



(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)



1-0042932

(51)⁷ H04L 1/00; H04L 5/00; H04B 7/06

(13) B

(21) 1-2019-02717

(22) 14/12/2017

(86) PCT/KR2017/014739 14/12/2017

(87) WO 2018/111007 21/06/2018

(30) 62/435,536 16/12/2016 US; 62/446,145 13/01/2017 US; 62/462,431 23/02/2017 US;
62/470,633 13/03/2017 US; 62/501,492 04/05/2017 US; 62/521,848 19/06/2017 US;
62/558,078 13/09/2017 US; 62/559,287 15/09/2017 US; 15/833,746 06/12/2017 US

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/09/2019 378A

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

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

(72) ONGGOSANUSI, Eko (US); RAHMAN, Md Saifur (IN); PAPASAKELLARIOU, Aris (US).

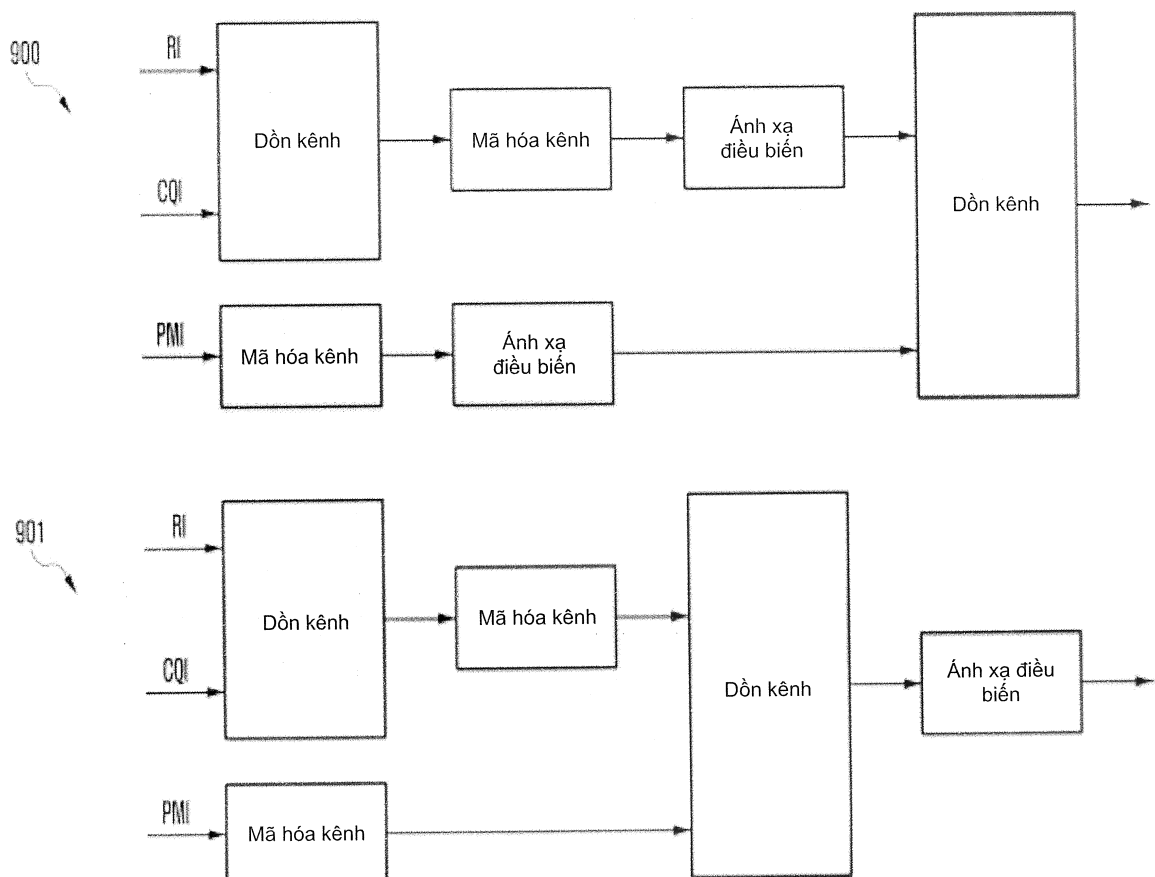
(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI, PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI, TRẠM GỐC VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI TRẠM GỐC TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(21) 1-2019-02717

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị đầu cuối, phương pháp được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối, trạm gốc và phương pháp được thực hiện bởi trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối bao gồm các bước: thu, từ trạm gốc, cấu hình báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI) bao gồm thông tin thứ nhất chỉ báo ít nhất một thông số CSI được tạo cấu hình với báo cáo dải rộng hoặc báo cáo dải con và thông tin thứ hai chỉ báo tập các dải con mà CSI được báo cáo, trong đó ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho toàn bộ tập các dải con dựa trên báo cáo dải rộng và ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho mỗi dải con của tập các dải con dựa trên báo cáo dải con; nhận dạng phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai dành cho tập các dải con dựa trên thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai; và truyền, tới trạm gốc, báo cáo CSI bao gồm phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai, trong đó phần CSI thứ nhất bao gồm chỉ báo bậc (Rank Indicator, RI) và thông tin chất lượng kênh (Channel Quality Information, CQI) thứ nhất được liên kết với từ mã thứ nhất, trong đó phần CSI thứ hai bao gồm chỉ báo ma trận mã trước (Precoding Matrix Indicator, PMI), trong đó kích thước tải của phần CSI thứ hai được nhận dạng dựa trên phần CSI thứ nhất bao gồm RI, và trong đó phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai được lập mã riêng biệt.

Fig.9A



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị đầu cuối, phương pháp được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối, trạm gốc và phương pháp được thực hiện bởi 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 ‘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 công nghệ 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 công nghệ chẳng hạn như mạng cảm biến, truyền thông kiểu máy (MTC), và truyền thông máy với máy (M2M) có thể được thực hiện bằng công nghệ tạo chùm tia, MIMO, và các anten mảng. Việc ứng dụng mạng truy nhập vô tuyến (RAN) dựa trên điện toán đám mây như công nghệ xử lý 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 công nghệ 5G và công nghệ IoT.

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 net book, các thiết bị đọc sách điện tử, và các thiết bị kiểu máy. Để đáp ứng sự tăng

trường 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 của 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.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, cần phải cung cấp sơ đồ dồn kênh thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI) được liên kết với các anten phát mảng hai chiều, lớn.

Các phương án khác nhau của sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị để dồn kênh CSI.

Theo một phương án, thiết bị người dùng (User Equipment, UE) được đề xuất. UE bao gồm bộ thu phát được tạo cấu hình để thu thông tin cấu hình để báo cáo CSI. UE còn bao gồm bộ xử lý được kết nối vận hành với bộ thu phát. Bộ xử lý được tạo cấu hình để giải mã thông tin cấu hình và tính CSI theo thông tin cấu hình. Bộ thu phát còn được tạo cấu hình để truyền CSI trên kênh đường lên (Uplink, UL). CSI bao gồm N phân đoạn và được truyền trong một khe, trong đó $N > 1$. Phân đoạn thứ nhất trong số N phân đoạn bao gồm chỉ báo bậc (Rank Indicator, RI) và ít nhất một thông số CSI khác.

Theo một phương án khác, trạm gốc (Base Station, BS) được đề xuất. BS bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra thông tin cấu hình để báo cáo CSI. BS còn bao gồm bộ thu phát được kết nối vận hành với bộ xử lý. Bộ thu phát được tạo cấu hình để truyền, tới UE, thông tin cấu hình qua kênh đường xuống (Downlink, DL); và thu, từ UE, báo cáo CSI được tính phù hợp với thông tin cấu hình trên kênh đường lên. CSI bao gồm N phân đoạn và được truyền trong một khe, trong đó $N > 1$. Phân đoạn thứ nhất trong số N phân đoạn bao gồm chỉ báo bậc (Rank Indicator, RI) và ít nhất một thông số CSI khác.

Theo một phương án khác, phương pháp để vận hành UE được đề xuất. Phương pháp này bao gồm các bước: thu và giải mã thông tin cấu hình để báo cáo CSI, tính CSI theo thông tin cấu hình, và truyền CSI được tính trên đường lên. CSI bao gồm N phân

đoạn và được truyền trong một khe trong đó $N > 1$. Phân đoạn thứ nhất trong số N phân đoạn bao gồm RI và ít nhất một thông số CSI khác.

Sáng chế liên quan đến 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 nối” 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 loại 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. 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

Các phương án khác nhau của sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị để dọn kênh CSI.

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 thể hiện mạng không dây làm ví dụ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.2A và Fig.2B là các hình vẽ thể hiện các đường truyền và thu không dây làm ví dụ theo các phương án khác nhau của sáng chế;

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

Fig.3B là hình vẽ thể hiện một ví dụ về trạm gốc theo các phương án khác nhau của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cấu trúc tạo chùm làm ví dụ trong đó một cổng CSI-RS được ánh xạ lên trên một số lượng lớn các phần tử anten được điều khiển tương tự;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện một số ví dụ về cấu hình dải báo cáo CSI theo các phương án của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc tạo thành từ mã UCI theo các phương án của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc lập mã liên kết các thông tin CSI theo các phương án của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc lập mã UCI hai phân đoạn theo một phương án của sáng chế;

Fig.9A là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc lập mã CSI hai phân đoạn theo một phương án của sáng chế;

Fig.9B là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc lập mã UCI hai phân đoạn theo một phương án của sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc lập mã UCI ba phân đoạn theo một phương án của sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.11A tới Fig.11G thể hiện các ví dụ về việc lập mã UCI hai phân đoạn theo các phương của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một số ví dụ về sơ đồ dồn kênh trong đó CSI-UCI được truyền cùng với dữ liệu SCH đường lên theo các phương án của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc dồn kênh UCI trong trường hợp lập mã UCI hai phân đoạn theo một phương án của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện lưu đồ cho một phương pháp làm ví dụ trong đó UE thu thông tin cấu hình CSI-RS và báo cáo CSI nhiều phân đoạn theo một phương án của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện lưu đồ cho một phương pháp làm ví dụ trong đó BS truyền thông tin cấu hình CSI-RS và thu báo cáo CSI nhiều phân đoạn từ UE (được gán nhãn UE-k) theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.15, 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 thống truyền thông Pre5G hoặc 5G cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc Pre5G cũng được gọi ‘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 thể hiện một ví dụ về mạng không dây 100 theo các phương án khác nhau để thực hiện sáng chế. Phương án về 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 BS 101, BS 102, và BS 103. BS 101 truyền thông với BS 102 và BS 103. BS 101 còn 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 “BS”, thuật ngữ thay thế “eNB” (NodeB tăng cường) hoặc “gNB” (Node B 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 “gNB” hoặc “BS”, chẳng hạn như “trạm gốc” hoặc “điểm truy nhập”. Để cho thuận tiện, thì các thuật ngữ “gNB” 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 “trạm 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 “trạm 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 gNB, 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).

gNB 102 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ hai trong vùng phủ 120 của gNB 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. gNB 103 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ hai trong vùng phủ 125 của gNB 103. Các UE thứ hai bao gồm UE 115 và UE 116. Theo một số phương án của sáng chế, một hoặc nhiều gNB từ gNB 101 tới gNB 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 gNB, 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 gNB 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 gNB 101, gNB 102, và gNB 103 truyền các tín hiệu chuẩn đo lường tới các UE từ UE 111 tới UE 116 và tạo cấu hình các UE từ UE 111 tới UE 116 để báo cáo CSI được dồn kênh như được mô tả trong các phương án của sáng chế. Theo các phương án khác nhau của sáng chế, một hoặc nhiều UE từ UE 111 tới UE 116 tạo ra và báo cáo CSI được dồn kênh.

Mặc dù Fig.1 thể hiện một ví 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 gNB bất kỳ và số lượng UE bất kỳ được bố trí phù hợp. Do đó, gNB 101 có thể truyền thông trực tiếp với số lượng UE bất kỳ và cung cấp cho những UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130. Tương tự như vậy, mỗi gNB 102 và gNB 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 gNB 101, gNB 102, và/hoặc gNB 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 gNB (chẳng hạn gNB 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 gNB và đường truyền 200 có thể được thực hiện trong UE. Theo một số phương án, đường thu 250 được tạo cấu hình để tạo ra và báo cáo CSI được dồn kênh như được mô tả trong các phương án của 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 biến đổi (chẳng hạn như phân 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 gNB 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 biến đổi (chẳng hạn như dồn kênh) các ký hiệu đầu ra miền thời gian song song từ khối IFFT kích thước N 215 để tạo ra tín hiệu miền thời gian nối tiếp. Khối ‘thêm tiền tố vòng’ 225 thêm tiền tố vòng vào tín hiệu trong miền thời gian. Khối UC 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 gNB 102 đến UE 116 sau khi truyền qua kênh không dây, và các hoạt động ngược lại với các hoạt động được thực hiện tại gNB 102 được thực hiện tại UE 116. Khối biến đổi xuống 255 biến đổi xuống tín hiệu được thu thành tần số ở 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 được dồn kênh. Mỗi một gNB trong đó gNB 101 đến 103 có thể thực hiện đường truyền 200 tương tự việc truyền trong đường xuống tới các UE từ 111 đến 116 và có thể thực hiện đường thu 250 tương tự việc thu trong đường lên từ các UE từ 111 đến 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 gNB từ gNB 101 tới gNB 103 và có thể thực hiện đường thu 250 để thu trong đường xuống từ các gNB từ gNB 101 tới gNB 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 thể hiện 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 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 còn bao gồm loa 330, bộ xử lý 340, giao diện nhập/xuất (I/O) 345, thiết bị nhập 350, bộ 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 bởi gNB của mạng không dây 100 được thể hiện trên Fig.1. 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 micrô 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 CQI (Channel Quality Information, CQI) cho các hệ thống được mô tả trong 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. Theo một số phương án của 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 gNB hoặc người điều hành. Bộ xử lý 340 cũng được ghép nối với giao diện nhập/xuất 345 mà cung cấp cho UE 116 khả năng kết nối với các thiết bị khác chẳng hạn như các máy tính xách tay và máy tính cầm tay. Giao diện nhập/xuất 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 toán để báo cáo CSI được dồn kênh. Mặc dù Fig.3A thể hiện một ví dụ về UE 116, nhưng các thay đổi khác nhau vẫn có thể được tạo ra dựa trên 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 thể hiện một ví dụ về gNB 102 theo phương án của sáng chế. Phương án của gNB 102 được thể hiện trên Fig.3B chỉ nhằm mục đích minh họa, và các gNB khác trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự. Tuy nhiên, các gNB có nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3A không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với loại cấu hình cụ thể bất kỳ nào của gNB. gNB 101 và gNB 103 có thể bao gồm cấu trúc giống hoặc tương tự như cấu trúc của gNB 102.

Như được thể hiện trên Fig.3B, gNB 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 cụ thể, một hoặc nhiều anten từ anten 370a tới anten 370n bao gồm các mảng anten 2D. gNB 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 RF 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 gNB 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 gNB 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 trong 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 RTC (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 gNB 102 truyền thông với các thiết bị hoặc hệ thống khác thông qua kết nối backhaul hoặc qua mạng. Mạng backhaul hoặc giao diện mạng 382 còn có thể hỗ trợ truyền thông qua bất kỳ (các) loại kết nối có dây hoặc không dây nào phù hợp. Ví dụ, khi gNB 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 kỹ thuật truy nhập vô tuyến mới hoặc NR, LTE, hoặc LTE-A), thì giao diện mạng hoặc mạng backhaul 382 có thể cho phép gNB 102 truyền thông với các gNB khác qua

kết nối backhaul có dây hoặc không dây. Khi gNB 102 được thực hiện như là điểm truy nhập, thì giao diện mạng hoặc mạng backhaul 382 có thể cho phép gNB 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 mạng Internet). Mạng backhaul hoặc giao diện mạng 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 RAM, và phần khác của bộ nhớ 380 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc 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 gNB 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) thu và giải mã CSI được dồn kênh.

Mặc dù Fig.3B thể hiện một ví dụ về gNB 102, nhưng các thay đổi khác nhau vẫn có thể được tạo ra dựa trên Fig.3B. Ví dụ, gNB 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 giao diện mạng và mạng backhaul 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 mạch xử lý RX 376, nhưng gNB 102 cũng có thể bao gồm nhiều loại mạch nêu trên (chẳng hạn như mỗi loại mạch được dùng cho mỗi bộ thu phát RF).

Rel.13 LTE hỗ trợ lên tới 16 cổng anten CSI-RS mà cho phép gNB trang bị số lượng lớn các phần tử anten (chẳng hạn 64 hoặc 128 phần tử). Trong trường hợp này, nhiều phần tử anten được ánh xạ lên trên một cổng CSI-RS. Ngoài ra, với số lượng lên tới 32 cổng CSI-RS sẽ được hỗ trợ trong Rel.14 LTE. Đối với các hệ thống di động thế hệ tiếp theo chẳng hạn như 5G, được kỳ vọng rằng số lượng tối đa các cổng CSI-RS vẫn gần giống như số lượng nêu trên.

Đối với các dải sóng mm, mặc dù số lượng các phần tử anten có thể lớn hơn đối với kích thước thiết bị xác định, nhưng số lượng các cổng CSI-RS - mà có thể tương ứng với

số lượng các cổng được mã trước dạng số - có xu hướng bị hạn chế do các ràng buộc về phần cứng (chẳng hạn như tính khả thi để lắp đặt một số lượng lớn các ADC/DAC ở các tần số dải sóng mm) như được thể hiện theo phương án 400 trên Fig.4. Trong trường hợp này, một cổng CSI-RS được ánh xạ lên trên một số lượng lớn các phần tử anten mà có thể được điều khiển bởi dải các bộ dịch pha tương tự 401. Một cổng CSI-RS lúc đó có thể tương ứng với một mảng con mà tạo ra chùm tương tự hẹp thông qua bộ tạo chùm tương tự 405. Chùm tương tự này có thể được tạo cấu hình để quét trên phạm vi góc rộng hơn 420 bằng cách thay đổi dải dịch pha trên các ký hiệu hoặc khung con hoặc các khe (trong đó khung con hoặc khe bao gồm tập các ký hiệu). Số lượng các mảng con (bằng số lượng chuỗi tần số vô tuyến) giống như số lượng các cổng CSI-RS $N_{CSI-PORT}$. Bộ tạo chùm số 410 thực hiện kết hợp tuyến tính trên $N_{CSI-PORT}$ chùm tương tự để tăng thêm độ lợi mã trước. Trong khi các chùm tương tự là băng rộng (do đó không có chọn lọc tần số), thì việc mã trước dạng số có thể được thay đổi trên các dải tần con hoặc các khối tài nguyên.

Để cho phép mã trước dạng số, thì thiết kế hiệu quả CSI-RS là một yếu tố quan trọng. Vì lý do này, ba kiểu cơ cấu báo cáo CSI tương ứng với ba loại hoạt động đo lường CSI-RS được hỗ trợ trong Rel.13 LTE: 1) Báo cáo CSI 'CLASS A' tương ứng với CSI-RS không mã trước; 2) báo cáo 'CLASS B' với tài nguyên $K=1$ CSI-RS tương ứng với CSI-RS được tạo chùm cho UE cụ thể; and 3) báo cáo 'CLASS B' với tài nguyên $K>1$ CSI-RS tương ứng với CSI-RS được tạo chùm cho tế bào cụ thể. Đối với CSI-RS không mã trước, trong một tế bào cụ thể việc ánh xạ một-một giữa cổng CSI-RS và TXRU (Transceiver Unit, TXRU) được sử 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. Đối với CSI-RS được tạo chùm, hoạt động tạo chùm, hoặc là dành riêng tế bào hoặc là dành riêng UE, được áp dụng trên tài nguyên CSI-RS công suất khác không (Non-Zero-Power, NZP) (mà bao gồm nhiều cổng). Ở đây, (ít nhất ở thời gian/tần số xác định) các cổng CSI-RS có độ rộng chùm hẹp và do đó không phủ rộng khắp tế bào và (ít nhất từ gNB triển vọng) ít nhất một số dạng kết hợp tài nguyên-cổng CSI-RS có các chiều chùm khác nhau.

Trong hệ thống LTE, tùy thuộc vào số lượng các lớp truyền dẫn, tối đa hai từ mã được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu DL và UL (lần lượt trên kênh dữ liệu DL chẳng hạn như PDSCH hoặc PDCH, và kênh dữ liệu UL chẳng hạn như PUSCH hoặc PUCH) để dồn kênh không gian. Đối với $L=1$ lớp, một từ mã được ánh xạ cho cho một lớp. Đối với $L>1$

lớp, mỗi một từ mã trong số hai từ mã được ánh xạ cho ít nhất một lớp mà trong đó L lớp (bậc L) được chia gần như đều trên hai từ mã này. Ngoài ra, một từ mã còn có thể được ánh xạ cho >1 lớp đặc biệt là khi chỉ một từ mã trong số hai từ mã được truyền lại.

Mặc dù có lợi để tạo điều kiện thích nghi sơ đồ điều biến và mã hóa (Modulation-and-Coding-Scheme, MCS) trên mỗi từ mã (CW) và bộ thu MMSE-SIC (MMSE với khử nhiễu liên tiếp), nhưng phải trả một số mào đầu đáng kể so với việc ánh xạ một từ mã. Mào đầu đường xuống (DL) đến từ tải DCI bổ sung do 2 trường MCS cố định và 2 trường NDI-RV (liên quan đến DL HARQ) cố định. Mào đầu đường lên (UL) đến từ việc đòi hỏi hai CQI (full 4-bit + delta 3-bit đối với CQI băng rộng, và 2x mào đầu đối với CQI băng con) đối với bậc > 1 và hai HARQ-ACK DL đối với bậc > 1 . Thêm vào đó là độ phức tạp của việc phải chứa nhiều hơn một sơ đồ ánh xạ lớp trong trường hợp truyền lại. Ngoài ra, khi MIMO phân tán chẳng hạn như truyền dẫn liên kết không đồng nhất (Non-Coherent Joint Transmission, NC-JT) được đưa vào trong các yêu cầu thiết kế đối với giao diện vô tuyến mới cho hệ thống 5G, thì số lượng các từ mã (CW) được sử dụng để truyền dẫn DL và UL trên mỗi UE có thể tăng lên với số lượng các điểm thu phát (Transmit Receive Point, TRP). Do đó, việc sử dụng chỉ một từ mã (CW) trên mỗi lần phân bổ kênh PDSCH/PUSCH trên mỗi UE có lợi đối với giao diện mạng vô tuyến mới (New Radio, NR), ít nhất là lên tới truyền dẫn bậc 2, hoặc lên tới truyền dẫn bậc 4. Nếu không, hai từ mã (CW) trên mỗi lần phân bổ kênh chia sẻ đường xuống vật lý PDSCH (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)/kênh dữ liệu chia sẻ vật lý đường lên (Physical Uplink Shared Data Channel, PUSCH) trên mỗi UE có thể được sử dụng cho các bậc cao hơn. Tùy chọn là, một từ mã (CW) trên mỗi lần phân bổ kênh PDSCH/PUSCH trên mỗi UE có thể được sử dụng cho tất cả các bậc.

Ngoài ra, báo cáo CSI (Periodic-CSI, P-CSI) theo chu kỳ trong hệ thống LTE được báo cáo trên nhiều khe/khung con. Điều này dẫn đến các quy tắc ưu tiên phức tạp (do giảm) và sự phụ thuộc giữa khe/khung con không phù hợp đối với TDD và LAA (do tính khả dụng của các khung con/khe UL là có điều kiện). Cơ cấu này dễ nhạy cảm với sự lan truyền lỗi và CSI cũ. Các lý do chính là: 1) PUCCH định dạng 2 quá nhỏ để vận chuyển một lần báo cáo CSI, 2) tải CQI phụ thuộc giá trị RI (do sử dụng tối đa 2 từ mã CW), 3) tải PMI phụ thuộc giá trị RI.

Một nhược điểm khác của thiết kế LTE nằm ở việc lập mã RI (và CRI) riêng biệt từ CQI và PMI. Điều này là cần thiết vì tải của CQI và PMI phụ thuộc vào cấp bậc. Vì tải của RI nhỏ và RI cần được bảo vệ nhiều hơn so với CQI và PMI (để đảm bảo giải mã chính xác CQI và PMI), nên RI còn được ánh xạ khác với CQI và PMI. Nhưng ngay cả với sự bảo vệ mạnh mẽ như vậy, thì gNB không có cơ chế nào để kiểm tra xem việc giải mã RI (và CRI) có thành công hay không (do không có CRC).

Do đó, cần phải có thiết kế khác cho CSI và sơ đồ dồn kênh thông tin điều khiển đường lên (UCI) được liên kết với nó khi một từ mã (CW) được ánh xạ cho tất cả $L \geq 1$ lớp truyền dẫn. Sáng chế bao gồm một số thành phần. Ở đây, UCI bao gồm các thông số báo cáo được liên kết với việc thu được CSI, chẳng hạn như CQI (chỉ báo chất lượng kênh), PMI (chỉ số ma trận mã trước), RI (chỉ báo bậc), và CRI (chỉ báo/chỉ số tài nguyên CSI-RS). UCI có thể chứa các thông số CSI khác. Trừ khi có quy định khác, nếu không UCI này không bao gồm HARQ-ACK. Theo sáng chế, UCI này còn có thể được dùng để chỉ CSI-UCI chỉ cho mục đích minh họa.

Sáng chế bao gồm các thành phần sau đây để cho phép tạo ra và dồn kênh UCI cũng như báo cáo CSI. Thành phần thứ nhất của sáng chế liên quan đến đơn vị báo cáo CSI trong miền tần số. Thành phần thứ hai liên quan đến CRI. Thành phần thứ ba liên quan đến việc báo cáo CSI theo chu kỳ và/hoặc bán ổn định (lần lượt là P-CSI và/hoặc SP-CSI). Thành phần thứ tư liên quan đến việc báo cáo CSI không theo chu kỳ (A-CSI).

Tất cả các thành phần sau đây và các phương án có thể áp dụng được để truyền dẫn UL với dạng sóng CP-OFDM (Cyclic Prefix OFDM) cũng như dạng sóng DFT-SOFDM (DFT-spread OFDM) và dạng sóng SC-FDMA (single-carrier FDMA). Ngoài ra, tất cả các thành phần và phương án có thể áp dụng được để truyền dẫn UL khi đơn vị lập lịch theo thời gian là một khung con (mà có thể bao gồm một hoặc nhiều khe) hoặc một khe.

Đối với thành phần thứ nhất (tức là đơn vị báo cáo CSI), độ phân giải tần số (độ chia báo cáo) và dải (dải thông báo cáo) của báo cáo CSI có thể lần lượt được xác định theo “dải con” tần số và “dải báo cáo CSI” (CRB). Thuật ngữ “dải báo cáo CSI” được sử dụng trong phần mô tả sáng chế chỉ nhằm mục đích minh họa. Các thuật ngữ khác nhau mà có cùng chức năng cũng có thể được sử dụng.

Dải con để báo cáo CSI được định nghĩa là tập các khối tài nguyên vật lý (Physical Resource Block, PRB) liên kế thể hiện đơn vị tần số nhỏ nhất để báo cáo CSI. Số lượng

các PRB trong dải con có thể được cố định đối với giá trị xác định của dải thông hệ thống DL, được tạo cấu hình hoặc là bán tĩnh qua báo hiệu lớp cao hơn/RRC, hoặc tạo cấu hình động qua báo hiệu điều khiển L1 DL hoặc phần tử điều khiển MAC (Medium Access Control-Control Element, MAC-CE). Số lượng các PRB trong dải con có thể được chứa trong phần thiết lập báo cáo CSI.

“Dải báo cáo CSI” được xác định là tập/tập hợp các dải con, hoặc là liền kề hoặc không liền kề, mà trong đó báo cáo CSI được thực hiện. Ví dụ, dải báo cáo CSI có thể bao gồm tất cả các dải con trong dải thông hệ thống DL. Điều này còn có thể được gọi là “toàn dải”. Tùy chọn là, dải báo cáo CSI có thể chỉ bao gồm tập các dải con trong dải thông hệ thống DL. Các dải con này có thể được gọi là “dải riêng phần”.

Thuật ngữ “dải báo cáo CSI” chỉ được sử dụng như một ví dụ để thể hiện chức năng. Các thuật ngữ khác chẳng hạn như “tập dải con báo cáo CSI” hoặc “dải thông báo cáo CSI” cũng có thể được sử dụng.

Liên quan đến cấu hình UE, UE có thể được tạo cấu hình có ít nhất một dải báo cáo CSI. Cấu hình này có thể là bán tĩnh (qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC)) hoặc động (qua MAC CE hoặc báo hiệu điều khiển L1 DL). Khi được tạo cấu hình với nhiều (N) dải báo cáo CSI (ví dụ qua báo hiệu RRC), thì UE có thể báo cáo CSI được liên kết với $n \leq N$ dải báo cáo CSI. Ví dụ, >6GHz, dải thông hệ thống lớn có thể yêu cầu nhiều dải báo cáo CSI. Giá trị n có thể hoặc là được tạo cấu hình bán tĩnh (qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc RRC) hoặc động (qua MAC CE hoặc báo hiệu điều khiển L1 DL). Tùy chọn là, UE có thể báo cáo giá trị n được tiên cử qua kênh UL.

Do đó, độ chia tần số thông số CSI có thể được xác định trên mỗi dải báo cáo CSI như sau. Thông số CSI được tạo cấu hình với “chỉ một” báo cáo đối với dải báo cáo CSI có M_n dải con khi một thông số CSI được báo cáo cho tất cả M_n dải con trong dải báo cáo CSI. Thông số CSI được tạo cấu hình với “dải con” đối với dải báo cáo CSI có M_n dải con khi một thông số CSI được báo cáo cho mỗi dải con trong số M_n dải con trong dải báo cáo CSI.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện một số ví dụ về cấu hình dải báo cáo CSI. Trong các ví dụ này, một dải con bao gồm 4 PRB. Trong cấu hình dải báo cáo CSI 500, UE được tạo cấu hình có một dải báo cáo CSI 0 (501) mà bao trùm toàn bộ dải thông hệ thống DL (bao

gồm N_{SB} dải con). Trong cấu hình dải báo cáo CSI 550, UE được tạo cấu hình có hai dải báo cáo CSI. Dải báo cáo CSI thứ nhất 0 (551) bao gồm 3 dải con trong khi dải báo cáo CSI thứ hai 1 (552) bao gồm 2 dải con. Đối với cấu hình dải báo cáo CSI 550, UE có thể còn được tạo cấu hình hoặc được yêu cầu báo cáo CSI đối với dải báo cáo (551 hoặc 5520 hoặc cả hai dải. Hai dải báo cáo có thể được liên kết với một thiết lập báo cáo CSI chung/liên kết hoặc hai thiết lập báo cáo CSI riêng biệt. Do đó, hai dải báo cáo CSI có thể được liên kết với các cấu hình khác nhau (ví dụ như độ chia tần số, theo chu kỳ/bán ổn định/không theo chu kỳ) hoặc thiết lập RS khác nhau để thu được CSI.

Đối với thành phần thứ hai (tức là, phân báo cáo chỉ số tài nguyên CRI hoặc CSI-RS), thì UE có thể được tạo cấu hình với $K \geq 1$ tài nguyên NZP CSI-RS (công suất không bằng không) trong một CSI-RS hoặc thiết lập RS. Khi $K > 1$, thì UE có thể được tạo cấu hình bằng báo cáo CRI. CRI có thể được tạo cấu hình như “chỉ một” báo cáo, tức là, một CRI đối với dải báo cáo CSI. Ở đây, CRI là chỉ báo mà tiến cử lựa chọn K_A ($\leq K$) trong số K tài nguyên CSI-RS. CRI có thể được sử dụng cho mục đích thu được CSI cũng như quản lý chùm. Báo cáo CRI cũng có thể đi cùng với ít nhất một CSI-RSRP (công suất thu của CSI-RS, hoặc, còn được gọi là “chỉ báo cường độ chùm” hoặc “công suất thu của tín hiệu chuẩn-chùm”) trong đó mỗi CSI-RSRP tương ứng với ít nhất một tài nguyên CSI-RS.

Khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo CRI, thì một số phương án (Alt 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, và 3-2) về việc tạo cấu hình tập con tài nguyên CSI-RS để báo cáo CRI có thể được mô tả trong bảng 1. Mỗi phương án này có thể được sử dụng độc lập. Tùy chọn là, ít nhất hai trong số các phương án này có thể được sử dụng kết hợp với nhau (chẳng hạn hoặc là Alt 1-1 hoặc 1-2 với hoặc là Alt 2-1 hoặc 2-2). Các phương án tùy chọn bắt đầu với UE được tạo cấu hình với K_{TOT} tài nguyên NZP CSI-RS qua báo hiệu lớp báo cáo hơn (RRC) trong một thiết lập RS.

Bảng 1. Cấu hình báo cáo CRI

Cấu hình bán tĩnh (RRC)	Cấu hình MAC CE	Báo cáo CRI
K_{TOT} tài nguyên được tạo cấu hình qua RRC IE (thiết lập RS)	$K \leq K_{TOT}$ tài nguyên được kích hoạt (được chọn). Hai tùy chọn: - Alt1-1: K được cố định trong thiết lập RS lớp cao hơn, do đó $\lceil \log_2 \left(\frac{K_{TOT}}{K} \right) \rceil$-bit chỉ báo qua MAC CE hoặc, tùy chọn là, báo hiệu điều khiển L1 DL (qua DCI). - Alt 1-2: K có thể thay đổi từ 1 tới K_{TOT}, do đó K_{TOT}-bit ánh xạ qua MAC CE hoặc, tùy chọn là, báo hiệu điều khiển L1 DL (DCI) có thể được sử dụng.	CRI chỉ báo (tiền cử) lựa chọn $K_A \leq K$ tài nguyên. Hai tùy chọn: - Alt 2-1: K_A được tạo cấu hình trong thiết lập RS lớp cao hơn hoặc được ấn định trong phần chỉ dẫn kỹ thuật, do đó $\lceil \log_2(K_A) \rceil$-bit CRI được sử dụng. - Alt 2-2: K_A có thể thay đổi từ 1 tới K, do đó K-bit ánh xạ bit CRI được sử dụng. - Alt 2-3: K_A được báo hiệu động qua kênh điều khiển L1 DL và được chứa trong DCI liên quan đến UL (ví dụ như trường DCI $\lceil \log_2 K \rceil$-bit), do đó $\lceil \log_2(K_A) \rceil$-bit CRI được sử dụng. DCI liên quan đến UL này có thể là DCI được sử dụng để yêu cầu CSI (mà bao gồm yêu cầu báo cáo CRI).
K_{TOT} tài nguyên được tạo cấu hình qua RRC IE (thiết lập RS)	(Không được sử dụng) $K = K_{TOT}$	CRI chỉ báo (tiền cử) lựa chọn $K_A \leq K_{TOT}$ tài nguyên. Hai tùy chọn: Alt 3-1: K_A được tạo cấu hình trong thiết lập RS lớp cao hơn hoặc được ấn định trong phần chỉ dẫn kỹ thuật, do đó $\lceil \log_2(K_A) \rceil$-bit CRI được sử dụng.

		- Alt 3-2: K_A có thể thay đổi từ 1 tới K_{TOT}, do đó K_{TOT}-bit ánh xạ bit CRI được sử dụng. - Alt 3-3: K_A được báo hiệu động qua kênh điều khiển L1 DL và được chứa trong DCI liên quan đến UL (ví dụ như trường DCI $[\log_2 K_{TOT}]$-bit), do đó $[\log_2(K_A)]$-bit CRI được sử dụng. DCI liên quan đến UI này có thể là DCI được sử dụng để yêu cầu CSI (mà bao gồm yêu cầu báo cáo CRI).
--	--	--

Khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo CRI, thì báo cáo CRI có thể được dồn kênh với các thông số CSI khác chẳng hạn như CQI, PMI, và/hoặc RI. Một số phương án liên quan đến vấn đề này có thể được mô tả bên dưới.

Theo một phương án (MUX-0), CRI được báo cáo một mình (riêng biệt với các thông số CSI khác) và được đo từ thiết lập RS/CSI-RS (tương tự như cấu hình tài nguyên CSI-RS trong hệ thống LTE) khác với RS/CSI-RS được liên kết với CQI/PMI/RI. Thiết lập RS được sử dụng để tính/báo cáo CRI có thể bao gồm $K > 1$ tài nguyên NZP CSI-RS. Thiết lập RS riêng biệt được sử dụng để tính/báo cáo CQI/PMI/RI có thể chỉ bao gồm 1 tài nguyên NZP CSI-RS. Trong trường hợp này, CRI được báo cáo trong các khung con/khe khác với ít nhất một khung con/khe của CQI, PMI, và RI.

Theo một phương án khác (MUX-1), CRI được dồn kênh (được báo cáo cùng nhau) với CQI, PMI, và/hoặc RI, và được đo từ thiết lập RS/CSI-RS được liên kết với CQI/PMI/RI. Thiết lập RS/CSI-RS này có thể bao gồm $K > 1$ tài nguyên NZP CSI-RS. Trong trường hợp này, CRI có thể được báo cáo trong cùng khung con/khe như CQI/PMI/RI. CQI/PMI/RI được tính bằng cách đo chỉ một trong số $K > 1$ tài nguyên NZP CSI-RS – nếu CRI được tạo cấu hình với $K_A = 1$. Tùy chọn là, nếu $K_A > 1$, thì K_A tập CQI/PMI/RI được chứa trong báo cáo CSI.

So sánh với MUX-1, thì MUX-0 cho phép UE đo trung bình ít hơn một số tài nguyên CSI-RS (“các chùm”).

Như được đề cập trước đó, đối với mỗi chỉ số tài nguyên trong số K_A chỉ số tài nguyên CSI-RS được chỉ báo trong CRI, ít nhất một CSI-RSRP (hoặc công suất thu của tín hiệu chuẩn-chùm) còn có thể được báo cáo. CSI-RSRP này có thể được xử lý như kiểu thông số CQI hoặc CSI. Khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo CSI-RSRP ngoài báo cáo CRI, thì một số phương án có thể được mô tả như sau. Theo một phương án, K_A CSI-RSRP được liên kết với K_A tài nguyên CSI-RS (“các chùm”) được báo cáo kết hợp với CRI. Theo một phương án khác, trong số K_A tài nguyên CSI-RS được chỉ báo bởi CRI, thì các CSI-RSRP chỉ được xác định đối với tập con của các tài nguyên này (ví dụ $M \leq K_A$ tài nguyên CSI-RS, trong đó M hoặc là có thể được ấn định hoặc được tạo cấu hình bởi mạng hoặc được chọn bởi UE). Theo một phương án khác, chỉ một CSI-RSRP thể hiện tất cả K_A tài nguyên CSI-RS (“các chùm”), ví dụ RSRP trung bình, RSRP tối thiểu, hoặc RSRP trung bình trên K_A tài nguyên CSI-RS được báo cáo kết hợp với CRI. Theo một phương án khác, chỉ hai CSI-RSRP thể hiện các CSI-RSRP tối đa và tối thiểu, các CSI-RSRP tối đa và trung bình, hoặc các CSI-RSRP trung bình và tối thiểu được báo cáo kết hợp với CRI.

Khi UE được tạo cấu hình để báo cáo CRI kết hợp với $M \leq K_A$ CSI-RSRP được liên kết với $M \leq K_A$ tài nguyên CSI-RS (trong đó giá trị M hoặc là được ấn định hoặc được tạo cấu hình bởi mạng), thì CRI và M CSI-RSRP có thể được liên kết để tạo thành từ mã UCI như được thể hiện trên Fig.6. Từ mã UCI 600 là chuỗi bit (mà bao gồm chuỗi bit đối với CRI 601 và chuỗi bit đối với M CSI-RSRP 602) $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ với a_0 tương ứng với bit thứ nhất của trường CRI trong từ mã UCI 600, a_1 tương ứng với bit thứ hai của trường CRI trong từ mã UCI 600, và a_{A-1} tương ứng với bit cuối của trường CSI-RSRP cuối (CSI-RSRP $M-1$) trong từ mã UCI 600.

Đối với thành phần thứ ba (tức là, CSI theo chu kỳ và bán ổn định), CSI bán ổn định (SP-CSI) có chức năng giống như P-CSI ngoại trừ SP-CSI yêu cầu thủ tục kích hoạt (hoặc qua báo hiệu RRC, MAC CE, hoặc báo hiệu điều khiển L1 DL) để bắt đầu và thủ tục ngừng kích hoạt để dừng lại.

Theo sáng chế, P-CSI/SP-CSI được thiết kế theo cách để tránh hoặc giảm thiểu tối đa sự phụ thuộc vào các khung con/khe. Khi ánh xạ một lớp CW được sử dụng, thì một CQI thể hiện tất cả các lớp trong một CW có thể được sử dụng cho đơn vị báo cáo xác

định trong miền tần số. Do đó, tải CQI (dù có một CQI trên dải báo cáo CSI hoặc CQI dải con) độc lập với giá trị RI. Ngoài ra, nếu P-CSI/SP-CSI được sử dụng để phản hồi phân giải thấp (ví dụ duy trì liên kết) – chẳng hạn như kiểu CSI kiểu I trong NR với một CQI và một PMI cho tất cả các dải con trong dải báo cáo CSI – thì tổng tải CSI có thể được điều chỉnh phù hợp dễ dàng trong một khung con/khe báo cáo UL.

Theo một phương án, P-CSI/SP-CSI bao gồm một báo cáo CSI trên mỗi dải báo cáo CSI gồm có một RI thể hiện tất cả dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, một CQI thể hiện tất cả L lớp (trong đó RI chỉ báo bậc L được tiên cử) và tất cả các dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, và một tập PMI thể hiện tất cả dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình. Một tập PMI có thể bao gồm một thông số chỉ số mã trước i , hoặc hai chỉ số mã trước (PMI thứ nhất và thứ hai) i_1 và i_2 , hoặc có thể có nhiều chỉ số mã trước. Ngoài ra, PMI thứ nhất có thể bao gồm một chỉ số mã trước, hai chỉ số mã trước $i_{1,1}$ và $i_{1,2}$ (ví dụ đối với các từ mã hai chiều). CQI, PMI, và RI được đề cập trước đó được báo cáo trong một khung con/khe UL. UE tính PMI được quy định trên RI được báo cáo trong cùng khung con/khe. Tương tự, UE tính CQI được quy định trên PMI và RI được báo cáo trong cùng khung con/khe.

Theo một phương án cải biến của phương án nêu trên, một thông số báo cáo CSI được sử dụng để thể hiện các giả thiết chung đối với PMI và RI. Chỉ nhằm mục đích minh họa, thông số báo cáo CSI này có thể được gọi là R-PMI có tải $\lceil \log_2(\sum_{r=1}^{R_{MAX}} H_r) \rceil$ bit, trong đó H_r là số lượng giả thiết mã trước được liên kết với bậc- r và R_{MAX} là số lượng tối đa các lớp (giá trị bậc) được tạo cấu hình cho UE. Một ví dụ về R-PMI được cho trong bảng 2 trong đó $\lceil \log_2(\sum_{r=1}^{R_{MAX}} H_r) \rceil$ bit được sử dụng và $\left(2^{\lceil \log_2(\sum_{r=1}^{R_{MAX}} H_r) \rceil} - (\sum_{r=1}^{R_{MAX}} H_r)\right)$ giả thiết còn lại, nếu có, được dành riêng, có thể sử dụng trong trường hợp khác/tương lai. Một tập PMI có thể bao gồm một thông số chỉ số mã trước i , hoặc hai chỉ số mã trước (PMI thứ nhất và thứ hai) i_1 và i_2 , hoặc có thể có nhiều chỉ số mã trước. Ngoài ra, PMI thứ nhất có thể bao gồm một chỉ số mã trước, hai chỉ số mã trước $i_{1,1}$ và $i_{1,2}$ (ví dụ đối với các từ mã hai chiều). Do đó, giả thiết PMI trong bảng 2 có thể thể hiện giả thiết đối với i , (i_1, i_2) , hoặc $(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2)$. Các tiếp cận này sử dụng các giả thiết chung có khả năng cho phép thực hiện giảm thiểu tối đa tải P-CSI/SP-CSI hiệu quả hơn đặc biệt khi số lượng giả thiết PMI thay đổi trên các giá trị RI khác nhau (mà thường là trường hợp này).

Bảng 2. Ví dụ về R-PMI

Giả thiết R-PMI	Giả thiết RI	Giả thiết PMI
0	RI=1	Mã trước 0 đối với RI=1
1	RI=1	Mã trước 1 đối với RI=1
...	...	...
$H_1 - 1$	RI=1	Mã trước $H_1 - 1$ đối với RI=1
...	...	...
$(\sum_{r=1}^{R_{MAX}-1} H_r)$	RI= R_{MAX}	Mã trước 0 đối với RI= R_{MAX}
$(\sum_{r=1}^{R_{MAX}-1} H_r) + 1$	RI= R_{MAX}	Mã trước 1 đối với RI= R_{MAX}
...	...	...
$(\sum_{r=1}^{R_{MAX}} H_r)$	RI= R_{MAX}	Mã trước $H_{R_{MAX}} - 1$ đối với RI= R_{MAX}
...	Dành riêng	
$2^{\lceil \log_2(\sum_{r=1}^{R_{MAX}} H_r) \rceil} - 1$		

Theo một phương án cải biến của phương án nêu trên, khi ánh xạ lớp 2-CW được sử dụng đối với các bậc cao hơn (chẳng hạn như bậc từ 5 tới 8, hoặc, tùy chọn là, bậc từ 3 tới 8) ngoài ánh xạ lớp 1-CW đối với các bậc thấp hơn (chẳng hạn tương ứng bậc từ 1 tới 4, hoặc, tùy chọn là, bậc từ 1 tới 2), một CQI thể hiện tất cả các lớp trong một CW hoặc hai CW có thể được sử dụng đối với đơn vị báo cáo xác định trong miền tần số. Do đó, tải CQI (dù có một CQI trên mỗi dải báo cáo CSI hoặc dải con CQI) vẫn có thể độc lập với giá trị RI bất kể số lượng CW. Trong trường hợp này, một thông số báo cáo CSI, như được mô tả ở trên trong phân đoạn trước đó, được sử dụng để thể hiện các giả thiết chung đối với PMI và RI. Đối với P-CSI/SP-CSI, báo cáo CSI bao gồm một báo cáo CSI trên mỗi dải báo cáo CSI gồm có một RI thể hiện tất cả dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, một CQI thể hiện tất cả L lớp (trong đó RI chỉ báo bậc L được tiến cử) và tất cả

các dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, và một tập PMI thể hiện tất cả dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình.

Theo một phương án khác, khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo CRI, có hai tùy chọn bất kể có CRI và CQI/PMI/RI được tính sử dụng cùng tài nguyên CSI-RS (MUX-1 trong thành phần 2) hoặc hai tài nguyên CSI-RS khác nhau (MUX-0 trong thành phần 2) hay không. Theo tùy chọn thứ nhất (Alt 0), CRI có thể được báo cáo riêng biệt (ví dụ trong tập các khung con/khe khác nhau) với CQI/PMI/RI. Tùy chọn này phù hợp hơn đối với MUX-0. Theo tùy chọn thứ hai (Alt 1), CRI được báo cáo cùng với CQI/PMI/RI (trong cùng tập các khung con/khe). Như được đề cập trước đó đối với thành phần 2, đối với mỗi một chỉ số tài nguyên trong số K_A chỉ số tài nguyên CSI-RS được chỉ báo trong CRI, thì ít nhất một CSI-RSRP (hoặc công suất thu của tín hiệu chuẩn-chùm) có thể được báo cáo.

Theo một phương án khác, khi UE được tạo cấu hình với sự phân bổ DL hoặc UL mà chỉ báo 2 CW, thì tổng tải đối với trường hợp này (bao gồm RI, PMI, và CQI) có thể được giữ giống nhau. Ở đây số lượng các bit được cấp phát để báo cáo RI là như nhau. Tuy nhiên, vì một CQI được sử dụng trên mỗi CW, nên chỉ chứa được một trường của CQI khi $L \leq 4$ (CQI-1). Tuy nhiên, khi số lượng CW là hai, thì có thể chứa được hai trường CQI (CQI-1 và CQI-2). CQI thứ hai CQI-2 có thể được báo cáo như CQI toàn phần hoặc CQI vi sai so với CQI thứ nhất CQI-1. Một ví dụ được thể hiện trong sơ đồ 610 trên Fig.6. Để duy trì tải giống nhau đối với P-CSI, thì báo cáo PMI đối với các bậc thấp hơn có thể được giảm xuống (vì các từ mã được liên kết với các bậc cao hơn thường có kích thước nhỏ hơn). Do đó, số lượng các bit đối với CQI-1 cộng PMI khi $RI \leq 4$ giống như số lượng các bit đối với CQI-1 cộng CQI-2 cộng PMI khi $RI > 4$. Điều này có lợi vì mã trước có xu hướng hoạt động tốt hơn đối với các bậc thấp hơn.

Khi UE được tạo cấu hình để báo cáo CSI đối với nhiều hơn một ($M > 1$) sóng mang thành phần (Component Carrier, CC) DL trong trường hợp kết hợp (cộng gộp) sóng mang (Carrier Aggregation, CA), thì chuỗi bit được liên kết với các CSI-UCI đối với M sóng mang thành phần DL khác nhau có thể được liên kết ($CC_0 | CC_1 | \dots | CC_{M-1}$) thành một từ mã UCI để được lập mã bằng khối mã kênh.

Mỗi một phương án được mô tả đối với thành phần 3 áp dụng (nói chung) để báo cáo CSI với tải nhỏ hợp lý – hoặc theo chu kỳ, bán ổn định, hoặc không theo chu kỳ; hoặc

dải rộng/dải riêng phần (một báo cáo trên mỗi dải báo cáo CSI được tạo cấu hình) hoặc dải con (một báo cáo trên mỗi dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình). CSI-UCI được liên kết có thể được truyền qua hoặc là kênh điều khiển UL riêng biệt với kênh PUSCH (như kênh PUCCH trong hệ thống LTE) hoặc kênh PUSCH bằng cách cấp phát số lượng nhỏ các PRB hoặc một phần PRB (tập sóng mang con trong một PRB và/hoặc tập các ký hiệu OFDM trong một khe). Tùy chọn thứ hai (truyền dẫn trên kênh PUSCH) có thể được hoàn thành dù có CSI-UCI được dồn kênh với dữ liệu SCH đường lên hay không.

Đối với thành phần thứ tư (tức là CSI không theo chu kỳ), CSI không theo chu kỳ (A-CSI) chứa báo cáo với độ chia tần số khác nhau (một báo cáo cho tất cả N_{SB} dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, hoặc một báo cáo trên mỗi dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình) đối với CQI và PMI. Tuy nhiên, RI và CRI (và (các) CSI-RSRP được liên kết của nó) chỉ được báo cáo với một độ chia tần số (một báo cáo cho tất cả N_{SB} dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình).

Ngoài ra, nếu ánh xạ lớp một-CW được sử dụng, thì tải CQI độc lập với giá trị RI. Tuy nhiên, tải PMI có thể phụ thuộc vào giá trị RI. Ví dụ, đối với CSI kiểu I (bình thường) với độ phân giải không gian thấp hơn, thì tải PMI có thể được tạo ra độc lập với giá trị RI hoặc ít phụ thuộc vào giá trị RI. Đối với CSI kiểu II (tăng cường) với độ phân giải không gian cao hơn, thì tải PMI có thể phụ thuộc vào giá trị RI (ví dụ tải PMI có thể tỷ lệ với giá trị RI với phần lượng tử/phản hồi trên mỗi lớp). Tuy nhiên, các phương án sau đây có thể được sử dụng dù có ánh xạ lớp một-CW được sử dụng hay không. Ví dụ, các phương án này có thể còn áp dụng được đối với ánh xạ lớp trong đó tối đa 2 CW được sử dụng (chẳng hạn như trường hợp được sử dụng trong hệ thống LTE).

Theo một phương án của sáng chế (sơ đồ 0), tất cả các thông số CSI được báo cáo được lập mã liên kết thành một từ mã. Từ mã này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 700 trên Fig.7 khi CQI, PMI, và RI được báo cáo. Một trường hợp sử dụng làm ví dụ đối với phương án này là khi chỉ một PMI được báo cáo cho toàn bộ dải báo cáo CSI (CRB), tức là báo cáo PMI “dải rộng” hoặc “dải riêng phần” (hoặc đối với CSI kiểu I, CSI kiểu II, hoặc cả hai kiểu CSI). Trong trường hợp này, PMI và RI có thể được chỉ báo chung như được thảo luận trong thành phần 3. Do đó, CQI có thể được lập

mã liên kết với PMI và RI. Sơ đồ 0 còn có thể được sử dụng khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo CRI hoặc báo cáo CRI kết hợp với ít nhất một CSI-RSRP hoặc, thông thường, số đo chất lượng để quản lý chùm (bao gồm CQI).

Theo một phương án khác của sáng chế (sơ đồ 1), khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI, thì RI được lập mã riêng biệt (phân đoạn từ mã 1) trong khi các thông số CSI được báo cáo khác được lập mã liên kết thành một phân đoạn từ mã (phân đoạn từ mã 2). Phân đoạn từ mã 2 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phân đoạn từ mã 1 là đầu vào của khối mã hóa kênh khác. Vì phân đoạn từ mã 1 ngắn, nên CRC có thể được thêm vào hoặc không. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 800 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng trên mỗi phân đoạn trước khi dồn kênh) và sơ đồ 850 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng sau khi dồn kênh hai phân đoạn) trên Fig.8.

Theo một phương án khác của sáng chế (sơ đồ 2), khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI, thì RI và ít nhất một thông số CSI khác có tải độc lập với giá trị RI được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 1. Phân đoạn từ mã 1 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Các thông số CSI còn lại khác được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Phân đoạn từ mã 2 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh.

So sánh với sơ đồ 1 và sơ đồ 3 (được mô tả sau đây) trong đó RI còn được lập mã riêng biệt từ ít nhất một thông số CSI khác, sơ đồ 2 cho phép RI (thường có tải nhỏ) được lập mã liên kết với ít nhất một thông số CSI khác chẳng hạn như tải của phân đoạn từ mã 1 đủ lớn để điều chỉnh việc chèn CRC sau khi mã hóa kênh. Với CRC, gNB, khi thu thông tin truyền dẫn CSI-UCI từ UE, có thể thực hiện phát hiện lỗi để kiểm tra độ tin cậy có CSI-UCI được giải mã thành công hay không. Việc phát hiện sai giá trị RI có thể gây hậu quả nghiêm trọng như được giải thích trước đây.

Theo một phương án cải biến của phương án (sơ đồ 2) nêu trên của sáng chế (sơ đồ 2A), khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI, thì RI và CQI được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 1. Phân đoạn từ mã 1 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. PMI (tất cả các thông số liên quan đến PMI) được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Phân đoạn

từ mã 2 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 900 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng trên mỗi phân đoạn trước khi dồn kênh) và sơ đồ 901 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng sau khi dồn kênh hai phân đoạn) trên Fig.9A. Một trường hợp sử dụng làm ví dụ đối với phương án này là khi CSI kiểu II được báo cáo với một báo cáo PMI đối với tất cả các dải con trong dải báo cáo CSI (nghĩa là hoặc là PMI “dải rộng” hoặc “dải riêng phần”). Trong trường hợp này, tải PMI, mặc dù chỉ một báo cáo, vẫn còn khá lớn và có thể được lập mã riêng biệt với CQI và RI (như phân đoạn từ mã 2). Một trường hợp sử dụng khác làm ví dụ đối với phương án này là khi PMI dải con được báo cáo (bất kể kiểu I/II, PMI một cấp hay hai cấp).

Theo một phương án cải biến của phương án (sơ đồ 2) nêu trên của sáng chế (sơ đồ 2B), các thông số CSI được chứa trong PMI được phân chia thành hai phần: PMI phần I và PMI phần II. Khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI, thì RI, CQI, và PMI phần I được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 1. Phân đoạn từ mã 1 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. PMI phần II được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Phân đoạn từ mã 2 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 910 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng trên mỗi phân đoạn trước khi dồn kênh) và sơ đồ 911 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng sau khi dồn kênh hai phân đoạn) trên Fig.9B.

Một số phương án phụ của sơ đồ 2B có thể được mô tả như sau.

Theo phương án phụ thứ nhất của sơ đồ 2B, PMI phần I bao gồm các thông số báo cáo PMI được liên kết với lớp thứ nhất trong khi PMI phần II bao gồm các thông số báo cáo PMI được liên kết với lớp thứ hai cho tới lớp cuối (với $RI=L$, lớp này tương ứng với lớp thứ L). Phương án này liên quan đặc biệt đối với CSI kiểu II khi PMI có thể được xác định trên mỗi lớp.

Theo phương án phụ thứ hai của sơ đồ 2B, PMI phần I bao gồm các thông số báo cáo PMI được liên kết với thông số PMI (dải rộng) thứ nhất hoặc cấp thứ nhất i_1 , hoặc (i_{11}, i_{12}) chung cho tất cả các lớp, trong khi PMI phần II bao gồm các thông số báo cáo PMI được liên kết với thông số PMI thứ hai hoặc cấp thứ hai i_2 (phụ thuộc giá trị RI). Phương án này liên quan đến cả CSI kiểu I và kiểu II khi tải PMI được xác định phụ thuộc

vào giá trị RI. Một trường hợp sử dụng làm ví dụ đối với phương án phụ này trong đó độ chia tần số PMI trên mỗi dải con, RI và thông số PMI (dải rộng) thứ nhất hoặc cấp thứ nhất i_1 , hoặc (i_{11}, i_{12}) – một báo cáo thông số i_1 trên mỗi dải báo cáo CSI bất kể độ chia tần số PMI có thể được chỉ báo chung như được mô tả trong thành phần 3. Thông số PMI thứ hai hoặc cấp thứ hai i_2 (phụ thuộc vào giá trị RI) có thể được báo cáo trên mỗi dải con.

Theo phương án phụ thứ ba của sơ đồ 2B, PMI phần I bao gồm các thông số báo cáo PMI được liên kết với thông số PMI (dải rộng) thứ nhất hoặc cấp thứ nhất i_1 , hoặc (i_{11}, i_{12}) chung cho tất cả các lớp, cũng như thông số PMI thứ hai hoặc cấp thứ hai i_2 được liên kết với lớp thứ nhất. PMI phần II bao gồm các thông số báo cáo PMI được liên kết với thông số PMI thứ hai hoặc cấp thứ hai i_2 được liên kết với lớp thứ hai cho tới lớp cuối (với giá trị RI=L, lớp này tương ứng với lớp thứ L). Phương án này liên quan đặc biệt đối với CSI kiểu II khi PMI có thể được xác định trên mỗi lớp.

Đối với sơ đồ 2/2A/2B, được dự kiến rằng mỗi phân đoạn từ mã trong hai phân đoạn từ mã là đủ lớn. Do đó, mã cực hoặc mã xoắn cần đuôi (Tail Biting Convolutional Code, TBCC) có thể được sử dụng. Liên quan đến việc chèn CRC cho hai phân đoạn từ mã, CRC L_{CRC} -bit có thể được chèn vào trong mỗi phân đoạn từ mã trong số hai phân đoạn từ mã (dẫn đến việc hai lần chèn CRC riêng biệt) trước khi mã hóa kênh. Nếu kích thước của một phân đoạn là đủ lớn mà hoạt động phân đoạn CB/khối mã cần để thực hiện, thì CRC L_{CRC} -bit có thể được chèn vào trong mỗi CB. Tùy chọn là, chỉ một CRC L_{CRC} -bit có thể được sử dụng cho cả hai phân đoạn từ mã (do đó CRC chung cho các phân đoạn 1 và 2). Trong trường hợp này, việc chèn CRC được thực hiện trước khi phân đoạn từ mã CSI-UCI thành hai phân đoạn. Tương tự như vậy, nếu kích thước từ mã CSI-UCI là đủ lớn mà hoạt động phân đoạn Cb/khối mã cần để thực hiện, thì CRC L_{CRC} -bit có thể được chèn vào trong mỗi CB.

Đối với sơ đồ 2/2A/2B, gNB trước hết có thể giải mã phân đoạn từ mã 1 (bao gồm giá trị RI) trước phân đoạn 2 (có kích thước phụ thuộc vào giá trị RI). Dựa trên giá trị RI được giải mã, thì kích thước tải của phân đoạn 2 được xác định. Ngoài ra, nếu ít nhất một CRC L_{CRC} -bit được chèn vào trong phân đoạn từ mã 1, thì gNB có thể kiểm tra có phân đoạn 1 được giải mã thành công hay không. Điều này làm tăng độ tin cậy đối với kết quả gNB đưa ra về kích thước tải của phân đoạn 2.

Đối với sơ đồ 2/2A/2B, khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo CRI (có hoặc không có CSI-RSRP), thì CRI hoặc CRI+CSI-RSRP có thể được chứa trong phân đoạn từ mã 1, tức là, được lập mã liên kết với giá trị RI và ít nhất một thông số CSI khác có kích thước tải độc lập với giá trị RI.

Theo một phương án khác của sáng chế (sơ đồ 3), khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI, thì RI được lập mã để tạo thành phân đoạn từ mã 1, CQI được lập mã để tạo thành phân đoạn từ mã 2, và PMI được lập mã để tạo thành phân đoạn từ mã 3. Mỗi phân đoạn từ mã trong số ba phân đoạn từ mã, có khả năng sau khi chèn CRC khối mã (CB) và/hoặc phân đoạn CB, là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 1000 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng trên mỗi phân đoạn trước khi dồn kênh) và sơ đồ 1001 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng sau khi dồn kênh hai phân đoạn) trên Fig.10. Việc mã hóa kênh và chèn CRC đối với sơ đồ 3 giống như mã hóa kênh và chèn CRC đối với các sơ đồ 2/2A/2B nhờ mở rộng phần mô tả đối với 3 phân đoạn từ mã.

Theo một phương án cải biến của các phương án bất kỳ được nêu ở trên 0/1/2/2A/2B/3, khi ánh xạ lớp 2-CW được sử dụng đối với các bậc cao hơn (chẳng hạn như bậc từ 5 tới 8, hoặc, tùy chọn là, bậc từ 3 tới 8) ngoài ánh xạ lớp 1-CW đối với các bậc thấp hơn (chẳng hạn tương ứng bậc từ 1 tới 4, hoặc, tùy chọn là, bậc từ 1 tới 2), thì một CQI thể hiện tất cả các lớp trong một CW hoặc hai CW có thể được sử dụng đối với đơn vị báo cáo xác định trong miền tần số. Do đó, tải CQI (dù có một CQI trên mỗi dải báo cáo CSI hoặc dải con CQI) vẫn có thể độc lập với giá trị RI bất kể số lượng CW. Trong trường hợp này, một thông số báo cáo CSI, như được mô tả ở trên trong phân đoạn trước đó, được sử dụng để thể hiện các giả thiết chung đối với PMI và RI. Đối với P-CSI/SP-CSI, báo cáo CSI bao gồm một báo cáo CSI trên mỗi dải báo cáo CSI gồm có một RI thể hiện tất cả dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, một CQI thể hiện tất cả L lớp (trong đó RI chỉ báo bậc L được tiến cử) và tất cả các dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình, và một tập PMI thể hiện tất cả dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình.

Phương án khác của sáng chế (sơ đồ 4) có thể được sử dụng khi ánh xạ lớp 2-CW được sử dụng cho các bậc cao hơn (khi $RI > x$, chẳng hạn như $RI > 4$, hoặc, tùy chọn là, $RI > 2$) ngoài ánh xạ lớp 1-CW đối với các bậc thấp hơn (tương ứng khi $RI \leq x$, chẳng hạn

như $RI \leq 4$, hoặc, tùy chọn là, $RI \leq 2$). Trong trường hợp này, tùy thuộc vào giá trị RI , số lượng các CW có thể thay đổi giữa 1 và 2, các CQI khác nhau có thể được sử dụng đối với hai CW khác nhau khi giá trị RI có nghĩa là sử dụng 2 CW (tức là, CQI-1 cho CW thứ nhất và, khi $RI > x$, thì CQI-2 cho CW thứ hai). Nói cách khác, khi $RI \leq x$ (chẳng hạn như $RI \leq 4$, hoặc, tùy chọn là, $RI \leq 2$), thì một CQI (CQI-1) thể hiện một CW được báo cáo. Ngược lại, khi $RI > x$ (chẳng hạn $RI > 4$, hoặc, tùy chọn là, $RI > 2$), thì hai CQI (CQI-1 và CQI-2) thể hiện hai CW được báo cáo. Hai phương án phụ của sơ đồ 4 được thể hiện trên Fig.11A và Fig.11B.

Theo phương án phụ được thể hiện trên Fig.11A, các thông số CSI được chứa trong PMI được chia thành hai phần: PMI phần I và PMI phần II. Do đó, phần mô tả các ví dụ khác nhau đối với PMI phần I và phần II từ sơ đồ 2/2A/2B có thể áp dụng. Khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI , thì RI , CQI-1, và PMI phần I được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 1. Phân đoạn từ mã 1 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Khi $RI > x$ (xem phần trên), thì PMI phần II được lập mã liên kết với CQI-2 để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Ngược lại, khi $RI \leq x$, thì chính PMI phần II được lập mã để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Phân đoạn từ mã 2 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 1100 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng trên mỗi phân đoạn trước khi dồn kênh) và sơ đồ 1101 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng sau khi dồn kênh hai phân đoạn) trên Fig.11A.

Theo phương án phụ được thể hiện trên Fig.11B, các thông số CSI được chứa trong PMI được lập mã cùng nhau. Khi UE được tạo cấu hình bằng báo cáo RI , thì RI và CQI-1 được lập mã liên kết để tạo thành phân đoạn từ mã 1. Phân đoạn từ mã 1 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Khi $RI > x$ (xem phần trên), thì PMI được lập mã liên kết với CQI-2 để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Ngược lại, khi $RI \leq x$, thì chính PMI được lập mã để tạo thành phân đoạn từ mã 2 khác. Phân đoạn từ mã 2 này, sau khi chèn CRC khối mã (CB) (hoặc có khả năng phân đoạn CB), là đầu vào của khối mã hóa kênh. Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 1110 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng trên mỗi phân đoạn trước

khi dồn kênh) và sơ đồ 1111 (trong đó bộ ánh xạ điều biến được áp dụng sau khi dồn kênh hai phân đoạn) trên Fig.11B.

Theo phương án phụ khác mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, hệ số công suất/biên độ chùm có thể được báo cáo riêng biệt cùng PMI thứ nhất (PMI phần I) i_1 . Dựa trên giá trị của hệ số công suất/biên độ chùm (dải rộng) như vậy, thì các tải báo cáo dải con có thể được điều chỉnh. Theo một ví dụ, khi một số hệ số trong số hệ số kết hợp/biên độ chùm là không, thì tổng tải báo cáo dải con có thể được làm giảm xuống bằng cách không báo cáo, ví dụ, phần dải con của hệ số công suất/biên độ chùm (khi UE được tạo cấu hình để báo cáo hệ số công suất/biên độ chùm dải con cùng hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng). Ở đây, giá trị L có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc MAC CE. Tuy nhiên, khi một số hệ số trong số hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng có thể bằng không, thì tổng CSI được báo cáo có thể thay đổi động.

Do đó, phân đoạn thứ nhất có thể mang các thông số CSI mà không bị ảnh hưởng bởi giá trị RI và/hoặc số lượng hệ số công suất/biên độ dải rộng khác không, chẳng hạn như hệ số công suất/biên độ dải rộng đối với lớp thứ nhất (Amp-1, bao gồm chỉ báo cho hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ nhất), cùng với giá trị RI (tối đa bằng 2), CQI (chỉ một CQI được báo cáo vì bậc tối đa bằng 2), và PMI thứ nhất (i_1 mà được báo cáo như thông số CSI dải rộng, được thể hiện như PMI phần I). Phân đoạn thứ hai bao gồm PMI thứ hai (i_2 mà có thể được báo cáo trên mỗi dải con và trên mỗi lớp, được thể hiện như PMI phần II), hệ số công suất/biên độ dải rộng đối với lớp thứ hai (Amp-2 dải rộng, nếu giá trị RI=2, mà bao gồm chỉ báo cho hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ hai), và phần dải con của hệ số công suất/biên độ (Amp-1 dải con đối với lớp thứ nhất và, nếu RI=2, Amp-2 dải con đối với lớp thứ hai, khi UE được tạo cấu hình để báo cáo hệ số công suất/biên độ chùm dải con cùng hệ số công suất/biên độ dải rộng). Phương án này được thể hiện trong sơ đồ 1120 trên Fig.11C.

Tùy chọn là, hệ số công suất/biên độ dải rộng đối với lớp thứ hai (Amp-2 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ hai) có thể được chứa trong phân đoạn thứ nhất như được thể hiện trong sơ đồ 1121 trên Fig.11C (vì tải của báo cáo dải rộng này). Trong trường hợp này, vì tải của phân đoạn thứ nhất được duy trì giống nhau bất kể giá trị của RI (1 hoặc 2), nên tải của phân đoạn thứ nhất được xác định hoặc được cung cấp giả định RI=2.

Các phương án được thể hiện trong các sơ đồ 1120 và 1121 có thể được mở rộng khi kiểu I được hỗ trợ đối với bậc 1, 2, 3, và 4. Phần mở rộng này có thể được đưa ra bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Theo phương án phụ khác được thể hiện trong sơ đồ 1122 (phương án cải biến của phương án được thể hiện trong sơ đồ 1121) mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, hệ số công suất/biên độ chùm có thể được báo cáo riêng biệt cùng PMI thứ nhất (PMI phần I) i_1 . Dựa trên giá trị của hệ số công suất/biên độ chùm (dải rộng) như vậy, thì các tải báo cáo dải con có thể được điều chỉnh. Theo một ví dụ, khi một số hệ số trong số hệ số kết hợp/biên độ chùm là không, thì tổng tải báo cáo dải con có thể được làm giảm xuống bằng cách không báo cáo, ví dụ, phần dải con của hệ số công suất/biên độ chùm (khi UE được tạo cấu hình để báo cáo hệ số công suất/biên độ chùm dải con cùng hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng). Ở đây, giá trị L có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc MAC CE. Tuy nhiên, khi một số hệ số trong số hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng có thể bằng không, thì tổng CSI được báo cáo có thể thay đổi động.

Theo phương án phụ làm ví dụ này, hệ số công suất/biên độ dải rộng được liên kết với cả lớp thứ nhất và lớp thứ hai (Amp-1 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ nhất, Amp-2 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ hai) có thể được chứa trong phân đoạn thứ nhất như được thể hiện trong sơ đồ 1122 trên Fig.11C (vì tải của báo cáo dải rộng này). Ở đây cả hai tập hệ số được chứa trong phân đoạn thứ nhất bất kể giá trị RI. Tuy nhiên, RI không được chứa hoặc được báo cáo—nhưng thay vào đó có thể được đưa ra từ các giá trị Amp-1 dải rộng và/hoặc Amp-2 dải rộng. Ví dụ, nếu hệ số biên độ $2L$ tương ứng với Amp-2 dải rộng là không, thì có thể được giả định rằng $RI=1$. Hoặc tương tự hệ số biên độ $2L$ tương ứng với Amp-1 dải rộng là không, thì có thể được giả định rằng $RI=1$.

Trong trường hợp này, vì tải của phân đoạn thứ nhất được duy trì giống nhau bất kể giá trị của RI (1 hoặc 2), nên tải của phân đoạn thứ nhất được xác định hoặc được cung cấp giả định $RI=2$.

Theo một phương án phụ khác được thể hiện trong sơ đồ 1130 trên Fig.11D (phương án khác của phương án trước được thể hiện trong sơ đồ 1121 trên Fig.11C) mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, ba phần dồn kênh UCI được sử dụng trong đó CQI, RI, và PMI phần I được dồn kênh và được lập mã cùng trong phần 1, nhưng riêng

biệt với Amp-1 dải rộng và/hoặc Amp-2 dải rộng (chỉ chứa Amp-2 dải rộng nếu $RI=2$, ngược lại chỉ chứa Amp-1 dải rộng) trong phần 2. Các thông số khác (PMI phần II, Amp-1 dải con, và, nếu $RI=2$, Amp-2 dải con) được dồn kênh trong phần 3, mà được lập mã riêng biệt với phần 1 và phần 2. Dựa trên giá trị của hệ số công suất/biên độ chùm (dải rộng) như vậy, thì các tải báo cáo dải con có thể được điều chỉnh. Theo một ví dụ, khi một số hệ số trong số hệ số kết hợp/biên độ chùm là không, thì tổng tải báo cáo dải con có thể được làm giảm xuống bằng cách không báo cáo, ví dụ, phần dải con của hệ số công suất/biên độ chùm (khi UE được tạo cấu hình để báo cáo hệ số công suất/biên độ chùm dải con cùng hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng). Ở đây, giá trị L có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc MAC CE. Tuy nhiên, khi một số hệ số trong số hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng có thể bằng không, thì tổng CSI được báo cáo có thể thay đổi động.

Theo phương án phụ làm ví dụ này, hệ số công suất/biên độ dải rộng được liên kết với cả lớp thứ nhất và lớp thứ hai (Amp-1 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ nhất, Amp-2 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ hai) có thể được chứa trong phân đoạn thứ hai (phần 2) được thể hiện trong sơ đồ 1130 trên Fig.11D (vì tải của báo cáo dải rộng này thay đổi với giá trị RI được báo cáo).

Tùy chọn là, như được thể hiện trong sơ đồ 1131 trên Fig.11D, phần 1 chứa giá trị RI và CQI trong khi phần 2 chứa PMI phần I, Amp-1 dải rộng, và Amp-2 dải rộng (chỉ chứa Amp-2 dải rộng nếu $RI=2$, ngược lại chỉ chứa PMI phần I và Amp-1 dải rộng) trong phần 2.

Theo một phương án phụ khác được thể hiện trong sơ đồ 1132 trên Fig.11D (phương án khác của phương án trước được thể hiện trong sơ đồ 1121 trên Fig.11C) mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, ba phần dồn kênh UCI được sử dụng trong đó CQI , RI , PMI phần I, và Amp-1 dải rộng được dồn kênh và được lập mã cùng nhau trong phần 1, và Amp-2 dải rộng (Amp-2 dải rộng chỉ được báo cáo nếu $RI=2$) trong phần 2. Các thông số khác (PMI phần II, Amp-1 dải con, và, nếu $RI=2$, Amp-2 dải con) được dồn kênh trong phần 3, mà được lập mã riêng biệt với phần 1 và phần 2. Dựa trên giá trị của hệ số công suất/biên độ chùm (dải rộng) như vậy, thì các tải báo cáo dải con có thể được điều chỉnh. Theo một ví dụ, khi một số hệ số trong số hệ số kết hợp/biên độ chùm là

không, thì tổng tải báo cáo dải con có thể được làm giảm xuống bằng cách không báo cáo, ví dụ, phần dải con của hệ số công suất/biên độ chùm (khi UE được tạo cấu hình để báo cáo hệ số công suất/biên độ chùm dải con cùng hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng). Ở đây, giá trị L có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc MAC CE. Tuy nhiên, khi một số hệ số trong số hệ số công suất/biên độ chùm dải rộng có thể bằng không, thì tổng CSI được báo cáo có thể thay đổi động.

Theo phương án phụ làm ví dụ này, hệ số công suất/biên độ dải rộng được liên kết với lớp thứ nhất (Amp-1 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ nhất), được chứa trong phân đoạn thứ nhất (phần 1). Do đó, tải của báo cáo phần 1 được cố định. Hệ số công suất/biên độ dải rộng được liên kết với lớp thứ hai (Amp-2 dải rộng, mà bao gồm chỉ báo đối với hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ hai) được chứa trong phân đoạn thứ hai (phần 2) như được thể hiện trong sơ đồ 1132 trên Fig.11D. Vì tải của báo cáo dải rộng này (phần 2) thay đổi tùy thuộc vào giá trị RI được báo cáo. Nếu RI=1, phần 2 không được báo cáo, và nếu RI=2, Amp-2 dải rộng đối với lớp thứ hai (được chứa trong phần 2) được báo cáo. Mặt khác, phần 3 được báo cáo.

Tùy chọn là, như được thể hiện trong sơ đồ 1133 trên Fig.11E, phần 1 chứa RI, CQI, và Amp-1 dải rộng trong khi phần 2 chứa PMI phần I và Amp-2 dải rộng (chỉ chứa Amp-2 dải rộng nếu RI=2, ngược lại chỉ chứa PMI phần I) trong phần 2.

Theo các phương án trước đó (được thể hiện trong các sơ đồ từ 1121 tới 1133) về báo cáo CSI kiểu II, thì PMI phần I (i_1) chỉ báo hai thành phần sau đây: 1) Hệ số xoay (q_1, q_2) trong đó $q_1, q_2 \in \{0,1,2,3\}$, tương ứng với 16 dạng kết hợp (do đó yêu cầu 4-bit báo cáo), và 2) Lựa chọn L chùm trực giao, hoặc là chung, $\lceil \log_2 \left\langle \frac{N_1 N_2}{L} \right\rangle \rceil$ bit, hoặc độc lập trên mỗi chùm, $L \lceil \log_2 (N_1 N_2) \rceil$ bit. Hai thành phần này được báo cáo chung hoặc riêng như hai thành phần của PMI phần I.

Theo các phương án ở trên (được thể hiện trong các sơ đồ từ 1121 tới 1133) về báo cáo CSI kiểu II, thì Amp-1 dải rộng và Amp-2 dải rộng còn có thể được dùng để chỉ RPI₀ và RPI₁ trong đó RPI là chỉ báo công suất tương đối. Ngoài ra, RPI₀ chỉ báo hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ nhất và các biên độ dải rộng (Wideband, WB) $p_{0,0}^{(WB)}, \dots, p_{0,2L-2}^{(WB)}$ của $(2L - 1)$ hệ số còn lại đối với lớp thứ nhất, trong khi RPI₁ chỉ báo hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ hai và các biên độ WB $p_{1,0}^{(WB)}, \dots, p_{1,2L-2}^{(WB)}$ của $(2L - 1)$ hệ số còn lại đối với lớp thứ hai.

Các hệ số chính/tốt nhất đối với lớp thứ nhất và lớp thứ hai còn có thể được dùng để chỉ SCI_0 và SCI_1 , SCI là chỉ báo hệ số tốt nhất. Theo một phương án khác, SCI_0 và SCI_1 cũng có thể được báo cáo riêng biệt với các biên độ dải rộng (WB) đối với hai lớp. Trong trường hợp này, RPI_0 và RPI_1 chỉ báo biên độ WB của $(2L - 1)$ hệ số còn lại đối với hai lớp.

Theo các phương án ở trên (được thể hiện trong các sơ đồ từ 1121 tới 1133) về báo cáo CSI kiểu II, thì Amp-1 dải con và Amp-2 dải con còn có thể được dùng để chỉ $SRPI_0$ và $SRPI_1$ trong đó $SRPI$ là chỉ báo công suất tương đối của dải con. Ngoài ra, $SRPI_0$ chỉ báo biên độ dải con (Subband, SB) $p_{0,0}^{(SB)}, \dots, p_{0,2L-2}^{(SB)}$ của $2L-1$ hệ số còn lại đối với lớp thứ nhất, và $SRPI_1$ chỉ báo biên độ dải con (SB) $p_{1,0}^{(SB)}, \dots, p_{1,2L-2}^{(SB)}$ của $2L-1$ hệ số còn lại đối với lớp thứ hai.

Theo các phương án ở trên (được thể hiện trong các sơ đồ từ 1121 tới 1133) về báo cáo CSI kiểu II, thì PMI phần II (i_2) chỉ báo pha SB của $2L - 1$ hệ số đối với mỗi lớp. Như vậy, nếu $RI=1$, thì lúc đó PMI phần II tương ứng với $i_2 = i_{2,0}$ đối với một lớp, và nếu $RI=2$, thì lúc đó PMI phần II tương ứng với $i_2 = (i_{2,0}, i_{2,1})$ đối với hai lớp.

Đối với mỗi một lớp, pha SB và biên độ SB còn có thể được báo cáo chung như PMI phần II-1 (bao gồm $i_{2,0}$ và $SRPI_0$ đối với lớp thứ nhất) và PMI phần II-2 (bao gồm $i_{2,1}$ và $SRPI_1$ đối với lớp thứ hai). Hai ví dụ được thể hiện trên Fig.11E (các sơ đồ 1134 và 1135).

Theo các phương án về kiểu báo cáo CSI kiểu II, thì PMI bao gồm PMI (WB) thứ nhất i_1 và PMI (SB) thứ hai i_2 . PMI thứ nhất $i_1 = [i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,3}, i_{1,4}]$ bao gồm hai thành phần chung lớp (tức là được báo cáo chung đối với hai lớp nếu UE báo cáo $RI = 2$): 1) tập cơ sở trực giao (được chỉ báo sử dụng chỉ số $i_{1,1}$ chỉ báo các hệ số xoay (q_1, q_2)) và 2) lựa chọn L chùm (được chỉ báo sử dụng chỉ số $i_{1,2}$). Ngoài ra, hai thành phần lớp riêng biệt (tức là được báo cáo đối với mỗi lớp trong số hai lớp nếu UE báo cáo $RI = 2$) được báo cáo: 1) hệ số tốt nhất (được chỉ báo sử dụng chỉ số $i_{1,3}$) và 2) các biên độ WB $p_{l,i}^{(1)}$ (được chỉ báo sử dụng chỉ số $i_{1,4}$).

Các chỉ số $i_{1,3}$ và $i_{1,4}$ còn có thể được mô tả như $i_{1,3} = \begin{cases} [i_{1,3,1}] & RI = 1 \\ [i_{1,3,1} \quad i_{1,3,2}] & RI = 2 \end{cases}$ và $i_{1,4} = \begin{cases} [i_{1,4,1}] & RI = 1 \\ [i_{1,4,1} \quad i_{1,4,2}] & RI = 2 \end{cases}$. PMI thứ hai $i_2 = [i_{2,1}, i_{2,2}]$ bao gồm hai thành phần lớp

riêng biệt: 1) pha SB $c_{l,i}$ được chỉ báo sử dụng chỉ số $i_{2,1}$ và 2) biên độ SB $p_{l,i}^{(2)}$ (mà có thể được bật hoặc tắt bởi báo hiệu RRC) được chỉ báo sử dụng chỉ số $i_{2,2}$, trong đó $i_{2,1} = \begin{cases} [i_{2,1,1}] & \text{RI} = 1 \\ [i_{2,1,1} \quad i_{2,1,2}] & \text{RI} = 2 \end{cases}$ và $i_{2,2} = \begin{cases} [i_{2,2,1}] & \text{RI} = 1 \\ [i_{2,2,1} \quad i_{2,2,2}] & \text{RI} = 2 \end{cases}$.

Lưu ý rằng $i_{1,3,2}$, $i_{1,4,2}$, $i_{2,1,2}$, và $i_{2,1,2}$ được báo cáo chỉ khi RI = 2 được báo cáo. Chỉ số dưới $l \in \{0,1\}$ được sử dụng cho các lớp, và chỉ số dưới $i \in \{0,1,\dots,2L-1\}$ được sử dụng cho các hệ số. PMI thứ nhất được báo cáo theo kiểu dải rộng (WB) và PMI thứ hai có thể được báo cáo theo kiểu dải rộng hoặc dải con (SB).

Theo phương án được thể hiện trong sơ đồ 1140 mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, được thể hiện trên Fig.11F, hai phần đồn kênh UCI được sử dụng trong đó CQI, RI, và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được đồn kênh và được lập mã cùng nhau trong phần 1, trong đó $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ lần lượt chỉ báo (DEF A) số lượng các biên độ WB được báo cáo mà lần lượt bằng không đối với lớp 1 và lớp 2, tức là $p_{l,i}^{(1)} = 0$; hoặc tùy chọn là, chúng chỉ báo (DEF B) số lượng các biên độ WB được báo cáo mà lần lượt không bằng không đối với lớp 1 và lớp 2, tức là $p_{l,i}^{(1)} \neq 0$; Các thông số CSI còn lại được đồn kênh và được lập mã trong phần 2, trong đó CSI còn lại bao gồm PMI thứ nhất i_1 và PMI thứ hai (i_2).

Dựa trên giá trị $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo trong phần 1, thì tải báo cáo CSI (tính theo bit) đối với phần 2 được xác định. Cụ thể, các thành phần của PMI thứ hai i_2 chỉ được báo cáo đối với các hệ số có các biên độ WB được báo cáo tương ứng không bằng không.

Theo một phương án được thể hiện trong sơ đồ 1141 mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, ba phần đồn kênh UCI được sử dụng trong đó phần 1 giống với phương án được thể hiện trong sơ đồ 1140, phần 2 và phần 3 bao gồm các thành phần của PMI thứ nhất i_1 và PMI thứ hai i_2 theo ít nhất một trong số các tùy chọn được thể hiện trong bảng 3. Một ví dụ minh họa (đối với sơ đồ 1141 trong bảng 3) được thể hiện trên Fig.11F.

Bảng 3: Các tùy chọn đối với phần 2 và phần 3 đối với phương án được thể hiện trong sơ đồ 1141

Các tùy chọn	Phần 2	Phần 3
1141-0	i_1	i_2
1141-1	$i_{1,3}, i_{1,4}$	$i_{1,1}, i_{1,2}, i_2$

1141-2	$i_{1,3}$	$i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,4}, i_2$
1141-3	$i_{1,4}$	$i_{1,1}, i_{1,2}, i_{1,3}, i_2$

Số lượng các giá trị thích hợp để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$ tùy thuộc vào giá trị L mà được tạo cấu hình (qua RRC). Ít nhất một trong số các tùy chọn sau đây được sử dụng để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$. Theo một tùy chọn (Alt A), trong đó giả định DEF A đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 1\}$. Theo tùy chọn khác (Alt B), trong đó giả định rằng DEF A đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 2\}$, vì biên độ WB đối với hệ số tốt nhất (được chỉ báo bởi $i_{1,3}$) không thể bằng không, nên được loại trừ trong báo cáo $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ và do đó dải giá trị đối với $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ có thể giảm 1. Theo tùy chọn khác (Alt C), trong đó giả định rằng DEF B đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 1\}$. Theo tùy chọn khác (Alt D), trong đó giả định rằng DEF B đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 2\}$ (hoặc $\{1, 2, \dots, 2L - 1\}$), vì biên độ WB đối với hệ số tốt nhất (được chỉ báo bởi $i_{1,3}$) thường không bằng không, nên được loại trừ (hoặc thường được chứa) trong báo cáo $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ và do đó dải giá trị đối với $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ có thể giảm 1. Theo một tùy chọn (Alt E), trong đó giả định rằng DEF A đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 1\}$, và $N_{0,2} = 2L$ nếu RI=1 và nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 1\}$ nếu RI=2. Theo một phương án (Alt F), trong đó giả định rằng DEF B đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ nhận giá trị từ $\{1, \dots, 2L\}$, và $N_{0,2} = 0$ nếu RI=1 và nhận giá trị từ $\{1, \dots, 2L\}$ nếu RI=2. Lưu ý rằng giá trị tối thiểu mà $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ có thể nhận là 1 vì hệ số tốt nhất (được chỉ báo bởi $i_{1,3}$) thường không bằng không (bằng 1). Tùy chọn là, nếu hệ số tốt nhất được loại trừ trong phần xác định $(N_{0,1}, N_{0,2})$, thì lúc đó $N_{0,1}$ nhận giá trị từ $\{0, \dots, 2L - 1\}$, và $N_{0,2} = -1$ nếu RI=1 và nhận giá trị từ $\{0, \dots, 2L - 1\}$ nếu RI=2. Các giá trị trước đó đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được giả định trong các phương án sau liên quan đến tùy chọn Alt F. Tuy nhiên, các phương án này là phương án tổng quát và có thể áp dụng được cho các giá trị sau. Theo một tùy chọn (Alt G), trong đó giả định rằng DEF A đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, P - 1\}$, và $N_{0,2} = P$ nếu RI=1 và nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, P - 1\}$ nếu RI=2, trong đó $0 < P \leq 2L$. Theo một tùy chọn (Alt H), trong đó giả định rằng DEF B đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ nhận giá trị từ $\{2L - P + 1, \dots, 2L\}$, và $N_{0,2} = 0$ nếu RI=1 và nhận giá trị từ $\{2L - P +$

$1, \dots, 2L\}$ nếu $RI=2$, trong đó $0 < P \leq 2L$. Lưu ý rằng giá trị tối thiểu mà $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ có thể nhận là 1 vì hệ số tốt nhất (được chỉ báo bởi $i_{1,3}$) thường không bằng không (bằng 1). Tùy chọn là, nếu hệ số mạnh nhất được loại trừ trong phân xác định $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ nhận giá trị từ $\{2L - P, \dots, 2L - 1\}$, và $N_{0,2} = -1$ nếu $RI=1$ và nhận giá trị từ $\{2L - P, \dots, 2L - 1\}$ nếu $RI=2$. Các giá trị trước đó đối với $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được giả định trong các phương án sau liên quan đến tùy chọn Alt H. Tuy nhiên, các phương án này là phương án tổng quát và có thể áp dụng được cho các giá trị sau.

Các giá trị làm ví dụ đối với P trong tùy chọn Alt G và Alt H được cố định $P = L$. Tùy chọn là, P được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn (RRC) hoặc được tạo cấu hình động qua dựa trên MAC CE hoặc báo hiệu dựa trên DCI.

Theo một phương án phụ của phương án này, RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo riêng biệt sử dụng 1-bit để báo cáo RI , và $\lceil \log_2(2L) \rceil$ bit (đối với tùy chọn Alt A, Alt C, Alt E, và Alt F) hoặc $\lceil \log_2(2L - 1) \rceil$ bit (đối với tùy chọn Alt B và D) hoặc $\lceil \log_2(P) \rceil$ bit (đối với tùy chọn Alt G và H) nếu $RI = 1$ được báo cáo, và sử dụng $2\lceil \log_2(2L) \rceil$ bit (đối với tùy chọn Alt A, Alt C, Alt E, và Alt F) hoặc $2\lceil \log_2(2L - 1) \rceil$ bit (đối với tùy chọn Alt B và D) hoặc $2\lceil \log_2(P) \rceil$ bit (đối với tùy chọn Alt G và H) nếu $RI = 2$ được báo cáo.

Theo một phương án phụ khác của phương án này (dựa trên tùy chọn Alt A tới Alt D), RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo chung theo ít nhất một trong số các tùy chọn sau. Theo một tùy chọn, trong đó giả định rằng Alt A hoặc Alt C để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 1\}$. Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung tương ứng được thể hiện trong bảng 4. Tùy chọn là, báo cáo chung theo các bảng riêng biệt lần lượt được thể hiện trong các bảng 5, bảng 6, và bảng 7 đối với $L = 2, 3$, và 4. Số bit để báo cáo (I) đối với báo cáo chung này là $\lceil \log_2(4L^2 + 2L) \rceil$ lần lượt tương ứng với 5, 6, và 7 bit đối với $L = 2, 3$, và 4. Theo một tùy chọn, trong đó giả định Alt B hoặc Alt D để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$ nhận giá trị từ $\{0, 1, \dots, 2L - 2\}$. Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung tương ứng được thể hiện trong bảng 8. Tùy chọn là, báo cáo chung theo các bảng riêng biệt lần lượt được thể hiện trong các bảng 9, bảng 10, và bảng 11 đối với $L = 2, 3$, và 4. Số bit để báo cáo (I) đối với báo cáo chung này là $\lceil \log_2(4L^2 - 2L) \rceil$ lần lượt tương ứng với 4, 5, và 6 bit đối với $L = 2, 3$, và 4.

Bảng 4: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với tất cả L

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới $2L-1$	1	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (2L-1,0)$
$2L$ tới $4L-1$	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (2L-1,0)$
$4L$ tới $6L-1$		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (2L-1,1)$
...		...
$4L^2$ tới $4L^2+2L-1$		$(0, 2L-1), (1, 2L-1), (2, 2L-1), \dots (2L-1, 2L-1)$

Bảng 5: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 2$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 3	1	$(0,0), (1,0), (2,0), (3,0)$
4 tới 7	2	$(0,0), (1,0), (2,0), (3,0)$
8 tới 11		$(0,1), (1,1), (2,1), (3,1)$
12 tới 15		$(0,2), (1,2), (2,2), (3,2)$
16 tới 19		$(0,3), (1,3), (2,3), (3,3)$

Bảng 6: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 3$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 5	1	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (5,0)$
6 tới 11	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (5,0)$
12 tới 17		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (5,1)$
...		...
36 tới 41		$(0, 5), (1, 5), (2, 5), \dots (5, 5)$

Bảng 7: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 4$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 7	1	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (7,0)$
8 tới 15	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (7,0)$
16 tới 23		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (7,1)$

...		...
64 tới 71		(0, 7), (1, 7), (2, 7), ..., (7, 7)

Bảng 8: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với tất cả L

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới $2L-2$	1	(0,0), (1,0), (2,0), ..., $(2L-2, 0)$
$2L-1$ tới $4L-3$	2	(0,0), (1,0), (2,0), ..., $(2L-2, 0)$
$4L-2$ tới $6L-4$		(0,1), (1,1), (2,1), ..., $(2L-2, 1)$
...		...
$4L^2-4L+1$ tới $4L^2-2L-1$		(0, $2L-2$), (1, $2L-2$), (2, $2L-2$), ..., $(2L-2, 2L-2)$

Bảng 9: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 2$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 2	1	(0,0), (1,0), (2,0)
3 tới 5	2	(0,0), (1,0), (2,0)
6 tới 8		(0,1), (1,1), (2,1)
9 tới 11		(0,2), (1,2), (2,2)

Bảng 10: Bảng báo có RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 3$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 4	1	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (4,0)$
5 tới 9	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (4,0)$
10 tới 14		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (4,1)$
...		...
25 tới 29		$(0, 4), (1, 4), (2, 4), \dots (4, 4)$

Bảng 11: Bảng báo có RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 4$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 6	1	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (6,0)$
7 tới 13	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (6,0)$
14 tới 20		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (6,1)$
...		...
49 tới 55		$(0, 6), (1, 6), (2, 6), \dots (6, 6)$

Theo một phương án phụ khác của phương án này (dựa trên Alt E và Alt F), RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo chung theo ít nhất một trong số các tùy chọn sau. Theo một tùy chọn, trong đó giả định Alt E để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung được thể hiện trong bảng 12. Tùy chọn là, báo cáo chung theo các bảng riêng biệt lần lượt được thể hiện trong các bảng 13, bảng 14, và bảng 15 đối với $L = 2, 3$, và 4. Số bit để báo cáo (I) đối với báo cáo chung này là $\lceil \log_2(4L^2 + 2L) \rceil$ lần lượt tương ứng với 5, 6, và 7 bit đối với $L = 2, 3$, và 4. Theo một tùy chọn, trong đó giả định Alt F để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung được thể hiện trong bảng 16. Tùy chọn là, báo cáo chung theo các bảng riêng biệt lần lượt được thể hiện trong các bảng 17, bảng 18, và bảng 19 đối với $L = 2, 3$, và 4. Số bit để báo cáo (I) đối với báo cáo chung này là $\lceil \log_2(4L^2 + 2L) \rceil$ lần lượt tương ứng với 5, 6, và 7 bit đối với $L = 2, 3$, và 4.

Bảng 12: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với tất cả L

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
----------------	----	--

0 tới $2L-1$	1	$(0,2L), (1,2L), (2,2L), \dots (2L-1,2L)$
$2L$ tới $4L-1$	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (2L-1,0)$
$4L$ tới $6L-1$		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (2L-1,1)$
...		...
$4L^2$ tới $4L^2+2L-1$		$(0,2L-1), (1,2L-1), (2,2L-1), \dots (2L-1,2L-1)$

Bảng 13: Bảng báo có RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 2$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 3	1	$(0,4), (1,4), (2,4), (3,4)$
4 tới 7	2	$(0,0), (1,0), (2,0), (3,0)$
8 tới 11		$(0,1), (1,1), (2,1), (3,1)$
12 tới 15		$(0,2), (1,2), (2,2), (3,2)$
16 tới 19		$(0,3), (1,3), (2,3), (3,3)$

Bảng 14: Bảng báo có RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 3$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 5	1	$(0,6), (1,6), (2,6), \dots (5,6)$
6 tới 11	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (5,0)$
12 tới 17		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (5,1)$
...		...
36 tới 41		$(0,5), (1,5), (2,5), \dots (5,5)$

Bảng 15: Bảng báo có RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 4$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 7	1	$(0,8), (1,8), (2,8), \dots (7,8)$
8 tới 15	2	$(0,0), (1,0), (2,0), \dots (7,0)$
16 tới 23		$(0,1), (1,1), (2,1), \dots (7,1)$
...		...
64 tới 71		$(0,7), (1,7), (2,7), \dots (7,7)$

Bảng 16: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với tất cả L

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới $2L-1$	1	$(1,0), (2,0), (3,0), \dots (2L,0)$
$2L$ tới $4L-1$	2	$(1,1), (2,1), (3,1), \dots (2L,1)$
$4L$ tới $6L-1$		$(1,2), (2,2), (3,2), \dots (2L,2)$
...		...
$4L^2$ tới $4L^2+2L-1$		$(1,2L), (2,2L), (3,2L), \dots (2L,2L)$

Bảng 17: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 2$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ or $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 3	1	$(1,0), (2,0), (3,0), (4,0)$
4 tới 7	2	$(1,1), (2,1), (3,1), (4,1)$
8 tới 11		$(1,2), (2,2), (3,2), (4,2)$
12 tới 15		$(1,3), (2,3), (3,3), (4,3)$
16 tới 19		$(1,4), (2,4), (3,4), (4,4)$

Bảng 18: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 3$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 5	1	(1,0), (2,0), ..., (6,0)
6 tới 11	2	(1,1), (2,1), ..., (6,1)
12 tới 17		(1,2), (2,2), ..., (6,2)
...		...
36 tới 41		(1,6), (2,6), ..., (6,6)

Bảng 19: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $L = 4$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 7	1	(1,0), (2,0), ..., (8,0)
8 tới 15	2	(1,1), (2,1), ..., (8,1)
16 tới 23		(1,2), (2,2), ..., (8,2)
...		...
64 tới 71		(1,8), (2,8), ..., (8,8)

Theo một phương án phụ khác của phương án này (dựa trên Alt G và Alt H), RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo chung theo ít nhất một trong số các tùy chọn sau. Theo một tùy chọn, trong đó giả định Alt E để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung được thể hiện trong bảng 20. Tùy chọn là, báo cáo chung theo các bảng riêng biệt lần lượt được thể hiện trong các bảng 21, bảng 22, và bảng 23 đối với $L = 2, 3$, và 4. Số bit để báo cáo (I) đối với báo cáo chung này là $\lceil \log_2(P^2 + P) \rceil$ lần lượt tương ứng với 3, 4, và 5 bit đối với $L = 2, 3$, và 4. Theo một tùy chọn, trong đó giả định Alt F để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung được thể hiện trong bảng 24. Tùy chọn là, báo cáo chung theo các bảng riêng biệt lần lượt được thể hiện trong các bảng 25, bảng 26, và bảng 27 đối với $L = 2, 3$, và 4. Số bit để báo cáo (I) đối với báo cáo chung này là $\lceil \log_2(P^2 + P) \rceil$ lần lượt tương ứng với 3, 4, và 5 bit đối với $L = 2, 3$, và 4.

Bảng 20: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với tất cả L

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới $P-1$	1	$(0, P), (1, P), (2, P), \dots, (P-1, P)$
P tới $2P-1$	2	$(0, 0), (1, 0), (2, 0), \dots, (P-1, 0)$
$2P$ tới $3P-1$		$(0, 1), (1, 1), (2, 1), \dots, (P-1, 1)$
...		...
P^2 tới P^2+P-1		$(0, P-1), (1, P-1), (2, P-1), \dots, (P-1, P-1)$

Bảng 21: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $P = L = 2$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0,1	1	$(0, 2), (1, 2)$
2,3	2	$(0, 0), (1, 0)$
4,5		$(0, 1), (1, 1)$

Bảng 22: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $P = L = 3$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 2	1	$(0, 3), (1, 3), (2, 3)$
3 tới 5	2	$(0, 0), (1, 0), (2, 0)$
6 tới 8		$(0, 1), (1, 1), (2, 1)$
9 tới 11		$(0, 2), (1, 3), (2, 2)$

Bảng 23: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $P = L = 4$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 3	1	(0,4), (1,4), (2,4), (3,4)
4 tới 7	2	(0,0), (1,0), (2,0), (3,0)
8 tới 11		(0,1), (1,1), (2,1), (3,1)
12 tới 15		(0,2), (1,2), (2,2), (3,2)
16 tới 19		(0,3), (1,3), (2,3), (3,3)

Bảng 24: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với tất cả L

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới $P-1$	1	$(2L-P+1, 0), \dots, (2L, 0)$
P tới $2P-1$	2	$(2L-P+1, 2L-P+1), \dots, (2L, 2L-P+1)$
...		...
P^2 tới P^2+P-1		$(2L-P+1, 2L), \dots, (2L, 2L)$

Bảng 25: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $P = L = 2$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0,1	1	(3,0), (4,0)
2,3	2	(3,3), (4,3)
4,5		(3,4), (4,4)

Bảng 26: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $P = L = 3$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 2	1	(4,0), (5,0), (6,0)
3 tới 5	2	(4,4), (5,4), (6,4)
6 tới 8		(4,5), (5,5), (6,5)
9 tới 11		(4,6), (5,6), (6,6)

Bảng 27: Bảng báo cáo RI và $(N_{0,1}, N_{0,2})$ chung đối với $P = L = 4$

Chỉ số (I)	RI	$(N_{0,1}, N_{0,2})$ hoặc $(N_{0,2}, N_{0,1})$
0 tới 3	1	(5,0), (6,0), (7,0), (8,0)
4 tới 7	2	(5,5), (6,5), (7,5), (8,5)
8 tới 11		(5,6), (6,6), (7,6), (8,6)
12 tới 15		(5,7), (6,7), (7,7), (8,7)
16 tới 19		(5,8), (6,8), (7,8), (8,8)

Theo một phương án được thể hiện trong sơ đồ 1150 mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, như được thể hiện trên Fig.11G, hai phần đồn kênh UCI được sử dụng trong đó hai phần này giống hai phần của phương án được thể hiện trong sơ đồ 1140 ngoại trừ RI không được báo cáo rõ ràng trong phần 1. RI được xác định ngầm sử dụng $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo. Cụ thể, giá trị $N_{0,2}$ được báo cáo được sử dụng để xác định giá trị RI theo ít nhất một trong số các tùy chọn sau đây. Theo một tùy chọn, giả định Alt E để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, nếu $N_{0,2} = 2L$, thì lúc đó RI=1, ngược lại ($N_{0,2} \in \{0,1,\dots,2L-1\}$), thì RI=2. Theo tùy chọn khác, giả định Alt F để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, nếu $N_{0,2} = 0$, thì lúc đó RI=1, ngược lại ($N_{0,2} \in \{1,2,\dots,2L\}$), thì RI=2. Theo tùy chọn khác, giả định Alt G để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, nếu $N_{0,2} = P$, thì lúc đó RI=1, ngược lại ($N_{0,2} \in \{0,1,\dots,P-1\}$), thì RI=2. Theo tùy chọn khác, giả định Alt H để báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$, nếu $N_{0,2} = 0$, thì lúc đó RI=1, ngược lại ($N_{0,2} \in \{2L-P+1,\dots,2L\}$), thì RI=2.

Theo một phương án được thể hiện trong sơ đồ 1151 mà có thể áp dụng được cho kiểu II với bậc 1-2, như được thể hiện trên Fig.11G, ba phần đồn kênh UCI được sử dụng trong đó ba phần này giống như ba phần của phương án được thể hiện trong sơ đồ 1141

(với bốn tùy chọn trong bảng 3) ngoại trừ RI không được báo cáo rõ ràng trong phần 1. RI được xác định ngầm sử dụng $(N_{0,1}, N_{0,2})$. được báo cáo. Cụ thể, giá trị $N_{0,2}$ được báo cáo được sử dụng để xác định giá trị RI theo ít nhất một trong số các tùy chọn theo phương án được thể hiện trong sơ đồ 1150.

Theo một phương án khác mà là phương án cải biến của phương án được thể hiện trong sơ đồ 1140, thay vì báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$ đối với số lượng các biên độ WB mà bằng không hoặc không bằng không, thì chỉ báo được báo cáo đối với mỗi biên độ WB sử dụng ánh xạ bit B mà là sự ghép nối của hai ánh xạ bit, tức là $B = B_0B_1$ hoặc B_1B_0 , trong đó mỗi ánh xạ bit $B_0 = b_{0,0}b_{0,1} \dots b_{0,2L-1}$ và ánh xạ bit $B_1 = b_{1,0}b_{1,1} \dots b_{1,2L-1}$ có chiều dài là $2L$. Nếu bit $b_{i,j} = 0$, thì lúc đó biên độ WB tương ứng bằng không, và nếu bit $b_{i,j} = 1$, thì lúc đó biên độ WB tương ứng không bằng không. Tùy chọn là, nếu bit $b_{i,j} = 0$, thì lúc đó biên độ WB tương ứng không bằng không, và nếu bit $b_{i,j} = 1$, thì lúc đó biên độ WB bằng không. Một ví dụ về ánh xạ bit đối với RI = 1 và 2 được thể hiện trong bảng 28. Vì thế, số lượng bit để báo cáo RI=1 hoặc 2 và ánh xạ bit B cho biên độ WB là $4L + 1$, lần lượt tương ứng với 9, 13, và 17 bit đối với $L = 2, 3$, và 4. Tải PMI để báo cáo các thành phần của PMI (i_1 và i_2) trong CSI phần 2 được cố định một khi CSI phần 1 được giải mã vì chỉ các thành phần của PMI tương ứng với các biên độ WB không bằng không cần phải được báo cáo.

Phương án này còn có thể áp dụng được cho các phương án cải biến khác của các phương án được thể hiện trong các sơ đồ 1140, 1141, 1150, và/hoặc 1151, bằng cách thay thế báo cáo $(N_{0,1}, N_{0,2})$ với báo cáo ánh xạ bit B cho biên độ WB.

Do đó, đối với một chùm xác định, tất cả bốn chỉ báo biên độ WB (2 chỉ báo phân cực và 2 chỉ báo lớp) chỉ báo biên độ WB bằng không, thì lúc đó chùm tương ứng không được báo cáo sử dụng chỉ số PMI $i_{1,2}$. Tùy chọn là, L được báo cáo bất kể ánh xạ bit cho biên độ WB được báo cáo.

Bảng 28: RI và báo cáo ánh xạ bit B cho biên độ WB

RI	$B_0 = b_{0,0}, b_{0,1}, \dots, b_{0,2L-1}$	$B_1 = b_{1,0}, b_{1,1}, \dots, b_{1,2L-1}$
1	Tất cả các ánh xạ bit có thể có chiều dài $2L$ ngoại trừ ánh xạ bit toàn không 00...0	00...0

2	Tất cả các ánh xạ bit có thể có chiều dài $2L$ ngoại trừ ánh xạ bit toàn không $00\dots 0$	Tất cả các ánh xạ bit có thể có chiều dài $2L$ ngoại trừ ánh xạ bit toàn không $00\dots 0$
---	--	--

Theo một phương án khác, $(N_{0,1}, N_{0,2})$ được báo cáo theo ít nhất một trong số các tùy chọn sau đây. Theo một tùy chọn, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$, lần lượt được báo cáo riêng biệt sử dụng các thành phần PMI thứ nhất $i_{1,5,1}$ và $i_{1,5,2}$, hoặc $i_{1,3,3}$ và $i_{1,3,4}$, hoặc $i_{1,4,3}$ và $i_{1,4,4}$. Theo một phương án khác, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$, lần lượt được báo cáo chung sử dụng các thành phần PMI thứ nhất $i_{1,3,1}$ và $i_{1,3,2}$. Lưu ý rằng trong trường hợp này, $i_{1,3,1}$ và $i_{1,3,2}$ được báo cáo trong CSI phần 1. $i_{1,3,1} = [i'_{1,3,1}, N_{0,1}]$ và $i_{1,3,2} = [i'_{1,3,2}, N_{0,2}]$, trong đó $i'_{1,3,1}$ và $i'_{1,3,2}$ tương ứng với $i_{1,3,1}$ và $i_{1,3,2}$, lần lượt được xác định trước đó theo sáng chế. Theo một phương án khác, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$, lần lượt được báo cáo chung sử dụng các thành phần PMI thứ nhất $i_{1,4,1}$ và $i_{1,4,2}$. lưu ý rằng trong trường hợp này $i_{1,4,1}$ và $i_{1,4,2}$ được báo cáo trong CSI phần 1. $i_{1,4,1} = [i'_{1,4,1}, N_{0,1}]$ và $i_{1,4,2} = [i'_{1,4,2}, N_{0,2}]$, trong đó $i'_{1,4,1}$ và $i'_{1,4,2}$ tương ứng với $i_{1,4,1}$ và $i_{1,4,2}$, lần lượt được xác định trước đó theo sáng chế. Theo tùy chọn khác, $N_{0,1}$ và $N_{0,2}$, lần lượt được báo cáo chung sử dụng các thành phần PMI thứ nhất $i_{1,3,1}$, $i_{1,3,2}$, $i_{1,4,1}$ và $i_{1,4,2}$. Lưu ý rằng trong trường hợp này, $i_{1,3,1}$, $i_{1,3,2}$, $i_{1,4,1}$ và $i_{1,4,2}$ được báo cáo trong CSI phần 1.

Theo một phương án khác, ánh xạ bit B cho biên độ WB được báo cáo theo ít nhất một trong số các tùy chọn theo phương án trước đó bằng cách thay thế $(N_{0,1}, N_{0,2})$ với ánh xạ bit B , hoặc (B_0, B_1) .

Đối với phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập ở trên với ít nhất hai phân đoạn từ mã CSI-UCI hoặc các phần của nó, khi UE được tạo cấu hình để báo cáo CSI đối với nhiều hơn một ($M > 1$) sóng mang thành phần (CC) DL trong trường hợp có cộng gộp sóng mang (CA), thì mỗi phân đoạn từ mã có thể được tạo thành như sau. Đối với phân đoạn từ mã k , chuỗi bit được liên kết với các CSI-UCI của phân đoạn k đối với M DL CC có thể được kết hợp ($CC_0 | CC_1 | \dots | CC_{M-1}$) vào trong một phân đoạn từ mã UCI k được lập mã với khối mã hóa kênh. Đối với sơ đồ 0 trong đó chỉ một phân đoạn từ mã được sử dụng, thì các chuỗi bit được liên kết với các CSI-UCI đối với M DL CC khác

nhau có thể được kết hợp ($CC_0 | CC_1 | \dots | CC_{M-1}$) vào trong một từ mã UCI được lập mã với khối mã hóa kênh.

Đối với phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập ở trên, khối mã hóa kênh có thể bao gồm các khối chức năng mức bit khác chẳng hạn như khối chèn CRC, xen kẽ, và/hoặc so khớp tỷ lệ. Khối dồn kênh có thể bao gồm hoặc được nối tiếp sau với khối xen kẽ kênh. Ngoài ra, một số khối chống lỗi bổ sung (ví dụ đối với RI) có thể được đưa vào, ví dụ, khối lặp hoặc mã khối trước khi dồn kênh hoặc mã hóa kênh.

Đối với phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập ở trên, nếu một số độ lợi mã hóa bổ sung (hoặc chống lỗi) cần thiết cho ít nhất một thông số CSI, thì mã bổ sung (chẳng hạn mã lặp, mã đơn, hoặc mã khối) có thể được áp dụng trước khi dồn kênh thông số CSI với ít nhất một thông số CSI thứ hai và/hoặc lập mã liên kết của thông số CSI được đề cập trước đó với ít nhất một thông số CSI thứ hai. Ví dụ, mã lặp, mã đơn, hoặc mã khối ngắn có thể được áp dụng cho RI trước khi dồn kênh và mã hóa kênh. Bằng cách như vậy, thì yêu cầu BLER đối với RI có thể được thiết lập thấp hơn so với ít nhất một thông số CSI khác. Theo các phương án 900 hoặc 901 trên Fig.9A, khối mã lặp, mã đơn, hoặc mã khối ngắn có thể được áp dụng cho RI trước khi dồn kênh với CQI. Theo các phương án 910 hoặc 911 trên Fig.9B, khối mã lặp, mã đơn, hoặc mã khối ngắn có thể được áp dụng cho RI trước khi dồn kênh với CQI và PMI phần I. Trong các sơ đồ 1100 hoặc 1101 trên Fig.11A, khối mã lặp, mã đơn, hoặc mã khối ngắn có thể được áp dụng cho RI trước khi dồn kênh với CQI-1 và PMI phần I. Trong các sơ đồ 1110 hoặc 1111 trên Fig.11B, khối mã lặp, mã đơn, hoặc mã khối ngắn có thể được áp dụng cho RI trước khi dồn kênh với CQI-1.

Đối với phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập ở trên, RI bao gồm một báo cáo trên mỗi dải báo cáo CSI. Tương tự như vậy, CRI (mà có thể được chứa bởi ít nhất một CSI-RSRP) bao gồm một báo cáo trên mỗi dải báo cáo CSI. CQI, phụ thuộc vào cấu hình UE, có thể bao gồm một báo cáo hoặc N_{SB} báo cáo trên mỗi dải báo cáo CSI trong đó N_{SB} là số lượng các dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình. Tương tự như vậy, PMI, phụ thuộc vào cấu hình UE, có thể bao gồm một báo cáo hoặc N_{SB} báo cáo trên mỗi dải báo cáo CSI trong đó N_{SB} là số lượng các dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình.

Đối với phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập ở trên trong đó CSI bao gồm nhiều phân đoạn được báo cáo trong một khe, bất cứ khi nào RI được báo cáo trong phân đoạn thứ nhất, thì CRI cũng có thể được báo cáo trong phân đoạn thứ nhất như RI.

Đối với phương án bất kỳ trong số các phương án được đề cập ở trên, nội dung CSI-UCI của A-CSI có thể được truyền hoặc là trong một khung con/khe hoặc được chia thành nhiều khung con/khe. Nếu CSI-UCI được truyền với dữ liệu SCH đường lên, thì CSI-UCI có thể được xử lý “tương tự như dữ liệu” nhưng được mã nhiều hơn, ví dụ qua MCS có thể tạo cấu hình được hoặc độ lệch beta tương tự như hệ thống LTE. Ở đây, “tương tự như dữ liệu” bao gồm việc sử dụng cùng sơ đồ ánh xạ RE và/hoặc cùng sơ đồ ánh xạ lớp (tức là ánh xạ trên các lớp, RE, và ký hiệu OFDM) như dữ liệu. Nhưng mã kênh đối với thông tin điều khiển có thể khác với dữ liệu (ví dụ dữ liệu sử dụng mã LDPC trong khi thông tin điều khiển sử dụng mã cực hoặc mã TBCC).

Bất kỳ phương án nào trong số các phương án được nêu trên và các phương án phụ có thể được sử dụng độc lập hoặc kết hợp với ít nhất một phương án khác. Nếu được sử dụng với ít nhất một phương án/phương án phụ khác, thì tập điều kiện cụ thể để sử dụng có thể được thiết lập. Ví dụ, sơ đồ 0 có thể được sử dụng kết hợp với sơ đồ 2A hoặc 2B. Sơ đồ 0 có thể được sử dụng chỉ khi một PMI được báo cáo cho toàn bộ dải báo cáo CSI (CRB), tức là báo cáo PMI “dải rộng” hoặc “dải riêng phần” (hoặc đối với CSI kiểu I, CSI kiểu II, hoặc cả hai kiểu CSI). Sơ đồ 2A hoặc 2B có thể được sử dụng cho các trường hợp khác, tức là khi PMI dải con được báo cáo. Trong trường hợp này, một trong số các điều kiện đòi hỏi độ chia tần số PMI.

Để ánh xạ lớp, cùng một sơ đồ ví dụ được áp dụng cho các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu điều khiển có thể được mô tả như sau.

Khi UE được cấp truyền dẫn 1-lớp trên kênh PUSCH, thì luồng các ký hiệu được điều biến $\{d(i)\}$ (được đánh chỉ số theo i) được tạo thành bằng cách liên kết nối tiếp tất cả các ký hiệu được điều biến. Khi nhiều hơn một khối mã (CB) được liên kết với từ mã, thì các ký hiệu được liên kết với nhiều CB được kết hợp. Luồng ký hiệu $\{d(i)\}$ dùng như đầu vào để ánh xạ lớp. Để ánh xạ tần số trước, luồng ký hiệu được điều biến trước hết được ánh xạ trên các sóng mang con tần số (RE) trong tập các PRB được cấp phát, sau đó là trên các ký hiệu OFDM trong đơn vị thời gian lập lịch (khe hoặc khung con). Để minh

họa, dựa vào luồng ký hiệu được điều biến $\{d(i)\}$ được ánh xạ thành “tập các RE sẵn có” được đánh chỉ số $\{(k, l)\}$ (trong đó k và l lần lượt thể hiện tần số/sóng mang con và các chỉ số thời gian/ký hiệu OFDM), khi chỉ số i tăng, thì việc ánh xạ tần số trước ánh xạ $d(i)$ bằng cách tăng chỉ số k từ 0 tới $k_{MAX} - 1$ trước (đối với l cố định), sau đó tăng chỉ số l . Tức là, $k = \text{mod}(i, k_{MAX})$ và $l = \lfloor i/k_{MAX} \rfloor$ trong đó k_{MAX} là số lượng tần số/sóng mang con (RE) trong PRB được cấp phát. “Tập các RE sẵn có” được xác định khi nó không bị chiếm bởi các tín hiệu chuẩn UL hoặc các tín hiệu/kênh UL khác được ưu tiên trên dữ liệu SCH đường lên và CSI-UCI.

Khi UE được cấp truyền dẫn L -lớp trên kênh PUSCH trong đó $L > 1$, thì luồng ký hiệu được điều biến $\{d(i)\}$ (được đánh chỉ số theo i) cũng được ánh xạ trên L lớp cùng các RE (tần số/sóng mang con và các chỉ số thời gian/ký hiệu OFDM). Theo cách mà $\{d(i)\}$ được ánh xạ tùy thuộc vào việc có ánh xạ không gian dọc, ngang, chéo được sử dụng hay không, cũng như ánh xạ không gian (trên các lớp) được thực hiện theo độ chia của ký hiệu được điều biến hoặc CB. Nhưng đối với một lớp xác định, việc ánh xạ trên các RE được thực hiện theo cách giống như đối với truyền dẫn 1-lớp. Ví dụ, nếu ánh xạ không gian dọc mức ký hiệu được sử dụng, thì luồng ký hiệu trước hết được ánh xạ trên L lớp, sau đó trên tần số/sóng mang con (RE) trong tập PRB được cấp phát, sau đó là trên các ký hiệu OFDM trong đơn vị thời gian lập lịch (khe hoặc khung con). Ký hiệu M_{symb}^{layer} , M_{symb}^{CW} , $x^{(l)}(i)$, và $d(i)$ tương ứng là số lượng ký hiệu trên mỗi lớp, số lượng ký hiệu trong một CW, luồng ký hiệu đối với lớp l , và luồng ký hiệu đối với CW, ánh xạ CW lên lớp có thể được mô tả như sau. Ở đây, phân đoạn CB và/hoặc so khớp tỷ lệ đảm bảo rằng M_{symb}^{CW} chia hết cho L .

$$x^{(l)}(i) = d(Li + l), \quad i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1 \quad (\text{Biểu thức 1})$$

$$M_{symb}^{layer} = M_{symb}^{CW} / L$$

Nếu ánh xạ không gian dọc mức CB được sử dụng, dựa vào luồng ký hiệu được điều biến $\{d(i)\}$ (được đánh chỉ số theo i) được tạo thành bằng cách liên kết nối tiếp tất cả các ký hiệu được điều biến từ $\square L$ CB (mà được liên kết với một CW), tổng số lượng ký hiệu được điều biến bằng $B\mu L = k_{MAX}l_{MAX}L$ trong đó B là số lượng ký hiệu được điều biến trên mỗi CB và $k_{MAX}l_{MAX}$ là tổng số lượng RE trong toàn bộ tập PRB được cấp phát

trên tất cả ký hiệu OFDM trong một đơn vị thời gian lập lịch (khe hoặc khung con). Do đó, $B = \frac{k_{MAX}l_{MAX}}{\mu}$. Tất cả CB có kích thước bằng nhau và có cùng MCS. Tức là, $\{CB\ n, CB\ n+1, \dots, CB\ n+L-1\}$ chia sẻ cùng kích thước CB B đối với các giá trị n khác nhau. Ở đây, ký hiệu được điều biến $d(i)$ được ánh xạ lên luồng ký hiệu được điều biến được liên kết với lớp l như sau:

$$\begin{aligned} x^{(l)}(i) &= d\left(i + lB + (L-1)B \times \left\lfloor \frac{i}{B} \right\rfloor\right), \quad i = 0, 1, \dots, M_{symb}^{layer} - 1, \quad l \\ &= 0, 1, \dots, L-1 \end{aligned} \quad (\text{Biểu thức 2})$$

$$M_{symb}^{layer} = M_{symb}^{CW}/L = B\mu$$

Đối với tất cả sơ đồ ánh xạ lớp nêu trên, điểm bắt đầu để ánh xạ RE ($\{(k, l)\}$ trong đó k và l lần lượt thể hiện tần số/sóng mang con và chỉ số thời gian/ký hiệu OFDM) có thể phụ thuộc vào các hệ số khác nhau chẳng hạn như có ký hiệu CSI-UCI được dồn kênh với ký hiệu dữ liệu hay không, hoặc có mặt một số tín hiệu khác (chẳng hạn như các ký hiệu DMRS đường lên, SRS đường lên, HARQ-ACK) hay không. Ngoài ra, nêu hai hoặc nhiều phân đoạn từ mã đối với CSI-UCI được sử dụng, thì điểm bắt đầu để ánh xạ RE với các phân đoạn từ mã khác nhau có thể khác nhau.

Các phương án sau đây liên quan đến việc ánh xạ ký hiệu được điều biến CSI-UCI khi có mặt ký hiệu dữ liệu SCH đường lên.

Khi CSI-UCI được truyền mà không có mặt dữ liệu SCH đường lên, thì nó được xử lý “tương tự như truyền dẫn dữ liệu” như đã được giải thích trước đây.

Khi CSI-UCI được truyền với dữ liệu SCH đường lên (tức là tín hiệu gán đường lên bao gồm yêu cầu để truyền cả dữ liệu và CSI), sau khi mã hóa kênh và ánh xạ điều biến, thì các ký hiệu được điều biến được liên kết với CSI-UCI (ký hiệu điều khiển UL) được dồn kênh với các ký hiệu được điều biến được liên kết với dữ liệu (ký hiệu dữ liệu UL).

Đối với các sơ đồ có hai phân đoạn (hai phần), gNB trước hết có thể giải mã phân đoạn từ mã 1 (mà bao gồm RI) trước (các) phân đoạn khác. Ví dụ, khi RI được chứa trong phân đoạn 1, khi phân đoạn 1 được giải mã thành công, thì kích thước tải của phân đoạn 2 (có kích thước phụ thuộc vào giá trị RI) được xác định dựa trên giá trị RI được giải mã. Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc giải mã độ trễ thấp (đối với cả dữ liệu và CSI-UCI), thì CSI-UCI phân đoạn 1 có thể được đặt ngay khi có thể theo thời gian trong khung

con/khe UL mà bao gồm CSI-UCI (do đó việc ánh xạ tần số trước trong một vài ký hiệu OFDM đầu sẵn có). Mặt khác, các ký hiệu được điều biến được liên kết với phân đoạn từ mã 2 có thể được dồn kênh với các ký hiệu dữ liệu theo nhiều cách khác nhau. Một số ví dụ bao gồm ánh xạ phân tán và ánh xạ tập trung (theo thời gian và/hoặc tần số).

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một số ví dụ về sơ đồ dồn kênh trong đó CSI-UCI được truyền cùng với dữ liệu SCH đường lên. Truyền dẫn hai lớp đòi hỏi cấp phát tài nguyên 2-PRB (một PRB bao gồm 12 sóng mang con và một khe 7 ký hiệu OFDM). Ánh xạ lớp dọc mức ký hiệu được giả định cho mục đích minh họa. DMRS đường lên được giả định được đặt trong ký hiệu OFDM thứ nhất. Trong sơ đồ dồn kênh làm ví dụ thứ nhất 1200, phân đoạn 2 được ánh xạ về phía cuối khe để cho phép gNB giải mã một số lần đối với phân đoạn 1 trước khi phân đoạn 2 có thể được giải mã. Trong sơ đồ dồn kênh làm ví dụ thứ hai 1210, phân đoạn 2 được ánh xạ lên ký hiệu OFDM tiếp theo được sử dụng cho phân đoạn 1. Ngoài ra, phân đoạn 2 có thể được ánh xạ bên phải (nối tiếp) sau phân đoạn 1. Trong sơ đồ dồn kênh làm ví dụ thứ ba 1220, phân đoạn 2 được ánh xạ theo cách phân tán trên khe và các PRB. Các sơ đồ (mẫu) ánh xạ khác có thể được suy ra từ các phần mô tả và ví dụ của sáng chế một cách đơn giản bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Theo các ví dụ được thể hiện trên Fig.12, phân đoạn 1 được ánh xạ trên ký hiệu OFDM thứ hai trên tập sóng mang con liên kề (nối tiếp). Mặc dù ánh xạ tập trung miền tần số cho phép tập trung vị trí phân đoạn 1, nhưng có thể thiết tính phân tập tần số. Theo các ví dụ khác của ví dụ được thể hiện trên Fig.12, phân đoạn 1 được ánh xạ theo cách phân tán trên tập PRB được cấp phát. Ví dụ, ký hiệu kết quả của phân đoạn 1 có thể được phân bố đều nhiều hoặc ít hơn trên tất cả các tập PRB được cấp phát. Fig.13 thể hiện một số ví dụ về phân đoạn 1 được ánh xạ trên một ký hiệu OFDM (trong ví dụ minh họa này là ký hiệu OFDM thứ hai). Phân đoạn 2 không được thể hiện trong ví dụ minh họa này. Truyền dẫn hai lớp yêu cầu cấp phát tài nguyên 2-PRB (một PRB bao gồm 12 sóng mang con và một khe 7 ký hiệu OFDM). Ánh xạ lớp dọc mức ký hiệu được giả định cho mục đích minh họa. DMRS đường lên được giả định được đặt trong ký hiệu OFDM thứ nhất và phân đoạn 1 được đặt trong ký hiệu OFDM thứ hai. Trong sơ đồ dồn kênh làm ví dụ 1300, phân đoạn 1 chiếm một nửa số PRB được cấp phát và được phân bố đều trên 2 PRB được cấp phát. Trong sơ đồ dồn kênh làm ví dụ 1310, phân đoạn 1 chiếm hai phần ba

PRB được cấp phát và được phân bố đều trên 2 PRB được cấp phát. Một phần PRB được cấp phát sử dụng cho phân đoạn 1 có thể phụ thuộc vào tải CSI-UCI cũng như MCS được sử dụng cho UCI (ví dụ để đáp ứng BLER được yêu cầu). Các sơ đồ (mẫu) ánh xạ khác có thể được suy ra từ các phần mô tả và ví dụ của sáng chế một cách đơn giản bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Theo các ví dụ ở trên, phân đoạn 1 được ánh xạ chỉ trên một ký hiệu OFDM và, ngoài ra, ký hiệu OFDM gần nhất có thể (trong ví dụ này là ký hiệu OFDM thứ hai vì ký hiệu OFDM thứ nhất được sử dụng cho DMRS đường lên). Khi tải của phân đoạn 1 CSI-UCI đủ lớn mà lớn hơn một ký hiệu OFDM cần, thì $n > 1$ ký hiệu OFDM gần nhất có thể được sử dụng. Nếu ký hiệu OFDM thứ nhất trong khe được sử dụng cho DMRS đường lên, thì n ký hiệu OFDM sau ký hiệu thứ nhất được sử dụng cho phân đoạn 1. Cả cách ánh xạ tập trung và phân tán trên các sóng mang con trong các PRB được cấp phát có thể được mở rộng theo khi $n > 1$ ký hiệu OFDM được sử dụng.

Mỗi phương án được mô tả cho thành phần 4 áp dụng (nói chung) để báo cáo CSI với tải lớn hợp lý mà liên quan đến ít nhất một thông số CSI với kích thước tải phụ thuộc giá trị RI – hoặc theo chu kỳ, bán ổn định, hoặc không theo chu kỳ; hoặc dải rộng/dải riêng phần (một báo cáo trên mỗi dải báo cáo CSI được tạo cấu hình) hoặc dải con (một báo cáo trên mỗi dải con trong dải báo cáo CSI được tạo cấu hình). CSI-UCI được liên kết có thể được truyền qua kênh PUSCH bằng cách cấp phát một số lượng nhỏ PRB hoặc một phần PRB (tập sóng mang con trong một PRB và/hoặc tập ký hiệu OFDM trong một khe) mà được cấp phát để truyền dẫn dữ liệu SCH đường lên (như được chỉ báo bởi trường cấp phát tài nguyên trong DCI liên quan đến đường lên). Ngoài ra, CSI-UCI được liên kết có thể được truyền qua kênh PUSCH bằng cách ánh xạ thông tin này trên, sử dụng cùng số lượng PRB và/hoặc ký hiệu OFDM mà được cấp phát để truyền dẫn dữ liệu SCH đường lên (như được chỉ báo bởi trường cấp phát tài nguyên trong DCI liên quan đến đường lên) - lượng tài nguyên thời gian-tần số được sử dụng để truyền dẫn CSI-UCI phụ thuộc vào kích thước tải và sơ đồ dồn kênh. Như được đề cập ở trên, điều này có thể được hoàn thành dù có CSI-UCI được dồn kênh với dữ liệu SCH đường lên hay không.

Một số phương án cải biến khác của sơ đồ ở trên có thể như sau.

Theo một phương án cải biến khác, cả dữ liệu UL và CSI-UCI được truyền với cùng số lớp (bậc) trong đó số lớp được chỉ báo trong DCI liên quan đến đường lên được liên

kết. MCS được sử dụng để truyền dẫn CSI-UCI được xác định bởi MCS được gán để truyền dẫn dữ liệu UL với độ lệch nhất định (tương tự với độ lệch beta trong hệ thống LTE). Độ lệch này có thể được ấn định trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hoặc có thể được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn, MAC CE, hoặc báo hiệu điều khiển L1 DL. Khi độ lệch này được báo hiệu qua báo hiệu điều khiển L1, thì độ lệch này có thể được chứa trong cùng DCI liên quan đến đường lên lập lịch truyền dẫn dữ liệu UL. Khi độ lệch này được ấn định trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hoặc được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn hoặc MAC CE, thì giá trị của độ lệch này có thể phụ thuộc vào bậc hoặc độc lập với bậc. Ví dụ, độ lệch này có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn đối với các giá trị bậc cao hơn. Ngoài ra, MCS tối thiểu (chặn dưới) đối với CSI-UCI có thể được xác định để đảm bảo rằng MCS để truyền dẫn CSI-UCI không giảm thấp hơn một giá trị nhất định. Ngoài ra, thay vì MCS tối thiểu (chặn dưới), thì MCS đối với CSI-UCI có thể được giảm xuống, khi cần, sử dụng mã lặp.

Theo một phương án cải biến khác, CSI-UCI có thể được truyền với số lớp (bậc) khác với dữ liệu đường lên. Ví dụ, số lớp được sử dụng để truyền dẫn CSI-UCI nhỏ hơn hoặc bằng số lớp được sử dụng cho dữ liệu đường lên. Trong trường hợp này, cả số lớp và MCS được sử dụng để truyền dẫn CSI-UCI được xác định bởi số lớp và MCS được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu đường lên như được chỉ báo trong DCI liên quan đến đường lên được liên kết, cùng với ít nhất một giá trị độ lệch (tương tự độ lệch beta trong hệ thống LTE). Ở đây, số lớp và MCS được sử dụng để truyền dẫn CSI-UCI có thể được xác định chung hoặc riêng biệt. Một phương pháp làm ví dụ như sau. Đối với giá trị độ lệch xác định, thì MCS được sử dụng để truyền dẫn CSI-UCI được xác định trước từ MCS được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu đường lên. Nếu MCS thấp nhất vẫn không đủ thấp đối với độ lệch này (ví dụ không đủ thấp để đảm bảo rằng BLER mục tiêu được yêu cầu để thu được CSI-UCI), thì bậc để truyền dẫn CSI-UCI có thể được giảm xuống. Quy trình xác định MCS sau đó được lặp lại đối với giá trị bậc thấp hơn. Do đó, MCS và bậc để truyền dẫn CSI-UCI được xác định chung dựa trên MCS và bậc để truyền dẫn dữ liệu đường lên cũng như (các) độ lệch.

Theo một phương án cải biến khác, CSI-UCI có thể được truyền với bậc > 1 chỉ khi tổng tải đối với CSI-UCI lớn hơn so với X (trong đó X có thể được ấn định trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hoặc được tạo cấu hình qua báo hiệu lớp cao hơn). Khi CSI-UCI được truyền

cùng với dữ liệu, thì điều kiện mà còn có thể được sử dụng (hoặc kết hợp với điều kiện khác hoặc riêng biệt) khi dữ liệu được truyền với bậc > 1 . Ngược lại, CSI-UCI được truyền với bậc-1. Ngoài ra, tiêu chuẩn phụ thuộc tải này có thể được liên kết (hoặc ngầm được sử dụng) với sơ đồ mã hóa kênh. Tức là, CSI-UCI có thể được truyền với bậc > 1 chỉ khi sơ đồ mã hóa kênh A được sử dụng (ví dụ mã LDPC).

Theo một phương án cải biến, khi CSI-UCI được truyền với bậc-1 (một lớp), thì một số phương án thay thế có thể được áp dụng. Theo phương án thay thế thứ nhất, các ký hiệu CSI-UCI (sau khi ánh xạ điều biến) có thể được lặp lại trên tất cả các lớp được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu đường lên. Theo phương án thay thế thứ hai, các ký hiệu CSI-UCI (sau khi ánh xạ điều biến) có thể được truyền trên tất cả các lớp với sơ đồ phân tập phát rõ ràng trong phần chỉ dẫn kỹ thuật. Theo phương án thay thế thứ ba, các ký hiệu CSI-UCI (sau khi ánh xạ điều biến) có thể được truyền trên tất cả các lớp với vòng mã trước mức RE hoặc mức PRB. Theo phương án thay thế thứ tư, các ký hiệu CSI-UCI (sau khi ánh xạ điều biến) có thể được truyền trên tất cả các lớp với mã trước bậc-1 được liên kết (được báo hiệu cho UE qua UCI liên quan đến đường lên mà bao gồm tín hiệu gán đường lên được liên kết và yêu cầu CSI). Theo phương án thay thế thứ tư, các ký hiệu CSI-UCI (sau khi ánh xạ điều biến) có thể được truyền trên tất cả các lớp với mã trước bậc-1 được xác định bởi UE.

Phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên liên quan đến CSI (A-CSI) không theo chu kỳ—chẳng hạn như UCI/CSI nhiều phân đoạn – có thể được sử dụng cho CSI bán ổn định (SP-CSI).

Bất kỳ phương án nào trong số các phương án cải biến được nêu trên có thể được sử dụng độc lập hoặc kết hợp với ít nhất một phương án cải biến khác.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện lưu đồ cho một phương pháp làm ví dụ 1400 trong đó UE thu thông tin cấu hình CSI và báo cáo CSI nhiều phân đoạn theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, phương pháp 1400 có thể được thực hiện bởi UE 116.

Phương pháp 1400 bắt đầu với việc UE thu và giải mã thông tin cấu hình CSI (bước 1401). Sau đó UE tính CSI theo thông tin cấu hình này (bước 1402) và truyền CSI trên kênh đường lên (UL)(bước 1403).

Theo phương pháp này, CSI bao gồm $N > 1$ phân đoạn và được truyền trong một khe, và phân đoạn thứ nhất bao gồm ít nhất một chỉ báo bậc (RI) và ít nhất một thông số CSI.

Ví dụ, N có thể là hai trong đó phân đoạn thứ nhất còn bao gồm chỉ báo chất lượng kênh (CQI) đối với từ mã thứ nhất (CW). Theo ví dụ khác, ngoài CQI đối với CW thứ nhất, thì phân đoạn thứ nhất còn bao gồm hai chỉ báo mà lần lượt tương ứng với số lượng hệ số biên độ dải rộng được báo cáo đối với lớp thứ nhất và thứ hai. Điều này thường thấy đối với CSI kiểu II được hỗ trợ trong NR. Đối với cả hai ví dụ trên, phân đoạn thứ hai bao gồm các thông số CSI được liên kết với chỉ báo ma trận mã trước (PMI). Nếu UE được tạo cấu hình để thu lên tới 8 lớp, phân đoạn thứ hai này còn bao gồm CQI đối với CW thứ hai khi RI được báo cáo trong phân đoạn thứ nhất là lớn hơn bốn. Đối với tất cả các ví dụ trên, phân đoạn thứ nhất còn bao gồm chỉ báo tài nguyên tín hiệu chuẩn CSI (CRI).

Fig.15 là hình vẽ thể hiện lưu đồ cho một phương pháp làm ví dụ 1500 trong đó BS truyền thông tin cấu hình CSI và thu báo cáo CSI nhiều phân đoạn từ UE (được gán nhãn UE-k) theo một phương án của sáng chế. Ví dụ, phương pháp 1500 có thể được thực hiện bởi BS 102.

Phương pháp 1500 bắt đầu với việc BS tạo ra thông tin cấu hình CSI cho UE (được gọi là UE-k) (bước 1501), được nối tiếp bởi việc truyền thông tin cấu hình CSI tới UE-k (bước 1502). Sau đó, BS thu báo cáo CSI từ UE-k (bước 1503).

Theo phương pháp này, CSI bao gồm $N > 1$ phân đoạn và được truyền trong một khe, và phân đoạn thứ nhất bao gồm ít nhất một chỉ báo bậc (RI) và ít nhất một thông số CSI. Ví dụ, N có thể là hai trong đó phân đoạn thứ nhất còn bao gồm chỉ báo chất lượng kênh (CQI) đối với từ mã thứ nhất (CW). Theo ví dụ khác, ngoài CQI đối với CW thứ nhất, thì phân đoạn thứ nhất còn bao gồm hai chỉ báo mà lần lượt tương ứng với số lượng hệ số biên độ dải rộng được báo cáo đối với lớp thứ nhất và thứ hai. Điều này thường thấy đối với CSI kiểu II được hỗ trợ trong NR. Đối với cả hai ví dụ trên, phân đoạn thứ hai bao gồm các thông số CSI được liên kết với chỉ báo ma trận mã trước (PMI). Nếu UE được tạo cấu hình để thu lên tới 8 lớp, phân đoạn thứ hai này còn bao gồm CQI đối với CW thứ hai khi RI được báo cáo trong phân đoạn thứ nhất là lớn hơn bốn. Đối với tất cả các ví dụ trên, phân đoạn thứ nhất còn bao gồm chỉ báo tài nguyên tín hiệu chuẩn CSI (CRI).

Mặc dù Fig.14 và Fig.15 lần lượt thể hiện các ví dụ về phương pháp để thu thông tin cấu hình và tạo cấu hình UE, nhưng các phương án thay đổi khác cũng có thể được tạo ra dựa trên Fig.14 và Fig.15. 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 phương án 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 phương án 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 được thực hiện bởi thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

thu, từ trạm gốc, cấu hình báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI) bao gồm thông tin thứ nhất chỉ báo ít nhất một thông số CSI được tạo cấu hình với báo cáo dải rộng hoặc báo cáo dải con và thông tin thứ hai chỉ báo tập các dải con mà CSI được báo cáo, trong đó ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho toàn bộ tập các dải con dựa trên báo cáo dải rộng và ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho mỗi dải con của tập các dải con dựa trên báo cáo dải con;

nhận dạng phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai dành cho tập các dải con dựa trên thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai; và

truyền, tới trạm gốc, báo cáo CSI bao gồm phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai, trong đó phần CSI thứ nhất bao gồm chỉ báo bậc (Rank Indicator, RI) và thông tin chất lượng kênh (Channel Quality Information, CQI) thứ nhất được liên kết với từ mã thứ nhất,

trong đó phần CSI thứ hai bao gồm chỉ báo ma trận mã trước (Precoding Matrix Indicator, PMI),

trong đó kích thước tải của phần CSI thứ hai được nhận dạng dựa trên phần CSI thứ nhất bao gồm RI, và

trong đó phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai được lập mã riêng biệt.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần CSI thứ hai còn bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI lớn hơn 4, và

trong đó phần CSI thứ hai không bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI bằng hoặc nhỏ hơn 4.

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

thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) liên quan đến đường lên lập lịch truyền dẫn đường lên,

trong đó báo cáo CSI được dồn kênh với dữ liệu kênh chia sẻ đường lên (Uplink Shared Channel, UL-SCH) và được truyền tới trạm gốc trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH) dựa trên thông tin cấp phát tài nguyên được chứa trong DCI liên quan đến đường lên.

4. Thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm:

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

bộ điều khiển được ghép nối với bộ thu phát và được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị đầu cuối để:

thu, từ trạm gốc, cấu hình báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI) bao gồm thông tin thứ nhất chỉ báo ít nhất một thông số CSI được tạo cấu hình với báo cáo dải rộng hoặc báo cáo dải con và thông tin thứ hai chỉ báo tập các dải con mà CSI được báo cáo, trong đó ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho toàn bộ tập các dải con dựa trên báo cáo dải rộng và ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho mỗi dải con của tập các dải con dựa trên báo cáo dải con,

nhận dạng phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai dành cho tập các dải con dựa trên thông tin thứ nhất và thông tin thứ hai, và

truyền, tới trạm gốc, báo cáo CSI bao gồm phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai,

trong đó phần CSI thứ nhất bao gồm chỉ báo bậc (RI) và thông tin chất lượng kênh (CQI) thứ nhất được liên kết với từ mã thứ nhất,

trong đó phần CSI thứ hai bao gồm chỉ báo ma trận mã trước (PMI),

trong đó kích thước tải của phần CSI thứ hai được nhận dạng dựa trên phần CSI thứ nhất bao gồm RI, và

trong đó phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai được lập mã riêng biệt.

5. Thiết bị đầu cuối theo điểm 4, trong đó phần CSI thứ hai còn bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI lớn hơn 4, và

trong đó phần CSI thứ hai không bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI bằng hoặc nhỏ hơn 4.

6. Thiết bị đầu cuối theo điểm 4, trong đó bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị đầu cuối thu, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) liên quan đến đường lên lập lịch truyền dẫn đường lên, và

trong đó báo cáo CSI được dồn kênh với dữ liệu kênh chia sẻ đường lên (UL-SCH) và được truyền tới trạm gốc trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) dựa trên thông tin cấp phát tài nguyên được chứa trong DCI liên quan đến đường lên.

7. Phương pháp được thực hiện bởi trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền, tới thiết bị đầu cuối, cấu hình báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI) bao gồm thông tin thứ nhất chỉ báo ít nhất một thông số CSI được tạo cấu hình với báo cáo dải rộng hoặc báo cáo dải con và thông tin thứ hai chỉ báo tập các dải con mà CSI được báo cáo, trong đó ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho toàn bộ tập các dải con dựa trên báo cáo dải rộng và ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho mỗi dải con của tập các dải con dựa trên báo cáo dải con;

thu, từ thiết bị đầu cuối, báo cáo CSI dành cho tập các dải con, trong đó báo cáo CSI bao gồm phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai riêng biệt;

giải mã phần CSI thứ nhất bao gồm chỉ báo bậc (RI) và thông tin chất lượng kênh (CQI) thứ nhất được liên kết với từ mã thứ nhất; và

giải mã phần CSI thứ hai bao gồm chỉ báo ma trận mã trước (PMI),

trong đó kích thước tải của phần CSI thứ hai phụ thuộc vào phần CSI thứ nhất được giải mã bao gồm RI.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phần CSI thứ hai còn bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI lớn hơn 4, và

trong đó phần CSI thứ hai không bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI bằng hoặc nhỏ hơn 4.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) liên quan đến đường lên lập lịch truyền dẫn đường lên,

trong đó báo cáo CSI được dồn kênh với dữ liệu kênh chia sẻ đường lên (UL-SCH) và được thu từ thiết bị đầu cuối trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) dựa trên thông tin cấp phát tài nguyên được chứa trong DCI liên quan đến đường lên.

10. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phần CSI thứ hai được giải mã riêng biệt với phần CSI thứ nhất, dựa trên phần CSI thứ nhất được giải mã.

11. Trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây, trạm gốc này bao gồm:

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

bộ điều khiển được ghép nối với bộ thu phát và được tạo cấu hình để điều khiển trạm gốc để:

truyền, tới thiết bị đầu cuối, cấu hình báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI) bao gồm thông tin thứ nhất chỉ báo ít nhất một thông số CSI được tạo cấu hình với báo cáo dải

rộng hoặc báo cáo dải con và thông tin thứ hai chỉ báo tập các dải con mà CSI được báo cáo, trong đó ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho toàn bộ tập các dải con dựa trên báo cáo dải rộng và ít nhất một thông số CSI được báo cáo dành cho mỗi dải con của tập các dải con dựa trên báo cáo dải con,

thu, từ thiết bị đầu cuối, báo cáo CSI dành cho tập các dải con, trong đó báo cáo CSI bao gồm phần CSI thứ nhất và phần CSI thứ hai riêng biệt,

giải mã phần CSI thứ nhất bao gồm chỉ báo bậc (RI) và thông tin chất lượng kênh (CQI) thứ nhất được liên kết với từ mã thứ nhất, và

giải mã phần CSI thứ hai bao gồm chỉ báo ma trận mã trước (PMI),

trong đó kích thước tải của phần CSI thứ hai phụ thuộc vào phần CSI thứ nhất được giải mã bao gồm RI.

12. Trạm gốc theo điểm 11, trong đó phần CSI thứ hai còn bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI lớn hơn 4, và

trong đó phần CSI thứ hai không bao gồm CQI thứ hai được liên kết với từ mã thứ hai trong trường hợp mà RI bằng hoặc nhỏ hơn 4.

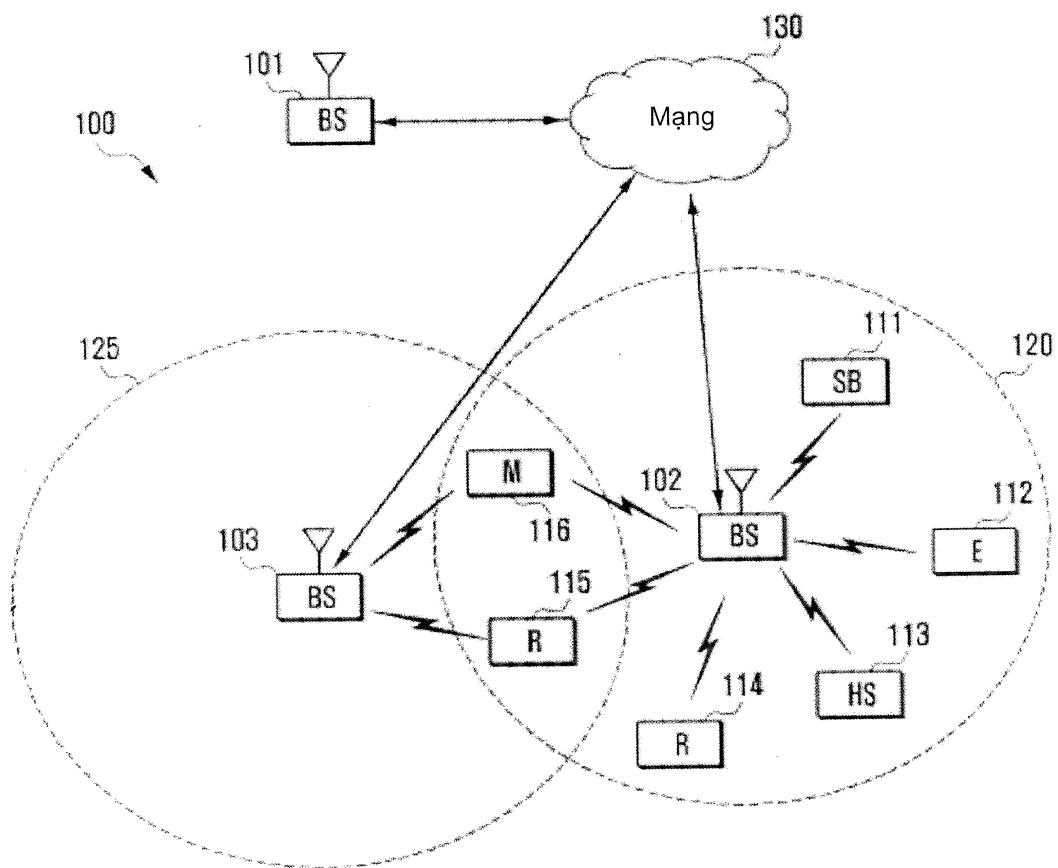
13. Trạm gốc theo điểm 11, trong đó bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để điều khiển trạm gốc truyền, tới thiết bị đầu cuối, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) liên quan đến đường lên lập lịch truyền dẫn đường lên, và

trong đó báo cáo CSI được dồn kênh với dữ liệu kênh chia sẻ đường lên (UL-SCH) và được thu từ thiết bị đầu cuối trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) dựa trên thông tin cấp phát tài nguyên được chứa trong DCI liên quan đến đường lên.

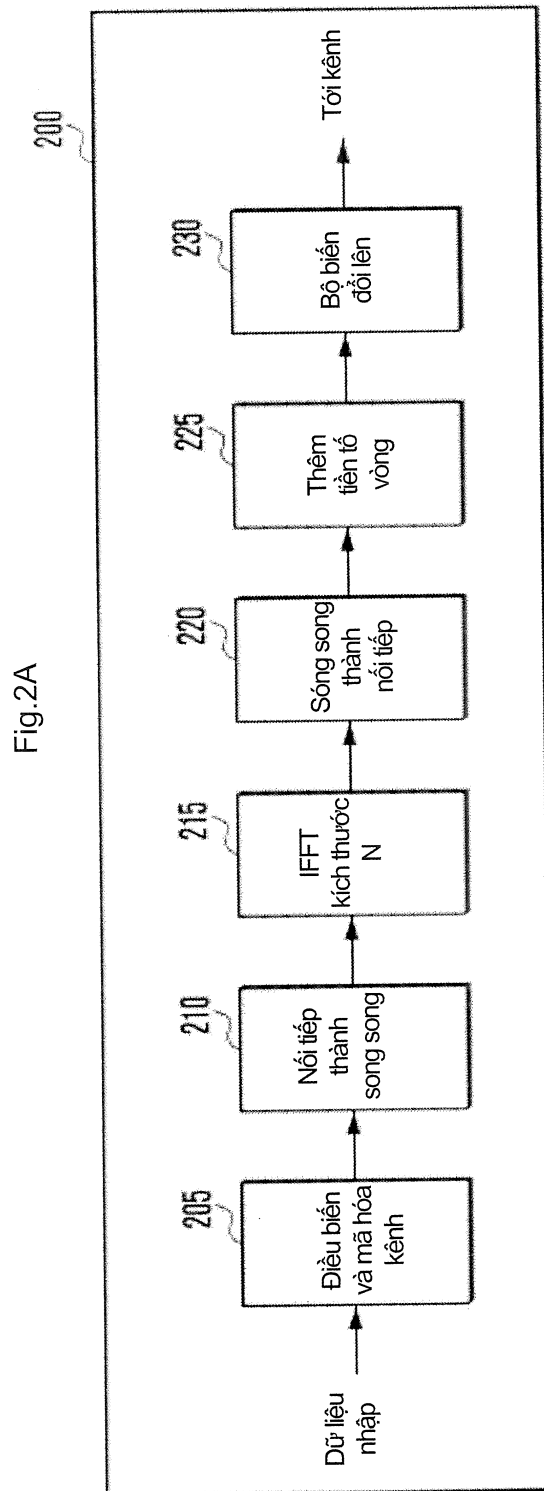
14. Trạm gốc theo điểm 11, trong đó phần CSI thứ hai được giải mã riêng biệt với phần CSI thứ nhất, dựa trên phần CSI thứ nhất được giải mã.

1/24

Fig.1

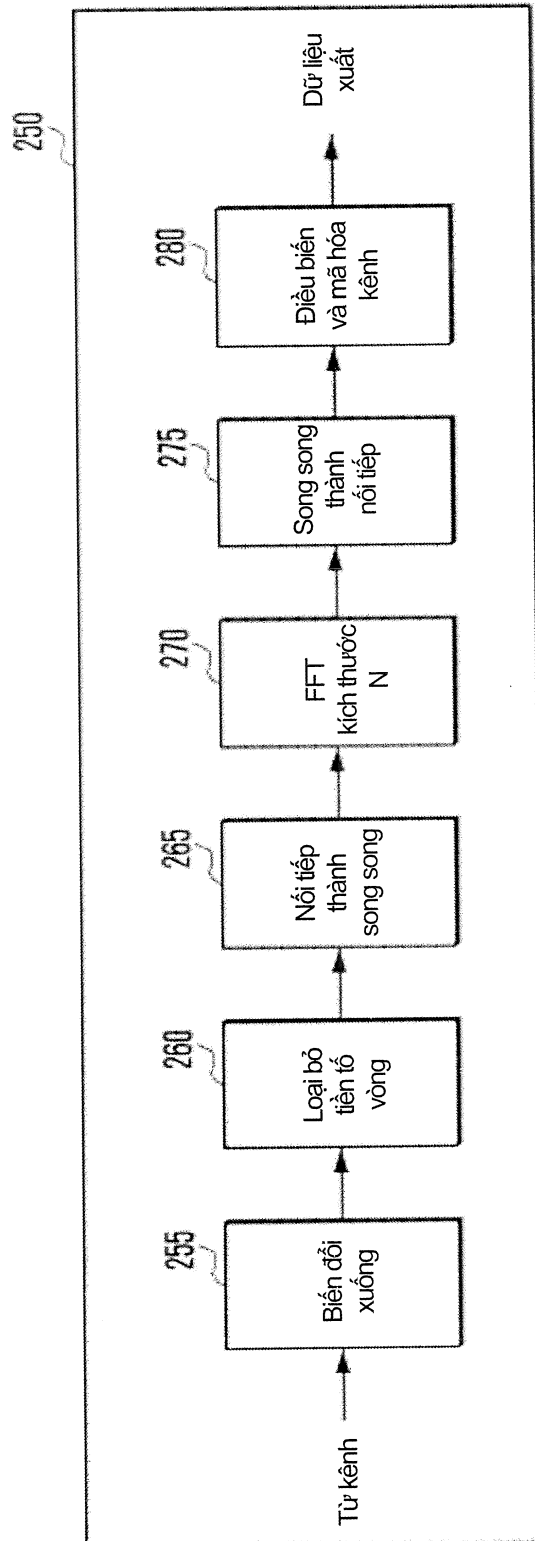


2/24



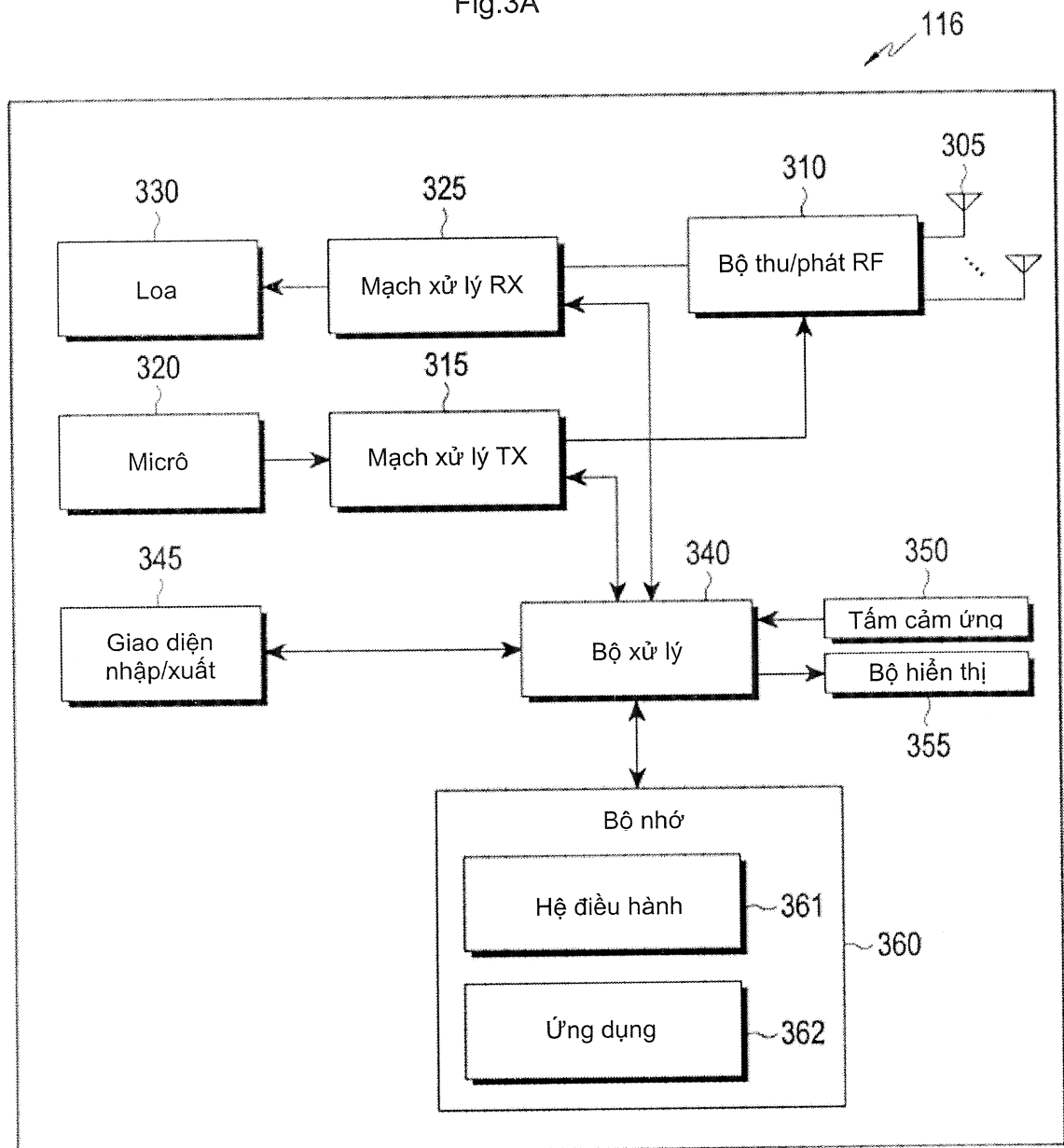
3/24

Fig.2B



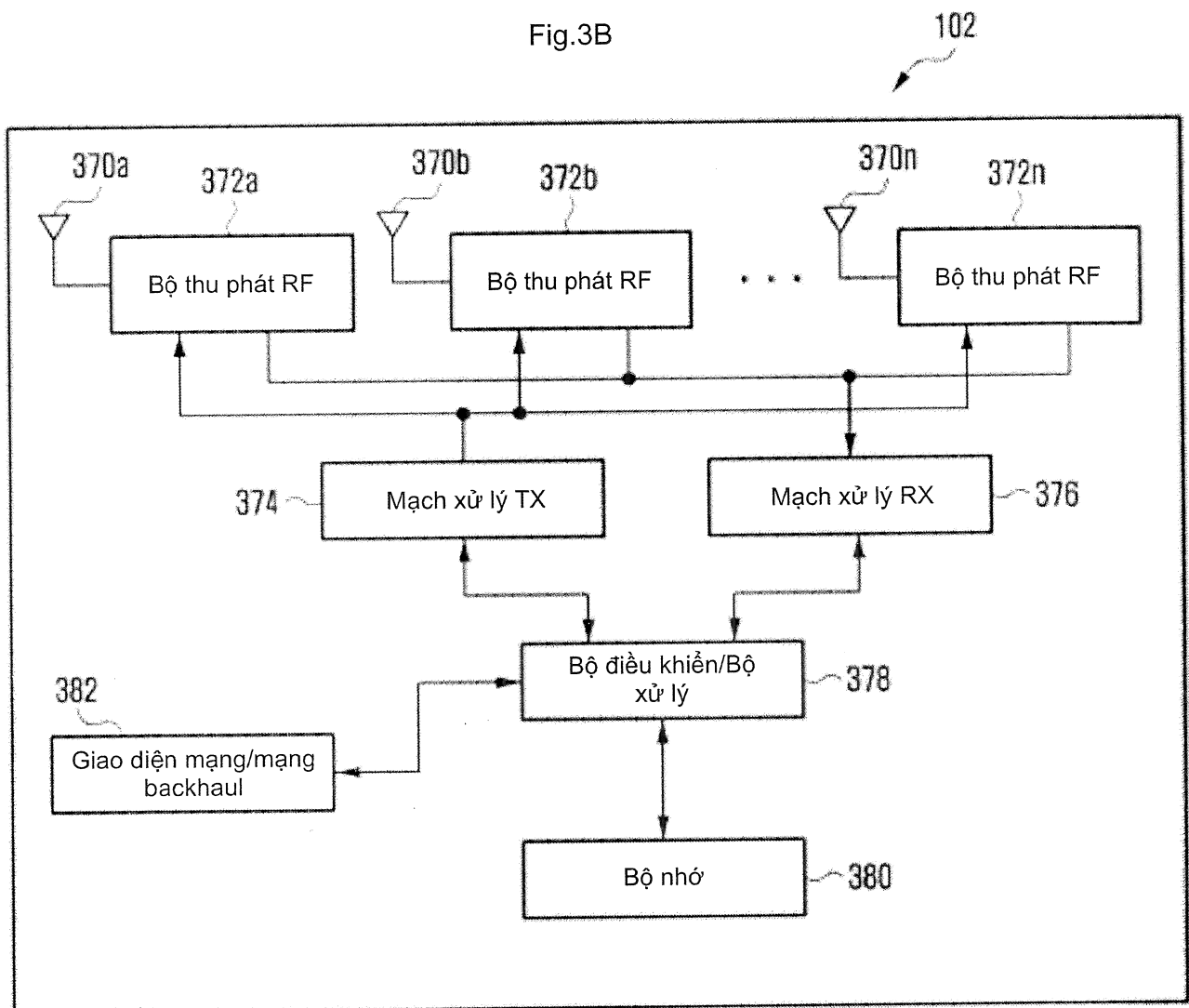
4/24

Fig.3A



5/24

Fig.3B



6/24

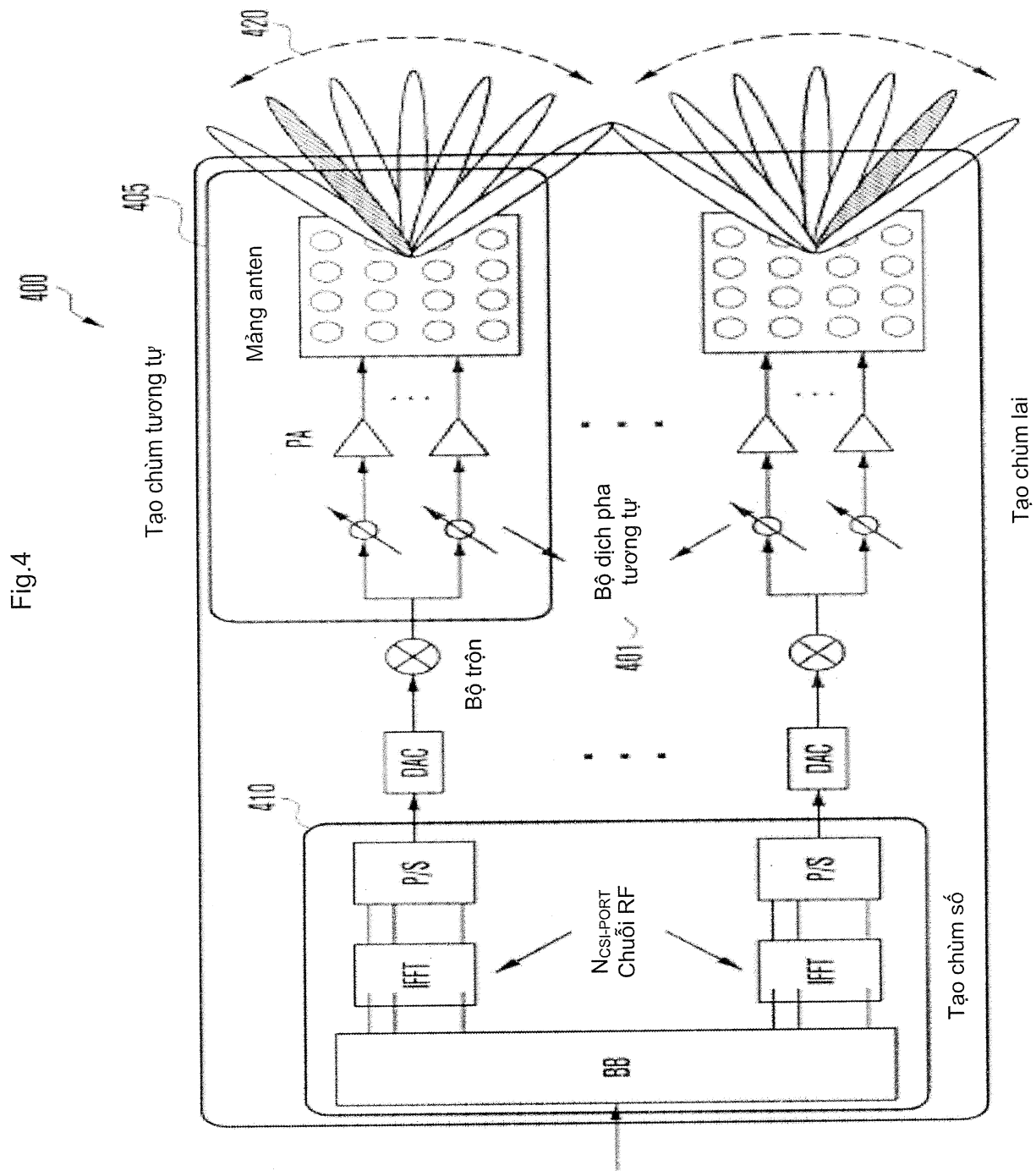
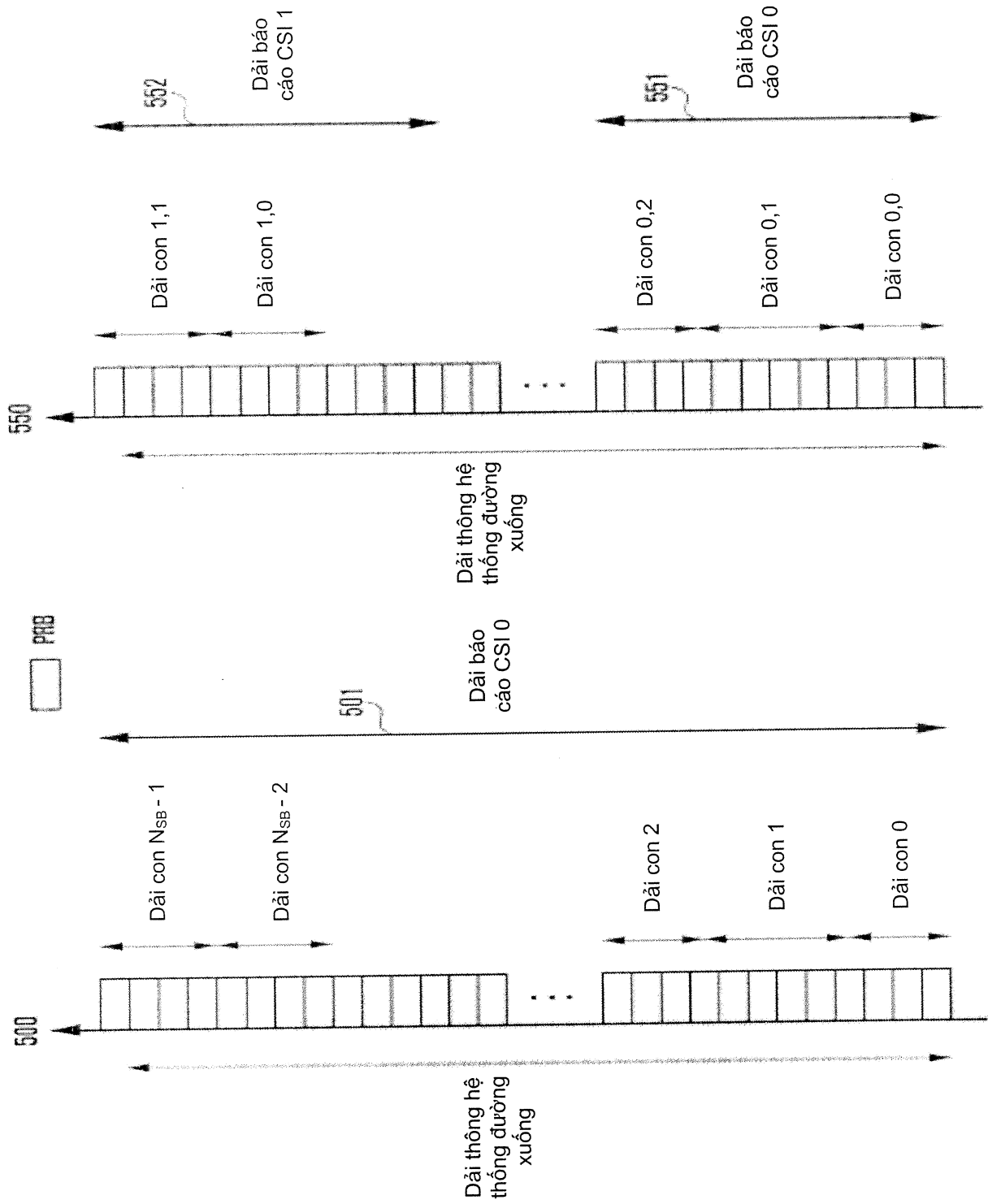
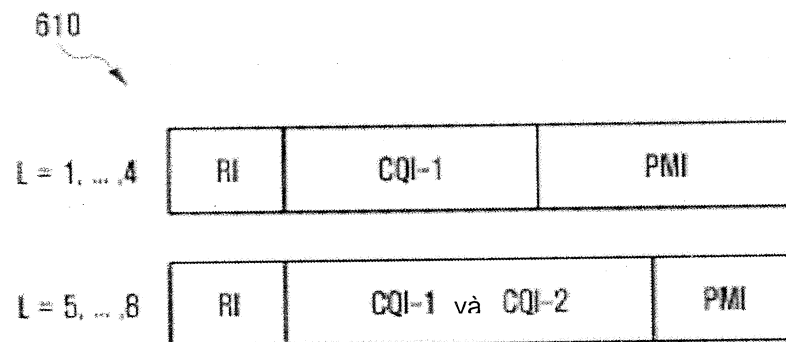
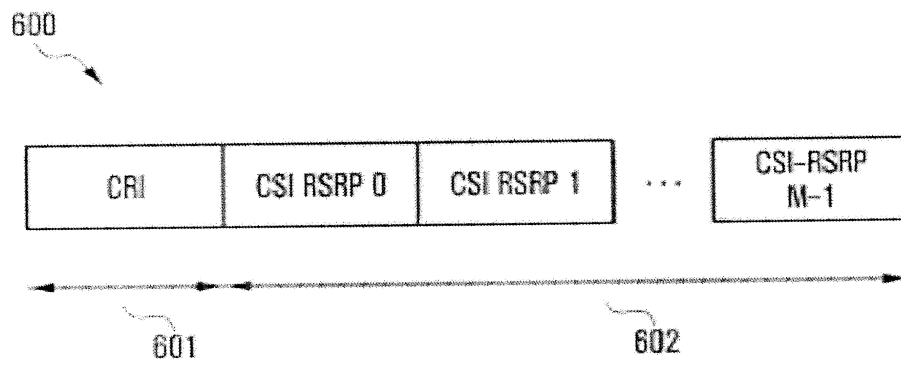


Fig.5



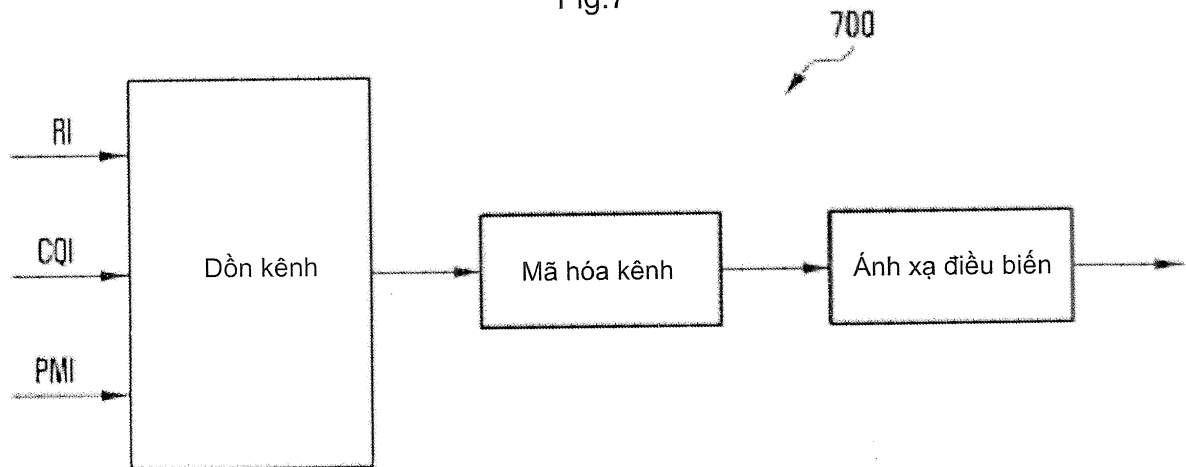
8/24

Fig.6



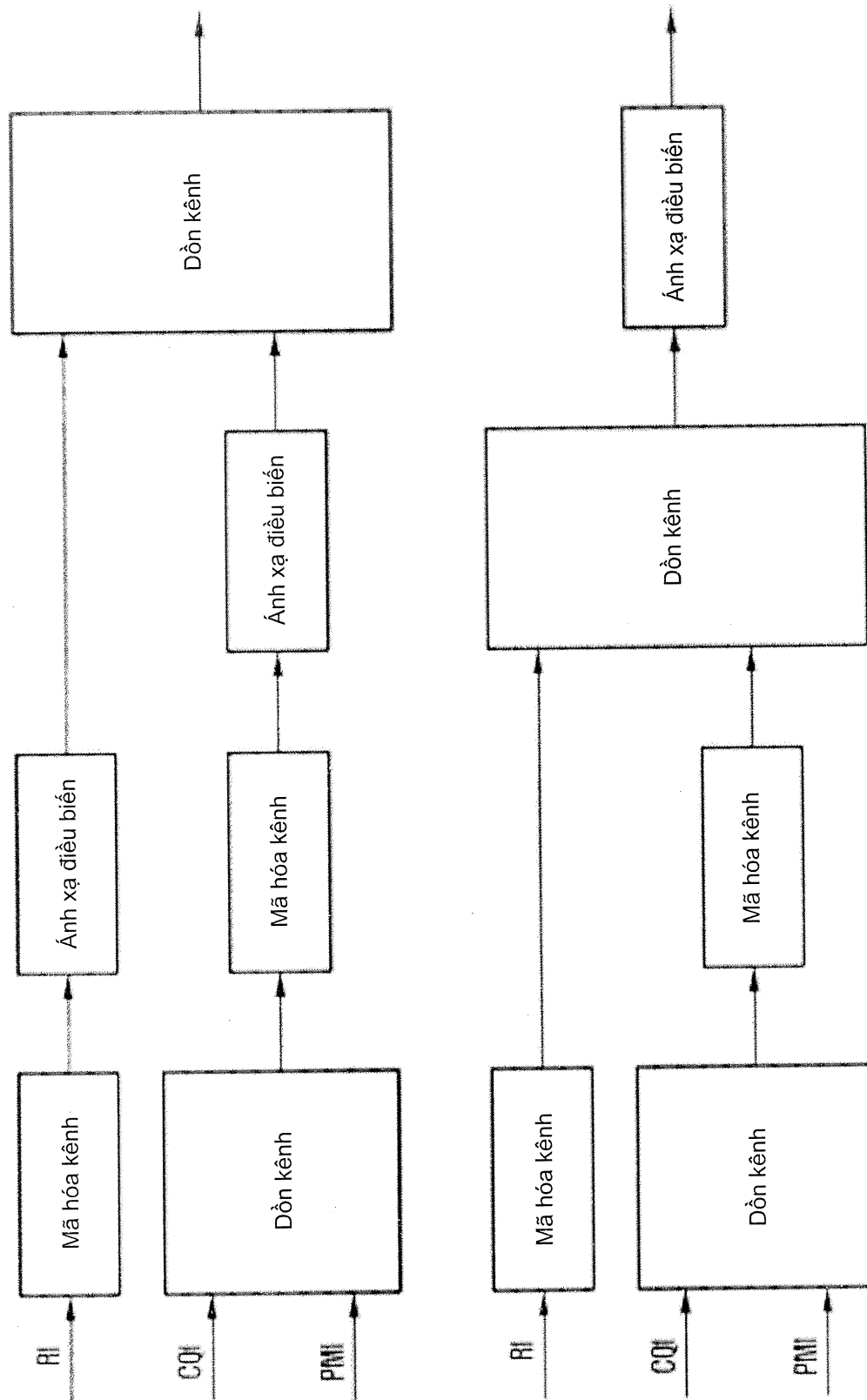
9/24

Fig.7



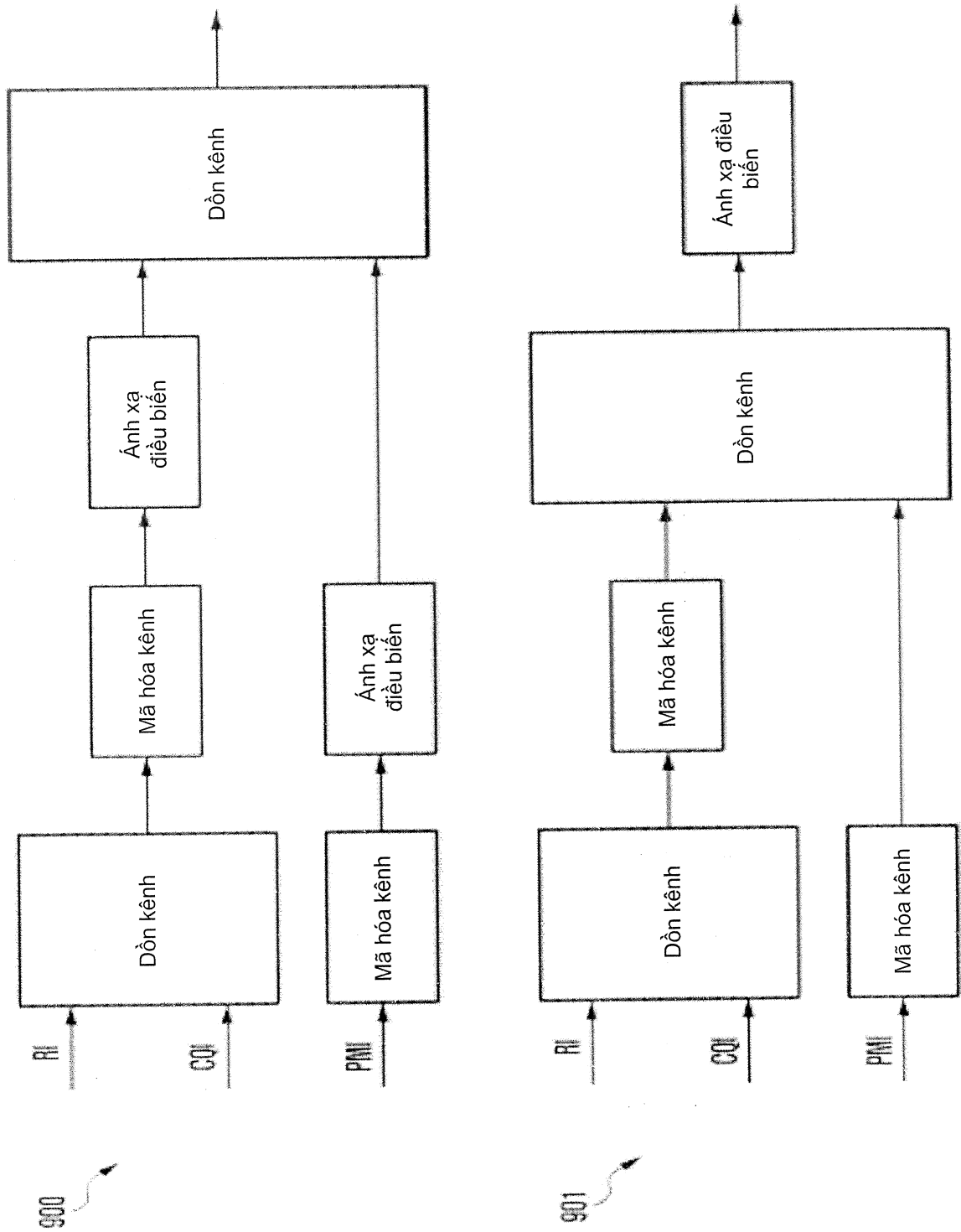
10/24

Fig.8



11/24

Fig.9A



12/24

Fig.9B

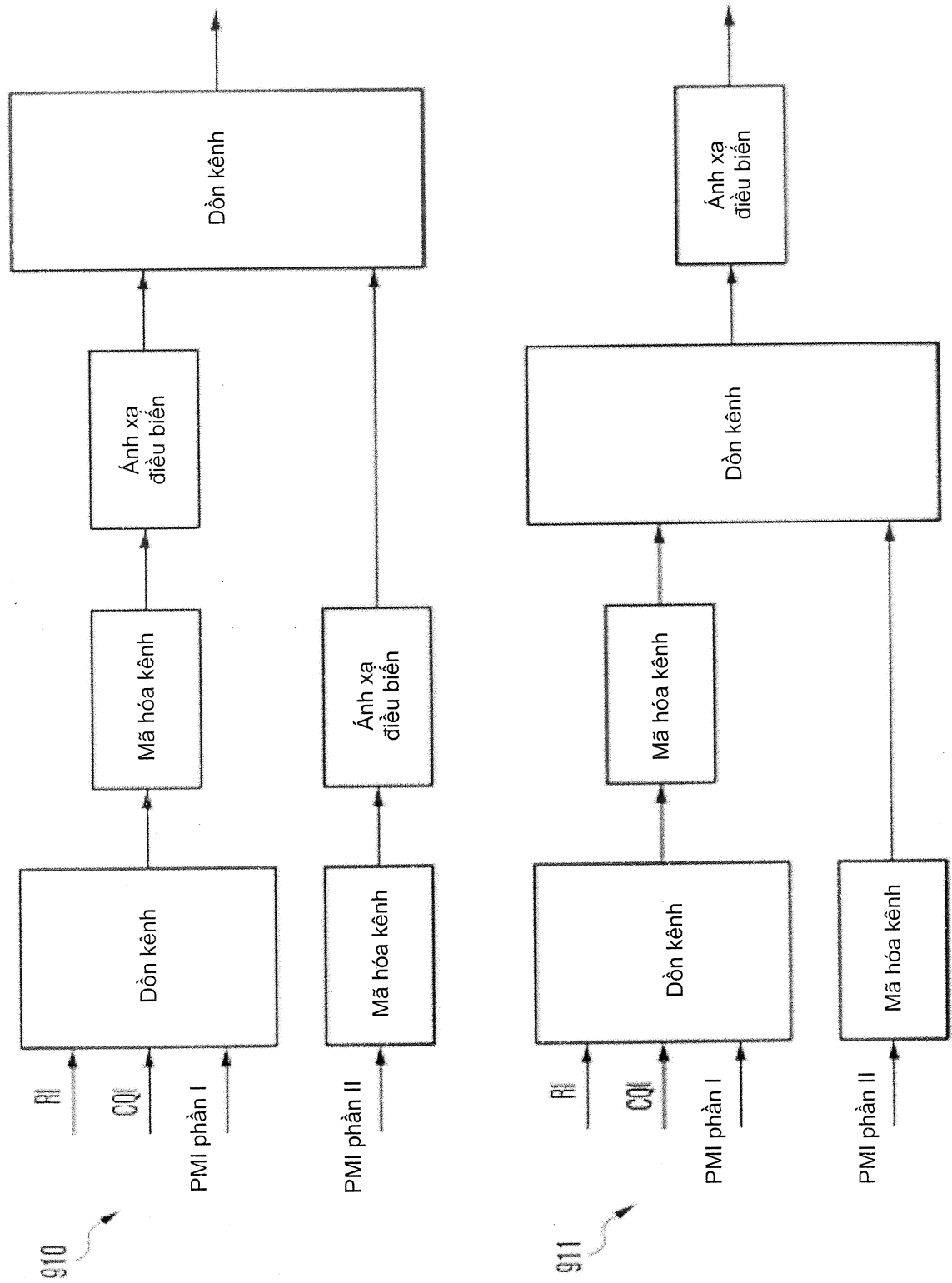
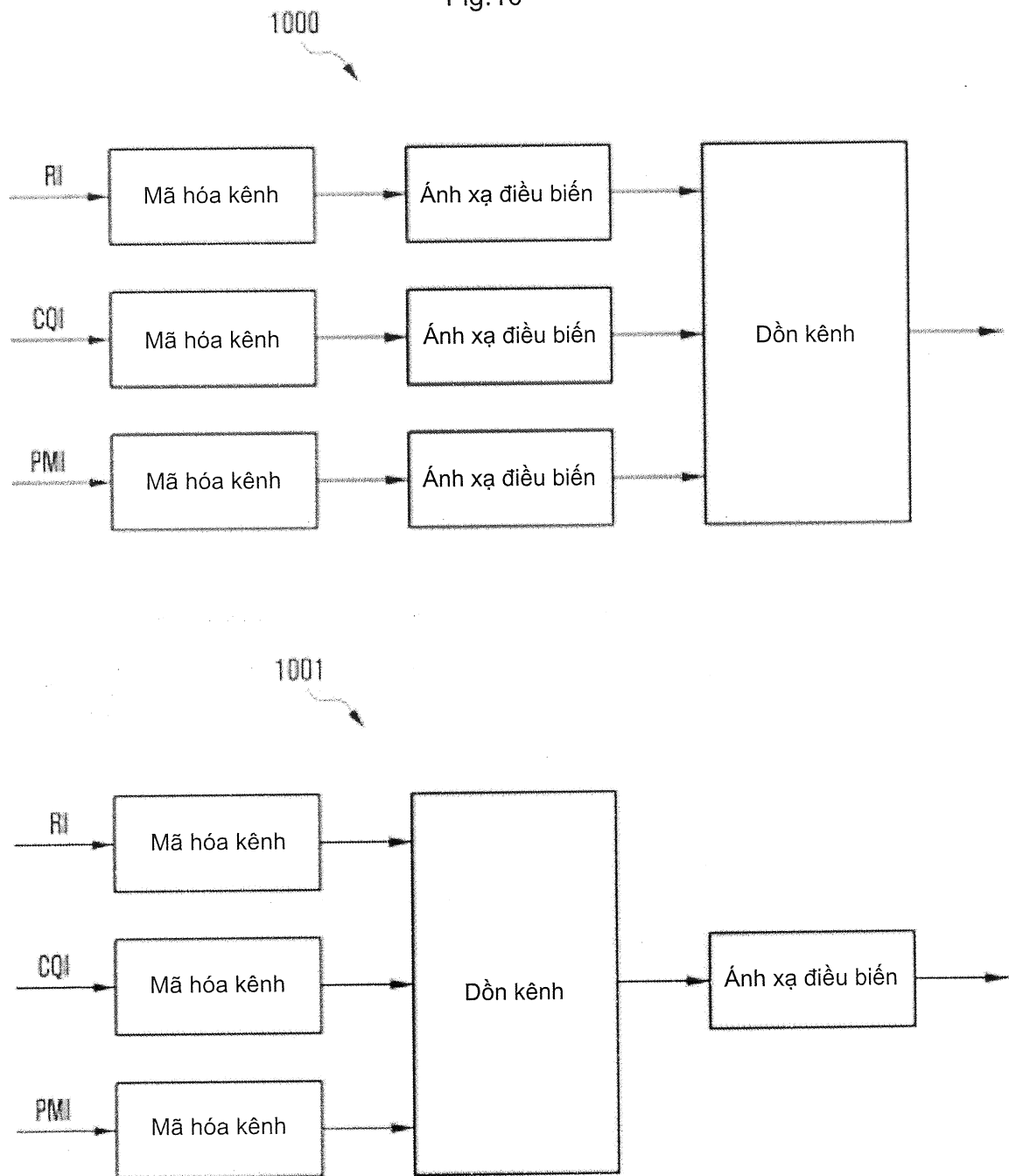
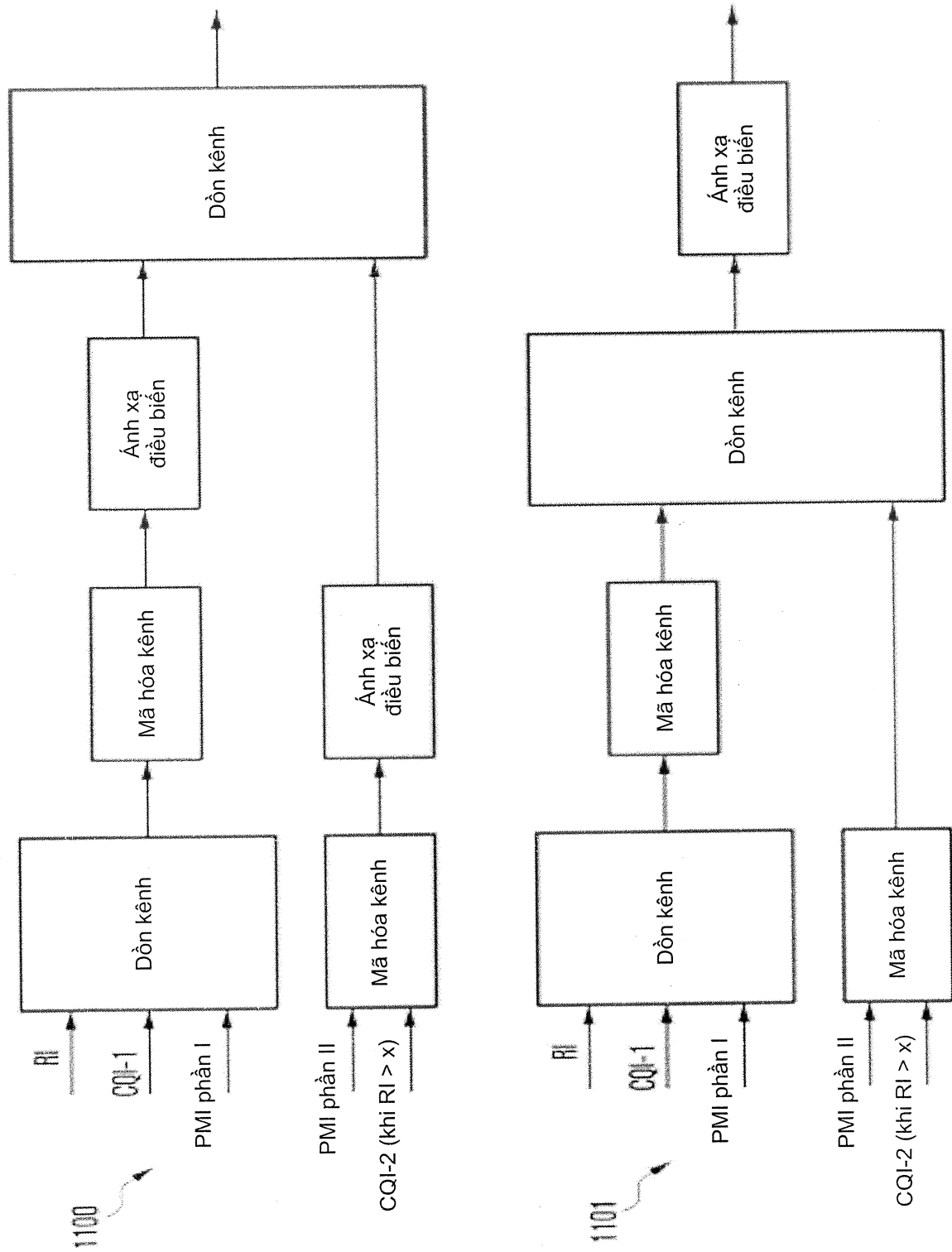


Fig.10



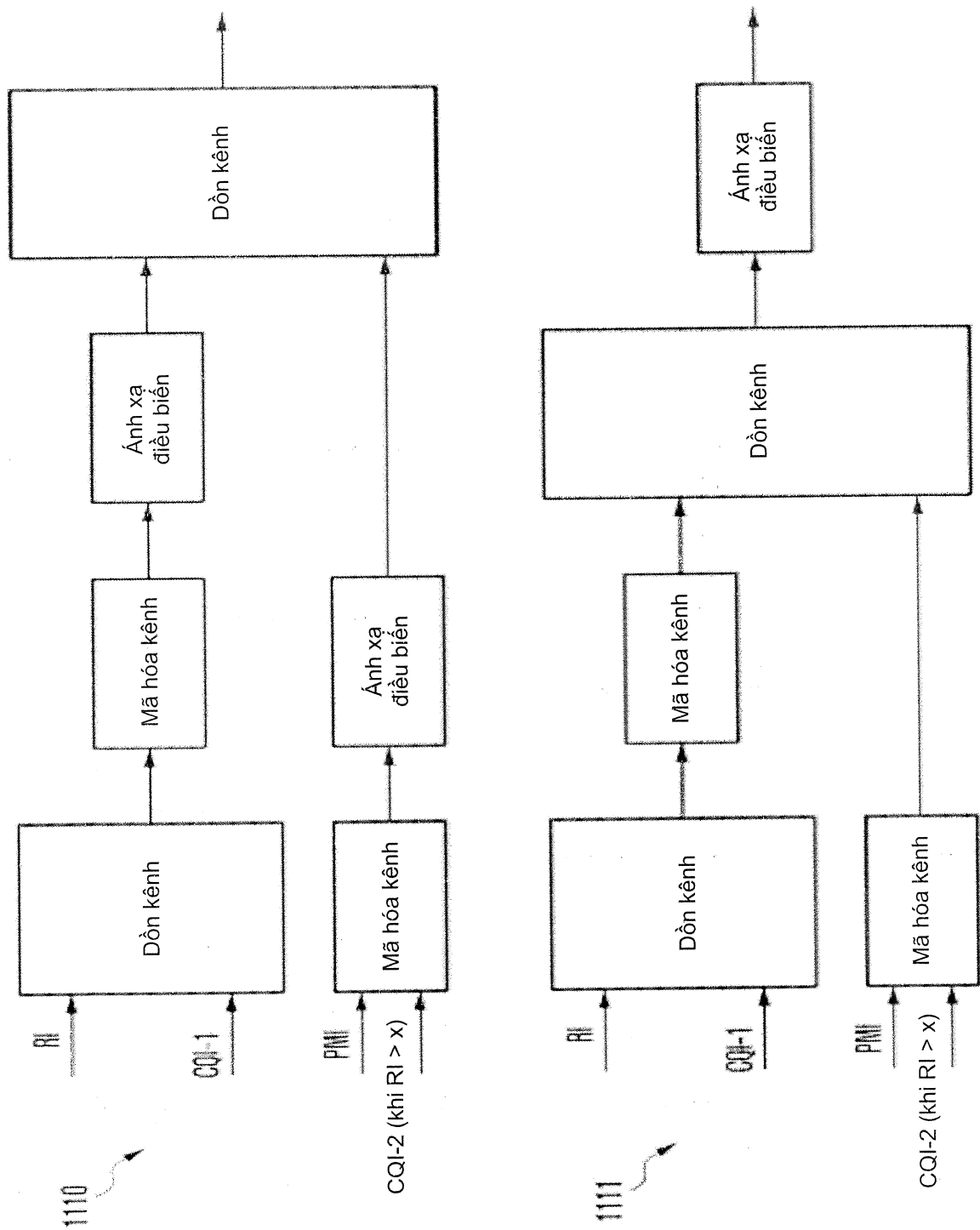
14/24

Fig.11A



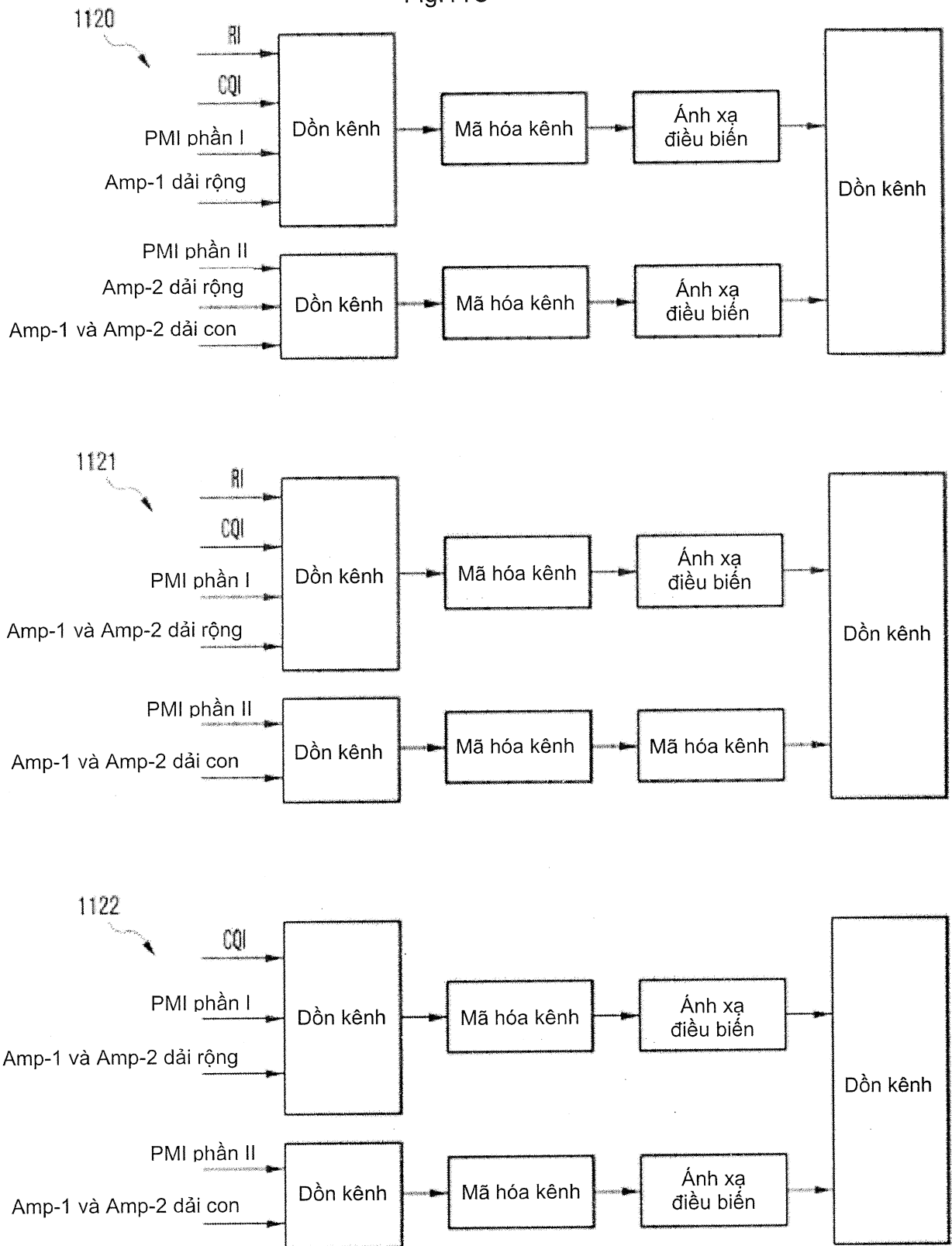
15/24

Fig.11B



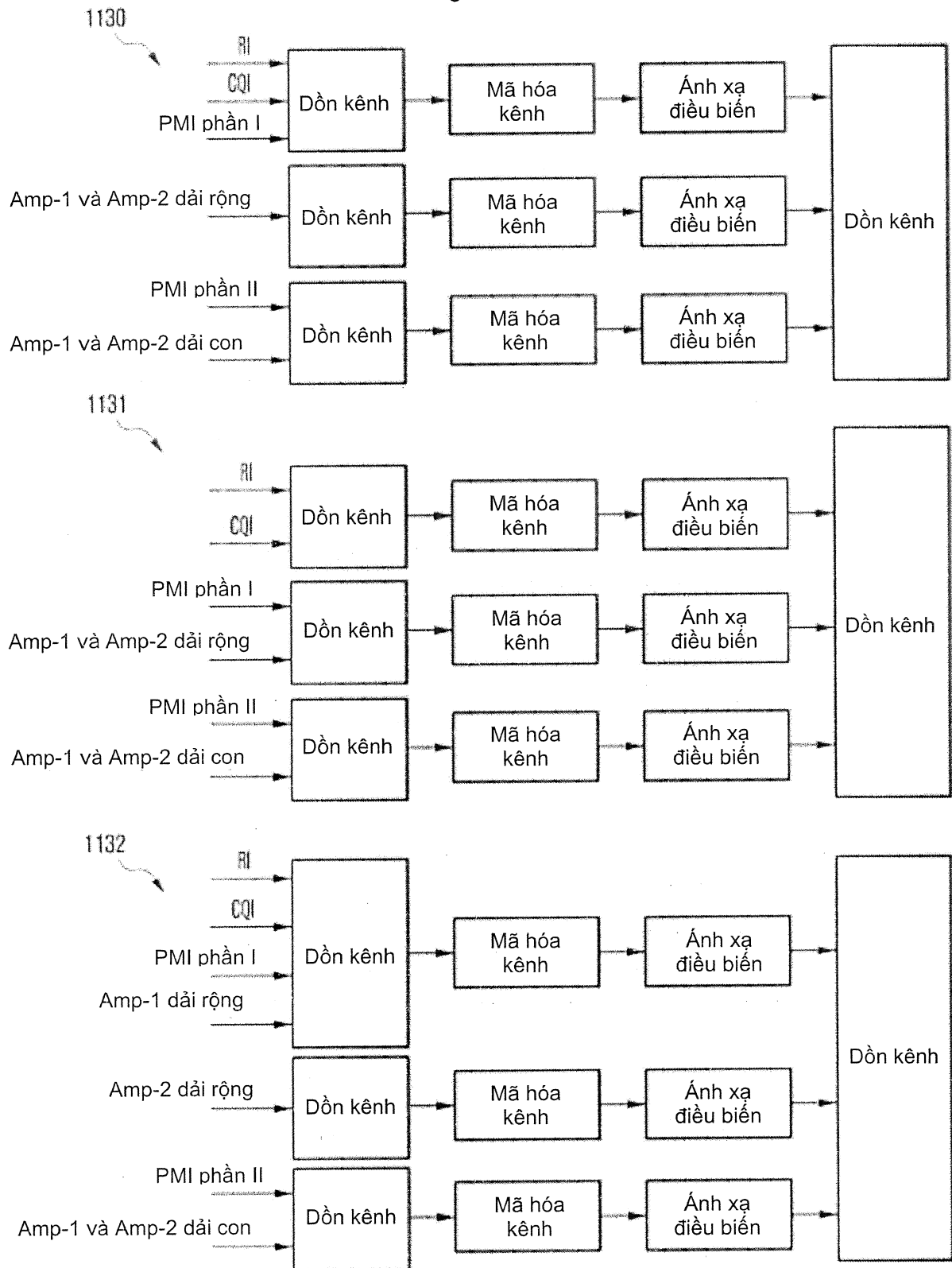
16/24

Fig.11C



17/24

Fig.11D



18/24

Fig.11E

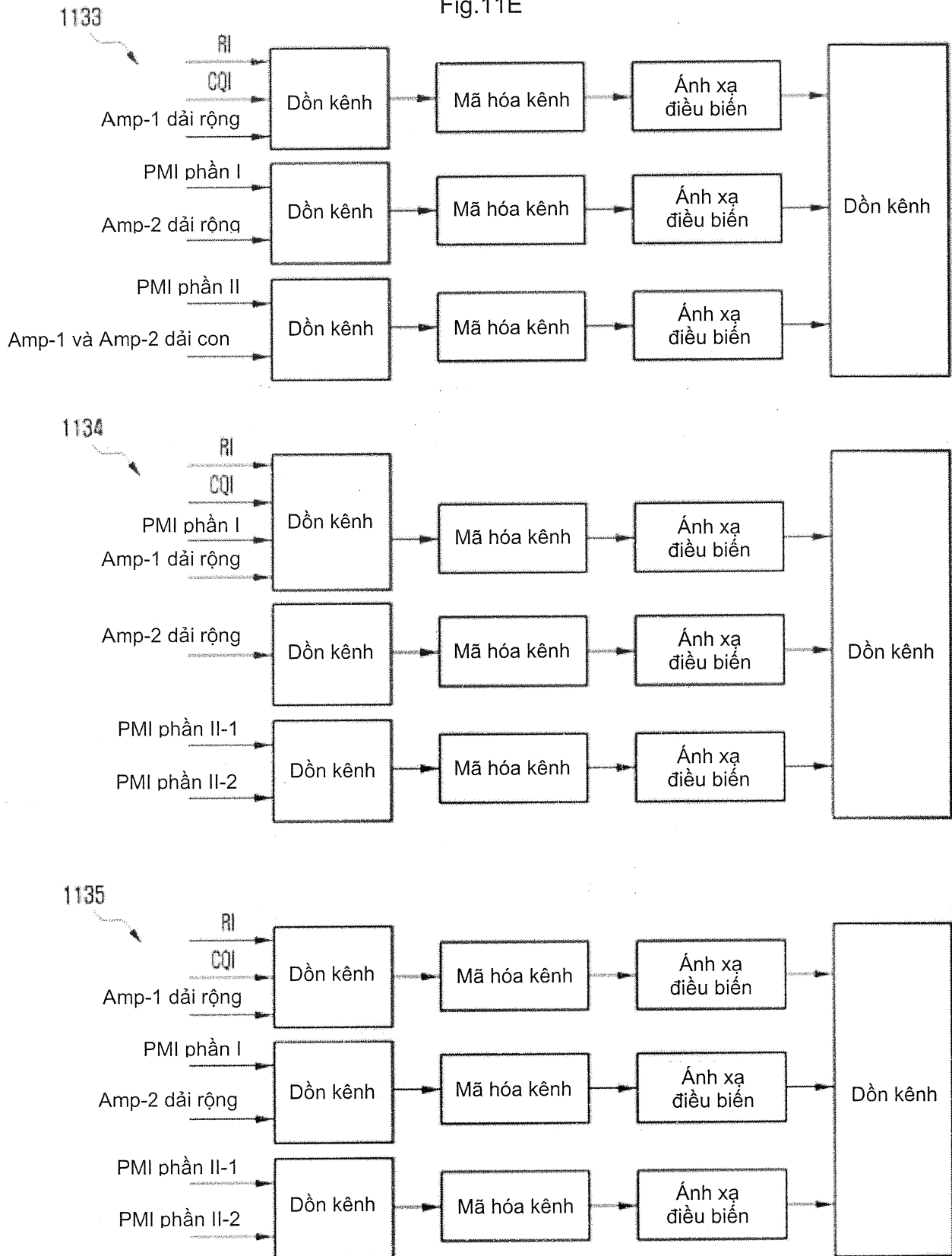
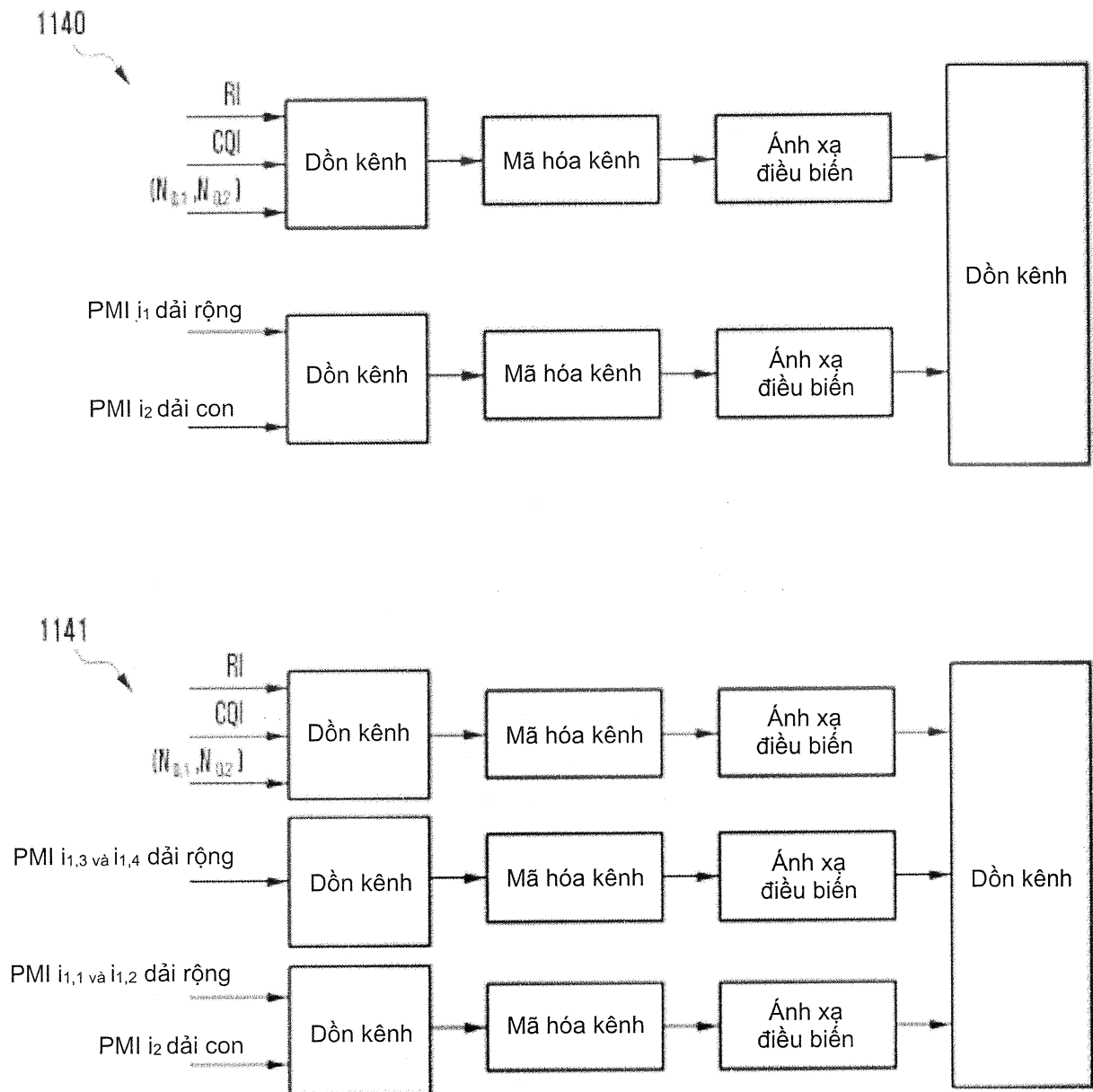
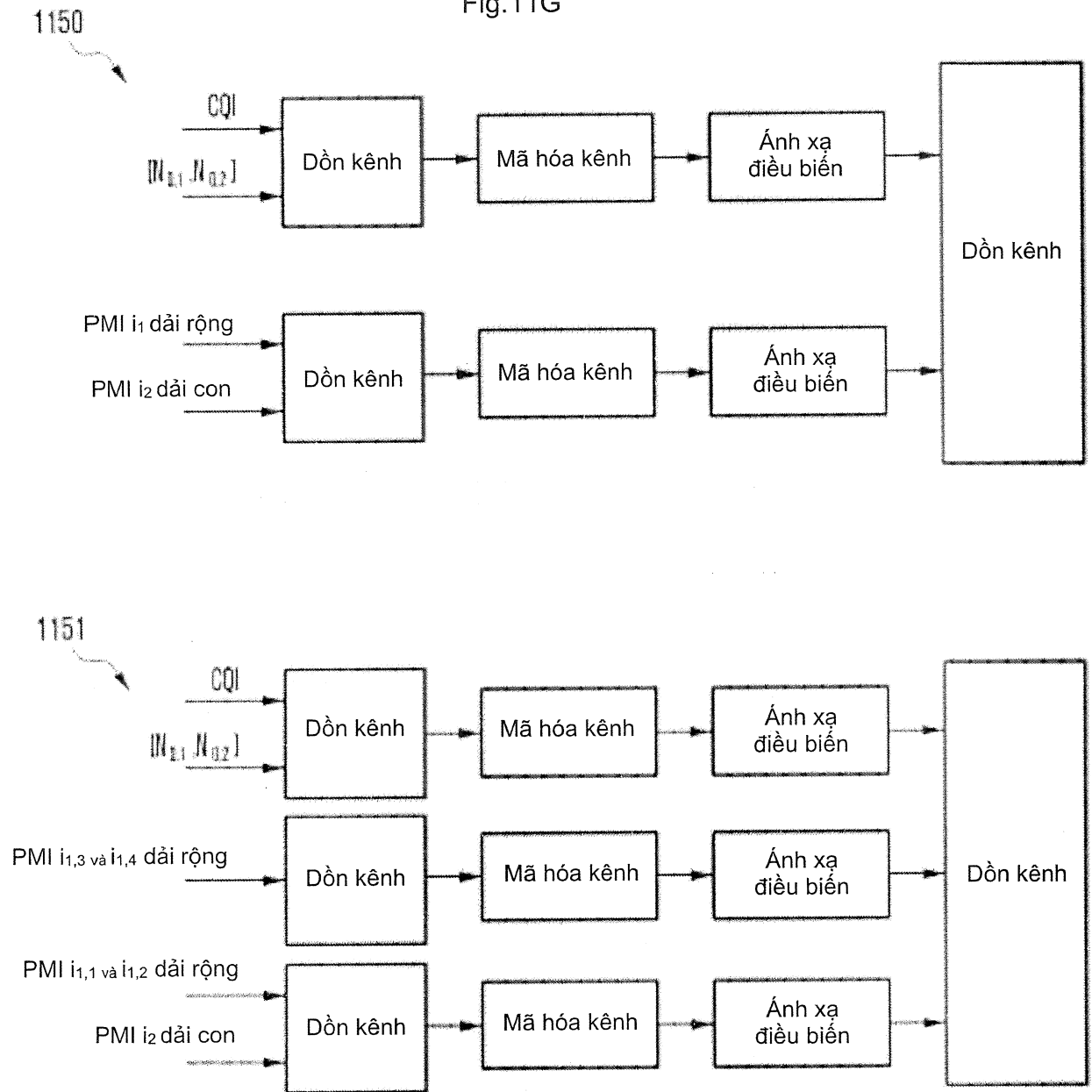


Fig.11F



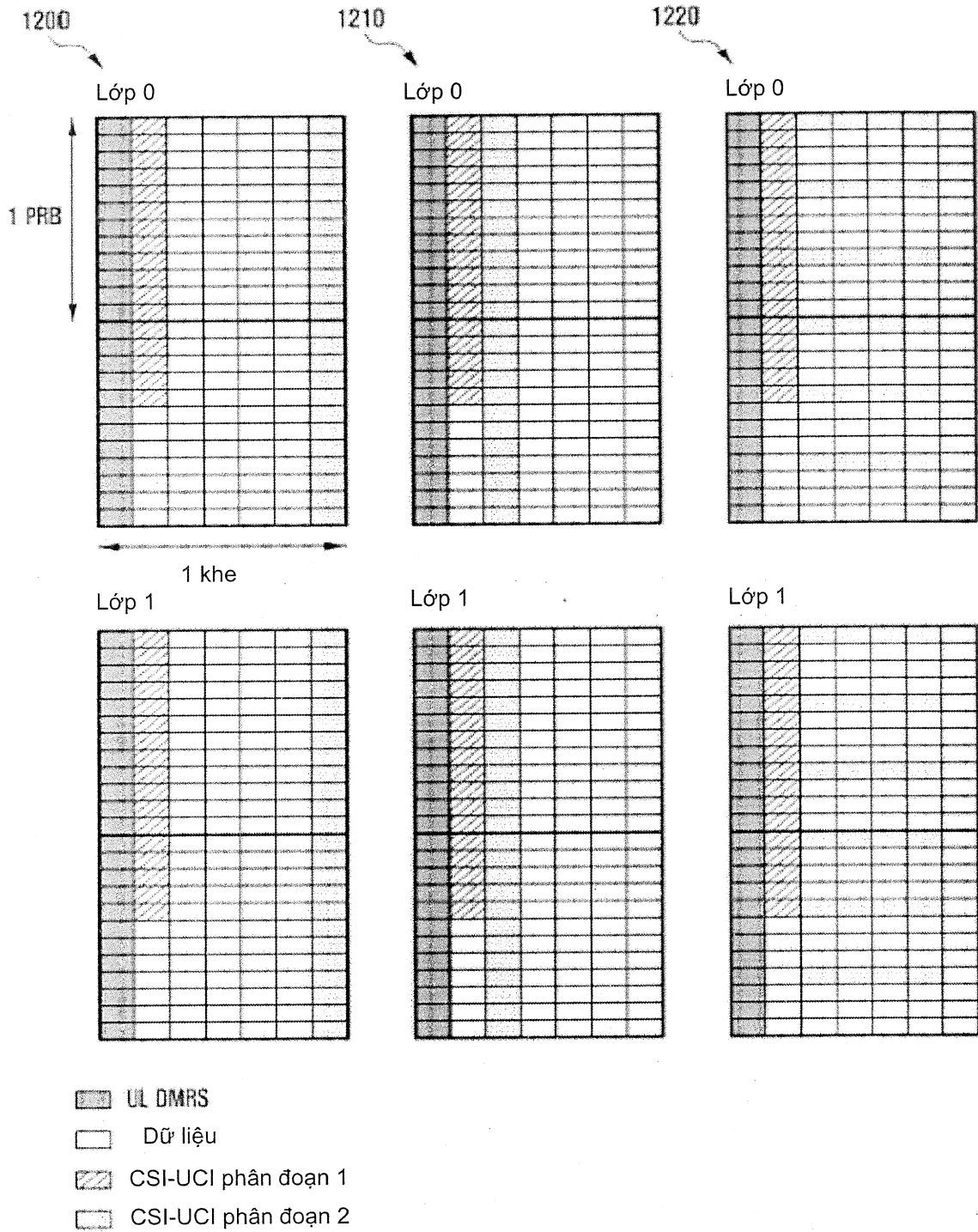
20/24

Fig.11G



21/24

Fig.12



22/24

Fig.13

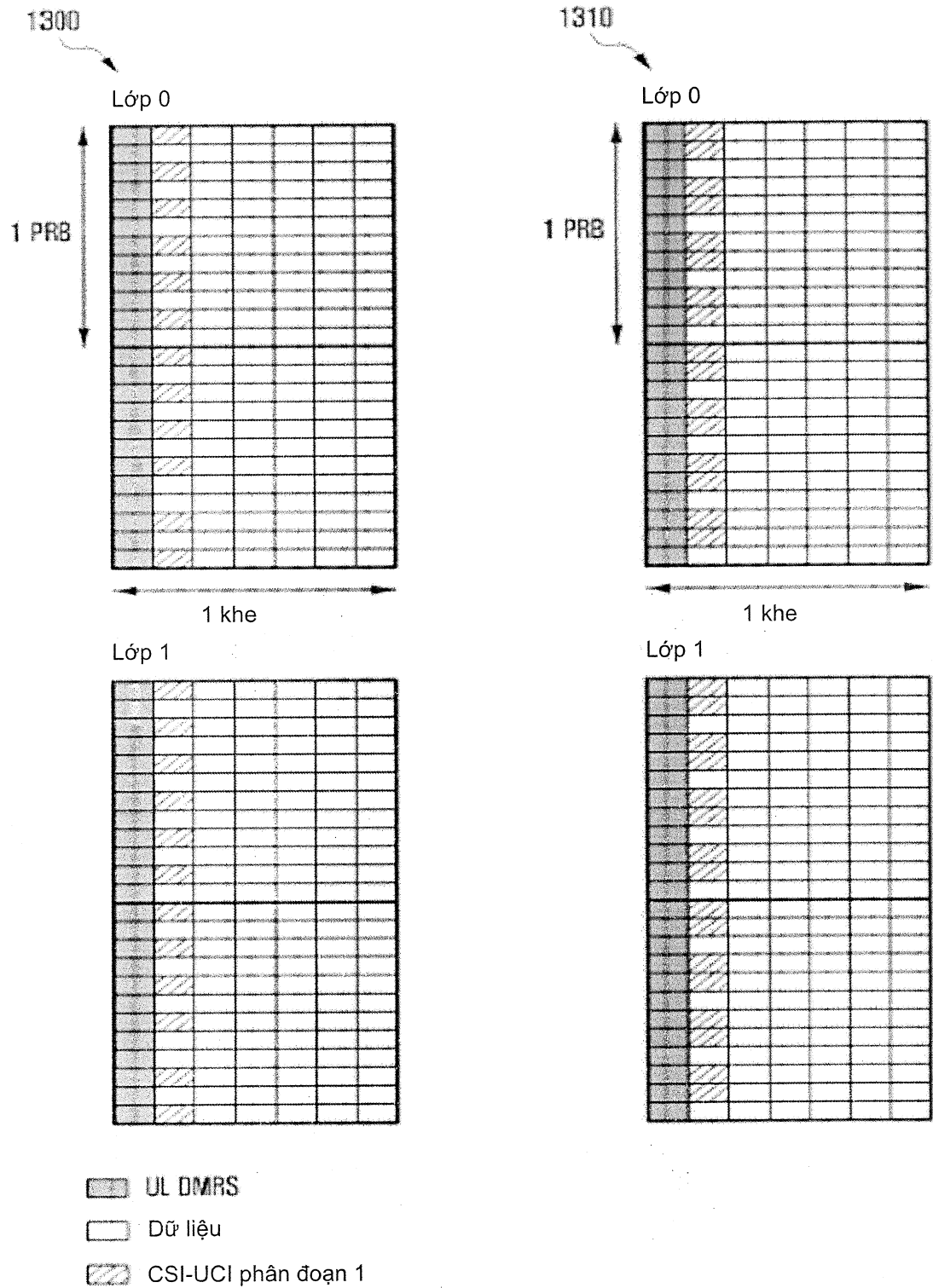
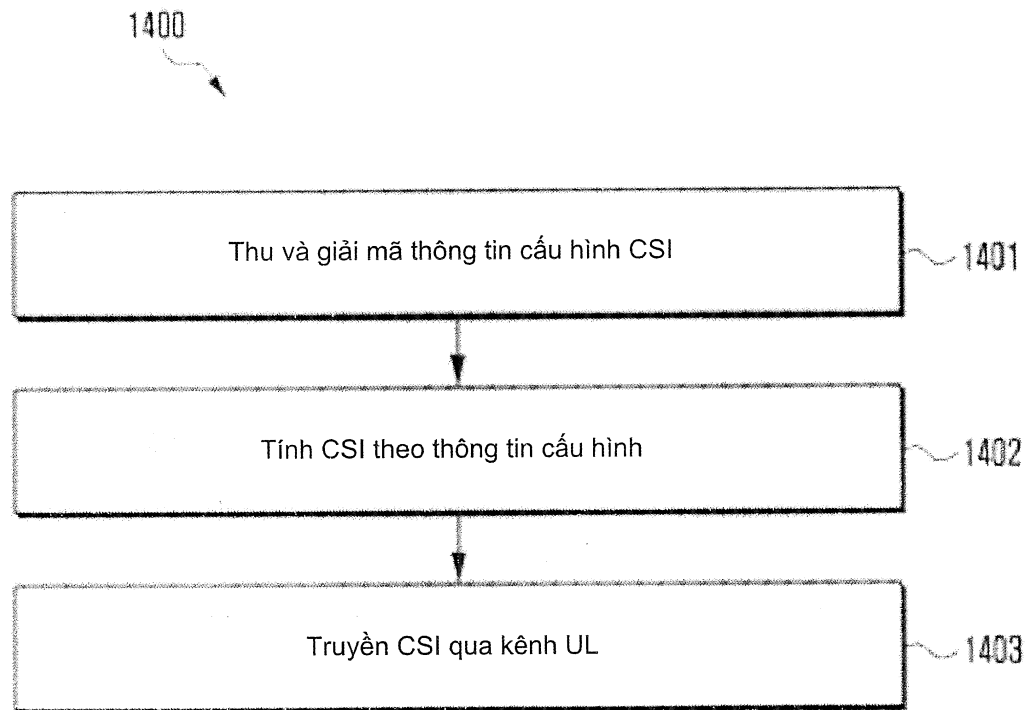


Fig.14



24/24

Fig.15

