



(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)



1-0041424

(51)⁸ H04B 7/06; H04B 7/04

(13) B

(21) 1-2018-03304

(22) 30/12/2016

(86) PCT/KR2016/015569 30/12/2016

(87) WO 2017/116209 06/07/2017

(30) 62/273,391 30/12/2015 US; 62/319,653 07/04/2016 US; 62/324,558 19/04/2016 US;
62/340,148 23/05/2016 US; 62/356,799 30/06/2016 US; 62/372,196 08/08/2016 US;
62/378,272 23/08/2016 US; 62/406,443 11/10/2016 US; 15/365,909 30/11/2016 US

(45) 25/10/2024 439

(43) 25/10/2018 367A

(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)

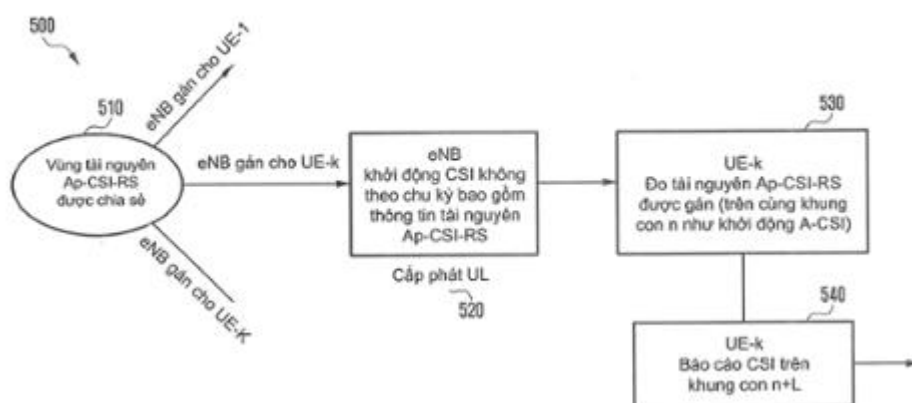
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 16677, Republic of Korea

(72) NOVLAN, Thomas David (US); NOH, Hoondong (KR); KWAK, Youngwoo (KR);
SI, Hongbo (CN); EKO, Onggosanusi (US).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH BẰNG THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI, TRẠM GỐC, VÀ PHƯƠNG PHÁP THU THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH BẰNG TRẠM GỐC TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị đầu cuối, phương pháp truyền thông tin trạng thái kênh bằng thiết bị đầu cuối, trạm gốc, và phương pháp thu thông tin trạng thái kênh bằng trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp truyền thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI) bằng thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm các bước: thu, từ trạm gốc, thông tin thứ nhất để tạo cấu hình tập các tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS); thu, từ trạm gốc, thông tin thứ hai để chọn ít nhất một tài nguyên CSI-RS từ tập các tài nguyên CSI-RS; thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) yêu cầu báo cáo về CSI, DCI chỉ báo tài nguyên CSI-RS trong số ít nhất một tài nguyên CSI-RS; tính thông số CSI dựa trên CSI-RS tương ứng với tài nguyên CSI-RS; và truyền, tới trạm gốc, CSI dựa trên thông số CSI được tính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị đầu cuối, phương pháp truyền thông tin trạng thái kênh bằng thiết bị đầu cuối, trạm gốc, và phương pháp thu thông tin trạng thái kênh bằng trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng nhu cầu đối với lưu lượng dữ liệu không dây tăng lên kể từ khi sự phát triển của các hệ thống truyền thông 4G, thì đã có nhiều nỗ lực được tạo ra để phát triển hệ thống truyền thông Pre5G hoặc 5G cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc Pre5G cũng được gọi là ‘Vượt xa mạng 4G’ hoặc ‘Hệ thống sau LTE’. Hệ thống truyền thông 5G được xem xét thực hiện trong dải tần số cao hơn (sóng mm), ví dụ như dải tần 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm tiêu hao lan truyền của sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền dẫn, thì kỹ thuật tạo chùm tia, kỹ thuật nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) quy mô lớn, kỹ thuật MIMO toàn chiều (Full Dimensional MIMO, FD MIMO), anten mảng, kỹ thuật tạo chùm tia tương tự, kỹ thuật anten mảng quy mô lớn được đề cập trong các hệ thống truyền thông 5G. Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G, việc phát triển để cải tiến hệ thống mạng được tiến hành dựa trên các tế bào nhỏ hoàn chỉnh, mạng truy nhập vô tuyến dựa trên điện toán đám mây (Cloud Radio Access Network, C-RAN), các mạng siêu dày đặc, truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (Device-to-Device, D2D), mạng backhaul không dây, mạng chuyển động, mạng hợp tác, truyền thông đa điểm điều phối (Coordinated Multi-Points, CoMP), khử nhiễu bên đầu thu và các phương thức truyền thông tương tự. Trong hệ thống 5G, điều biến lai giữa điều biến khóa dịch pha (Phase Shift Keying, FSK) và điều biến biên độ cầu phương (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) (FQAM) và mã chồng cửa sổ trượt (Sliding Window Superposition Coding, SWSC) như điều biến mã hoàn chỉnh (Advanced Coding Modulation, ACM), và điều biến lọc dải đa sóng mang (Filter Bank Multi Carrier, FBMC), đa truy nhập không trực giao (Non-Orthogonal Multiple Access,

NOMA), và đa truy nhập mã thưa (Sparse Code Multiple Access, SCMA) như kỹ thuật truy nhập tiên tiến được phát triển.

Mạng Internet là một mạng lưới kết nối con người, nơi mà con người tạo ra và sử dụng thông tin, hiện tại đang được phát triển thành mạng lưới vạn vật kết nối Internet (Internet of Things, IoT) là nơi mà các thực thể được phân phối, chẳng hạn như đồ vật, trao đổi và xử lý thông tin mà không cần sự can thiệp của con người. Mạng lưới internet kết nối tất cả (Internet of Everything, IoE), là dạng kết hợp của kỹ thuật IoT và kỹ thuật xử lý dữ liệu lớn thông qua kết nối với máy chủ đám mây đã được phát triển. Các yếu tố kỹ thuật, chẳng hạn như “kỹ thuật cảm nhận”, “truyền thông có dây/không dây và cơ sở hạ tầng mạng”, “kỹ thuật giao diện dịch vụ”, và “kỹ thuật bảo mật” được yêu cầu cho việc thực hiện IoT, mạng cảm biến, truyền thông máy với máy (Machine-to-Machine, M2M), truyền thông kiểu máy (Machine Type Communication, MTC), v.v., đã được nghiên cứu gần đây. Môi trường IoT có thể cung cấp các dịch vụ kỹ thuật Internet thông minh tạo ra các giá trị mới đối với cuộc sống của con người bằng cách thu thập và phân tích dữ liệu được tạo ra giữa các sự vật được kết nối. IoT có thể được áp dụng cho các lĩnh vực khác nhau bao gồm nhà thông minh, tòa nhà thông minh, thành phố thông minh, xe thông minh hoặc các xe được kết nối, mạng lưới thông minh, chăm sóc sức khỏe, các ứng dụng thông minh và các dịch vụ y tế tiên tiến thông qua tập trung và kết hợp giữa công nghệ thông tin (IT) và các ứng dụng công nghiệp khác nhau hiện có.

Với điều này, nhiều nỗ lực đã được tạo ra nhằm áp dụng các hệ thống truyền thông 5G cho các mạng IoT. Ví dụ, các kỹ thuật chẳng hạn như mạng cảm biến, truyền thông kiểu máy (MTC), và truyền thông máy với máy (M2M) có thể được thực hiện bằng kỹ thuật tạo chùm, MIMO, và các anten mảng. Việc ứng dụng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) dựa trên điện toán đám mây như kỹ thuật xử lý dữ liệu lớn được mô tả bên trên cũng có thể được xem xét là một ví dụ của sự hội tụ giữa kỹ thuật 5G và kỹ thuật IoT.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Truyền thông không dây là một trong những phát kiến thành công nhất trong lịch sử hiện đại. Nhu cầu lưu lượng dữ liệu không dây tăng lên nhanh chóng do sự phổ biến ngày càng tăng giữa người tiêu dùng và doanh nghiệp về điện thoại thông minh và các thiết bị dữ liệu di động khác, chẳng hạn như máy tính bảng, máy tính dạng “sổ tay”, máy tính loại netbook, các thiết bị đọc sách điện tử, và các thiết bị kiểu máy. Để đáp ứng sự tăng trưởng

cao về lưu lượng dữ liệu di động và hỗ trợ các ứng dụng và triển khai mới, thì những cải tiến về hiệu suất giao diện vô tuyến và vùng phủ là hết sức quan trọng.

Thiết bị di động hoặc thiết bị người dùng có thể đo chất lượng của kênh đường xuống và báo cáo chất lượng được đo này cho trạm gốc sao cho việc xác định có thể được tạo ra bất kể có thông số thay đổi được điều chỉnh trong khi truyền thông với thiết bị di động hay không. Việc xử lý báo cáo chất lượng kênh hiện có trong các hệ thống truyền thông không dây không cung cấp đủ báo cáo thông tin trạng thái kênh được liên kết với các anten truyền mảng lớn hoặc các anten truyền mảng hai chiều, thông thường, dạng hình học mảng anten chứa một số lượng lớn các phần tử anten.

Các phương án khác nhau của sáng chế đề xuất các phương pháp và thiết bị để báo cáo CSI.

Theo một phương án, thiết bị người dùng (User Equipment, UE) được đề xuất. UE này bao gồm bộ thu phát và bộ xử lý được kết nối vận hành với bộ thu phát. Bộ thu phát được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo thông tin cấu hình tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (Channel State Information Reference Signal, CSI-RS), thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) liên quan tới đường lên, và CSI-RS được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn trong cùng khung con như DCI liên quan tới đường lên. Bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định, nhằm đáp lại yêu cầu CSI được chứa trong DCI liên quan tới đường lên, CSI không theo chu kỳ tham chiếu tới CSI-RS. Bộ thu phát còn được tạo cấu hình để báo cáo CSI không theo chu kỳ bằng cách truyền CSI không theo chu kỳ trên kênh đường lên.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không chứa thông tin cấu hình khung con mà chứa thông tin tính chu kỳ và độ lệch.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được liên kết với kiểu eMIMO lớp B.

Tốt hơn là, trong đó thông tin chỉ báo cấu hình tài nguyên CSI-RS được thu qua báo hiệu lớp cao hơn và chỉ bao gồm tài nguyên CSI-RS được chọn.

Tốt hơn là, trong đó thông tin chỉ báo thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được thu qua báo hiệu lớp cao hơn và bao gồm K tài nguyên CSI-RS trong đó K lớn hơn một.

Tốt hơn là, trong đó N tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được chọn để kích hoạt và chọn N tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được báo hiệu như một phần của phần tử điều khiển (Control Element, CE) điều khiển truy nhập môi trường (Medium

Access Control, MAC).

Tốt hơn là, trong đó tài nguyên CSI-RS được chọn được chọn từ N tài nguyên CSI-RS được kích hoạt và được chỉ báo trong DCI liên quan tới đường lên.

Theo một phương án khác, trạm gốc (Base Station, BS) được đề xuất. BS bao gồm bộ xử lý và bộ thu phát được kết nối vận hành với bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo thông tin cấu hình để tạo cấu hình thiết bị người dùng (UE) với tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS). Bộ thu phát được tạo cấu hình để truyền, tới UE, thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) liên quan tới đường lên, và CSI-RS được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn trong cùng khung con như DCI liên quan tới đường lên. Bộ thu phát còn được tạo cấu hình để thu, từ UE, báo cáo CSI không theo chu kỳ trên kênh đường lên. Báo cáo CSI không theo chu kỳ được xác định nhằm đáp lại yêu cầu CSI được chứa trong DCI liên quan tới đường lên và tham chiếu tới CSI-RS.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không chứa thông tin cấu hình khung con mà chứa thông tin tính chu kỳ và độ lệch.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được truyền qua báo hiệu lớp cao hơn và chỉ bao gồm tài nguyên CSI-RS được chọn.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được truyền qua báo hiệu lớp cao hơn và bao gồm K tài nguyên CSI-RS trong đó K lớn hơn một.

Tốt hơn là, trong đó N tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được chọn để kích hoạt và chọn N tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được báo hiệu như một phần của phần tử điều khiển (Control Element, CE) điều khiển truy nhập môi trường (Medium Access Control, MAC).

Tốt hơn là, trong đó tài nguyên CSI-RS được chọn được chọn từ N tài nguyên CSI-RS được kích hoạt và được chỉ báo trong DCI liên quan tới đường lên.

Theo một phương án khác, phương pháp để vận hành UE được đề xuất. Phương pháp bao gồm các bước thu, bởi UE, thông tin chỉ báo thông tin cấu hình tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (CSI-RS), thông tin điều khiển đường xuống liên quan tới đường lên (DCI), và CSI-RS được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn trong cùng khung con như DCI liên quan tới đường lên; nhằm đáp lại việc thu yêu cầu CSI được chứa trong DCI liên quan tới đường lên, xác định, bởi UE, CSI không theo chu kỳ tham chiếu tới CSI-RS; và báo cáo CSI không theo chu kỳ bằng cách truyền CSI

không theo chu kỳ trên kênh đường lên.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không chứa thông tin cấu hình khung con mà chứa thông tin tính chu kỳ và độ lệch.

Tốt hơn là, trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được liên kết với kiểu eMIMO lớp B.

Tốt hơn là, trong đó thông tin chỉ báo cấu hình tài nguyên CSI-RS được thu qua báo hiệu lớp cao hơn và chỉ bao gồm tài nguyên CSI-RS được chọn.

Tốt hơn là, trong đó thông tin chỉ báo thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được thu qua báo hiệu lớp cao hơn và bao gồm K tài nguyên CSI-RS trong đó K lớn hơn một.

Tốt hơn là, trong đó N tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được chọn để kích hoạt và chọn N tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được báo hiệu như một phần của phần tử điều khiển (Control Element, CE) điều khiển truy nhập môi trường (Medium Access Control, MAC).

Tốt hơn là, trong đó tài nguyên CSI-RS được chọn được chọn từ N tài nguyên CSI-RS được kích hoạt và được chỉ báo trong DCI liên quan tới đường lên.

Sáng chế liên quan tới hệ thống truyền thông thế hệ pre5G hoặc 5G nhằm cung cấp tốc độ dữ liệu cao hơn vượt xa hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4G) chẳng hạn hệ thống mạng phát triển dài hạn (LTE).

Các đặc điểm kỹ thuật khác có thể dễ dàng nhận thấy bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này dựa vào các hình vẽ, mô tả, và các điểm yêu cầu bảo hộ.

Trước khi đọc hiểu phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, có lợi hơn nếu xác định rõ nghĩa của các từ và câu xác định sử dụng trong suốt bản mô tả này. Thuật ngữ “ghép” và các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự dùng để chỉ truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp giữa hai hay nhiều bộ phận, dù có các bộ phận tiếp xúc vật lý với nhau hay không. Thuật ngữ “truyền”, “thu”, và “truyền thông”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, bao hàm cả kiểu truyền thông trực tiếp và gián tiếp. Các thuật ngữ “bao gồm” và “gồm có”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, có ý nghĩa bao gồm nhưng không hạn chế. Thuật ngữ “hoặc” cũng bao gồm nghĩa và/hoặc. Cụm từ “được liên kết với”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, có nghĩa bao gồm, được bao gồm trong, kết nối với, chứa, được chứa trong, kết nối tới hoặc với, có khả năng truyền thông với, hợp tác với, xen kẽ, đặt cạnh nhau, gần sát, bị ràng buộc tới hoặc với, có, có thuộc tính của, có quan hệ tới hoặc với, hoặc ý nghĩa tương tự như vậy. Thuật ngữ “bộ điều khiển” có nghĩa là bất kỳ thiết bị,

hệ thống hoặc một phần của nó điều khiển ít nhất một hoạt động. Chẳng hạn như bộ điều khiển có thể được thực hiện bằng phần cứng hoặc dạng kết hợp của phần cứng và phần mềm và/hoặc phần sụn. Được liên kết về mặt chức năng với bất kỳ bộ điều khiển riêng biệt có thể là tập trung hoặc phân tán, cho dù ở tại chỗ hay từ xa. Cụm từ “ít nhất một trong số”, khi được sử dụng với danh sách các mục, có nghĩa là các dạng kết hợp khác của một hoặc nhiều mục được liệt kê có thể được sử dụng, và chỉ duy nhất một mục trong danh sách có thể được đòi hỏi. Ví dụ, “ít nhất một trong số: A, B, và C” bao gồm bất kỳ dạng kết hợp nào sau đây: A, B, C, A và B, A và C, B và C, và A và B và C.

Hơn nữa, các chức năng khác nhau được mô tả bên dưới có thể được thực hiện hoặc được hỗ trợ bằng một hoặc nhiều chương trình máy tính, mỗi một chương trình được tạo ra từ mã chương trình có thể đọc được bằng máy tính và được lưu trữ trong vật ghi có thể đọc được bằng máy tính. Các thuật ngữ “ứng dụng” và “chương trình” dùng để chỉ một hoặc nhiều chương trình máy tính, thành phần phần mềm, tập lệnh, thủ tục, chức năng, đối tượng, lớp, thực thể, dữ liệu liên quan, hoặc một phần của nó phù hợp để thực hiện bằng mã chương trình đọc được máy tính phù hợp. Cụm từ “mã chương trình đọc được bằng máy tính” bao gồm bất kỳ kiểu mã máy tính nào, bao gồm mã nguồn, mã đối tượng, mã có thể thực thi được. Cụm từ “vật ghi đọc được bằng máy tính” bao gồm loại vật ghi bất kỳ có khả năng truy nhập được bằng máy tính, chẳng hạn như bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), ổ đĩa cứng, đĩa dạng compac (Compact Disc, CD), đĩa video kỹ thuật số (Digital Video Disc, DVD), hoặc loại bộ nhớ bất kỳ khác. Vật ghi bất khả biến có thể đọc được bằng máy tính ngoại trừ các loại kết nối có dây, không dây, quang, hoặc các loại kết nối truyền thông khác truyền chuyển tiếp bằng tín hiệu điện hoặc các loại tín hiệu khác. Vật ghi bất khả biến có thể đọc được bằng máy tính bao gồm các phương tiện trong đó dữ liệu có thể được lưu trữ vĩnh viễn và các phương tiện trong đó dữ liệu có thể được lưu trữ và được ghi đè lên sau đó, chẳng hạn như đĩa quang có thể ghi và xóa được hoặc thiết bị nhớ có thể xóa được.

Các định nghĩa cho các từ và cụm từ nhất định khác được sử dụng trong suốt bản mô tả này. Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này nên hiểu rằng trong nhiều trường hợp, không phải là hầu hết các trường hợp, thì các định nghĩa như vậy áp dụng cho việc sử dụng các từ và cụm từ đã được định nghĩa trước đó.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế liên quan tới hệ thống truyền thông thế hệ pre5G hoặc 5G nhằm cung cấp tốc độ dữ liệu cao hơn vượt xa hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4G) chẳng hạn hệ thống mạng phát triển dài hạn (LTE).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn phần mô tả sáng chế và những ưu điểm của sáng chế, tham khảo phần mô tả dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng để chỉ các bộ phận giống nhau:

Fig.1 là hình vẽ minh họa một ví dụ về mạng không dây theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.2A và Fig.2B là hình vẽ minh họa một ví dụ về các đường truyền và thu không dây theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.3A là hình vẽ minh họa một ví dụ về thiết bị người dùng theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.3B là hình vẽ minh họa một ví dụ về NodeB được tăng cường (eNB) theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ minh họa ví dụ về các mảng anten hai chiều (Two-Dimensional, 2D) được cấu tạo từ 16 phần tử phân cực kép được sắp xếp dưới dạng hình chữ nhật 4x2 hoặc 2x4 có thể được sử dụng theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ minh họa một ví dụ về phương thức hoạt động của tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh CSI-RS không theo chu kỳ tại eNB và UE theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ minh họa một ví dụ về cơ chế tái cấu hình tài nguyên CSI-RS đối với CSI-RS không theo chu kỳ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.7A là hình vẽ minh họa một ví dụ về phần tử điều khiển điều khiển truy nhập môi trường MAC theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.7B là hình vẽ minh họa một ví dụ về định dạng của MAC CE đối với cấu hình tài nguyên CSI-RS gắn liền với CSI-RS không theo chu kỳ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.8A là hình vẽ minh họa một ví dụ về cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ hai bước sau đó là bước chọn tài nguyên theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.8B là hình vẽ minh họa ví dụ về MAC CE được liên kết với bước thứ hai của cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.8C là hình vẽ minh họa ví dụ khác về MAC CE được liên kết với bước thứ hai của cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.8D là hình vẽ minh họa ví dụ khác về MAC CE được liên kết với bước thứ hai của cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ minh họa ví dụ hoạt động sử dụng cơ chế kích hoạt/giải phóng đối với bước thứ hai của cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ minh họa lưu đồ ví dụ phương pháp trong đó UE thu thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ minh họa lưu đồ ví dụ phương pháp trong đó BS tạo cấu hình UE với tài nguyên CSI-RS theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.11, được mô tả dưới đây, và các phương án khác nhau được sử dụng để mô tả các nguyên lý của sáng chế trong bản mô tả này chỉ để minh họa và không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các nguyên lý của sáng chế có thể được thực hiện trong hệ thống truyền thông vô tuyến bất kỳ được bố trí phù hợp.

Phần mô tả có dựa vào các tài liệu và các bản mô tả tiêu chuẩn sau đây: 3GPP Technical Specification (TS) 36.211 version 12.4.0, “E-UTRA, Physical channels and modulation” (“REF 1”); 3GPP TS 36.212 version 12.3.0, “E-UTRA, Multiplexing and Channel coding” (“REF 2”); 3GPP TS 36.213 version 12.4.0, “E-UTRA, Physical Layer Procedures” (“REF 3”); 3GPP TS 36.321 version 12.4.0, “E-UTRA, Medium Access Control (MAC) Protocol Specification” (“REF 4”); and 3GPP TS 36.331 version 12.4.0, “E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification” (“REF 5”).

Để đáp ứng nhu cầu đối với lưu lượng dữ liệu không dây tăng lên kể từ khi sự phát triển của các hệ thống truyền thông 4G, thì đã có nhiều nỗ lực được tạo ra để phát triển hệ

thông truyền thông Pre5G hoặc 5G cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc Pre5G cũng được gọi là ‘Vượt xa mạng 4G’ hoặc ‘Hệ thống sau LTE’.

Hệ thống truyền thông 5G được xem xét thực hiện trong dải tần số cao hơn (sóng mm), ví dụ như dải tần 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm tiêu hao lan truyền của sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền dẫn, thì kỹ thuật tạo chùm tia, kỹ thuật nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) quy mô lớn, kỹ thuật MIMO toàn chiều (Full Dimensional MIMO, FD MIMO), anten mảng, kỹ thuật tạo chùm tia tương tự, kỹ thuật anten mảng quy mô lớn được đề cập trong các hệ thống truyền thông 5G.

Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G, việc phát triển để cải tiến hệ thống mạng được tiến hành dựa trên các tế bào nhỏ hoàn chỉnh, mạng truy nhập vô tuyến dựa trên điện toán đám mây (Cloud Radio Access Network, C-RAN), các mạng siêu dày đặc, truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (Device-to-Device, D2D), mạng backhaul không dây, mạng chuyển động, mạng hợp tác, truyền thông đa điểm điều phối (Coordinated Multi-Points, CoMP), khử nhiễu bên đầu thu và các phương thức truyền thông tương tự.

Trong hệ thống 5G, điều biến lai giữa điều biến khóa dịch pha (Phase Shift Keying, FSK) và điều biến biên độ cầu phương (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) (FQAM) và mã chồng cửa sổ trượt (Sliding Window Superposition Coding, SWSC) như điều biến mã hoàn chỉnh (Advanced Coding Modulation, ACM), và điều biến lọc dải đa sóng mang (Filter Bank Multi Carrier, FBMC), đa truy nhập không trực giao (Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA), và đa truy nhập mã thưa (Sparse Code Multiple Access, SCMA) như kỹ thuật truy nhập tiên tiến được phát triển.

Fig.1 là hình vẽ minh họa một ví dụ về mạng không dây 100 theo các phương án khác nhau của sáng chế. Phương án thực hiện của mạng không dây 100 được thể hiện trên Fig.1 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác của mạng không dây 100 có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Mạng không dây 100 bao gồm eNodeB (eNB) 101, eNB 102, và eNB 103. eNB 101 truyền thông với eNB 102 và eNB 103. eNB 101 cũng truyền thông với ít nhất một mạng giao thức Internet (Internet Protocol, IP) 130, chẳng hạn như mạng Internet, mạng giao thức Internet (IP) riêng, hoặc các mạng dữ liệu khác. Thay vì sử dụng “eNB”, thuật ngữ thay thế “gNB” (NodeB chung) cũng có thể được sử dụng. Tùy thuộc vào kiểu mạng, mà các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho “eNodeB” hoặc “BS”, chẳng hạn

như “trạm gốc” hoặc “điểm truy nhập”. Để cho thuận tiện, thì các thuật ngữ “eNB” và “BS” được sử dụng trong sáng chế dùng để chỉ các thành phần cơ sở hạ tầng mạng cung cấp khả năng truy nhập không dây cho các đầu cuối ở xa. Do vậy, tùy thuộc vào kiểu mạng, mà các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho “trang bị của người dùng” hoặc “UE” chẳng hạn như “trạm di động”, “trạm thuê bao”, “đầu cuối ở xa”, “đầu cuối không dây” hoặc “thiết bị người dùng”. Để cho thuận tiện, thì các thuật ngữ “trang bị của người dùng” và “UE” được sử dụng trong sáng chế dùng để chỉ thiết bị không dây ở xa có khả năng truy nhập không dây vào eNB, dù UE là thiết bị di động (chẳng hạn như điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh) hoặc là thiết bị cố định (chẳng hạn như máy tính để bàn hoặc máy bán hàng tự động).

eNB 102 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ nhất trong vùng phủ 120 của eNB 102. Các UE thứ nhất bao gồm UE 111, có thể được đặt trong vùng kinh doanh nhỏ (SB); UE 112 có thể được đặt trong vùng doanh nghiệp (E); UE 113 có thể được đặt trong vùng WiFi hotspot (HS); UE 114 có thể được đặt trong vùng cư dân thứ nhất (R), UE 115 có thể được đặt trong vùng cư dân thứ hai (R); và UE 116 có thể là thiết bị di động (M), chẳng hạn như điện thoại di động, máy tính xách tay không dây, thiết bị hỗ trợ cá nhân kỹ thuật số PDA không dây, hoặc thiết bị tương tự. eNB 103 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ hai trong vùng phủ 125 của eNB 103. Các UE thứ hai bao gồm UE 115 và UE 116. Trong một số phương án thực hiện sáng chế, một hoặc nhiều eNB từ eNB 101 tới eNB 103 có thể truyền thông với nhau và với các UE từ UE 111 tới UE 116 sử dụng kỹ thuật truyền thông không dây 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, hoặc các kỹ thuật truyền thông không dây tiên tiến khác.

Các đường chấm chấm thể hiện kích thước gần đúng của các vùng phủ 120 và 125, được thể hiện như đường tròn gần đúng chỉ nhằm mục đích minh họa và giải thích. Nên hiểu rõ ràng rằng các vùng phủ được liên kết với các eNB, chẳng hạn như các vùng phủ 120 và 125, có thể có các hình dạng khác, bao gồm các hình dạng không theo quy tắc, tùy thuộc vào cấu hình của các eNB và sự thay đổi trong môi trường vô tuyến liên quan đến sức cản do tự nhiên và trở ngại do con người gây ra.

Như được mô tả chi tiết bên dưới, một hoặc nhiều eNB 101, eNB 102, và eNB 103 truyền tới các UE từ UE 111 tới UE 116 với vòng mã trước và tạo cấu hình các UE từ UE 111 tới UE 116 để báo cáo CSI như được mô tả theo các phương án thực hiện sáng chế.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, một hoặc nhiều UE từ UE 111 tới UE 116 thu và giải điều biến ít nhất một sự truyền dẫn với vòng mã trước cũng như thực hiện tính và báo cáo CSI.

Mặc dù Fig.1 thể hiện một về dụ về mạng không dây 100, nhưng các thay đổi khác nhau vẫn có thể được tạo ra dựa trên Fig.1. Ví dụ, mạng không dây 100 có thể bao gồm số lượng trạm eNB bất kỳ và số lượng UE bất kỳ theo bất kỳ sự bố trí phù hợp nào. Do đó, eNB 101 có thể truyền thông trực tiếp với bất kỳ số lượng UE nào và cung cấp cho những UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130. Tương tự như vậy, mỗi eNB 102 và eNB 103 có thể truyền thông trực tiếp với mạng 130 và cung cấp cho các UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây trực tiếp vào mạng 130. Hơn nữa, các eNB 101, eNB 102, và/hoặc eNB 103 có thể cung cấp chức năng truy nhập vào các mạng bên ngoài khác hoặc bổ sung, chẳng hạn như các mạng điện thoại bên ngoài hoặc các kiểu mạng dữ liệu khác.

Fig.2A và Fig.2B là hình vẽ thể hiện các đường truyền và thu không dây làm ví dụ theo một phương án của sáng chế. Trong phần mô tả sau đây, đường truyền 200 có thể được mô tả như đang được thực hiện trong eNB (chẳng hạn eNB 102), trong khi đường thu có thể được mô tả như đang được thực hiện trong UE (chẳng hạn UE 116). Tuy nhiên, sẽ được hiểu rằng đường thu 250 có thể được thực hiện trong eNB và đường truyền 200 có thể được thực hiện trong UE. Trong một số phương án thực hiện sáng chế, đường thu 250 được tạo cấu hình để thu và giải điều biến ít nhất một sự truyền dẫn với vòng mã trước cũng như hỗ trợ đo lường chất lượng kênh và báo cáo như được mô tả theo các phương án thực hiện sáng chế.

Đường truyền 200 bao gồm khối điều biến và mã hóa kênh 205, khối biến đổi nối tiếp thành song song (S thành P) 210, khối biến đổi Fourier nhanh ngược (Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) kích thước N 215, khối biến đổi song song thành nối tiếp (P thành S) 220, khối thêm tiền tố vòng 225, và khối biến đổi lên (Up-Converter, UC) 230. Đường thu 250 bao gồm khối biến đổi xuống (Down-Converter, DC) 255, khối loại bỏ tiền tố vòng 260, khối biến đổi nối tiếp thành song song (S thành P) 265, khối biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform, FFT) kích thước N 270, khối biến đổi song song thành nối tiếp (P thành S) 275, và khối giải điều biến và giải mã kênh 280.

Trong đường truyền 200, khối điều biến và mã hóa kênh 205 thu một tập các bit thông tin, áp dụng mã hóa (chẳng hạn như mã chập, mã Turbo, hoặc mã kiểm tra chẵn lẻ

mật độ thấp (Low-Density Parity Check, LDPC)), và điều biến các bit đầu vào (chẳng hạn như điều biến khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK) hoặc điều biến biên độ cầu phương (QAM)) để tạo ra chuỗi ký hiệu điều biến miền tần số. Khối biến đổi nối tiếp thành song song chuyển đổi (chẳng hạn như giải ghép kênh) các ký hiệu được điều biến nối tiếp thành dữ liệu song song để tạo ra N luồng ký hiệu song song, trong đó N là kích thước của khối IFFT/FFT được sử dụng trong eNB 102 và UE 116. Khối IFFT kích thước N 215 thực hiện hoạt động IFFT trên N luồng ký hiệu song song để tạo ra các tín hiệu đầu ra miền thời gian. Khối biến đổi song song thành nối tiếp 220 chuyển đổi (chẳng hạn như ghép kênh) các ký hiệu đầu ra song song trong miền thời gian từ khối IFFT kích thước N 215 để tạo ra tín hiệu nối tiếp trong miền thời gian. Khối ‘thêm tiền tố vòng’ 225 thêm tiền tố vòng vào tín hiệu trong miền thời gian. Khối biến đổi lên 230 điều biến (chẳng hạn biến đổi lên) đầu ra của khối ‘thêm tiền tố vòng’ 225 thành tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF) để truyền dẫn qua kênh không dây. Tín hiệu này cũng có thể được lọc tại băng gốc trước khi biến đổi thành tần số vô tuyến.

Tín hiệu RF được truyền từ eNB 102 đến UE 116 sau khi truyền qua kênh không dây, và các thao tác ngược lại với các thao tác được thực hiện tại eNB 102 được thực hiện tại UE 116. Khối biến đổi xuống 255 biến đổi xuống tín hiệu được thu thành tần số băng gốc, và khối bỏ tiền tố vòng 260 bỏ tiền tố vòng để tạo ra tín hiệu băng gốc nối tiếp trong miền thời gian. Khối biến đổi nối tiếp thành song song 265 biến đổi tín hiệu băng gốc miền thời gian thành các tín hiệu miền thời gian song song. Khối FFT kích thước N 270 thực hiện thuật toán FFT để tạo ra N tín hiệu miền tần số song song. Khối biến đổi song song thành nối tiếp biến đổi các tín hiệu miền tần số song song thành chuỗi các ký hiệu dữ liệu được điều biến. Khối giải điều biến và giải mã kênh 280 giải điều biến và giải mã các ký hiệu được điều biến để khôi phục luồng dữ liệu đầu vào ban đầu.

Như được mô tả chi tiết bên dưới, đường truyền 200 hoặc đường thu 250 có thể thực hiện báo hiệu để báo cáo CSI. Mỗi một eNB từ eNB 101 tới eNB 103 có thể thực hiện đường truyền 200 tương tự việc truyền trong đường xuống tới các UE từ UE 111 tới UE 116 và có thể thực hiện đường thu 250 tương tự việc thu trong đường lên từ các UE từ UE 111 tới UE 116. Tương tự như vậy, mỗi một UE từ UE 111 tới UE 116 có thể thực hiện đường truyền 200 để truyền trong đường lên tới các eNB từ eNB 101 tới eNB 103 và có thể thực hiện đường thu 250 để thu trong đường xuống từ các eNB từ eNB 101 tới eNB 103.

Mỗi một thành phần trên Fig.2A và Fig.2B có thể được thực hiện chỉ sử dụng phần cứng hoặc sử dụng dạng kết hợp của phần cứng và phần mềm/phần sụn. Một ví dụ cụ thể, ít nhất một số thành phần trên Fig.2A và Fig.2B có thể được thực hiện bằng phần mềm, trong khi các thành phần khác có thể được thực hiện bằng phần cứng có thể tạo cấu hình được hoặc dạng kết hợp giữa phần mềm và phần cứng có thể tạo cấu hình được. Ví dụ, khối FFT 270 và khối IFFT 215 có thể được thực hiện như các thuật toán phần mềm có thể tạo cấu hình được, trong đó giá trị kích thước N có thể được sửa đổi theo dạng thực hiện.

Ngoài ra, mặc dù được mô tả là sử dụng FFT và IFFT, nhưng nên hiểu là đây chỉ nhằm mục đích minh họa và không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế. Các loại biến đổi khác, chẳng hạn như biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform, DFT) và biến đổi Fourier rời rạc ngược (Inverse Discrete Fourier Transform, IDFT) có thể được sử dụng. Cần phải hiểu rằng giá trị của N có thể thay đổi có thể là số nguyên bất kỳ (chẳng hạn 1, 2, 3, 4, hoặc số nguyên tương tự) đối với các hàm DFT và IDFT, trong khi giá trị của N có thể thay đổi có thể là số nguyên bất kỳ mà là lũy thừa của hai (chẳng hạn như 1, 2, 4, 8, 16, hoặc số nguyên tương tự) đối với các hàm FFT và IFFT.

Mặc dù Fig.2A và Fig.2B minh họa các ví dụ về các đường truyền và thu không dây, nhưng các phương án thay đổi khác vẫn có thể được tạo ra dựa trên Fig.2A và Fig.2B. Ví dụ, các thành phần khác nhau trên Fig.2A và Fig.2B có thể được kết hợp, được chia nhỏ ra, hoặc được bỏ qua và các thành phần bổ sung có thể được thêm vào tùy theo yêu cầu cụ thể. Do đó, Fig.2A và Fig.2B chỉ là các ví dụ minh họa về các kiểu đường truyền và thu mà có thể được sử dụng trong mạng không dây. Các cấu trúc phù hợp khác có thể được sử dụng để hỗ trợ truyền thông không dây trong mạng không dây.

Fig.3A là hình vẽ thể hiện một ví dụ về UE 116 theo sáng chế. Phương án của UE 116 được minh họa trên Fig.3A chỉ nhằm mục đích minh họa, và các UE từ UE 111 tới UE 115 trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự. Tuy nhiên, các UE có nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3A không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng thực hiện cụ thể bất kỳ nào của UE.

UE 116 bao gồm một anten 305, bộ thu phát tần số vô tuyến (RF) 310, mạch xử lý truyền (TX) 315, micrô 320, và mạch xử lý thu (RX) 325. UE 116 này cũng bao gồm loa 330, bộ xử lý 340, giao diện (IF) vào/ra (I/O) 345, thiết bị nhập 350, thiết bị hiển thị 255, và bộ nhớ 360. Bộ nhớ 360 bao gồm hệ điều hành (Operating System, OS) 361 và một

hoặc nhiều ứng dụng 362.

Bộ thu phát RF 310 thu, từ anten 305, tín hiệu RF theo chiều đến được truyền bằng eNB của mạng 100. Các bộ thu phát từ 310 biến đổi xuống các tín hiệu RF theo chiều đến để tạo ra các tín hiệu trung tần (IF) hoặc tín hiệu băng gốc. Các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc được truyền tới mạch xử lý RX 325, tạo ra các tín hiệu băng gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã, và/hoặc số hóa các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Mạch xử lý RX 325 truyền tín hiệu băng gốc đã xử lý tới loa 330 (chẳng hạn như dành cho dữ liệu thoại) hoặc tới bộ xử lý 340 để tiếp tục xử lý (chẳng hạn như dành cho dữ liệu trình duyệt web).

Mạch xử lý TX 315 thu dữ liệu thoại dạng tương tự hoặc số từ micro 320 hoặc dữ liệu băng gốc theo chiều đi khác (chẳng hạn như dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu tương tác của trò chơi video) từ bộ xử lý 340. Mạch xử lý TX 315 lập mã, dồn kênh, và/hoặc số hóa dữ liệu băng gốc theo chiều đi để tạo ra các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF đã xử lý. Các bộ thu phát từ 310 thu các tín hiệu băng gốc và tín hiệu IF đã xử lý theo chiều đi từ mạch xử lý TX 315 và biến đổi lên các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten 305.

Bộ xử lý 340 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các bộ phận xử lý khác và thực thi chương trình OS được lưu trữ trong bộ nhớ 360 để điều khiển toàn bộ hoạt động của UE 116. Ví dụ, bộ xử lý 340 có thể điều khiển thu các tín hiệu kênh chuyển tiếp và truyền dẫn các tín hiệu kênh ngược bằng bộ thu phát RF 310, mạch xử lý thu RX 325, và mạch xử lý truyền TX 315 theo các nguyên lý đã biết. Theo một số phương án của sáng chế, bộ xử lý 340 bao gồm ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển.

Bộ xử lý 340 cũng có khả năng thực thi các chương trình và các tiến trình khác trong bộ nhớ 360, chẳng hạn như các thao tác để đo lường và báo cáo thông tin chất lượng kênh (Channel Quality Information, CQI) cho các hệ thống được mô tả theo các phương án của sáng chế. Bộ xử lý 340 có thể di chuyển dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 360 như được yêu cầu bởi quy trình thực thi. Trong một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 340 được tạo cấu hình để thực thi các ứng dụng 362 dựa trên chương trình hệ điều hành OS 361 hoặc nhằm đáp lại các tín hiệu được thu từ các eNB hoặc người dùng. Bộ xử lý 340 cũng được nối với giao diện vào/ra 345 cung cấp cho UE 116 khả năng kết nối với các thiết bị khác chẳng hạn như các máy tính xách tay và các máy tính cầm tay. Giao diện vào/ra 345 là đường truyền thông giữa các thiết bị và bộ xử lý 340.

Bộ xử lý 340 cũng được ghép nối với thiết bị nhập 350 (ví dụ bàn phím, màn hình

cảm ứng, nút ấn v.v.) và bộ hiển thị 355. Người dùng UE 116 có thể sử dụng thiết bị nhập 350 để nhập dữ liệu vào UE 116. Bộ hiển thị 355 có thể là bộ hiển thị tinh thể lỏng hoặc bộ hiển thị khác có khả năng xuất ra phân đoạn văn bản và/hoặc ít nhất là đồ họa bị hạn chế, chẳng hạn từ các trang web.

Bộ nhớ 360 được ghép nối với bộ xử lý 340. Một phần của bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), và phần khác của bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác.

Như được mô tả chi tiết bên dưới, UE 116 có thể thực hiện báo hiệu và tính để báo cáo CSI. Mặc dù Fig.3A minh họa một ví dụ về UE 116, nhưng các phương án thay đổi khác nhau vẫn có thể được tạo ra dựa vào Fig.3A. Ví dụ, các thành phần khác nhau trên Fig.3A có thể được kết hợp, được chia nhỏ ra, hoặc được bỏ qua và các thành phần bổ sung có thể được thêm vào tùy theo yêu cầu cụ thể. Một ví dụ cụ thể khác, các bộ xử lý 340 cũng có thể được chia thành nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (CPU) và một hoặc nhiều bộ xử lý đồ họa (GPU). Do đó, trong khi Fig.3A thể hiện UE 116 được tạo cấu hình như điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh, nhưng các UE cũng có thể được tạo cấu hình để hoạt động như các loại thiết bị di động hoặc cố định khác.

Fig.3B là hình vẽ minh họa một ví dụ về eNB 102 theo phương án thực hiện sáng chế. Phương án của eNB 102 được minh họa trên Fig.3B chỉ nhằm mục đích minh họa, và các eNB khác trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự. Tuy nhiên, các eNB có nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3B không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với dạng cấu hình cụ thể bất kỳ của eNB. eNB 101 và eNB 103 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự như eNB 102.

Như được thể hiện trên Fig.3B, eNB 102 bao gồm các anten từ 370a tới anten 370n, các bộ thu phát RF từ 372a tới 372n, mạch xử lý truyền (TX) 374, và mạch xử lý thu (RX) 376. Theo các phương án nhất định, một hoặc nhiều anten từ anten 370a tới anten 370n bao gồm các mảng anten 2D. eNB 102 cũng bao gồm bộ điều khiển/bộ xử lý 378, bộ nhớ 380, và mạng backhaul hoặc giao diện mạng 382.

Các bộ thu phát từ 372a tới 372n thu, từ các anten từ 370a tới 370n, các tín hiệu RF theo chiều đến, chẳng hạn như các tín hiệu được truyền bằng các UE hoặc các eNB khác. Các bộ thu phát từ 372a đến 372n biến đổi xuống các tín hiệu RF theo chiều đến để tạo ra các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc được gửi tới

mạch xử lý RX 376, tạo ra các tín hiệu băng gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã, và/hoặc số hóa các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Mạch xử lý RX 376 truyền các tín hiệu băng gốc đã được xử lý tới bộ điều khiển/bộ xử lý 378 để tiếp tục xử lý.

Mạch xử lý TX 374 thu tín hiệu tương tự hoặc dữ liệu số (chẳng hạn như dữ liệu thoại, dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu tương tác của trò chơi video) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 378. Mạch xử lý TX 374 lập mã, dồn kênh, và/hoặc số hóa dữ liệu băng gốc theo chiều đi để tạo ra các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF đã xử lý. Các bộ thu phát từ 372a đến 372n thu các tín hiệu băng gốc và tín hiệu IF đã xử lý theo chiều đi từ mạch xử lý TX 374 và biến đổi lên các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten từ 370a đến 370n.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các bộ phận xử lý khác điều khiển toàn bộ hoạt động của eNB 102. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể điều khiển thu các tín hiệu kênh chuyển tiếp và truyền dẫn các tín hiệu kênh ngược bằng các bộ thu phát RF từ 372a đến 372n, mạch xử lý RX 376, và mạch xử lý TX 374 theo các nguyên lý đã biết. Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể hỗ trợ thêm các chức năng như các chức năng truyền thông không dây cải tiến. Theo một số phương án của sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 bao gồm ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển.

Bộ điều khiển/bộ vi xử lý 378 cũng có khả năng thực thi các chương trình và các tiến trình khác trong bộ nhớ 380, chẳng hạn như hệ điều hành. Bộ điều khiển/bộ vi xử lý 378 cũng có khả năng hỗ trợ báo cáo và đo lường chất lượng kênh cho các hệ thống có các mảng anten 2D như được mô tả theo các phương án của sáng chế. Theo một số phương án của sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 hỗ trợ truyền thông giữa các thực thể, chẳng hạn như web truyền thông thời gian thực (Real-Time Communication, RTC). Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể di chuyển dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 380 như được yêu cầu bởi quy trình thực thi.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 còn có thể được ghép nối với mạng backhaul hoặc giao diện mạng 382. Mạng backhaul hoặc giao diện mạng 382 cho phép eNB 102 truyền thông với các thiết bị khác hoặc hệ thống thông qua kết nối backhaul hoặc qua mạng. Giao diện 382 cũng có thể hỗ trợ truyền thông qua bất kỳ loại kết nối có dây hoặc không dây nào phù hợp. Ví dụ, khi eNB 102 được thực hiện như một phần của hệ thống truyền thông di động (chẳng hạn như hệ thống truyền thông hỗ trợ 5G hoặc công nghệ truy nhập vô tuyến

mới hoặc NR, LTE, hoặc LTE-A), thì giao diện 382 có thể cho phép eNB 102 truyền thông với các eNB khác qua kết nối backhaul có dây hoặc không dây. Khi eNB 102 được thực hiện như là điểm truy nhập, thì giao diện 382 có thể cho phép eNB 102 truyền thông qua mạng vùng nội bộ có dây hoặc không dây hoặc qua kết nối có dây hoặc không dây tới mạng lớn hơn (chẳng hạn như Internet). Giao diện 382 bao gồm bất kỳ loại truyền thông hỗ trợ kết cấu phù hợp qua kết nối có dây hoặc không dây, chẳng hạn như Ethernet hoặc bộ thu phát RF.

Bộ nhớ 380 được ghép nối với bộ điều khiển/bộ xử lý 378. Một phần của bộ nhớ 380 có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), và phần khác của bộ nhớ 380 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác. Theo các phương án cụ thể, nhiều lệnh, chẳng hạn như thuật toán BIS được lưu trữ trong bộ nhớ. Các lệnh này được tạo cấu hình để làm cho bộ điều khiển/bộ xử lý 378 thực hiện tiến trình BIS và để giải mã tín hiệu được thu sau khi trừ ít nhất một tín hiệu nhiễu được xác định bằng thuật toán BIS.

Như được mô tả chi tiết bên dưới, các đường truyền và thu của eNB 102 (được thực hiện sử dụng các bộ thu phát RF từ 372a tới 372n, mạch xử lý TX 374, và/hoặc mạch xử lý RX 376) thực hiện cấu hình và báo hiệu để báo cáo CSI.

Mặc dù Fig.3B minh họa một ví dụ về eNB 102, nhưng các thay đổi khác nhau vẫn có thể được tạo ra dựa vào Fig.3B. Ví dụ, eNB 102 có thể bao gồm số lượng bất kỳ mỗi bộ phận được thể hiện trên Fig 3B. Như là một ví dụ cụ thể, điểm truy nhập có thể bao gồm một số các giao diện 382, và bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể hỗ trợ các chức năng định tuyến để định tuyến dữ liệu giữa các địa chỉ mạng khác nhau. Một ví dụ cụ thể khác, trong khi được thể hiện trên hình vẽ bao gồm một mạch xử lý TX 374 và một mạch xử lý RX 376 làm ví dụ, nhưng eNB 102 có thể bao gồm nhiều loại mạch làm ví dụ nêu trên (chẳng hạn như mỗi loại mạch làm ví dụ nêu trên được dùng cho một bộ thu phát RF).

Fig.4 là hình vẽ minh họa ví dụ về các mảng anten hai chiều (Two-Dimensional, 2D) được cấu tạo từ 16 phần tử phân cực kép được sắp xếp dưới dạng hình chữ nhật 4x2 hoặc 2x4 có thể được sử dụng theo các phương án khác nhau của sáng chế. Theo phương án minh họa này, mảng công anten phân cực kép 2D bao gồm M_a hàng và N_a cột mà $(M_a, N_a) = (2,4)$ và $(4,2)$. Phương án thực hiện của mảng công anten phân cực kép 2D được thể hiện trên Fig.4 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác của mảng công anten phân cực kép 2D có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Dạng sắp xếp làm ví dụ của mảng cổng anten phân cực kép 2D dẫn đến kết quả có tổng cộng $2M_a N_a = 16$ cổng, mỗi cổng được ánh xạ thành một cổng CSI-RS. Ba số chỉ số 400, 410, và 420 là ba ví dụ về việc đánh chỉ số 16 cổng anten như công cụ để ánh xạ các cổng anten thành các phần tử ma trận mã trước. Để đánh chỉ số hàng thứ nhất 400, các cổng anten được liên kết với nhóm cùng phân cực được đánh chỉ số theo hàng thứ nhất bất kể (M_a, N_a) . Để đánh chỉ số thứ nhất dài hơn 410, các cổng anten được liên kết với nhóm cùng phân cực được đánh chỉ số theo cột thứ nhất khi $M_a > N_a$, nhưng theo hàng thứ nhất khi $M_a \leq N_a$. Để đánh chỉ số thứ nhất ngắn hơn 420, các cổng anten được liên kết với nhóm cùng phân cực được đánh chỉ số theo hàng thứ nhất khi $M_a > N_a$, nhưng theo cột thứ nhất khi $M_a \leq N_a$. Việc đánh chỉ số 400 được gọi là đánh chỉ số hàng thứ nhất trong khi việc đánh chỉ số 410 là đánh chỉ số thứ nhất dài hơn và việc đánh chỉ số 420 là đánh chỉ số thứ nhất ngắn hơn.

Theo các phương án minh họa này, cả M_a và N_a có thể được tạo cấu hình bằng eNB cho UE. Trong ví dụ khác, thay vì xác định M_a và N_a tương ứng như số hàng và số cột của mảng hình chữ nhật của các cổng hoặc mẫu cổng, có hai thông số có thể được xác định như các thông số bảng mã mã trước hai chiều. Các giá trị M_a và N_a xác định một phần cách thức trong đó bảng mã (do mỗi phần tử ma trận mã trước trong bảng mã này) được ánh xạ trên các cổng anten của mảng anten một chiều hoặc hai chiều. Cấu hình này có thể được thực hiện có hoặc không có báo hiệu tổng số cổng của anten. Khi UE được tạo cấu hình với bảng mã, các thông số này có thể được chứa trong thông tin cấu hình xử lý CSI tương ứng hoặc thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS công suất khác không (Non Zero Power, NZP).

Trong hệ thống LTE, các bảng mã mã trước được sử dụng để báo cáo CSI. Hai loại chế độ báo cáo CSI được hỗ trợ: CSI không theo chu kỳ dựa trên PUSCH (A-CSI) và CSI theo chu kỳ dựa trên PUCCH (P-CSI). Trong mỗi loại chế độ báo cáo, các chế độ khác nhau được xác định dựa vào tính chọn lọc tần số của CQI và/hoặc chỉ báo ma trận mã trước (Precoding Matrix Indicator, PMI), tức là, có báo cáo băng rộng (một thông số CSI được tính cho toàn bộ “tập S dải con”) hoặc báo cáo dải con (một thông số CSI được tính cho mỗi “tập S dải con”) được thực hiện hay không. Các chế độ báo cáo CSI được hỗ trợ được đưa ra trong Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1: Các kiểu phản hồi CQI và PMI cho các chế độ báo cáo PUSCH-CSI không theo chu kỳ

		Kiểu phản hồi PMI		
		Không PMI	Một PMI	Nhiều PMI
Kiểu phản hồi CQI trên kênh PUSCH	Băng rộng (CQI băng rộng)			Chế độ 1-2
	UE được chọn (CQI băng con)	Chế độ 2-0		Chế độ 2-2
	Được tạo cấu hình lớp cao hơn (CQI băng con)	Chế độ 3-0	Chế độ 3-1	Chế độ 3-2

Bảng 2: Các kiểu phản hồi CQI và PMI cho các chế độ báo cáo PUCCH-CSI theo chu kỳ

		Kiểu phản hồi PMI	
		Không PMI	Một PMI
Kiểu phản hồi CQI trên kênh PUCCH	Băng rộng (CQI băng rộng)	Chế độ 1-0	Chế độ 1-1
	UE được chọn (CQI băng con)	Chế độ 2-0	Chế độ 2-1

Trong Rel.12 LTE, bảng mã mã trước hai cấp được đánh số với các giá trị PMI thứ nhất và thứ hai (tương ứng là i_1 và i_2) được hỗ trợ cho 4 và 8 cổng Anten. Giá trị PMI thứ nhất i_1 được liên kết với nhóm bốn chùm/mã trước DFT. Giá trị PMI thứ hai i_2 , mặt khác, chọn một trong bốn chùm/mã trước được chỉ báo bởi i_1 , cùng với đồng pha QPSK giữa hai nhóm phân cực.

Trong Rel.13 LTE, kết cấu bảng mã mềm chứa trong các mẫu công 2D CSI-RS được hỗ trợ cho kiểu eMIMO ‘lớp A’ với 8, 12 và 16 cổng Anten, mà không chỉ (N_1, N_2) có thể tạo cấu hình được, mà còn các hệ số lấy mẫu quá hạn đối với cả hai chiều (O_1, O_2) và bốn kiểu lựa chọn tập con bảng mã được tạo cấu hình qua thông số RRC *codebook-Config*. Ngoài ra, bảng mã chọn chùm một cấp đối với 2, 4, hoặc 8 cổng Anten cũng được hỗ trợ cho kiểu eMIMO ‘lớp B’.

Dựa vào bảng mã bên trên, ma trận kết quả mã trước có thể được mô tả trong phương trình 1. Tức là, mã trước cấp thứ nhất có thể được mô tả như tích số Kronecker của vector (hoặc ma trận) mã trước thứ nhất và thứ hai, mà có thể được liên kết tương ứng

với chiều thứ nhất và thứ hai. Đây là loại được gọi là bảng mã tích số Kronecker từng phần (KP từng phần). Các chỉ số dưới m và n trong $W_{m,n}(i_{m,n})$ biểu thị tương ứng cấp mã trước (cấp thứ nhất hoặc cấp thứ hai) và chiều (chiều thứ nhất và chiều thứ hai). Mỗi ma trận mã trước $W_{m,n}$ có thể được mô tả như hàm của chỉ số đóng vai trò như thành phần PMI. Kết quả là, ma trận mã trước W có thể được mô tả như hàm của 3 thành phần PMI $i_{1,1}$, $i_{1,2}$, i_2 . Cấp thứ nhất gắn liền với thành phần dài hạn. Do đó, cấp thứ nhất được liên kết với các phép thông kê kênh dài hạn chẳng hạn như góc đến (Angle-of-Departure, AoD) nghiêng và góc đến AoD trải ra. Mặt khác, cấp thứ hai gắn liền với thành phần ngắn hạn thực hiện chọn, đồng pha, hoặc bất kỳ phép toán tuyến tính nào với mã trước thành phần thứ nhất $W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})$. Trong phần mô tả sáng chế, $A \otimes B$ biểu thị tích số Kronecker giữa hai ma trận A và B . Mã trước $W_2(i_2)$, do đó, thực hiện biến đổi tuyến tính của thành phần dài hạn chẳng hạn như kết hợp tuyến tính của tập các hàm cơ bản hoặc các vector được liên kết với các vector cột $W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})$.

$$W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2) = \underbrace{(W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2}))}_{W_1(i_{1,1}, i_{1,2})} W_2(i_2) \quad (\text{Phương trình 1})$$

Ở đây, UE đo CSI-RS trong khung con được chỉ định để mang thông tin CSI-RS, tính CSI (bao gồm PMI, RI và CQI mà mỗi một thông số trong ba thông số CSI có thể bao gồm nhiều thành phần) dựa trên sự đo lường, và báo cáo CSI được tính cho eNB phục vụ 102.

Sự mô tả mã trước nêu trên đặc biệt phù hợp khi eNB phục vụ truyền CSI-RS không được mã trước (NP CSI-RS). Tức là, ánh xạ một-một dành riêng tế bào giữa cổng CSI-RS và TXRU (bộ phận thu phát) được tận dụng. Ở đây, các cổng CSI-RS khác nhau có cùng chiều và độ rộng chùm mở rộng và do đó thường phủ rộng khắp tế bào. Trường hợp sử dụng này có thể được thực hiện khi eNB tạo cấu hình UE bằng kiểu eMIMO ‘lớp A’ tương ứng với NP CSI-RS. Thay vì các báo cáo CQI và RI, CSI được liên kết với ‘lớp A’ hoặc kiểu eMIMO ‘không được mã trước’ bao gồm (giả thiết rằng kết cấu KP từng phần có sẵn trong bảng mã Rel.13 được mô tả bên trên) ba thành phần PMI $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_2\}$.

Kiểu khác của CSI-RS có khả năng áp dụng cho FD-MIMO là CSI-RS được tạo chùm (beamformed CSI-RS, BF CSI-RS). Ví dụ, hoạt động tạo chùm, hoặc dành riêng tế bào hoặc dành riêng UE, được áp dụng trên tài nguyên CSI-RS công suất khác không (NZP) (bao gồm nhiều cổng). Ở đây, ít nhất tại các cổng CSI-RS thời gian/tần số đã cho

có độ rộng chùm hẹp và do đó không phủ rộng khắp tế bào, và (ít nhất từ eNB triển vọng) ít nhất một số dạng kết hợp tài nguyên-cổng CSI-RS có các chiều chùm khác nhau. Hoạt động tạo chùm này chỉ nhằm làm tăng vùng phủ hoặc sự thâm nhập của CSI-RS. Ngoài ra, khi hoạt động tạo chùm dành riêng UE được áp dụng cho tài nguyên CSI-RS (được gọi là CSI-RS được tạo chùm dành riêng UE hoặc danh cho UE cụ thể), thì việc giảm mào đầu CSI-RS có thể nhận được khi các tài nguyên CSI-RS NZP được phân bổ hiệu quả thông qua chia sẻ tài nguyên (hợp nhất) đối với các UE hoặc là trong miền thời gian (ví dụ truyền dẫn không theo chu kỳ), miền chùm (tạo chùm cho dành riêng UE), hoặc (tái) cấu hình) tài nguyên CSI-RS động. Khi UE được tạo cấu hình để thu BF CSI-RS từ eNB phục vụ, thì UE có thể được tạo cấu hình để báo cáo các thông số PMI được liên kết với $W_2(W_{2,1}$ và/hoặc $W_{2,2})$ không có $W_1(W_{1,1}$ và/hoặc $W_{1,2})$ hoặc, thông thường, được liên kết với bảng mã/mã trước một cấp. Trường hợp sử dụng này có thể được thực hiện khi eNB tạo cấu hình UE bằng kiểu eMIMO ‘lớp B’ tương ứng với BF CSI-RS. Thay vì các báo cáo CQI và RI, CSI được liên kết với ‘lớp B’ hoặc kiểu eMIMO ‘được tạo chùm’ (với một tài nguyên CSI-RS và bảng mã thay thế) bao gồm một thành phần PMI n. Mặc dù PMI đơn được xác định gắn liền với bảng mã riêng biệt, thì PMI này có thể được liên kết với thành phần PMI cấp thứ hai của các bảng mã ‘lớp A’/‘không được mã trước’ i_2 .

Do đó, dựa vào bảng mã mã trước (tập các ma trận mã trước $W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2)$), UE đo CSI-RS trong khung con được chỉ định để mang CSI-RS, tính/xác định CSI (bao gồm PMI, RI và CQI mà mỗi một thông số trong ba thông số CSI này có thể bao gồm nhiều thành phần) dựa trên sự đo lường, và báo cáo CSI được tính cho eNB phục vụ. Cụ thể là, PMI này là chỉ số của ma trận mã trước được tiến cử trong bảng mã mã trước. Tương tự với kiểu thứ nhất, các bảng mã mã trước khác nhau có thể được sử dụng cho các giá trị RI khác nhau. CSI-RS được đo có thể là một trong số hai kiểu: CSI-RS (NP) không được mã trước và CSI-RS (BF) được tạo chùm. Như được đề cập trong Rel.13, sự hỗ trợ hai kiểu CSI-RS được đưa ra theo hai kiểu eMIMO: ‘lớp A’ (với một tài nguyên CSI-RS) và ‘lớp B’ (với một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS) tương ứng.

Trong các tình huống mà các phép thống kê kênh dài hạn DL có thể được đo thông qua các tín hiệu UL tại eNB phục vụ, BF CSI-RS dành riêng UE có thể sẵn sàng được sử dụng. Điều này có thể thực hiện được khi khoảng cách song công UL-DL đủ nhỏ. Tuy nhiên, khi điều kiện này không được giữ, thì một số phản hồi UE là cần thiết đối với eNB để nhận được ước lượng các phép thống kê kênh dài hạn DL (hoặc bất kỳ thể hiện nào của

nó). Để tạo thuận lợi cho thủ tục như vậy, BF CSI-RS thứ nhất được truyền với chu kỳ T_1 (ms) và NP CSI-RS thứ hai được truyền với chu kỳ T_2 (ms), trong đó $T_1 < T_2$. Cách tiếp cận này được gọi là CSI-RS lai. Việc thực hiện CSI-RS lai phần lớn tùy thuộc vào sự xác định thông tin cấu hình xử lý CSI và thông tin tài nguyên NZP CSI-RS.

Như được mô tả bên trên, việc tận dụng BF CSI-RS dành riêng UE làm giảm số lượng cổng được tạo cấu hình cho mỗi UE bằng cách áp dụng hoạt động tạo chùm trên NP CSI-RS. Ví dụ, eNB phục vụ có thể áp dụng tạo chùm băng rộng trên 16 cổng NP CSI-RS để tạo thành 2 cổng BF CSI-RS cho UE được phục vụ. Nếu mỗi UE được tạo cấu hình với 2 cổng BF CSI-RS, thì kết quả mào đầu CSI-RS tổng cộng được giảm xuống khi số lượng các UE cùng được lập lịch nhỏ hơn 8 - giả thiết rằng cùng tốc độ truyền dẫn đối với NP và BF CSI-RS. Tuy nhiên, mặc dù không phải tất cả các UE được phục vụ đòi hỏi truyền dẫn dữ liệu trong mỗi khung con, nhưng số lượng các UE được phục vụ trên mỗi tế bào có khuynh hướng lớn hơn 8 nhiều. Do sự bùng nổ và ngẫu nhiên của lưu lượng dữ liệu, nên BF CSI-RS dành riêng UE sử dụng hoặc đòi hỏi cơ chế phân bổ tài nguyên CSI-RS hiệu quả để đảm bảo rằng mào đầu CSI-RS tổng cộng có thể được làm giảm đến mức tối thiểu hoặc, ngược lại, số lượng các UE được phục vụ trên mỗi tế bào có thể được làm tăng đến mức tối đa.

Do đó, cần phải có cơ chế phân bổ tài nguyên CSI-RS hiệu quả cho BF CSI-RS dành riêng UE.

Các thuật ngữ chẳng hạn như CSI-RS ‘không được mã trước’ (hoặc ‘NP’) và CSI-RS ‘được tạo chùm’ (hoặc ‘BF’) được sử dụng trong suốt bản mô tả. Bản chất của sáng chế không thay đổi khi các thuật ngữ hoặc tên khác nhau được sử dụng để chỉ hai kiểu CSI-RS này. Ví dụ, ‘CSI-RS-A’ và ‘CSI-RS-B’ có thể chỉ hoặc là được liên kết với hai kiểu CSI-RS này. Về cơ bản hai kiểu CSI-RS này là CSI-RS thứ nhất và CSI-RS thứ hai. Trong một ví dụ khác, kiểu tài nguyên CSI-RS có thể được sử dụng để phân biệt hai chế độ hoạt động thay vì gọi là kiểu CSI-RS. Các tài nguyên CSI-RS được liên kết với hai kiểu CSI-RS này có thể được dùng để gọi như ‘tài nguyên CSI-RS thứ nhất’ và ‘tài nguyên CSI-RS thứ hai’, hoặc ‘tài nguyên CSI-RS-A’ và ‘tài nguyên CSI-RS-B’. Sau đó, các nhãn ‘NP’ và ‘BF’ (hoặc ‘np’ và ‘bf’) là các ví dụ và có thể được thay thế bằng các nhãn khác chẳng hạn như ‘1’ và ‘2’, hoặc ‘A’ và ‘B’, hoặc kiểu 1 và kiểu 2, hoặc lớp-A và lớp-B. Trong một ví dụ khác, kiểu MIMO hoặc kiểu eMIMO có thể được liên kết với hoạt động báo cáo CSI có thể được sử dụng để phân biệt hai chế độ hoạt động thay vì kiểu

CSI-RS. Ví dụ, UE được tạo cấu hình với kiểu MIMO hoặc kiểu-eMIMO được liên kết với hoạt động báo cáo CSI và, ngoài ra, hoạt động đo lường CSI. Tên của các thông số lớp cao hơn hoặc RRC được tận dụng trong phần mô tả sáng chế chỉ là ví dụ và chỉ nhằm mục đích minh họa. Các tên khác có cùng chức năng có thể được sử dụng.

Sáng chế bao gồm ít nhất bốn thành phần: cơ chế CSI-RS không theo chu kỳ (Ap-CSI-RS), xác định tài nguyên Ap-CSI-RS, tái cấu hình hoặc lựa chọn tài nguyên Ap-CSI-RS, và xác định tài nguyên tham chiếu Ap-CSI-RS. Mỗi thành phần trong số bốn thành phần có thể được sử dụng hoặc là bởi chính bản thân chúng (không có thành phần khác) hoặc có dựa vào một thành phần khác trong số bốn thành phần.

Đối với thành phần thứ nhất (tức là, cơ chế CSI-RS không theo chu kỳ), Fig.5 minh họa một ví dụ về cơ chế 500 đối với CSI-RS không theo chu kỳ (Ap-CSI-RS). Ap-CSI-RS được đặc trưng bởi hai đặc điểm chính. Thứ nhất, vùng các tài nguyên CSI-RS được xác định và được chia sẻ trong số các UE được phục vụ (510). Tài nguyên CSI-RS từ vùng này có thể được gán cho UE chỉ khi UE đo CSI (do đó tài nguyên chỉ có thể được sử dụng khi tài nguyên được yêu cầu). UE cần phải đo CSI khi eNB phục vụ được liên kết với UE chọn để thu báo cáo CSI được tính dựa trên kênh hoạt động gần đây nhất. Điều này dẫn đến đặc điểm chính thứ hai. Việc gán Ap-CSI-RS được hoàn thành có dựa vào yêu cầu CSI không theo chu kỳ từ eNB phục vụ tới UE được phục vụ (trong ví dụ này được gọi là UE-k) Do đó, thông tin tài nguyên Ap-CSI-RS được chứa trong DCI của cấp phát UL mà chứa yêu cầu A-CSI tới UE-k trong khung con n (520). Cùng với yêu cầu A-CSI, chính Ap-CSI-RS được đặt trong cùng khung con DL n như bộ khởi động A-CSI và thông tin tài nguyên Ap-CSI-RS. Ngoài ra, Ap-CSI-RS có thể được đặt trong khung con khác theo sau khung con n (trả giá bằng độ trễ báo cáo CSI). Nhằm đáp lại yêu cầu CSI và thông tin tài nguyên Ap-CSI-RS trong khung con n (giả thiết rằng Ap-CSI-RS được đặt trong khung con n), thì UE-k đo Ap-CSI-RS được liên kết được gán bởi eNB (530) và báo cáo A-CSI được yêu cầu trong khung con $n+L$ (540) mà L được chỉ định và có thể phụ thuộc vào tình huống. Ví dụ, giá trị mặc định của L là 4 theo Rel.13 LTE. Cơ chế này có thể được áp dụng cho cả NP CSI-RS và BF CSI-RS dành riêng UE.

Mặc dù NP CSI-RS là dành riêng tế bào, nhưng cấu hình tài nguyên của nó là dành riêng UE. Khi được sử dụng cho NP CSI-RS, cơ chế Ap-CSI-RS tạo điều kiện thuận lợi cho việc giảm mào đầu NP CSI-RS khi NP CSI-RS chỉ có thể được truyền khi cần thiết. Đổi lại, UE được phục vụ được gán tài nguyên CSI-RS và có thể đo NP CSI-RS chỉ khi

cần thiết (không có tính chu kỳ) bằng cách đó làm giảm độ phức tạp tính toán và tiêu thụ điện năng của UE. Nếu được áp dụng cho NP CSI-RS, thì việc hạn chế đo lường kênh có thể được tận dụng cùng với báo cáo CSI lớp A vì sự đo lường CSI (trong miền thời gian và tần số) được thực hiện trong khung con chứa thông tin Ap-CSI-RS.

Tương tự, thông tin Ap-CSI-RS tạo điều kiện thuận lợi cho việc giảm mào đầu CSI-RS khi được áp dụng cho BF CSI-RS dành riêng UE. Bởi vì BF CSI-RS dành riêng UE chỉ có thể được truyền khi cần thiết bằng cách đó làm giảm mào đầu CSI-RS tổng cộng cho tất cả các UE. Đổi lại, UE được phục vụ được gán tài nguyên CSI-RS và có thể đo BF CSI-RS chỉ khi cần thiết (không có tính chu kỳ) bằng cách đó làm giảm độ phức tạp tính toán và tiêu thụ điện năng của UE.

Đối với thành phần thứ hai (tức là thông tin xác định tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ), vì thông tin Ap-CSI-RS được truyền và được đo không theo chu kỳ (chỉ khi nào được yêu cầu), nên thông tin tài nguyên Ap-CSI-RS không được đặc trưng bởi thông tin cấu hình khung con bao gồm thông tin độ lệch khung con và tính chu kỳ (như trong tài nguyên CSI-RS kế thừa). Thay vào đó, tài nguyên Ap-CSI-RS được đặc trưng bởi ít nhất một thông số trong số các thông số sau: số lượng các cổng CSI-RS được gán, tập số lượng cổng CSI-RS, và cấu hình mẫu CSI-RS. Các thông số thứ hai và thứ ba được mô tả như bên dưới.

Đối với các thông số thứ hai, để xác định tập số lượng cổng CSI-RS được gán cho UE, thì tập chính của số lượng cổng (khả dụng) $\{\text{Port}_0, \text{Port}_0+1, \dots, \text{Port}_0+N_{\text{PORT,MAX}}-1\}$ được yêu cầu. Ít nhất hai tùy chọn khả dụng. Tùy chọn thứ nhất là để xác định tập chính mới của các cổng mà giá trị không được sử dụng trước đó của Port_0 (sao cho bất kỳ giá trị nào trong tập chính $\{\text{Port}_0, \text{Port}_0+1, \dots, \text{Port}_0+N_{\text{PORT,MAX}}-1\}$ cũng không được sử dụng trước đó) được chọn. Ví dụ, bằng cách chọn $\text{Port}_0=200$, thì tập chính của các cổng $\{200, 201, \dots, 199+N_{\text{PORT,MAX}}\}$, khác với các cổng CSI_RS khả dụng trong Rel.13 $\{15, 16, \dots, 30\}$, được xác định. Tùy chọn thứ hai là để mở rộng các cổng CSI-RS hiện có (trong Rel.13 LTE) bằng cách chọn $\text{Port}_0=15$ và tăng $N_{\text{PORT,MAX}}$ vượt quá giá trị 16 cổng hiện tại dẫn đến kết quả tập chính của các cổng CSI-RS là $\{15, 16, \dots, 14+N_{\text{PORT,MAX}}\}$. Tùy chọn thứ hai cho phép sử dụng các cổng CSI-RS kế thừa cho Ap-CSI-RS bất cứ khi nào các cổng có sẵn.

Đối với số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} , N_{PORT} cổng tài nguyên CSI-RS đã cho có thể được chỉ định dưới dạng tập con cổng của tập chính $\{\text{Port}_0, \text{Port}_0+1, \dots,$

$\text{Port}_0 + N_{\text{PORT},\text{MAX}} - 1\}$. Ít nhất hai tùy chọn có thể có.

Tùy chọn thứ nhất đối với trường chọn tập con cổng theo các cổng kế thừa trong Rel.13 LTE và giả thiết rằng tùy chọn tập chính thứ hai (xem lại đoạn mô tả trước), N_{PORT} cổng tài nguyên CSI-RS thường được liên kết với số lượng cổng $\{15, 16, \dots, 14 + N_{\text{PORT}}\}$. Tức là, số lượng cổng CSI-RS thứ nhất thường là 15 và số lượng cổng CSI-RS được gán là liên tiếp đối với bất kỳ mức gán tài nguyên CSI-RS nào. Trong trường hợp này, tập số lượng cổng CSI-RS được cố định đối với số lượng các cổng CSI-RS đã cho. Do đó, không cần phải chỉ báo hoặc báo hiệu thông tin chọn tập con cổng trong thông tin cấu hình tài nguyên Ap-CSI-RS.

Tùy chọn thứ hai đối với thông tin chọn tập con cổng đưa ra sự phân bổ tài nguyên linh hoạt hơn và số lượng cấu hình tài nguyên được tăng lên cho phép cấu hình tài nguyên CSI-RS được liên kết với số lượng cổng $\{\text{Port}(0), \text{Port}(1), \dots, \text{Port}(N_{\text{PORT}}-1)\}$ mà $\text{Port}(i)$ có thể là số lượng cổng bất kỳ được lấy từ tập chính. Sự ràng buộc là $\text{Port}(i) < \text{Port}(k)$, $i > k$ có thể được áp đặt thêm. Ví dụ, các cổng anten $\{17, 18, 21, 22\}$ có thể được gán cho UE đối với cổng $N_{\text{PORT}}=4$. Đối với giá trị $N_{\text{PORT},\text{MAX}}$ và N_{PORT} đã cho, thì tổng của $N_{\text{cand}} =$

$$\binom{N_{\text{PORT},\text{MAX}}}{N_{\text{PORT}}}$$

ứng cử dành cho việc chọn tập con cổng CSI-RS là khả dụng. Do đó, nếu thông tin chọn tập con cổng không bị hạn chế, thì toàn bộ các ứng cử này là khả dụng. Ngoài ra, chỉ duy nhất một phần của các ứng cử khả dụng này có thể được sử dụng. Trong

trường hợp này, tập con bị hạn chế của các ứng cử khả dụng $N_{\text{cand}} < \binom{N_{\text{PORT},\text{MAX}}}{N_{\text{PORT}}}$ được sử dụng.

Đối với tùy chọn lựa chọn tập con cổng thứ hai, thì thông tin chọn tập con cổng được báo hiệu và được chỉ báo trong thông tin cấu hình tài nguyên Ap-CSI-RS. Đối với mục đích này, hoặc là ánh xạ bit chiều dài $N_{\text{PORT},\text{MAX}}$ (chỉ báo số lượng cổng được gán cho UE) hoặc là chỉ báo tập con cổng $\lceil \log_2 N_{\text{cand}} \rceil$ bit có thể được sử dụng. Ánh xạ bit có thể áp dụng được cho thông tin chọn tập con không bị hạn chế hoặc bị hạn chế. Mặt khác, chỉ báo tập con phù hợp với thông tin chọn tập con bị hạn chế.

Đối với thông số thứ ba, số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} , N_{PORT} cổng tài nguyên CSI-RS đã cho cũng có thể được chỉ định dưới dạng cấu hình mẫu T-F (thời gian tần số), dưới dạng cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI trong Bảng 6.10.5.2.1 trong REF1, nhưng

được dùng để chỉ như cấu hình mẫu trong phần mô tả sáng chế. Cấu hình mẫu này chỉ báo vị trí của các CSI-RS RE trong miền thời gian và tần số trong khung con. Trong Rel.12 LTE kế thừa, điều này được chỉ báo bởi thông số RRC 32 giá trị resourceConfig-r10 hoặc ‘cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI’ trong Bảng 6.10.5.2.1 trong REF1.

Dựa vào sự mô tả ở trên về cấu hình tài nguyên Ap-CSI-RS, ví dụ sau đây về thủ tục hợp nhất tài nguyên Ap-CSI-RS có thể được mô tả theo thủ tục ba bước như sau. Ở bước thứ nhất, eNB phục vụ bắt đầu từ tập chính của $N_{\text{PORT,MAX}}$ số lượng cổng anten CSI-RS $\text{Port}_0, \text{Port}_0+1, \dots, \text{Port}_0+N_{\text{PORT,MAX}}-1$. Ở bước thứ hai, nếu tùy chọn thứ nhất của thông tin chọn tập con cổng được sử dụng, thì thông tin tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ (Ap-CSI-RS) được đặc trưng bởi số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} và cấu hình mẫu. Nếu tùy chọn thứ hai của thông tin chọn tập con cổng được sử dụng, thì thông tin tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ (Ap-CSI-RS) được đặc trưng bởi số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} , ánh xạ bit hoặc chỉ báo được liên kết với tập số lượng cổng anten $\{\text{Port}(0), \text{Port}(1), \dots, \text{Port}(N_{\text{PORT}}-1)\}$, và cấu hình mẫu. Ở bước thứ ba, eNB phục vụ gán (ít nhất) một tài nguyên CSI-RS N_{PORT} cho UE-k được phục vụ được liên kết với thông tin cấu hình tài nguyên ở bước 2.

Ngoài ba thông số này, các thông số cấu hình khác có thể được hợp nhất trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS (như một phần của thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS) đối với CSI-RS không theo chu kỳ. Một số ví dụ được cho bên dưới: tỷ lệ năng lượng trên một phần tử tài nguyên (Resource Element, RE) so với PDSCH (hoặc là ‘không được mã trước’ / ‘lớp A’ hoặc ‘được tạo chùm’ / ‘lớp B’); thông số chỉ báo có CSI-RS là NZP (công suất khác không) hoặc ZP (công suất bằng không) hay không; thông số chỉ báo có cấu hình CSI-RS theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ hay không.

Đối với thành phần thứ ba (tức là thông tin tái cấu hình hoặc lựa chọn tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ), ít nhất ba tùy chọn có thể có để báo hiệu mỗi thông số trong số ba thông số này được liên kết với thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS (số lượng các cổng anten, cấu hình mẫu T-F, và cấu hình tập con cổng). Tùy chọn thứ nhất là để sử dụng báo hiệu RRC trên mỗi UE để thực hiện (tái) cấu hình bán tĩnh tài nguyên CSI-RS. Một số UE được phục vụ có thể được tạo cấu hình để chia sẻ cùng mức gán tài nguyên CSI-RS hoặc mức gán tài nguyên chồng chéo lên nhau. Tùy chọn thứ hai là để sử dụng cấp phát UL bằng cách kết hợp thông số trong DCI được liên kết mang yêu cầu (khởi động) A-CSI. Do đó, thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được báo hiệu động. Tùy chọn

thứ ba là để sử dụng thông tin (tái) cấu hình tài nguyên theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ sử dụng nguyên lý tương tự với lập lịch bán ổn định (Semi-Persistent Scheduling, SPS). Tức là, cấp phát UL được sử dụng để báo hiệu mức gán tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình cho UE-k được phục vụ. Mức gán tài nguyên CSI-RS này có thể đi cùng với yêu cầu (khởi động) A-CSI hoặc được báo hiệu bởi chính nó. Thông tin (tái) cấu hình tài nguyên CSI-RS có thể hoặc là được thực hiện mỗi X ms mà X có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu RRC, hoặc là được khởi tạo với thủ tục kích hoạt/ngừng kích hoạt dựa trên các mức gán DL hoặc các cấp phát UL. Nếu thông tin tái cấu hình tài nguyên theo chu kỳ được sử dụng, thì giá trị X có thể được chọn lớn chẳng hạn theo thứ tự 200-ms hoặc 320-ms.

Tùy chọn thứ ba cho phép tái cấu hình tài nguyên động hơn nữa (điều này không thể với tùy chọn thứ nhất vì cấu hình RRC bị trễ lớn) mà không bị mào đầu báo hiệu DL lớn (đây là trường hợp với tùy chọn thứ hai). Do đó, cho phép hợp nhất các tài nguyên A-CSI-RS hiệu quả hơn với mào đầu báo hiệu DL hợp lý. Để thiết lập UE cho tùy chọn thứ ba, thì cấu hình RRC tương tự như cấu hình đối với *SPS-ConfigDL (TS 36.331 REF5)* có thể được sử dụng. Chỉ một số thông số có thể áp dụng được (ví dụ các thông số tương tự như *semiPersistSchedIntervalDL* và/hoặc *numberOfConfSPS-Processes*)

Xem xét ba tùy chọn báo hiệu được đề cập bên trên, có thể áp dụng được cho mỗi thông số trong số ba thông số này, Bảng 3-A và Bảng 3-B mô tả tương ứng một số dạng kết hợp có thể có đối với các tùy chọn thứ nhất và thứ hai của trường chọn tập con công.

Bảng 3-A: Các tùy chọn đối với cơ chế báo hiệu DL của thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS với thông tin chọn tập con công cố định (Opt.1)

Số thực tự	Cơ chế báo hiệu	
	Số lượng các cổng anten N_{PORT}	Cấu hình mẫu T-F
1.1	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)
1.2	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)
1.3	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Trong một cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định) trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS)
2.2	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)
3.3	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ

Bảng 3-B: Các tùy chọn đối với cơ chế báo hiệu DL của thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS với thông tin lựa chọn tập con công không cố định (Opt.2)

Số thứ tự	Cơ chế báo hiệu		
	Số lượng các cổng anten N_{PORT}	Cấu hình mẫu T-F	Tập con cổng {Port(0), Port(1), ..., Port($N_{\text{PORT}}-1$)}
1.1.1	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)
1.1.2	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)
1.1.3	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ
1.2.1	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)
1.3.1	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)
1.2.2	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)
1.3.3	Báo hiệu RRC (bán tĩnh)	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ
2.2.2	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)	Mỗi cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động)
3.3.3	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ	Trong một phép gán DL hoặc cấp phát UL mang yêu cầu A-CSI (động, bán ổn định), ví dụ trên X ms (X =chu kỳ tái cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc không theo chu kỳ

Đối với mỗi tùy chọn trong Bảng 3-A và Bảng 3-B, ít nhất một trường yêu cầu CSI trong DCI của cấp phát UL (bao gồm CSI-RS không theo chu kỳ được liên kết) được yêu cầu để khởi động A-CSI. Trường yêu cầu CSI có thể bao gồm một hoặc nhiều bit mà mỗi bit được liên kết với một tế bào. Ngoài ra, các thông số Ap-CSI-RS cần để được tạo cấu hình động (tập con số lượng các cổng, cấu hình mẫu T-F, và/hoặc tập con cổng) cũng được chứa trong DCI của cấp phát UL. Các thông số cấu hình này có thể được xác định như các thông số độc lập hoặc đồng thời với trường yêu cầu CSI.

Khi UE được tạo cấu hình với K tài nguyên CSI-RS (hoặc các cấu hình tài nguyên), một trường yêu cầu CSI (có thể bao gồm một hoặc nhiều bit) có thể được sử dụng cho

mỗi một tài nguyên trong K tài nguyên CSI-RS (hoặc các cấu hình tài nguyên). Khi k trường yêu cầu trong số K trường yêu cầu CSI được đặt là 1, thì CSI-RS được liên kết với mỗi một trong k tài nguyên CSI (hoặc các cấu hình tài nguyên) được truyền trong khung con DL chứa cấp phát UL.

Khi UE được tạo cấu hình với hai (có thể khác) thiết lập kiểu-eMIMO trong một thông tin cấu hình xử lý CSI mà mỗi thiết lập kiểu eMIMO được liên kết với một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS (hoặc các cấu hình tài nguyên), một trường yêu cầu CSI (có thể bao gồm một hoặc nhiều bit) có thể được sử dụng cho mỗi một trong hai thiết lập kiểu eMIMO. Khi một hoặc cả hai trường yêu cầu CSI được đặt là 1, thì CSI-RS được liên kết với mỗi thiết lập kiểu eMIMO được khởi động được truyền trong khung con DL chứa cấp phát UL.

Khi dạng kết hợp của báo hiệu bán tĩnh (báo hiệu RRC) và hoặc là báo hiệu bán ổn định hoặc báo hiệu động được sử dụng (chẳng hạn như Opt.1.1, 1.2, hoặc 1.3 trong Bảng 3-A; Opt.1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, 1.2.1, 1.3.1, 1.2.2, hoặc 1.3.3 trong Bảng 3-B), ít nhất một thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS (NZP hoặc ZP) được tạo cấu hình bán tĩnh và ít nhất một thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS hoặc là được cấu hình bán ổn định hoặc được tạo cấu hình động. Trong trường hợp này, hiệu quả cấu hình tài nguyên CSI-RS bán tĩnh cho thấy rằng UE được tạo cấu hình bán tĩnh với (K_A) tài nguyên CSI-RS (K_A là số tài nguyên CSI-RS có thể có hoặc các cấu hình tài nguyên được liên kết với các thông số được cấu tạo bán tĩnh). Báo hiệu thứ hai - hoặc là báo hiệu bán ổn định hoặc báo hiệu động - chọn một tài nguyên CSI-RS hoặc tập con tài nguyên CSI-RS từ K_A tài nguyên CSI-RS được cấu hình bán tĩnh. Do đó, thay vì xác định tài nguyên CSI-RS dưới dạng các thông số, thì báo hiệu bán tĩnh (lớp cao hơn hoặc RRC) thay vào đó có thể tạo cấu hình UE tập K_A tài nguyên CSI-RS và báo hiệu bán ổn định hoặc báo hiệu động có thể chọn một tài nguyên trong số K_A tài nguyên CSI-RS. Mỗi tài nguyên trong số các tài nguyên CSI-RS có thể hoặc là NZP hoặc là ZP.

Theo sáng chế, một số phương án của sơ đồ (tái) cấu hình tài nguyên CSI-RS (được dùng bên trên như sơ đồ tái cấu hình tài nguyên bán ổn định) với ít nhất một thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS được báo hiệu sử dụng tùy chọn thứ ba được cho. Đối với mỗi phương án trong số các phương án sau đây, khi UE được tạo cấu hình với nhiều thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần, một sơ đồ (tái) cấu hình tài nguyên CSI-RS (kích hoạt/giải phóng hoặc kích hoạt/ngừng kích hoạt) có thể được liên kết với

một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc sóng mang thành phần. Ngoài ra, một thông tin (tái) cấu hình tài nguyên CSI-RS (kích hoạt/giải phóng hoặc kích hoạt/ngừng kích hoạt) có thể được liên kết với nhiều thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần. Ngoài ra, một thông tin (tái) cấu hình tài nguyên CSI-RS (kích hoạt/giải phóng hoặc kích hoạt/ngừng kích hoạt) có thể được liên kết với toàn bộ thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần.

Theo phương án thứ nhất (phương án 1.A), cơ chế kích hoạt- giải phóng/ngừng kích hoạt tương tự như lập lịch bán ổn định được sử dụng để tái cấu hình tài nguyên CSI-RS. Theo phương án này, các cấp phát UL hoặc các mức gán DL trên kênh PDCCH hoặc EPDCCH được sử dụng để tái cấu hình tài nguyên CSI-RS. Do đó, cấp phát UL hoặc mức gán DL được sử dụng cho mục đích này bao gồm ít nhất một trường DCI hoặc là để chọn một lựa chọn trong số nhiều lựa chọn cấu hình tài nguyên CSI-RS (ví dụ, được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn như một phần của phần tử thông tin ASN.1 cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc là để thiết lập giá trị của ít nhất một thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS. Trường này có thể là một phần của định dạng DCI hiện có (chẳng hạn định dạng DCI 0 hoặc DCI 4 đối với cấp phát UL, hoặc định dạng 1A, 2/2A/2B đối với mức gán DL) hoặc định dạng DCI mới được xác định cụ thể cho tái cấu hình tài nguyên CSI-RS (kích hoạt/giải phóng hoặc kích hoạt/ngừng kích hoạt). Cấp phát UL (hoặc mức gán DL) được báo hiệu cho UE qua kênh PDCCH hoặc EPDCCH và được đánh dấu bằng RNTI đặc biệt (chẳng hạn như CSI-RNTI).

Fig.6 mô tả một ví dụ về các hoạt động của eNB và UE trong sơ đồ 600 (dưới dạng sơ đồ thời gian được liên kết với eNB 601 và UE 602) khi ít nhất một thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS được báo hiệu sử dụng tùy chọn thứ ba. Ví dụ, điều này tương ứng với Opt.1.3 hoặc 3.3 trong Bảng 3-A, hoặc Opt.1.1.3, 1.3.1, 1.3.3, hoặc 3.3.3 trong Bảng 3-B. Theo phương án này, tài nguyên Ap-CSI-RS được tái cấu hình mỗi X ms trong (các) khung con 610 qua cấp phát UL (hoặc cấp phát liên quan tới UL hoặc, ngoài ra, mức gán DL) mang thông tin cấu hình tài nguyên Ap-CSI-RS (bao gồm trường DCI đã được đề cập ở trên). Thông tin cấu hình này có thể đi cùng với yêu cầu/khởi động A-CSI hoặc được báo hiệu bởi chính nó. Khi thu khung con DL từ các khung con 610, UE-k được phục vụ đọc thông tin cấu hình trong các khung con 630. Dựa trên thông tin cấu hình này, eNB yêu cầu A-CSI cho UE-k qua cấp phát UL (chứa khởi động A-CSI) trong khi truyền thông tin Ap-CSI-RS trong cùng khung con trong (các) khung con 620. Khi thu khung

con DL từ các khung con 640 – chứa yêu cầu/khởi động A-CSI- UE-k đo Ap-CSI-RS được truyền (trong khung con n) theo thông tin cấu hình tài nguyên được thu trong các khung con trong (các) khung con 630, và thực hiện tính CSI. Kết quả A-CSI được báo cáo cho eNB trong (các) khung con 650. Trong ví dụ trên Fig.6, tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình bán ổn định bao gồm tập số lượng các cổng.

Mặc dù ví dụ ở trên giả thiết tái cấu hình tài nguyên theo chu kỳ (mỗi X ms), thì tái cấu hình tài nguyên không theo chu kỳ sử dụng kích hoạt và ngừng kích hoạt dựa trên cấp phát UL hoặc mức gán DL cũng có thể được sử dụng.

Cơ chế phân bố tài nguyên CSI-RS bán ổn định được áp dụng cho tài nguyên NZP CSI-RS, có thể được mô tả như sau. Thứ nhất, UE thu thông tin khởi động/giải phóng động chứa sự lựa chọn từ nhiều tài nguyên NZP CSI-RS được tạo cấu hình lớp cao hơn. Các tài nguyên CSI-RS này có thể được liên kết với tập thông số được tạo cấu hình thứ nhất (tập giá trị thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS) hoặc danh sách K_A tài nguyên CSI-RS. Tương tự, khởi động hoặc giải phóng động có thể chỉ báo hoặc trường DCI $[\log(K_A)]$ bit hoặc tập các thông số khác, cùng với tập thông số thứ nhất, còn chỉ báo tài nguyên CSI-RS được chọn. Theo các phương án thực hiện này, mỗi tài nguyên NZP CSI-RS có thể hoặc là tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ. Thứ hai, đối với thông tin khởi động kích hoạt được thu trong khung con n, thì việc truyền dẫn tài nguyên NZP CSI-RS được liên kết sẽ bắt đầu không sớm hơn so với khung con $n+Y1$ trong đó $Y1 > 0$. Thứ ba, đối với thông tin khởi động giải phóng (ngừng kích hoạt) được thu trong khung con n, thì việc truyền dẫn tài nguyên NZP CSI-RS được liên kết sẽ dừng sau khung con $n+Y1$ trong đó $Y1 > 0$. Thứ tư, nếu cấp phát UL hoặc cơ chế giống như cấp phát UL được sử dụng để khởi động CSI-RS được đặt hoặc được truyền trong cùng khung con như cấp phát UL, thì giá trị $Y1$ hoặc $Y2$ có thể được đồng chỉnh với A-CSI. Tương tự như vậy, nếu cấp phát DL được sử dụng thay thế.

Theo phương án thứ hai (phương án 1.B), cơ chế kích hoạt-giải phóng/ngừng kích hoạt (tương tự như lập lịch bán ổn định) cũng được sử dụng để tái cấu hình tài nguyên CSI-RS, nhưng thay vì sử dụng kênh PDCCH, thì phần tử điều khiển MAC (MAC CE) được sử dụng. Ở đây, kiểu MAC CE mới có thể được xác định cho mục đích tái cấu hình tài nguyên CSI-RS. Ví dụ, kiểu MAC CE này có thể được gọi là “phần tử điều khiển MAC (MAC CE) tái cấu hình tài nguyên CSI-RS”. Đối với mỗi phương án trong số các

phương án sử dụng MAC CE, khi UE được tạo cấu hình với nhiều thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần, thì một cơ chế kích hoạt/giải phóng tài nguyên CSI-RS có thể được liên kết với một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc sóng mang thành phần. Ngoài ra, một cơ chế kích hoạt/giải phóng tài nguyên CSI-RS có thể được liên kết với nhiều thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần. Ngoài ra, một cơ chế kích hoạt/giải phóng tài nguyên CSI-RS có thể được liên kết với toàn bộ thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần.

MAC CE tái cấu hình tài nguyên CSI-RS này được báo hiệu cho UE qua kênh DL-SCH và được chứa trong MAC PDU. Vì số lượng các thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS (cũng như độ dài của mỗi thông số) được chứa trong MAC CE giống nhau, nên kích thước của MAC CE tái cấu hình tài nguyên CSI-RS có thể được cố định. Do đó, đầu con MAC PDU được liên kết bao gồm chỉ có 4 trường đầu R/F2/E/LCID (tham khảo REF4 phần 6.1.2). Sự sắp xếp MAC CE cấu hình tài nguyên CSI-RS có thể được minh họa trong sơ đồ 700 trên Fig.7 mà MAC CE 1 (701) được chỉ định như MAC CE cấu hình tài nguyên CSI-RS và được liên kết với đầu con MAC PDU 702. LCID (ID kênh logic) 5-bit chỉ báo kiểu kênh logic. Trong trường hợp này, MAC CE cấu hình tài nguyên CSI-RS có thể sử dụng bất kỳ giả thiết dành riêng nào (trong số các giả thiết từ 01011 tới 10111 - tham khảo Bảng 6.2.1-1 của REF4).

Ví dụ về MAC CE thiết kế để tái cấu hình tài nguyên CSI-RS như sau. Thứ nhất, MAC CE thiết kế bao gồm ít nhất một thông số cấu hình tài nguyên CSI-RS, mỗi thông số được ghi dưới dạng chuỗi (bit) nhị phân và được sắp xếp dưới định dạng octet được sắp hàng. Ví dụ, nếu tất cả ba thông số được đề cập ở trên (số lượng các cổng, mẫu T-F, và tập số lượng cổng) có thể tạo cấu hình được qua MAC CE, thì ba trường này được chứa trong MAC CE cấu hình tài nguyên CSI-RS. Điều này được minh họa trên sơ đồ 750 trên Fig.7B trong đó ba trường 752 (số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} , 2 bit - 4 giả thiết), trường 753 (mẫu T-F, 5 bit - 32 giả thiết), và trường 754 (tập số lượng cổng, 8 bit - lên tới 256 giả thiết) được chứa trong MAC CE với kích thước cố định hai octet. Một bit dành riêng cho trường R (751) được thêm vào tại điểm bắt đầu phù hợp với ba trường trong từ mã hai octet. Ngoài ra, nếu tập số lượng cổng không được yêu cầu (ví dụ được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn, hoặc chỉ được cố định $\{15, 16, \dots, 14+N_{\text{PORT}}\}$), thì chỉ cần một octet.

Các sơ đồ phân bố tài nguyên CSI-RS bán ổn định (các phương án thứ nhất và thứ

hai) cũng có thể được sử dụng cho tài nguyên ZP CSI-RS.

Các sơ đồ phân bố tài nguyên CSI-RS bán ổn định nêu trên (các phương án thứ nhất và thứ hai) được sử dụng và có thể áp dụng được cho tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ. Ngoài ra, các phương án thứ nhất và thứ hai cũng có thể được áp dụng cho tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ (mà được liên kết với cấu hình khung con trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS-chẳng hạn như thông tin độ lệch khung con và tính chu kỳ). Khi được áp dụng cho tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ, mỗi sơ đồ trong số hai sơ đồ có thể được sử dụng để bắt đầu/kích hoạt hoặc dừng/ngừng kích hoạt đo lường CSI-RS tại UE. Đối với phương án thứ nhất, trường DCI trong cấp phát UL hoặc mức gán DL được sử dụng để báo hiệu bắt đầu hoặc dừng đo lường CSI được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn. Đối với phương án thứ hai, MAC CE tái cấu hình tài nguyên CSI-RS được sử dụng để báo hiệu bắt đầu hoặc dừng đo lường CSI được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn.

Đối với các phương án (1.A hoặc 1.B), hai khả năng có thể xảy ra. Thứ nhất, kích thước và nội dung của trường DCI (phương án thứ nhất) hoặc MAC CE (phương án thứ hai) có thể khác với kích thước và nội dung được sử dụng cho CSI-RS không theo chu kỳ. Trong trường hợp này, tài nguyên CSI-RS được chọn được tạo cấu hình cho UE qua báo hiệu lớp cao hơn. Do đó, trường DCI (phương án thứ nhất) hoặc MAC CE (phương án thứ hai) chỉ báo hiệu bắt đầu (kích hoạt) hoặc dừng (ngừng kích hoạt). Thứ hai, kích thước và nội dung của trường DCI (phương án thứ nhất) hoặc MAC CE (phương án thứ hai) giống hệt với kích thước và nội dung được sử dụng cho CSI-RS không theo chu kỳ. Trong trường hợp này, tài nguyên CSI-RS được chọn được chỉ báo trong trường DCI (phương án thứ nhất) hoặc MAC CE (phương án thứ hai) - được chọn trong số (K_A) tài nguyên mà được tạo cấu hình cho UE qua báo hiệu lớp cao hơn - theo cùng phương thức cho CSI-RS không theo chu kỳ (tham khảo Fig.7A và Fig.7B).

Đối với Ap-CSI-RS, một số sơ đồ hiện có trong thiết kế thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS lớp cao hơn (chẳng hạn như RRC).

Trong sơ đồ thứ nhất, Rel.13 cấu hình tài nguyên CSI (dựa trên thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ) được tái sử dụng nhưng các thông số cấu hình không được tái sử dụng chẳng hạn thông tin cấu hình khung con CSI-RS (thông tin tính chu kỳ và độ lệch khung con) được bỏ qua khi tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình không theo chu kỳ. Đối với phương án này, thông số chỉ báo có tài nguyên CSI-RS hoặc theo chu kỳ

hoặc không theo chu kỳ hay không (hoặc việc tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ là ON hay không) có thể được thêm vào bên trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS. Phương án này có thể được mô tả trong ví dụ thiết lập ASN.1 sau đây trong Bảng 4-A khi số lượng các cổng anten và mẫu T-F (resourceConfig) được tạo cấu hình bán tĩnh qua báo hiệu RRC. Khi CSI-RS-Alloc-r14 được đặt là {không theo chu kỳ}, thì subframeConfig-r10 không được sử dụng.

Bảng 4-A

```

CSI-RS-Config-r10 ::= SEQUENCE {
    csi-RS-r10          CHOICE {
        release          NULL,
        setup            SEQUENCE {
            antennaPortsCount-r10    ENUMERATED {an1, an2, an4, an8},
            resourceConfig-r10       INTEGER (0..31),
            subframeConfig-r10       INTEGER (0..154),
            p-C-r10                  INTEGER (-8..15)
        }
        CSI-RS-Alloc-r14             ENUMERATED {periodic, aperiodic}
    }
    OPTIONAL -- Need OR
}
}
zeroTxPowerCSI-RS-r10    ZeroTxPowerCSI-RS-Conf-r12    OPTIONAL, -- Need ON
-- Need ON
}

```

Trong sơ đồ thứ hai, thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS mới cho CSI-RS được sử dụng. Đối với phương án này, thông số chỉ báo có tài nguyên CSI-RS hoặc theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ hay không (hoặc việc tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ là ON hay không) có thể được thêm vào để chọn giữa thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS kế thừa trong Rel.13 (dựa trên thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ) và thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ. Phương án này có thể được mô tả trong ví dụ thiết lập ASN.1 trong Bảng 4-B khi số lượng các cổng anten và mẫu T-F (resourceConfig) được tạo cấu hình bán tĩnh qua báo hiệu RRC. Trong trường hợp này, hoặc là tập con cổng không thể tạo cấu hình được hoặc có thể được tạo cấu hình động hoặc bán động. Để chọn giữa thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ kế thừa trong Rel.13 và thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ, thì thông số aperiodicCSI-RS-r14 được sử dụng trong ví dụ được mô tả trong Bảng 4-C.

Bảng 4-B

```

CSI-RS-Config-Ap-r14 ::= SEQUENCE {
    csi-RS-Ap-r14 CHOICE {
        release NULL,
        setup SEQUENCE {
            antennaPortsCount-r10 ENUMERATED {an1, an2, an4, an8},
            resourceConfig-r10 INTEGER (0..31),
            p-C-r10 INTEGER (-8..15)
        }
    }
    OPTIONAL, -- Need ON
    zeroTxPowerCSI-RS-Ap-r14 ZeroTxPowerCSI-RS- Ap-Conf-r14
    OPTIONAL -- Need ON
}

```

Bảng 4-C

```

CSI-RS-Config-v14 ::= SEQUENCE {
    eMIMO-Type-r13 CSI-RS-ConfigEMIMO-r13 OPTIONAL -- Need ON
    CSI-RS-Alloc-r14 CSI-RS-Config-PvAp-r14 OPTIONAL -- Need ON
}

CSI-RS-Config-PvAp-r14 ::= CHOICE {
    release NULL,
    setup CHOICE {
        periodic CSI-RS-Config-r10,
        aperiodic CSI-RS-Config-Ap-r14
    }
}

```

Trong sơ đồ thứ ba, khi UE được tạo cấu hình với nhiều tài nguyên CSI-RS (hoặc các cấu hình tài nguyên) trong một thông tin cấu hình xử lý CSI, thì một thông số chọn (giữa thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ và cấu hình tài nguyên CSI không theo chu kỳ) có thể được đưa vào cho mỗi một trong số các tài nguyên CSI-RS (hoặc các cấu hình tài nguyên). Tức là, mỗi tài nguyên CSI-RS (hoặc cấu hình tài nguyên) có thể được tạo cấu hình hoặc là tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ hoặc tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ.

Trong sơ đồ thứ tư, thông số chọn (giữa thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ và không theo chu kỳ) có thể được đưa vào trong thông tin cấu hình xử lý CSI. Do đó, nếu một thông tin cấu hình xử lý CSI được tạo cấu hình với nhiều tài nguyên CSI (hoặc các cấu hình tài nguyên), thì toàn bộ hoặc một số tài nguyên CSI (hoặc các cấu hình tài nguyên) được liên kết với thông tin cấu hình xử lý CSI chia sẻ cùng sơ đồ phân bố tài nguyên CSI-RS (hoặc là theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ).

Trong sơ đồ thứ năm, khi UE được tạo cấu hình với hai (có thể khác) thiết lập kiểu-

eMIMO trong một thông tin cấu hình xử lý CSI mà mỗi thiết lập kiểu eMIMO được liên kết với một hoặc nhiều tài nguyên CSI-RS (hoặc các cấu hình tài nguyên), một thông số chọn (giữa thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ và không theo chu kỳ) có thể được đưa vào cho mỗi thiết lập kiểu eMIMO trong số hai thiết lập kiểu eMIMO. Do đó, nếu một thiết lập kiểu eMIMO trong số các kiểu thiết lập kiểu eMIMO được tạo thông tin cấu hình xử lý CSI được tạo cấu hình với nhiều tài nguyên CSI (hoặc các cấu hình tài nguyên), thì toàn bộ hoặc một số tài nguyên CSI (hoặc các cấu hình tài nguyên) được liên kết với thông tin cấu hình xử lý CSI chia sẻ cùng sơ đồ phân bố tài nguyên CSI-RS (hoặc là theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ).

Trong sơ đồ thứ sáu, thông số chỉ báo có tài nguyên CSI-RS hoặc theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ hay không (hoặc việc tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ là ON hay không) có thể được thêm vào bên trong cấu hình (lớp cao hơn) để báo cáo CSI không theo chu kỳ. Điều này có thể được mô tả trong ví dụ thiết lập ASN.1 trong Bảng 4-D. Thông số CSI-RS-Alloc-r14 tạo cấu hình UE để đo CSI-RS hoặc theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ để báo cáo A-CSI được tạo cấu hình.

Bảng 4-D

```

CQI-ReportAperiodic-r10 ::= CHOICE {
    release          NULL,
    setup            SEQUENCE {
        CSI-RS-Alloc-r14      ENUMERATED {periodic, aperiodic}
        OPTIONAL -- Need OR
        cqi-ReportModeAperiodic-r10 CQI-ReportModeAperiodic,
        aperiodicCSI-Trigger-r10     SEQUENCE {
            trigger1-r10      BIT STRING (SIZE (8)),
            trigger2-r10      BIT STRING (SIZE (8))
        }
        OPTIONAL -- Need OR
    }
}

```

Theo phương án thứ ba (phương án 1.C), thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS hoặc tái cấu hình có thể bao gồm dạng kết hợp giữa cấu hình tài nguyên CSI-RS bán tĩnh, cấu hình tài nguyên kích hoạt/ngừng kích hoạt, và cấu hình chọn tài nguyên CSI-RS động. Phương án này được minh họa trên sơ đồ 800 trên Fig.8A. Theo phương án này, thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS khởi tạo (bước thứ nhất) được thực hiện ở bước 810 trong đó UE được tạo cấu hình với tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ qua báo hiệu (RRC) lớp cao hơn. Trong cấu hình tài nguyên khởi tạo này, tập K tài nguyên NZP CSI-RS được xác

định hoặc được tạo cấu hình cho UE. Tập các tài nguyên này có thể được định rõ bằng cách đặt ít nhất một thông số tài nguyên CSI-RS thành giá trị nhất định (trong khi không đặt giá trị cho các thông số tài nguyên CSI-RS khác). Ngoài ra, tập các tài nguyên này có thể được định rõ bằng cách liệt kê K dạng kết hợp của các giá trị của các thông số tài nguyên CSI-RS.

Cấu hình tài nguyên CSI-RS bước thứ hai được thực hiện ở bước 820 trong đó UE được tạo cấu hình với tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ qua thủ tục kích hoạt/ngừng kích hoạt (kích hoạt/giải phóng) sử dụng báo hiệu phần tử điều khiển (CE) MAC hoặc các DCI liên quan tới UL (các cấp phát UL) hoặc các DCI liên quan tới DL (các cấp phát DL) - như được nêu chi tiết bên trên. Trong cấu hình tài nguyên khởi tạo này, tập $K_A < K$ tài nguyên NZP CSI-RS được xác định hoặc được tạo cấu hình cho UE. Tập các tài nguyên (hoặc các cấu hình tài nguyên) này có thể được định rõ bằng cách đặt ít nhất một thông số tài nguyên CSI-RS thành giá trị nhất định (mà không được đặt ở bước thứ nhất, trong khi không đặt giá trị cho các thông số tài nguyên CSI-RS còn lại). Ngoài ra, tập các tài nguyên này có thể được định rõ bằng cách liệt kê K_A dạng kết hợp của các giá trị của các thông số tài nguyên CSI-RS được lấy ra từ tập con kích thước K_A của K tài nguyên được xác định hoặc được cho ở bước thứ nhất.

Sơ đồ 850 trên Fig.8B minh họa một ví dụ về báo hiệu MAC CE trong đó tập con kích thước K_A của K tài nguyên được chọn và được kích hoạt cho UE. Do đó, số lượng

giả thiết được sử dụng hoặc được yêu cầu hoặc các điểm mã là $\binom{K}{K_A}$ có thể được báo

hiệu với từ mã $\left\lceil \log_2 \left(\binom{K}{K_A} \right) \right\rceil$ bit. Trong ví dụ này, vì mục đích minh họa, K và K_A được đặt tương ứng là 8 và 4, dẫn đến kết quả là có từ mã 7-bit (852) -cùng với 1 bit dành riêng (851) để tạo thành một octet. Trong ví dụ khác trong đó K và K_A được đặt tương ứng là 8 và 2, dẫn đến kết quả là có từ mã 5-bit và 3 bit dành riêng. Nói chung, số lượng các bit cho trường chọn tập con tài nguyên CSI-RS có thể được cố định thành giá trị (lớn nhất) trong trường hợp xấu nhất hoặc có thể được tạo tùy thuộc vào giá trị K hoặc K_A , hoặc cả hai giá trị K và K_A .

Giá trị K có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS. Ví dụ, thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS này có thể là thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ được liên kết với kiểu eMIMO lớp B. Mỗi

một tài nguyên NZP CSI-RS trong số K tài nguyên NZP CSI-RS được liên kết với tập các thông số tài nguyên CSI-RS chẳng hạn như mẫu T-F (thời gian-tần số) (resourceConfig 5-bit trong REF5, cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI trong REF1), số lượng các cổng $N_{\text{PORT}} \in \{1, 2, 4, 8\}$ (antennaPortsCount trong REF5), p_C , và/hoặc các thông số khác. Mỗi một tài nguyên NZP CSI-RS trong số K tài nguyên NZP CSI-RS không được liên kết với bất kỳ thông số cấu hình khung con nào (chẳng hạn tính chu kỳ và độ lệch khung con).

Giá trị K_A có thể được cố định. Ví dụ, giá trị có thể được cố định là 4 hoặc 2.

Giá trị K_A cũng có thể được tạo cấu hình. Một ví dụ mà K_A có thể lấy giá trị từ tập $\{1, 2, \dots, \min(K, K_{A,\text{MAX}})\}$ trong đó $K_{A,\text{MAX}}$ có thể hoặc là được cố định (ví dụ là 4 hoặc 2) hoặc có thể được tạo tùy thuộc vào khả năng của UE. Một ví dụ khác mà $K_A = K$ khi $K \leq 2$; và K_A có thể lấy giá trị từ tập $\{1, 2, \dots, \min(K, K_{A,\text{MAX}})\}$ trong đó $K_{A,\text{MAX}}$ có thể hoặc là được cố định (ví dụ là 4 hoặc 2) hoặc có thể được tạo tùy thuộc vào khả năng của UE khi $K > 2$.

Khi $K = 1$ hoặc $K_A = K$, bước thứ hai được bỏ qua.

Giá trị K_A có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn. Ví dụ, thông số RRC K_A có thể được xác định kết hợp hoặc như một phần của thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ. Ngoài ra, K_A có thể được xác định kết hợp hoặc như một phần của phần tử thông tin kiểu eMIMO (lớp B). Ngoài ra, K_A có thể được xác định kết hợp hoặc như một phần của cấu hình báo cáo CSI không theo chu kỳ.

Ngoài ra, thay vì báo hiệu K_A qua báo hiệu lớp cao hơn (RRC), thì K_A có thể được báo hiệu qua MAC CE. Điều này có thể hoàn thành theo ít nhất hai cách. Thứ nhất, giá trị K_A được báo hiệu rõ ràng cùng với trường chọn tập con tài nguyên CSI-RS như được mô tả trên sơ đồ 860 trên Fig.8C. Trong ví dụ này, trường chọn tập con tài nguyên CSI-RS (862) được báo hiệu cùng với giá trị K_A (863). Một bit dành riêng được thêm vào (861) cho mục đích minh họa. Nếu tổng số các bit cho các trường 862 và 863 vượt quá 8, thì hai octet có thể được sử dụng. Nói chung, số lượng các bit cho trường chọn tập con tài nguyên CSI-RS có thể được cố định thành giá trị (lớn nhất) trong trường hợp xấu nhất hoặc có thể được tạo tùy thuộc vào giá trị K .

Một phương án thay đổi khác của phương án này được minh họa trên sơ đồ 870 trên Fig.8D trong đó ánh xạ bit độ dài K $B_{K-1} B_{K-2} \dots B_1 B_0$ được sử dụng. Theo phương án minh họa này, giá trị K là 8. Nếu K nhỏ hơn 8, thì có thể có $(8-K)$ bit dành riêng. Ở đây, bit thứ k biểu thị có tài nguyên CSI-RS thứ k (trong số K tài nguyên CSI-RS được tạo cấu

hình lớp cao hơn) được kích hoạt hoặc không hoạt động hay không. Cụ thể là, khi $B_k = 0$, thì tài nguyên CSI-RS thứ k không hoạt động (không được kích hoạt). Khi $B_k = 1$, thì tài nguyên CSI-RS thứ k được kích hoạt. Trong trường hợp này, số lượng B_k có các giá trị là 1 là bằng K_A . Do đó, giá trị K_A được báo hiệu ẩn trong ánh xạ bit 871 và có thể thay đổi (có thể tạo cấu hình được qua MAC CE). Một ví dụ mà K_A (số lượng B_k có các giá trị là 1) có thể lấy giá trị từ tập $\{1, 2, \dots, \min(K, K_{A,MAX})\}$ trong đó $K_{A,MAX}$ có thể hoặc là được cố định (ví dụ là 4 hoặc 2) hoặc có thể được tạo tùy thuộc vào khả năng của UE. Một ví dụ khác mà $K_A = K$ khi $K \leq 2$; và K_A (số lượng B_k có các giá trị là 1) có thể lấy giá trị từ tập $\{1, 2, \dots, \min(K, K_{A,MAX})\}$ trong đó $K_{A,MAX}$ có thể hoặc là được cố định (ví dụ là 4 hoặc 2) hoặc có thể được tạo tùy thuộc vào khả năng của UE khi $K > 2$.

Nếu các DCI liên quan tới UL (các cấp phát UL) hoặc các DCI liên quan tới DL (các cấp phát DL) được sử dụng để kích hoạt/giải phóng, thì cơ chế này có thể được mô tả như sau. Thứ nhất, UE thu cấp phát UL hoặc DL khởi động/giải phóng động chỉ báo tập con kích thước K_A chọn/kích hoạt của K tài nguyên NZP CSI-RS. Việc lựa chọn này tương

ứng với trường DCI $\left\lceil \log_2 \binom{K}{K_A} \right\rceil$ bit. Ngoài ra, ít nhất một điểm mã trong số $\binom{K}{K_A}$ điểm mã (giả thiết) có thể được báo hiệu sử dụng một số điểm mã khả dụng (không được sử dụng) hoặc điểm mã dành riêng trong DCI, trong khi các điểm mã khác (giả thiết) có thể được báo hiệu sử dụng ít nhất một bit bổ sung trong DCI. Trường chọn tập con này chỉ báo rằng tập con kích thước K_A được liên kết của K tài nguyên CSI-RS được kích hoạt và UE sẽ đo hoặc giám sát (sẵn sàng đo) các tài nguyên NZP CSI-RS này. Theo các phương án thực hiện này, mỗi tài nguyên NZP CSI-RS có thể hoặc là tài nguyên CSI-RS theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ. Thứ hai, đối với thông tin khởi động kích hoạt được thu trong khung con n , thì việc truyền dẫn tài nguyên NZP CSI-RS được liên kết sẽ bắt đầu không sớm hơn so với khung con $n+Y1$ trong đó $Y1 > 0$. Đối với thông tin khởi động giải phóng (ngừng kích hoạt) được thu trong khung con n , thì việc truyền dẫn tài nguyên NZP CSI-RS được liên kết sẽ dừng sau khung con $n+Y1$ trong đó $Y1 > 0$. Nếu cấp phát UL hoặc cơ chế giống như cấp phát UL được sử dụng để khởi động CSI-RS được đặt hoặc được truyền trong cùng khung con như cấp phát UL, thì giá trị $Y1$ hoặc $Y2$ có thể được đồng chỉnh với A-CSI. Tương tự như vậy, nếu cấp phát DL được sử dụng thay thế.

Để thực hiện kích hoạt hoặc giải phóng, hoặc là cơ chế dựa trên MAC CE hoặc là cơ

chế dựa trên cấp phát UL/DL (như được mô tả bên trên), thì ít nhất các thủ tục sau đây là có thể xảy ra. Việc làm sáng tỏ giá trị được thu hiện thời của 'tập con kích hoạt' (chỉ báo của tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS) có thể hoặc là tùy thuộc vào giá trị được thu trước đó gần nhất hoặc không phụ thuộc vào giá trị được thu trước đó gần đây nhất.

Trong thủ tục thứ nhất (P-1), nếu UE thu CSI-RS MAC CE chỉ báo 'tập con kích hoạt' = x, hoặc cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL có DCI bao gồm 'tập con kích hoạt' (chỉ báo của tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS) = x, điều này có thể được làm sáng tỏ như sau. Nếu CSI-RS MAC CE được thu trước đó gần đây nhất hoặc DCI của cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL được thu trước đó gần đây nhất bao gồm 'tập con kích hoạt' = x (giống giá trị được thu hiện thời), tập con kích thước K_A tương ứng của K tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt bằng sự kiện kích hoạt/giải phóng trước đó được giải phóng. Nếu CSI-RS MAC CE được thu trước đó gần đây nhất hoặc DCI của cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL được thu trước đó gần đây nhất bao gồm 'tập con kích hoạt' = y $\neq$ x (khác giá trị được thu hiện thời), thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = x được kích hoạt (và, vì vậy, tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = y tiếp tục được kích hoạt. Nếu không có CSI-RS MAC CE hoặc cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL được thu trước đó, thì tập con kích thước K_A tương ứng của K tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt.

Trong thủ tục thứ hai (P-2), nếu UE thu CSI-RS MAC CE chỉ báo 'tập con kích hoạt' = x, hoặc cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL có DCI bao gồm 'tập con kích hoạt' (chỉ báo của tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS) = x, điều này có thể được làm sáng tỏ như sau. Nếu CSI-RS MAC CE được thu trước đó gần đây nhất hoặc DCI của cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL được thu trước đó gần đây nhất bao gồm 'tập con kích hoạt' = x (giống giá trị được thu hiện thời), thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = x tiếp tục được kích hoạt/kích hoạt. Nếu CSI-RS MAC CE được thu trước đó gần đây nhất hoặc DCI của cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL được thu trước đó gần đây nhất bao gồm 'tập con kích hoạt' = y $\neq$ x (khác giá trị được thu hiện thời), thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = x được kích hoạt (và, vì vậy, tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = y được giải phóng).

Nếu không có CSI-RS MAC CE hoặc cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL được thu trước đó, thì tập con kích thước K_A tương ứng của K tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt.

Trong thủ tục thứ ba (P-3), hai điểm mã bổ sung (giả thiết) có thể được sử dụng để chỉ báo hoặc là 'kích hoạt' hoặc là 'giải phóng'/'ngừng kích hoạt'. Nếu UE thu CSI-RS MAC CE chỉ báo 'tập con kích hoạt' = x , hoặc cấp phát kích hoạt/giải phóng UL/DL có DCI bao gồm 'tập con kích hoạt' (chỉ báo của tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS) = x , điều này có thể được làm sáng tỏ như sau. Nếu 'kích hoạt' được chỉ báo, thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = x được kích hoạt. Nếu 'giải phóng' hoặc 'ngừng kích hoạt' được chỉ báo, thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS tương ứng với 'tập con kích hoạt' = x được giải phóng.

Trong các thủ tục thứ nhất và thứ ba (P-1 và P-3), một khi tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt, thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS sẽ tiếp tục được kích hoạt cho đến khi bản tin giải phóng/ngừng kích hoạt (hoặc là qua hai giá trị giống hệt liên tiếp của tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS) được liên kết với cùng tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS được thu. Trong thủ tục thứ hai (P-2), một khi tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt, thì tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS sẽ tiếp tục được kích hoạt cho đến khi bản tin kích hoạt khác bao gồm tập con kích thước K_A của K tài nguyên CSI-RS khác bản tin trước đó được thu. Trong tất cả hoặc một số thủ tục trong số ba thủ tục (P-1, P-2, và P-3), nhiều hơn một tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS có thể được kích hoạt trong khung con đã cho. Trong thủ tục thứ hai (P-2), có thể xảy ra đối với UE không có bất kỳ tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS nào được kích hoạt trong khung con đã cho. Trong thủ tục thứ nhất và thứ ba (P-1 và P-3), ít nhất một tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt trong khung con đã cho.

Sơ đồ 900 trên Fig.9 minh họa một ví dụ về hoạt động của eNB và UE (dưới dạng sơ đồ thời gian được liên kết với eNB 901 và UE 902) áp dụng cho hoặc là cơ chế dựa trên MAC CE hoặc là cơ chế dựa trên cấp phát UL/DL. Theo phương án này, bản tin kích hoạt/giải phóng chứa 'tập con kích hoạt' 910 được thu bởi UE. Thông tin cấu hình này có thể đi cùng với yêu cầu/khởi động A-CSI hoặc được báo hiệu bởi chính nó. Khi thu khung

con DL từ các khung con 910, UE-k được phục vụ đọc bản tin kích hoạt/giải phóng trong các khung con 930. Dựa trên thông tin này, eNB yêu cầu A-CSI cho UE-k qua cấp phát UL (chứa khởi động A-CSI) trong khi truyền Ap-CSI-RS trong cùng khung con trong các khung con 920. Khi thu khung con DL từ các khung con 940 – chứa yêu cầu/khởi động A-CSI - UE-k đo Ap-CSI-RS được truyền (trong khung con n) theo thông tin cấu hình tài nguyên được thu trong các khung con trong các khung con 930, và thực hiện tính CSI. Kết quả A-CSI được báo cáo cho eNB trong (các) khung con 950.

Đối với mỗi phương án trong số các phương án để chọn/kích hoạt tập con kích thước K_A của K tài nguyên NZP CSI-RS sử dụng MAC CE, khi UE được tạo cấu hình với nhiều thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần, thì một cơ chế kích hoạt/giải phóng tài nguyên CSI-RS có thể được liên kết với một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc sóng mang thành phần. Ngoài ra, một cơ chế kích hoạt/giải phóng tài nguyên CSI-RS có thể được liên kết với nhiều thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần. Ngoài ra, một cơ chế kích hoạt/giải phóng tài nguyên CSI-RS có thể được liên kết với toàn bộ thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc các sóng mang thành phần.

Ở bước thứ ba được minh họa bước 830 trên Fig.8A, UE được gán một truyền dẫn Ap-CSI-RS trong đó thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS được chọn từ K_A cấu hình được cho ở bước thứ hai. Tài nguyên được chọn (hoặc cấu hình tài nguyên) này có thể được định rõ bằng cách đặt ít nhất một thông số tài nguyên CSI-RS thành giá trị nhất định (không được đặt ở bước thứ nhất và bước thứ hai). Ngoài ra, tài nguyên được chọn có thể được định rõ bằng chỉ báo một dạng kết hợp của các giá trị của các thông số tài nguyên CSI-RS được lấy ra từ dạng kết hợp kích thước K_A của các giá trị các thông số tài nguyên CSI-RS được xác định hoặc được cho ở bước thứ hai. Việc lựa chọn này được báo hiệu qua DCI liên quan tới UL (được chứa trong cấp phát UL) được sử dụng cho yêu cầu CSI (khởi động A-CSI) - hoặc qua kênh PDCCH hoặc kênh EPDCCH.

Các ví dụ sau đây có thể được thực hiện với giả thiết rằng số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} được tạo cấu hình bán tĩnh (bước thứ nhất, qua báo hiệu lớp cao hơn) trong khi tập các mẫu thời gian-tần số (được biết đến như “cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI” trong REF1) có thể được tạo cấu hình sử dụng thủ tục kích hoạt/ngừng kích hoạt (bước thứ hai). Tập các chỉ số cổng này không thể tạo cấu hình được. Tức là, đối với N_{PORT} cổng CSI-RS, thì tập các chỉ số cổng thường là $\{15, 16, \dots, 14+N_{\text{PORT}}\}$.

Trong ví dụ thứ nhất, số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} được chứa như thông số

RRC (chẳng hạn ‘antennaPortsCount’) trong trường IE ‘CSI-RS-Config’ cấu hình RRC cùng với các thông số CSI-RS khác (chẳng hạn như pC) ngoại trừ mẫu tần số-thời gian ‘resourceConfig’. Đối với CSI-RS không theo chu kỳ, thì không có cấu hình khung con. Ở bước thứ hai, tập K_A các giá trị của ‘resourceConfig’, trong đó $K_A = 2$, được tạo cấu hình qua cơ chế kích hoạt/ngừng kích hoạt. Tức là, 2 trong số 32 các giá trị có thể có của ‘resourceConfig’ được chọn đối với UE trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS bước thứ hai. Đối với mục đích này, trường 10 bit (5 bit trên một giá trị) được yêu cầu để báo hiệu việc lựa chọn này, hoặc là trong MAC CE (tham khảo ví dụ trên Fig.7A, trong đó MAC CE bao gồm ‘resourceConfig’) hoặc là DCI được sử dụng để kích hoạt/ngừng kích hoạt. Ở bước thứ ba này, một bit bổ sung (trên một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”, hoặc cho một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”) được sử dụng thêm vào trường yêu cầu CSI để chọn một giá trị trong số $K_A = 2$ giá trị ‘resourceConfig’ được xác định trong cấu hình tài nguyên bước thứ hai. Thông thường, đối với giá trị K_A đã cho, $\lceil \log_2 K_A \rceil$ bit (trên một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”, hoặc cho một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”) có thể được thêm vào để chọn một giá trị trong số K_A giá trị. Ngoài ra, thay vì thêm $\lceil \log_2 K_A \rceil$ bit để chọn một giá trị trong số K_A giá trị, thì một số các điểm mã hiện có trong DCI liên quan tới UL có thể được tái sử dụng cho mục đích này bằng cách đó làm giảm số lượng hoặc loại bỏ sự cần thiết đối với các bit bổ sung.

Trong ví dụ thứ hai, số lượng các cổng CSI-RS N_{PORT} được chứa như thông số RRC (chẳng hạn ‘antennaPortsCount’) trong trường IE ‘CSI-RS-Config’ cấu hình RRC cùng với các thông số CSI-RS khác (chẳng hạn như pC). Ngoài ra, tập K các giá trị của mẫu thời gian-tần số ‘resourceConfig’, trong đó $K = 8$, cũng được chứa trong trường IE ‘CSI-RS-Config’ cấu hình RRC. Đối với CSI-RS không theo chu kỳ, thì không có cấu hình khung con. Ở bước thứ hai, tập K_A các giá trị của ‘resourceConfig’, trong đó $K_A = 2$, được tạo cấu hình qua cơ chế kích hoạt/ngừng kích hoạt. Tức là, 2 trong số 8 các giá trị có thể có của ‘resourceConfig’ được chọn đối với UE trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS bước thứ hai. Đối với mục đích này, trường 6 bit (3 bit trên một giá trị) được yêu cầu để báo hiệu việc lựa chọn này, hoặc là trong MAC CE (tham khảo ví dụ trên Fig.7A, trong đó MAC CE bao gồm ‘resourceConfig’) hoặc là DCI được sử dụng để kích

hoạt/ngừng kích hoạt. Ở bước thứ ba này, một bit bổ sung (trên một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”) được sử dụng thêm vào trường yêu cầu CSI để chọn một giá trị trong số $K_A = 2$ giá trị ‘resourceConfig’ được xác định trong cấu hình tài nguyên bước thứ

hai. Thông thường, đối với giá trị K_A đã cho, $\lceil \log_2 K_A \rceil$ bit (trên một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”, hoặc cho một thông tin cấu hình xử lý CSI hoặc “tế bào”) có thể được thêm vào để chọn một giá trị trong số K_A giá trị. Ngoài ra, thay vì thêm $\lceil \log_2 K_A \rceil$ bit để chọn một giá trị trong số K_A giá trị, thì một số các điểm mã hiện có trong DCI liên quan tới UL có thể được tái sử dụng cho mục đích này bằng cách đó làm giảm số lượng hoặc loại bỏ sự cần thiết đối với các bit bổ sung.

Trong ví dụ thứ ba (cũng có khả năng áp dụng cho hai ví dụ trước đó), dựa vào tập con kích thước K_A của tài nguyên NZP CSI-RS được kích hoạt hiện thời cho UE (từ bước trước đó), trường chọn tài nguyên CSI-RS $\lceil \log_2(K_A) \rceil$ - bit để chọn một tài nguyên được kích hoạt trong số K_A tài nguyên được kích hoạt có thể được đưa vào trong DCI liên quan tới UL. Ngoài ra, ít nhất một điểm mã trong số K_A điểm mã được sử dụng hoặc được yêu cầu để báo hiệu việc lựa chọn này có thể tái sử dụng các điểm mã (hoặc là các điểm mã dành riêng hoặc là được mượn từ các điểm mã không được sử dụng dành cho tính năng khác)) từ các điểm mã hiện có trong DCI. Nếu có K_A điểm mã khả dụng, thì không cần bit bổ sung được đưa vào. Mặt khác, số lượng các bit bổ sung để chọn tài nguyên CSI-RS có thể được giảm xuống.

Thành phần thứ tư (tức là tài nguyên tham chiếu CSI CSI-RS không theo chu kỳ) điều chỉnh phương thức trong đó UE đo CSI-RS không theo chu kỳ. Như được mô tả trên Fig.5 và Fig.6 (640 và 650), UE thực hiện báo cáo CSI không theo chu kỳ trong khung con $n = m+L$ khi giải mã trong khung con n hoặc là định dạng DCI đường lên, hoặc là cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên chứa trường yêu cầu CSI được thiết lập để khởi động báo cáo CSI. Còn được mô tả rằng CSI-RS (trong trường hợp CSI-RS không theo chu kỳ) được truyền trong cùng khung con chứa bộ khởi động (trường yêu cầu CSI hoặc là theo định dạng DCI đường lên được liên kết hoặc là theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên) để báo cáo CSI. Nói cách khác, báo cáo CSI không theo chu kỳ được thực hiện trong khung con m là phản hồi của trường yêu cầu CSI trong khung con $n-L$. Để tính CSI này, thì CSI-RS được đặt trong cùng khung con không sau tài nguyên tham chiếu CSI

được liên kết (được xác định bằng một khung con đường xuống hoặc khung con đặc biệt $n - n_{\text{CQI_ref}}$) được sử dụng. Tài nguyên tham chiếu CSI-RS được đặt trên hoặc sau khung con chứa bộ khởi động (trường yêu cầu CSI theo định dạng DCI đường lên hoặc theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên) để báo cáo CSI.

Cụ thể là, phần mô tả sau đây đối với việc tính CSI không theo chu kỳ liên quan tới tài nguyên tham chiếu CSI đối với một số tình huống được cho như sau (tham khảo REF3 phần 7.2.3).

Đối với UE trong chế độ truyền 9 hoặc 10 và đối với thông tin cấu hình xử lý CSI, nếu UE được tạo cấu hình với thông số kiểu eMIMO bởi các lớp cao hơn, và kiểu eMIMO được thiết lập là 'lớp A', và một tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình, hoặc UE được tạo cấu hình với thông số kiểu eMIMO bởi các lớp cao hơn, và kiểu eMIMO được thiết lập là 'lớp B', và thông số `channelMeasRestriction` không được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn, thì UE sẽ suy ra từ các thông số đo lường kênh để tính giá trị CQI được báo cáo trong khung con n đường lên và tương ứng với thông tin cấu hình xử lý CSI, chỉ dựa trên CSI-RS công suất khác không (được xác định trong [3]) trong tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình được liên kết với thông tin cấu hình xử lý CSI.

Đối với UE trong chế độ truyền 9 hoặc 10 và đối với thông tin cấu hình xử lý CSI, nếu UE được tạo cấu hình với thông số kiểu eMIMO bởi các lớp cao hơn, và kiểu eMIMO được thiết lập là 'lớp B', và thông số `channelMeasRestriction` được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn, thì UE sẽ suy ra từ các thông số đo lường kênh để tính giá trị CQI được báo cáo trong khung con n đường lên và tương ứng với thông tin cấu hình xử lý CSI, chỉ dựa trên khung con được thu gần đây nhất, không sau tài nguyên tham chiếu CSI, CSI-RS công suất khác không (được xác định trong [3]) trong tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình được liên kết với thông tin cấu hình xử lý CSI.

Tài nguyên tham chiếu CSI đối với tế bào phục vụ được xác định như sau:

Đối với UE không BL/CE, trong miền tần số, tài nguyên tham chiếu CSI được xác định bởi nhóm các khối tài nguyên vật lý đường xuống tương ứng với dải tần liên quan tới giá trị CQI được suy ra. Đối với UE BL/CE, trong miền tần số, tài nguyên tham chiếu CSI bao gồm tất cả các khối tài nguyên vật lý đường xuống dành cho dải tần hẹp bất kỳ mà liên quan tới giá trị CQI được suy ra.

Trong miền thời gian và đối với UE không BL/CE,

đối với UE được tạo cấu hình theo chế độ truyền dẫn từ 1 tới 9 hoặc chế độ truyền

dẫn 10 với một thông tin cấu hình xử lý CSI được tạo cấu hình cho tế bào phục vụ, thì tài nguyên tham chiếu CSI được xác định bằng một khung con đường xuống hoặc khung con đặc biệt $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$,

trong đó để báo cáo CSI không theo chu kỳ, nếu UE không được tạo cấu hình với thông số `csi-SubframePatternConfig-r12` lớp cao hơn,

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị sao cho tài nguyên tham chiếu trong cùng khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ như yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên.

$n_{\text{CQI_ref}}$ bằng 4 và khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, trong đó khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ được thu sau khung con với yêu cầu CSI tương ứng trong cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên.

trong đó để báo cáo CSI không theo chu kỳ, và UE được tạo cấu hình với thông số `csi-SubframePatternConfig-r12` lớp cao hơn,

đối với UE được tạo cấu hình theo chế độ truyền dẫn từ 1 tới 9,

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 4 và khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, trong đó khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ được thu trên hoặc sau khung con với yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên;

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 4, và khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, trong đó khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ được thu sau khung con với yêu cầu CSI tương ứng trong cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên;

nếu không có giá trị hợp lệ nào cho $n_{\text{CQI_ref}}$ dựa trên các điều kiện nêu trên, thì $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất sao cho tài nguyên tham chiếu nằm trong khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ trước khung con với yêu cầu CSI tương ứng, trong đó khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ là khung con đường xuống hợp lệ được đánh chỉ số thấp nhất hoặc khung con đặc biệt hợp lệ trong khung vô tuyến;

đối với UE được tạo cấu hình theo chế độ truyền dẫn 10,

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 4, sao cho giá trị tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, và yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên;

$n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 4, và khung con $n\text{-}n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với

khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, trong đó khung con $n_{\text{CQI_ref}}$ được thu sau khung con với yêu cầu CSI tương ứng theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên;

Theo sáng chế, một số phương án đối với vị trí CSI-RS không theo chu kỳ và khung con tài nguyên tham chiếu CSI được cho dưới đây.

Trong một phương án, khi UE được tạo cấu hình với CSI-RS không theo chu kỳ (ví dụ, qua bất kỳ phương án cấu hình nào đã được đề cập bên trên), thì CSI-RS công suất khác không được sử dụng để tính CSI được đặt trong khung con chứa bộ khởi động (trường yêu cầu CSI theo định dạng DCI đường lên được liên kết hoặc theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên) để báo cáo CSI. Ngoài ra, tài nguyên tham chiếu CSI $n_{\text{CQI_ref}}$ được xác định bởi cùng khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt như yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên. Theo phương án này, $n_{\text{CQI_ref}}$ được chọn giống như đối với CSI-RS theo chu kỳ kế thừa. Đối với UE được tạo cấu hình theo chế độ truyền dẫn từ 1 tới 9 hoặc chế độ truyền dẫn 10 với một thông tin cấu hình xử lý CSI được tạo cấu hình cho tế bào phục vụ, ba khả năng có thể xảy ra. Thứ nhất, $n_{\text{CQI_ref}}$ bằng 4. Thứ hai, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 4, sao cho giá trị tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, và yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên. Thứ ba, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 4, và khung con $n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, trong đó khung con $n_{\text{CQI_ref}}$ được thu sau khung con với yêu cầu CSI tương ứng theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên.

Trong một phương án khác, khi UE được tạo cấu hình với CSI-RS không theo chu kỳ (ví dụ, qua bất kỳ phương án cấu hình nào đã được đề cập bên trên), thì CSI-RS công suất khác không được sử dụng để tính CSI được đặt trong khung con chứa bộ khởi động (trường yêu cầu CSI theo định dạng DCI đường lên được liên kết hoặc theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên) để báo cáo CSI. Ngoài ra, tài nguyên tham chiếu CSI $n_{\text{CQI_ref}}$ được xác định bởi cùng khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt như yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên. Theo phương án này, $n_{\text{CQI_ref}}$ được chọn khác CSI-RS theo chu kỳ kế thừa. Thời gian X khung con bổ sung được thêm vào thời gian xử lý của UE khi UE được tạo cấu hình với CSI-RS không theo chu kỳ. Ví dụ $X=1$ có thể được chọn. Trong trường hợp này, đối với UE được tạo cấu hình theo chế độ truyền dẫn từ 1 tới 9 hoặc chế độ truyền dẫn 10 (đối với LTE) với một thông tin cấu

hình xử lý CSI được tạo cấu hình cho tế bào phục vụ, thì ba khả năng có thể xảy ra. Thứ nhất, $n_{\text{CQI_ref}}$ bằng 5. Thứ hai, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 5, sao cho giá trị tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, và yêu cầu CSI tương ứng theo định dạng DCI đường lên. Thứ ba, $n_{\text{CQI_ref}}$ là giá trị nhỏ nhất lớn hơn hoặc bằng 5, và khung con $n - n_{\text{CQI_ref}}$ tương ứng với khung con đường xuống hợp lệ hoặc khung con đặc biệt hợp lệ, trong đó khung con $n - n_{\text{CQI_ref}}$ được thu sau khung con với yêu cầu CSI tương ứng theo cấp phát hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên.

Trong một phương án thay đổi của phương án này, giá trị X (độ lệch khung con đối với $n_{\text{CQI_ref}}$ bằng 4) không được cố định và có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu (RRC) lớp cao hơn đối với UE đã cho. Ví dụ, thông số RRC SubframeOffsetApCSIRS có thể được sử dụng để tạo cấu hình giá trị X bằng {0, 1, hoặc 2}. Ngoài ra, giá trị X có thể được tạo tùy theo khả năng của UE.

Fig.10 là hình vẽ minh họa lưu đồ ví dụ phương pháp 1000 trong đó UE thu thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS theo một phương án thực hiện sáng chế. Ví dụ, phương pháp 1000 có thể được thực hiện bởi UE 116.

Phương pháp 1000 bắt đầu với việc UE thu thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS bao gồm $K \geq 1$ tài nguyên CSI-RS (bước 1001). Thông tin cấu hình này có thể được gửi tới UE qua báo hiệu lớp cao hơn (chẳng hạn như RRC). Vì thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS này tương ứng với CSI-RS không theo chu kỳ, nên thông tin cấu hình khung con (bao gồm thông tin tính chu kỳ và độ lệch khung con) có thể không có trong cấu hình này. Ngoài ra, thông tin cấu hình này có thể tương ứng với kiểu eMIMO lớp B. Trong một khung con, UE thu DCI liên quan tới UL chứa yêu cầu CSI (A-CSI) không theo chu kỳ (bước 1002) cùng với CSI-RS được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn. Tham chiếu tới CSI-RS, UE tính A-CSI (bước 1003) và truyền A-CSI trên kênh UL (bước 1004).

Tài nguyên CSI-RS được chọn được lấy ra từ K tài nguyên CSI-RS được gán cho UE. Khi $K=1$, thì tài nguyên CSI-RS được chọn giống như tài nguyên được chứa trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS. Khi $K>1$, thì việc chọn một tài nguyên CSI-RS có thể được hoàn thành theo phương thức một hoặc hai bước. Trong phương thức chọn một bước, DCI liên quan tới UL bao gồm chỉ báo của một tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được chọn. Trong phương thức chọn hai bước, N ($< K$) tài nguyên CSI-RS được chọn đầu tiên bằng việc kích hoạt N tài nguyên trong số K tài nguyên được cấu hình. Tiếp

theo đó chỉ báo (trong DCI liên quan tới UL) của một tài nguyên trong số N tài nguyên CSI-RS được chọn. Việc kích hoạt N tài nguyên trong số K tài nguyên được tạo cấu hình có thể được báo hiệu qua hoặc MAC CE hoặc báo hiệu điều khiển đường xuống L1.

Fig.11 là hình vẽ minh họa lưu đồ ví dụ phương pháp trong đó eNB tạo cấu hình UE (được đánh dấu là UE-k) với tài nguyên CSI-RS. Ví dụ, phương pháp 1100 có thể được thực hiện bởi eNB 102.

Phương pháp 1100 bắt đầu với việc eNB tạo cấu hình UE-k với $K \geq 1$ tài nguyên CSI-RS (bước 1101). Thông tin này được chứa trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS. Thông tin cấu hình này có thể được gửi tới UE qua báo hiệu lớp cao hơn (chẳng hạn như RRC). Vì thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS này tương ứng với CSI-RS không theo chu kỳ, nên thông tin cấu hình khung con (bao gồm thông tin tính chu kỳ và độ lệch khung con) có thể không có trong cấu hình này. Ngoài ra, thông tin cấu hình này có thể tương ứng với kiểu eMIMO lớp B. Trong một khung con, eNB truyền DCI liên quan tới UL chứa yêu cầu CSI không theo chu kỳ (A-CSI) cùng với CSI-RS được liên kết với tài nguyên CSI-RS được chọn (bước 1102). Sau một vài khung con, eNB thu báo cáo A-CSI được yêu cầu trên kênh UL từ UE-k (bước 1103).

Tài nguyên CSI-RS được chọn được lấy ra từ K tài nguyên CSI-RS được gán UE-k. Khi $K=1$, thì tài nguyên CSI-RS được chọn giống như tài nguyên được chứa trong thông tin cấu hình tài nguyên CSI-RS. Khi $K>1$, thì việc chọn một tài nguyên CSI-RS có thể được hoàn thành theo phương thức một hoặc hai bước. Trong phương thức chọn một bước, DCI liên quan tới UL bao gồm chỉ báo của một tài nguyên trong số K tài nguyên CSI-RS được chọn. Trong phương thức chọn hai bước, N ($< K$) tài nguyên CSI-RS được chọn đầu tiên bằng việc kích hoạt N tài nguyên trong số K tài nguyên được cấu hình. Tiếp theo đó chỉ báo (trong DCI liên quan tới UL) của một tài nguyên trong số N tài nguyên CSI-RS được chọn. Việc kích hoạt N tài nguyên trong số K tài nguyên được tạo cấu hình có thể được báo hiệu qua hoặc MAC CE hoặc báo hiệu điều khiển đường xuống L1.

Mặc dù Fig.10 và Fig.11 minh họa các ví dụ về các phương pháp tương ứng để thu thông tin cấu hình và tạo cấu hình UE, nhưng các sự thay đổi khác vẫn có thể được tạo ra dựa vào Fig.10 và Fig.11. Ví dụ, trong khi được thể hiện như các bước nối tiếp, nhưng các bước khác nhau trong mỗi hình vẽ có thể bị chồng chéo, được thực hiện song song, được thực hiện theo thứ tự khác nhau, được thực hiện nhiều lần, hoặc không được thực hiện trong một hoặc nhiều phương án.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả với các phương án làm ví dụ, nhưng các thay đổi và cải biến khác nhau có thể được tạo ra bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Lưu ý rằng phần mô tả sáng chế bao hàm cả những thay đổi và cải biến như vậy vẫn thuộc phạm vi của sáng chế như được trình bày trong phần yêu cầu bảo hộ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp truyền thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI) bằng thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm các bước:

thu, từ trạm gốc, thông tin thứ nhất để tạo cấu hình tập các tài nguyên tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS);

thu, từ trạm gốc, thông tin thứ hai để chọn ít nhất một tài nguyên CSI-RS từ tập các tài nguyên CSI-RS;

thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) yêu cầu báo cáo về CSI, DCI chỉ báo tài nguyên CSI-RS trong số ít nhất một tài nguyên CSI-RS;

tính thông số CSI dựa trên CSI-RS tương ứng với tài nguyên CSI-RS; và

truyền, tới trạm gốc, CSI dựa trên thông số CSI được tính.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bản tin bao gồm thông tin thứ nhất còn bao gồm thông tin thứ ba về độ lệch giữa khe chứa DCI và khe mà trong đó CSI-RS được thu, và

trong đó bản tin này còn bao gồm thông tin thứ tư để tạo cấu hình báo cáo dành cho tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó thông tin thứ hai chỉ báo ít nhất một tài nguyên CSI-RS được chọn bằng cách sử dụng ánh xạ bit, và

trong đó mỗi bit của ánh xạ bit tương ứng với mỗi tài nguyên CSI-RS trong tập các tài nguyên CSI-RS.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bản tin được thu bởi báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC), và

trong đó thông tin thứ hai được chứa trong phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập môi trường (Medium Access Control-Control Element, MAC CE).

5. Thiết bị đầu cuối để truyền thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm:

bộ thu phát được tạo cấu hình để truyền và thu tín hiệu; và

bộ điều khiển được tạo cấu hình để:

thu, từ trạm gốc, thông tin thứ nhất để tạo cấu hình tập các tài nguyên tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS),

thu, từ trạm gốc, thông tin thứ hai để chọn ít nhất một tài nguyên CSI-RS từ tập các

tài nguyên CSI-RS,

thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) yêu cầu báo cáo về CSI, DCI chỉ báo tài nguyên CSI-RS trong số ít nhất một tài nguyên CSI-RS,

tính thông số CSI dựa trên CSI-RS tương ứng với tài nguyên CSI-RS, và

truyền, tới trạm gốc, CSI dựa trên thông số CSI được tính.

6. Thiết bị đầu cuối theo điểm 5, trong đó bản tin bao gồm thông tin thứ nhất còn bao gồm thông tin thứ ba về độ lệch giữa khe chứa DCI và khe mà trong đó CSI-RS được thu, và

trong đó bản tin này còn bao gồm thông tin thứ tư để tạo cấu hình báo cáo dành cho tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ.

7. Thiết bị đầu cuối theo điểm 6, trong đó thông tin thứ hai chỉ báo ít nhất một tài nguyên CSI-RS được chọn bằng cách sử dụng ánh xạ bit, và

trong đó mỗi bit của ánh xạ bit tương ứng với mỗi tài nguyên CSI-RS trong tập các tài nguyên CSI-RS.

8. Thiết bị đầu cuối theo điểm 7, trong đó bản tin được thu bởi báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC), và

trong đó thông tin thứ hai được chứa trong phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập môi trường (MAC CE).

9. Phương pháp thu thông tin trạng thái kênh (CSI) bằng trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm các bước:

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin thứ nhất để tạo cấu hình tập các tài nguyên tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS);

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin thứ hai để chọn ít nhất một tài nguyên CSI-RS từ tập các tài nguyên CSI-RS;

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) yêu cầu báo cáo về CSI, DCI chỉ báo tài nguyên CSI-RS trong số ít nhất một tài nguyên CSI-RS; và

thu, từ thiết bị đầu cuối, CSI được tính dựa trên CSI-RS tương ứng với tài nguyên CSI-RS.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bản tin bao gồm thông tin thứ nhất còn bao gồm thông tin thứ ba về độ lệch giữa khe chứa DCI và khe mà trong đó CSI-RS được truyền, và

trong đó bản tin này còn bao gồm thông tin thứ tư để tạo cấu hình báo cáo dành cho tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó thông tin thứ hai chỉ báo ít nhất một tài nguyên CSI-RS được chọn bằng cách sử dụng ánh xạ bit,

trong đó mỗi bit của ánh xạ bit tương ứng với mỗi tài nguyên CSI-RS trong tập các tài nguyên CSI-RS,

trong đó bản tin này được truyền bởi báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC), và

trong đó thông tin thứ hai được chứa trong phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập môi trường (MAC CE).

12. Trạm gốc để thu thông tin trạng thái kênh (CSI) trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm:

bộ thu phát được tạo cấu hình để truyền và thu tín hiệu; và

bộ điều khiển được tạo cấu hình để:

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin thứ nhất để tạo cấu hình tập các tài nguyên tín hiệu tham chiếu CSI (CSI-RS),

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin thứ hai để chọn ít nhất một tài nguyên CSI-RS từ tập các tài nguyên CSI-RS,

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) yêu cầu báo cáo về CSI, DCI chỉ báo tài nguyên CSI-RS trong số ít nhất một tài nguyên CSI-RS, và

thu, từ thiết bị đầu cuối, CSI được tính dựa trên CSI-RS tương ứng với tài nguyên CSI-RS.

13. Trạm gốc theo điểm 12, trong đó bản tin bao gồm thông tin thứ nhất còn bao gồm thông tin thứ ba về độ lệch giữa khe chứa DCI và khe mà trong đó CSI-RS được truyền, và

trong đó bản tin này còn bao gồm thông tin thứ tư để tạo cấu hình báo cáo dành cho tài nguyên CSI-RS không theo chu kỳ.

14. Trạm gốc theo điểm 13, trong đó thông tin thứ hai chỉ báo ít nhất một tài nguyên CSI-RS được chọn bằng cách sử dụng ánh xạ bit, và

trong đó mỗi bit của ánh xạ bit tương ứng với mỗi tài nguyên CSI-RS trong tập các tài nguyên CSI-RS.

15. Trạm gốc theo điểm 13, trong đó bản tin này được truyền bởi báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC), và

trong đó thông tin thứ hai được chứa trong phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập

môi trường (MAC CE).

Fig.1

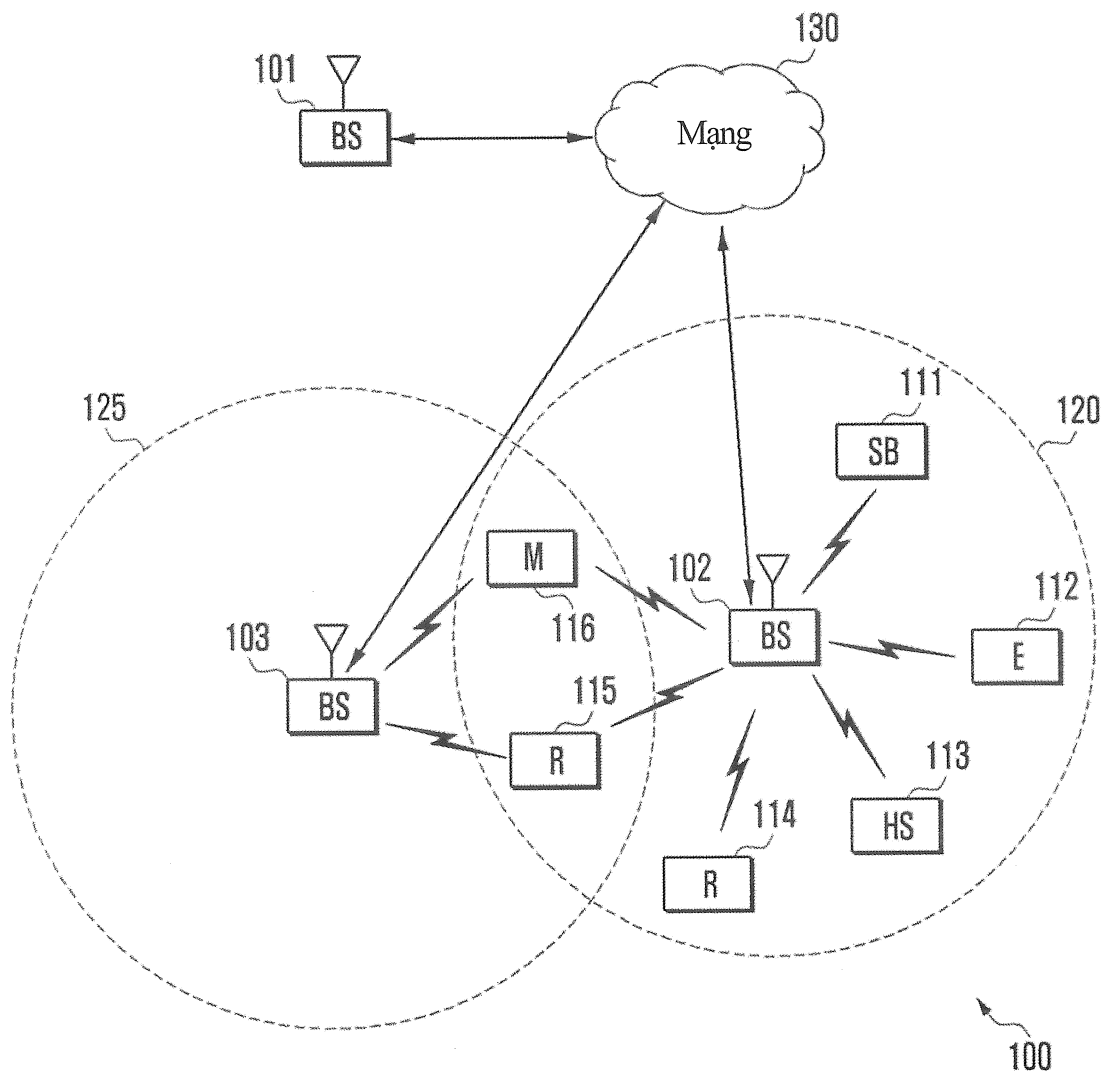


Fig.2A

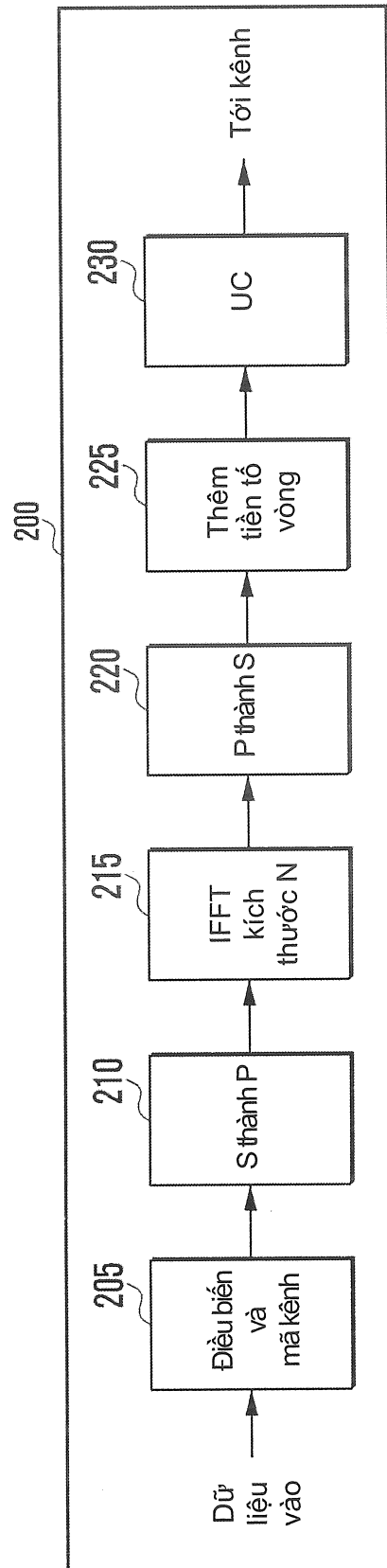


Fig.2B

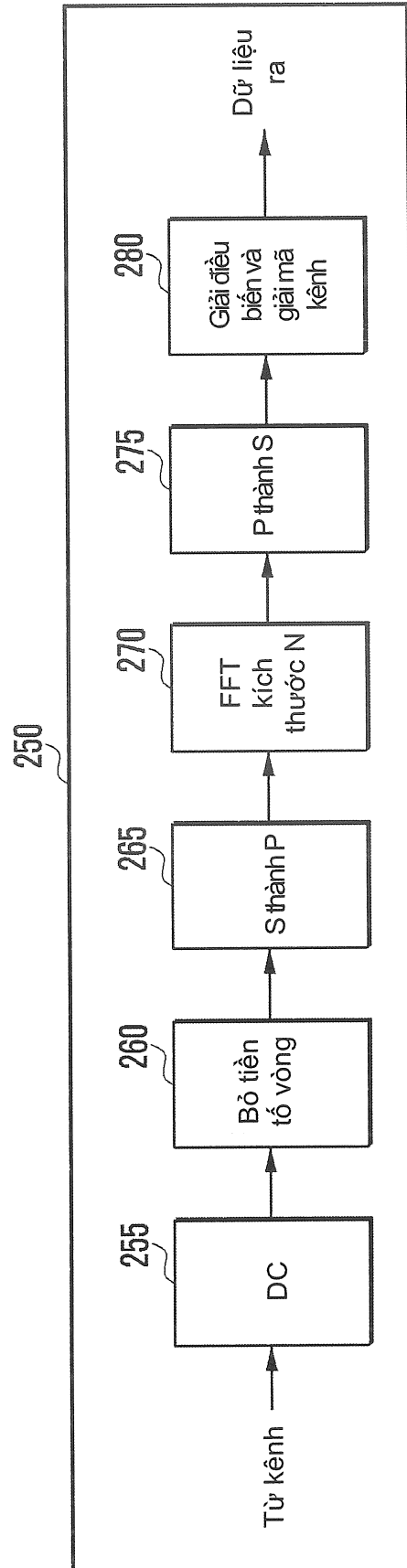


Fig.3A

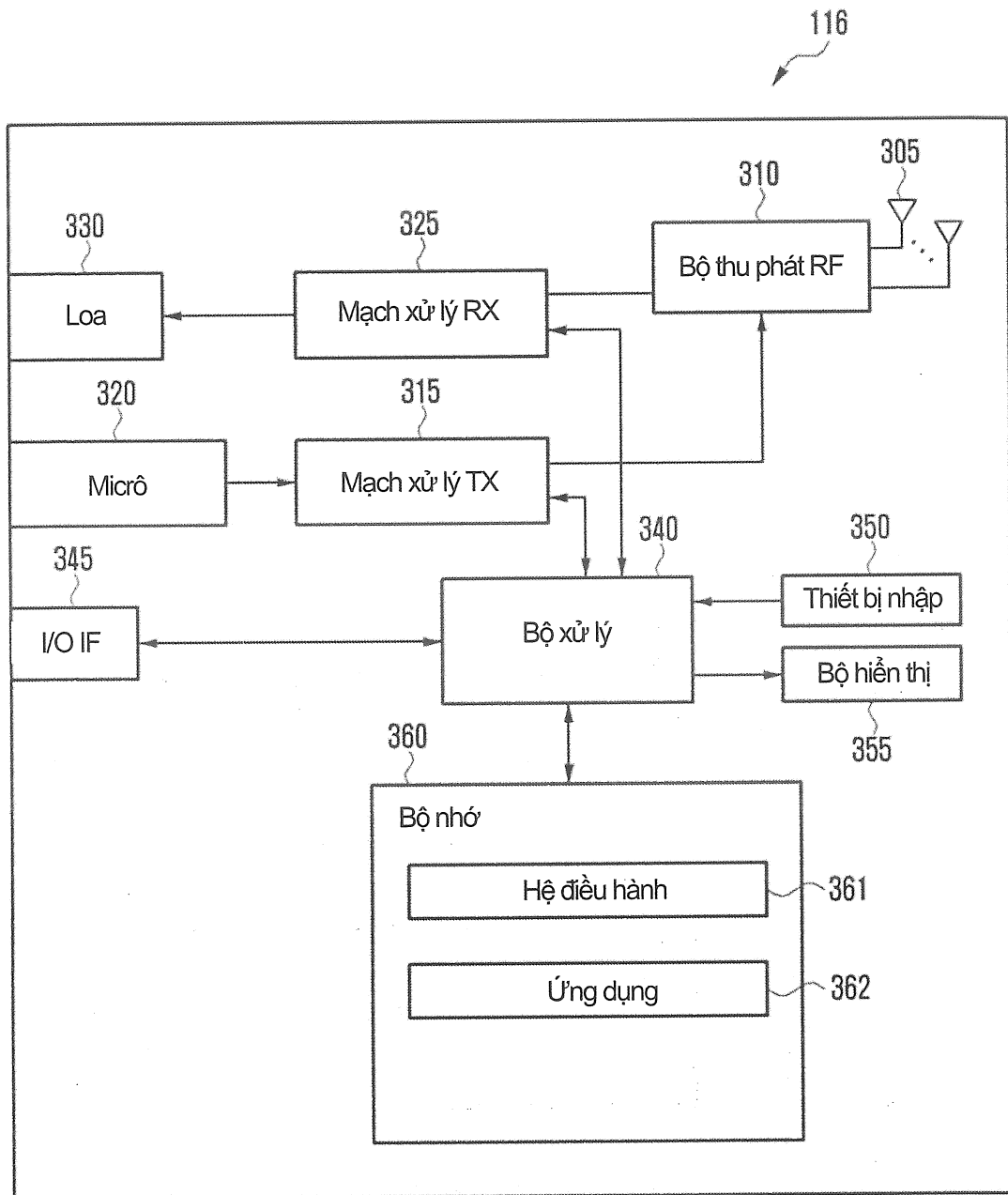


Fig.3B

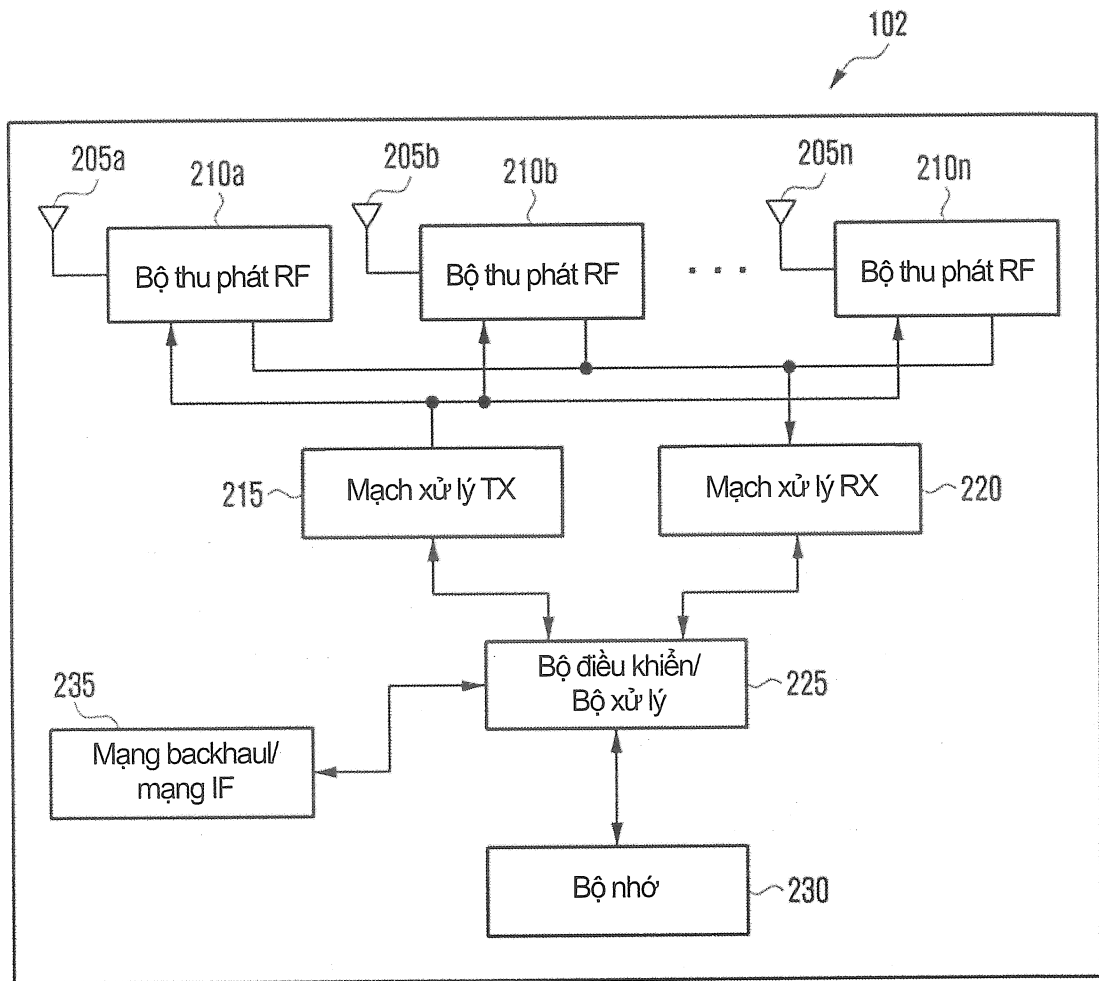


Fig.4

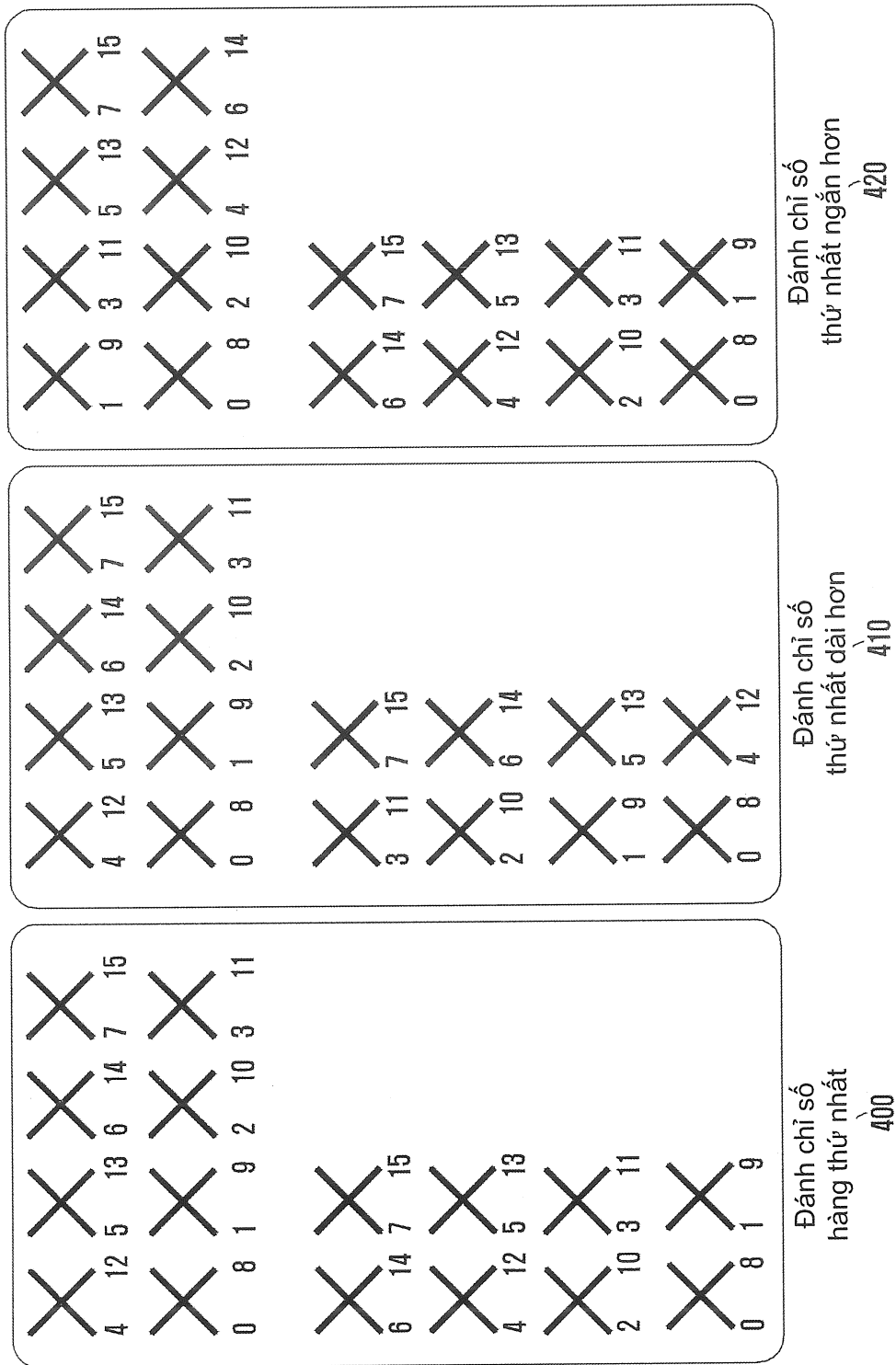


Fig.5

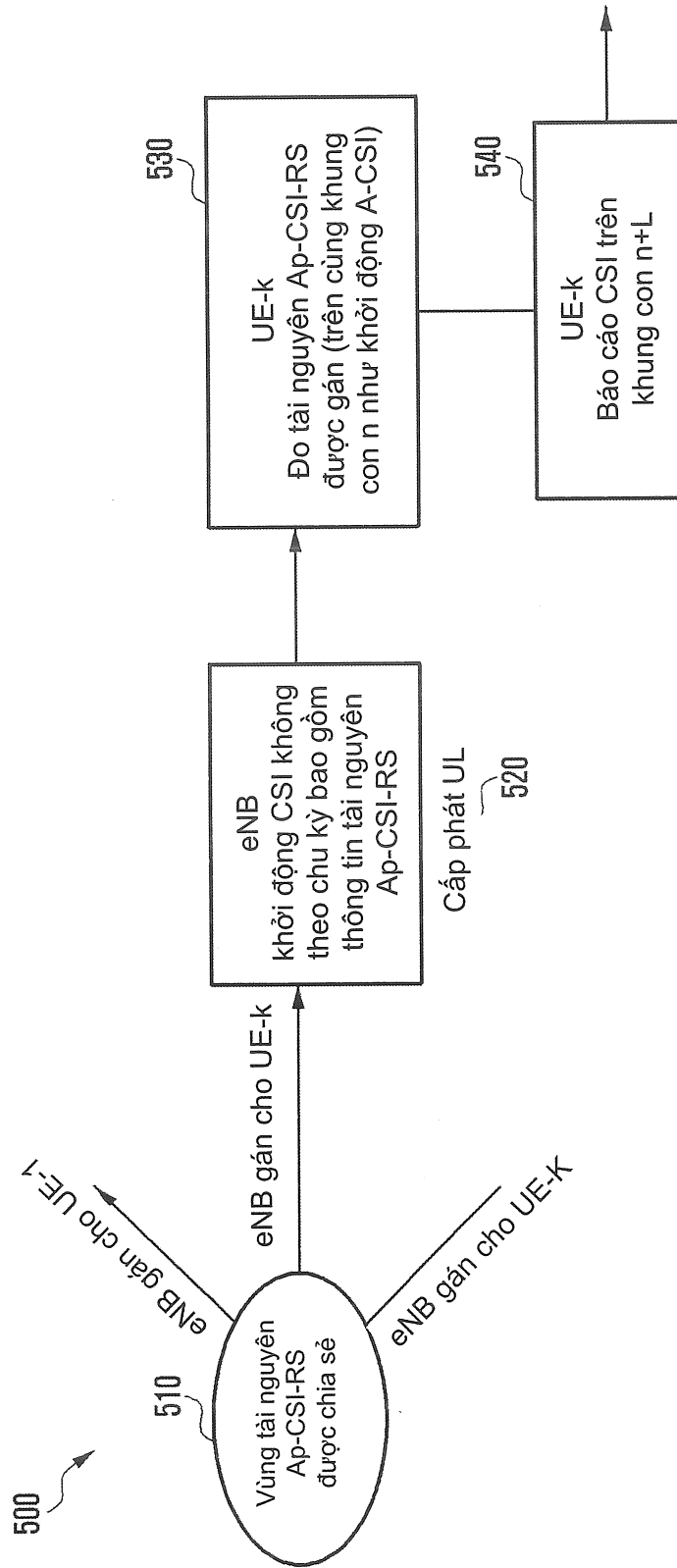


Fig. 7A

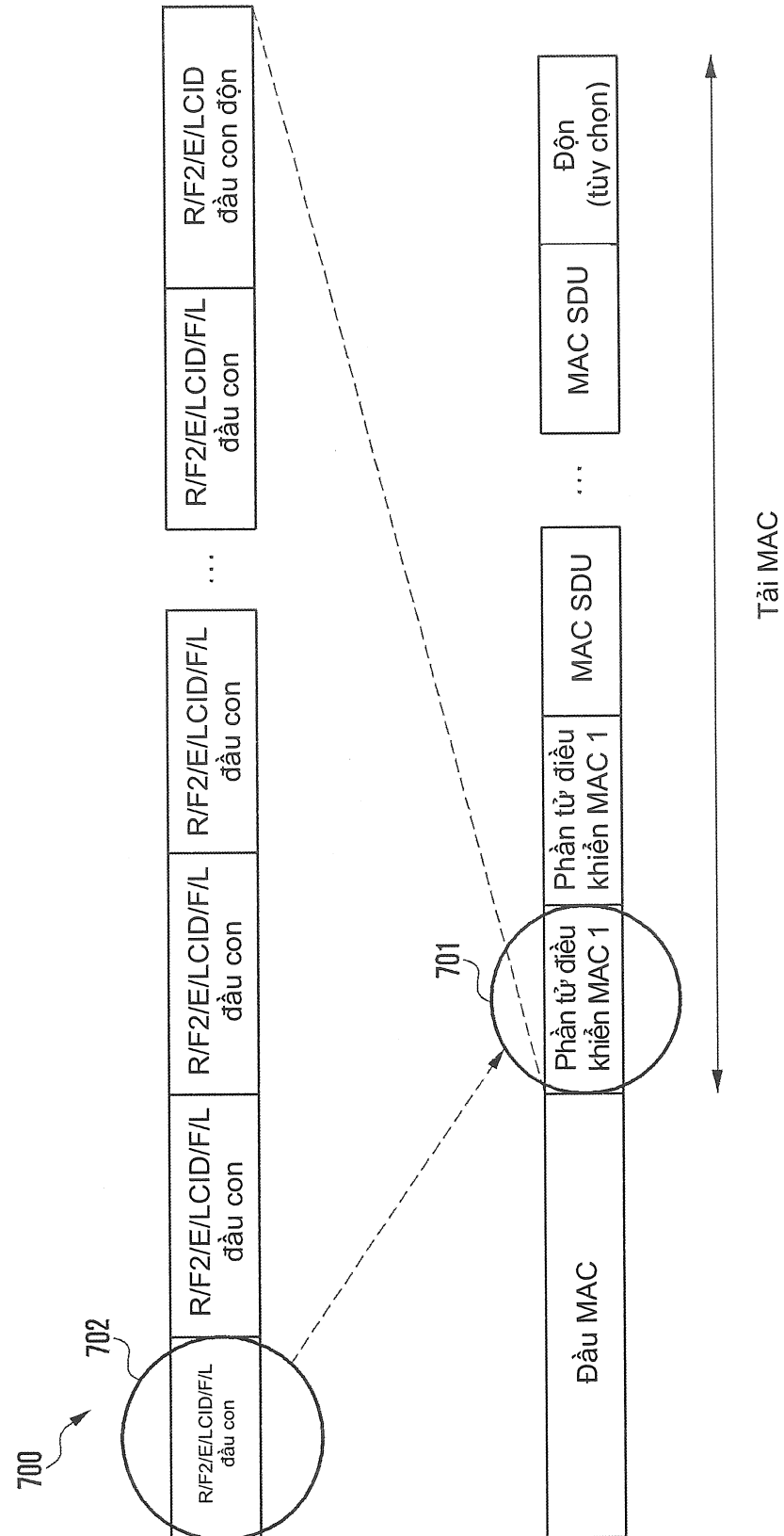


Fig.7B

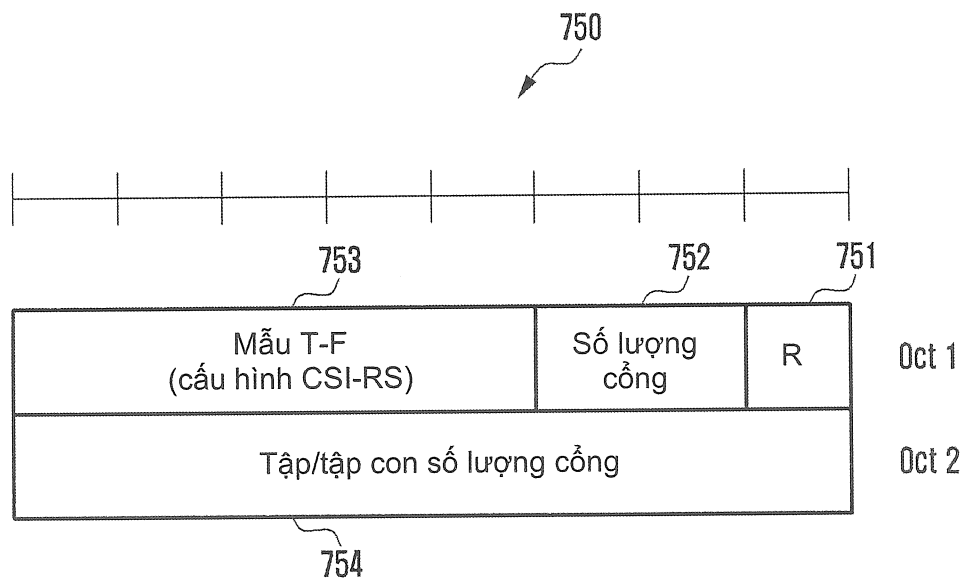


Fig.8A

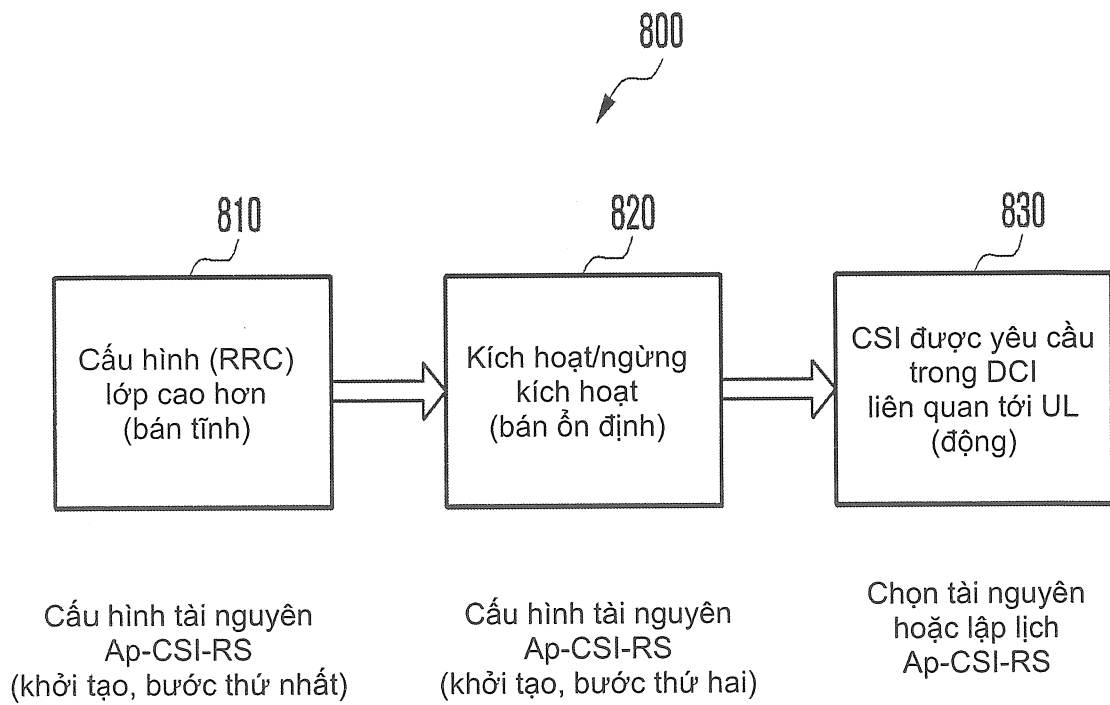


Fig.8B

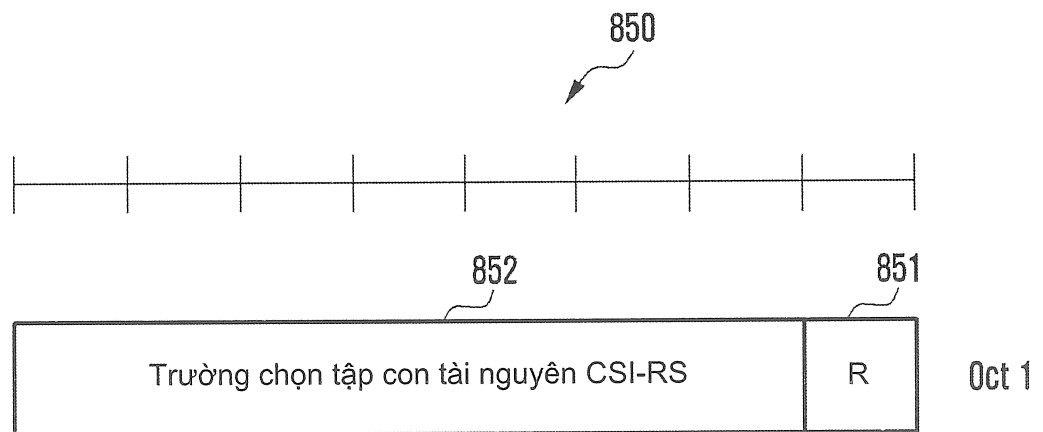


Fig.8C

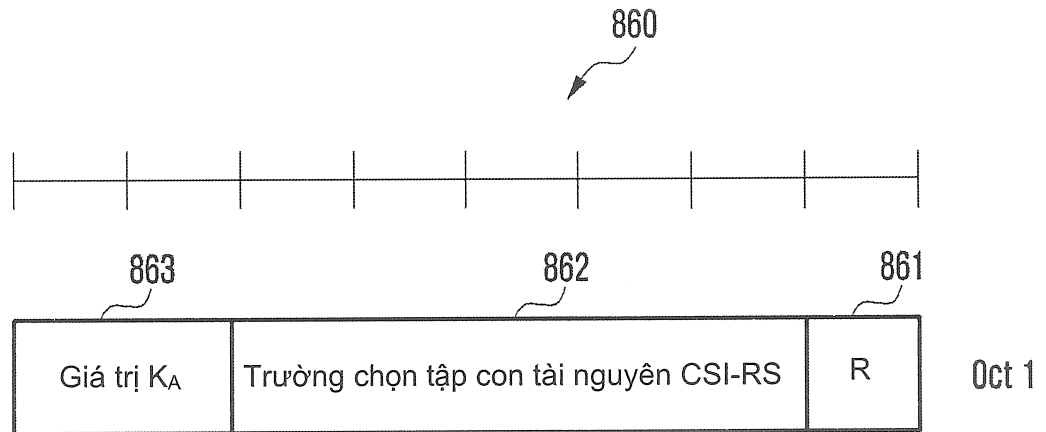


Fig.8D

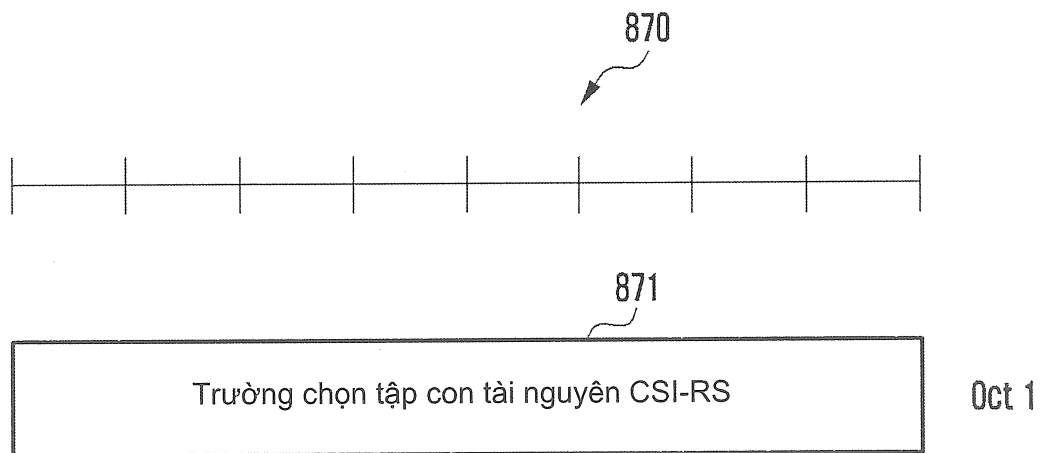


Fig.9

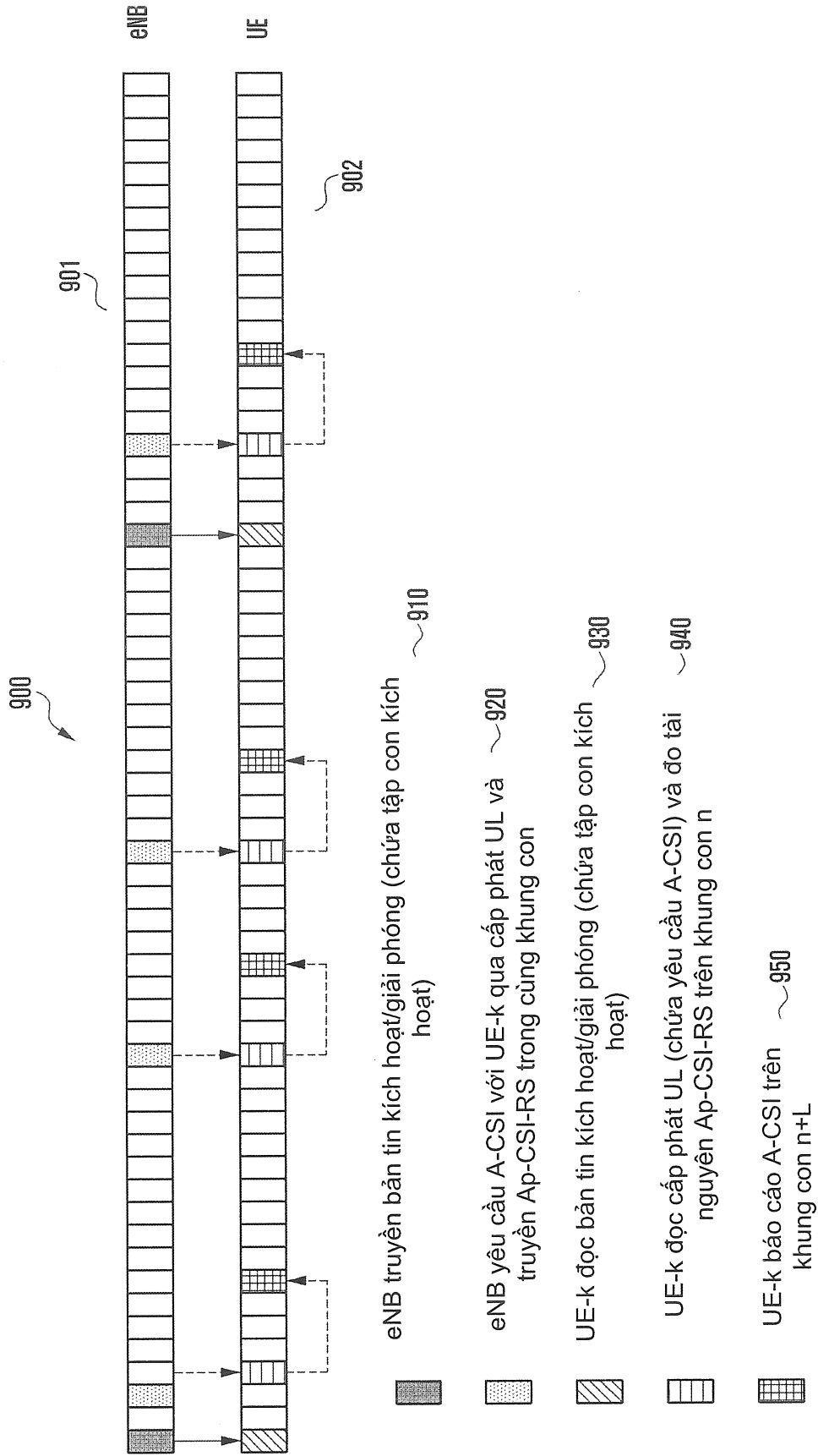


Fig.10

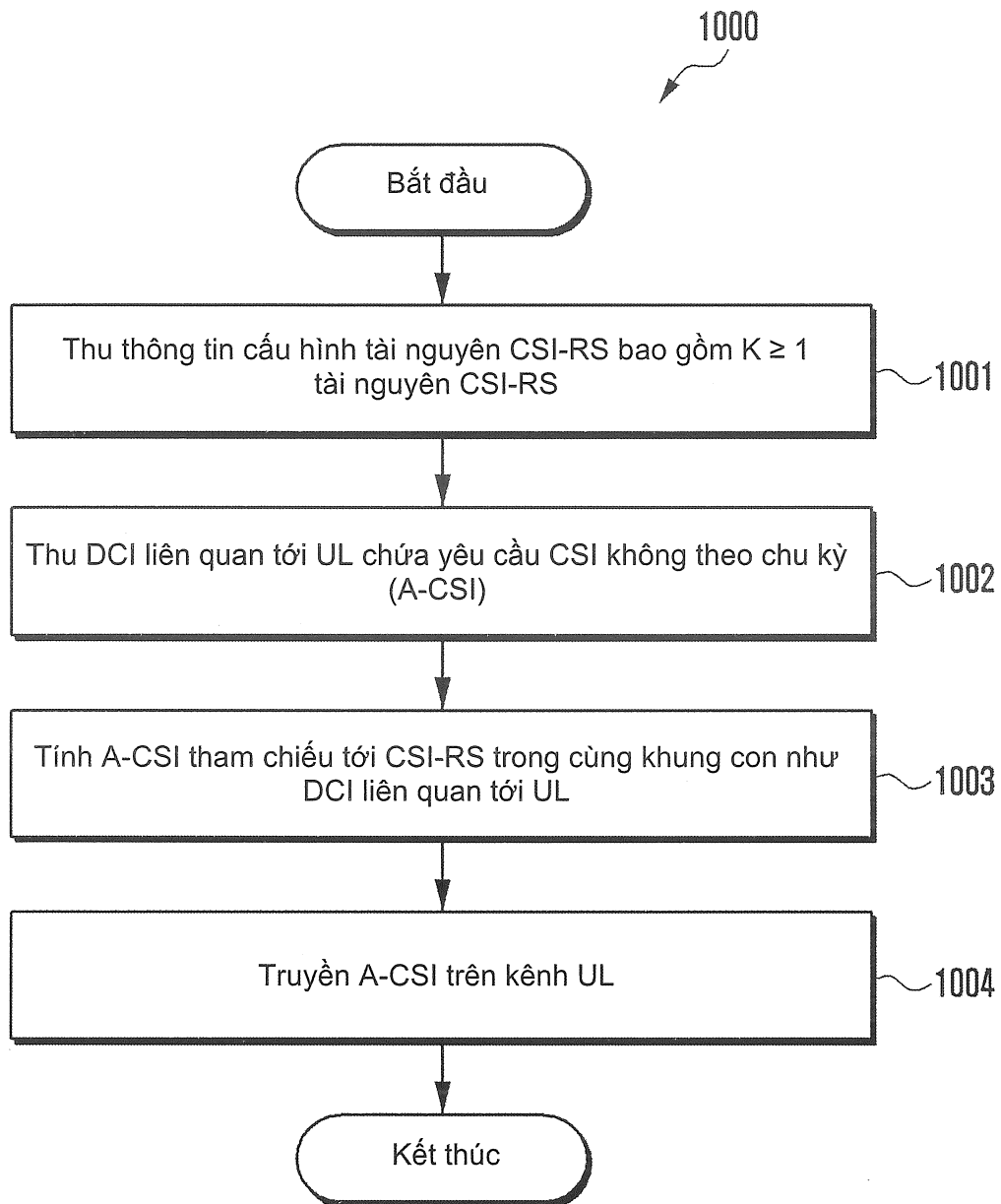


Fig.11

