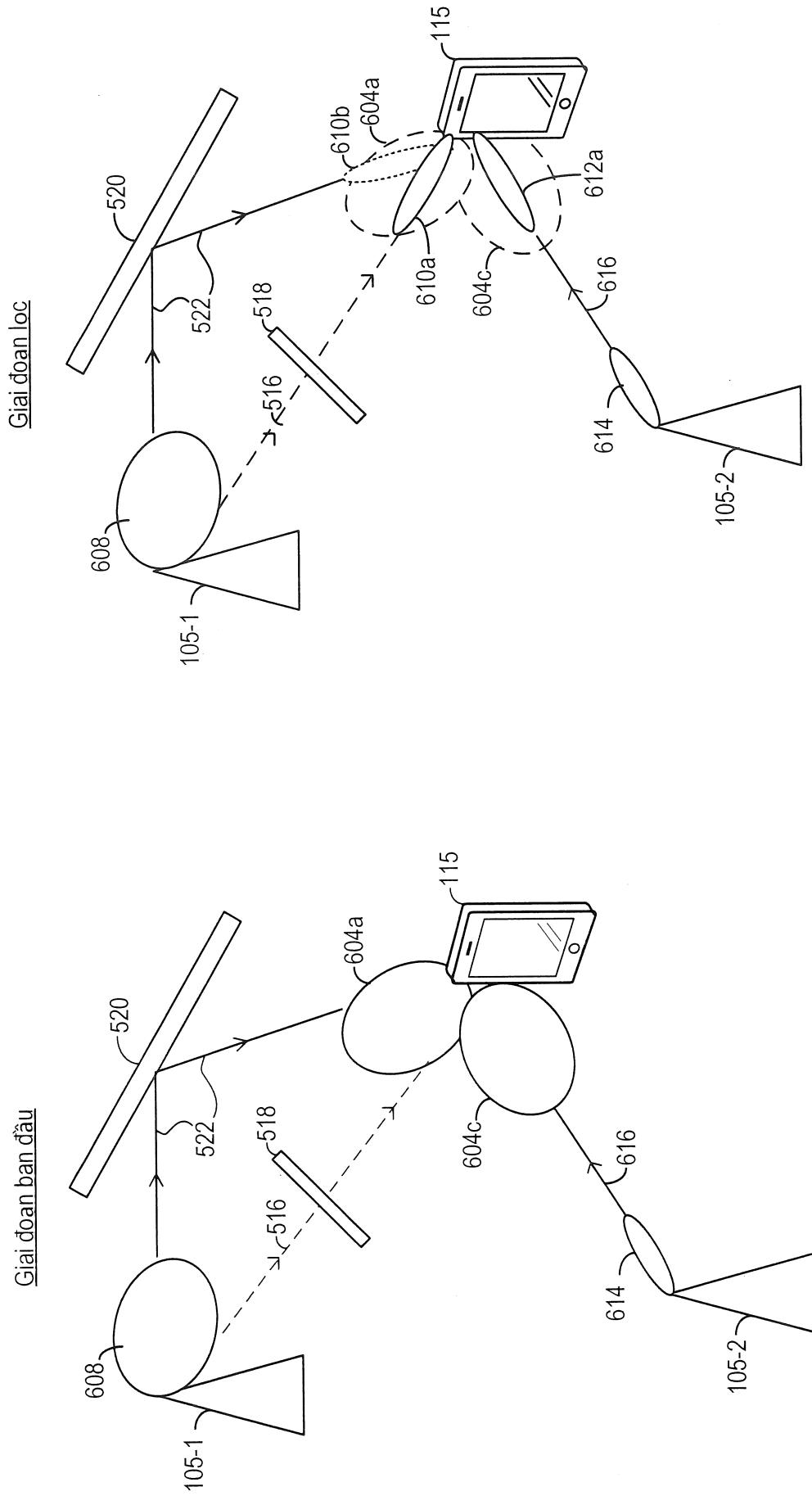


Fig.6B

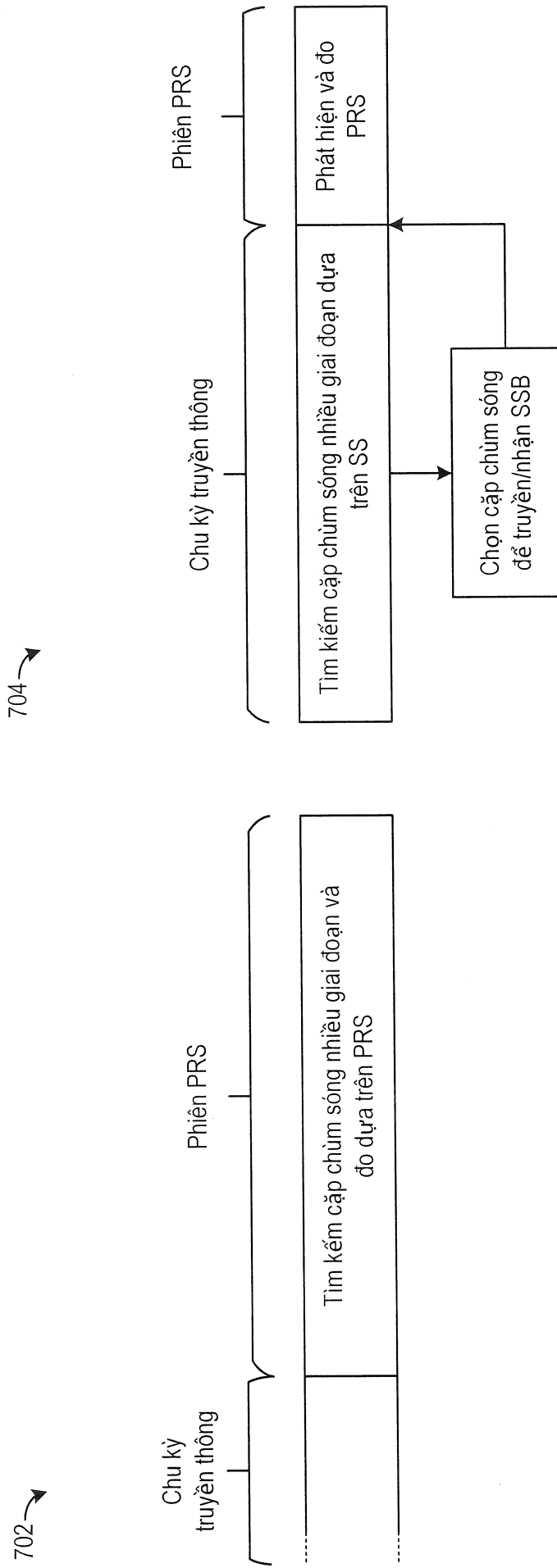


Fig.7

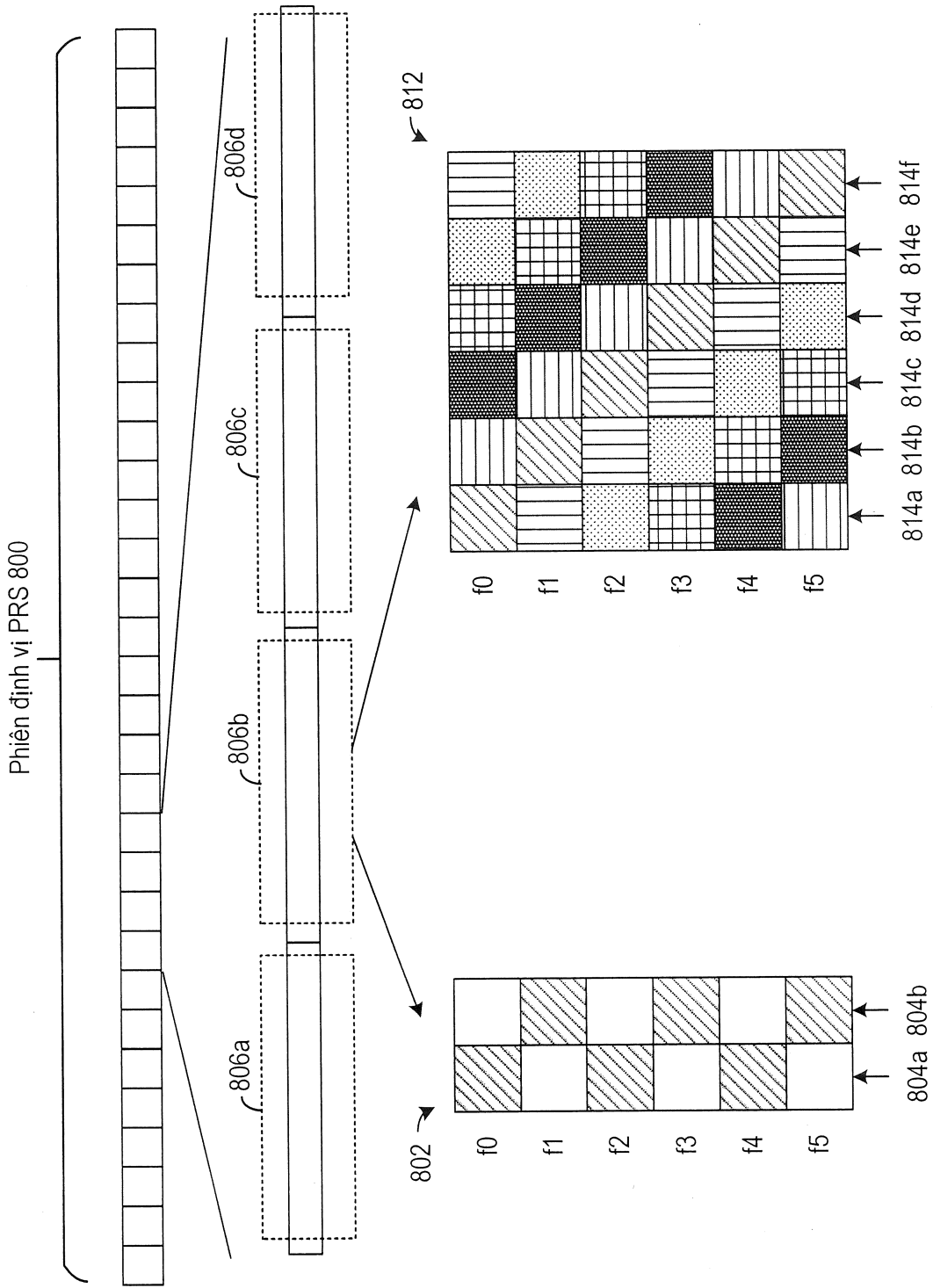


Fig.8A

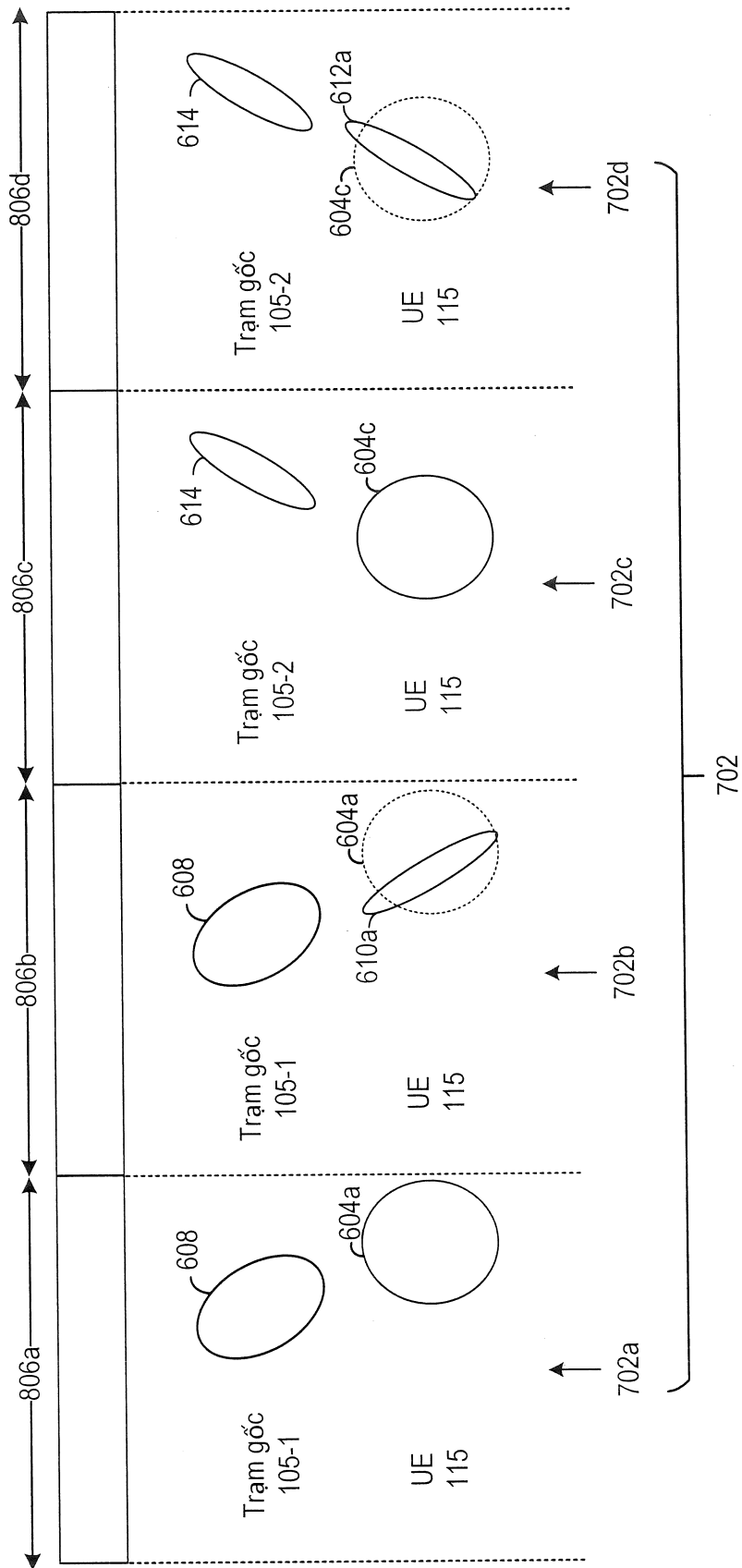


Fig.8B

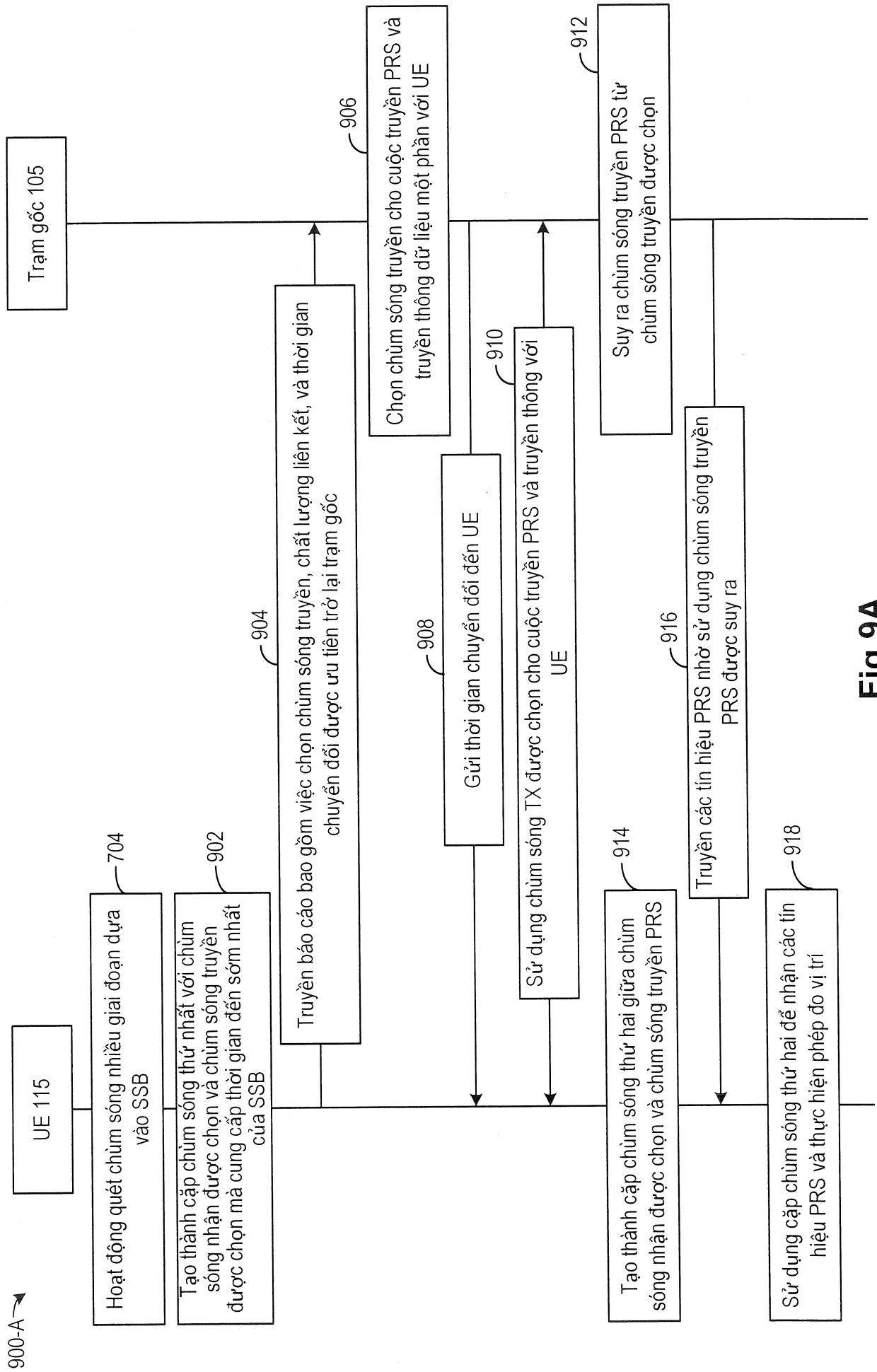


Fig.9A

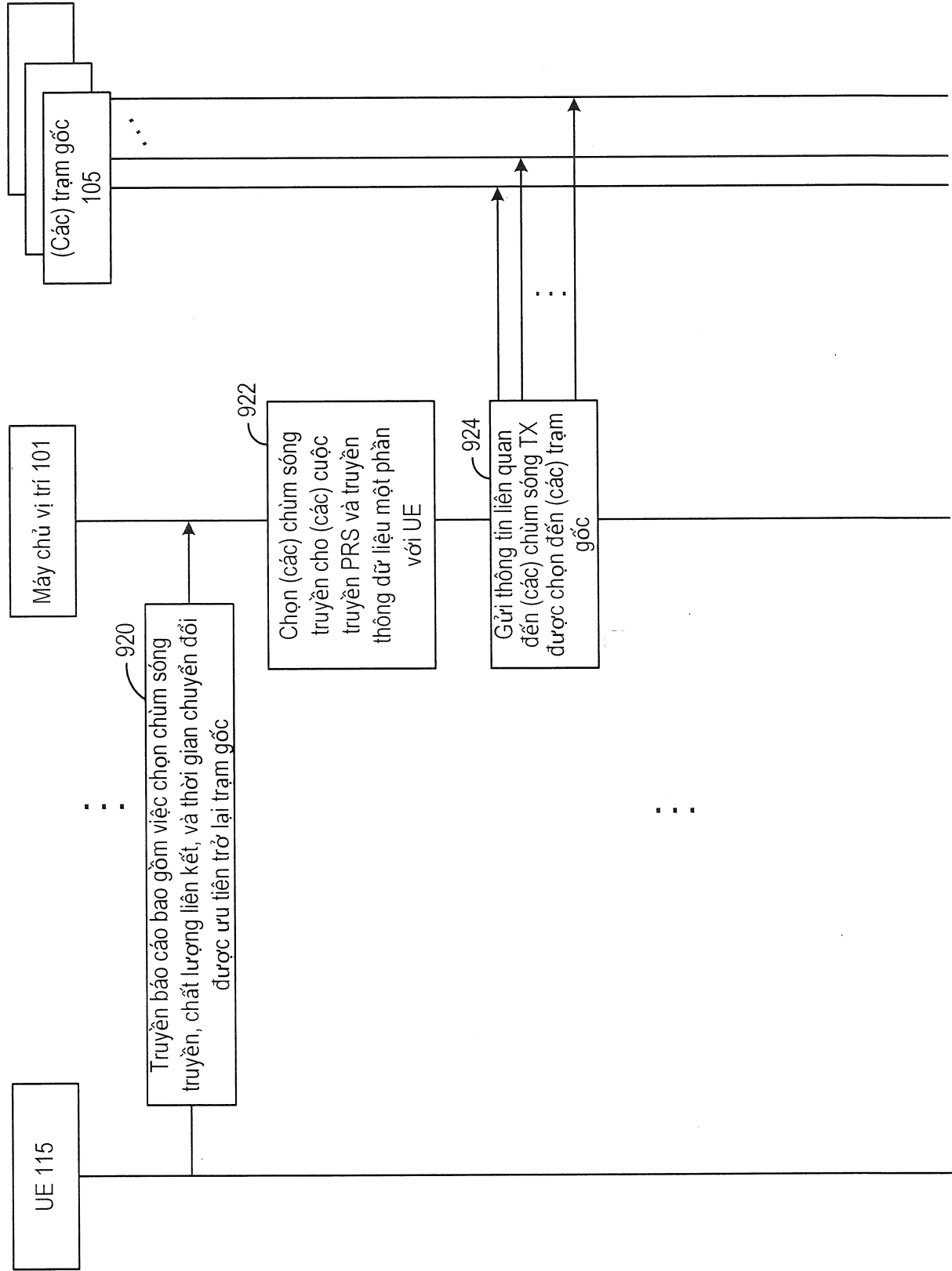


Fig.9B

900-B →

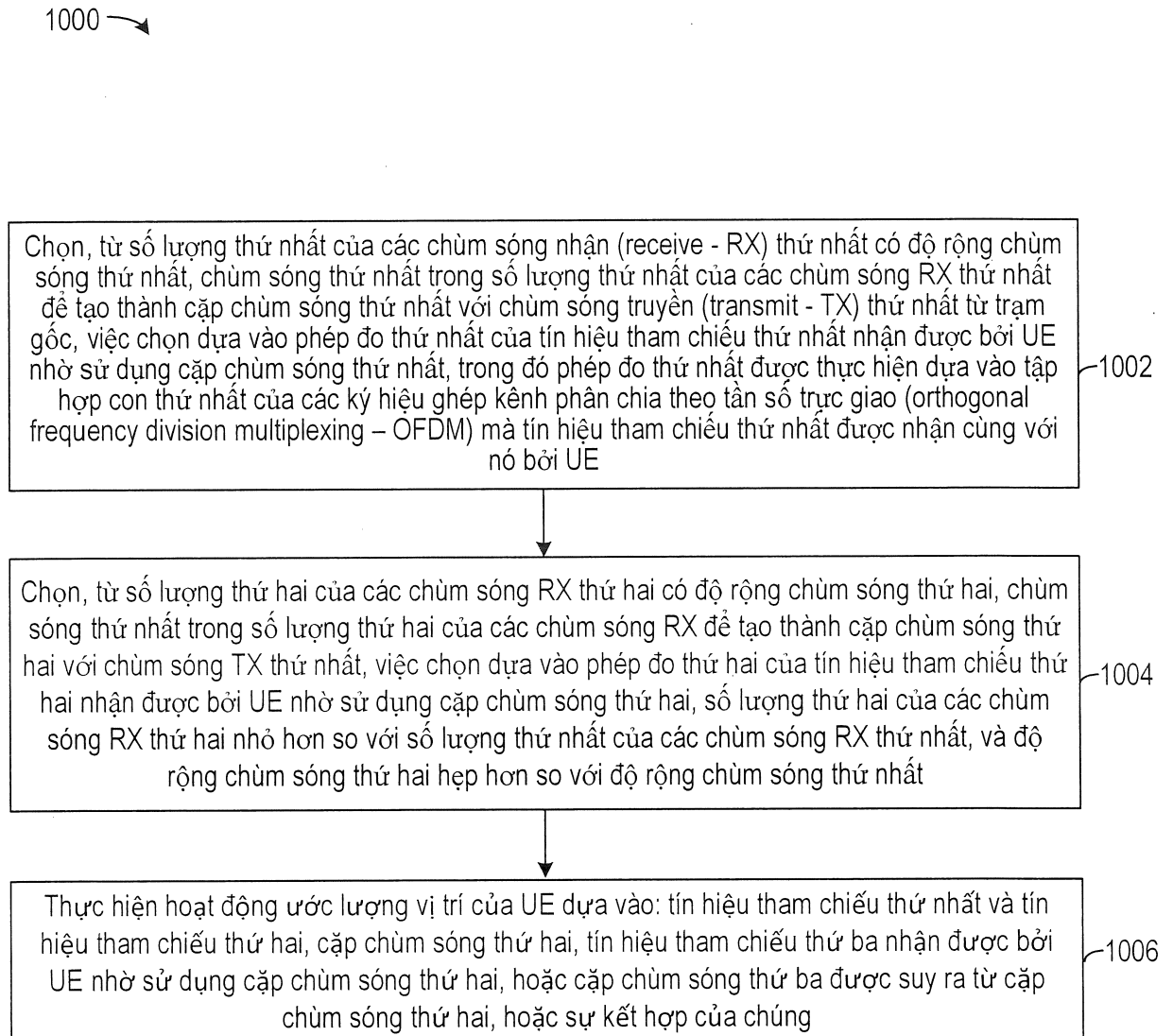


Fig.10

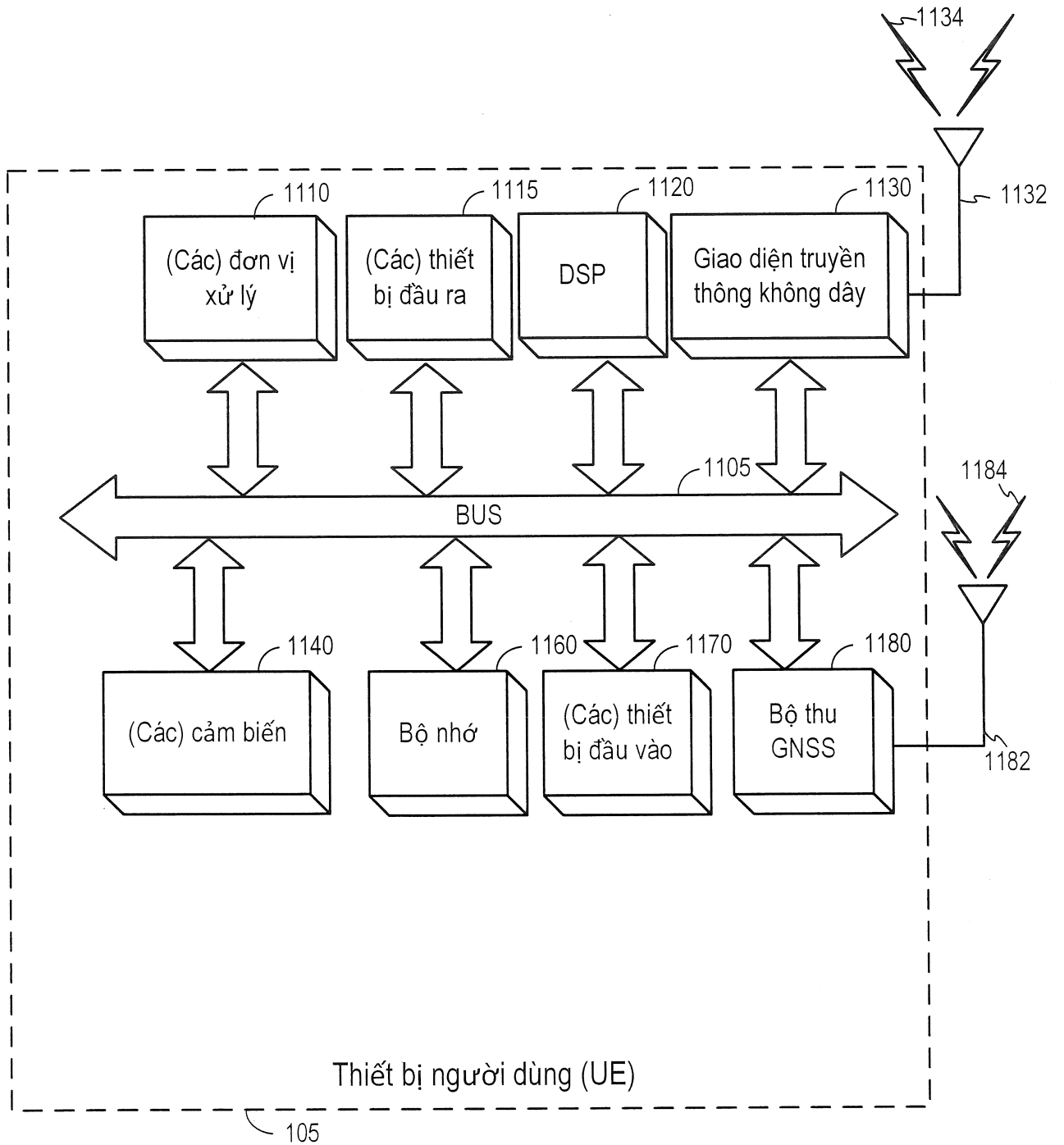


Fig.11