



(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)



1-0049773

(51)^{2020.01} H04W 64/00; G01S 5/02

(13) B

(21) 1-2021-07252

(22) 19/05/2020

(86) PCT/US2020/033537 19/05/2020

(87) WO 2020/236780 A1 26/11/2020

(30) 62/850,503 20/05/2019 US; 16/876,851 18/05/2020 US

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/02/2022 407A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

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

(72) MANOLAKOS, Alexandros (GR); AKKARAKARAN, Sony (IN); FISCHER, Sven
(DE).

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

(54) THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY
ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(21) 1-2021-07252

(57) Sáng chế đề cập đến các kỹ thuật truyền thông không dây, cụ thể là thiết bị người dùng và phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị người dùng. Theo một khía cạnh, UE nhận cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, đáp lại bước xác định, đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ, và truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng.

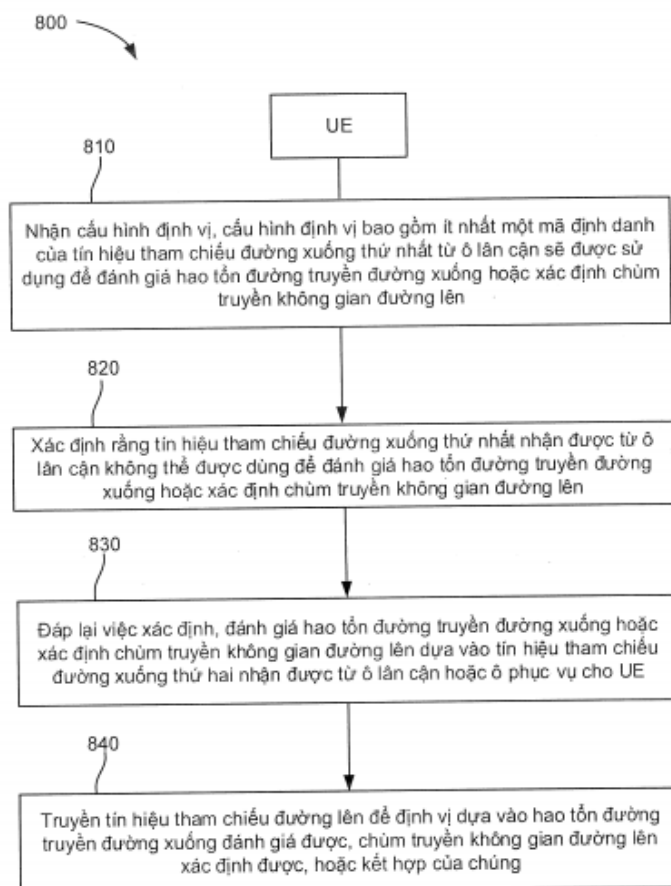


Fig.8

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các khía cạnh của sáng chế nói chung liên quan đến viễn thông, và cụ thể hơn đến báo cáo thông tin liên quan đến việc điều chỉnh định thời tín hiệu tham chiếu đường lên để xử lý tín hiệu tham chiếu đường lên tăng cường.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây đã phát triển qua nhiều thế hệ, bao gồm dịch vụ điện thoại không dây tương tự thế hệ thứ nhất (1G), dịch vụ điện thoại không dây số thế hệ thứ hai (2G) (bao gồm các mạng tạm thời 2.5G), dịch vụ không dây có tính năng internet, dữ liệu tốc độ cao (3G) và dịch vụ thế hệ thứ tư (4G) (ví dụ, LTE hoặc WiMax). Hiện nay có nhiều loại hệ thống truyền thông không dây đang được dùng, bao gồm các hệ thống Dịch vụ truyền thông cá nhân (Personal Communications Service - PCS) và di động. Các ví dụ về các hệ thống di động đã biết bao gồm Hệ thống điện thoại di động cải tiến tương tự (Analog Advanced Mobile Phone System - AMPS) chia ô, và các hệ thống chia ô số dựa vào 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), biến thể Hệ thống thông tin di động toàn cầu (Global System for Mobile access - GSM) về TDMA, v.v.

Chuẩn không dây thế hệ thứ 5 (fifth generation - 5G), gọi là Vô tuyến mới (New Radio - NR) cho phép tốc độ truyền dữ liệu cao hơn, số lượng kết nối lớn hơn và phủ sóng tốt hơn, ngoài các cải tiến khác. Chuẩn 5G, theo Liên minh mạng di động thế hệ tiếp theo, được thiết kế để cung cấp tốc độ dữ liệu vài chục megabit mỗi giây cho mỗi trong số vài chục nghìn người dùng, với 1 gigabit mỗi giây cho hàng chục nhân viên trên mỗi tầng văn phòng. Hàng trăm nghìn kết nối đồng thời cần được hỗ trợ để hỗ trợ các triển khai cảm biến lớn. Vì vậy, hiệu suất phổ của truyền thông di động 5G cần được tăng cường đáng kể so với chuẩn 4G hiện tại. Hơn nữa, các hiệu suất truyền tín hiệu nên được tăng cường và độ trễ nên được giảm đáng kể so với chuẩn hiện tại.

Để hỗ trợ ước lượng vị trí trong các mạng không dây mặt đất, thiết bị di động có thể được tạo cấu hình để đo và báo cáo chênh lệch thời gian đến quan sát được (observed time

difference of arrival - OTDOA) hoặc chênh lệch thời gian tín hiệu tham chiếu (reference signal timing difference - RSTD) giữa các tín hiệu tham chiếu nhận được từ hai hoặc nhiều nút mạng (ví dụ, các trạm gốc khác nhau hoặc các điểm truyền khác nhau (ví dụ, các anten) thuộc cùng một trạm gốc).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sau đây trình bày phần bản chất kỹ thuật được đơn giản hóa đề cập đến một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế. Vì thế, phần bản chất kỹ thuật sau đây không nên được xem là tổng quan sâu rộng đề cập đến tất cả các khía cạnh được dự tính, cũng không nên được xem là xác nhận các yếu tố then chốt hoặc quan trọng liên quan đến tất cả các khía cạnh được dự tính hay phác họa phạm vi gắn với khía cạnh cụ thể bất kỳ. Do đó, phần bản chất kỹ thuật của sáng chế chỉ có mục đích là thể hiện một số khái niệm liên quan đến một hoặc nhiều khía cạnh liên quan đến các kỹ thuật được bộc lộ ở dạng đơn giản hóa để làm tiền đề cho phần mô tả chi tiết sáng chế được trình bày bên dưới.

Theo một khía cạnh, phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi thiết bị người dùng (user equipment - UE) bao gồm bước nhận cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận sẽ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, đáp lại bước xác định, đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ, và truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng.

Theo một khía cạnh, phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi máy chủ vị trí bao gồm bước tạo cấu hình UE để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, nhận, từ UE, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất, và dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, tạo cấu hình UE để nhận ít

nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, phương pháp truyền thông không dây được thực hiện bởi UE bao gồm bước nhận, từ nút mạng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, gửi, đến nút mạng, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất và dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, nhận, từ nút mạng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, UE bao gồm bộ nhớ, ít nhất một bộ thu phát, và ít nhất một bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhớ và ít nhất một bộ thu phát, ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để: nhận, qua ít nhất một bộ thu phát, cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, đáp lại việc xác định, đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ, và làm cho ít nhất một bộ thu phát truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên được xác định, hoặc kết hợp của chúng.

Theo một khía cạnh, máy chủ vị trí bao gồm bộ nhớ, ít nhất một giao diện mạng, và ít nhất một bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhớ và ít nhất một giao diện mạng, ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để: tạo cấu hình UE để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, nhận, từ UE, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất, và tạo cấu hình UE,

dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, UE bao gồm bộ nhớ, ít nhất một bộ thu phát, và ít nhất một bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhớ và ít nhất một bộ thu phát, ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để: nhận, từ nút mạng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, gửi đến nút mạng, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất và nhận, từ nút mạng, dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, UE bao gồm phương tiện nhận cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận sẽ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, phương tiện xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, đáp lại bước xác định, phương tiện đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ, và phương tiện truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng.

Theo một khía cạnh, máy chủ vị trí bao gồm phương tiện tạo cấu hình UE để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ một ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, phương tiện nhận, từ UE, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất, và dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, phương tiện tạo cấu hình UE để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu

đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, UE bao gồm phương tiện nhận, từ nút mạng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ một ô lân cận để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, phương tiện gửi, đến nút mạng, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất, và phương tiện để nhận, từ nút mạng, dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, cấu hình sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE nhận cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống, hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE đánh giá, đáp lại bước xác định, hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ, và ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng.

Theo một khía cạnh, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm ít nhất một lệnh chỉ thị cho máy chủ vị trí tạo cấu hình UE để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận sẽ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, ít nhất một lệnh chỉ thị cho máy chủ vị trí nhận, từ UE, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất, và ít nhất một lệnh chỉ thị cho máy chủ vị trí tạo cấu hình, dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, UE nhận ít

nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Theo một khía cạnh, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm các lệnh thực thi được bằng máy tính bao gồm ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE nhận, từ nút mạng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên, ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE gửi đến nút mạng, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất và ít nhất một lệnh chỉ thị cho UE nhận, từ nút mạng, dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất thấp hơn ngưỡng, cấu hình để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

Các mục đích và ưu điểm khác liên quan đến các khía cạnh được mô tả ở đây sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này dựa trên các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo được thể hiện để hỗ trợ việc mô tả các khía cạnh của sáng chế và được cung cấp chỉ để minh họa các khía cạnh và không nhằm làm giới hạn sáng chế.

Fig.1 minh họa hệ thống truyền thông không dây làm ví dụ theo một số khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ trên Fig.2A và Fig.2B minh họa cấu trúc mạng không dây làm ví dụ, theo một số khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3C là các sơ đồ khối đơn giản hóa của một số khía cạnh làm ví dụ về các thành phần mà có thể được dùng trong các nút truyền thông không dây và được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền thông, theo các khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4D là các sơ đồ minh họa các cấu trúc khung làm ví dụ và các kênh trong cấu trúc khung, theo các khía cạnh của sáng chế.

Các hình vẽ trên Fig.5A và Fig.5B minh họa các thủ tục truy cập ngẫu nhiên làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ của thủ tục phục hồi lỗi chùm SpCell dựa trên truy cập ngẫu nhiên làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ minh họa kỹ thuật làm ví dụ để xác định vị trí của thiết bị di động bằng cách sử dụng thông tin thu được từ nhiều trạm gốc.

Các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10 minh họa các phương pháp truyền thông không dây làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khía cạnh của sáng chế được đề cập trong phần mô tả sau đây và các hình vẽ liên quan thể hiện các ví dụ khác nhau được đưa ra nhằm mục đích minh họa. Các khía cạnh thay thế có thể được đưa ra mà không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, các thành phần đã biết của sáng chế sẽ không được mô tả chi tiết hoặc sẽ được lược bỏ để không gây khó hiểu cho các chi tiết liên quan của sáng chế.

Thuật ngữ “làm ví dụ” và/hoặc “ví dụ” được dùng ở đây có nghĩa là “có vai trò làm ví dụ, mẫu hoặc minh họa. Khía cạnh bất kỳ được mô tả ở đây là “làm ví dụ” và/hoặc “ví dụ” không nhất thiết được hiểu là được ưu tiên hoặc có lợi hơn so với các khía cạnh khác. Tương tự, thuật ngữ “các khía cạnh của sáng chế” không yêu cầu tất cả các khía cạnh của sáng chế đều bao gồm dấu hiệu, ưu điểm hoặc chế độ hoạt động đã được mô tả.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng thông tin và tín hiệu được mô tả dưới đây có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng công nghệ và kỹ thuật bất kỳ trong số nhiều công nghệ và kỹ thuật khác nhau. Ví dụ, dữ liệu, lệnh, chỉ lệnh, thông tin, tín hiệu, bit, ký hiệu, và chip mà có thể được viện dẫn khắp phần mô tả dưới đây có thể được thể hiện bằng điện áp, dòng điện, sóng điện từ, từ trường hoặc hạt từ, quang trường hoặc hạt quang, hoặc dạng kết hợp bất kỳ của chúng, phụ thuộc một phần vào ứng dụng cụ thể, thiết kế mong muốn, kỹ thuật tương ứng, v.v..

Ngoài ra, nhiều khía cạnh được mô tả theo chuỗi các hành động sẽ được thực hiện bởi, ví dụ, các thành phần của thiết bị tính toán. Cần hiểu rằng một số hành động được mô tả ở đây có thể được thực hiện bởi các mạch riêng (ví dụ, mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), bởi các lệnh chương trình đang được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, hoặc bởi tổ hợp cả hai. Ngoài ra, (các) chuỗi hành động được mô tả ở đây có thể được coi là được thể hiện toàn bộ trong dạng bất kỳ của phương

tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính có tập hợp lệnh máy tính được lưu trữ trong đó mà khi thi hành khiến hoặc lệnh cho bộ xử lý liên quan của thiết bị thực hiện chức năng được mô tả ở đây. Do đó, một số khía cạnh của sáng chế có thể được thể hiện ở một số dạng khác nhau, tất cả các dạng này đều được dự tính là nằm trong phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ. Ngoài ra, với mỗi trong số các khía cạnh được mô tả ở đây, dạng tương ứng của khía cạnh bất kỳ như vậy có thể được mô tả ở đây là, ví dụ, "lôgic được tạo cấu hình để" thực hiện hành động được mô tả.

Như được dùng ở đây, các thuật ngữ "thiết bị người dùng" (UE) và "trạm gốc" không được dự định là loại cụ thể hoặc nếu không thì giới hạn ở công nghệ truy cập vô tuyến (Radio Access Technology - RAT) cụ thể bất kỳ, trừ khi có lưu ý khác. Nói chung, UE có thể là thiết bị truyền thông không dây bất kỳ (ví dụ, điện thoại di động, bộ định tuyến, máy tính để bàn, máy tính xách tay, thiết bị theo dõi, thiết bị đeo được (ví dụ, đồng hồ thông minh, kính, tai nghe thực tế tăng cường (augmented reality - AR)/thực tế ảo (virtual reality - VR), v.v.), phương tiện (ví dụ, ô tô, xe máy, xe đạp, v.v.), thiết bị Internet vạn vật (Internet of Thing - IoT), v.v.) được người dùng sử dụng để truyền thông qua mạng truyền thông không dây. UE có thể là di động hoặc có thể (ví dụ, ở các thời điểm nhất định) là cố định, và có thể truyền thông với mạng truy cập vô tuyến (Radio Access Network - RAN). Như được dùng ở đây, thuật ngữ "UE" có thể được gọi là theo cách thay thế cho nhau là "đầu cuối truy cập" hoặc "AT," "thiết bị máy khách," "thiết bị không dây," "thiết bị thuê bao," "đầu cuối thuê bao," "trạm thuê bao," "đầu cuối người dùng" hoặc UT, "đầu cuối di động," "trạm di động," hoặc các biến thể của chúng. Nhìn chung, các UE có thể truyền thông với mạng lõi qua RAN, và qua mạng lõi các UE có thể được kết nối với các mạng bên ngoài như mạng Internet và với các UE khác. Dĩ nhiên, các cơ chế kết nối khác với mạng lõi và/hoặc Internet cũng có thể thực hiện được đối với UE, chẳng hạn như mạng truy cập có dây, mạng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN) (ví dụ, dựa trên IEEE 802.11, v.v.) và v.v.

Trạm gốc có thể hoạt động theo một trong số các công nghệ RAT truyền thông với các UE tùy thuộc vào mạng trong đó nó được triển khai, và có thể theo cách khác được gọi là điểm truy cập (Access Point - AP), nút mạng, Nút B, Nút B cải tiến (evolved NodeB - eNB), Nút B Vô tuyến mới (New Radio - NR) (còn được gọi là gNB hoặc gNodeB), v.v. Ngoài ra, trong một số hệ thống trạm gốc có thể cung cấp chức năng báo hiệu nút biên thuần túy trong khi trong các hệ thống khác nó có thể cung cấp các chức năng điều khiển

và/hoặc quản lý mạng bổ sung. Liên kết truyền thông qua đó các UE có thể gửi các tín hiệu đến trạm gốc được gọi là kênh đường lên (uplink - UL) (ví dụ, kênh lưu lượng ngược, kênh điều khiển ngược, kênh truy cập, v.v.). Liên kết truyền thông qua đó trạm gốc có thể gửi các tín hiệu đến các UE được gọi là kênh đường xuống (downlink - DL) hoặc liên kết xuôi (ví dụ, kênh tìm gọi, kênh điều khiển, kênh phát quảng bá, kênh lưu lượng xuôi, v.v.). Như được dùng ở đây thuật ngữ kênh lưu lượng (traffic channel - TCH) có thể chỉ cả kênh lưu lượng đường lên/ngược hoặc đường xuống/xuôi.

Thuật ngữ "trạm gốc" có thể đề cập đến một điểm truyền-nhận (transmission-reception point - TRP) vật lý hoặc nhiều TRP vật lý mà có thể được đặt cùng vị trí hoặc không. Ví dụ, khi thuật ngữ "trạm gốc" dùng để chỉ một TRP vật lý, TRP vật lý có thể là anten của trạm gốc tương ứng với một ô của trạm gốc. Trong trường hợp thuật ngữ "trạm gốc" đề cập đến nhiều TRP vật lý cùng vị trí, các TRP vật lý có thể là mảng anten (ví dụ, như trong hệ thống nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple-input multiple-output - MIMO) hoặc nơi trạm gốc sử dụng điều hướng chùm sóng) của trạm gốc. Trong trường hợp thuật ngữ "trạm gốc" đề cập đến nhiều TRP vật lý không cùng vị trí, các TRP vật lý có thể là hệ thống anten phân tán (distributed antenna system - DAS) (mạng anten phân tách theo không gian được 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 TRP vật lý không cùng vị trí có thể là trạm gốc phục vụ nhận báo cáo đo từ UE và trạm gốc lân cận mà UE đang đo tín hiệu tham chiếu của nó. Vì TRP là điểm mà trạm gốc truyền và nhận tín hiệu không dây từ đó, như được dùng ở đây, nên việc nói về cuộc truyền từ hoặc nhận tại trạm gốc được hiểu là nói về một TRP cụ thể của trạm gốc.

Tín hiệu tần số vô tuyến (radio frequency - RF) bao gồm sóng điện từ có tần số nhất định truyền thông tin qua không gian giữa bộ phát và bộ thu. Như được dùng 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 đi do đặc tính lan truyền của tín hiệu RF qua các kênh đa đường. Cùng một tín hiệu RF được truyền trên các đường khác nhau giữa bộ phát và bộ thu có thể được gọi là tín hiệu RF "đa đường".

Theo một số khía cạnh, Fig.1 minh họa hệ thống truyền thông không dây làm ví dụ 100. Hệ thống truyền thông không dây 100 (còn có thể được gọi là mạng diện rộng không dây (wireless wide area network - WWAN)) có thể bao gồm một số trạm gốc 102 (được

gán nhãn “BS”) và một số UE 104. Các trạm gốc 102 có thể bao gồm các trạm gốc ô macro (trạm gốc ô công suất cao) và/hoặc các trạm gốc ô nhỏ (trạm gốc ô công suất thấp). Theo một khía cạnh, các trạm gốc ô macro 102 có thể bao gồm các eNB trong đó hệ thống truyền thông không dây 100 tương ứng với mạng LTE, hoặc gNB trong đó hệ thống truyền thông không dây 100 tương ứng với mạng NR, hoặc kết hợp cả hai, và các trạm gốc ô nhỏ 102’ có thể bao gồm các ô femto, ô pico, ô micro, v.v.

Các trạm gốc 102 có thể thiết lập chung RAN và giao tiếp chung với mạng lõi 170 (ví dụ, lõi gói cải tiến (evolved packet core - EPC) hoặc lõi thế hệ tiếp theo (next generation core - NGC)) qua các liên kết backhaul 122, và qua mạng lõi 170 đến một hoặc nhiều máy chủ vị trí 172. Ngoài các chức năng khác, trạm gốc 102 có thể thực hiện các chức năng liên quan đến một hoặc nhiều trong số chuyển dữ liệu người dùng, mã hóa và giải mã kênh vô tuyến, bảo vệ tính toàn vẹn, nén phần đầu, chức năng điều khiển tính di động (ví dụ, chuyển vùng, kết nối kép), phối hợp nhiều giữa các ô, thiết lập và ngắt kết nối, cân bằng tải, phân bổ các bản tin tầng không truy cập (non-access stratum-NAS), chọn nút NAS, đồng bộ hóa, dùng chung mạng truy cập vô tuyến (Radio access network-RAN), dịch vụ phát đa hướng và phát quảng bá đa phương tiện (Multimedia broadcast multicast service - MBMS), dò theo thuê bao và thiết bị, quản lý thông tin RAN (RAN information management - RIM), tìm gọi, định vị, và gửi bản tin cảnh báo. Các trạm gốc 102 có thể truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp với nhau (ví dụ, qua EPC/NGC) qua các liên kết backhaul 134, có thể có dây hoặc không dây.

Trạm gốc 102 có thể truyền thông không dây với các UE 104. Một trong số các trạm gốc 102 có thể cung cấp vùng phủ sóng truyền thông cho vùng phủ sóng địa lý tương ứng 110. Theo một khía cạnh, một hoặc nhiều ô có thể được trạm gốc 102 hỗ trợ trong mỗi vùng phủ sóng địa lý 110. “Ô” là thực thể truyền thông logic được dùng để truyền thông với một trạm gốc (ví dụ, qua một số tài nguyên tần số, được gọi là tần số sóng mang, sóng mang thành phần, sóng mang, băng tần, hoặc tương tự) và có thể được kết hợp với mã định danh (ví dụ, mã định danh ô vật lý (physical cell identifier - PCI), mã định danh ô ảo (virtual cell identifier - VCI)) để phân biệt các ô hoạt động trên tần số sóng mang khác nhau hoặc giống nhau. Trong một số trường hợp, 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), IoT băng hẹp (narrowband IoT - NB-IoT), băng thông rộng di động nâng cao (enhanced mobile broadband - eMBB) hoặc các loại khác) mà có thể cung cấp quyền truy

cập cho các loại UE khác nhau. Do ô được trạm gốc riêng hỗ trợ, thuật ngữ “ô” có thể đề cập đến một hoặc cả hai thực thể truyền thông logic và trạm gốc hỗ trợ nó, tùy thuộc vào ngữ cảnh. Trong một số trường hợp, thuật ngữ “ô” cũng có thể đề cập đến vùng phủ sóng địa lý của trạm gốc (ví dụ, sector), trong phạm vi là tần số sóng mang có thể được phát hiện và được dùng để truyền thông trong một phần của vùng phủ sóng địa lý 110.

Trong khi trạm gốc ô macro lân cận 102 các khu vực phủ sóng địa lý 110 có thể chồng một phần (ví dụ, trong vùng chuyển vùng), một số khu vực phủ sóng địa lý 110 có thể bị chồng đáng kể bởi khu vực phủ sóng địa lý 110 lớn hơn. Ví dụ, trạm gốc ô nhỏ 102' (có nhãn "SC" cho "ô nhỏ") có thể có vùng phủ sóng địa lý 110' về cơ bản chồng lên vùng phủ sóng địa lý 110 của một hoặc nhiều trạm gốc ô macro 102. Mạng mà bao gồm cả trạm gốc ô nhỏ và ô macro có thể được biết đến là mạng không đồng nhất. Mạng không đồng nhất cũng có thể bao gồm nút B cải tiến trong nhà (Home evolved node B - HeNB) nút này có thể cung cấp dịch vụ cho nhóm hạn chế được biết đến là nhóm thuê bao kín (Closed subscriber group-CSG).

Các đường liên kết truyền thông 120 giữa trạm gốc 102 và các UE 104 có thể bao gồm các cuộc truyền đường lên (uplink - UL) (còn gọi là liên kết ngược) từ UE 104 đến trạm gốc 102, hoặc các cuộc truyền đường xuống (downlink - DL) (còn gọi là liên kết xuôi) từ trạm gốc 102 đến UE 104. Các liên kết truyền thông 120 có thể sử dụng công nghệ anten MIMO, gồm ghép kênh không gian, điều hướng chùm sóng và/hoặc phân tập truyền. Liên kết truyền thông 120 có thể qua một hoặc nhiều tần số sóng mang. Việc phân bổ sóng mang có thể không đối xứng đối với đường xuống và đường lên (ví dụ, nhiều sóng mang hơn hoặc ít sóng mang hơn có thể được phân bổ cho đường xuống so với UL).

Mạng truyền thông không dây 100 có thể còn bao gồm điểm truy cập (access point-AP) WLAN 150 truyền thông với một hoặc nhiều trạm (station-STA) WLAN 152 qua liên kết truyền thông 154 trong phổ tần số được miễn cấp phép (chẳng hạn, 5GHz). Khi truyền thông trong phổ tần số được miễn cấp phép, các STA WLAN 152 và/hoặc AP WLAN 150 có thể thực hiện thủ tục đánh giá kênh rỗi (Clear channel assessment-CCA) hoặc nghe trước khi nói (listen before talk - LBT) trước khi truyền thông để xác định xem kênh này có khả dụng hay không.

Trạm gốc ô nhỏ 102' có thể hoạt động trong phổ tần số được cấp phép và/hoặc được miễn cấp phép. Khi hoạt động trong phổ tần số được miễn cấp phép, trạm gốc ô nhỏ 102'

có thể sử dụng công nghệ LTE hoặc NR và sử dụng phổ tần được miễn cấp phép 5 GHz giống như được AP WLAN 150 sử dụng. Trạm gốc ô nhỏ 102', triển khai LTE/5G trong phổ tần được miễn cấp phép, có thể tăng vùng phủ sóng và/hoặc tăng dung lượng của mạng truy cập. NR trong phổ tần được miễn cấp phép gọi là NR-U. LTE trong phổ được miễn cấp phép có thể được gọi là LTE-U, truy cập hỗ trợ được cấp phép (licensed assisted access-LAA), hoặc MulteFire.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm trạm trạm gốc sóng milimet (millimeter wave - mmW) 180 có thể hoạt động ở các tần số mmW và/hoặc tần số gần mmW khi truyền thông với UE 182. Tần số cực cao (Extremely high frequency - EHF) là một phần của RF trong phổ điện từ. EHF có phạm vi từ 30 GHz đến 300 GHz và bước sóng từ 1 milimet đến 10 milimet. Các sóng vô tuyến trong dải này có thể được gọi là sóng milimet. Tần số gần mmW có thể mở rộng xuống đến tần số 3 GHz với bước sóng 100 millimet. Dải tần siêu cao (super high frequency - SHF) mở rộng trong khoảng từ 3GHz đến 30GHz, còn được gọi là sóng xentimet. Truyền thông sử dụng dải tần số vô tuyến mmW/gần mmW có tổn thất đường truyền lớn và phạm vi phủ sóng tương đối ngắn. Trạm gốc mmW 180 và UE 182 có thể sử dụng kỹ thuật điều hướng chùm sóng (truyền và/hoặc nhận) trên liên kết truyền thông mmW 184 để bù tổn thất đường truyền cực lớn và phạm vi ngắn. Hơn nữa, cần hiểu rằng trong các cấu hình thay thế, một hoặc nhiều trạm gốc 102 cũng có thể truyền bằng cách sử dụng mmW hoặc gần mmW và kỹ thuật điều hướng chùm sóng. Do đó, cần hiểu rằng các minh họa ở trên chỉ là các ví dụ và không nên được hiểu là hạn chế các khía cạnh khác nhau được mô tả ở đây.

Kỹ thuật điều hướng chùm sóng truyền là kỹ thuật tập trung tín hiệu RF theo một hướng cụ thể. Theo truyền thống, khi nút mạng (ví dụ, trạm gốc) phát quảng bá tín hiệu RF, nó phát quảng bá tín hiệu theo mọi hướng (mọi hướng). Với kỹ thuật điều hướng chùm sóng truyền, nút mạng xác định vị trí của thiết bị đích nhất định (ví dụ, UE) (so với nút mạng truyền) và chiếu tín hiệu RF đường xuống khỏe hơn theo hướng cụ thể đó, do đó cung cấp tín hiệu RF nhanh hơn (về mặt tốc độ dữ liệu) và mạnh hơn cho (các) thiết bị nhận. Để thay đổi hướng của tín hiệu RF khi truyền, nút mạng có thể điều khiển pha và biên độ tương ứng của tín hiệu RF ở mỗi trong số một hoặc nhiều bộ phát đang phát quảng bá tín hiệu RF. Chẳng hạn, nút mạng có thể sử dụng mảng anten (được gọi là “mảng định pha” hoặc “dây anten”) mà tạo ra chùm sóng RF mà có thể được “lái” để trở theo các hướng khác nhau, mà không cần di chuyển anten trong thực tế. Cụ thể, dòng RF từ bộ phát được

cấp cho các anten riêng với mỗi quan hệ pha chính xác sao cho sóng vô tuyến từ các anten riêng cộng lại để làm tăng bức xạ ở hướng mong muốn, trong khi khử để giảm bức xạ ở các hướng không mong muốn.

Các chùm truyền có thể được sắp xếp gần như cùng vị trí, nghĩa là chúng xuất hiện với bộ thu (ví dụ, UE) như là có cùng các thông số, bất kể các anten truyền của bản thân nút mạng có được sắp xếp cùng vị trí về mặt vật lý hay không. Trong NR, có bốn loại quan hệ sắp xếp gần như cùng vị trí (quasi-collocation - QCL). Cụ thể, quan hệ QCL của một loại nhất định có nghĩa là các thông số nhất định về tín hiệu tham chiếu thứ hai trên chùm thứ hai có thể được suy ra từ thông tin về tín hiệu tham chiếu nguồn trên chùm nguồn. Do đó, nếu tín hiệu tham chiếu nguồn là QCL Loại A, thì bộ thu có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu nguồn để đánh giá dịch chuyển Doppler, trải Doppler, trễ trung bình, và trải trễ của tín hiệu tham chiếu thứ hai được truyền trên cùng một kênh. Nếu tín hiệu tham chiếu nguồn là QCL Loại B, thì bộ thu có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu nguồn để đánh giá dịch chuyển Doppler và trải Doppler của tín hiệu tham chiếu thứ hai được truyền trên cùng một kênh. Nếu tín hiệu tham chiếu nguồn là QCL Loại C, thì bộ thu có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu nguồn để đánh giá dịch chuyển Doppler và trễ trung bình của tín hiệu tham chiếu thứ hai được truyền trên cùng một kênh. Nếu tín hiệu tham chiếu nguồn là QCL Loại D, thì bộ thu có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu nguồn để đánh giá thông số nhận không gian của tín hiệu tham chiếu thứ hai được truyền trên cùng một kênh.

Trong kỹ thuật điều hướng chùm sóng nhận, bộ thu sử dụng chùm nhận để khuếch đại các tín hiệu RF phát hiện được trên kênh cho trước. Chẳng hạn, bộ thu có thể làm tăng thiết lập độ khuếch đại và/hoặc điều chỉnh thiết lập pha của dãy anten theo hướng cụ thể để khuếch đại (ví dụ, tăng mức khuếch đại của) các tín hiệu RF nhận được từ hướng đó. Do vậy, khi bộ thu được cho là điều hướng chùm sóng theo hướng nhất định, điều đó có nghĩa là độ khuếch đại chùm theo hướng đó cao hơn so với độ khuếch đại chùm theo các hướng khác, hoặc độ khuếch đại chùm ở hướng đó là cao nhất so với độ khuếch đại chùm theo hướng đó của tất cả các chùm nhận khác khả dụng với bộ thu. Điều này dẫn đến cường độ tín hiệu nhận được mạnh hơn (ví dụ, công suất nhận được tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Power - RSRP), chất lượng nhận được tín hiệu tham chiếu (reference signal received quality - RSRQ), tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (signal-to-interference-plus-noise ratio - SINR), v.v.) của các tín hiệu RF nhận được từ hướng đó.

Các chùm truyền và nhận có thể liên quan về mặt không gian. Liên quan về mặt không gian tức là các thông số của chùm thứ hai (ví dụ, chùm truyền hoặc chùm nhận) cho tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể được suy ra từ thông tin về chùm thứ nhất (ví dụ, chùm nhận hoặc chùm truyền) cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất. Ví dụ, UE có thể sử dụng chùm nhận cụ thể để nhận tín hiệu tham chiếu đường xuống tham chiếu (ví dụ, khối tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal block - SSB)) từ trạm gốc. Sau đó, UE có thể tạo ra chùm truyền để gửi tín hiệu tham chiếu đường lên (ví dụ, tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal - SRS)) cho trạm gốc đó dựa trên các thông số của chùm nhận.

Lưu ý rằng chùm "đường xuống" có thể là chùm truyền hoặc chùm nhận, tùy thuộc vào thực thể tạo ra nó. Ví dụ, nếu trạm gốc đang tạo ra chùm đường xuống để truyền tín hiệu tham chiếu cho UE, thì chùm đường xuống là chùm truyền. Tuy nhiên, nếu UE đang tạo ra chùm đường xuống, thì nó là chùm nhận để nhận tín hiệu tham chiếu đường xuống. Tương tự, chùm "đường lên" có thể là chùm truyền hoặc chùm nhận, tùy thuộc vào thực thể tạo ra nó. Ví dụ, nếu trạm gốc đang tạo ra chùm đường lên, thì đó là chùm nhận đường lên, và nếu UE đang tạo ra chùm đường lên thì đó là chùm truyền đường lên.

Trong 5G, phổ tần số trong đó các nút không dây (ví dụ, các trạm gốc 102/180, các UE 104/182) hoạt động được chia thành nhiều dải tần, FR1 (từ 450 đến 6000 MHz), FR2 (từ 24250 đến 52600 MHz), FR3 (trên 52600 MHz) và FR4 (giữa FR1 và FR2). Trong hệ thống đa sóng mang, chẳng hạn như 5G, một trong các tần số sóng mang được gọi là "sóng mang chính" hoặc "sóng mang neo" hoặc "ô phục vụ chính" hoặc "PCell" và các tần số sóng mang còn lại được gọi là "sóng mang thứ cấp" hoặc "ô phục vụ thứ cấp" hoặc "SCell". Trong cộng gộp sóng mang, sóng mang neo là sóng mang hoạt động trên tần số chính (ví dụ, FR1) được UE 104/182 sử dụng và ô trong đó UE 104/182 hoặc thực hiện thủ tục thiết lập kết nối điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) ban đầu hoặc bắt đầu thủ tục thiết lập lại kết nối RRC. Sóng mang chính mang tất cả các kênh điều khiển chung và dành riêng cho UE, và có thể là sóng mang ở tần số được cấp phép (tuy nhiên, điều này không phải lúc nào cũng đúng). Sóng mang thứ cấp là sóng mang hoạt động trên tần số thứ hai (ví dụ, FR2) mà có thể được tạo cấu hình khi kết nối RRC được thiết lập giữa UE 104 và sóng mang neo và có thể được dùng để cung cấp tài nguyên vô tuyến bổ sung. Trong một số trường hợp, sóng mang thứ cấp có thể là sóng mang ở tần số được miễn cấp phép. Sóng mang thứ cấp có thể chỉ chứa thông tin và tín hiệu báo hiệu cần thiết, ví dụ, những tín hiệu dành riêng cho UE có thể không có trong sóng mang thứ cấp, vì cả sóng

mang đường lên và sóng mang đường xuống chính thường dành riêng cho UE. Điều này có nghĩa là các UE 104/182 khác nhau trong một ô có thể có các sóng mang chính đường xuống khác nhau. Điều này cũng đúng đối với các sóng mang chính đường lên. Mạng có khả năng thay đổi sóng mang chính của UE 104/182 bất kỳ ở thời điểm bất kỳ. Điều này được thực hiện, ví dụ, để cân bằng tải trên các sóng mang khác nhau. Vì “ô phục vụ” (dù PCell hay SCell) tương ứng với tần số sóng mang/sóng mang thành phần mà một số trạm gốc đang truyền thông trên đó, thuật ngữ “ô”, “ô phục vụ”, “sóng mang thành phần”, “tần số sóng mang”, và tương tự có thể được dùng thay thế nhau.

Ví dụ, vẫn được thể hiện trên Fig.1, một trong các tần số được các trạm gốc ô macro 102 sử dụng có thể là sóng mang neo (hoặc “PCell”) và các tần số khác được các trạm gốc ô macro 102 và/hoặc trạm gốc mmW 180 sử dụng có thể là sóng mang thứ cấp (“SCell”). Việc truyền và/hoặc nhận đồng thời nhiều sóng mang cho phép UE 104/182 tăng đáng kể tốc độ truyền và/hoặc nhận dữ liệu. Ví dụ, hai sóng mang cộng gộp 20 MHz trong hệ thống đa sóng mang về lý thuyết sẽ dẫn đến tăng gấp hai lần tốc độ dữ liệu (tức là 40 MHz), so với tốc độ đạt được bởi một sóng mang 20 MHz.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm thêm một hoặc nhiều UE, như UE 190, mà kết nối gián tiếp với một hoặc nhiều mạng truyền thông qua một hoặc nhiều liên kết ngang hàng (peer-to-peer - P2P) thiết bị với thiết bị (device-to-device - D2D). Theo ví dụ trên Fig.1, UE 190 có liên kết P2P D2D 192 với một trong các UE 104 được kết nối với một trong các trạm gốc 102 (ví dụ, mà UE 190 có thể có được kết nối di động gián tiếp qua đó) và liên kết P2P D2D 194 với STA WLAN 152 được kết nối với AP WLAN 150 (mà UE 190 có thể gián tiếp thu được kết nối Internet dựa trên WLAN qua đó). Trong một ví dụ, các liên kết P2P D2D 192 và 194 có thể được hỗ trợ bởi RAT D2D đã biết bất kỳ, chẳng hạn như LTE trực tiếp (LTE Direct - LTE-D), WiFi trực tiếp (WiFi Direct - WiFi-D), Bluetooth®, v.v.

Hệ thống truyền thông không dây 100 có thể bao gồm thêm UE 164 mà có thể truyền thông với trạm gốc ô macro 102 qua liên kết truyền thông 120 và/hoặc trạm gốc mmW 180 qua liên kết truyền thông mmW 184. Ví dụ, trạm gốc ô macro 102 có thể hỗ trợ PCell và một hoặc nhiều SCell cho UE 164 và trạm gốc mmW 180 có thể hỗ trợ một hoặc nhiều SCell cho UE 164.

Theo một số khía cạnh, Fig.2A minh họa cấu trúc mạng không dây làm ví dụ 200.

Ví dụ, NGC 210 (còn được gọi là “5GC”) có thể được xem về mặt chức năng như là các chức năng mặt phẳng điều khiển (C-plane) 214 (ví dụ, đăng ký UE, xác thực, truy cập mạng, lựa chọn công, v.v.) và chức năng mặt phẳng người dùng (U-plane) 212 (ví dụ, chức năng công UE, truy cập vào mạng dữ liệu, định tuyến IP, v.v.), mà hoạt động phối hợp để tạo thành mạng lõi. Giao diện mặt phẳng người dùng (NG-U) 213 và giao diện mặt phẳng điều khiển (NG-C) 215 lần lượt kết nối gNB 222 với NGC 210 và cụ thể là với lần lượt các chức năng mặt phẳng người dùng 212 và các chức năng mặt phẳng điều khiển 214. Trong cấu hình bổ sung, eNB 224 cũng có thể được kết nối với NGC 210 qua NG-C 215 với các chức năng của mặt phẳng điều khiển 214 và NG-U 213 với các chức năng của mặt phẳng người dùng 212. Hơn nữa, eNB 224 có thể truyền thông trực tiếp với gNB 222 qua kết nối backhaul 223. Trong một số cấu hình, RAN Mới 220 có thể chỉ có một hoặc nhiều gNB 222, còn các cấu hình khác bao gồm một hoặc nhiều trong số cả eNB 224 và gNB 222. gNB 222 hoặc eNB 224 có thể truyền thông với các UE 204 (ví dụ, bất kỳ trong số các UE được mô tả trên Fig.1). Một khía cạnh tùy chọn khác có thể bao gồm máy chủ vị trí 230, máy chủ này có thể truyền thông với NGC 210 để cung cấp hỗ trợ vị trí cho UE 204. Máy chủ vị trí 230 có thể được triển khai dưới dạng nhiều máy chủ riêng (ví dụ, các máy chủ riêng về mặt vật lý, các mô đun phần mềm khác nhau trên một máy chủ, các mô đun phần mềm khác nhau trải trên nhiều máy chủ vật lý, v.v.) hoặc theo cách khác mỗi máy chủ có thể tương đương với một máy chủ duy nhất. Máy chủ vị trí 230 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều dịch vụ vị trí cho các UE 204 mà có thể kết nối với máy chủ vị trí 230 qua mạng lõi, NGC 210, và/hoặc qua Internet (không được minh họa). Hơn nữa, máy chủ vị trí 230 có thể được tích hợp vào thành phần của mạng lõi, hoặc có thể nằm ngoài mạng lõi.

Theo một số khía cạnh, Fig.2B minh họa một cấu trúc mạng không dây làm ví dụ 250 khác. Ví dụ, NGC 260 (còn được gọi là “5GC”) có thể được xem về mặt chức năng là các chức năng mặt phẳng điều khiển, được tạo ra bởi chức năng quản lý truy cập và di động (access and mobility management - AMF)/chức năng mặt phẳng người dùng (user plane function - UPF) 264, và các chức năng mặt phẳng người dùng, được cung cấp bởi chức năng quản lý phiên (session management function - SMF) 262, hoạt động phối hợp để tạo thành mạng lõi (ví dụ, NGC 260). Giao diện mặt phẳng người dùng 263 và giao diện mặt phẳng điều khiển 265 kết nối lần lượt eNB 224 với NGC 260 và cụ thể là với SMF 262 và AMF/UPF 264. Trong cấu hình bổ sung, gNB 222 cũng có thể được kết nối NGC 260 qua

giao diện mặt phẳng điều khiển 265 với AMF/UPF 264 và giao diện mặt phẳng người dùng 263 với SMF 262. Hơn nữa, eNB 224 có thể truyền thông trực tiếp với gNB 222 qua kết nối backhaul 223, có hoặc không có kết nối trực tiếp gNB với NGC 260. Trong một số cấu hình, RAN Mới 220 có thể chỉ có một hoặc nhiều gNB 222, còn các cấu hình khác bao gồm một hoặc nhiều trong số cả eNB 224 và gNB 222. gNB 222 hoặc eNB 224 có thể truyền thông với các UE 204 (ví dụ, bất kỳ trong số các UE được mô tả trên Fig.1). Các trạm gốc của RAN Mới 220 truyền thông với phía AMF của AMF/UPF 264 qua giao diện N2 và phía UPF của AMF/UPF 264 qua giao diện N3.

Các chức năng của AMF bao gồm quản lý đăng ký, quản lý kết nối, quản lý khả năng tiếp cận, quản lý di động, chặn hợp pháp, truyền bản tin quản lý phiên (session management - SM) giữa UE 204 và SMF 262, dịch vụ proxy minh bạch để định tuyến bản tin SM, xác thực truy cập và ủy quyền truy cập, truyền các bản tin dịch vụ tin nhắn ngắn (short message service - SMS) giữa UE 204 và chức năng dịch vụ tin nhắn ngắn (short message service function - SMSF) (không được thể hiện), và chức năng neo bảo mật (security anchor functionality - SEAF). AMF còn tương tác với chức năng máy chủ xác thực (authentication server function - AUSF) (không được thể hiện) và UE 204, và nhận khóa trung gian được thiết lập do quy trình xác thực UE 204. Trong trường hợp xác thực dựa trên môđun nhận dạng thuê bao UMTS ((universal mobile telecommunications system) subscriber identity module - USIM)), AMF truy xuất tài liệu bảo mật từ AUSF. Các chức năng của AMF còn bao gồm quản lý ngữ cảnh bảo mật (security context management - SCM). SCM nhận khóa từ SEAF mà nó sử dụng để suy ra các khóa riêng cho mạng truy cập. Chức năng của AMF còn bao gồm quản lý dịch vụ vị trí cho các dịch vụ quy định, truyền các bản tin dịch vụ vị trí giữa UE 204 và chức năng quản lý vị trí (location management function - LMF) 270, cũng như giữa RAN Mới 220 và LMF 270, phân bổ mã định danh kênh mang hệ thống gói phát triển (evolved packet system- EPS) để liên kết với EPS và thông báo sự kiện di động của UE 204. Ngoài ra, AMF còn hỗ trợ các chức năng cho các mạng truy cập không phải 3GPP.

Các chức năng của UPF bao gồm hoạt động như điểm neo cho tính di động trong/giữa các RAT (khi có thể áp dụng), hoạt động như điểm phiên của đơn vị dữ liệu giao thức (protocol data unit - PDU) bên ngoài kết nối với mạng dữ liệu (không được thể hiện), thực hiện định tuyến gói và chuyển tiếp, kiểm tra gói, cưỡng bức quy tắc chính sách mặt phẳng người dùng (ví dụ, qua cổng, chuyển hướng, điều hướng lưu lượng), chặn hợp

pháp (thu thập mặt phẳng người dùng), báo cáo sử dụng lưu lượng, xử lý chất lượng dịch vụ (quality of service - QoS) cho mặt phẳng người dùng (ví dụ, thực thi tốc độ UL/DL, đánh dấu QoS phản chiếu trong DL), xác minh lưu lượng đường lên (luồng dữ liệu dịch vụ (service data flow - SDF) cho ánh xạ luồng QoS), đánh dấu gói mức truyền tải trong đường lên và DL, đệm gói đường xuống và kích hoạt thông báo dữ liệu đường xuống, gửi và chuyển tiếp của một hoặc nhiều "dấu kết thúc" cho nút RAN nguồn.

Các chức năng của SMF 262 bao gồm quản lý phiên, phân bổ và quản lý địa chỉ giao thức Internet (Internet protocol - IP) của UE, lựa chọn và kiểm soát các chức năng của mặt phẳng người dùng, cấu hình điều khiển lưu lượng tại UPF để định tuyến lưu lượng cho đích thích hợp, kiểm soát một phần của việc thực thi chính sách và QoS, và thông báo dữ liệu đường xuống. Giao diện mà SMF 262 truyền thông với phía AMF của AMF/UPF 264 trên đó được gọi là giao diện N11.

Một khía cạnh tùy chọn khác có thể bao gồm LMF 270, có thể truyền thông với NGC 260 để cung cấp hỗ trợ vị trí cho các UE 204. LMF 270 có thể được triển khai dưới dạng nhiều máy chủ riêng (ví dụ, các máy chủ riêng về mặt vật lý, các module phần mềm khác nhau trên một máy chủ duy nhất, các module phần mềm khác nhau trải trên nhiều máy chủ vật lý, v.v.), hoặc cách khác mỗi máy chủ có thể tương đương với một máy chủ duy nhất. LMF 270 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ một hoặc nhiều dịch vụ vị trí cho các UE 204 mà có thể kết nối với LMF 270 qua mạng lõi, NGC 260 và/hoặc qua Internet (không được minh họa).

Các hình vẽ trên Fig.3A, Fig.3B và Fig.3C minh họa một số thành phần làm ví dụ (đại diện bằng các khối tương ứng) có thể được tích hợp vào UE 302 (có thể tương ứng với bất kỳ trong số các UE được mô tả ở đây), trạm gốc 304 (có thể tương ứng với bất kỳ trong số các trạm gốc được mô tả ở đây), và thực thể mạng 306 (có thể tương ứng hoặc thể hiện bất kỳ trong số các chức năng mạng được mô tả ở đây, bao gồm máy chủ vị trí 230 và LMF 270) để hỗ trợ các hoạt động truyền tập như được mô tả ở đây. Cần hiểu rằng các thành phần này có thể được thực hiện trong các loại thiết bị khác nhau theo các phương án thực hiện khác nhau (ví dụ, trong ASIC, trong hệ thống trên chip (System-on-Chip - SoC), v.v.). Các thành phần được minh họa cũng có thể được đưa vào các thiết bị khác trong hệ thống truyền thông. Chẳng hạn, các thiết bị khác trong hệ thống có thể bao gồm các thành phần tương tự với các thành phần được mô tả để cung cấp chức năng tương tự. Ngoài ra, thiết bị

cho trước có thể chứa một hoặc nhiều trong các thành phần này. Chẳng hạn, thiết bị có thể bao gồm nhiều thành phần bộ thu phát mà có thể cho phép thiết bị hoạt động trên nhiều sóng mang và/hoặc truyền thông qua các công nghệ khác nhau.

UE 302 và trạm gốc 304 đều bao gồm lần lượt bộ thu phát mạng diện rộng không dây (wireless wide area network - WWAN) 310 và 350, được tạo cấu hình để truyền thông qua một hoặc nhiều mạng truyền thông không dây (không được thể hiện), như mạng NR, mạng LTE, mạng GSM, và/hoặc tương tự. Các bộ thu phát WWAN 310 và 350 có thể được kết nối lần lượt với một hoặc nhiều anten 316 và 356, để truyền thông với các nút mạng khác, như các UE, điểm truy cập, trạm gốc (ví dụ, eNB, gNB) khác, v.v., qua tại ít nhất một RAT được chỉ định (ví dụ, NR, LTE, GSM, v.v.) trên phương tiện truyền thông không dây quan tâm (ví dụ, một số tập hợp tài nguyên thời gian/tần số trong phổ tần số cụ thể). Các bộ thu phát WWAN 310 và 350 có thể được tạo cấu hình khác nhau để truyền và mã hóa tín hiệu 318 và 358 (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, và v.v.), và ngược lại, để nhận và giải mã tín hiệu 318 và 358 (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, tín hiệu hoa tiêu, và v.v.), tương ứng, theo RAT được chỉ định. Cụ thể, các bộ thu phát WWAN 310 và 350 bao gồm lần lượt một hoặc nhiều bộ phát 314 và 354, để truyền và mã hóa tín hiệu 318 và 358, và một hoặc nhiều bộ thu 312 và 352, tương ứng để lần lượt nhận và giải mã tín hiệu 318 và 358,

UE 302 và trạm gốc 304 còn bao gồm, ít nhất trong một số trường hợp, các bộ thu phát mạng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN) 320 và 360 tương ứng. Các bộ thu phát WLAN 320 và 360 có thể được kết nối với một hoặc nhiều anten 326 và 366 tương ứng để truyền thông với các nút mạng khác, chẳng hạn như các UE, điểm truy cập, trạm gốc khác, v.v., qua ít nhất một RAT được chỉ định (ví dụ, WiFi, LTE-D, Bluetooth®, v.v.) qua phương tiện truyền thông không dây quan tâm. Các bộ thu phát WLAN 320 và 360 có thể được tạo cấu hình khác nhau để truyền và mã hóa tín hiệu 328 và 368 (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, và v.v.), và ngược lại, để nhận và giải mã tín hiệu 328 và 368 (ví dụ, bản tin, chỉ báo, thông tin, tín hiệu hoa tiêu, và v.v.), tương ứng, theo RAT được chỉ định. Cụ thể, các bộ thu phát WLAN 320 và 360 bao gồm lần lượt một hoặc nhiều bộ phát 324 và 364, để truyền và mã hóa tín hiệu 328 và 368, và một hoặc nhiều bộ thu 322 và 362, tương ứng để lần lượt nhận và giải mã tín hiệu 328 và 368,

Mạch thu phát bao gồm ít nhất một bộ phát và ít nhất một bộ thu có thể bao gồm thiết bị tích hợp (ví dụ, được thể hiện dưới dạng mạch phát và mạch thu của một thiết bị truyền thông) theo một số phương án thực hiện, có thể bao gồm thiết bị phát riêng và thiết bị thu riêng theo một số phương án thực hiện, hoặc có thể được thể hiện theo cách khác trong các phương án thực hiện khác. Theo một khía cạnh, bộ phát có thể bao gồm hoặc được ghép nối với nhiều anten (ví dụ, các anten 316, 326, 356, 366), như mảng anten, cho phép thiết bị tương ứng thực hiện “điều hướng chùm sóng” truyền, như được mô tả ở đây. Tương tự, bộ thu có thể bao gồm hoặc được ghép nối với nhiều anten (ví dụ, các anten 316, 326, 356, 366), như mảng anten, cho phép thiết bị tương ứng thực hiện điều hướng chùm sóng nhận, như được mô tả ở đây. Theo một khía cạnh, bộ phát và bộ thu có thể dùng chung nhiều anten (ví dụ, anten 316, 326, 356, 366) giống nhau, sao cho thiết bị tương ứng chỉ có thể nhận hoặc truyền tại một thời điểm nhất định, không phải cả hai cùng một lúc. Thiết bị truyền thông không dây (ví dụ, một hoặc cả hai bộ thu phát 310 và 320 và/hoặc 350 và 360) của UE 302 và/hoặc trạm gốc 304 cũng có thể bao gồm mô-đun lắng nghe mạng (network listen module - NLM) hoặc tương tự để thực hiện các phép đo khác nhau.

UE 302 và trạm gốc 304 còn bao gồm, ít nhất trong một số trường hợp, các bộ thu hệ thống định vị vệ tinh (satellite positioning systems - SPS) 330 và 370, tương ứng. Các bộ thu SPS 330 và 370 có thể được kết nối với một hoặc nhiều anten 336 và 376 tương ứng để nhận tín hiệu SPS 338 và 378, chẳng hạn như tín hiệu của hệ thống định vị toàn cầu (GPS), tín hiệu của hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (global navigation satellite system - GLONASS), tín hiệu Galileo, tín hiệu Beidou, Hệ thống vệ tinh dẫn đường khu vực Ấn Độ (NAVIC), Hệ thống vệ tinh Quasi-Zenith (Quasi-Zenith Satellite System - QZSS), v.v. Các bộ thu SPS 330 và 370 có thể bao gồm phần cứng và/hoặc phần mềm thích hợp bất kỳ để nhận và xử lý tín hiệu SPS 338 và 378, tương ứng. Các bộ thu SPS 330 và 370 yêu cầu thông tin và hoạt động thích hợp từ các hệ thống khác, và thực hiện các phép tính cần thiết để xác định vị trí của UE 302 và trạm gốc 304 tương ứng, sử dụng các số đo thu được bằng thuật toán SPS thích hợp bất kỳ.

Mỗi trạm gốc 304 và thực thể mạng 306 bao gồm ít nhất một giao diện mạng 380 và 390, tương ứng, để truyền thông với các thực thể mạng khác. Chẳng hạn, các giao diện mạng 380 và 390 (ví dụ, một hoặc nhiều các cổng truy cập mạng) có thể được tạo cấu hình để truyền thông với một hoặc nhiều thực thể mạng qua liên kết backhaul có dây hoặc không dây. Theo một số khía cạnh, các giao diện mạng 380 và 390 có thể được thực hiện như bộ

thu phát được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền thông tín hiệu có dây hoặc không dây. Việc truyền thông này có thể bao gồm, chẳng hạn, gửi và nhận bản tin, thông số, và/hoặc các loại thông tin khác.

UE 302, trạm gốc 304 và thực thể mạng 306 còn bao gồm các thành phần khác có thể được dùng cùng với các hoạt động như được mô tả trong sáng chế này. UE 302 bao gồm mạch xử lý thực hiện phương án của hệ thống xử lý 332 để cung cấp chức năng liên quan đến, ví dụ, hoạt động định vị, và cung cấp chức năng xử lý khác. Trạm gốc 304 bao gồm hệ thống xử lý 384 để cung cấp chức năng liên quan đến, ví dụ, các hoạt động định vị như được mô tả ở đây và cung cấp chức năng xử lý khác. Thực thể mạng 306 bao gồm hệ thống xử lý 394 để cung cấp chức năng liên quan đến, ví dụ, các hoạt động định vị như được mô tả ở đây và cung cấp chức năng xử lý khác. Theo một khía cạnh, các hệ thống xử lý 332, 384 và 394 có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý đa năng, bộ xử lý nhiều lõi, ASIC, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), mảng cổng lập trình được bằng trường (field programmable gate array - FPGA), hoặc thiết bị logic có thể lập trình được khác hoặc mạch xử lý.

UE 302, trạm gốc 304 và thực thể mạng 306 bao gồm mạch bộ nhớ thực hiện phương án của các thành phần bộ nhớ 340, 386 và 396 (ví dụ, mỗi thành phần bao gồm thiết bị nhớ), để duy trì thông tin (ví dụ, thông tin chỉ báo về tài nguyên dự trữ, ngưỡng, thông số, v.v.). Trong một số trường hợp, UE 302, trạm gốc 304 và thực thể mạng 306 có thể bao gồm lần lượt các thành phần định vị 342, 388 và 398. Các thành phần định vị 342, 388 và 398 có thể là mạch phần cứng là một phần của hoặc được kết hợp với hệ thống xử lý 332, 384 và 394, khi được thực thi, khiến cho UE 302, trạm gốc 304 và mạng thực thể 306 thực hiện chức năng được mô tả ở đây. Theo các khía cạnh khác, các thành phần định vị 342, 388 và 398 có thể lần lượt nằm ngoài hệ thống xử lý 332, 384 và 394 (ví dụ, một phần của hệ thống xử lý môđem, được tích hợp với hệ thống xử lý khác, v.v.). Ngoài ra, các thành phần định vị 342, 388 và 398 có thể là các môđun bộ nhớ (như thể hiện trong các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3C) được lưu trữ tương ứng trong các thành phần bộ nhớ 340, 386 và 396, khi được thực thi bởi hệ thống xử lý 332, 384 và 394 (hoặc hệ thống xử lý môđem, hệ thống xử lý khác, v.v.), khiến cho UE 302, trạm gốc 304, và thực thể mạng 306 thực hiện chức năng được mô tả ở đây.

UE 302 có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến 344 được ghép nối với hệ thống xử lý 332 để cung cấp thông tin chuyển động và/hoặc định hướng độc lập với dữ liệu chuyển động thu được từ các tín hiệu nhận được bởi bộ thu phát WWAN 310, bộ thu phát WLAN 320, và/hoặc bộ thu SPS 330. Ví dụ, (các) cảm biến 344 có thể bao gồm gia tốc kế (ví dụ, thiết bị hệ thống cơ vi điện (micro-electrical mechanical - MEMS)), con quay hồi chuyển, cảm biến địa từ (ví dụ, la bàn), máy đo độ cao (ví dụ, cao độ kế áp suất khí áp), và/hoặc loại cảm biến phát hiện chuyển động nào khác bất kỳ. Hơn nữa, (các) cảm biến 344 có thể bao gồm nhiều loại thiết bị khác nhau và kết hợp các đầu ra của chúng để cung cấp thông tin chuyển động. Ví dụ, (các) cảm biến 344 có thể sử dụng kết hợp của gia tốc kế đa trục và các cảm biến định hướng để cung cấp khả năng tính toán vị trí trong hệ tọa độ 2D và/hoặc 3D.

Ngoài ra, UE 302 bao gồm giao diện người dùng 346 để cung cấp các chỉ báo (ví dụ, các chỉ báo nghe được và/hoặc thấy được) cho người dùng và/hoặc để nhận đầu vào người dùng (ví dụ, khi người dùng khởi động thiết bị cảm ứng như bàn phím, màn hình cảm ứng, micrô, và v.v.). Mặc dù không được thể hiện, trạm gốc 304 và thực thể mạng 306 cũng có thể bao gồm các giao diện người dùng.

Đề cập chi tiết hơn đến hệ thống xử lý 384, trong đường xuống, các gói IP từ thực thể mạng 306 có thể được cung cấp cho hệ thống xử lý 384. Hệ thống xử lý 384 có thể thực hiện chức năng cho lớp RRC), và lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergence protocol - PDCP), lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC), và lớp điều khiển truy cập môi trường (medium access control - MAC). Hệ thống xử lý 384 có thể cung cấp chức năng lớp RRC gắn với việc phát quảng bá thông tin hệ thống (ví dụ, khối thông tin chính (MIB), khối thông tin hệ thống (SIB)), điều khiển kết nối RRC (ví dụ, tìm gọi kết nối RRC, thiết lập kết nối RRC, và thay đổi kết nối RRC và ngắt kết nối RRC), tính di động theo công nghệ truy cập liên vô tuyến (radio access technology - RAT), và cấu hình đo kiểm để báo cáo đo kiểm UE; chức năng của lớp PDCP kết hợp với việc nén/giải nén phần đầu, tính bảo mật (mã hóa, giải mã, bảo vệ tính nguyên vẹn, xác nhận tính nguyên vẹn) và các chức năng hỗ trợ chuyển vùng; chức năng của lớp RLC kết hợp với việc chuyển các đơn vị dữ liệu gói (packet data unit - PDU) lớp trên, sửa lỗi qua yêu cầu lặp tự động (automatic repeat request - ARQ), ghép nối, phân đoạn và ghép lại các đơn vị dữ liệu dịch vụ (service data unit - SDU) RLC, tái phân đoạn các PDU dữ liệu RLC, và tái sắp xếp các PDU dữ liệu RLC; và chức năng lớp MAC kết hợp với việc ánh xạ giữa các kênh logic và

kênh truyền tải, báo cáo thông tin lập lịch, sửa lỗi, xử lý ưu tiên và ưu tiên kênh logic.

Các bộ phát 354 và bộ thu 356 thực hiện chức năng của lớp-1 gắn với các chức năng xử lý tín hiệu khác nhau. Lớp-1, gồm lớp vật lý (physical - PHY), có thể gồm việc phát hiện lỗi trên các kênh truyền tải, mã hóa/giải mã sửa lỗi trước (forward error correction - FEC) của các kênh truyền tải, đan xen, so khớp tốc độ, ánh xạ lên các kênh vật lý, điều chế/giải điều chế các kênh vật lý và xử lý anten MIMO. Bộ phát 354 thực hiện việc ánh xạ lên các chòm điểm tín hiệu dựa vào các sơ đồ điều chế khác nhau (ví dụ, khóa dịch pha nhị phân (binary phase-shift keying - BPSK), khóa dịch pha vuông góc (quadrature phase-shift keying - QPSK), khóa dịch pha M (M-phase-shift keying - M-PSK), điều chế biên độ vuông góc M (M-quadrature amplitude modulation - M-QAM)). Sau đó các ký hiệu được mã hóa và điều chế có thể được tách thành các dòng song song. Sau đó, mỗi dòng được ánh xạ đến sóng mang con ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), được ghép kênh với tín hiệu tham chiếu (chẳng hạn, tín hiệu hoa tiêu) trong miền thời gian và/hoặc tần số, và sau đó được kết hợp với nhau nhờ sử dụng phép biến đổi Fourier nhanh ngược (Inverse Fast Fourier Transform - IFFT) để tạo ra kênh vật lý mang dòng ký hiệu OFDM miền thời gian. Dòng OFDM được mã hóa trước về không gian để tạo ra nhiều dòng không gian. Ước lượng kênh từ bộ ước lượng kênh có thể được dùng để xác định sơ đồ mã hóa và điều chế, cũng như để xử lý không gian. Ước lượng kênh có thể được suy ra từ tín hiệu tham chiếu và/hoặc thông tin phản hồi điều kiện kênh được truyền bởi UE 302. Mỗi dòng không gian sau đó được cung cấp cho một hoặc nhiều anten 356 khác nhau. Bộ phát 354 có thể điều chế sóng mang RF với dòng không gian tương ứng để truyền.

Tại UE 302, bộ thu 312 thu được tín hiệu qua (các) anten 316 tương ứng của nó. Bộ thu 312 khôi phục thông tin được điều chế trên sóng mang RF và cung cấp thông tin này cho hệ thống xử lý 332. Bộ phát 314 và bộ thu 312 thực hiện chức năng của lớp-1 gắn với các chức năng xử lý tín hiệu khác nhau. Bộ thu 312 có thể thực hiện xử lý không gian dựa vào thông tin để khôi phục dòng không gian bất kỳ dành cho UE 302. Nếu nhiều dòng không gian được dành cho UE 302, chúng có thể được kết hợp bởi bộ thu 312 thành một dòng ký hiệu OFDM. Sau đó bộ thu 312 biến đổi dòng ký hiệu OFDM từ miền thời gian sang miền tần số bằng cách sử dụng phép Biến đổi Fourier Nhanh (Fast Fourier Transform - FFT). Tín hiệu miền tần số bao gồm dòng ký hiệu OFDM riêng cho mỗi sóng mang con của tín hiệu OFDM. Các tín hiệu trên mỗi sóng mang con và tín hiệu tham chiếu được khôi phục và giải điều chế bằng cách xác định các điểm chùm tín hiệu xác suất cao nhất được

truyền bởi trạm gốc 304. Các quyết định mềm này có thể dựa vào các kết quả ước lượng kênh được tính toán bởi bộ ước lượng kênh. Sau đó các quyết định mềm này được giải mã và được giải đan xen để khôi phục dữ liệu và tín hiệu điều khiển mà ban đầu được truyền bởi trạm gốc 304 trên kênh vật lý. Sau đó, dữ liệu và các tín hiệu điều khiển được cung cấp cho hệ thống xử lý 332 thực hiện chức năng của Lớp-3 và Lớp-2.

Trong UL, hệ thống xử lý 332 thực hiện giải ghép kênh giữa các kênh truyền tải và kênh logic, ghép lại gói, giải mã, giải nén phần đầu, xử lý tín hiệu điều khiển để khôi phục các gói IP từ mạng lõi. Hệ thống xử lý 332 còn chịu trách nhiệm về việc phát hiện lỗi.

Tương tự với chức năng được mô tả liên quan đến cuộc truyền đường xuống bởi trạm gốc 304, hệ thống xử lý 332 cung cấp chức năng lớp RRC gắn với việc thu thông tin hệ thống (ví dụ, MIB, SIB), kết nối RRC và báo cáo đo, chức năng của lớp PDCP kết hợp với việc nén/giải nén phần đầu, và bảo mật (mã hóa, giải mã, bảo vệ tính nguyên vẹn, xác nhận tính nguyên vẹn); và chức năng của lớp RLC kết hợp với việc chuyển các đơn vị dữ liệu gói (packet data unit - PDU) lớp trên, sửa lỗi qua ARQ, ghép nối, phân đoạn, và tái tổ hợp các SDU RLC, tái phân đoạn các PDU dữ liệu RLC, và tái sắp xếp các PDU dữ liệu RLC; và chức năng lớp MAC kết hợp với việc ánh xạ giữa các kênh logic và kênh truyền tải, ghép kênh các SDU MAC lên các khối truyền tải (transport block - TB), giải ghép kênh các SDU MAC từ các khối TB, báo cáo thông tin lập lịch, sửa lỗi qua yêu cầu lặp tự động lại (HARQ), xử lý ưu tiên, và ưu tiên kênh logic.

Các ước lượng kênh được suy ra bởi bộ ước lượng kênh từ tín hiệu tham chiếu hoặc phản hồi được truyền bởi trạm gốc 304 có thể được dùng bởi bộ phát 314 để chọn các sơ đồ mã hóa và điều chế phù hợp, và để tạo thuận lợi cho việc xử lý không gian. Các dòng không gian được tạo ra bởi bộ phát 314 có thể được cung cấp cho các anten 316 khác nhau. Bộ phát 314 có thể điều chế sóng mang RF với dòng không gian tương ứng để truyền.

Cuộc truyền đường lên được xử lý tại trạm gốc 304 theo cách tương tự như được mô tả liên quan đến chức năng nhận tại UE 302. Bộ thu 352 thu được tín hiệu qua (các) anten 356 tương ứng của nó. Bộ thu 352 khôi phục thông tin được điều chế trên sóng mang RF và cung cấp thông tin này cho hệ thống xử lý 384.

Trong UL, hệ thống xử lý 384 hỗ trợ giải ghép kênh giữa các kênh truyền tải và kênh logic, ghép lại gói, giải mã, giải nén tiêu đề, xử lý tín hiệu điều khiển để khôi phục các gói IP từ UE 302. Các gói IP từ hệ thống xử lý 384 có thể được cung cấp cho mạng lõi. Hệ

thống xử lý 384 còn chịu trách nhiệm về việc phát hiện lỗi.

Để thuận tiện, UE 302, trạm gốc 304, và/hoặc thực thể mạng 306 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3C là bao gồm các thành phần khác nhau mà có thể được tạo cấu hình theo các ví dụ khác nhau được mô tả ở đây. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, các khối được minh họa có thể có chức năng khác nhau trong các thiết kế khác nhau.

Một số thành phần khác nhau của UE 302, trạm gốc 304, và thực thể mạng 306 có thể lần lượt truyền thông với nhau qua các bus dữ liệu 334, 382 và 392. Các thành phần trên các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3C có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau. Theo một số phương án thực hiện, các thành phần trên các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3C có thể được thực hiện trong một hoặc nhiều mạch như, ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý và/hoặc một hoặc nhiều ASIC (mà có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý). Ở đây, mỗi mạch có thể sử dụng và/hoặc kết hợp ít nhất một thành phần bộ nhớ để lưu trữ thông tin hoặc mã thực thi được được dùng bởi mạch để cung cấp chức năng này. Ví dụ, một số hoặc tất cả chức năng được được biểu thị bởi các khối từ 310 đến 346 có thể được thực thi bởi bộ xử lý và (các) thành phần bộ nhớ của UE 302 (ví dụ, bởi việc thực thi mã thích hợp và/hoặc bởi cấu hình thích hợp của thành phần xử lý). Tương tự, một số hoặc tất cả chức năng được biểu thị bởi các khối từ 350 đến 388 có thể được thực thi bởi bộ xử lý và (các) thành phần bộ nhớ của trạm gốc 304 (ví dụ, bằng cách thực thi mã thích hợp và/hoặc bởi cấu hình thích hợp của thành phần bộ xử lý). Ngoài ra, một số hoặc tất cả chức năng được biểu thị bởi các khối từ 390 đến 398 có thể được thực thi bởi bộ xử lý và (các) thành phần bộ nhớ của thực thể mạng 306 (ví dụ, bằng cách thực thi mã thích hợp và/hoặc bởi cấu hình thích hợp của thành phần bộ xử lý). Để đơn giản, các hoạt động, thao tác và/hoặc chức năng khác nhau được mô tả ở đây được thực hiện “bởi UE”, “bởi trạm gốc”, “bởi thực thể định vị,” v.v. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, các hoạt động, thao tác, và/hoặc chức năng có thể được thực hiện thực sự bởi các thành phần cụ thể hoặc sự kết hợp của các thành phần của UE, trạm gốc, thực thể định vị, v.v., như các hệ thống xử lý 332, 384, 394, các bộ thu phát 310, 320, 350 và 360, các thành phần bộ nhớ 340, 386 và 396, các thành phần định vị 342, 388 và 398, v.v.

Các cấu trúc khung khác nhau có thể được dùng để hỗ trợ truyền đường xuống và đường lên giữa các nút mạng (ví dụ, trạm gốc và UE). Fig.4A là sơ đồ 400 minh họa một ví dụ về cấu trúc khung đường xuống, theo các khía cạnh của sáng chế. Fig.4B là sơ đồ

430 minh họa một ví dụ về các kênh trong cấu trúc khung đường xuống, theo các khía cạnh của sáng chế. Fig.4C là sơ đồ 450 minh họa một ví dụ về cấu trúc khung đường lên, theo các khía cạnh của sáng chế. Fig.4D là sơ đồ 480 minh họa một ví dụ về các kênh trong cấu trúc khung đường lên, theo các khía cạnh của sáng chế. Các công nghệ truyền thông không dây khác có thể có các cấu trúc khung khác nhau và/hoặc các kênh khác nhau.

LTE, và trong một số trường hợp NR, sử dụng OFDM trên đường xuống và ghép kênh phân chia theo tần số một sóng mang (single-carrier frequency division multiplexing - SC-FDM) trên đường lên. Tuy nhiên, không giống như LTE, NR có lựa chọn để sử dụng OFDM trên đường lên. OFDM và SC-FDM chia băng thông hệ thống thành nhiều (K) sóng mang con trực giao, mà còn gọi chung là âm, bin, v.v. Mỗi sóng mang con có thể được điều chế với dữ liệu. Nói chung, các ký hiệu điều chế được gửi trong miền tần số bằng kỹ thuật OFDM và trong miền thời gian bằng kỹ thuật SC-FDMA. Khoảng cách giữa các sóng mang con liên kế có thể được cố định, và tổng số sóng mang con (K) có thể phụ thuộc vào băng thông hệ thống. Ví dụ, khoảng cách của các sóng mang con có thể là 15 kHz và phân bổ tài nguyên tối thiểu (khối tài nguyên) có thể là 12 sóng mang con (hoặc 180 kHz). Do vậy, kích thước FFT danh nghĩa có thể bằng lần lượt 128, 256, 512, 1024 hoặc 2048 cho băng thông hệ thống 1,25, 2,5, 5, 10, hoặc 20 MHz. Băng thông hệ thống có thể còn được phân chia thành các dải con. Ví dụ, dải con có thể phủ sóng 1,08 MHz (tức là, 6 khối tài nguyên), và có lần lượt 1, 2, 4, 8 hoặc 16 dải con cho băng thông hệ thống 1,25, 2,5, 5, 10, hoặc 20 MHz.

LTE hỗ trợ một số học duy nhất (khoảng cách sóng mang con, chiều dài ký hiệu, v.v.). Ngược lại, NR có thể hỗ trợ nhiều số (μ), ví dụ, có thể có khoảng cách sóng mang con 15 kHz, 30 kHz, 60 kHz, 120 kHz và 240 kHz hoặc cao hơn. Bảng 1 được cung cấp dưới đây liệt kê một số thông số khác nhau cho các số NR khác nhau.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	Các ký hiệu/khe	Các khe/khung con	Các khe/khung	Khe (mili giây)	Thời khoảng ký hiệu (μ s)	Hệ thống danh nghĩa tối đa BW (MHz) với kích thước 4K FFT
15	14	1	10	1	66,7	50

30	14	2	20	0,5	33,3	100
60	14	4	40	0,25	16,7	100
120	14	8	80	0,125	8,33	400
240	14	16	160	0,0625	4,17	800

Bảng 1

Trong các ví dụ trên các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4D, số 15 kHz được sử dụng. Do đó, trong miền thời gian, khung (ví dụ, 10 ms) được chia thành 10 khung con có kích thước bằng nhau, mỗi khung là 1 ms, và mỗi khung con bao gồm một khe thời gian. Trong các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4D, thời gian được biểu diễn theo chiều ngang (ví dụ, trên trục X) với thời gian tăng từ trái sang phải, còn tần số được biểu diễn theo chiều dọc (ví dụ, trên trục Y) với tần số tăng (hoặc giảm) từ dưới lên trên.

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) thời gian đồng thời (còn được gọi là RB vật lý (physical RB - PRB)) trong miền tần số. Lưới tài nguyên còn được chia thành nhiều phần tử tài nguyên (resource element - RE). RE có thể tương ứng với một chiều dài ký hiệu trong miền thời gian và một sóng mang con trong miền tần số. Trong số trên các hình vẽ từ Fig.4A đến Fig.4D, đối với tiền tố vòng mở rộng, 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 sáu ký hiệu liên tiếp trong miền thời gian, cho toàn bộ 72 RE. Số bit được mang bởi mỗi RE phụ thuộc vào sơ đồ điều chế.

Như được minh họa trên Fig.4A, một số RE mang tín hiệu tham chiếu đường xuống (tín hiệu hoa tiêu) (downlink reference signal - DL-RS) để ước lượng kênh tại UE. DL-RS có thể bao gồm tín hiệu tham chiếu giải điều chế (demodulation reference signal - DMRS), tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (channel state information reference signal - CSI-RS), tín hiệu tham chiếu dành riêng cho ô (cell-specific reference signal - CRS), tín hiệu tham chiếu định vị (positioning reference signal - PRS), tín hiệu tham chiếu điều hướng (navigation reference signal - NRS), tín hiệu tham chiếu theo dõi (tracking reference signal - TRS), v.v., các vị trí làm ví dụ được gắn nhãn “R” trên Fig.4A.

Tập hợp các phần tử tài nguyên được dùng để truyền PRS được gọi là “tài nguyên PRS” và có thể được xác định bằng thông số *DL-PRS-ResourceId*. Tập hợp các phần tử tài nguyên (RE) có thể trải trên nhiều PRB trong miền tần số và N (ví dụ, 1 hoặc nhiều) (các) ký hiệu liên tiếp trong khe trong miền thời gian. Trong một ký hiệu OFDM nhất định trong miền thời gian, tài nguyên PRS chiếm các PRB liên tiếp trong miền tần số.

“Tập hợp tài nguyên PRS” là tập hợp tài nguyên PRS được dùng để truyền các tín hiệu PRS, trong đó mỗi tài nguyên PRS có một ID tài nguyên PRS (*DL-PRS-ResourceId*). Ngoài ra, các tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS được kết hợp với cùng một TRP. Tập hợp tài nguyên PRS được xác định bởi ID tập hợp tài nguyên PRS (*DL-PRS-ResourceSetId*) và được kết hợp với một TRP cụ thể (được xác định bằng ID ô). Ngoài ra, các tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS có cùng tính tuần hoàn, cấu hình mẫu ngắt chung, và cùng hệ số lặp trên các khe. Tính chu kỳ có thể có độ dài $2^\mu \cdot t$ khe, với t được chọn từ tập hợp {4, 5, 8, 10, 16, 20, 32, 40, 64, 80, 160, 320, 640, 1280, 2560, 5120, 10240} và $\mu = 0, 1, 2$ hoặc 3 (mã định danh của số). Hệ số lặp có thể có độ dài n khe, với n được chọn từ tập hợp {1, 2, 4, 6, 8, 16, 32}.

ID tài nguyên PRS trong tập hợp tài nguyên PRS được kết hợp với một chùm (và/hoặc ID chùm) được truyền từ một TRP (trong đó TRP có thể truyền một hoặc nhiều chùm). Tức là, mỗi tài nguyên PRS của tập hợp tài nguyên PRS có thể được truyền trên một chùm khác, và như vậy, “tài nguyên PRS” hay đơn giản là “tài nguyên”, cũng có thể được gọi là “chùm”. Lưu ý rằng điều này không có bất kỳ tác động nào đến việc liệu các TRP và các chùm mà PRS được truyền có được UE biết hay không.

“Lần PRS” hoặc “dịp PRS” là một trường hợp của cửa sổ thời gian lặp định kỳ (ví dụ, nhóm gồm một hoặc nhiều khe liên tiếp) trong đó PRS dự kiến sẽ được truyền. Dịp PRS cũng có thể được gọi là “dịp định vị PRS”, “lần định vị PRS”, “dịp định vị”, “lần định vị” hoặc đơn giản là “dịp” hoặc “lần”.

“Lớp tần số định vị” là tập hợp một hoặc nhiều tập hợp tài nguyên PRS trên một hoặc nhiều TRP có cùng khoảng cách sóng mang con (subcarrier spacing - SCS) và loại tiền tố vòng (cyclic prefix - CP) (tức là tất cả các số được hỗ trợ cho kênh dùng chung đường xuống vật lý (physical downlink shared channel - PDSCH) cũng được hỗ trợ cho PRS), cùng một Điểm A, cùng một trị số của băng thông PRS đường xuống, cùng một PRB khởi động (và tần số trung tâm), và cùng một trị số kích thước răng lược. Thông số Điểm

A nhận trị số của thông số *ARFCN-ValueNR*, trong đó “ARFCN” là viết tắt của “số kênh tần số vô tuyến tuyệt đối”, và là mã định danh/mã chỉ ra cặp kênh vô tuyến vật lý được dùng để truyền và nhận. Băng thông PRS đường xuống có thể có độ chi tiết bốn PRB, với tối thiểu 24 PRB và tối đa 272 PRB. Kích thước răng lược chỉ báo số lượng sóng mang con trong mỗi ký hiệu mang PRS. Ví dụ, kích thước răng lược răng lược-4 tức là mỗi sóng mang con thứ tư của một ký hiệu nhất định đều mang PRS. Hiện tại, tối đa bốn lớp tần số đã được xác định, và tối đa hai tập hợp tài nguyên PRS có thể được tạo cấu hình cho mỗi TRP trên mỗi lớp tần số.

ID tài nguyên PRS đường xuống được xác định cục bộ trong tập hợp tài nguyên PRS đường xuống và ID tập hợp tài nguyên PRS đường xuống được xác định cục bộ trong TRP. Để xác định duy nhất một tài nguyên DL-PRS trên các TRP, ID đã được xác định mà có thể được kết hợp với nhiều tập hợp tài nguyên PRS đường xuống được liên kết với một TRP duy nhất. ID này có thể được dùng cùng với ID tập hợp tài nguyên PRS đường xuống và ID tài nguyên PRS đường xuống để xác định duy nhất một tài nguyên PRS đường xuống. ID này ở đây được gọi là *DL-PRS-TRP-ResourceSetId*. Mỗi TRP chỉ nên được kết hợp với một *DL-PRS-TRP-ResourceSetId*. Ví dụ, *DL-PRS-TRP-ResourceSetId* có thể là ID ô (ví dụ, PCI, VCI) hoặc ID TRP, hoặc mã định danh khác với ID ô hoặc ID TRP được dùng cho mục đích định vị góp phần vào việc xác định duy nhất một tài nguyên PRS.

Lưu ý rằng các thuật ngữ “tín hiệu tham chiếu định vị” và “PRS” đôi khi có thể đề cập đến các tín hiệu tham chiếu cụ thể được dùng để định vị trong các hệ thống LTE. Tuy nhiên, như được dùng ở đây, trừ khi có chỉ định khác, thuật ngữ “tín hiệu tham chiếu định vị” và “PRS” đề cập đến loại tín hiệu tham chiếu bất kỳ có thể được dùng để định vị, như nhưng không giới hạn ở, tín hiệu PRS trong LTE, NRS, TRS, CRS, CSI-RS, DMRS, tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal - PSS), tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization signal - SSS), v.v.

Fig.4B minh họa một ví dụ về một số kênh trong khe đường xuống của khung vô tuyến. Trong NR, băng thông kênh, hoặc băng thông hệ thống, được chia thành nhiều phần băng thông (bandwidth part - BWP). BWP là tập hợp các PRB liên tiếp được chọn từ tập hợp con liên tiếp gồm các RB chung cho một số nhất định trên một sóng mang nhất định. Nói chung, tối đa bốn BWP có thể được xác định trong đường xuống và đường lên. Tức là, UE có thể được tạo cấu hình với tối đa bốn BWP trên đường xuống và tối đa bốn BWP

trên đường lên. Chỉ một BWP (đường lên hoặc đường xuống) có thể hoạt động tại một thời điểm nhất định, tức là UE chỉ có thể nhận hoặc truyền trên một BWP tại một thời điểm. Trên đường xuống, băng thông của mỗi BWP phải bằng hoặc lớn hơn băng thông của SSB, nhưng nó có thể chứa hoặc không chứa SSB.

Như được thể hiện trên Fig.4B, PSS được UE sử dụng để xác định định thời khung con/ký hiệu và định danh lớp vật lý. SSS được UE sử dụng để xác định số nhóm định danh ô lớp vật lý và định thời khung vô tuyến. Dựa vào định danh lớp vật lý và số nhóm định danh ô lớp vật lý, UE có thể xác định mã định danh của ô vật lý (physical cell identifier - PCI). Dựa vào PCI, UE có thể xác định vị trí của DL-RS nêu trên. Kênh phát quảng bá vật lý (physical broadcast channel - PBCH), kênh này mang MIB, có thể được nhóm theo logic với PSS và SSS để tạo ra SSB (còn được gọi là SS/PHCH). MIB cung cấp một số RB trong băng thông hệ thống đường xuống và số khung hệ thống (system frame number - SFN). Kênh PDSCH mang dữ liệu người dùng, thông tin hệ thống phát quảng bá không được truyền qua kênh PBCH như các khối thông tin hệ thống (System information block-SIB), và bản tin tìm gọi.

Kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH) mang thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI) trong một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển (control channel element - CCE), mỗi CCE bao gồm một hoặc nhiều gói nhóm RE (RE group - REG) (có thể trải trên nhiều ký hiệu trong miền thời gian), mỗi gói REG bao gồm một hoặc nhiều REG, mỗi REG tương ứng với 12 phần tử tài nguyên (một khối tài nguyên) trong miền tần số và một ký hiệu OFDM trong miền thời gian. Tập hợp tài nguyên vật lý được dùng để mang kênh PDCCH/DCI được gọi trong NR là tập hợp tài nguyên điều khiển (control resource set - CORESET). Trong NR, kênh PDCCH được giới hạn trong một CORESET duy nhất và được truyền với DMRS của chính nó. Điều này cho phép tạo ra chùm dành riêng cho UE cho kênh PDCCH.

Theo ví dụ trên Fig.4B, có một CORESET trên mỗi BWP và CORESET trải trên ba ký hiệu trong miền thời gian. Không giống như các kênh điều khiển LTE chiếm toàn bộ băng thông hệ thống, trong NR, các kênh PDCCH được cục bộ hóa thành một vùng cụ thể trong miền tần số (tức là CORESET). Do đó, thành phần tần số của kênh PDCCH được thể hiện trên Fig.4B được minh họa dưới dạng ít hơn một BWP duy nhất trong miền tần số. Lưu ý rằng mặc dù CORESET được minh họa nằm liền kề trong miền tần số, nhưng không

nhất thiết phải như vậy. Ngoài ra, CORESET có thể trải trên ít hơn ba ký hiệu trong miền thời gian.

DCI trong PDCCH chứa thông tin về phân bổ tài nguyên đường lên (liên tục và không liên tục) và mô tả về dữ liệu đường xuống được truyền đến UE.

Nhiều (ví dụ, tối đa tám) DCI có thể được tạo cấu hình trong kênh PDCCH và các DCI này có thể có một trong số nhiều định dạng. Ví dụ, có các định dạng DCI khác nhau cho lập lịch đường lên, cho lập lịch đường xuống không MIMO, cho lập lịch đường xuống MIMO, và cho điều khiển công suất đường lên. PDCCH có thể được truyền tải bằng 1, 2, 4, 8, hoặc 16 CCE để phù hợp với các kích thước tải tin DCI hoặc tốc độ mã hóa khác nhau.

Như được minh họa trên Fig.4C, một số RE mang DMRS để ước lượng kênh tại trạm gốc. Ngoài ra UE có thể truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal - SRS) trong, ví dụ, ký hiệu cuối của khung con. Tín hiệu SRS có thể có cấu trúc răng lược, và UE có thể truyền SRS trên một trong số các răng lược. Cấu trúc răng lược (còn được gọi là “kích thước răng lược”) chỉ báo số lượng sóng mang con trong mỗi chu kỳ ký hiệu mang tín hiệu tham chiếu (ở đây, tín hiệu SRS). Ví dụ, kích thước răng lược của răng lược-4 có nghĩa là là mọi sóng mang con thứ tư của một ký hiệu nhất định mang tín hiệu tham chiếu, còn kích thước răng lược răng lược-2 có nghĩa là mọi sóng mang con thứ hai của một ký hiệu nhất định đều mang tín hiệu tham chiếu. Theo ví dụ trên Fig.4C, SRS được minh họa (ví dụ, SRS # 0 và SRS # 1) đều là răng lược-2. SRS có thể được dùng để trạm gốc lấy thông tin trạng thái kênh (channel state information - CSI) cho mỗi UE. CSI mô tả cách tín hiệu RF truyền từ UE đến trạm gốc và thể hiện tác động tổng hợp của tán xạ, fading, và phân rã công suất theo khoảng cách. Hệ thống sử dụng SRS để lập lịch tài nguyên, thích ứng liên kết, MIMO lớn, quản lý chùm, v.v.

Fig.4D thể hiện ví dụ về một số kênh trong khung con đường lên của khung, theo các khía cạnh của sáng chế. Kênh truy cập ngẫu nhiên (random access channel - PRACH), cũng được gọi là kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel - PRACH) có thể nằm trong một hoặc nhiều khung con trong khung dựa trên cấu hình PRACH. PRACH có thể gồm sáu cặp RB liên tiếp trong một khung con PRACH cho phép UE thực hiện việc truy cập hệ thống ban đầu và đạt được sự đồng bộ hóa đường lên. Kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical uplink control channel - PUCCH) có thể nằm ở các

biên của băng thông hệ thống đường lên. PUCCH mang thông tin điều khiển đường lên (uplink control information - UCI), như các yêu cầu lập lịch, báo cáo CSI, chỉ báo chất lượng kênh (channel quality indicator - CQI), chỉ báo ma trận tiền mã hóa (precoding matrix indicator - PMI), chỉ báo hạng (rank indicator - RI), và phản hồi ACK/NACK HARQ. Kênh dùng chung đường lên vật lý (physical uplink shared channel - PUSCH) mang dữ liệu, và cũng có thể được dùng để mang báo cáo trạng thái bộ đệm (buffer status report - BSR), báo cáo khoảng dư công suất (power headroom report - PHR), và/hoặc UCI.

Tập hợp các phần tử tài nguyên được dùng để truyền SRS được gọi là “tài nguyên SRS”, và có thể được xác định bằng thông số *SRS-ResourceId*. Tập hợp các phần tử tài nguyên có thể trải trên nhiều PRB trong miền tần số và N (ví dụ, một hoặc nhiều) (các) ký hiệu liên tiếp trong một khe trong miền thời gian. Trong một ký hiệu OFDM nhất định, tài nguyên SRS chiếm các PRB liên tiếp. “Tập hợp tài nguyên SRS” là tập hợp các tài nguyên SRS được dùng để truyền các tín hiệu SRS, và được xác định bởi ID tập hợp tài nguyên SRS (*SRS-ResourceSetId*).

Nói chung, UE truyền SRS để cho phép trạm gốc nhận (trạm gốc phục vụ hoặc trạm gốc lân cận) đo chất lượng kênh giữa UE và trạm gốc. Tuy nhiên, SRS cũng có thể được dùng làm tín hiệu tham chiếu định vị đường lên cho các thủ tục định vị đường lên, chẳng hạn như chênh lệch thời gian đến đường lên (uplink time-difference of arrival - UTDOA), nhiều thời gian trọn vòng (multi-round-trip-time - multi-RTT), góc đến đường lên (uplink angle-of-arrival - UL-AoA), v.v.

Fig.5A minh họa thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A được thực hiện giữa UE 504 và trạm gốc 502, có thể tương ứng lần lượt với bất kỳ trong số các UE và các trạm gốc, được mô tả ở đây.

Có nhiều tình huống khác nhau trong đó UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A (còn được gọi là “thủ tục RACH”, “thủ tục PRACH” và tương tự). Ví dụ, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A khi có được quyền truy cập mạng ban đầu sau khi thoát ra khỏi trạng thái rời RRC, khi thực hiện thủ tục tái thiết lập kết nối RRC, trong khi chuyển vùng, khi dữ liệu đường xuống hoặc đường lên đến và UE ở trạng thái được kết nối RRC nhưng trạng thái đồng bộ hóa đường lên của nó là “không được đồng bộ hóa”, khi chuyển ra khỏi trạng thái RRC INACTIVE, khi thiết lập

đồng chỉnh thời gian cho việc bổ sung SCell, khi yêu cầu thông tin đồng bộ hóa khác, hoặc khi thực hiện phục hồi lỗi chùm.

Trước khi thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A, đầu tiên UE 504 đọc một hoặc nhiều SSB được trạm gốc 502 phát quảng bá trong đó UE 504 đang thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A. Trong NR, mỗi chùm được truyền bởi trạm gốc (ví dụ, trạm gốc 502) được liên kết với một SSB khác, và UE (ví dụ, UE 504) lựa chọn một chùm nhất định để sử dụng để truyền thông với trạm gốc 502. Dựa trên SSB của chùm được chọn, UE 504 sau đó có thể đọc SIB loại 1 (SIB type 1 - SIB1), khối này mang thông tin liên quan đến truy cập ô và cung cấp cho UE 504 việc lập lịch của các khối thông tin hệ thống khác được truyền trên chùm đã chọn.

Khi UE gửi bản tin thứ nhất của thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A đến trạm gốc 502, nó sẽ gửi một mẫu cụ thể được gọi là phần mở đầu (còn được gọi là phần mở đầu RACH, phần mở đầu PRACH, chuỗi phần mở đầu, hoặc chuỗi). Phần mở đầu RACH phân biệt các yêu cầu từ các UE 504 khác nhau. Tuy nhiên, nếu hai UE 504 cùng lúc sử dụng cùng một phần mở đầu RACH, thì có thể xảy ra xung đột. Có tổng cộng 64 mẫu như vậy có sẵn cho UE 504 và, để truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, UE 504 chọn một trong số chúng một cách ngẫu nhiên. Tuy nhiên, để truy cập ngẫu nhiên không có tranh chấp, mạng lệnh cho UE 504 về việc sử dụng phần mở đầu nào.

Tại 510, UE 504 chọn một trong số 64 phần mở đầu RACH để gửi đến trạm gốc 502 như một yêu cầu RACH. Bản tin này được gọi là “Bản tin 1” hoặc “Msg1” trong thủ tục RACH bốn bước. Dựa trên thông tin đồng bộ hóa từ trạm gốc 502 (tức là, SIB1), UE 504 chọn phần mở đầu RACH và gửi nó tại dịp RACH (RACH occasion - RO) tương ứng với SSB/chùm đã chọn. Cụ thể hơn, để trạm gốc 502 xác định chùm mà UE 504 đã chọn, việc ánh xạ cụ thể được xác định giữa SSB và RO (xảy ra sau mỗi 10, 20, 40, 80 hoặc 160 miligiây ((milisecond - ms)). Bằng cách phát hiện RO nào mà UE 504 đã gửi phần mở đầu, trạm gốc 502 có thể xác định SSB/chùm nào mà UE 504 đã chọn.

Lưu ý rằng RO là dịp truyền theo tần số-thời gian để truyền phần mở đầu RACH, và chỉ số phần mở đầu RACH (tức là, giá trị từ 0 đến 63 cho 64 phần mở đầu có thể có) cho phép UE 504 tạo ra loại phần mở đầu RACH được mong đợi ở trạm gốc 502. Chỉ số phần mở đầu RO và RACH có thể được tạo cấu hình cho UE 504 bởi trạm gốc 502 trong SIB. Tài nguyên RACH là RO trong đó một chỉ số phần mở đầu RACH được truyền. Do

đó, thuật ngữ “RO” (hoặc “dịp RACH”) và “tài nguyên RACH” có thể được dùng thay thế cho nhau, tùy thuộc vào ngữ cảnh.

Do tính tương hỗ, UE 504 có thể sử dụng chùm truyền đường lên tương ứng với chùm nhận đường xuống tốt nhất được xác định trong quá trình đồng bộ hóa (tức là, chùm nhận tốt nhất để nhận chùm đường xuống đã chọn từ trạm gốc 502). Tức là, UE 504 sử dụng các thông số của chùm nhận đường xuống dùng để nhận chùm từ trạm gốc 502 để xác định các thông số của chùm truyền đường lên. Nếu tính tương hỗ có sẵn tại trạm gốc 502, thì UE 504 có thể truyền phần mở đầu qua một chùm. Nếu không, UE 504 lặp lại việc truyền cùng một phần mở đầu trên tất cả các chùm truyền đường lên của nó.

UE 504 cũng cần cung cấp danh tính của nó cho mạng (qua trạm gốc 502) để mạng có thể giải quyết nó trong bước tiếp theo. Danh tính này được gọi là danh tính tạm thời của mạng vô tuyến truy cập ngẫu nhiên (random access radio network temporary identity - RA-RNTI) và được xác định từ khe thời gian mà phần mở đầu RACH được gửi đi. Nếu UE 504 không nhận được bất kỳ phản hồi nào từ trạm gốc 502 trong một khoảng thời gian, nó sẽ tăng công suất truyền theo một bước cố định và gửi lại phần mở đầu/Msg1 RACH.

Tại 520, trạm gốc 502 gửi phản hồi truy cập ngẫu nhiên (random access response - RAR), được gọi là “Bản tin 2” hoặc “Msg2” trong thủ tục RACH bốn bước, cho UE 504 trên chùm được chọn. RAR được gửi trên kênh PDSCH và được gửi cho RA-RNTI được tính từ khe thời gian (ví dụ, RO) trong đó phần mở đầu được gửi. Phản hồi RAR mang các thông tin sau: mã định danh tạm thời của mạng vô tuyến di động (cell-radio network temporary identifier - C-RNTI), trị số định thời trước (timing advance - TA), và tài nguyên cấp phép đường lên. Trạm gốc 502 gán C-RNTI cho UE 504 để cho phép truyền thông thêm với UE 504. Trị số TA xác định có bao nhiêu UE 504 cần phải thay đổi định thời của nó để bù trễ tròn vòng giữa UE 504 và trạm gốc 502. Tài nguyên cấp phép đường lên chỉ báo các tài nguyên ban đầu mà UE 504 có thể sử dụng trên PUSCH. Sau bước này, UE 504 và trạm gốc 502 thiết lập căn chỉnh chùm thô mà có thể được dùng trong các bước tiếp theo.

Tại 530, bằng cách sử dụng PUSCH được phân bổ, UE 504 gửi bản tin yêu cầu kết nối RRC, được gọi là “Bản tin 3” hoặc “Msg3” đến trạm gốc 502. Vì UE 504 gửi Msg3 qua các tài nguyên được lập lịch bởi trạm gốc 502, do đó trạm gốc 502 biết được nơi để

phát hiện Msg3 và nên sử dụng chùm nhận đường lên nào. Lưu ý rằng PUSCH Msg3 có thể được gửi trên chùm truyền đường lên giống hoặc khác nhau so với Msg1.

UE 504 tự nhận dạng trong Msg3 bởi C-RNTI được gán ở bước trước. Bản tin chứa nguyên nhân thiết lập nhận dạng và kết nối của UE 504. Danh tính của UE 504 là danh tính thuê bao di động tạm thời (temporary mobile subscriber identity - TMSI) hoặc trị số ngẫu nhiên. Danh tính TMSI được dùng nếu UE 504 trước đó đã kết nối với cùng một mạng. UE 504 được xác định trong mạng lõi bởi TMSI. Trị số ngẫu nhiên được dùng nếu UE 504 kết nối với mạng lần đầu tiên. Lý do cho trị số ngẫu nhiên hoặc TMSI là C-RNTI có thể đã được gán cho nhiều hơn một UE ở bước trước, do nhiều yêu cầu đến cùng một lúc. Nguyên nhân thiết lập kết nối chỉ báo lý do tại sao UE 504 cần kết nối với mạng và sẽ được mô tả thêm bên dưới.

Tại 540, nếu Msg3 được nhận thành công, thì trạm gốc 502 trả lời bằng bản tin giải quyết tranh chấp, được gọi là “Bản tin 4” hoặc “Msg4”. Bản tin này được gửi cho TMSI hoặc trị số ngẫu nhiên (từ Msg3) nhưng chứa C-RNTI mới sẽ được dùng để truyền thông thêm. Cụ thể, trạm gốc 502 gửi Msg4 trong PDSCH bằng cách sử dụng chùm truyền đường xuống được xác định ở bước trước.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A được mô tả ở trên là thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp. Trong truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, UE 504 bất kỳ kết nối với cùng một ô hoặc TRP gửi cùng một yêu cầu, trong trường hợp này có khả năng xảy ra xung đột giữa các yêu cầu từ các UE 504 khác nhau. Trong truy cập ngẫu nhiên không có tranh chấp, mạng có thể lệnh cho UE 504 sử dụng một danh tính đặc biệt để ngăn chặn yêu cầu của nó xung đột với các yêu cầu từ các UE khác. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên không tranh chấp có thể được thực hiện khi UE 504 ở chế độ được kết nối RRC trước thủ tục truy cập ngẫu nhiên, chẳng hạn như trong trường hợp chuyển vùng.

Fig.5B minh họa thủ tục truy cập ngẫu nhiên hai bước 500B làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên hai bước 500B được thực hiện giữa UE 504 và trạm gốc 502.

Tại 550, UE 504 truyền Bản tin RACH A (“MsgA”) cho trạm gốc 502. Trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên hai bước 500B, Msg1 và Msg3, được mô tả ở trên dựa vào hình vẽ trên Fig.5A, được thu gọn (ví dụ, kết hợp) thành MsgA và được gửi đến trạm gốc 502. Như vậy, MsgA bao gồm phần mở đầu RACH và PUSCH, tương tự như PUSCH Msg3 của thủ

tục RACH bốn bước. Phần mở đầu RACH có thể được chọn từ 64 phần mở đầu có thể có, như được mô tả ở trên dựa vào Fig.5A, và có thể được dùng làm tín hiệu tham chiếu để giải điều chế dữ liệu được truyền trong MsgA. Tại 560, UE 504 nhận Bản tin RACH B (“MsgB”) từ trạm gốc 502. MsgB có thể là kết hợp của Msg2 và Msg4 được mô tả ở trên dựa vào Fig.5A.

Kết hợp của Msg1 và Msg3 thành một MsgA và kết hợp của Msg2 và Msg4 thành một MsgB cho phép UE 504 giảm thời gian thiết lập thủ tục RACH để hỗ trợ các yêu cầu trễ thấp của 5G NR. Mặc dù UE 504 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thủ tục truy cập ngẫu nhiên hai bước 500B, UE 504 vẫn có thể hỗ trợ thủ tục truy cập ngẫu nhiên bốn bước 500A làm dự phòng nếu UE 504 không thể sử dụng thủ tục truy cập ngẫu nhiên hai bước 500B do một số ràng buộc (ví dụ, yêu cầu công suất truyền cao, v.v.). Do đó, UE trong 5G NR có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ cả thủ tục truy cập ngẫu nhiên hai bước và bốn bước, đồng thời có thể xác định thủ tục truy cập ngẫu nhiên nào cần tạo cấu hình dựa trên thông tin cấu hình RACH nhận được từ trạm gốc.

Sau thủ tục truy cập ngẫu nhiên 500A hoặc 500B, UE 504 ở trạng thái kết nối RRC. Giao thức RRC được dùng trên giao diện không gian giữa UE 504 và trạm gốc 502.

Do tính di động/di chuyển của UE, việc cấu hình lại chùm tại trạm gốc, và/hoặc các hệ số khác, chùm đường xuống (ví dụ, bao gồm liên kết điều khiển đường xuống), có thể là chùm hoạt động ưu tiên, có thể không được phát hiện tại UE, hoặc chất lượng tín hiệu (ví dụ, RSRP, RSRQ, SINR, v.v.) có thể giảm xuống thấp hơn ngưỡng, khiến cho UE coi đó là hỏng chùm/liên kết. Thủ tục khôi phục chùm có thể được dùng để khôi phục từ lỗi chùm như vậy. Lỗi chùm có thể được dùng để chỉ việc, ví dụ, việc không phát hiện được chùm hoạt động mạnh (ví dụ, với công suất tín hiệu lớn hơn ngưỡng), mà có thể, theo một số khía cạnh, tương ứng với kênh điều khiển truyền thông thông tin điều khiển từ mạng. Theo một số khía cạnh nhất định, để tạo điều kiện phát hiện lỗi chùm, UE có thể được tạo cấu hình trước với các mã định danh chùm (identifier - ID) của tập hợp chùm thứ nhất (được gọi là “set_q0”) sẽ được giám sát, khoảng thời gian giám sát, ngưỡng cường độ tín hiệu, v.v. Việc khôi phục có thể được kích hoạt khi cường độ tín hiệu (ví dụ, RSRP, RSRQ, SINR, v.v.) liên quan đến một hoặc nhiều chùm được giám sát (khi được UE phát hiện) thấp dưới ngưỡng. Quy trình khôi phục có thể bao gồm bước UE xác định chùm mới, ví dụ, từ tập hợp chùm thứ hai có thể có (tương ứng với các ID chùm mà có thể được bao

gồm trong tập hợp thứ hai, được gọi là “set_q1”), và thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên (ví dụ, như được minh họa trên Fig.5A và Fig.5B) bằng cách sử dụng tài nguyên tần số và thời gian được tạo cấu hình trước tương ứng với chùm ưu tiên mới. Các ID chùm tương ứng với các chùm trong tập hợp chùm thứ hai (set_q1) có thể được tạo cấu hình trước tại UE để sử dụng cho mục đích khôi phục lỗi chùm. Ví dụ, UE có thể giám sát các chùm đường xuống (dựa trên các ID chùm và tài nguyên được xác định trong tập hợp thứ hai), thực hiện các phép đo, và xác định (ví dụ, dựa trên các phép đo) chùm nào trong số tất cả các chùm đã nhận và đo được có thể là tốt nhất để nhận tại UE từ góc độ của UE.

Nếu sự tương ứng chùm được giả định (ví dụ, hướng của chùm nhận tốt nhất được UE sử dụng cũng được coi là hướng tốt nhất cho chùm truyền được UE sử dụng), thì UE có thể giả định cấu hình chùm giống nhau cho cả quá trình truyền và nhận. Tức là, dựa trên việc giám sát các tín hiệu tham chiếu đường xuống từ trạm gốc, UE có thể xác định trọng số chùm truyền đường lên ưu tiên của nó, trọng số này sẽ giống như đối với chùm nhận đường xuống được dùng để nhận tín hiệu tham chiếu đường xuống.

Khi sự tương ứng chùm không được giả định (ví dụ, được coi là không phù hợp trong tình huống đã cho hoặc vì các lý do khác), UE có thể không suy ra được chùm truyền đường lên từ chùm nhận đường xuống. Thay vào đó, cần có báo hiệu riêng để chọn các trọng số chùm truyền đường lên và các trọng số chùm nhận đường xuống và cho việc ghép cặp chùm từ UL-đến-DL. UE có thể thực hiện thủ tục RACH (ví dụ, sử dụng tài nguyên thời gian và tần số được tạo cấu hình trước được biểu thị trong tập hợp chùm thứ hai, set_q1) để xác định chùm truyền đường lên. Bước thực hiện thủ tục RACH bằng cách sử dụng tài nguyên thời gian và tần số đã tạo cấu hình trước có thể bao gồm, ví dụ, truyền phần mở đầu RACH trên một hoặc nhiều chùm truyền đường lên (tương ứng với ID chùm trong tập hợp chùm thứ hai, set_q1) trên tài nguyên RACH được phân bổ tương ứng với một hoặc nhiều chùm. Dựa trên thủ tục RACH, UE có thể xác định và xác nhận với trạm gốc rằng hướng đường lên có thể là hướng chùm tốt nhất cho kênh đường lên (ví dụ, PUCCH). Theo cách này, cả chùm truyền đường lên và chùm nhận đường xuống có thể được thiết lập lại và việc phục hồi chùm có thể được hoàn thành.

Fig.6 là sơ đồ 600 của thủ tục phục hồi lỗi chùm SpCell dựa trên RACH làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế. Theo ví dụ trên Fig.6, để đơn giản hóa, PCell và SCell được thể hiện liên kết với một trạm gốc (ví dụ, phần cứng/mạch để triển khai PCell và

SCell có thể được sắp xếp tại cùng một trạm gốc). Tuy nhiên, theo một số cấu hình khác, PCell và SCell có thể được kết hợp với các trạm gốc khác nhau mà có thể được đồng bộ hóa.

Theo ví dụ trên Fig.6, PCell hoặc một SCell sơ cấp (ví dụ, đang sử dụng tích cực) (gọi chung là “SpCell”) được trạm gốc 602 hỗ trợ (được minh họa là “gNB”, và có thể tương ứng với bất kỳ trong số các trạm gốc được mô tả ở đây). UE 604 (có thể tương ứng với bất kỳ trong số các UE được mô tả ở đây) giám sát cường độ tín hiệu nhận được (ví dụ, RSRP, RSRQ, SINR, v.v.) của các tín hiệu tham chiếu định kỳ (ví dụ, PRS) được trạm gốc 602 truyền trên tập hợp (“set_q0”) các chùm truyền đường xuống thứ nhất 606 của SpCell. Tập hợp chùm truyền đường xuống thứ nhất 606 được gọi là “tập hợp tài nguyên phát hiện việc hỏng” vì trạm gốc 602 gửi các ID chùm của các chùm trong tập hợp chùm truyền đường xuống thứ nhất 606 cho UE 604 để cho phép UE 604 giám sát các chùm này để xác định xem liệu liên kết điều khiển đường xuống (ví dụ, kênh điều khiển truyền thông thông tin điều khiển từ mạng) giữa trạm gốc 602 và UE 604 có hoạt động hay không. Theo ví dụ trên Fig.6, tập hợp các chùm truyền đường xuống thứ nhất 606 bao gồm hai chùm. Tuy nhiên, có thể chỉ có một chùm hoặc nhiều hơn hai chùm trong tập hợp chùm truyền đường xuống thứ nhất 606.

Tại 610, UE 604 không phát hiện được tín hiệu tham chiếu định kỳ được truyền trên ít nhất một trong số các chùm trong tập hợp chùm truyền đường xuống thứ nhất 606, và/hoặc phát hiện rằng chỉ số chất lượng (ví dụ, RSRP, RSRQ, SINR, v.v.) kết hợp với tín hiệu tham chiếu đã giảm xuống dưới ngưỡng chất lượng tín hiệu (được biểu thị trên Fig.6 là “Qout”). Ngưỡng Qout có thể được trạm gốc 602 tạo cấu hình. Cụ thể hơn, chức năng Lớp 1 (“L1” trên Fig.6) của UE 604 (ví dụ, được lắp đặt trong bộ thu phát WWAN 310) phát hiện rằng chỉ số chất lượng đo được của tín hiệu tham chiếu định kỳ thấp hơn ngưỡng Qout, và gửi chỉ báo mất đồng bộ (out-of-sync - OOS) cho hệ thống xử lý 332 (mà thực hiện chức năng Lớp 2 và Lớp 3 của UE 604). Đáp lại việc nhận chỉ báo OOS, hệ thống xử lý 332 của UE 604 bắt đầu bộ định thời phát hiện lỗi chùm (beam failure detection - BFD) và khởi tạo bộ đếm chỉ báo lỗi chùm (beam failure indicator - BFI) là “1.”

Tại 615, UE 604 lại không phát hiện được tín hiệu tham chiếu định kỳ được truyền trên ít nhất một trong số các chùm trong tập hợp các chùm truyền đường xuống thứ nhất 606, và/hoặc lại phát hiện chỉ số chất lượng liên quan đến tín hiệu tham chiếu đã giảm

xuống dưới ngưỡng Qout. Lần nữa, cụ thể hơn, chức năng Lớp 1 của UE 604 phát hiện chỉ số chất lượng đo được của tín hiệu tham chiếu định kỳ ở dưới ngưỡng Qout, và gửi chỉ báo OOS khác cho hệ thống xử lý 332. Hệ thống xử lý 332 tăng bộ đếm BFI lên “2”. Do số đếm BFI đã đạt đến ngưỡng số đếm tối đa (“MaxCnt”) (là “2” trong ví dụ trên Fig.6 nhưng có thể là một trị số khác) trong khi bộ định thời BFD đang chạy, UE 604 xác định rằng đã có lỗi chùm ở ít nhất một chùm (ví dụ, chùm điều khiển đường xuống) trong tập hợp chùm các chùm truyền đường xuống thứ nhất 606. Do có chùm điều khiển đường xuống hỏng (tương ứng với kênh điều khiển đường xuống truyền thông thông tin điều khiển từ mạng), UE 604 giả định rằng cũng có chùm điều khiển đường lên tương ứng hỏng (tương ứng với kênh điều khiển đường lên để truyền thông thông tin điều khiển đến mạng).

Do đó, UE 604 cần xác định chùm điều khiển đường xuống mới và thiết lập lại chùm điều khiển đường lên. UE 604 cũng khởi động lại bộ định thời BFD.

Do đó, ở 620, đáp lại việc phát hiện lỗi chùm ở 615, UE 604 khởi tạo thủ tục phục hồi lỗi chùm. Cụ thể hơn, hệ thống xử lý 332 của UE 604 yêu cầu chức năng Lớp 1 của UE 604 xác định ít nhất một chùm trong tập hợp (“set_q1”) các chùm truyền đường xuống thứ hai 608 mang tín hiệu tham chiếu định kỳ có cường độ tín hiệu nhận được lớn hơn ngưỡng chất lượng tín hiệu (được biểu thị là “Qin”). Tập hợp chùm truyền đường xuống thứ hai 608 được gọi là “danh sách tín hiệu tham chiếu chùm ứng viên”. UE 604 có thể nhận cả ID chùm của các chùm trong tập các chùm truyền đường xuống 608 thứ hai 608 và ngưỡng Qin từ trạm gốc 602. Theo ví dụ trên Fig.6, tập hợp chùm truyền đường xuống thứ hai 608 bao gồm bốn chùm, một trong số đó (được tô bóng) mang tín hiệu tham chiếu định kỳ có cường độ tín hiệu nhận được lớn hơn ngưỡng Qin. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, có thể có nhiều hơn hoặc ít hơn bốn chùm trong tập hợp các chùm truyền đường xuống thứ hai 608, và có thể có nhiều hơn một chùm đáp ứng ngưỡng Qin. Bộ thu phát WWAN 310 (thực hiện chức năng Lớp 1) báo cáo chùm ứng viên đã xác định cho hệ thống xử lý 332. Sau đó, chùm ứng viên đã xác định có thể được dùng làm chùm điều khiển đường xuống mới, mặc dù không nhất thiết phải ngay lập tức.

Tại 625, để thiết lập lại chùm điều khiển đường lên, UE 604 thực hiện thủ tục RACH (ví dụ, như được minh họa trên Fig.5A và Fig.5B) trên một hoặc nhiều chùm truyền đường xuống ứng viên xác định được tại 620 (một trong ví dụ của Fig.6). Cụ thể hơn, hệ thống xử lý 332 lệnh cho bộ thu phát WWAN 310 gửi phần mở đầu RACH (có thể được trạm gốc 602 lưu trữ trước hoặc cung cấp cho UE 604) đến trạm gốc 602. Bộ thu phát WWAN

310 gửi phần mở đầu RACH (còn được gọi là Bản tin 1 ("Msg1")) trên một hoặc nhiều chùm truyền đường lên ứng viên tương ứng với một hoặc nhiều chùm truyền đường xuống ứng viên được xác định tại 620 trên tài nguyên RACH được tạo cấu hình trước cho một hoặc nhiều chùm truyền đường lên ứng viên. Tài nguyên RACH được tạo cấu hình trước có thể tương ứng với SpCell (ví dụ, trong dải mmW). Mặc dù không được thể hiện trên Fig.6, tại 625, UE 604 cũng bắt đầu bộ định thời phục hồi lỗi chùm (beam failure recovery - BFR) để xác định cửa sổ phản hồi truy cập ngẫu nhiên không tranh chấp (contention-free random access - CFRA).

Một hoặc nhiều chùm truyền đường xuống ứng viên được xác định tại 620 có thể bao gồm các chùm khác với chùm truyền đường xuống liên quan đến lỗi chùm. Như được dùng ở đây, "chùm" được xác định bằng các trọng số chùm liên quan đến mảng anten của UE 604. Do đó, theo một số khía cạnh, cho dù được dùng để truyền trên đường lên bởi UE 604 hay nhận trên đường xuống bởi UE 604, các trọng số được áp dụng cho mỗi anten trong mảng để xây dựng chùm truyền hoặc nhận xác định chùm. Do đó, một hoặc nhiều chùm truyền đường lên ứng viên mà phần mở đầu RACH được gửi đi trên đó có thể có các trọng số khác với chùm truyền đường xuống liên quan đến lỗi chùm, ngay cả khi chùm truyền đường lên ứng viên thường có hướng tương tự như chùm truyền đường xuống được chỉ báo là đang hỏng.

Tại 630, trạm gốc 602 truyền phản hồi RACH (được gọi là "phản hồi Msg1") cho UE 604 có C-RNTI qua PDCCH kết hợp với SpCell. Ví dụ, phản hồi có thể bao gồm các bit kiểm tra dư vòng (cyclic redundancy check - CRC) được xáo trộn bởi C-RNTI. Sau khi bộ thu phát WWAN 310 của UE 604 xử lý phản hồi nhận được có C-RNTI qua PDCCH SpCell từ trạm gốc 602 và xác định rằng PDCCH nhận được được gửi cho C-RNTI, hệ thống xử lý 332 xác định rằng thủ tục phục hồi lỗi chùm đã hoàn thành và dừng bộ định thời BFR bắt đầu ở 625. Theo một khía cạnh, C-RNTI có thể được ánh xạ đến hướng chùm được xác định bởi trạm gốc 602 là hướng tốt nhất cho kênh đường lên (ví dụ, PUCCH) cho UE 604. Do đó, khi nhận được phản hồi có C-RNTI từ trạm gốc 602, UE 604 có thể xác định chùm truyền đường lên tối ưu phù hợp nhất cho kênh đường lên.

Các hoạt động tại 630 là một phần của kịch bản thứ nhất trong đó UE 604 phục hồi thành công lỗi chùm được phát hiện tại 615. Tuy nhiên, việc phục hồi như vậy có thể không phải lúc nào cũng xảy ra, hoặc ít nhất là không xảy ra trước khi bộ định thời BFR bắt đầu

ở 625 hết hạn. Nếu bộ định thời BFR hết hạn trước khi thủ tục phục hồi lỗi chùm hoàn tất thành công, thì tại 635, UE 604 xác định rằng việc hỏng liên kết vô tuyến (radio link failure - RLF) đã xảy ra.

Fig.7 minh họa hệ thống truyền thông không dây 700 làm ví dụ theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế.

Theo ví dụ trên Fig.7, UE 704, có thể tương ứng với bất kỳ trong số các UE được mô tả ở đây, đang cố gắng tính toán ước lượng vị trí của nó, hoặc hỗ trợ thực thể khác (ví dụ, trạm gốc hoặc thành phần mạng lõi, UE khác, máy chủ vị trí, ứng dụng của bên thứ ba, v.v.) để tính toán ước lượng vị trí của nó. UE 704 có thể truyền thông không dây với nhiều trạm gốc 702-1, 702-2 và 702-3 (gọi chung là trạm gốc 702), mà có thể tương ứng với kết hợp bất kỳ của các trạm gốc được mô tả ở đây, bằng cách sử dụng tín hiệu RF và các giao thức được tiêu chuẩn hóa cho việc điều chế tín hiệu RF và trao đổi các gói thông tin. Bằng cách trích ra các loại thông tin khác nhau từ các tín hiệu RF được trao đổi, và sử dụng cách bố trí của hệ thống truyền thông không dây 700 (ví dụ, vị trí các trạm gốc, hình dạng, v.v.), UE 704 có thể xác định vị trí của nó, hoặc hỗ trợ xác định vị trí của nó, trong hệ tọa độ tham chiếu xác định trước. Theo một khía cạnh, UE 704 có thể xác định vị trí của nó bằng cách sử dụng hệ tọa độ hai chiều (two-dimensional - 2D); tuy nhiên, các khía cạnh mô tả ở đây không bị giới hạn như vậy, và cũng có thể áp dụng để xác định các vị trí bằng cách sử dụng hệ tọa độ ba chiều (three-dimensional- 3D), nếu muốn có thêm kích thước. Ngoài ra, trong khi Fig.7 minh họa một UE 704 và ba trạm gốc 702, cần hiểu rằng, có thể có nhiều UE 704 và nhiều hơn hoặc ít hơn các trạm gốc 702.

Để hỗ trợ các ước lượng vị trí, các trạm gốc 702 có thể được tạo cấu hình để phát quảng bá các tín hiệu tham chiếu định vị (ví dụ, PRS, NRS, TRS, CRS, v.v.) cho UE 704 trong vùng phủ sóng của chúng để cho phép UE 704 đo các đặc tính của các tín hiệu tham chiếu như vậy. Ví dụ, phương pháp định vị OTDOA, còn được gọi là phương pháp định vị chênh lệch thời gian đến (TDOA), là phương pháp đa phương hóa trong đó UE 704 đo chênh lệch thời gian, được gọi là RSTD, giữa các tín hiệu tham chiếu cụ thể (ví dụ, PRS, NRS, TRS, CRS, v.v.) được truyền bởi các cặp nút mạng khác nhau (ví dụ, trạm gốc 702, các anten của trạm gốc 702, v.v.) và báo cáo những chênh lệch thời gian này cho máy chủ vị trí, như máy chủ vị trí 230 hoặc LMF 270, hoặc tự tính toán ước lượng vị trí từ những chênh lệch thời gian này.

Nói chung, RSTD được đo giữa nút mạng tham chiếu (ví dụ, trạm gốc 702-1 trong ví dụ trên Fig.7) và một hoặc nhiều nút mạng lân cận (ví dụ, các trạm gốc 702-2 và 702-3 trong ví dụ trên Fig.7). Nút mạng tham chiếu vẫn giữ nguyên đối với tất cả các RSTD được đo bởi UE 704 cho việc sử dụng định vị đơn lẻ bất kỳ của OTDOA và thường sẽ tương ứng với ô phục vụ cho UE 704 hoặc ô lân cận khác có cường độ tín hiệu tốt ở UE 704. Theo một khía cạnh, trong đó nút mạng đo được là ô được trạm gốc hỗ trợ, các nút mạng lân cận thường sẽ là các ô được hỗ trợ bởi các trạm gốc khác với các trạm gốc của ô tham chiếu và có thể có cường độ tín hiệu tốt hoặc kém tại UE 704. Việc tính toán vị trí có thể dựa trên chênh lệch thời gian đo được (ví dụ, RSTD) và sự hiểu biết về các vị trí của các nút mạng và thời gian 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 liên quan đến các nút mạng khác không).

Để hỗ trợ các hoạt động định vị, máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 230, LMF 270) có thể cung cấp dữ liệu hỗ trợ OTDOA cho UE 704 về nút mạng tham chiếu (ví dụ, trạm gốc 702-1 trong ví dụ trên Fig.7) và các nút mạng lân cận (ví dụ, các trạm gốc 702-2 và 702-3 trong ví dụ trên Fig. 7) so với nút mạng tham chiếu. Ví dụ, dữ liệu hỗ trợ có thể cung cấp tần số kênh trung tâm của mỗi nút mạng, các thông số cấu hình tín hiệu tham chiếu khác nhau (ví dụ, số lượng khung con định vị liên tiếp, tính chu kỳ của các khung con định vị, chuỗi ngắt, chuỗi nhảy tần, mã định danh (ID) tín hiệu tham chiếu, băng thông tín hiệu tham chiếu), ID toàn cầu của nút mạng, và/hoặc các thông số liên quan đến ô khác áp dụng được cho OTDOA. Dữ liệu hỗ trợ OTDOA có thể chỉ báo ô phục vụ cho UE 704 là nút mạng tham chiếu.

Trong một số trường hợp, dữ liệu hỗ trợ OTDOA cũng có thể bao gồm các thông số “RSTD kỳ vọng”, mà cung cấp cho UE 704 thông tin về các trị số RSTD mà UE 704 được kỳ vọng đo tại vị trí hiện tại của nó giữa nút mạng tham chiếu và mỗi nút mạng lân cận, cùng với độ bất định của thông số RSTD kỳ vọng. RSTD kỳ vọng, cùng với độ bất định liên quan, có thể xác định cửa sổ tìm kiếm cho UE 704 trong đó UE 704 được kỳ vọng sẽ đo trị số RSTD. Thông tin hỗ trợ OTDOA cũng có thể bao gồm các thông số thông tin cấu hình tín hiệu tham chiếu, cho phép UE 704 xác định thời điểm xảy ra dịp định vị tín hiệu tham chiếu trên các tín hiệu nhận được từ các nút mạng lân cận khác nhau liên quan đến các dịp định vị tín hiệu tham chiếu cho nút mạng tham chiếu, và xác định chuỗi tín

hiệu tham chiếu được truyền từ các nút mạng khác nhau để đo thời gian đến (time of arrival - ToA) của tín hiệu hoặc RSTD.

Theo một khía cạnh, mặc dù máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 230, LMF 270) có thể gửi dữ liệu hỗ trợ đến UE 704, theo cách khác, dữ liệu hỗ trợ có thể khởi tạo trực tiếp từ chính các nút mạng (ví dụ, trạm gốc 702) (ví dụ, trong các bản tin hao tổn phát quảng bá định kỳ, v.v.). Ngoài ra, UE 704 có thể tự phát hiện các nút mạng lân cận mà không cần sử dụng dữ liệu hỗ trợ.

UE 704 (ví dụ, dựa một phần vào dữ liệu hỗ trợ, nếu được cung cấp) có thể đo và (tùy ý) báo cáo các RSTD giữa các tín hiệu tham chiếu nhận được từ các cặp nút mạng. Bằng cách sử dụng các số đo RSTD, thời gian truyền tuyệt đối hoặc tương đối đã biết của mỗi nút mạng, và (các) vị trí đã biết của anten truyền cho các nút mạng tham chiếu và lân cận, mạng (ví dụ, máy chủ vị trí 230/LMF 270, trạm gốc 702) hoặc UE 704 có thể ước lượng vị trí của UE 704. Cụ thể hơn, RSTD đối với nút mạng lân cận “ k ” so với nút mạng tham chiếu “Ref” có thể được tính là $(ToA_k - ToA_{Ref})$, trong đó các trị số ToA có thể là thời gian khoảng khung con modulo một đo được (1 ms) để loại bỏ ảnh hưởng của việc đo các khung con khác nhau tại các thời điểm khác nhau. Theo ví dụ trên Fig.7, chênh lệch thời gian đo được giữa ô tham chiếu của trạm gốc 702-1 và các ô của các trạm gốc lân cận 702-2 và 702-3 được biểu diễn là $t_2 - t_1$ và $t_3 - t_1$, trong đó t_1 , t_2 , và t_3 lần lượt thể hiện ToA của tín hiệu tham chiếu từ (các) anten truyền của các trạm gốc 702-1, 702-2 và 702-3. Sau đó, UE 704 có thể chuyển đổi các số đo ToA cho các nút mạng khác nhau thành các số đo RSTD và (tùy ý) gửi chúng đến máy chủ vị trí 230/LMF 270. Bằng cách sử dụng (i) các số đo RSTD, (ii) thời gian 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 tham chiếu có hướng như hướng truyền, vị trí của UE 704 có thể được xác định (bởi UE 704 hoặc máy chủ vị trí 230/LMF 270).

Vẫn trên Fig.7, khi UE 704 có được ước lượng vị trí bằng cách sử dụng chênh lệch thời gian đo OTDOA, 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 704 bởi máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 230, LMF 270). Trong một số phương án thực hiện, có thể thu được ước lượng vị trí cho UE 704 (ví dụ, bởi chính UE 704 hoặc bởi máy chủ vị trí 230/LMF 270) từ các chênh lệch thời gian đo được OTDOA và từ các số đo khác do UE 704 thực hiện (ví dụ, các số

đo định thời tín hiệu từ GPS hoặc các vệ tinh của hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu (global navigation satellite system - GNSS) khác). Theo các phương án thực hiện này, được biết là định vị lai, các số đo OTDOA có thể góp phần thu được ước lượng vị trí của UE 704 nhưng có thể không xác định hoàn toàn ước lượng vị trí.

UTDOA là một phương pháp định vị tương tự như OTDOA, nhưng dựa trên các tín hiệu tham chiếu đường lên (ví dụ, SRS, PRS đường lên) được truyền bởi UE (ví dụ, UE 704). Hơn nữa, điều hướng chùm sóng truyền và/hoặc nhận tại trạm gốc 702 và/hoặc UE 704 có thể kích hoạt băng thông rộng ở biên ô để tăng độ chính xác. Tinh chỉnh chùm cũng có thể tận dụng các thủ tục thuận nghịch kênh trong 5G NR.

Một thủ tục định vị đường lên khác là UL-AOA. Trong định vị UL-AoA, trạm gốc sử dụng góc và các thuộc tính khác (ví dụ, cường độ tín hiệu) của chùm nhận đường lên mà nó nhận được tín hiệu tham chiếu (ví dụ, SRS) trên đó để ước lượng vị trí của UE. Trạm gốc, hoặc thực thể định vị khác, cũng có thể sử dụng thời gian lan truyền tín hiệu giữa trạm gốc và UE để xác định khoảng cách giữa trạm gốc và UE để tinh chỉnh thêm ước lượng vị trí của UE. Thời gian lan truyền tín hiệu, hoặc thời gian bay, có thể được xác định bằng cách sử dụng nhiều RTT.

Thuật ngữ "ước lượng vị trí" được dùng ở đây để chỉ ước lượng vị trí cho UE, có thể là địa lý (ví dụ, có thể bao gồm vĩ độ, kinh độ, và có thể là độ cao) hoặc dân sự (ví dụ, có thể bao gồm địa chỉ phố, tên của tòa nhà, hoặc điểm hoặc khu vực chính xác bên trong hoặc gần một tòa nhà hoặc địa chỉ phố, chẳng hạn như lối vào cụ thể vào tòa nhà, phòng hoặc dãy phòng cụ thể trong tòa nhà, hoặc mốc ranh giới như quảng trường thành phố). Ước lượng vị trí cũng có thể được gọi là "vị trí", "định vị", "cố định", "cố định vị trí", "cố định địa điểm", "ước lượng vị trí", "ước lượng địa điểm" hoặc bằng một số thuật ngữ khác. Phương thức có được ước lượng vị trí có thể được gọi chung là "định vị", "xác định vị trí" hoặc "cố định vị trí". Giải pháp cụ thể để có được ước lượng vị trí có thể được gọi là "giải pháp định vị". Phương pháp cụ thể để thu được ước lượng vị trí như một phần của giải pháp định vị có thể được gọi là "phương pháp định vị" hoặc "phương pháp xác định vị trí".

Như đã lưu ý ở trên, "tín hiệu RF" bao gồm sóng điện từ truyền tải thông tin qua không gian giữa bộ phát và bộ thu. Tín hiệu RF thường chịu một lượng hao tổn đường truyền, hoặc suy giảm đường truyền, là sự giảm mật độ công suất (hao tổn) của sóng điện từ (tín hiệu RF) khi nó truyền trong không gian. Hao tổn đường truyền có thể do nhiều hiệu

ứng, chẳng hạn như mất không gian tự do, khúc xạ, nhiễu xạ, phản xạ, hao tổn ghép nối góc-môi trường, và hấp thụ. Hao tổn đường truyền cũng bị ảnh hưởng bởi tình trạng địa hình, môi trường (ví dụ, thành thị hoặc nông thôn, thảm thực vật và tán lá, v.v.), môi trường lan truyền (ví dụ, không khí khô hoặc ẩm), khoảng cách giữa bộ phát và bộ thu, độ cao và vị trí của (các) anten truyền.

Bộ phát (ví dụ, trạm gốc hoặc UE) có thể truyền tín hiệu RF đơn lẻ hoặc nhiều tín hiệu RF cho bộ thu (ví dụ, UE hoặc trạm gốc). Tuy nhiên, bộ thu có thể nhận nhiều tín hiệu RF tương ứng với mỗi tín hiệu RF được truyền đi do đặc tính lan truyền của tín hiệu RF qua các kênh đa đường. Cùng một tín hiệu RF được truyền trên các đường khác nhau giữa bộ phát và bộ thu có thể được gọi là tín hiệu RF “đa đường”. Các tín hiệu RF đa đường kết hợp tại bộ thu, dẫn đến tín hiệu nhận được có thể rất khác nhau, tùy thuộc vào sự phân bố mật độ và thời gian lan truyền tương đối của sóng và băng thông của tín hiệu truyền.

Như lưu ý ở trên, trong các thủ tục định vị UTDOA (và các thủ tục định vị đường lên hoặc đường lên-cộng-đường xuống khác, chẳng hạn như nhiều-RTT và UL-AoA), UE truyền các tín hiệu tham chiếu đường lên, như SRS và PRS đường lên, cần được truyền với công suất phát đủ cao để chúng có thể được đo bởi các ô lân cận. Vì các ô lân cận có thể ở xa UE hơn ô phục vụ, có thể có nhiều hao tổn đường truyền giữa UE và ô lân cận hơn là giữa UE và ô phục vụ. Do đó, các tín hiệu tham chiếu đường lên này có thể cần được truyền với công suất truyền cao hơn các tín hiệu đường lên được truyền đến ô phục vụ.

Một số lựa chọn đã được xác định để thiết lập công suất truyền của tín hiệu tham chiếu đường lên được truyền cho các mục đích định vị (ví dụ, UTDOA). Đối với lựa chọn thứ nhất, công suất truyền của các tín hiệu tham chiếu đường lên như vậy có thể không đổi (tức là, không hỗ trợ điều khiển công suất). Đối với lựa chọn thứ hai, công suất truyền của tín hiệu tham chiếu đường lên có thể được dựa trên thủ tục điều khiển công suất hiện có. Đối với lựa chọn thứ ba, công suất truyền có thể được xác định bằng cách sửa đổi thủ tục điều khiển công suất hiện có. Ví dụ, tín hiệu tham chiếu đường xuống của một ô lân cận có thể được tạo cấu hình để sử dụng cho việc đánh giá hao tổn đường truyền cho tín hiệu tham chiếu đường lên. Cụ thể hơn, UE có thể đánh giá hao tổn đường truyền của tín hiệu tham chiếu đường xuống và xác định công suất truyền thích hợp cho tín hiệu tham chiếu đường lên dựa trên hao tổn đường truyền xác định được. Theo một khía cạnh, các tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể là CSI-RS, SSB, PRS đường xuống, v.v.

Liên quan đến lựa chọn thứ ba, bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống từ một ô lân cận để đánh giá hao tổn đường truyền của tín hiệu tham chiếu đường lên, một số tính năng khác cần được hỗ trợ trong 5G NR ngoài kiểu hoạt động cũ hiện có. Ví dụ, cần có sự hỗ trợ để tạo cấu hình tín hiệu tham chiếu đường xuống của ô lân cận để được dùng làm tham chiếu hao tổn đường truyền đường xuống cho mục đích điều khiển công suất tín hiệu tham chiếu đường lên. Tuy nhiên, hiện không có thủ tục dự phòng nào được xác định nếu UE không thể có được tham chiếu hao tổn đường truyền. Do đó, sáng chế mô tả một số thủ tục dự phòng khác nhau nếu UE không thể có được tham chiếu hao tổn đường truyền.

Ngoài việc sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống để xác định công suất truyền của tín hiệu tham chiếu đường lên, UE có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận để xác định hướng không gian của chùm truyền đường lên (còn được gọi là QCL truyền không gian, QCL không gian, chùm truyền không gian, và tương tự) mang tín hiệu tham chiếu đường lên (một lần nữa trong trường hợp thủ tục định vị). Tín hiệu tham chiếu đường xuống để xác định công suất truyền của tín hiệu tham chiếu đường lên và tín hiệu tham chiếu đường xuống để xác định hướng không gian của chùm truyền đường lên có thể là, nhưng không nhất thiết phải là, cùng tín hiệu tham chiếu đường xuống. Để quản lý/căn chỉnh chùm đường lên đối với các ô phục vụ và lân cận, một số tính năng (ngoài quét chùm truyền UE) hiện đang được hỗ trợ. Thứ nhất, cấu hình của quan hệ không gian giữa tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô phục vụ hoặc (các) ô lân cận và tín hiệu tham chiếu đường lên đích được hỗ trợ. Các tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể được dùng bao gồm ít nhất một SSB, và có thể là CSI-RS và PRS. Thứ hai, chùm truyền cố định để truyền tín hiệu tham chiếu đường lên qua nhiều tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên, cho cả FR1 và FR2, được hỗ trợ. Lưu ý rằng hiện thời, UE không được kỳ vọng để truyền nhiều tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên với các quan hệ không gian khác nhau trong cùng ký hiệu OFDM.

Như nêu trên, UE có thể tính toán công suất truyền cho tín hiệu tham chiếu đường lên dựa trên hao tổn đường truyền của tín hiệu tham chiếu đường xuống. UE có thể thực hiện như sau. Nếu UE truyền tín hiệu tham chiếu đường lên (ví dụ, SRS) trên BWP đường lên b của sóng mang f của ô phục vụ c sử dụng trạng thái điều chỉnh điều khiển công suất SRS có chỉ số l , UE xác định công suất truyền SRS $P_{SRS,b,f,c}(i,q_s,l)$ trong dịp truyền SRS i là (tính bằng dBm):

$$P_{SRS,b,f,c}(i, q_s, l) = \min \left\{ P_{CMAX,f,c}(i), P_{O_SRS,b,f,c}(q_s) + 10 \log_{10} \left(2^u \times M_{SRS,b,f,c}(i) \right) + a_{SRS,b,f,c}(q_s) \times PL_{b,f,c}(q_d) + h_{b,f,c}(i, l) \right\}$$

trong đó:

- $P_{CMAX,f,c}(i)$ là công suất truyền UE được tạo cấu hình cho sóng mang f của ô phục vụ c trong dịp truyền SRS i ;
- $P_{O_SRS,b,f,c}(q_s)$ được cung cấp bởi thông số lớp cao hơn $p0$ cho BWP đường lên b của sóng mang f của ô phục vụ c và tập hợp tài nguyên SRS q_s được cung cấp bởi thông số lớp cao hơn $SRS-ResourceSet$ và $SRS-ResourceSetId$. Nếu $p0$ không được cung cấp, $P_{O_SRS,b,f,c}(q_s) = P_{O_NOMINALPUSCH,f,c}(0)$;
- $M_{SRS,b,f,c}(i)$ là bảng thông SRS được biểu thị bằng số lượng khối tài nguyên cho dịp truyền SRS i trên BWP đường lên hoạt động b của sóng mang f của ô phục vụ c và μ là cấu hình SCS;
- $a_{SRS,b,f,c}(q_s)$ được cung cấp bởi thông số lớp cao hơn $alpha$ cho đường lên BWP b của sóng mang f của ô phục vụ c và tập hợp tài nguyên SRS q_s ;
- $PL_{b,f,c}(q_d)$ là đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống tính bằng dB do UE tính toán bằng cách sử dụng chỉ số tín hiệu tham chiếu q_d cho BWP đường xuống được liên kết với BWP đường lên b của sóng mang f của ô phục vụ c và tập hợp tài nguyên SRS q_s . Chỉ số tín hiệu tham chiếu q_d được cung cấp bởi thông số lớp cao hơn $pathlossReferenceRS$ kết hợp với tập hợp tài nguyên q_s và là thông số lớp cao hơn $ssb-Index$ cung cấp chỉ số khối SS/PBCH hoặc thông số lớp cao hơn $csi-RS-Index$ cung cấp chỉ số tài nguyên CSI-RS. Nếu UE không được cung cấp thông số lớp cao hơn $pathlossReferenceRS$ hoặc trước khi UE được cung cấp các thông số lớp cao hơn dành riêng, thì UE sẽ tính toán $PL_{b,f,c}(q_d)$ bằng cách sử dụng tài nguyên tín hiệu tham chiếu thu được từ chỉ số khối SS/PBCH mà UE sử dụng để thu được MIB. Nếu UE được cung cấp $pathlossReferenceLinking$, thì tài nguyên tín hiệu tham chiếu nằm trên ô phục vụ được chỉ báo bởi trị số của $pathlossReferenceLinking$;

- $h_{b,f,c}(i, l) = f_{b,f,c}(i, l)$, trong đó $f_{b,f,c}(i, l)$ là trạng thái điều chỉnh điều khiển công suất PUSCH hiện tại, nếu thông số lớp cao hơn *srs-PowerControlAdjustmentStates* chỉ báo cùng một trạng thái điều chỉnh điều khiển công suất để truyền SRS và truyền PUSCH.

Như mô tả ở trên, tối đa bốn BWP có thể được xác định trong đường xuống và đường lên. Hiện tại, có thể có tối đa bốn đánh giá hao tổn đường truyền trên mỗi ô phục vụ, một đánh giá cho mỗi BWP. Cụ thể, UE không mong đợi duy trì đồng thời nhiều hơn bốn đánh giá hao tổn đường truyền trên mỗi ô phục vụ cho tất cả các cuộc truyền PUSCH/PUCCH/SRS. Thông số *pathlossReferenceLinking* chỉ báo liệu UE sẽ áp dụng làm tham chiếu hao tổn đường truyền đường xuống của PCell hay SCell tương ứng với đường lên này.

Như đã lưu ý ở trên, một số mạng truyền thông không dây, chẳng hạn như 5G NR, có thể sử dụng các tần số mmW hoặc gần mmW để tăng dung lượng mạng. Việc sử dụng các tần số mmW có thể bổ sung cho các tần số vi ba (ví dụ, trong băng tần dưới 6 GHz) cũng có thể được hỗ trợ để sử dụng trong truyền thông, ví dụ, khi sử dụng công gộp sóng mang. Vì truyền thông ở các tần số mmW cao sử dụng tính định hướng (ví dụ, truyền thông qua các chùm định hướng) để bù hao tổn lan truyền cao hơn, trạm gốc và UE có thể cần phải căn chỉnh các chùm của chúng trong cả truy cập mạng ban đầu (ví dụ, thủ tục truy cập ngẫu nhiên, như minh họa trong các hình vẽ trên Fig.5A và Fig.5B) và các cuộc truyền dữ liệu tiếp theo để đảm bảo độ lợi tối đa. Trạm gốc và UE có thể xác định các chùm tốt nhất để truyền thông với nhau, và các cuộc truyền thông tiếp theo giữa trạm gốc và UE có thể qua các chùm đã chọn. Tuy nhiên, do tính di động/di chuyển của UE, việc cấu hình lại chùm tại trạm gốc, và/hoặc các yếu tố khác, chùm đường xuống (ví dụ, bao gồm liên kết điều khiển đường xuống), có thể là chùm hoạt động ưu tiên, có thể không được phát hiện tại UE, hoặc chất lượng tín hiệu có thể giảm dưới ngưỡng, làm cho UE coi đó là chùm/liên kết hỏng.

Thủ tục phục hồi chùm (ví dụ, như được minh họa trên Fig.6) có thể được dùng để phục hồi từ lỗi chùm. Lỗi chùm có thể được dùng để chỉ, ví dụ, việc không phát hiện được chùm truyền đường xuống mạnh (ví dụ, với công suất tín hiệu lớn hơn ngưỡng), không đo được chính xác (ví dụ, dựa trên ngưỡng cường độ tín hiệu) hao tổn đường truyền của tín hiệu tham chiếu, hoặc tương tự. Quy trình phục hồi có thể bao gồm UE thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên (ví dụ, như được minh họa trong các hình vẽ trên Fig.5A và Fig.5B)

để yêu cầu gán chùm mới. Cụ thể, UE có thể chỉ báo SSB hoặc CSI-RS mới cho chùm truyền mới trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên. Trạm gốc gán một chùm mới dựa trên yêu cầu phục hồi lỗi chùm từ UE bằng cách truyền phần gán đường xuống hoặc cấp phép đường lên trên kênh PDCCH. Sau đó, cặp chùm mới (tức là, cặp chùm truyền/nhận) có thể được thiết lập.

Thực hiện đánh giá hao tổn đường truyền hoặc xác định chùm truyền không gian (còn được gọi là xác định QCL truyền không gian) trên tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận (không phục vụ) có thể là nhiệm vụ khó khăn vì ô lân cận có thể ở xa. Đánh giá hao tổn đường truyền dễ gặp sai sót, và do đó, việc xác định công suất truyền hoặc truyền không gian do UE thực hiện có thể dễ bị sai. Do đó, có nhiều vấn đề khác nhau cần được giải quyết, chẳng hạn như cách UE thông báo cho máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 230, LMF 270) rằng tín hiệu tham chiếu hao tổn đường truyền hoặc tín hiệu tham chiếu chùm truyền không gian đang hỏng, cách UE nên truyền tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên trong khi tín hiệu tham chiếu đường xuống đang hỏng, và thủ tục để tránh hỏng do hao tổn đường truyền hoặc đánh giá truyền không gian cho các ô lân cận.

Khi UE được tạo cấu hình để thực hiện đánh giá hao tổn đường truyền hoặc xác định QCL truyền không gian bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận, và UE xác định rằng tín hiệu tham chiếu không thể được dùng cho mục đích này, có một số lựa chọn về cách thức UE có thể thông báo cho máy chủ vị trí rằng tín hiệu tham chiếu đang hỏng. Đối với lựa chọn thứ nhất, UE có thể thông báo cho trạm gốc phục vụ (sau đó thông báo cho máy chủ vị trí) qua, ví dụ, báo hiệu RRC, hoặc UE có thể thông báo trực tiếp cho máy chủ vị trí qua báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, giao thức định vị LTE (LTE positioning protocol - LPP)) rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống hao tổn đường truyền hoặc tín hiệu tham chiếu đường xuống QCL truyền không gian cho tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên cụ thể đang hỏng. Đối với lựa chọn thứ hai, UE có thể yêu cầu được tạo cấu hình với tín hiệu tham chiếu đường xuống khác và/hoặc tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp từ ô phục vụ để thay thế (các) tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên bị ảnh hưởng. Đối với lựa chọn thứ ba, UE có thể yêu cầu được tạo cấu hình với tín hiệu tham chiếu đường xuống khác và/hoặc tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp từ (các) ô lân cận để thay thế (các) tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên bị ảnh hưởng.

Việc được tạo cấu hình với tín hiệu tham chiếu đường xuống khác tức là UE có thể đã được tạo cấu hình với nhiều tín hiệu tham chiếu đường xuống và có thể chọn một trong số chúng. Việc được tạo cấu hình với tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp tức là UE được tạo cấu hình với tín hiệu tham chiếu đường xuống sơ cấp, nhưng có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp nếu tín hiệu tham chiếu đường xuống sơ cấp hỏng. Ba lựa chọn đầu tiên là bổ sung, trong trường hợp UE có thể báo cáo rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống đã hỏng (lựa chọn thứ nhất) và yêu cầu thay thế (lựa chọn thứ hai và thứ ba).

Đối với lựa chọn thứ tư, UE có thể bắt đầu thủ tục truy cập ngẫu nhiên với ô phục vụ, như trong trường hợp thủ tục phục hồi lỗi chùm, nhưng có số chuỗi phần mở đầu chỉ báo rằng chùm truyền đường xuống của ô lân cận đã hỏng, thay vì chùm truyền đường xuống từ ô phục vụ. Dựa trên số chuỗi, ô phục vụ sau đó có thể thông báo cho máy chủ vị trí hoặc (các) ô lân cận qua giao thức lớp cao hơn (ví dụ, giao diện Xn) về lỗi chùm. Đối với lựa chọn thứ năm, UE có thể bắt đầu thủ tục phục hồi một phần lỗi chùm, tức là UE có thể báo cáo rằng tập hợp con (nhiều hơn một) tín hiệu tham chiếu đường xuống lân cận đã hỏng. Báo cáo này có thể qua kênh PUCCH/PUSCH thông thường, thay vì PRACH, như trong lựa chọn thứ tư. Sau đó, ô phục vụ có thể thông báo cho máy chủ vị trí hoặc (các) ô lân cận về việc hỏng qua giao thức lớp cao hơn (ví dụ, giao diện Xn).

Một vấn đề khác là cách thức UE sẽ truyền tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên trong khi các tín hiệu tham chiếu đường xuống đang hỏng. Khi UE được tạo cấu hình để thực hiện đánh giá hao tổn đường truyền bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận, và UE xác định rằng tín hiệu tham chiếu không thể được dùng cho mục đích này, có một số lựa chọn mà UE có thể làm theo. Nếu tín hiệu tham chiếu đường xuống đang được dùng cho tham chiếu hao tổn đường truyền, thì theo lựa chọn thứ nhất, UE có thể truyền tín hiệu tham chiếu đường lên ở công suất truyền lớn nhất của nó đến khi tín hiệu tham chiếu đường xuống mới được tạo cấu hình để đánh giá hao tổn đường truyền. UE có thể truyền với công suất truyền lớn nhất của nó với giả định rằng nếu nó không còn có thể phát hiện tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận nữa, do ô lân cận ở xa. Đối với lựa chọn thứ hai, UE có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp được tạo cấu hình (như yêu cầu ở trên) từ ô phục vụ hoặc ô lân cận để hỗ trợ đánh giá hao tổn đường truyền. Đối với lựa chọn thứ ba, UE có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống hao tổn đường truyền được tạo cấu hình cho tín hiệu tham chiếu đường lên của ô phục vụ (hoặc

của PUSCH / PUCCH). Đối với lựa chọn thứ tư, UE có thể sử dụng chùm truyền đường xuống mặc định (tức là, cùng một chùm truyền đường xuống) đối với cả tín hiệu tham chiếu hao tổn đường truyền và tín hiệu tham chiếu QCL không gian. Ví dụ, UE có thể sử dụng chùm truyền có ID tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên thấp nhất.

Nếu tín hiệu tham chiếu đường xuống đang được dùng cho tham chiếu QCL không gian, thì theo lựa chọn thứ nhất, UE có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp được tạo cấu hình từ ô phục vụ để hỗ trợ việc thu được chùm truyền đường lên (QCL không gian). Đối với lựa chọn thứ hai, nếu UE đã được tạo cấu hình với nhiều tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận cụ thể, thì UE có thể truyền tài nguyên bị ảnh hưởng với một trong số các chùm truyền đường lên thu được từ các tín hiệu tham chiếu đường xuống khác của cùng một ô lân cận. Đối với lựa chọn thứ ba, nếu UE chỉ được tạo cấu hình với tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận, thì UE có thể truyền tài nguyên bị ảnh hưởng với chùm truyền đường lên thu được từ tín hiệu tham chiếu đường xuống của ô phục vụ. Đối với lựa chọn thứ tư, UE có thể sử dụng chùm truyền đường xuống mặc định (tức là, cùng một chùm truyền đường xuống) cho cả tín hiệu tham chiếu đường xuống hao tổn đường truyền và tín hiệu tham chiếu đường xuống QCL không gian. Ví dụ, UE có thể sử dụng chùm truyền có ID tài nguyên tín hiệu tham chiếu đường lên thấp nhất.

Cần hiểu rằng, ngoài việc sử dụng công suất truyền tối đa trong trường hợp tín hiệu tham chiếu đường xuống bị hỏng được dùng cho tham chiếu hao tổn đường truyền, các lựa chọn cho cả tín hiệu tham chiếu đường lên QCL không gian và hao tổn đường truyền đều tương tự nhau.

Bây giờ đề cập đến thủ tục để tránh hỏng tín hiệu tham chiếu đường xuống hao tổn đường truyền/tín hiệu tham chiếu đường xuống đánh giá QCL truyền không gian từ các ô lân cận, một số bước có thể được thực hiện. Thứ nhất, máy chủ vị trí có thể tạo cấu hình UE với các tín hiệu tham chiếu đường xuống từ các ô lân cận để thực hiện xác định hao tổn đường truyền hoặc xác định chùm truyền không gian. Thứ hai, UE có thể báo cáo định kỳ RSRP, RSRQ, và/hoặc SINR của tín hiệu tham chiếu đường xuống bất kỳ từ các ô lân cận đang được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền hoặc QCL truyền không gian của các cuộc truyền tín hiệu tham chiếu đường lên. Theo cách khác, máy chủ vị trí có thể tạo cấu hình các tín hiệu tham chiếu đường xuống sao cho việc báo cáo như vậy sẽ hữu ích. Việc này có thể được thực hiện qua báo cáo trực tiếp với máy chủ vị trí hoặc báo cáo cho

trạm gốc, sau đó chuyển tiếp báo cáo đến các trạm gốc lân cận (ví dụ, qua giao diện Xn) hoặc đến máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 230, LMF 270). Thứ ba, khi RSRP/RSRQ/SINR thấp, máy chủ vị trí có thể chủ động tạo cấu hình lại các tín hiệu tham chiếu đường xuống.

Ngưỡng RSRP/RSRQ/SINR có thể được dùng để quyết định xem tín hiệu tham chiếu đường xuống hiện tại có thể được dùng để đánh giá tham chiếu hao tổn đường truyền hoặc xác định QCL không gian hay không.

Fig.8 minh họa phương pháp ví dụ 800 về truyền thông không dây, theo các khía cạnh của sáng chế. Theo một khía cạnh, phương pháp 800 có thể được thực hiện bởi UE (ví dụ, bất kỳ trong số các UE được mô tả ở đây).

Tại 810, UE nhận cấu hình định vị (ví dụ, qua RRC, LPP và/hoặc báo hiệu khác từ máy chủ vị trí, ô phục vụ hoặc thực thể khác), cấu hình định vị này bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên. Theo một khía cạnh, hoạt động 810 có thể được thực hiện bởi bộ thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Tại 820, UE xác định xem tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận có bị hỏng hay không. Theo một khía cạnh, hoạt động 820 có thể được thực hiện bởi bộ thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Tại 830, đáp lại việc xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất đã hỏng, UE đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ cho UE. Theo một khía cạnh, hoạt động 830 có thể được thực hiện bởi bộ thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Tại 840, UE truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng. Theo một khía cạnh, hoạt động 840 có thể được thực hiện bởi bộ

thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Fig.9 minh họa phương pháp truyền thông không dây 900 làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế. Theo một khía cạnh, phương pháp 900 có thể được thực hiện bởi máy chủ vị trí (ví dụ, máy chủ vị trí 230, LMF 270).

Tại 910, máy chủ vị trí tạo cấu hình (ví dụ, qua LPP) UE (ví dụ, bất kỳ trong số các UE được mô tả ở đây) để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên. Theo một khía cạnh, hoạt động 910 có thể được thực hiện bởi (các) giao diện mạng 390, hệ thống xử lý 394, thành phần bộ nhớ 396, và/hoặc thành phần định vị 398, và hoặc tất cả trong số chúng có thể được xem là phương tiện để thực hiện hoạt động này.

Tại 920, máy chủ vị trí nhận, từ UE, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất. Theo một khía cạnh, hoạt động 920 có thể được thực hiện bởi (các) giao diện mạng 390, hệ thống xử lý 394, thành phần bộ nhớ 396, và/hoặc thành phần định vị 398, và hoặc tất cả trong số chúng có thể được xem là phương tiện để thực hiện hoạt động này.

Tại 930, dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất ở dưới ngưỡng, máy chủ vị trí tạo cấu hình UE để nhận ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên. Theo một khía cạnh, hoạt động 930 có thể được thực hiện bởi (các) giao diện mạng 390, hệ thống xử lý 394, thành phần bộ nhớ 396, và/hoặc thành phần định vị 398, và hoặc tất cả trong số chúng có thể được xem là phương tiện để thực hiện hoạt động này.

Fig.10 minh họa phương pháp truyền thông không dây 1000 làm ví dụ, theo các khía cạnh của sáng chế. Theo một khía cạnh, phương pháp 1000 có thể được thực hiện bởi UE (ví dụ, bất kỳ trong số các UE được mô tả ở đây).

Tại 1010, UE nhận, từ nút mạng (ví dụ, trạm gốc phục vụ hoặc máy chủ vị trí), cấu hình (ví dụ, qua RRC, LPP và/hoặc báo hiệu khác từ máy chủ vị trí, ô phục vụ, hoặc thực thể như vậy khác) để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô

lân cận để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên. Theo một khía cạnh, hoạt động 1010 có thể được thực hiện bởi bộ thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Tại 1020, UE gửi, đến nút mạng, báo cáo chỉ báo chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất. Theo một khía cạnh, hoạt động 1020 có thể được thực hiện bởi bộ thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Tại 1030, dựa trên chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất ở dưới ngưỡng, UE nhận, từ nút mạng, cấu hình (ví dụ, qua RRC, LPP và/hoặc tín hiệu khác từ máy chủ vị trí, ô phục vụ hoặc thực thể như vậy khác) để sử dụng ít nhất một tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai từ ô lân cận hoặc ô phục vụ để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên. Theo một khía cạnh, hoạt động 1030 có thể được thực hiện bởi bộ thu phát WWAN 310, hệ thống xử lý 332, thành phần bộ nhớ 340 và/hoặc thành phần định vị 342, và hoặc tất cả chúng có thể được coi là cách thực hiện hoạt động này.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng thông tin và tín hiệu có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng công nghệ và kỹ thuật bất kỳ trong số nhiều công nghệ và kỹ thuật khác nhau. Ví dụ, dữ liệu, lệnh, chỉ lệnh, thông tin, tín hiệu, bit, ký hiệu, và chip mà có thể được mô tả trong suốt phần mô tả ở trên có thể được thể hiện bằng điện áp, dòng điện, sóng điện từ, các từ trường hoặc hạt từ, các trường hoặc hạt quang học, hoặc dạng kết hợp bất kỳ của chúng.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng các khối logic, môđun, mạch, và các bước thuật toán minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến các khía cạnh được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính, hoặc kết hợp của cả hai. Để minh họa rõ tính hoán đổi của phần cứng và phần mềm, các thành phần, khối, môđun, mạch và bước minh họa khác nhau đã được mô tả trên đây nhìn chung là về mặt chức năng của chúng. Chức năng như vậy có được thực thi dưới dạng phần cứng hay phần mềm hay không tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể và ràng buộc thiết kế áp đặt lên toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình trong

lĩnh vực kỹ thuật này có thể thực hiện chức năng được mô tả theo nhiều cách khác nhau trong từng ứng dụng cụ thể, nhưng các quyết định thực hiện này không nên được hiểu là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Các khối logic, môđun và mạch minh họa khác nhau được mô tả liên quan đến các khía cạnh được bộc lộ ở đây có thể được thực thi hoặc thực hiện bởi bộ xử lý đa năng, bộ xử lý tín hiệu số (DSP - digital signal processor), ASIC, FPGA hoặc thiết bị logic lập trình được khác, cổng rời rạc hoặc logic tranzito, thành phần phần cứng rời rạc, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng được thiết kế để thực hiện các chức năng được mô tả ở đây. Bộ xử lý đa dụng có thể là bộ vi xử lý, nhưng theo cách khác, bộ xử lý có thể là bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, hoặc máy trạng thái thông thường bất kỳ. Bộ xử lý cũng có thể được thực thi dưới dạng tổ hợp của các thiết bị tính toán, ví dụ, tổ hợp của DSP và bộ vi xử lý, nhiều bộ vi xử lý, một hoặc nhiều bộ vi xử lý kết hợp với lõi DSP, hoặc mọi cấu hình phù hợp khác.

Các phương pháp, trình tự và/hoặc thuật toán được mô tả liên quan đến các khía cạnh được bộc lộ ở đây có thể được thể hiện trực tiếp trong phần cứng, trong môđun phần mềm được thực thi bởi bộ xử lý, hoặc kết hợp của cả hai. Môđun phần mềm có thể nằm trong bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ nhanh, bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory - ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được (erasable programmable read-only memory - EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện (electrically erasable programmable read-only memory - EEPROM), thanh ghi, đĩa cứng, đĩa tháo lắp được, bộ nhớ chỉ đọc đĩa nén (compact disc read-only memory - CD-ROM), hoặc bất kỳ dạng phương tiện lưu trữ khác đã biết trong lĩnh vực này. Phương tiện lưu trữ làm ví dụ được ghép nối với bộ xử lý sao cho bộ xử lý có thể đọc thông tin từ, và ghi thông tin vào, phương tiện lưu trữ. Theo cách khác, phương tiện lưu trữ có thể được tích hợp vào bộ xử lý. Bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể nằm trong ASIC. ASIC có thể nằm trong thiết bị đầu cuối người dùng (ví dụ, UE). Theo cách khác, bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể ở dưới dạng các thành phần rời rạc trong thiết bị đầu cuối người dùng.

Theo một hoặc nhiều khía cạnh ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm, firmware, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện trong phần mềm, các chức năng có thể được lưu trữ trên hoặc truyền đi dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên phương tiện đọc được bằng máy tính. Phương tiện đọc được bằng máy tính bao gồm cả phương tiện lưu trữ máy tính và phương tiện truyền thông bao gồm phương tiện bất kỳ mà hỗ trợ truyền chương trình máy tính từ vị trí này đến vị trí

khác. Phương tiện lưu trữ có thể là phương tiện bất kỳ có thể được truy cập bởi máy tính. Ví dụ, và không giới hạn, phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như vậy có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc bộ nhớ đĩa quang khác, bộ nhớ đĩa từ hoặc các thiết bị lưu trữ từ khác, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được dùng để mang hoặc lưu trữ mã chương trình mong muốn dưới dạng các lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và máy tính có thể truy cập được. Hơn nữa, mọi kết nối cũng được gọi là phương tiện đọc được bằng máy tính. Ví dụ, nếu phần mềm được truyền từ trang web, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác nhờ sử dụng cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp dây xoắn, đường dây thuê bao số (digital subscriber line - DSL), hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, sóng vô tuyến, vi sóng, thì cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp dây xoắn, DSL, hoặc các công nghệ không dây như hồng ngoại, sóng vô tuyến, vi sóng này được bao hàm trong định nghĩa về phương tiện. Đĩa và ổ đĩa, như được dùng ở đây, bao gồm đĩa nén (Compact Disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa kỹ thuật số đa năng (Digital Versatile Disc - DVD), đĩa mềm và Đĩa Blu-ray, trong đó các đĩa từ thường sao chép dữ liệu theo cách từ tính, trong khi đó đĩa quang sao chép dữ liệu theo cách quang học bằng các tia laze. Các kết hợp ở trên cũng có thể được đưa vào trong phạm vi phương tiện đọc được bằng máy tính.

Mặc dù phần mô tả trên đây thể hiện các khía cạnh minh họa, cần lưu ý rằng những thay đổi và cải biến khác nhau có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế như được xác định bởi bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các chức năng, bước và/hoặc hành động của các yêu cầu bảo hộ phương pháp theo các khía cạnh của sáng chế được mô tả ở đây không cần được thực hiện theo thứ tự cụ thể. Hơn nữa, mặc dù các thành phần sáng chế có thể được mô tả hoặc được nêu ở dạng số ít, điều này cũng dự tính bao gồm dạng số nhiều trừ khi giới hạn ở dạng số ít được nêu rõ ràng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

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

nhận cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận sẽ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên;

xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên;

đáp lại việc xác định, đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ; và

truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai là khối tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS)/kênh phát quảng bá vật lý (physical broadcast channel - PBCH) từ ô phục vụ mà UE sử dụng để thu được khối thông tin chính (master information block - MIB) cho ô phục vụ.

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

thiết lập công suất truyền cho tín hiệu tham chiếu đường lên dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được.

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

thiết lập hướng chùm không gian cho chùm truyền hướng đến ô lân cận dựa trên chùm truyền không gian đường lên xác định được, chùm truyền mang tín hiệu tham chiếu đường lên.

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

báo cáo, cho ô phục vụ hoặc máy chủ vị trí, rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất đã hỏng dựa trên việc xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó UE xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên việc chất lượng tín hiệu của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất ở dưới ngưỡng.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó ngưỡng bao gồm ngưỡng công suất nhận được tín hiệu tham chiếu (reference signal received power - RSRP) được tạo cấu hình cho UE.

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

truyền, đến ô phục vụ qua thủ tục kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel - PRACH), số chuỗi chỉ báo rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất đã hỏng dựa trên việc xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

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

yêu cầu ô phục vụ truyền tín hiệu tham chiếu đường xuống thay thế và/hoặc thứ cấp được tạo cấu hình để cho phép UE đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

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

yêu cầu ô lân cận truyền tín hiệu tham chiếu đường xuống thay thế và/hoặc thứ cấp được tạo cấu hình để cho phép UE đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó UE gửi yêu cầu đến ô phục vụ.

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

khởi tạo thủ tục phục hồi lỗi chùm một phần để báo cáo rằng tập hợp con các tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận đã hỏng.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó tập hợp con các tín hiệu tham chiếu đường xuống bao gồm nhiều hơn một tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận.

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó UE nhận nhiều tín hiệu tham chiếu đường xuống từ ô lân cận, và trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất và thứ hai là hai trong số nhiều tín hiệu tham chiếu đường xuống.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó:

tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất được tạo cấu hình để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống cho phần băng thông sóng mang thứ nhất được dùng để truyền thông với ô lân cận, và

tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai được tạo cấu hình để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống cho phần băng thông sóng mang thứ hai được dùng để truyền thông với ô lân cận.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó:

tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất là tín hiệu tham chiếu đường xuống duy nhất mà UE nhận được từ ô lân cận, và

tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai là tín hiệu tham chiếu đường xuống nhận được từ ô phục vụ.

17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai là tín hiệu tham chiếu đường xuống mặc định được dùng cho cả hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được và chùm truyền không gian đường lên xác định được.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai được nhận trên chùm truyền từ ô phục vụ.

19. Phương pháp theo điểm 1, trong đó UE truyền tín hiệu tham chiếu đường lên với công suất truyền lớn nhất sau khi xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền

không gian đường lên và trước khi đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai.

20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai là tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ cấp từ ô phục vụ được tạo cấu hình để hỗ trợ xác định chùm truyền không gian đường lên.

21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai là khối tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal - SS)/kênh phát quảng bá vật lý (physical broadcast channel - PBCH) từ ô phục vụ mà UE sử dụng để thu được khối thông tin chính (master information block - MIB) cho ô phục vụ.

22. Thiết bị người dùng (UE), bao gồm:

bộ nhớ;

ít nhất một bộ thu phát; và

ít nhất một bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhớ và ít nhất một bộ thu phát, ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận, qua ít nhất một bộ thu phát, cấu hình định vị, cấu hình định vị bao gồm ít nhất một mã định danh của tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất từ ô lân cận sẽ được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên;

xác định rằng tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ nhất nhận được từ ô lân cận không thể được dùng để đánh giá hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên;

đánh giá, đáp lại bước xác định, hao tổn đường truyền đường xuống hoặc xác định chùm truyền không gian đường lên dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống thứ hai nhận được từ ô lân cận hoặc ô phục vụ; và

làm cho ít nhất một bộ thu phát truyền tín hiệu tham chiếu đường lên để định vị dựa trên hao tổn đường truyền đường xuống đánh giá được, chùm truyền không gian đường lên xác định được, hoặc kết hợp của chúng.

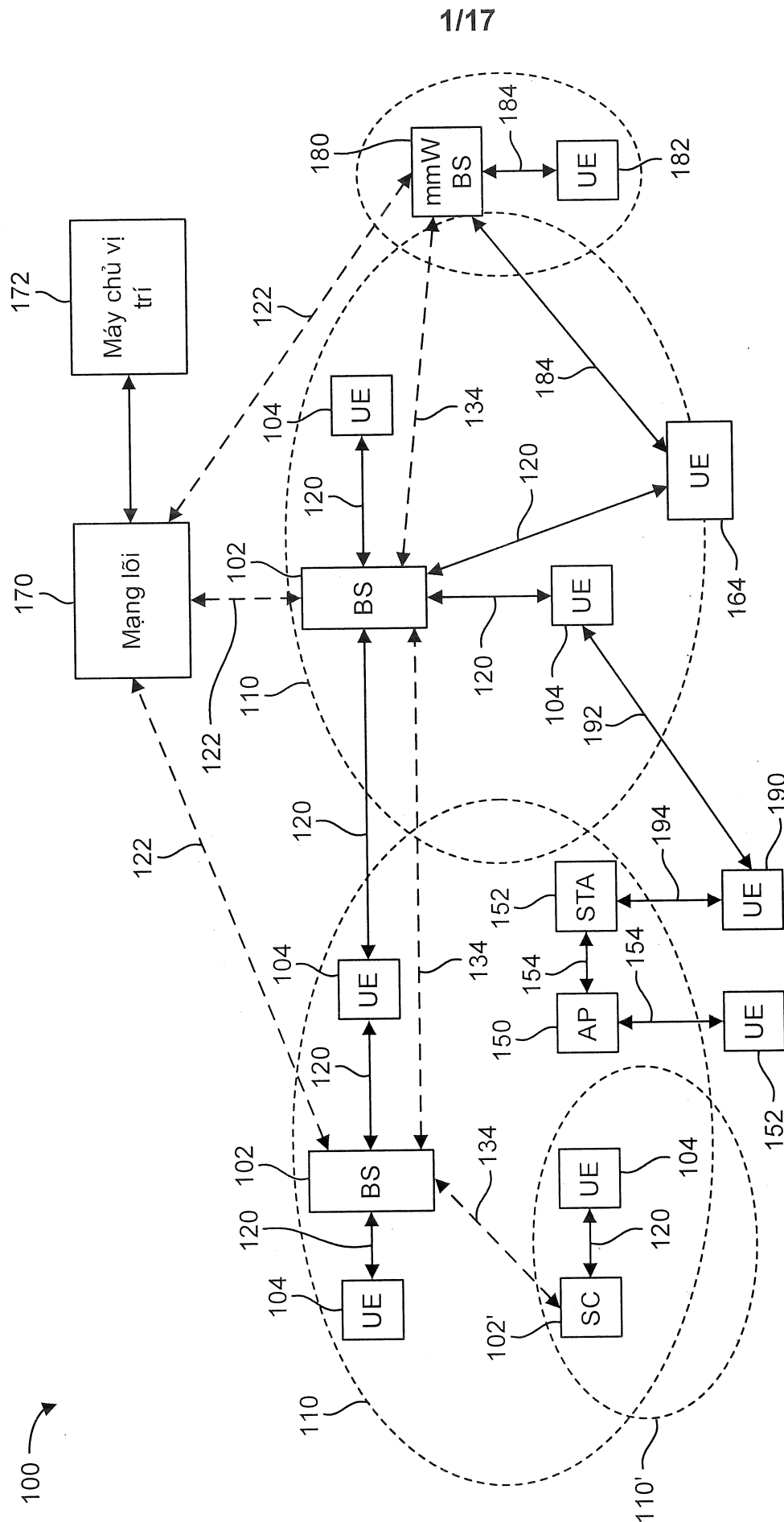


Fig.1

2/17

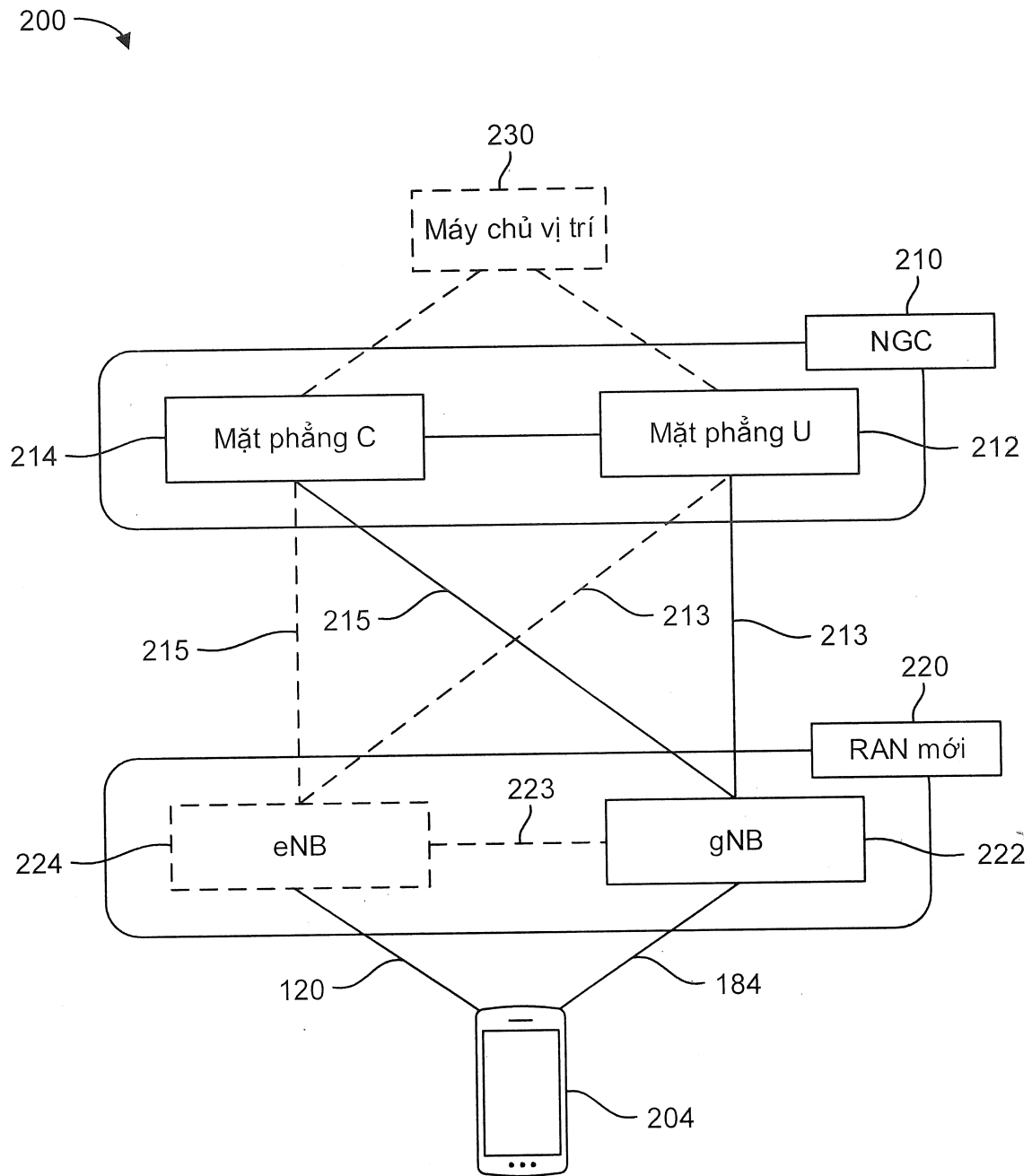


Fig. 2A

3/17

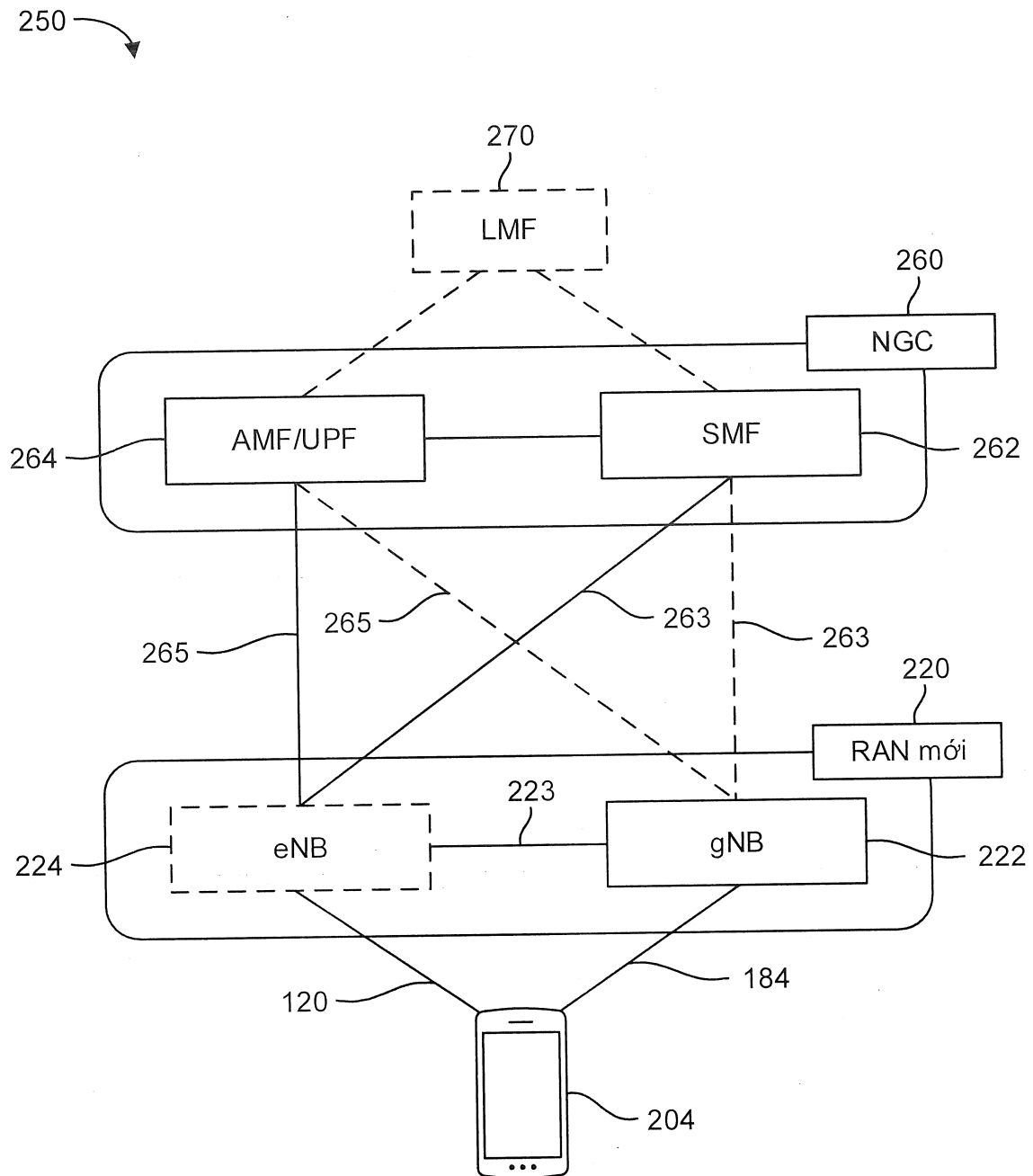


Fig. 2B

4/17

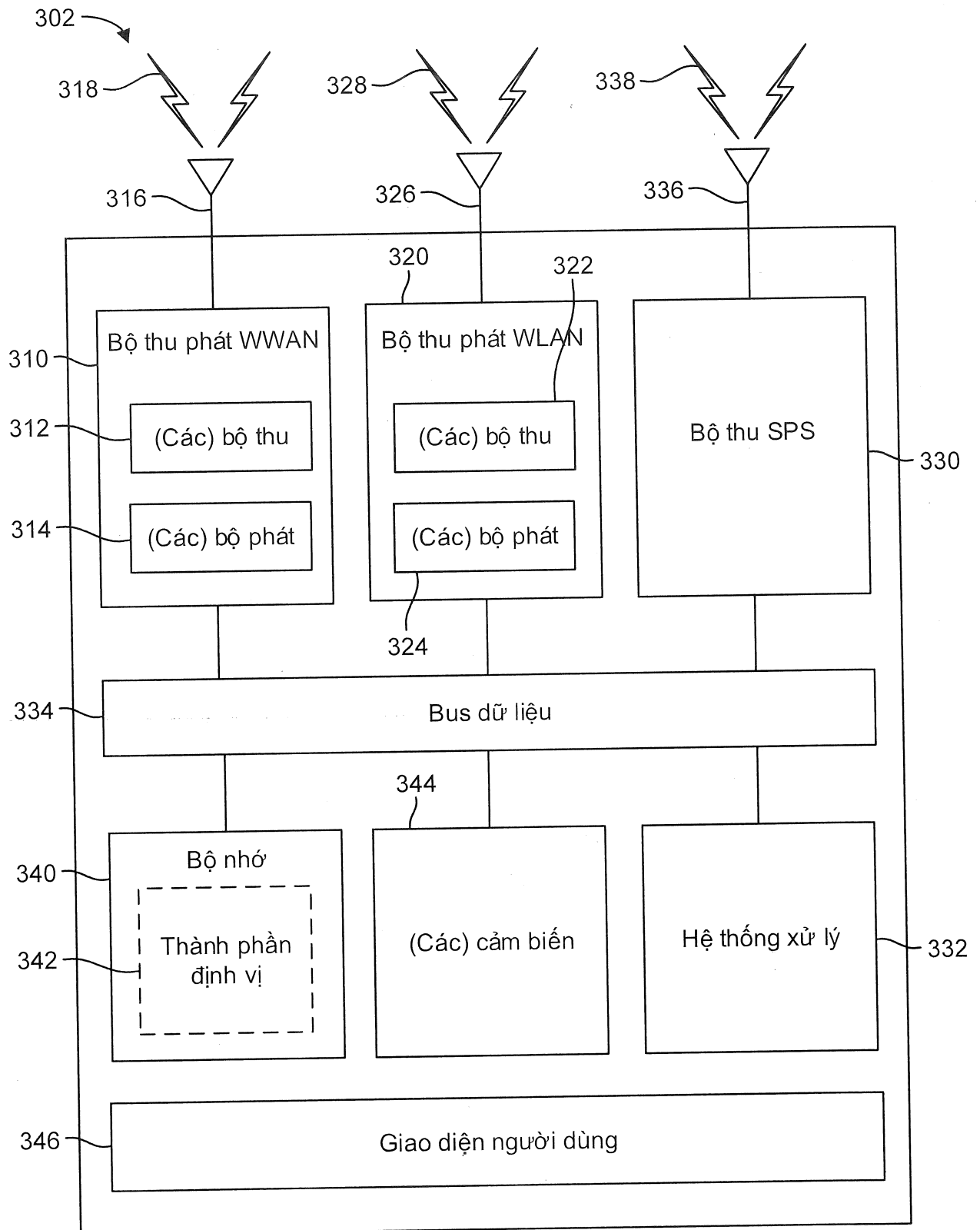


Fig. 3A

5/17

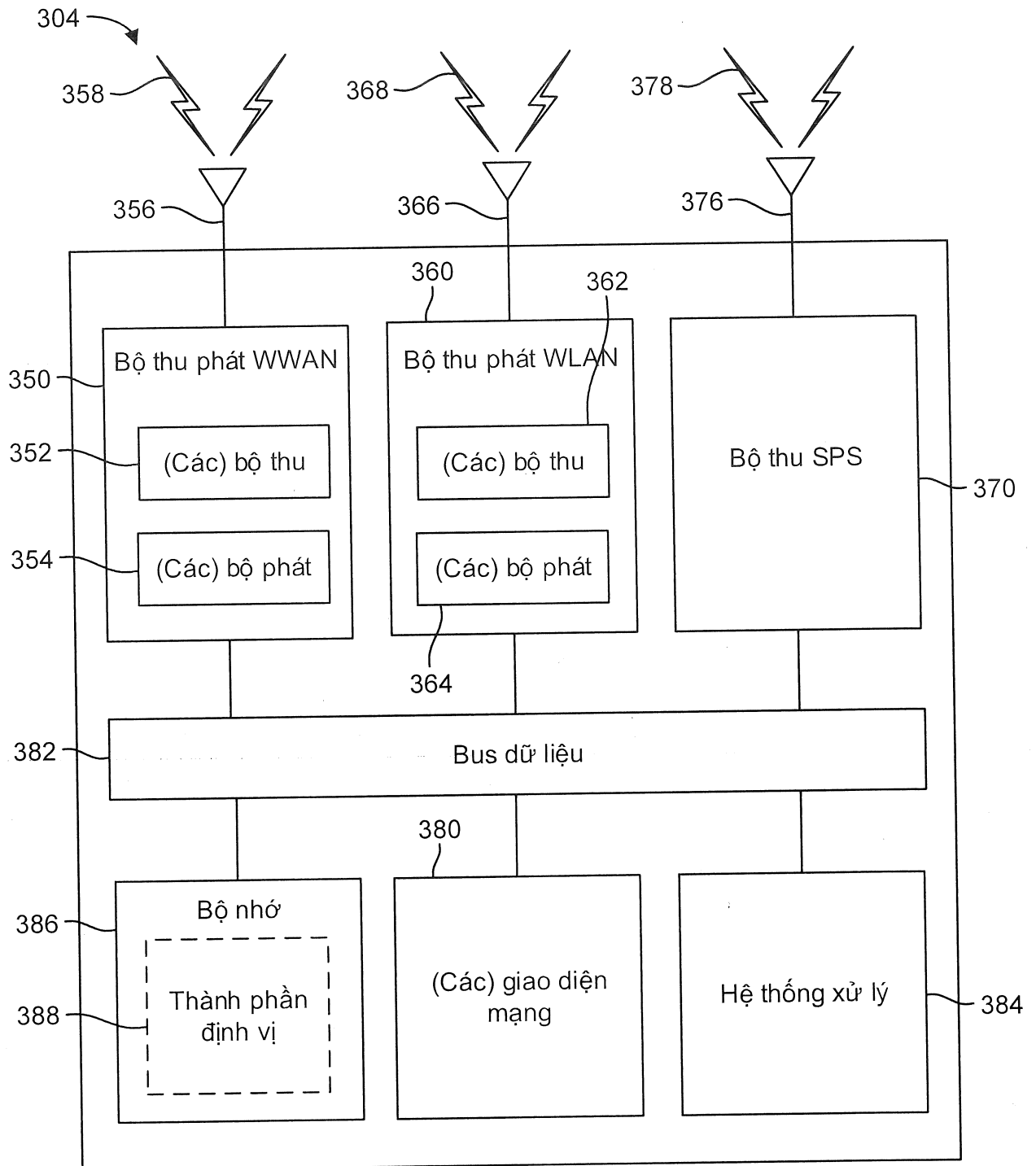
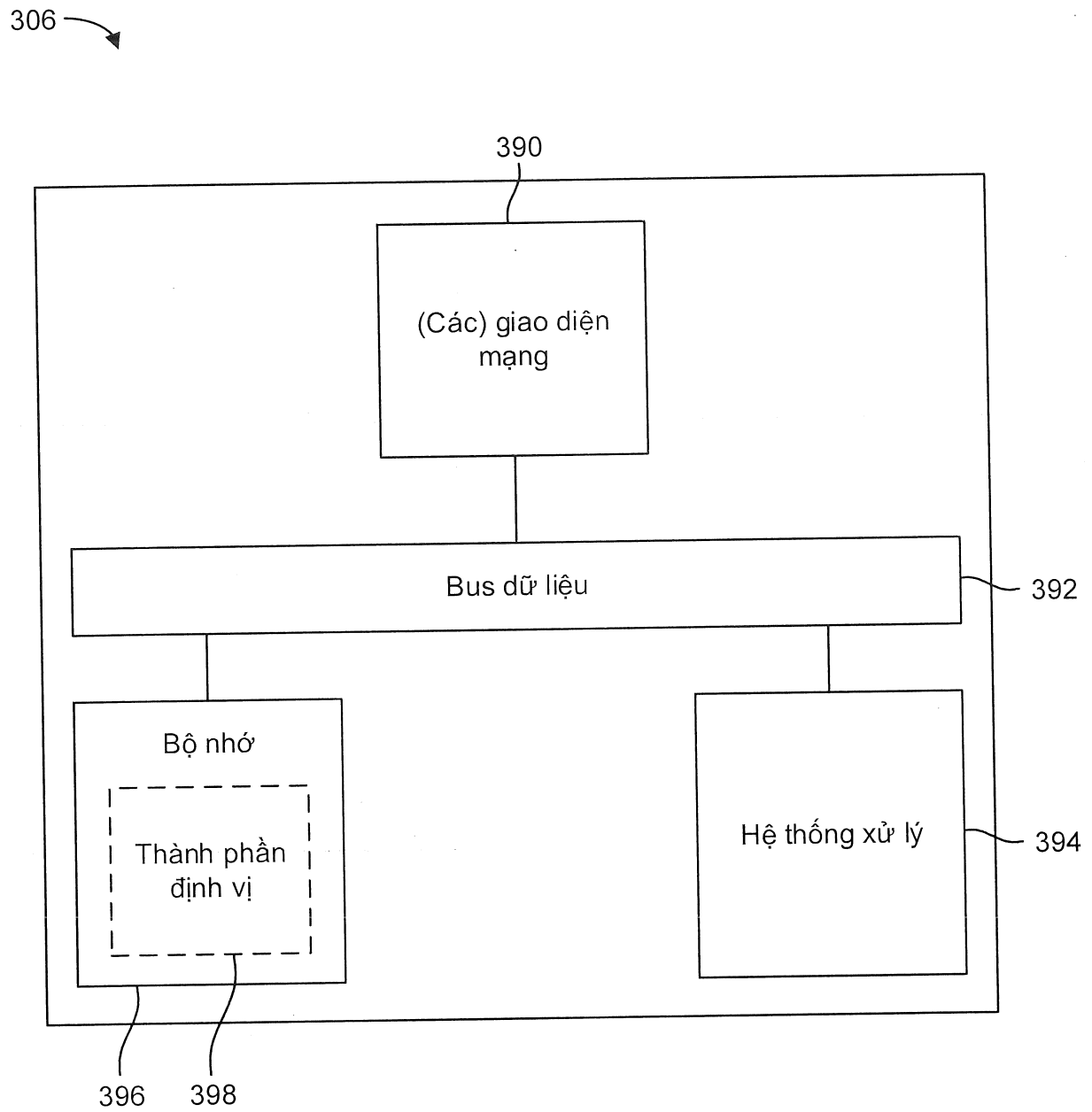
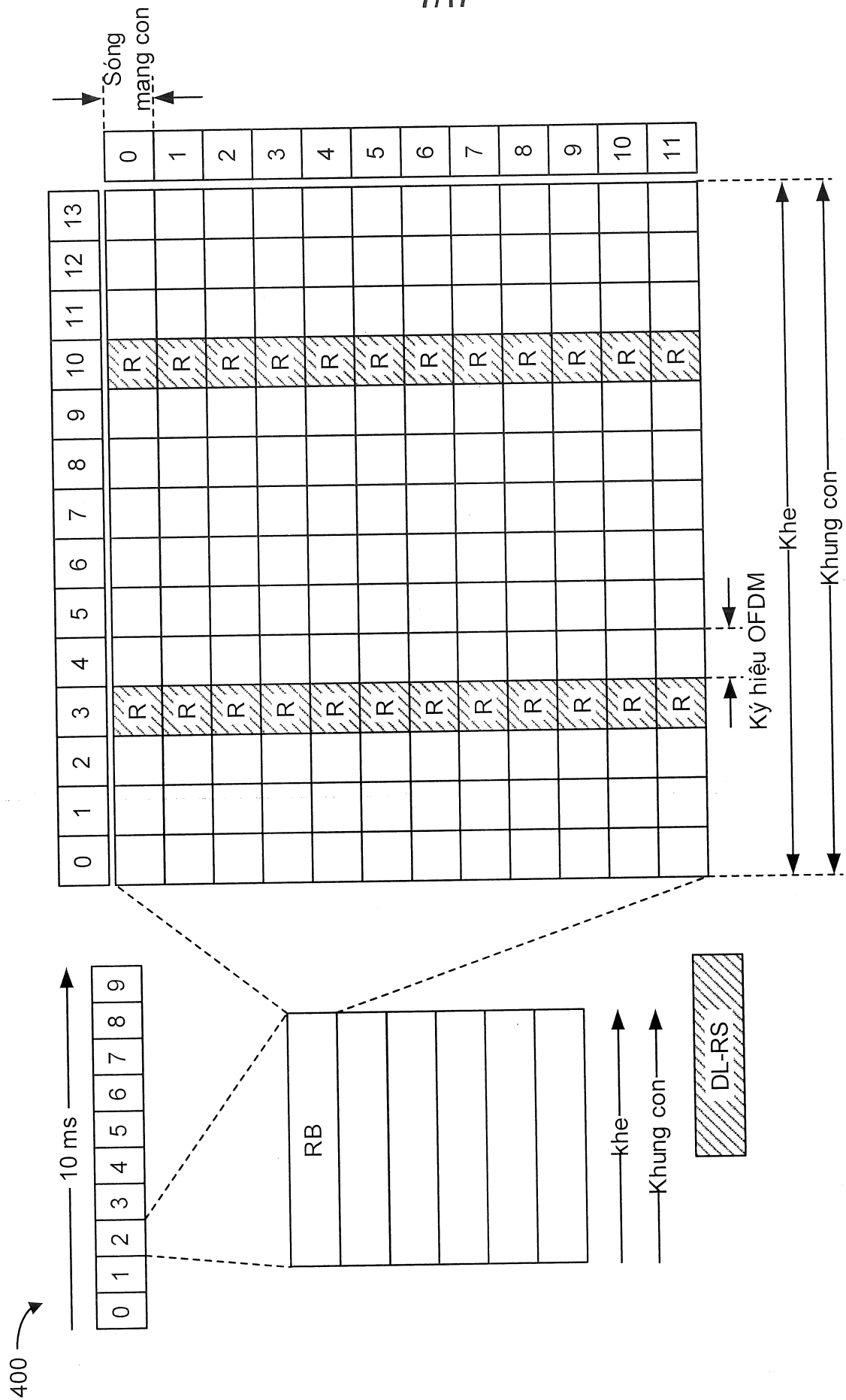


Fig. 3B

6/17

*Fig. 3C*

7/17



8/17

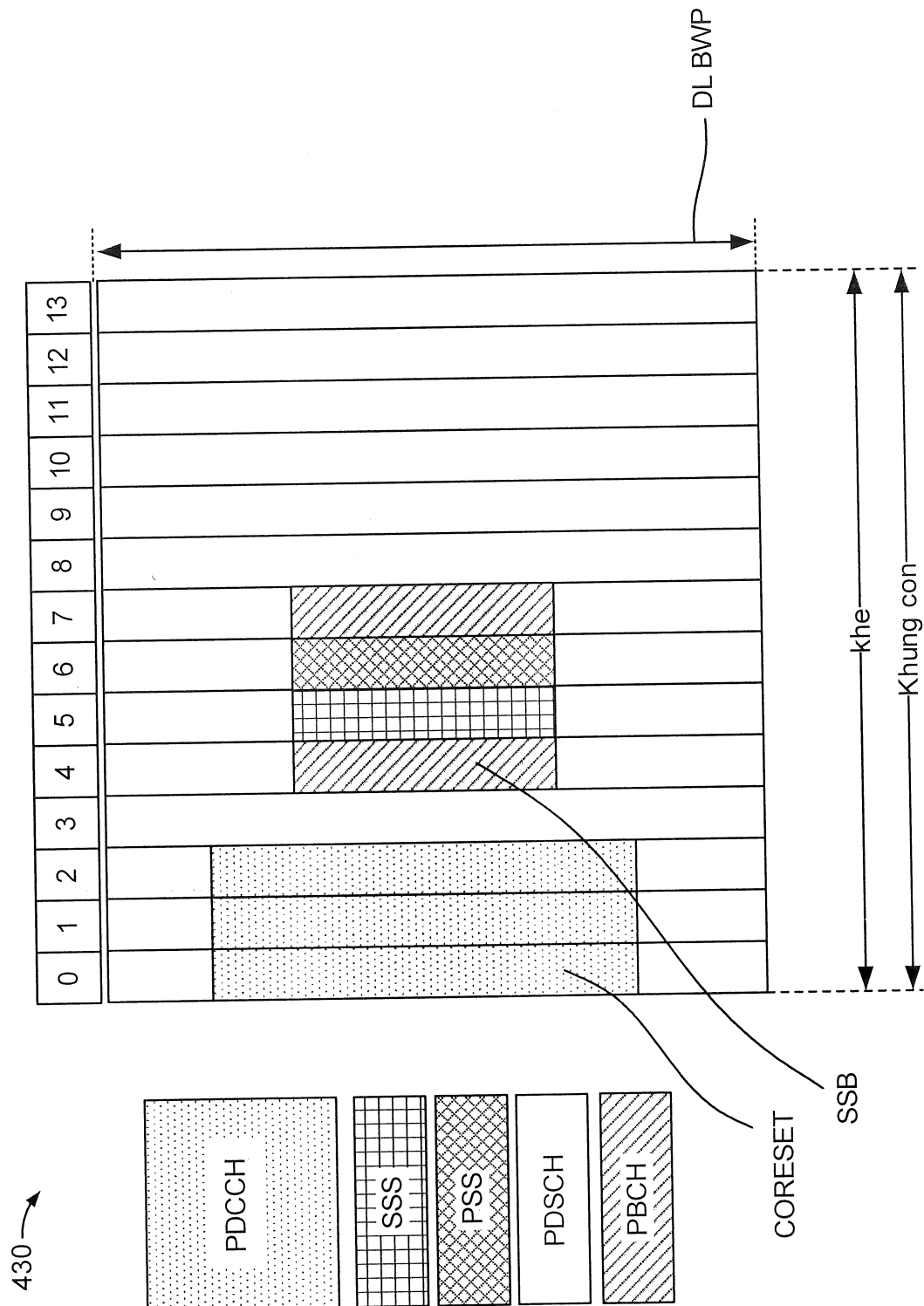


Fig. 4B

9/17

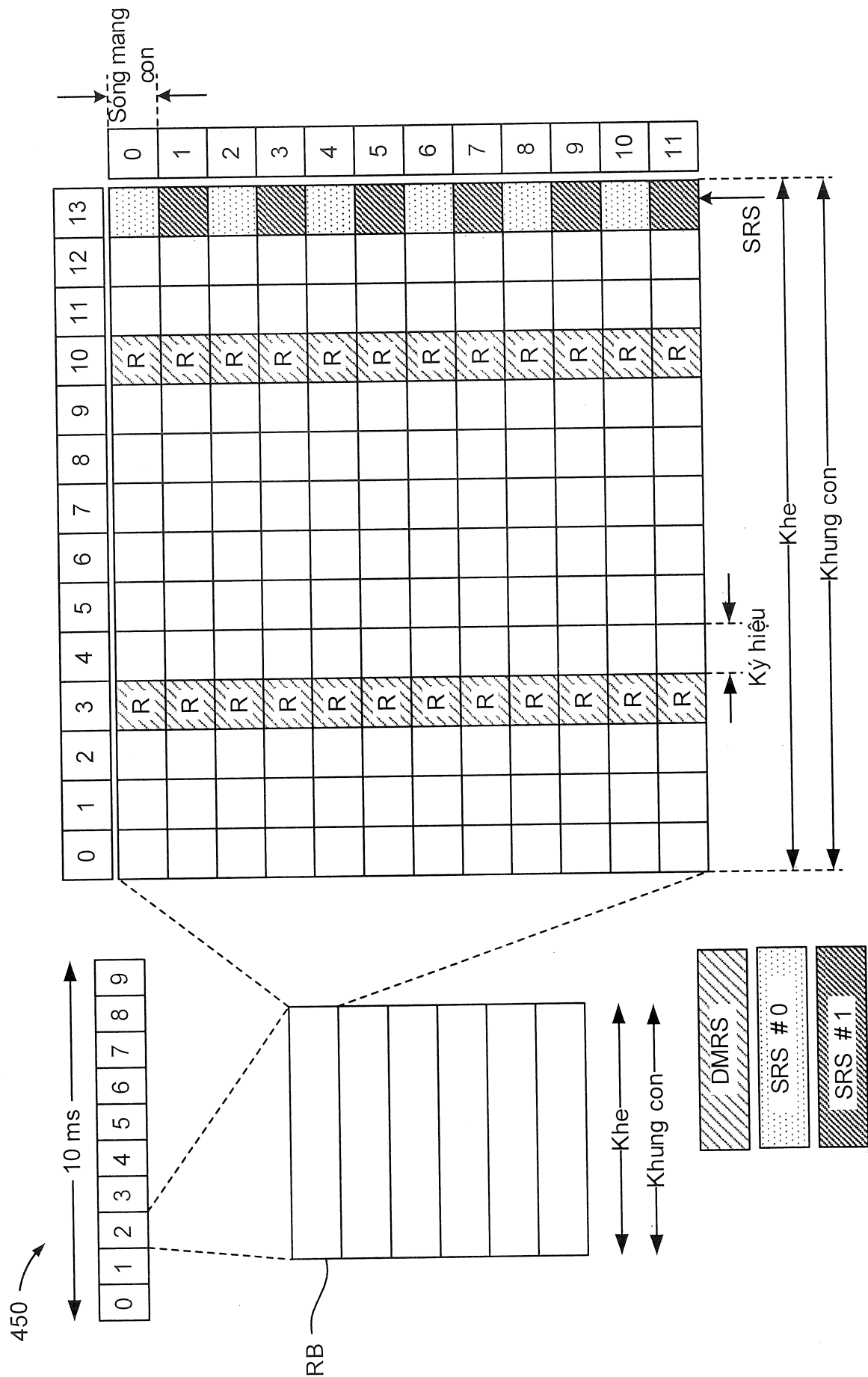


Fig. 4C

10/17

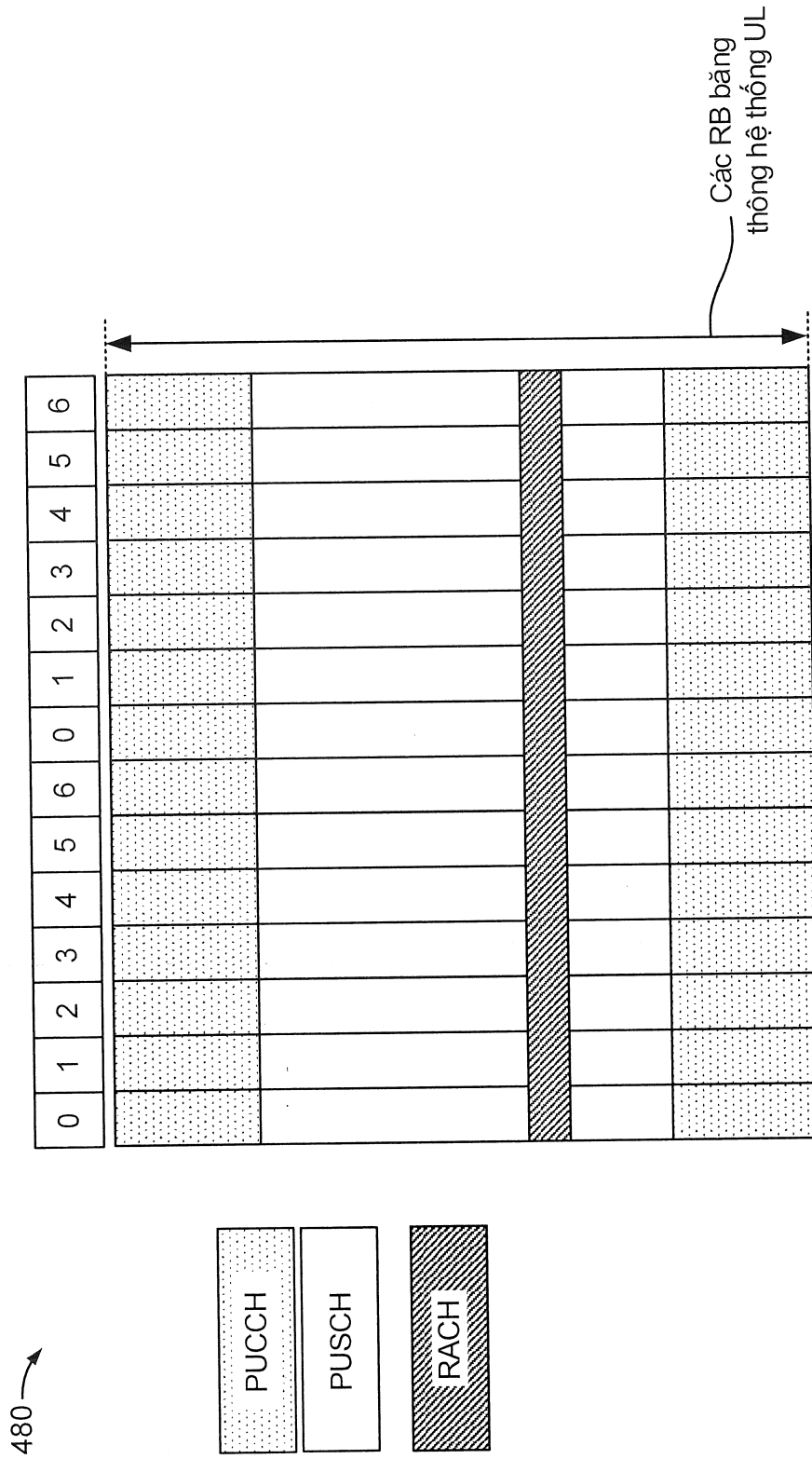
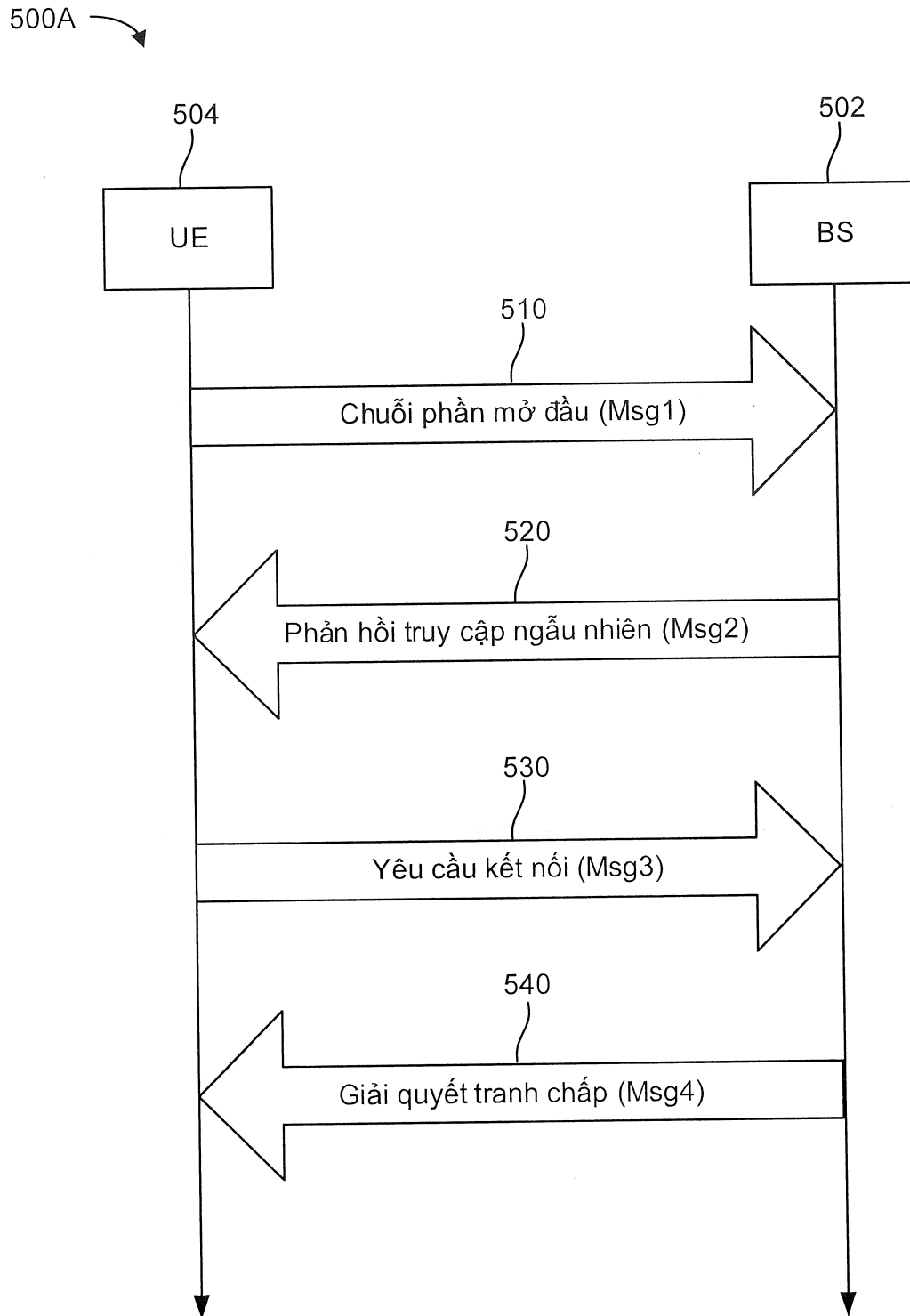
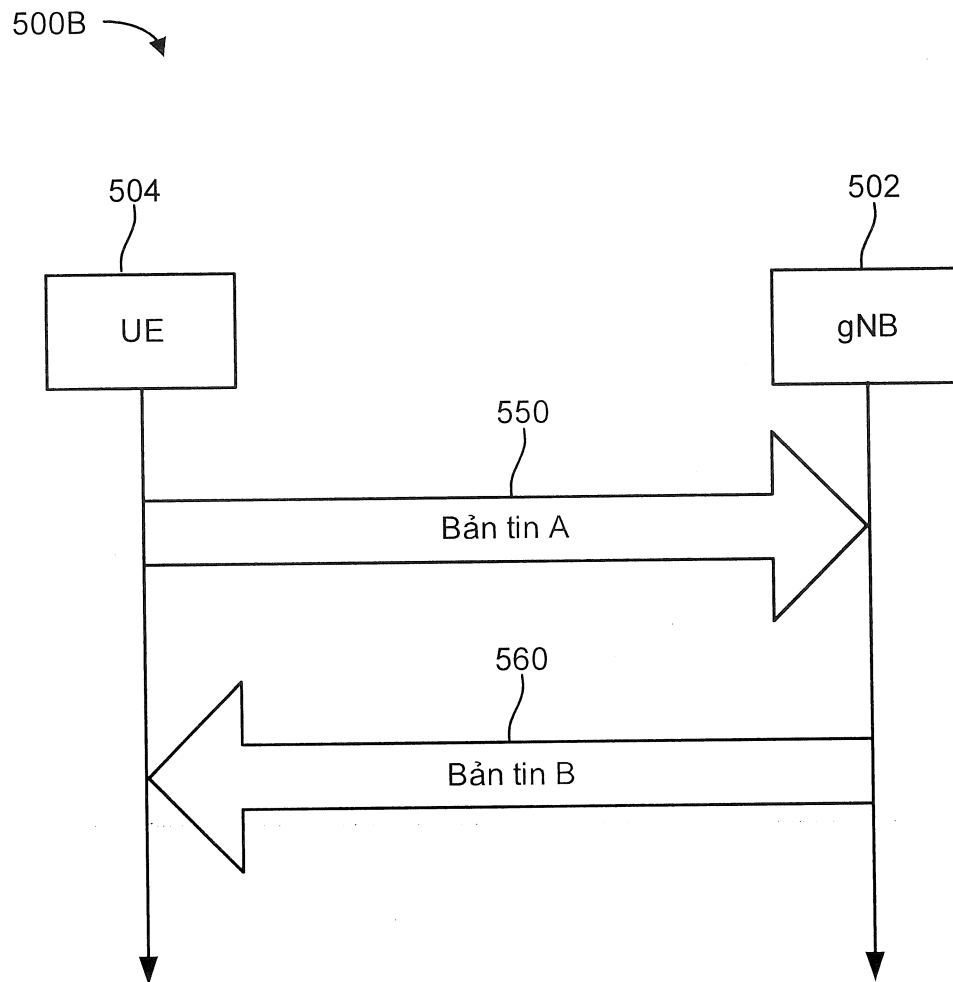


Fig. 4D

11/17

*Fig. 5A*

12/17

*Fig. 5B*

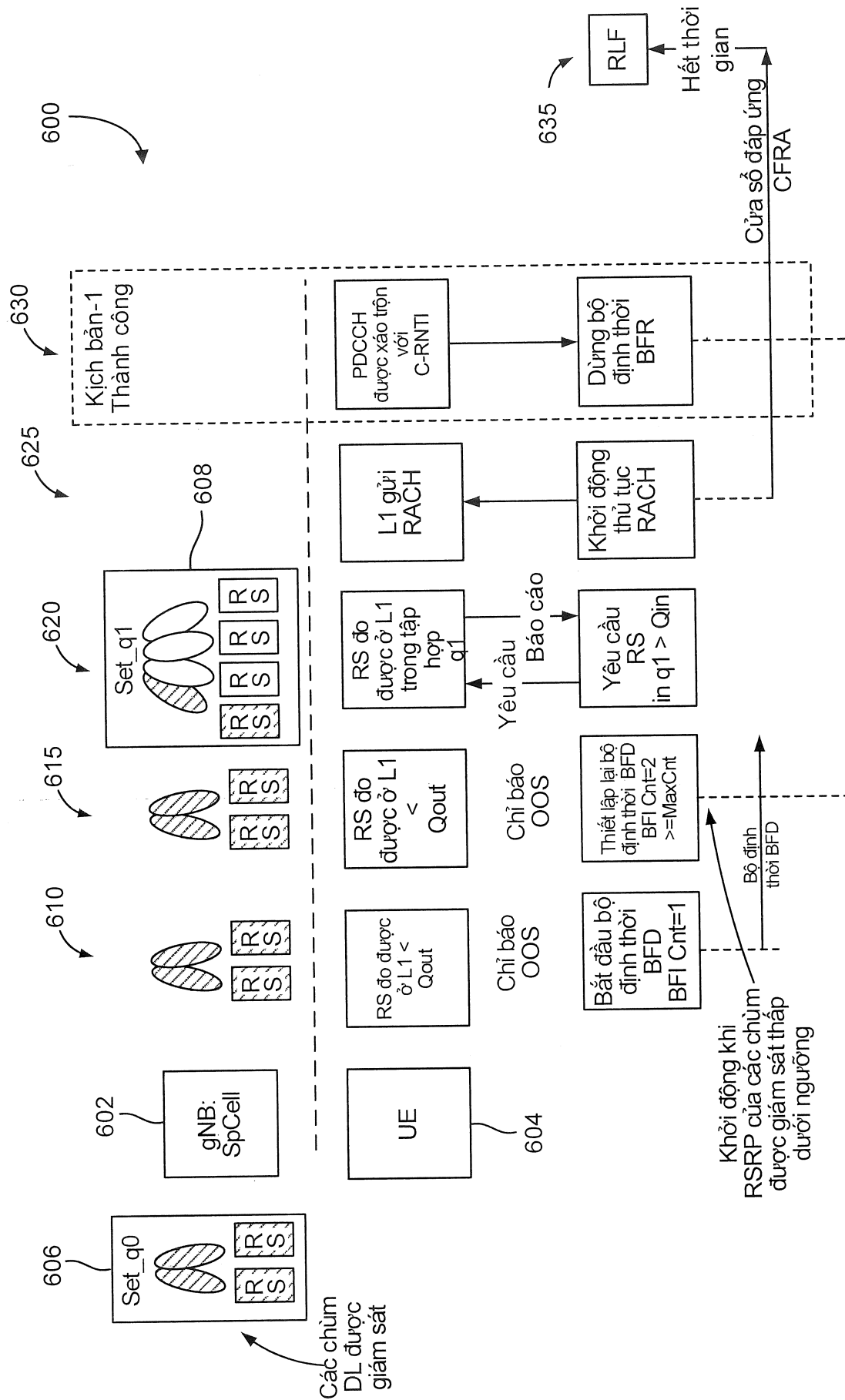


Fig. 6

14/17

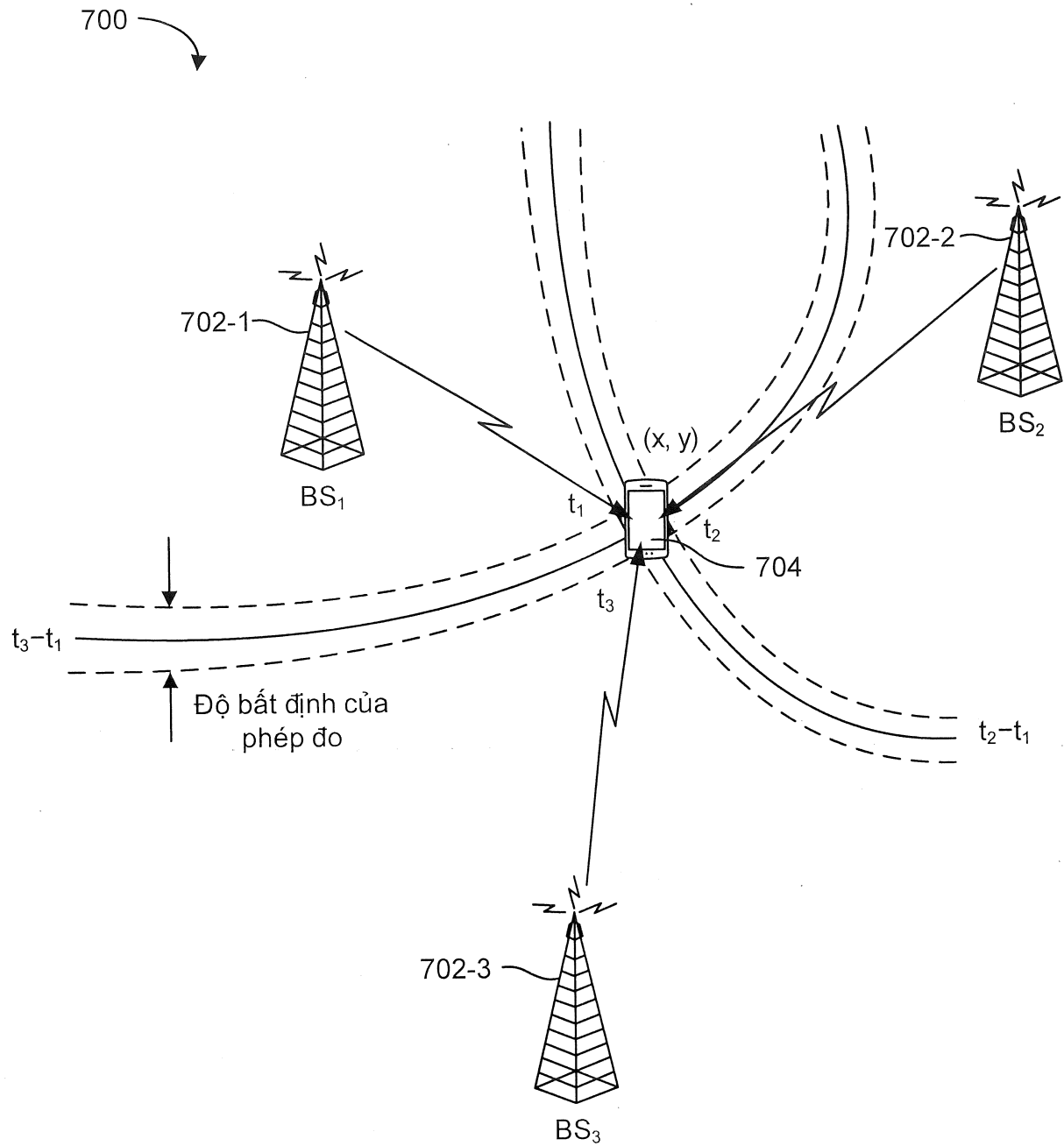


Fig. 7

15/17

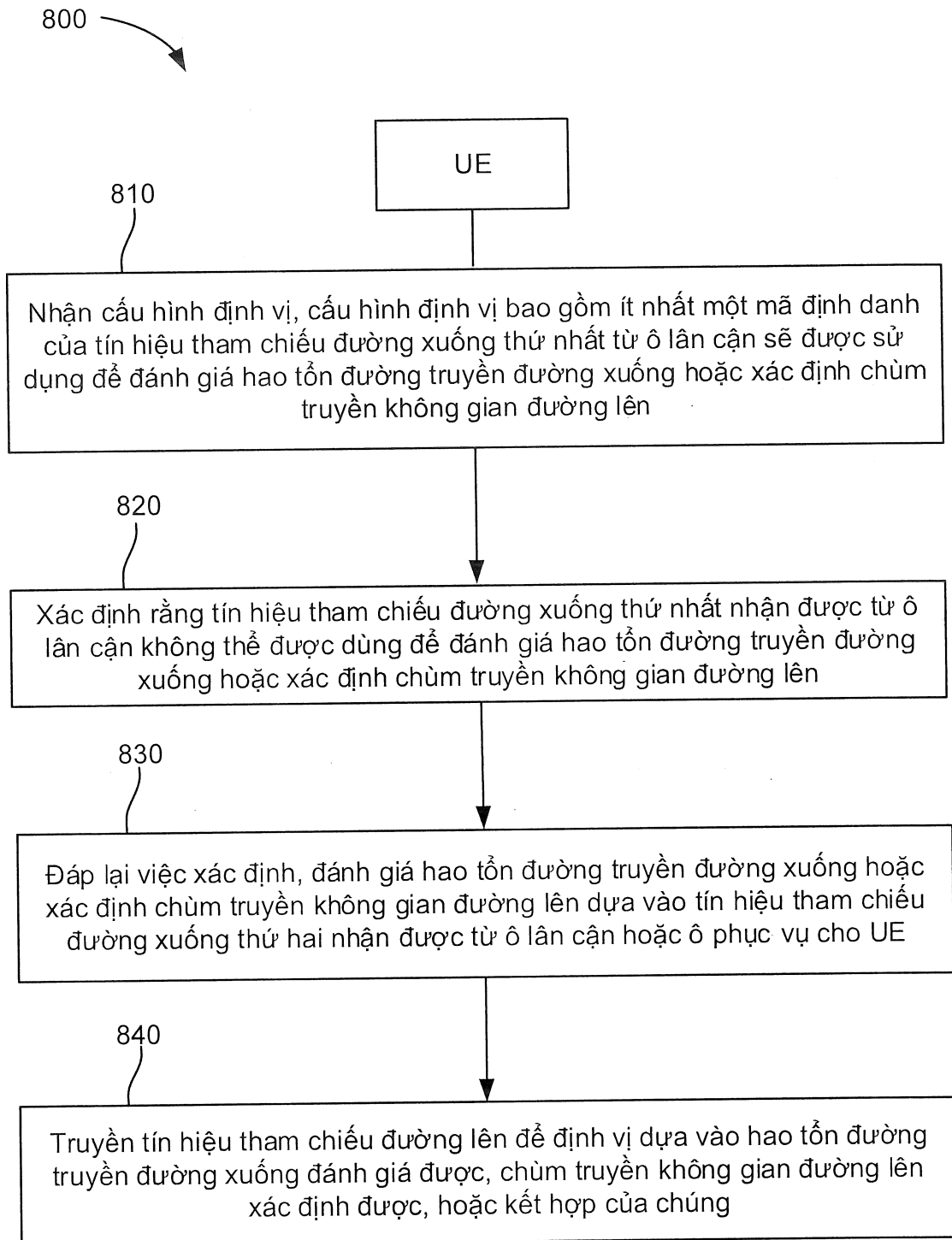


Fig. 8

16/17

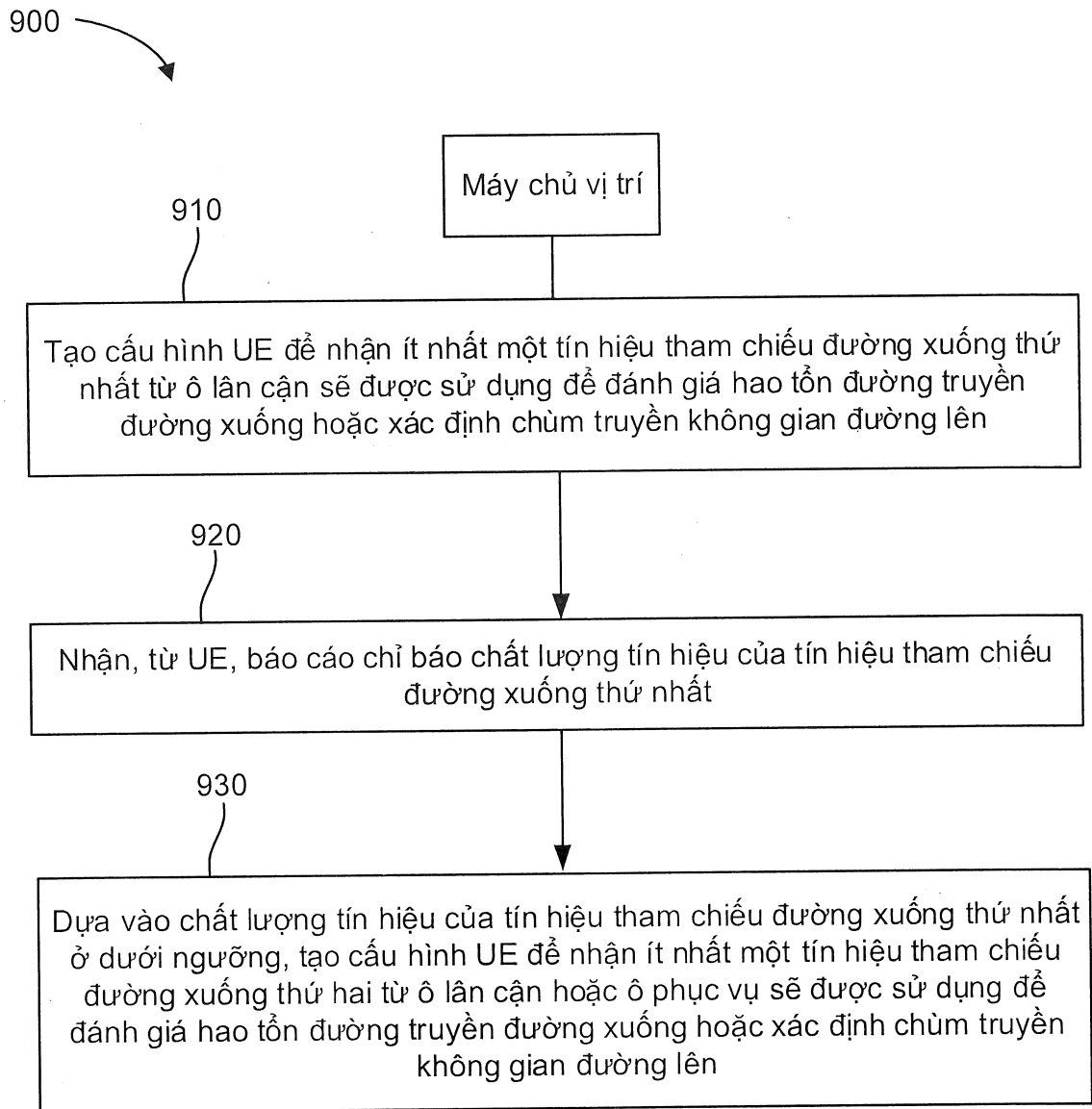
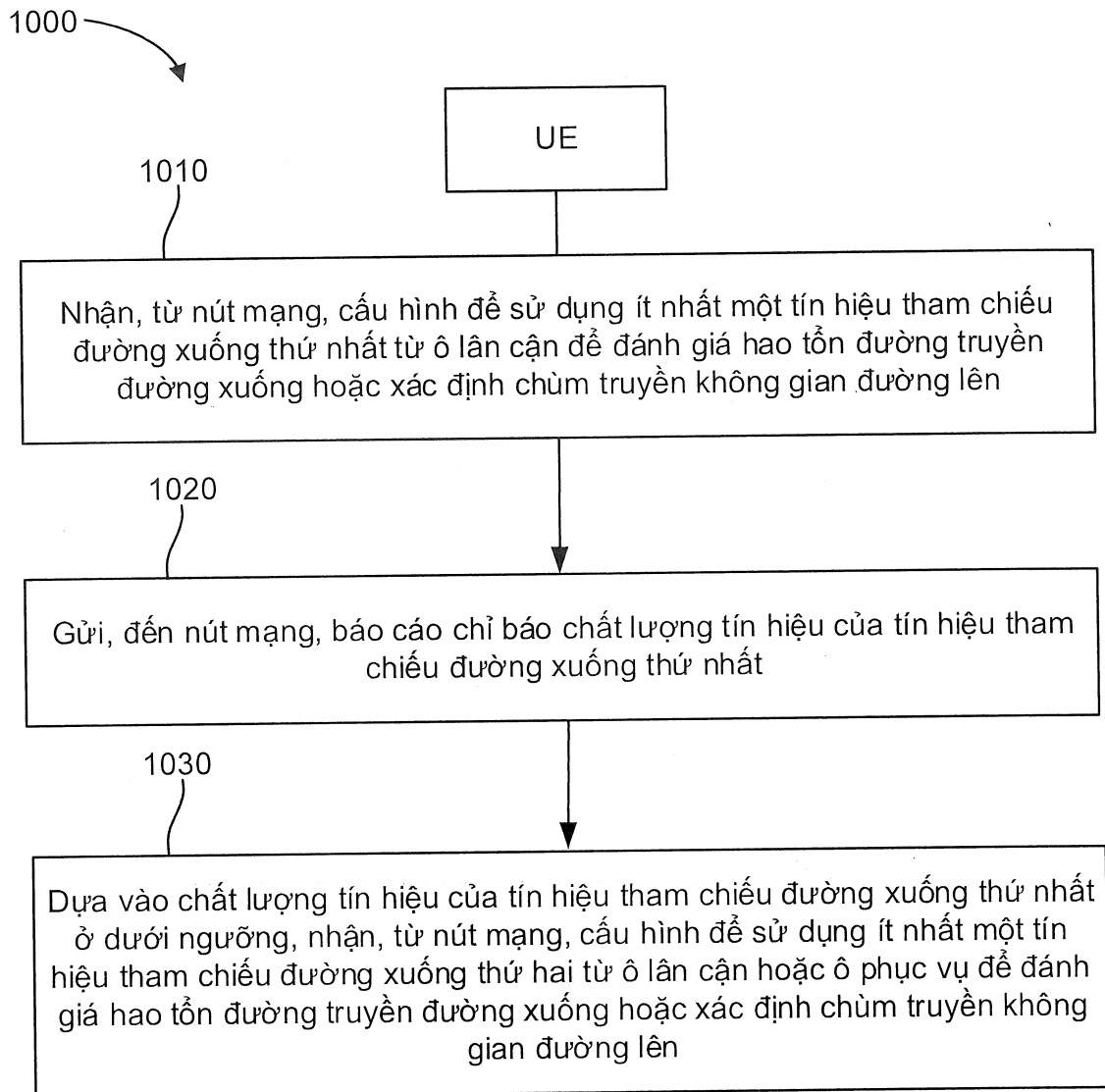


Fig.9

17/17

*Fig. 10*