



(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)



1-0037883

(51)^{2020.01} H04L 5/00; H04L 1/00

(13) B

(21) 1-2020-01573

(22) 04/09/2018

(86) PCT/KR2018/010259 04/09/2018

(87) WO 2019/054686 21/03/2019

(30) 10-2017-0116570 12/09/2017 KR

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/06/2020 387

(73) Samsung Electronics Co., Ltd. (KR)

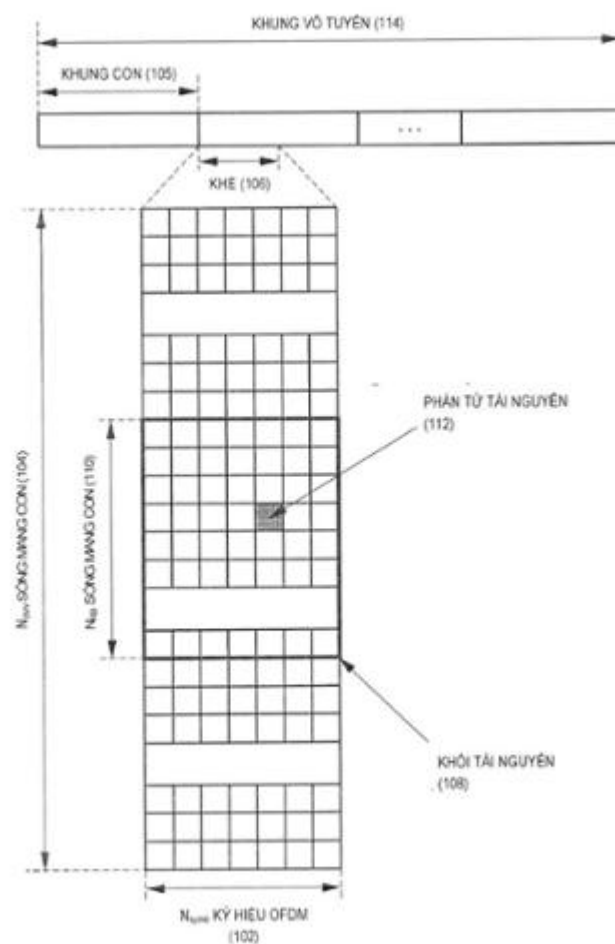
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, Republic of Korea

(72) NOH, Hoondong (KR); LEE, Hyojin (KR); KWAK, Youngwoo (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN VÀ THU THÔNG TIN ĐIỀU KHIỂN LIÊN KẾT LÊN, THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI VÀ TRẠM CƠ SỞ TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống truyền thông để hội tụ hệ thống truyền thông thế hệ thứ năm (5th-Generation, 5G) hỗ trợ tốc độ dữ liệu cao hơn so với hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4th-Generation, 4G) với công nghệ mạng internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT). Sáng chế có thể được áp dụng cho các dịch vụ thông minh dựa vào công nghệ truyền thông 5G và công nghệ IoT, như căn nhà thông minh, toà nhà thông minh, đô thị thông minh, xe ô tô thông minh, xe ô tô kết nối, chăm sóc sức khỏe, giáo dục kỹ thuật số, dịch vụ bán lẻ thông minh, dịch vụ an ninh, và dịch vụ an toàn. Sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (Channel State Information, CSI) từ trạm cơ sở, tạo ra thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI reference signal Resource Indicator, CRI), thông tin chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI), thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (Precoding Matrix Indicator, PMI), hoặc thông tin chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI) dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI, xác định dãy thông tin có thông tin CSI, mã hoá dãy thông tin này bằng cách sử dụng mã cực, và truyền dãy thông tin đã mã hoá đến trạm cơ sở. Thông tin CRI và thông tin RI được đặt trước các bit đệm trong dãy thông tin và thông tin PMI và thông tin CQI được đặt sau các bit đệm trong dãy thông tin.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông di động không dây. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp trong đó thiết bị đầu cuối đo tình trạng kênh vô tuyến dựa vào nhiều tín hiệu tham chiếu, tạo ra thông tin tình trạng kênh (Channel State Information, CSI) dựa vào kết quả đo, và báo cáo thông tin CSI cho trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông di động không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng nhu cầu về lưu lượng dữ liệu không dây gia tăng kể từ khi triển khai các hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4th-Generation, 4G), những nỗ lực đã được thực hiện nhằm phát triển hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm (pre-5G) hoặc thế hệ thứ năm (5th-Generation, 5G) cải tiến. Vì vậy, hệ thống truyền thông trước 5G hoặc 5G cũng được gọi là “mạng sau 4G” hoặc “hệ thống truyền thông sau tiêu chuẩn phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE)”. Hệ thống truyền thông 5G đang được xem xét để sử dụng dải tần số cao hơn (sóng mm, mmWave), ví dụ, dải tần số 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm độ tổn hao do đường truyền dẫn của sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền dẫn, kỹ thuật tạo chùm, sử dụng hệ thống có nhiều đầu vào nhiều đầu ra (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) quy mô lớn, sử dụng hệ thống MIMO có kích thước toàn phần (Full Dimension MIMO, FD-MIMO), anten giàn, kỹ thuật tạo chùm dạng tương tự, và sử dụng anten cỡ lớn đang được thảo luận dùng cho các hệ thống truyền thông 5G. Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G, các kỹ thuật cải tiến dùng cho mạng hệ thống được phát triển theo hướng dựa vào ô cỡ nhỏ nâng cao, mạng truy nhập vô tuyến (Radio Access Network, RAN) đám mây, mạng siêu dày đặc, mạng truyền thông thiết bị-với-thiết bị (Device-to-Device, D2D), mạng liên kết hành trình ngược không dây, mạng dịch chuyển, mạng truyền thông phối hợp, mạng truyền thông giữa nhiều điểm phối hợp (Coordinated Multi-Points, CoMP), mạng khử nhiễu ở phía thiết bị thu và các mạng khác. Trong hệ thống truyền thông 5G, kỹ thuật kết hợp giữa điều biến dịch tần và điều biến biên độ vuông góc (Frequency-shift keying and

Quadrature Amplitude Modulation, FQAM) và kỹ thuật mã hoá chồng chập cửa sổ trượt (Sliding Window Superposition Coding, SWSC) để dùng làm công nghệ mã hoá và điều biến nâng cao (Advanced Coding Modulation, ACM), và kỹ thuật điều biến nhiều sóng mang sử dụng nhóm bộ lọc (Filter Bank MultiCarrier, FBMC), kỹ thuật đa truy nhập không trực giao (Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA), và kỹ thuật đa truy nhập sử dụng mã thưa (Sparse Code Multiple Access, SCMA) để dùng làm công nghệ truy nhập nâng cao đã được phát triển.

Mạng internet, là mạng kết nối lấy con người làm trung tâm trong đó con người tạo ra và sử dụng thông tin, giờ đây phát triển thành mạng internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT) trong đó các thực thể phân tán, như mọi vật, trao đổi và xử lý thông tin mà không có sự can thiệp của con người. Mạng internet kết nối mọi vật (Internet of Everything, IoE), là mạng kết hợp giữa công nghệ IoT và công nghệ xử lý dữ liệu lớn bằng cách kết nối với máy chủ điện toán đám mây, đã xuất hiện. Đối với các thành phần công nghệ, như “công nghệ cảm biến”, “cấu trúc hạ tầng mạng và truyền thông nối dây/không dây”, “công nghệ giao diện dịch vụ”, và “công nghệ bảo mật”, là các công nghệ cần thiết để triển khai mạng IoT, mạng cảm biến, mạng truyền thông máy-với-máy (Machine-to-Machine, M2M), mạng truyền thông kiểu máy (Machine Type Communication, MTC) và các mạng khác đã được nghiên cứu trong thời gian gần đây. Môi trường IoT như vậy có thể cung cấp các dịch vụ công nghệ internet thông minh để tạo ra giá trị mới cho đời sống của con người bằng cách thu thập và phân tích dữ liệu được tạo ra giữa các vật kết nối. Mạng IoT có thể được áp dụng cho rất nhiều lĩnh vực như căn nhà thông minh, toà nhà thông minh, đô thị thông minh, xe ô tô thông minh hoặc xe ô tô kết nối, mạng lưới thông minh, chăm sóc sức khỏe, các thiết bị thông minh, và các dịch vụ y tế nâng cao bằng cách hội tụ và kết hợp giữa công nghệ thông tin (Information Technology, IT) hiện nay và nhiều lĩnh vực ngành nghề khác nhau.

Liên quan đến vấn đề này, nhiều nỗ lực đã được thực hiện để áp dụng các hệ thống truyền thông 5G vào các mạng IoT. Ví dụ, các công nghệ, như công nghệ mạng cảm biến, công nghệ truyền thông MTC, và truyền thông M2M có thể được sử dụng dựa trên kỹ thuật tạo chùm, MIMO, và anten giàn. Việc sử dụng mạng truy nhập vô tuyến (Radio Access Network, RAN) đám mây để làm công nghệ xử lý dữ liệu lớn như đã được mô tả

trên đây cũng có thể được coi là một ví dụ về sự hội tụ giữa công nghệ truyền thông 5G và công nghệ IoT.

Vì hệ thống truyền thông theo tiêu chuẩn phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE) và LTE cải tiến (LTE-Advanced) đã được phát triển hiện nay, cho nên cần có phương pháp và thiết bị ánh xạ thông tin điều khiển liên kết lên để báo cáo thông tin tình trạng kênh.

Thông tin được trình bày ở trên là thông tin cơ bản chỉ nhằm giúp cho sáng chế trở nên dễ hiểu hơn. Không có sự xác nhận, và không có sự khẳng định gì ở đó, vì mọi thông tin nêu trên đều có thể coi là giải pháp đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật mà sáng chế đề cập đến.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các khía cạnh của sáng chế nhằm mục đích khắc phục ít nhất là các vấn đề và/hoặc các nhược điểm được mô tả trên đây và nhằm tạo ra ít nhất là các ưu điểm được mô tả dưới đây. Do đó, một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp ánh xạ thông tin điều khiển liên kết lên (Uplink Control Information, UCI) để báo cáo thông tin tình trạng kênh. Cụ thể là, sáng chế đề xuất các phương pháp để khắc phục các vấn đề đã được mô tả trên đây bằng cách thiết kế quy tắc ánh xạ thông tin UCI có hiệu quả để mã hoá mã cực của thông tin UCI.

Các khía cạnh khác sẽ được mô tả một phần trong phần mô tả sáng chế dưới đây và, sẽ được hiểu rõ, một phần, sau khi xem phần mô tả sáng chế này, hoặc có thể được biết rõ hoàn toàn sau khi thực hiện các phương án được mô tả trong sáng chế.

Theo một khía cạnh của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (Channel State Information, CSI) từ trạm cơ sở, tạo ra thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI reference signal Resource Indicator, CRI), thông tin chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI), thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (Precoding Matrix Indicator, PMI), hoặc thông tin chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI) dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của

thông tin CSI, xác định dãy thông tin có thông tin CSI, mã hoá dãy thông tin này bằng cách sử dụng mã cực, và truyền dãy thông tin đã mã hoá đến trạm cơ sở. Thông tin CRI và thông tin RI được đặt trước các bit đệm trong dãy thông tin và thông tin PMI và thông tin CQI được đặt sau các bit đệm trong dãy thông tin.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp thu thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: truyền thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (CSI) đến thiết bị đầu cuối, thu dãy thông tin đã mã hoá dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI từ thiết bị đầu cuối, và giải mã dãy thông tin đã mã hoá bằng cách sử dụng mã cực để xác định dãy thông tin có dãy thông tin đã mã hoá. Dãy thông tin này gồm có thông tin CSI trong dãy mà trong đó thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CRI) và thông tin chỉ báo hạng (RI) được đặt trước các bit đệm và thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI) và thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI) được đặt sau các bit đệm. Thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin CRI, thông tin RI, thông tin PMI, hoặc thông tin CQI.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối để truyền thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây. Thiết bị đầu cuối này bao gồm bộ thu phát, và ít nhất một bộ xử lý được kết nối với bộ thu phát và được tạo cấu hình để điều khiển bộ thu phát thu thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (CSI) từ trạm cơ sở, tạo ra thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CRI), thông tin chỉ báo hạng (RI), thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI), hoặc thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI) dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI, xác định dãy thông tin có thông tin CSI, mã hoá dãy thông tin này bằng cách sử dụng mã cực, và điều khiển bộ thu phát truyền dãy thông tin đã mã hoá đến trạm cơ sở. Thông tin CRI và thông tin RI được đặt trước các bit đệm trong dãy thông tin và thông tin PMI và thông tin CQI được đặt sau các bit đệm trong dãy thông tin.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất trạm cơ sở để thu thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây. Trạm cơ sở này bao gồm bộ thu phát, và ít nhất một bộ xử lý được kết nối với bộ thu phát và được tạo cấu hình để

điều khiển bộ thu phát truyền thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (CSI) đến thiết bị đầu cuối, điều khiển bộ thu phát thu dãy thông tin đã mã hoá dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI từ thiết bị đầu cuối, và giải mã dãy thông tin đã mã hoá bằng cách sử dụng mã cực để xác định dãy thông tin có dãy thông tin đã mã hoá. Dãy thông tin này gồm có thông tin CSI trong dãy mà trong đó thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CRI) và thông tin chỉ báo hạng (RI) được đặt trước các bit đệm và thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI) và thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI) được đặt sau các bit đệm. Thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin CRI, thông tin RI, thông tin PMI, hoặc thông tin CQI.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở có nhiều anten có thể xác định quy tắc ánh xạ thông tin CSI khi xem xét dãy mã cực. Do đó, sáng chế có thể đem lại nhiều hiệu quả khác nhau. Có thể giảm lỗi nhập nhằng trong lúc mã hoá thông tin UCI khi thiết bị đầu cuối thực hiện việc báo cáo thông tin CSI, và có thể giảm số lần trạm cơ sở thực hiện quy trình giải mã mò thông tin UCI và trạm cơ sở có thể xác định thông tin UCI một cách có hiệu quả.

Các khía cạnh, các ưu điểm, và các dấu hiệu nổi bật khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sau khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, kết hợp với các hình vẽ kèm theo, phần này mô tả các phương án thực hiện sáng chế.

Do đó, một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị ánh xạ thông tin điều khiển liên kết lên (UCI) để mã hoá thông tin UCI bằng cách sử dụng mã cực để báo cáo thông tin tình trạng kênh một cách có hiệu quả.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh, các dấu hiệu, và các ưu điểm nêu trên cùng với các khía cạnh, các dấu hiệu, và các ưu điểm khác của một số phương án thực hiện sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn sau khi xem phần mô tả sáng chế dưới đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ thể hiện cấu trúc khung liên kết xuống trong hệ thống thông tin theo tiêu chuẩn phát triển dài hạn (LTE) và LTE cải tiến (LTE-Advanced, LTE-A) theo

phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện cấu trúc khung liên kết lên trong hệ thống LTE và LTE-A theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện cấu trúc khe thời gian và cấu trúc không phải khe thời gian trong hệ thống truyền thông vô tuyến thế hệ mới (New Radio, NR) theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện cấu trúc truyền tín hiệu liên kết lên trong hệ thống LTE và LTE-A theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ thể hiện tín hiệu định thời của báo cáo thông tin tình trạng kênh (CSI) dựa trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) trong hệ thống LTE và LTE-A theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của phương pháp mã hoá sử dụng mã cực theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ thể hiện ví dụ về dãy mã cực theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ thể hiện cấu trúc và ví dụ về phương pháp giải mã sử dụng mã cực theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ thể hiện ví dụ về sơ đồ mã hoá sử dụng mã cực theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ thể hiện ví dụ về mã cực có hỗ trợ CRC (CRC-Aided, CA) và ví dụ về mã cực kiểm tra chẵn lẻ (Parity-Check polar, PC-polar) theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách ánh xạ thông tin CSI khi hạng tối đa bằng 1 hoặc 2 theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.12 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách ánh xạ thông tin CSI khi hạng tối đa bằng 4 theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách ánh xạ thông tin CSI khi hạng tối đa bằng 8 theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.14 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách tạo ra dãy mã cực dựa vào thông tin RI theo

phương án thực hiện sáng chế;

Fig.15 là lưu đồ thể hiện phương pháp báo cáo thông tin CSI thông qua kênh PUCCH theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.16 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của thiết bị đầu cuối theo phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.17 là sơ đồ thể hiện cấu trúc của trạm cơ sở theo phương án thực hiện sáng chế.

Các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng để biểu thị các bộ phận giống nhau trên các hình vẽ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả sáng chế dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo được nêu ra để giúp hiểu rõ về các phương án thực hiện sáng chế như được xác định dựa vào các điểm yêu cầu bảo hộ và các phương án tương đương với các điểm yêu cầu bảo hộ. Phần mô tả sáng chế dưới đây có các thông tin chi tiết cụ thể để giúp hiểu rõ về sáng chế nhưng các thông tin chi tiết cụ thể đó chỉ được coi là ví dụ. Do đó, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng nhiều phương án thay đổi và cải biến dựa trên các phương án được mô tả trong sáng chế có thể được tìm ra mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi và ý tưởng sáng tạo của sáng chế. Ngoài ra, các chức năng và các cấu trúc đã biết có thể không được mô tả để làm cho bản mô tả sáng chế rõ ràng và ngắn gọn.

Các thuật ngữ và các từ được dùng trong phần mô tả sáng chế và yêu cầu bảo hộ dưới đây không bị giới hạn ở nghĩa theo từ điển, mà các thuật ngữ và các từ đó chỉ được tác giả sáng chế sử dụng để cho phép hiểu rõ ràng và thống nhất về sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng phần mô tả về các phương án thực hiện sáng chế dưới đây được nêu ra chỉ nhằm mục đích làm ví dụ và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế, như được xác định dựa vào các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương với các điểm yêu cầu bảo hộ.

Cần phải hiểu rằng khi sáng chế đề cập đến “một” bộ phận thì cũng có nghĩa là đề cập đến nhiều bộ phận như vậy, trừ trường hợp ngữ cảnh có quy định khác một cách rõ ràng. Vì vậy, ví dụ, khi sáng chế đề cập đến “một bề mặt cấu thành” thì cũng có nghĩa là

đề cập đến một hoặc nhiều bề mặt như vậy.

Sáng chế có thể có nhiều phương án cải biến và nhiều phương án khác nhau, các phương án cụ thể trong số đó sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phạm vi của sáng chế không bị coi là chỉ giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả, mà trái lại, phạm vi của sáng chế bao gồm tất cả các phương án cải biến, phương án tương đương, và phương án thay thế nằm trong ý tưởng sáng tạo và phạm vi của sáng chế.

Ngoài ra, cần phải hiểu rằng, khi sáng chế đề cập đến “một” bộ phận thì cũng có nghĩa là đề cập đến nhiều bộ phận như vậy, trừ trường hợp ngữ cảnh có quy định khác một cách rõ ràng. Vì vậy, ví dụ, khi sáng chế đề cập đến “một bề mặt cấu thành” thì cũng có nghĩa là đề cập đến một hoặc nhiều bề mặt cấu thành.

Mặc dù các thuật ngữ có số thứ tự như thứ nhất, thứ hai, v.v. có thể được sử dụng để mô tả các bộ phận khác nhau, nhưng các bộ phận cấu trúc không bị giới hạn ở các số thứ tự đó. Các số thứ tự đó được sử dụng chỉ nhằm mục đích phân biệt bộ phận này với các bộ phận khác. Ví dụ, bộ phận thứ nhất có thể được gọi là bộ phận thứ hai, và tương tự, bộ phận thứ hai cũng có thể được gọi là bộ phận thứ nhất mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế. Như được dùng trong sáng chế, cụm từ “và/hoặc” dùng để chỉ một mục từ bất kỳ và tất cả các dạng kết hợp của một hoặc nhiều mục từ liên quan.

Các thuật ngữ được dùng trong sáng chế được sử dụng chỉ để mô tả các phương án cụ thể, và không được dự định là sử dụng để giới hạn phạm vi của sáng chế. Danh từ chung khi được dùng trong sáng chế có thể được hiểu theo nghĩa là danh từ đó dùng ở dạng số ít cũng như danh từ đó dùng ở dạng số nhiều, trừ trường hợp trong sáng chế có định nghĩa khác một cách rõ ràng theo ngữ cảnh. Trong sáng chế, các từ như “bao gồm” và/hoặc “có” có thể được hiểu là dùng để chỉ đặc trưng, trị số, bước, thao tác, phần tử cấu thành, bộ phận nhất định hoặc dạng kết hợp của các loại nêu trên, nhưng có thể không được hiểu là dùng để loại trừ sự có mặt hoặc khả năng xuất hiện thêm của một hoặc nhiều đặc trưng, trị số, bước, thao tác, phần tử cấu thành, bộ phận khác hoặc các dạng kết hợp của các loại nêu trên.

Dưới đây, trạm cơ sở theo các phương án khác của sáng chế là đối tượng cấp phát

tài nguyên cho thiết bị đầu cuối, và có thể là ít nhất một loại trong số nút cơ sở cải tiến, nút cơ sở, trạm cơ sở (Base Station, BS), bộ phận truy nhập vô tuyến, bộ điều khiển của trạm BS, và nút trên mạng. Dưới đây, thiết bị đầu cuối theo các phương án thực hiện sáng chế có thể là thiết bị người dùng (User Equipment, UE), trạm di động (Mobile Station, MS), máy điện thoại di động, máy điện thoại thông minh, máy tính, hệ thống đa phương tiện có khả năng thực hiện chức năng truyền thông, bộ cảm biến nhỏ có chức năng truyền thông, thiết bị đeo được, hoặc thiết bị trong mạng internet kết nối vạn vật (Internet of Things, IoT). Dưới đây, liên kết xuống (Downlink, DL) theo các phương án thực hiện sáng chế biểu thị đường truyền không dây của tín hiệu mà trạm cơ sở truyền đến thiết bị đầu cuối. Liên kết lên (Uplink, UL) biểu thị đường truyền không dây của tín hiệu mà thiết bị đầu cuối truyền đến trạm cơ sở. Ngoài ra, dưới đây, mặc dù các phương án thực hiện sáng chế được mô tả từ góc độ của hệ thống truyền thông theo tiêu chuẩn phát triển dài hạn (LTE) hoặc hệ thống truyền thông theo tiêu chuẩn phát triển dài hạn cải tiến (LTE-A), nhưng các phương án thực hiện sáng chế có thể áp dụng được cho các hệ thống truyền thông khác có nền tảng hoặc các dạng kênh tương tự, như hệ thống truyền thông theo tiêu chuẩn LTE-A Pro, hệ thống truyền thông vô tuyến thế hệ mới (New Radio, NR), hoặc các hệ thống khác. Ngoài ra, các phương án thực hiện sáng chế có thể được cải biến mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế, và có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông khác, dựa vào cách xác định của người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này.

Dưới đây, tất cả các phương án thực hiện sáng chế có thể không phải là được thực hiện riêng biệt, và một hoặc nhiều phương án có thể được thực hiện cùng nhau. Tuy nhiên, để làm cho bản mô tả sáng chế dễ hiểu, các phương án và các ví dụ sẽ được mô tả ở dạng được thực hiện riêng biệt.

Hệ thống truyền thông không dây đã phát triển thành hệ thống truyền thông không dây dải rộng để cung cấp dịch vụ dữ liệu tốc độ cao và gói dữ liệu chất lượng cao, giống như các tiêu chuẩn truyền thông, ví dụ, truy nhập gói tốc độ cao (High Speed Packet Access, HSPA) của 3GPP, LTE hoặc truy nhập vô tuyến mặt đất đa năng cải tiến (Evolved Universal Terrestrial Radio Access, E-UTRA), LTE-A, truyền thông dữ liệu gói tốc độ cao (High Rate Packet Data, HRPD) của 3GPP2, truyền thông di động dải cực

rộng (Ultra Mobile Broadband, UMB), và 802.16e của IEEE, hoặc các tiêu chuẩn truyền thông khác, ngoài dịch vụ truyền thông tiếng nói được cung cấp ở giai đoạn đầu. Ngoài ra, tiêu chuẩn truyền thông 5G hoặc NR đang được phát triển để dùng làm hệ thống truyền thông không dây 5G.

Hệ thống LTE, là một ví dụ tiêu biểu cho hệ thống truyền thông không dây dải rộng, sử dụng sơ đồ đa truy nhập phân tần trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) trên liên kết DL, và sử dụng sơ đồ đa truy nhập phân tần một sóng mang (Single Carrier Frequency Division Multiple Access, SC-FDMA) trên liên kết UL. Trong các sơ đồ đa truy nhập như đã được mô tả trên đây, các tài nguyên thời gian-tần số để mang dữ liệu hoặc thông tin điều khiển được cấp phát và hoạt động theo cách nhằm ngăn ngừa tình trạng chồng chập tài nguyên, tức là, nhằm thiết lập tính trực giao, giữa những người dùng, để xác định dữ liệu hoặc thông tin điều khiển của mỗi người dùng.

Khi tín hiệu truyền ban đầu được giải mã không thành công, hệ thống LTE sử dụng sơ đồ yêu cầu truyền lại tự động lai (Hybrid Automatic Repeat reQuest, HARQ) để truyền lại dữ liệu tương ứng ở tầng vật lý. Sơ đồ HARQ là sơ đồ mà theo đó bộ thu truyền thông tin (ví dụ, thông tin báo phủ nhận (Negative ACKnowledgement, NACK)) chỉ báo việc giải mã không thành công cho bộ truyền khi bộ thu không thể giải mã dữ liệu một cách chính xác, cho nên bộ truyền truyền lại dữ liệu tương ứng ở tầng vật lý. Bộ thu có thể kết hợp dữ liệu được truyền lại từ bộ truyền và dữ liệu trước đó, được giải mã không thành công, nhờ đó hiệu suất thu dữ liệu có thể tăng lên. Ngoài ra, khi bộ thu giải mã dữ liệu một cách chính xác, bộ thu truyền thông tin (ví dụ, thông tin báo nhận (ACKnowledgement, ACK)) báo cáo rằng việc giải mã đã được thực hiện thành công, cho nên bộ truyền truyền dữ liệu mới.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện cấu trúc tài nguyên ở miền thời gian-tần số, là vùng tài nguyên vô tuyến mà trong đó dữ liệu hoặc kênh điều khiển được truyền trên liên kết xuống trong hệ thống LTE, theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.1, trục hoành biểu thị miền thời gian, và trục tung biểu thị miền tần số. Ở miền thời gian, đơn vị truyền nhỏ nhất là ký hiệu OFDM. Một khe thời gian 106 có N_{symb} ký hiệu OFDM 102, và một khung con 105 có hai khe thời gian. Độ dài của một khe thời gian là 0,5 ms, và độ dài của một khung con là 1,0 ms. Khung vô tuyến 114 là

một đoạn ở miền thời gian có 10 khung con. Ở miền tần số, đơn vị truyền nhỏ nhất là sóng mang con. Toàn bộ dải thông truyền dẫn của hệ thống có thể có tổng số N_{BW} sóng mang con 104.

Ở miền thời gian-tần số, đơn vị tài nguyên cơ bản là phần tử tài nguyên (Resource Element, RE) 112, và phần tử RE được biểu diễn bằng chỉ số ký hiệu OFDM và chỉ số sóng mang con. Khối tài nguyên (Resource Block, RB) (hoặc khối tài nguyên vật lý (Physical Resource Block, PRB)) 108 được xác định bởi N_{symb} ký hiệu OFDM liên tiếp 102 ở miền thời gian và N_{RB} sóng mang con liên tiếp 110 ở miền tần số. Vì vậy, một RB 108 có $N_{symb} \times N_{RB}$ phần tử RE 112. Thông thường, đơn vị truyền nhỏ nhất của dữ liệu là khối RB. Trong hệ thống LTE, thông thường, $N_{symb} = 7$ và $N_{RB} = 12$. N_{BW} tỷ lệ thuận với dải thông truyền dẫn của hệ thống. Tốc độ dữ liệu tăng tỷ lệ thuận với số lượng khối RB được lập lịch biểu cho thiết bị đầu cuối.

Trong hệ thống LTE, sáu dải thông truyền dẫn được xác định và sử dụng. Trong trường hợp hệ thống song công phân tần (Frequency Division Duplex, FDD) hoạt động bằng cách phân biệt liên kết xuống và liên kết lên dựa vào tần số, dải thông truyền dẫn liên kết xuống và dải thông truyền dẫn liên kết lên có thể là khác nhau. Dải thông của kênh có thể biểu thị dải thông tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF) tương ứng với dải thông truyền dẫn của hệ thống. Bảng 1 được thể hiện dưới đây biểu thị quan hệ giữa dải thông truyền dẫn của hệ thống và dải thông của kênh được xác định trong hệ thống LTE. Ví dụ, khi hệ thống LTE có dải thông của kênh bằng 10 MHz, thì dải thông truyền dẫn có thể có 50 khối RB.

Bảng 1

Dải thông của kênh $BW_{channel}$ [MHz]	1,4	3	5	10	15	20
Cấu hình dải thông truyền dẫn N_{RB}	6	15	25	50	75	100

Thông tin điều khiển liên kết xuống được truyền trong N ký hiệu OFDM đầu tiên trong một khung con. Thông thường, $N = \{1, 2, 3\}$. Vì vậy, giá trị của N có thể thay đổi với mỗi khung con dựa vào lượng thông tin điều khiển được truyền trong khung con hiện thời. Thông tin điều khiển có thể có thông tin chỉ báo khoảng thời gian truyền kênh điều khiển để chỉ báo số lượng ký hiệu OFDM mà qua đó thông tin điều khiển được truyền,

thông tin lập lịch biểu liên quan đến dữ liệu liên kết xuống hoặc dữ liệu liên kết lên, thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ, hoặc các thông tin khác.

Trong hệ thống LTE, thông tin lập lịch biểu liên quan đến dữ liệu liên kết xuống hoặc dữ liệu liên kết lên có thể được truyền từ trạm cơ sở đến thiết bị đầu cuối thông qua thông tin điều khiển liên kết xuống (Downlink Control Information, DCI). Thông tin DCI được xác định theo nhiều định dạng khác nhau. Một định dạng của thông tin DCI có thể được xác định và áp dụng cho chế độ hoạt động, dựa vào việc thông tin lập lịch biểu là dành cho dữ liệu liên kết lên (thông báo cho phép UL) hay là dành cho dữ liệu liên kết xuống (thông báo cho phép DL), việc đó có phải là thông tin DCI rút gọn của thông tin điều khiển có kích thước nhỏ hay không, việc kỹ thuật dồn kênh theo không gian sử dụng nhiều anten có được áp dụng hay không, việc đó có phải là thông tin được sử dụng để điều khiển công suất hay không, và các trường hợp khác. Ví dụ, thông tin DCI có định dạng 1 tương ứng với thông tin điều khiển lập lịch biểu trên thông báo cho phép DL có thể được tạo cấu hình để chứa ít nhất là thông tin điều khiển sau đây.

- Cờ cấp phát tài nguyên loại 0/1: báo cáo về việc sơ đồ cấp phát tài nguyên là loại 0 hay loại 1. Loại 0 áp dụng sơ đồ ánh xạ bit và cấp phát tài nguyên theo đơn vị là nhóm khối tài nguyên (Resource Block Group, RBG). Trong hệ thống LTE, đơn vị lập lịch biểu cơ bản là khối RB được biểu diễn bằng các tài nguyên ở miền thời gian và tần số, và một nhóm RBG có nhiều khối RB và được sử dụng để làm đơn vị lập lịch biểu cơ bản trong sơ đồ loại 0. Loại 1 cho phép cấp phát khối RB định trước trong nhóm RBG.

- Cấp phát khối tài nguyên: báo cáo khối RB được cấp phát để truyền dữ liệu. Tài nguyên được biểu diễn sẽ được xác định theo dải thông của hệ thống và sơ đồ cấp phát tài nguyên.

- Sơ đồ điều biến và mã hoá (Modulation and Coding Scheme, MCS): báo cáo một sơ đồ điều biến được sử dụng để truyền dữ liệu và kích thước của khối vận chuyển dữ liệu được truyền.

- Số hiệu của quy trình HARQ: báo cáo số hiệu của quy trình HARQ.

- Thông tin chỉ báo dữ liệu mới: báo cáo về việc lần truyền này là lần truyền đầu tiên hay là lần truyền lại theo quy trình HARQ.

- Phiên bản dữ liệu dư: báo cáo phiên bản dữ liệu dư của quy trình HARQ.

- Lệnh điều khiển công suất truyền (Transmit Power Control, TPC) của kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH): báo cáo lệnh TPC của kênh PUCCH là kênh điều khiển liên kết lên.

Thông tin DCI được xử lý mã hoá kênh và điều biến, và được truyền thông qua kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (hoặc thông tin điều khiển, dưới đây các thuật ngữ này được sử dụng thay thế cho nhau) hoặc kênh kênh điều khiển liên kết xuống vật lý nâng cao (Enhanced Physical Downlink Control Channel, EPDCCH). Thuật ngữ “truyền thông tin DCI” có thể được sử dụng thay thế cho thuật ngữ “truyền kênh PDCCH”, và thuật ngữ này có thể được áp dụng cho một kênh khác. Ví dụ, thuật ngữ “thu dữ liệu liên kết xuống” có thể được sử dụng thay thế cho thuật ngữ “thu kênh dùng chung liên kết xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH)”.

Thông thường, thông tin DCI được xáo trộn với thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến (Radio Network Temporary Identifier, RNTI) định trước (hoặc thông tin nhận dạng thiết bị đầu cuối), một cách độc lập đối với mỗi thiết bị đầu cuối, bit kiểm dư vòng (Cyclic Redundancy Check, CRC) được bổ sung, và thủ tục mã hoá kênh được thực hiện, nhờ đó mỗi kênh PDCCH độc lập được tạo cấu hình và được truyền. Ở miền thời gian, kênh PDCCH được ánh xạ và được truyền trong khoảng thời gian truyền kênh điều khiển. Vị trí ánh xạ ở miền tần số của kênh PDCCH được xác định dựa vào thông tin nhận dạng (Identifier, ID) của mỗi thiết bị đầu cuối, và được trải rộng trên toàn bộ dải thông truyền dẫn của hệ thống.

Dữ liệu liên kết xuống được truyền thông qua kênh PDSCH, đó là kênh vật lý để truyền dữ liệu liên kết xuống. Kênh PDSCH được truyền sau khoảng thời gian truyền kênh điều khiển. Thông tin lập lịch biểu như sơ đồ điều biến, vị trí ánh xạ cụ thể ở miền tần số, hoặc các thông tin khác có thể được báo cáo bằng thông tin DCI được truyền thông qua kênh PDCCH.

Thông qua sơ đồ MCS có 5 bit trong thông tin điều khiển ở trong thông tin DCI, trạm cơ sở có thể báo cáo sơ đồ điều biến được áp dụng để truyền kênh PDSCH cho thiết bị đầu cuối, và kích thước (kích thước khối vận chuyển (Transport Block Size, TBS)) của

dữ liệu được truyền. TBS tương ứng với kích thước của dữ liệu (khối vận chuyển (Transport Block, TB)) mà trạm cơ sở muốn truyền, trước khi thủ tục mã hoá kênh để sửa lỗi được áp dụng cho dữ liệu.

Sơ đồ điều biến được hỗ trợ bởi hệ thống LTE là sơ đồ điều biến dịch pha vuông góc (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK), sơ đồ điều biến biên độ vuông góc 16 điểm (16 Quadrature Amplitude Modulation, 16QAM), và sơ đồ điều biến 64QAM. Các bậc điều biến (Q_m) lần lượt tương ứng với 2, 4, và 6. Tức là, trong trường hợp điều biến QPSK, 2 bit được truyền với mỗi ký hiệu. Trong trường hợp điều biến 16QAM, 4 bit được truyền với mỗi ký hiệu. Trong trường hợp điều biến 64QAM, 6 bit được truyền với mỗi ký hiệu.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện cấu trúc tài nguyên ở miền thời gian-tần số, là vùng tài nguyên vô tuyến mà trong đó dữ liệu hoặc kênh điều khiển được truyền trên liên kết lên trong hệ thống LTE-A theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.2, trục hoành biểu thị miền thời gian, và trục tung biểu thị miền tần số. Khung vô tuyến 214 có thể có 10 khung con. Ở miền thời gian, đơn vị truyền nhỏ nhất là ký hiệu SC-FDMA và một khe thời gian 206 có N_{symb} ký hiệu SC-FDMA 202. Một khung con 205 có hai khe thời gian. Ở miền tần số, đơn vị truyền nhỏ nhất là sóng mang con. Toàn bộ dải thông truyền dẫn của hệ thống có thể có tổng số N_{BW} sóng mang con 204. N_{BW} có giá trị tỷ lệ thuận với dải thông truyền dẫn của hệ thống.

Ở miền thời gian-tần số, đơn vị tài nguyên cơ bản là phần tử tài nguyên (RE) 212, và phần tử RE được xác định dựa vào chỉ số ký hiệu SC-FDMA và chỉ số sóng mang con. Khối RB 208 được xác định dựa vào N_{symb} ký hiệu SC-FDMA liên tiếp ở miền thời gian và N_{RB} sóng mang con liên tiếp 210 ở miền tần số. Vì vậy, một khối RB có $N_{\text{symb}} \times N_{\text{RB}}$ phần tử RE. Nói chung, đơn vị truyền nhỏ nhất của dữ liệu hoặc thông tin điều khiển là đơn vị khối RB. Kênh PUCCH được ánh xạ lên miền tần số tương ứng với 1 khối RB, và có thể được truyền trong một khung con.

Trong hệ thống LTE, quan hệ định thời của kênh PUCCH hoặc kênh dùng chung liên kết lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH) cần phải được xác định, đó là kênh vật lý liên kết lên mà thông qua đó thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ

được truyền, trong đó thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ tương ứng với kênh PDCCH hoặc kênh EPDCCH có lệnh huỷ bỏ lịch biểu bán cố định (Semi-Persistent Scheduling release, SPS release) hoặc kênh PDSCH là kênh vật lý để truyền dữ liệu liên kết xuống. Ví dụ, trong hệ thống LTE hoạt động theo sơ đồ song công phân tần (FDD), thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ tương ứng với kênh PDCCH hoặc EPDCCH có lệnh huỷ bỏ SPS hoặc kênh PDSCH được truyền trong khung con $(n-4)$ được truyền thông qua kênh PUCCH hoặc kênh PUSCH trong khung con n .

Trong hệ thống LTE, quy trình HARQ liên kết xuống sử dụng sơ đồ HARQ không đồng bộ hoá trong đó thời điểm để truyền lại dữ liệu là không cố định. Tức là, khi trạm cơ sở thu thông tin NACK theo quy trình HARQ từ thiết bị đầu cuối dưới dạng là thông tin hồi đáp cho dữ liệu truyền lần đầu mà trạm cơ sở truyền, thì trạm cơ sở tự do xác định thời điểm để truyền lại dữ liệu thông qua hoạt động lập lịch biểu. Đối với hoạt động HARQ, thiết bị đầu cuối lưu trữ vào bộ nhớ đệm dữ liệu được xác định là có lỗi theo kết quả giải mã dữ liệu thu được, và kết hợp dữ liệu này với dữ liệu được truyền lại sau đó.

Khi thiết bị đầu cuối thu kênh PDSCH có dữ liệu liên kết xuống được truyền từ trạm cơ sở trong khung con n , thiết bị đầu cuối truyền thông tin điều khiển liên kết lên có thông tin ACK hoặc NACK theo quy trình HARQ tương ứng với dữ liệu liên kết xuống thông qua kênh PUCCH hoặc kênh PUSCH trong khung con $(n+k)$. Trong trường hợp này, k được xác định khác nhau tùy theo sơ đồ FDD hoặc sơ đồ song công phân thời (Time Division Duplex, TDD), và cấu hình khung con của sơ đồ đó. Ví dụ, trong trường hợp hệ thống LTE sử dụng sơ đồ FDD, k được giữ cố định bằng 4. Trong trường hợp hệ thống LTE sử dụng sơ đồ TDD, k có thể thay đổi theo cấu hình khung con và số hiệu của khung con.

Trong hệ thống LTE, khác với quy trình HARQ liên kết xuống, quy trình HARQ liên kết lên sử dụng sơ đồ HARQ đồng bộ hoá trong đó thời điểm để truyền dữ liệu là cố định. Tức là, quan hệ định thời liên kết lên/liên kết xuống giữa kênh PUSCH là kênh vật lý để truyền dữ liệu liên kết lên, kênh PDCCH là kênh điều khiển liên kết xuống đến trước kênh PUSCH, và kênh thông tin chỉ báo lai vật lý (Physical Hybrid Indicator Channel, PHICH) là kênh vật lý mà thông qua đó thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ liên kết xuống được truyền tương ứng với kênh PUSCH được giữ cố định theo

các quy tắc sau đây.

Khi thiết bị đầu cuối thu kênh PDCCH có thông tin điều khiển lập lịch biểu liên kết lên được truyền từ trạm cơ sở, hoặc kênh PHICH mà thông qua đó thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ liên kết xuống được truyền, trong khung con n , thiết bị đầu cuối truyền dữ liệu liên kết lên tương ứng với thông tin điều khiển thông qua kênh PUSCH trong khung con $(n+k)$. Trong trường hợp này, k được xác định khác nhau tùy theo sơ đồ FDD hoặc sơ đồ TDD trong hệ thống LTE, và cấu hình của sơ đồ đó. Ví dụ, trong trường hợp hệ thống LTE sử dụng sơ đồ FDD, k được giữ cố định bằng 4. Trong trường hợp hệ thống LTE sử dụng sơ đồ TDD, k có thể thay đổi theo cấu hình khung con và số hiệu của khung con.

Ngoài ra, khi thiết bị đầu cuối thu kênh PHICH mang thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ liên kết xuống từ trạm cơ sở trong khung con i , thì kênh PHICH tương ứng với kênh PUSCH được truyền bằng thiết bị đầu cuối trong khung con $(i-k)$. Trong trường hợp này, k được xác định khác nhau tùy theo sơ đồ FDD hoặc sơ đồ TDD trong hệ thống LTE, và cấu hình của sơ đồ đó. Ví dụ, trong trường hợp hệ thống LTE sử dụng sơ đồ FDD, k được giữ cố định bằng 4. Trong trường hợp hệ thống LTE sử dụng sơ đồ TDD, k có thể thay đổi theo cấu hình khung con và số hiệu của khung con.

Phần mô tả về hệ thống truyền thông không dây đã được mô tả từ góc độ của hệ thống LTE, và sáng chế không chỉ giới hạn ở hệ thống LTE và có thể áp dụng được cho nhiều hệ thống truyền thông không dây khác nhau như hệ thống NR, hệ thống 5G, hoặc các hệ thống truyền thông khác. Ví dụ, dạng sóng để truyền dữ liệu liên kết lên trong hệ thống NR không chỉ giới hạn ở SC-FDMA, và sơ đồ dồn kênh phân tần trực giao có tiền tố tuần hoàn (Cyclic Prefix Orthogonal Frequency Division Multiplexing, CP-OFDM) cũng có thể được sử dụng.

Trong hệ thống NR, nhiều cấu trúc khe thời gian khác nhau được hỗ trợ để ứng phó linh hoạt với mức dung lượng liên kết xuống và liên kết lên cần thiết, mức dung lượng này thay đổi theo môi trường như thời gian, các tình huống trong khi hoạt động, hoặc các yếu tố khác.

Fig.3 là sơ đồ thể hiện các cấu trúc khe thời gian trong hệ thống NR được hỗ trợ

trong hệ thống NR theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.3, trong hệ thống NR, các khe thời gian có độ dài khác nhau có thể được thiết lập cho các thiết bị đầu cuối, và giá trị thiết lập có thể là ít nhất một cấu trúc trong số cấu trúc khe thời gian 320 có 14 (hoặc 7) ký hiệu OFDM và cấu trúc không phải khe thời gian 325 có 1, 2, ..., hoặc 7 ký hiệu OFDM. Cấu trúc không phải khe thời gian là ví dụ về các dạng biểu diễn, và có thể được gọi bằng các thuật ngữ khác nhau như “khe thời gian nhỏ”, “khe thời gian ngắn”, hoặc các thuật ngữ khác.

Như đã được mô tả trên đây, đơn vị của vùng tài nguyên ở miền tần số và thời gian được thiết lập dưới dạng cấu trúc khe thời gian hoặc cấu trúc không phải khe thời gian có thể được phân chia, cụ thể là từ góc độ của trục thời gian, ra thành cấu trúc liên kết xuống (chỉ có DL), cấu trúc hỗn hợp liên kết lên/liên kết xuống (hỗn hợp UL/DL, cấu trúc này giống như cấu trúc khung con đặc biệt trong hệ thống LTE), và cấu trúc liên kết lên (chỉ có UL). Ví dụ, phần mô tả sáng chế sẽ được mô tả từ góc độ của cấu trúc hỗn hợp liên kết lên/liên kết xuống, đây là cấu trúc thông dụng nhất (cấu trúc chỉ có DL hoặc cấu trúc chỉ có UL có thể được coi là trường hợp đặc biệt của cấu trúc hỗn hợp UL/DL). Theo cấu trúc hỗn hợp liên kết lên/liên kết xuống, ít nhất một phần trong số phần DL 330, chu kỳ bảo vệ (Guard Period, GP) 310, và phần UL 335 có trong cấu trúc khe thời gian hoặc cấu trúc không phải khe thời gian. Phần DL 330 có thể có ít nhất một phần từ trong số kênh PDCCH 300, kênh PDSCH 305, và tín hiệu tham chiếu (Reference Signal, RS) trên DL như tín hiệu CSI-RS, tín hiệu tham chiếu để giải điều biến trên DL (DL Demodulation Reference Signal, DL DMRS), hoặc các tín hiệu khác. Tương tự, phần UL 335 có thể có ít nhất một phần từ trong số kênh PUCCH, kênh PUSCH 315, và tín hiệu tham chiếu trên UL (UL Reference Signal, UL RS) như tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, SRS), tín hiệu tham chiếu để giải điều biến trên UL (UL Demodulation Reference Signal, UL DMRS), hoặc các tín hiệu khác. Trong đó, khoảng bảo vệ là khoảng bảo vệ để chuyển từ DL sang UL. Trong khoảng bảo vệ, thiết bị đầu cuối có thể không cần phải thực hiện việc truyền và thu dữ liệu, và vì vậy, các thao tác để chuyển UL/DL có thể được thực hiện như đồng chỉnh tín hiệu định thời hoặc thay đổi sơ đồ RF.

Fig.4 là sơ đồ thể hiện cấu trúc truyền tín hiệu liên kết lên trong hệ thống LTE và LTE-A theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.4, bit thông tin được truyền trên kênh dữ liệu liên kết lên (kênh dùng chung liên kết lên (Uplink Shared Channel, UL-SCH)) 400 trên kênh vận chuyển có thể được phân chia ra thành các đơn vị khối vận chuyển (TB) 410, và bit kiểm dư vòng (CRC) của khối TB 412 được bổ sung. Sau đó, khối TB và các bit TB-CRC có thể được phân chia ra thành ít nhất một khối mã (Code Block, CB) 420, và bit CB-CRC 422 được bổ sung. Sau đó, khối CB và các bit CB-CRC trải qua các thủ tục như mã hoá kênh, so khớp tỷ lệ (Rate Matching, RM), và ghép nối khối mã (Code Block Concatenation, CBC) 430, và có thể được ánh xạ lên kênh dữ liệu liên kết lên vật lý (kênh dùng chung liên kết lên vật lý (PUSCH)) 440.

Trên kênh vận chuyển, kênh điều khiển liên kết (hoặc thông tin điều khiển liên kết lên (UCI) 450) có thể có các phần tử thông tin UCI 460 như quy trình HARQ, thông tin chỉ báo hạng (RI), thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS (CSI-RS Resource Indicator, CRI), thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI), thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI), hoặc các thông tin khác. Một hoặc nhiều phần tử thông tin UCI có thể được mã hoá riêng biệt hoặc được mã hoá chung theo quy tắc định trước, và thủ tục mã hoá kênh có thể được áp dụng. Thông tin UCI đã áp dụng thủ tục mã hoá kênh có thể được dồn kênh với kênh dữ liệu liên kết lên và có thể được truyền thông qua kênh PUSCH hoặc có thể được truyền thông qua kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) 470.

Trong hệ thống NR, các khối CB trong một khối TB có thể được phân chia ra thành một hoặc nhiều nhóm khối mã (Code Block Group, CBG). Trong một số trường hợp, thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ đối với mỗi nhóm CBG có thể được báo cáo và quy trình truyền lại đối với mỗi nhóm CBG có thể được thực hiện. Các cấu hình còn lại giống với các cấu hình còn lại trong hệ thống LTE và hệ thống LTE-A.

Như đã được mô tả trên đây, trong hệ thống LTE, hệ thống LTE-A, và hệ thống NR, thiết bị đầu cuối đo tín hiệu tham chiếu được truyền đến trạm cơ sở trên liên kết xuống, và hồi đáp thông tin thu được từ kết quả đo cho trạm cơ sở thông qua thông tin UCI. Để dùng làm các phần tử thông tin UCI được hồi đáp bằng thiết bị đầu cuối, có thể mô tả sơ lược năm thông tin như được đề xuất dưới đây.

- CRI: chỉ số của tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS mà thiết bị đầu cuối mong

muốn trong số các tín hiệu CSI-RS được truyền từ trạm cơ sở.

- RI: số lượng lớp không gian mà thiết bị đầu cuối mong muốn ở tình trạng kênh hiện thời.

- PMI: thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước mà thiết bị đầu cuối mong muốn ở tình trạng kênh hiện thời.

- CQI: chỉ báo tốc độ truyền dữ liệu tối đa (tốc độ dữ liệu) của thiết bị đầu cuối ở tình trạng kênh hiện thời. Thông tin CQI có thể được thay thế bằng tỷ số tín hiệu-trên-nhiều cộng tạp âm (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio, SINR), tỷ lệ mã sửa lỗi tối đa, sơ đồ điều biến, hiệu suất dữ liệu trên mỗi tần số, hoặc các thông tin khác, các thông tin này có thể được sử dụng tương tự như tốc độ truyền dữ liệu tối đa.

- Công suất thu được tín hiệu tham chiếu của thông tin tình trạng kênh (Channel State Information (CSI) Reference Signal Received Power, CSI-RSRP) hoặc công suất thu được tín hiệu tham chiếu của khối tín hiệu đồng bộ hoá (Synchronization Signal Block (SSB) Reference Signal Received Power, SSB RSRP): công suất thu của X tín hiệu CSI-RS được chỉ định bởi thông tin CRI hoặc được chỉ định từ trước (ví dụ, X tín hiệu CSI-RS có công suất thu lớn nhất). SSB RSRP chỉ báo công suất thu của khối SSB được chỉ báo bằng trạm cơ sở hoặc công suất thu của X khối SSB được chỉ định từ trước (ví dụ, X khối SSB có công suất thu lớn nhất). Trong trường hợp này, công suất thu của khối SSB có thể được định nghĩa là công suất thu của một tín hiệu trong số tín hiệu đồng bộ hoá sơ cấp (Primary Synchronization Signal, PSS), tín hiệu đồng bộ hoá thứ cấp (Secondary Synchronization Signal, SSS), và kênh phát rộng vật lý (Physical Broadcast Channel, PBCH), hoặc công suất thu trung bình của một số hoặc tất cả các tín hiệu nêu trên.

Các thông tin CRI, RI, PMI, CQI, và RSRP có liên quan với nhau. Ví dụ, nhiều tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được thiết lập cho thiết bị đầu cuối có thể có số lượng cổng CSI-RS khác nhau. Trong trường hợp này, hạng tối đa cho phép không thể lớn hơn số lượng cổng CSI-RS, và vì vậy, giá trị tối đa của thông tin RI mà thiết bị đầu cuối có khả năng báo cáo có thể được xác định dựa vào thông tin CRI mà thiết bị đầu cuối đã chọn. Ví dụ khác, ma trận mã hoá trước được xác định khác nhau đối với mỗi hạng. Do

đó, X , giá trị của thông tin PMI khi thông tin RI có giá trị bằng 1 có thể được hiểu là khác với X , giá trị của thông tin PMI khi thông tin RI có giá trị bằng 2. Ngoài ra, khi thiết bị đầu cuối xác định thông tin CQI, thì thiết bị đầu cuối cho rằng thông tin PMI và X mà thiết bị đầu cuối báo cáo cho trạm cơ sở sẽ được áp dụng ở trạm cơ sở. Tức là, việc báo cáo thông tin RI_X, PMI_Y, và CQI_Z cho trạm cơ sở có thể giống với việc báo cáo rằng tốc độ truyền dữ liệu tương ứng với thông tin CQI_Z được thu khi hạng là RI_X và ma trận mã hoá trước là PMI_Y. Như đã được mô tả trên đây, khi thiết bị đầu cuối tính thông tin CQI, thì thiết bị đầu cuối cho rằng sơ đồ truyền được thực hiện tương ứng với trạm cơ sở, cho nên thiết bị đầu cuối có thể đạt được hiệu suất tối ưu khi thiết bị đầu cuối thực sự thực hiện việc truyền dữ liệu bằng cách sử dụng sơ đồ truyền tương ứng.

Trong hệ thống LTE và LTE-A, chế độ hồi đáp định kỳ và chế độ hồi đáp không định kỳ được hỗ trợ. Trong hệ thống NR, chế độ hồi đáp định kỳ, chế độ hồi đáp bán cố định, và chế độ hồi đáp không định kỳ được hỗ trợ.

Trong hệ thống LTE và LTE-A, chế độ hồi đáp định kỳ có thể được thiết lập cho một trong số bốn chế độ hồi đáp (hoặc chế độ báo cáo) sau đây, dựa vào thông tin có mặt trong đó.

1. Chế độ báo cáo 1-0: RI, CQI dải rộng (wideband CQI, wCQI)
2. Chế độ báo cáo 1-1: RI, wCQI, PMI
3. Chế độ báo cáo 2-0: RI, wCQI, CQI dải con (subband CQI, sCQI)
4. Chế độ báo cáo 2-1: RI, wCQI, sCQI, PMI

Đối với bốn chế độ hồi đáp này, tín hiệu định thời hồi đáp của mỗi thông tin có thể được xác định dựa vào N_{pd} , $N_{OFFSET,CQI}$, M_{RI} , $N_{OFFSET,RI}$, và các thông số khác được truyền thông qua tín hiệu ở tầng cao hơn. Ở chế độ hồi đáp 1-0, chu kỳ truyền của thông tin wCQI là N_{pd} , và tín hiệu định thời hồi đáp có thể được xác định dựa vào giá trị độ lệch tính theo khung con là $N_{OFFSET,CQI}$. Ngoài ra, chu kỳ truyền của thông tin RI là $N_{pd} \cdot M_{RI}$, và độ lệch của chu kỳ truyền này là $N_{OFFSET,CQI} + N_{OFFSET,RI}$.

Fig.5 là sơ đồ thể hiện tín hiệu định thời báo cáo thông tin CSI trên kênh PUCCH trong hệ thống LTE và LTE-A theo chế độ báo cáo và các thông số thiết lập theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.5, mỗi tín hiệu định thời chỉ báo một chỉ số khung con. Ví dụ, biểu đồ 500 thể hiện tín hiệu định thời hồi đáp của thông tin RI và thông tin wCQI khi $N_{pd} = 2$, $M_{RI} = 2$, $N_{OFFSET,CQI} = 1$, và $N_{OFFSET,RI} = -1$. Biểu đồ 505 thể hiện tín hiệu định thời hồi đáp của thông tin RI, thông tin sCQI, và thông tin wCQI khi $N_{pd} = 2$, $M_{RI} = 2$, $J = 3$ (10 MHz), $K = 1$, $N_{OFFSET,CQI} = 1$, và $N_{OFFSET,RI} = -1$. Các biểu đồ 510 và 515 là các biểu đồ thể hiện tín hiệu định thời hồi đáp khi $PTI = 0$ và $PTI = 1$ trong trường hợp $N_{pd} = 2$, $M_{RI} = 2$, $J = 3$ (10 MHz), $K = 1$, $H' = 3$, $N_{OFFSET,CQI} = 1$, và $N_{OFFSET,RI} = -1$.

Hệ thống LTE và LTE-A có thể hỗ trợ chế độ hồi đáp không định kỳ, ngoài chế độ hồi đáp định kỳ của thiết bị đầu cuối. Khi trạm cơ sở muốn thu được thông tin hồi đáp không định kỳ của một thiết bị đầu cuối định trước, thì trạm cơ sở có thể tạo ra thông tin chỉ báo chế độ hồi đáp không định kỳ ở trong thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) để lập lịch biểu truyền dữ liệu liên kết lên của thiết bị đầu cuối tương ứng nhằm thực hiện thủ tục hồi đáp không định kỳ định trước, và thực hiện thủ tục lập lịch biểu truyền dữ liệu liên kết lên của thiết bị đầu cuối tương ứng. Khi thiết bị đầu cuối thu, trong khung con thứ n , thông tin chỉ báo được tạo cấu hình để thực hiện thủ tục hồi đáp không định kỳ, thì thiết bị đầu cuối có thể thực hiện việc truyền dữ liệu liên kết lên bằng cách đưa thông tin hồi đáp không định kỳ vào trong dữ liệu truyền trong khung con thứ $n+k$. Trong đó, k là thông số được xác định theo tiêu chuẩn 3GPP LTE Release 11, giá trị này bằng 4 theo sơ đồ song công phân tần (FDD) và có thể được xác định như được thể hiện trong bảng 2 theo sơ đồ TDD. Bảng 2 thể hiện giá trị k đối với mỗi số hiệu khung con n trong cấu hình UL/DL theo sơ đồ TDD.

Bảng 2

Cấu hình UL/DL theo sơ đồ TDD	Số hiệu khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	6				4	6			
1		6			4		6			4
2				4					4	
3	4								4	4
4									4	4
5									4	
6	7					7	7			5

Khi chế độ hồi đáp không định kỳ được thiết lập, thông tin hồi đáp có thể có thông tin RI, thông tin PMI, và thông tin CQI theo cách giống như chế độ hồi đáp định kỳ, và thông tin RI và thông tin PMI có thể không được hồi đáp dựa vào cấu hình hồi đáp. Thông tin CQI có thể có cả hai thông tin wCQI và thông tin sCQI, hoặc có thể chỉ có thông tin wCQI.

Bảng 3 dưới đây thể hiện loại báo cáo của báo cáo tình trạng kênh định kỳ được thực hiện bằng cách sử dụng kênh PUCCH, thông tin được báo cáo đối với mỗi loại báo cáo, và kích thước dung lượng hữu ích của thông tin được sử dụng.

Bảng 3

Loại báo cáo kênh PUCCH	Được báo cáo	Tình trạng chế độ	Các chế độ báo cáo của kênh PUCCH			
			Chế độ 1-1 (bit/BP)	Chế độ 2-1 (bit/BP)	Chế độ 1-0 (bit/BP)	Chế độ 2-0 (bit/BP)
1	CQI dài con	RI = 1	Không xác định	4+L	Không xác định	4+L
		RI > 1	Không xác định	4+3+L	Không xác định	4+L
1a	CQI dài con / PMI thứ hai	8 công, RI = 1	Không xác định	4+4+L	Không xác định	Không xác định
		8 công, 1 < RI < 5	Không xác định	4+2+3+L	Không xác định	Không xác định
		8 công, RI > 4	Không xác định	4+3+L	Không xác định	Không xác định

2	CQI dải rộng / PMI	2 công, RI = 1	4+2	4+2	Không xác định	Không xác định
		4 công, RI = 1	4+4	4+4	Không xác định	Không xác định
		2 công, RI > 1	4+1+3	4+1+3	Không xác định	Không xác định
		4 công, RI > 1	4+4+3	4+4+3	Không xác định	Không xác định
2a	PMI thứ nhất dải rộng	8 công, RI < 3	Không xác định	4	Không xác định	Không xác định
		8 công, 2 < RI < 8	Không xác định	2	Không xác định	Không xác định
		8 công, RI = 8	Không xác định	0	Không xác định	Không xác định
2b	CQI dải rộng / PMI thứ hai	8 công, RI = 1	4+4	4+4	Không xác định	Không xác định
		8 công, 1 < RI < 4	4+4+3	4+4+3	Không xác định	Không xác định
		8 công, RI = 4	4+3+3	4+3+3	Không xác định	Không xác định
		8 công, RI > 4	4+3	4+3	Không xác định	Không xác định
2c	CQI dải rộng / PMI thứ nhất / PMI thứ hai	8 công, RI = 1	4(CQI)+4(PMI)	Không xác định	Không xác định	Không xác định
		8 công, 1 < RI = 4	4(CQI)+4(PMI) +3(CQI vì sai không gian)	Không xác định	Không xác định	Không xác định
		8 công, 4 < RI = 7	4(CQI)+2(PMI) +3(CQI vì sai không gian)	Không xác định	Không xác định	Không xác định
		8 công, RI = 8	4(CQI) +3(CQI vì sai không gian)	Không xác định	Không xác định	Không xác định
3	RI	2/4 công, SM 2-lớp	1	1	1	1

		8 công, SM 2-lớp	1	Không xác định	Không xác định	Không xác định
		4 công, SM 4-lớp	2	2	2	2
		8 công, SM 4-lớp	2	Không xác định	Không xác định	Không xác định
		SM 8-lớp	3	Không xác định	Không xác định	Không xác định
4	CQI dải rộng	RI = 1 hoặc RI > 1	Không xác định	Không xác định	4	4
5	RI / PMI thứ nhất	8 công, SM 2-lớp	4(RI và PMI thứ nhất được mã hoá chung)	Không xác định	Không xác định	Không xác định
		8 công, SM 4 và 8- lớp	5(RI và PMI thứ nhất được mã hoá chung)		Không xác định	Không xác định
6	RI / PTI	8 công, SM 2-lớp	Không xác định	1+1(PTI)	Không xác định	Không xác định
		8 công, SM 4-lớp	Không xác định	2+1(PTI)	Không xác định	Không xác định
		8 công, SM 8-lớp	Không xác định	3+1(PTI)	Không xác định	Không xác định

Thiết bị đầu cuối truyền thông tin RI, PTI, PMI, và CQI sử dụng loại báo cáo kênh PUCCH phù hợp với trường hợp báo cáo và chế độ báo cáo kênh PUCCH là báo cáo tình trạng kênh định kỳ, như được thể hiện trong bảng 3. Tuy nhiên, trong trường hợp báo cáo tình trạng kênh định kỳ bằng cách sử dụng kênh PUCCH, kích thước dung lượng hữu ích được truyền và lượng tài nguyên cấp phát bị hạn chế, và vì vậy, thiết bị đầu cuối có thể được phép thực hiện việc truyền dữ liệu thông qua chỉ một loại báo cáo kênh PUCCH với mỗi thời điểm báo cáo.

Vì vậy, khi các thời điểm báo cáo trùng nhau giữa các quy trình CSI trong một ô, hoặc khi các thời điểm báo cáo trùng nhau giữa các ô khác nhau ở trạng thái kết hợp sóng mang (Carrier Aggregation, CA), thì mức độ ưu tiên có thể được xác định dựa vào loại báo cáo kênh PUCCH để giải quyết vấn đề trùng nhau này. Trong trường hợp như vậy,

tiêu chuẩn để xác định mức độ ưu tiên là chu kỳ báo cáo. Với chu kỳ báo cáo dài, thông tin tương ứng quan trọng và có mức độ ưu tiên cao. Với chu kỳ báo cáo ngắn, thông tin tương ứng có mức độ ưu tiên thấp. Theo tiêu chuẩn release 12, mức độ ưu tiên được xác định dựa vào loại báo cáo theo thứ tự lần lượt là $RI > PMI$ dải rộng $> CQI$ dải rộng $> PMI$ dải con và CQI . Khi báo cáo có cùng mức độ ưu tiên trùng nhau giữa các ô khác nhau, thì thiết bị đầu cuối truyền thông tin liên quan đến ô có chỉ số ô thấp, để giải quyết vấn đề trùng nhau này. Ngoài ra, khi thông tin định trước không được báo cáo do trùng nhau, thì việc báo cáo tình trạng kênh định kỳ còn lại được tiếp tục thực hiện bằng cách sử dụng thông tin tương ứng được báo cáo gần đây nhất để làm thông tin định trước này. Ví dụ, khi thông tin PMI dải rộng không được báo cáo và thông tin PMI dải rộng được báo cáo gần đây nhất bằng 0, thì thiết bị đầu cuối cho rằng thông tin PMI dải rộng cũng bằng 0 ở thời điểm báo cáo hiện tại, và tiếp tục báo cáo các thông tin PMI thứ hai và CQI còn lại.

Hệ thống LTE và LTE-A có thể hỗ trợ chức năng lấy mẫu con cho số mã để báo cáo tình trạng kênh định kỳ. Trong hệ thống LTE và LTE-A, thông tin hồi đáp định kỳ của thiết bị đầu cuối có thể được truyền đến trạm cơ sở thông qua kênh PUCCH. Lượng thông tin có thể được truyền thông qua kênh PUCCH ở mỗi thời điểm có thể là hạn chế, và vì vậy, nhiều đối tượng hồi đáp khác nhau, như thông tin RI , thông tin $wCQI$, thông tin $sCQI$, thông tin $PMI1$, thông tin $wPMI2$, thông tin $sPMI2$, và các thông tin khác, có thể được truyền thông qua kênh PUCCH sau khi lấy mẫu con, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai thông tin hồi đáp có thể được mã hoá chung và được truyền thông qua kênh PUCCH.

Ví dụ, khi số lượng cổng CSI-RS được thiết lập bởi trạm cơ sở bằng 8, thì thông tin RI và thông tin $PMI1(i_1)$ được báo cáo ở chế độ con 1 của chế độ báo cáo kênh PUCCH 1-1 có thể được mã hoá chung như được thể hiện trong bảng 4. Dựa vào bảng 4, thông tin RI có 3 bit và thông tin $PMI1$ có 4 bit được mã hoá chung, sao cho sẽ thu được tổng số là 5 bit thông tin. Ở chế độ con 2 của chế độ báo cáo kênh PUCCH 1-1, thông tin $PMI1$ có 4 bit và thông tin $PMI2(i_2)$ có 4 bit khác được mã hoá chung, sao cho sẽ thu được tổng số là 4 bit thông tin, như được thể hiện trong bảng 5. Vì tỷ lệ lấy mẫu con này lớn hơn so với tỷ lệ lấy mẫu con của chế độ con 1 (7 bit được lấy mẫu con thành 5 bit ở chế độ con 1 và 8 bit được lấy mẫu con thành 4 bit ở chế độ con 2), cho nên các chỉ số mã hoá trước có

thể không được báo cáo nữa.

Ví dụ khác, khi số lượng cổng CSI-RS được thiết lập bởi trạm cơ sở bằng 8, thì thông tin PMI2 được báo cáo ở chế độ báo cáo kênh PUCCH 2-1 có thể được lấy mẫu con như được thể hiện trong bảng 6. Dựa vào bảng 6, thông tin PMI2 có thể được báo cáo bằng 4 bit khi thông tin RI liên quan bằng 1. Tuy nhiên, khi thông tin RI liên quan có giá trị lớn hơn hoặc bằng 2, thì thông tin CQI vi sai của từ mã thứ hai cần phải được báo cáo bổ sung và vì vậy, thông tin PMI2 có thể được lấy mẫu con thành 2 bit và có thể được báo cáo. Trong hệ thống LTE và LTE-A, cách lấy mẫu con và mã hoá chung có thể được áp dụng cho tổng số 6 loại thông tin hồi đáp định kỳ, có trong bảng 4, bảng 5, và bảng 6. Bảng 4 thể hiện cách mã hoá chung thông tin RI và i_1 ở chế độ con 1 của chế độ báo cáo kênh PUCCH 1-1. Bảng 5 thể hiện cách mã hoá chung thông tin RI, i_1 và i_2 ở chế độ con 2 của chế độ báo cáo kênh PUCCH 1-1. Bảng 6 thể hiện cách lấy mẫu con cho số mã của chế độ báo cáo kênh PUCCH 2-1.

Bảng 4

Giá trị mã hoá chung của thông tin RI và thông tin PMI thứ nhất $I_{RI/PMI1}$	RI	Chỉ số số mã i_1
0-7	1	$2I_{RI/PMI1}$
8-15	2	$2(I_{RI/PMI1}-8)$
16-17	3	$2(I_{RI/PMI1}-16)$
18-19	4	$2(I_{RI/PMI1}-18)$
20-21	5	$2(I_{RI/PMI1}-20)$
22-23	6	$2(I_{RI/PMI1}-22)$
24-25	7	$2(I_{RI/PMI1}-24)$
26	8	0
27-31	Dự trữ	Không xác định

Bảng 5

RI	Quan hệ giữa giá trị của PMI thứ nhất và chỉ số số mã i_1		Quan hệ giữa giá trị của PMI thứ hai và chỉ số số mã i_2		Tổng số bit
	Giá trị của PMI thứ nhất I_{PMI1}	Chỉ số số mã i_1	Giá trị của PMI thứ hai I_{PMI2}	Chỉ số số mã i_2	
1	0-7	$2I_{PMI1}$	0-1	$2I_{PMI2}$	4
2	0-7	$2I_{PMI1}$	0-1	I_{PMI2}	4
3	0-1	$2I_{PMI1}$	0-7	$4\lfloor I_{PMI2}/4 \rfloor + I_{PMI2}$	4
4	0-1	$2I_{PMI1}$	0-7	I_{PMI2}	4
5	0-3	I_{PMI1}	0	0	2
6	0-3	I_{PMI1}	0	0	2
7	0-3	I_{PMI1}	0	0	2
8	0	0	0	0	0

Bảng 6

RI	Quan hệ giữa giá trị của PMI thứ hai và chỉ số số mã i_2	
	Giá trị của PMI thứ hai I_{PMI2}	Chỉ số số mã i_2
1	0-15	I_{PMI2}
2	0-3	$2I_{PMI2}$
3	0-3	$8 \cdot \lfloor I_{PMI2}/2 \rfloor + (I_{PMI2} \bmod 2) + 2$
4	0-3	$2I_{PMI2}$
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0

Trong hệ thống NR, báo cáo thông tin CSI định kỳ được truyền thông qua kênh PUCCH ngắn hoặc kênh PUCCH dài. Kênh PUCCH ngắn có một hoặc hai ký hiệu OFDM. Kênh PUCCH dài có ba hoặc bốn ký hiệu OFDM. Trong trường hợp báo cáo thông tin CSI thông qua kênh PUCCH ngắn hoặc kênh PUCCH dài trong hệ thống NR, chỉ duy nhất việc báo cáo trong một khe thời gian được hỗ trợ, và kỹ thuật dồn kênh các thông số CSI (hoặc các phần tử thông tin UCI) trong nhiều khe thời gian không được hỗ

trợ, khác với các hệ thống LTE và LTE-A. Nhờ cách làm như trên, có thể giảm bớt sự phụ thuộc vào nhiều thời gian báo cáo của một báo cáo thông tin CSI và có thể ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất do sự lan truyền lỗi gây ra.

Tóm lược ba loại số mã được hỗ trợ trong hệ thống NR. Việc sử dụng một trong số ba loại số mã này được chỉ báo cho thiết bị đầu cuối thông qua tín hiệu ở tầng cao hơn. Loại thứ nhất là số mã TypeI-SinglePanel dựa trên giả thiết có một bảng và độ phân giải của thông tin hồi đáp CSI thấp. Loại thứ hai là số mã TypeI-MultiPanel dựa trên giả thiết có nhiều bảng và độ phân giải của thông tin hồi đáp CSI thấp. Loại thứ ba là số mã TypeII dựa trên giả thiết có một bảng và độ phân giải của thông tin hồi đáp CSI cao.

Mỗi loại số mã có thể được xác định dựa vào một số hoặc tất cả các thông tin sau đây.

- N_1 : số lượng cổng anten ở miền không gian thứ nhất.
- N_2 : số lượng cổng anten ở miền không gian thứ hai (tức là, dựa trên giả thiết có anten phân cực kép, tổng số cổng anten là $2*N_1*N_2$).
- O_1 : hệ số lấy mẫu quá mức ở miền không gian thứ nhất (tức là, số lượng điểm mã cho phép ở miền không gian thứ nhất là N_1*O_1).
- O_2 : hệ số lấy mẫu quá mức ở miền không gian thứ hai (tức là, số lượng điểm mã cho phép ở miền không gian thứ hai là N_2*O_2).
- N_g : số lượng bảng trong số mã có nhiều bảng.
- i_1 : chỉ báo thông tin PMI thứ nhất, và biểu thị thông tin nhóm chùm hoặc thông tin PMI dải rộng. i_1 có các phần tử như $i_{1,1}$, $i_{1,2}$, $i_{1,3}$, và các phần tử khác. Trong trường hợp này, $i_{1,1}$ là thông tin PMI thứ nhất ở miền không gian thứ nhất. $i_{1,2}$ là thông tin PMI thứ nhất ở miền không gian thứ hai. $i_{1,3}$ là thông tin hướng của vector trực giao trong số mã có hạng cao hoặc các thông tin khác.
- i_2 : chỉ báo thông tin PMI thứ hai, và có thông tin liên quan đến việc chọn chùm từ nhóm chùm và/hoặc thông tin cùng định pha.
- L : số lượng chùm để tạo chùm, trong số mã TypeII.

Ngoài ra, trong hệ thống NR, mỗi loại số mã có thể được thiết lập cho một trong số

hai chế độ. Chế độ thứ nhất là chế độ trong đó một nhóm chùm có một hướng chùm. Trong trường hợp này, i_2 chỉ báo thông tin cùng định pha. Chế độ thứ hai là chế độ trong đó một nhóm chùm có một hoặc nhiều hướng chùm. Trong trường hợp này, i_2 chỉ báo thông tin chọn chùm và thông tin cùng định pha.

Trong hệ thống NR, dung lượng hữu ích được thể hiện trong các bảng dưới đây có thể là cần thiết để thực hiện việc báo cáo thông tin PMI, theo các thông số thiết lập liên quan đến loại số mã, thông số, chế độ, hoặc báo cáo dải rộng/dải con. Bảng 7 thể hiện dung lượng hữu ích i_1 (tức là, thông tin liên quan đến dải rộng) của số mã TypeI-SinglePanel. Bảng 8 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 đối với mỗi dải con của số mã TypeI-SinglePanel.

Bảng 7

Số công	(N_1, N_2)	Hạng 1		Hạng 2		Hạng 3-4	Hạng 5-6	Hạng 7-8
		Chế độ=1	Chế độ=2	Chế độ=1	Chế độ=2			
2	(1,1)	-	-	-	-	-	-	-
4	(2,1)	3	2	4	3	3	-	-
8	(2,2)	6	4	8	6	8	6	6
	(4,1)	4	3	6	5	6	4	3
12	(3,2)	7	5	9	7	9	7	6
	(6,1)	5	4	7	6	7	5	5
16	(4,2)	7	5	9	7	8	7	6
	(8,1)	5	4	7	6	6	5	5
24	(4,3)	8	6	10	8	9	8	8
	(6,2)	8	6	10	8	9	8	7
	(12,1)	6	5	8	7	7	6	6
32	(4,4)	8	6	10	8	9	8	8
	(8,2)	8	6	10	8	9	8	7
	(16,1)	6	5	8	7	7	6	6

Bảng 8

Số cổng	Hạng 1		Hạng 2		Hạng 3-4	Hạng 5-6	Hạng 7-8
	Chế độ=1	Chế độ=2	Chế độ=1	Chế độ=2			
2	2	-	1	-	-	-	-
> 2	2	4	1	3	1	1	1

Bảng 9 thể hiện dung lượng hữu ích i_1 (tức là, thông tin liên quan đến dải rộng) của số mã TypeI-MultiPanel. Bảng 10 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 đối với mỗi dải con của số mã TypeI-MultiPanel.

Bảng 9

Số cổng	(N_g, N_1, N_2)	(O_1, O_2)	Hạng 1		Hạng 2		Hạng 3-4	
			Chế độ=1	Chế độ=2	Chế độ=1	Chế độ=2	Chế độ=1	Chế độ=2
8	(2,2,1)	(4,1)	5	7	6	8	5	7
16	(2,4,1)	(4,1)	6	8	8	10	8	10
	(4,2,1)	(4,1)	9	-	10	-	9	-
	(2,2,2)	(4,4)	8	10	10	12	10	12
32	(2,8,1)	(4,1)	7	9	9	11	9	11
	(4,4,1)	(4,1)	10	-	12	-	12	-
	(2,4,2)	(4,4)	9	11	11	13	11	13
	(4,2,2,)	(4,4)	12	-	14	-	14	-

Bảng 10

Số cổng	Hạng 1		Hạng 2-4	
	Chế độ=1	Chế độ=2	Chế độ=1	Chế độ=2
8,16,32	2	4	1	3

Bảng 11 thể hiện dung lượng hữu ích i_1 (tức là, thông tin liên quan đến dải rộng) của số mã TypeII. Các bảng từ bảng 12 đến bảng 15 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 của số mã TypeII. Cụ thể là, Bảng 12 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 khi pha QPSK và biên độ chỉ có dải rộng được sử dụng để tạo chùm. Bảng 13 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 khi pha

QPSK và biên độ có dải rộng-và-dải con được sử dụng để tạo chùm. Bảng 14 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 khi pha 8-PSK và biên độ chỉ có dải rộng được sử dụng để tạo chùm. Bảng 15 thể hiện dung lượng hữu ích i_2 khi pha 8-PSK và biên độ có dải rộng và dải con được sử dụng để tạo chùm.

Bảng 11

Số công	(N_1, N_2)	Hạng 1			Hạng 2		
		L=2	L=3	L=4	L=2	L=3	L=4
4	(2,1)	13	-	-	24	-	-
8	(2,2)	18	24	28	29	42	52
	(4,1)	16	22	26	27	40	50
12	(3,2)	15	27	32	26	45	56
	(6,1)	17	25	30	28	43	54
16	(4,2)	20	28	35	31	46	59
	(8,1)	18	26	33	29	44	57
24	(4,3)	22	30	37	33	48	61
	(6,2)	22	30	37	33	48	61
	(12,1)	20	28	35	31	46	59
32	(4,4)	22	32	39	33	50	63
	(8,2)	22	32	39	33	50	63
	(16,1)	20	30	37	31	48	61

Bảng 12

Số công	Hạng 1			Hạng 2		
	L=2	L=3	L=4	L=2	L=3	L=4
4	6	-	-	12	-	-
8,12,16,24,32	6	10	14	12	20	28

Bảng 13

Số công	Hạng 1			Hạng 2		
	L=2	L=3	L=4	L=2	L=3	L=4
4	6	-	-	12	-	-
8,12,16,24,32	6	13	19	12	26	38

Bảng 14

Số công	Hạng 1			Hạng 2		
	L=2	L=3	L=4	L=2	L=3	L=4
4	9	-	-	18	-	-
8,12,16,24,32	9	15	21	18	30	42

Bảng 15

Số công	Hạng 1			Hạng 2		
	L=2	L=3	L=4	L=2	L=3	L=4
4	9	-	-	18	-	-
8,12,16,24,32	9	18	26	18	36	52

Như được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15, dung lượng hữu ích của thông tin PMI thay đổi dựa vào giá trị được thiết lập liên quan đến mỗi số mã và các phần tử thông tin UCI khác (ví dụ, hạng) được báo cáo cùng nhau. Điều này có thể biểu thị rằng dây đầu vào mã hoá kênh có thể thay đổi theo tình huống, và vì vậy, điều này cần phải được xem xét khi việc mã hoá kênh PUCCH ngắn và dài được thực hiện.

Trong hệ thống NR, 11 bit được sử dụng để làm tiêu chuẩn. Mã Reed-Muller được sử dụng để thực hiện việc mã hoá kênh cho các bit thông tin DCI hoặc UCI có 11 bit hoặc ít hơn, và mã cực được sử dụng để thực hiện việc mã hoá kênh cho các bit thông tin DCI hoặc UCI có 12 bit hoặc nhiều hơn. Các bit thông tin có thể được đếm bằng cách xem xét chỉ duy nhất dòng bit thông tin UCI $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ có A bit, hoặc có thể được đếm bằng cách xem xét cả dòng bit thông tin UCI $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$ có A bit và các bit chẵn lẻ $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$ có L bit.

Fig.6 là sơ đồ thể hiện ví dụ về phương pháp mã hoá mã cực theo phương án thực

hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.6, các bit thông tin 600 có thể được mã hoá bằng ma trận tạo ra mã Reed-Muller định trước 605, nhờ đó được biến đổi thành từ mã 610. Trong trường hợp này, các bit thông tin được mã hoá lần lượt từ U_0 đến U_7 . Khi các bit là các bit có giá trị thấp, số lượng bit được mã hoá chung là nhỏ, và vì vậy, các bit có giá trị thấp có độ tin cậy thấp hơn. Vì vậy, một số bit có giá trị thấp được định nghĩa là các bit đóng băng để sử dụng một dãy định trước, và các bit còn lại được sử dụng để làm các bit dữ liệu, nhờ đó có thể nâng cao hiệu suất giải mã.

Fig.7 là sơ đồ thể hiện ví dụ về dãy mã cực theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.7, có thể nhận thấy rằng độ tin cậy của kết quả giải mã tăng lên theo chỉ số bit thông tin, như được mô tả dựa vào Fig.6. Cụ thể là, dễ dàng thấy rằng độ tin cậy trong biểu đồ 700 thu được trước khi sắp xếp, có xu hướng nhất định, mặc dù xu hướng này không phải là hàm đơn điệu tăng hoặc hàm đơn điệu giảm khác với biểu đồ 705 thu được sau khi sắp xếp. Dựa vào biểu đồ 700, các chỉ số bit đóng băng (các bit nằm bên dưới đường nét đứt 706, các bit nằm bên dưới đường nét đứt 707, và các bit nằm bên dưới đường nét đứt 708) và các chỉ số bit dữ liệu (các bit nằm bên trên đường nét đứt 706, các bit nằm bên trên đường nét đứt 707, và các bit nằm bên trên đường nét đứt 708) có thể được phân biệt dựa vào tỷ lệ mã hoá (Coding Rate, CR) mong muốn như $CR = 1/3$, $CR = 1/2$, hoặc $CR = 3/4$, và có thể được xác định là dãy mã cực. Khi việc sắp xếp được thực hiện dựa vào độ tin cậy đối với mỗi bit, thì dãy mã cực 725 có thể có phần bit đóng băng 710 gồm các bit có độ tin cậy thấp nhất, phần bit dữ liệu 715 gồm các bit có độ tin cậy trung bình, và phần CRC 720 gồm các bit có độ tin cậy cao nhất.

Fig.8 là sơ đồ thể hiện ví dụ về phương pháp giải mã mã cực theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.8, tín hiệu thu được liên quan đến dãy mã cực có thể được giải mã dựa vào ma trận tạo ra mã RM đã được mô tả trên đây. Quy trình giải mã được thực hiện ở phía thiết bị thu có nhiều bộ phận giải mã cơ bản theo thứ tự đảo ngược của độ tin cậy của các bit thông tin tương ứng. Mỗi bộ phận giải mã cơ bản lần lượt và liên tục thực hiện phép tính tỷ số hợp lý dạng loga (Log-Likelihood Ratio, LLR) cho nút tương ứng

(phép tính cho nút kiểm tra), và phép huỷ bỏ liên tiếp dựa trên cơ sở đó (phép tính cho nút biên). Từ góc độ của phương pháp giải mã các bit dữ liệu, phương pháp này có thể được thể hiện bằng sơ đồ dưới dạng cấu trúc cây trên Fig.8.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện ví dụ về sơ đồ mã hoá kênh dựa vào mã cực theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.9, thông tin DCI hoặc UCI có thể đi qua bộ mã hoá CRC 900 và có thể được biến đổi thành dãy mã cực 903. Dãy mã cực 903 có thể đi qua bộ mã hoá cực 905 và có thể được biến đổi thành từ mã, và quy trình so khớp tỷ lệ được thực hiện, ở bước 910 (ví dụ, thông qua bộ đan xen so khớp tỷ lệ). Sau đó, từ mã đã được so khớp tỷ lệ trong bộ nhớ đệm vòng 915 lần lượt được đan xen kênh, ở bước 920 (ví dụ, thông qua bộ đan xen kênh), có thể được điều biến ở bước 925 (ví dụ, thông qua bộ điều biến), và có thể được ánh xạ lên kênh PDCCH hoặc kênh PUCCH.

Fig.10 là sơ đồ thể hiện ví dụ về mã cực có hỗ trợ CRC (CRC-Aided polar, CA polar) và ví dụ về mã cực kiểm tra chẵn lẻ (Parity-Check polar, PC-polar) theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.10, thông thường, hiệu suất của mã cực có thể được nâng cao khi các đường dự bị được kiểm tra bằng cách sử dụng bit CRC. Mã này có thể được định nghĩa là mã cực CA 1000. Trong mã cực CA, tín hiệu đầu vào CRC và dữ liệu cần phải được xác định để thu được dãy thích hợp và độ phức tạp của quy trình giải mã không cao hơn so với độ phức tạp của quy trình giải mã cho duy nhất mã cực. Mã cực PC 1010 là phương pháp xác định bit đóng băng PC 1012, ngoài bit CRC. Trong trường hợp này, bit đóng băng PC bổ sung không phải là một giá trị cố định, và có thể thay đổi do một bit dữ liệu khác. Ví dụ, trên Fig.10, bit đóng băng PC của U_7 có thể được xác định dựa vào các giá trị của U_5 và U_6 . Hiệu quả của mã cực CA và mã cực PC có thể có thay đổi dựa vào dung lượng hữu ích của bit thông tin. Việc sử dụng mã cực CA và mã cực PC có thể được xác định dựa vào dung lượng hữu ích của bit thông tin định trước. Do đó, thuật ngữ “mã cực” được dùng trong bản mô tả sáng chế không dùng để chỉ mã cực định trước, mà dùng để chỉ mã cực nói chung.

Như đã được mô tả trên đây, trong hệ thống NR, để thực hiện việc mã hoá kênh

PDCCH và PUCCH, mã Reed-Muller được sử dụng với dung lượng hữu ích của thông tin có 11 bit hoặc ít hơn, và mã cực được sử dụng với dung lượng hữu ích của thông tin có nhiều hơn 11 bit. Khi việc báo cáo thông tin CSI thông qua kênh PUCCH được thực hiện, dung lượng hữu ích của thông tin UCI có thể có thay đổi dựa vào một số giá trị thông tin CSI. Ví dụ, khi dung lượng hữu ích để báo cáo thông tin PMI và CQI có thể có thay đổi dựa vào hạng được báo cáo bằng thiết bị đầu cuối. Điều này có thể gây ra các vấn đề. Có thể tăng lỗi nhập nhằng khi trạm cơ sở giải mã thông tin UCI đã được mã hoá bằng cách sử dụng mã cực, và có thể tăng số lần giải mã mò được thực hiện. Vì vậy, sáng chế đề xuất phương pháp xác định quy tắc ánh xạ thông tin UCI để mã hoá mã cực của thông tin UCI một cách có hiệu quả, nhờ đó khắc phục các vấn đề đã được mô tả trên đây.

Phương án thứ nhất: mã hoá dãy theo thứ tự lần lượt là CRI-RI-CQI-PMI-bit đệm

Fig.14 là sơ đồ thể hiện các ví dụ về phương pháp ánh xạ thông tin UCI khi xem xét dãy mã cực theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.14, theo phương án thứ nhất, quy định rằng các phần tử thông tin UCI liên quan đến báo cáo thông tin CSI, như thông tin CRI/RI 1420, thông tin PMI 1424, thông tin CQI 1422, và các thông tin khác được mã hoá trước khi bit đệm 1426 được mã hoá. Cách làm này là để giảm lỗi nhập nhằng cho dung lượng hữu ích của các phần tử thông tin UCI bằng cách giải mã các phần tử thông tin UCI trước khi giải mã các bit đệm khi phần bit dữ liệu 1410 được giải mã dựa vào phần bit đóng băng 1405 trong dãy mã cực 1400 có phần bit đóng băng 1405, phần bit dữ liệu 1410, và phần CRC 1415. Thông tin CRI/RI 1420 có thể được mã hoá trước thông tin CQI 1422 hoặc thông tin PMI 1424. Trong trường hợp này, thông tin CRI có thể được mã hoá trước khi thông tin RI được mã hoá. Số lượng công CSI-RS ở trong tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI được báo cáo bằng thiết bị đầu cuối có thay đổi, và vì vậy, hạng tối đa cho phép có thay đổi. Do đó, dung lượng hữu ích của thông tin RI có thể có thay đổi. Trạm cơ sở có thể giải mã thông tin CRI/RI 1420 và sau đó, có thể ước tính dung lượng hữu ích của thông tin CQI 1422 hoặc thông tin PMI 1424.

Fig.11 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách ánh xạ thông tin CSI khi hạng tối đa bằng 1 hoặc 2 theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.11, khi hạng tối đa được xác định là bằng 1 bằng cách giải mã thông tin CRI (khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có một cổng CSI-RS) hoặc khi hạng tối đa được xác định là bằng 1 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn, thì trạm cơ sở trên Fig.11 có thể biết rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1130 có A bit và thông tin PMI 1135 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1135 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin CQI 1130 hoặc thông tin PMI 1135 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng 1, thông tin CQI có A bit có thể biểu thị chất lượng kênh của một từ mã.

Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 2 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có hai cổng CSI-RS) hoặc trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 2 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.11, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1100 bằng 0 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1105 có A bit và thông tin PMI 1110 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1110 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1100, thông tin CQI 1105, hoặc thông tin PMI 1110 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426.

Khi thông tin RI 1115 bằng 1 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1120 có A bit và thông tin PMI 1125 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1125 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1115, thông tin CQI 1120, hoặc thông tin PMI 1125 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng = 1 hoặc hạng = 2,

thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã. Vì vậy, dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B bit hoặc C bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Fig.12 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách ánh xạ thông tin CSI khi hạng tối đa bằng 4 theo phương án thực hiện sáng chế. Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 4 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có bốn cổng CSI-RS) hoặc trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 4 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn.

Dựa vào Fig.12, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1200 bằng 00 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1205 có A bit và thông tin PMI 1210 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1210 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1200, thông tin CQI 1205, hoặc thông tin PMI 1210 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426.

Khi thông tin RI 1215 bằng 01 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1220 có A bit và thông tin PMI 1225 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1225 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1215, thông tin CQI 1220, hoặc thông tin PMI 1225 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Khi thông tin RI 1230 bằng 10 hoặc 11 (hạng = 3 hoặc 4), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1235 có A bit và thông tin PMI 1240 có D bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1240 có D bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1230, thông tin CQI 1235, hoặc thông tin PMI 1240 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng = 1, hạng = 2,

hạng = 3, hoặc hạng = 4, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã. Vì vậy, dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B bit, C bit, hoặc D bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Fig.13 là sơ đồ thể hiện ví dụ về cách ánh xạ thông tin CSI khi hạng tối đa bằng 8 theo phương án thực hiện sáng chế. Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 8 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có tám hoặc nhiều hơn tám cổng CSI-RS) hoặc trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 8 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn.

Dựa vào Fig.13, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1300 bằng 000 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1305 có A bit và thông tin PMI 1310 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1310 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1300, thông tin CQI 1305, hoặc thông tin PMI 1310 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426.

Khi thông tin RI 1315 bằng 001 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1320 có A bit và thông tin PMI 1325 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1325 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1315, thông tin CQI 1320, hoặc thông tin PMI 1325 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Khi thông tin RI 1330 bằng 010 hoặc 011 (hạng = 3 hoặc 4), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1335 có A bit và thông tin PMI 1340 có D bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1340 có D bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1330, thông tin CQI 1335, hoặc thông tin PMI 1340 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Khi thông tin RI 1345 bằng 100, 101, hoặc 110 (hạng = 5, 6, 7, hoặc 8), thì có thể nhận thấy rằng

phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1350 có E bit và thông tin PMI 1355 có F bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1355 có F bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1345, thông tin CQI 1350, hoặc thông tin PMI 1355 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1426. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không.

Trong trường hợp hạng bằng 1, 2, 3, hoặc 4, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã, và vì vậy, dung lượng hữu ích không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, trong trường hợp hạng bằng 5, 6, 7, hoặc 8, chất lượng kênh của hai từ mã có thể được biểu thị, và vì vậy, dung lượng hữu ích có thể cần phải tăng lên. Ví dụ, các thông tin CQI độc lập được áp dụng cho hai từ mã, cần phải có dung lượng hữu ích của thông tin CQI có $E = 2A$ bit. Khi A bit được cấp phát cho thông tin CQI thứ nhất và thông tin CQI vi sai được áp dụng cho thông tin CQI thứ hai, thì dung lượng hữu ích của thông tin CQI có E bit đáp ứng điều kiện $A < E < 2A$ có thể được cấp phát. Cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B, C, D, hoặc F bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Phương án thứ hai: mã hoá theo thứ tự lần lượt là CRI-RI-bit đệm-CQI-PMI

Dựa vào Fig.14, theo phương án thứ hai, các phần tử thông tin UCI, như thông tin CRI/RI 1430, hoặc các thông tin khác, các phần tử thông tin này có thể ảnh hưởng đến dung lượng hữu ích của các phần tử thông tin UCI khác, có thể được mã hoá trước khi bit đệm 1432 được mã hoá. Các phần tử thông tin UCI khác liên quan đến báo cáo thông tin CSI, như thông tin PMI 1436, thông tin CQI 1434, hoặc các thông tin khác có thể được chỉ định là được mã hoá sau khi bit đệm 1432 được mã hoá. Cách làm này là để nâng cao độ tin cậy của một số phần tử thông tin UCI như thông tin CQI, thông tin PMI, hoặc các thông tin khác, thông qua các bit đệm, khi phần bit dữ liệu 1410 được giải mã dựa vào phần bit đóng băng 1405 trong dãy mã cực 1400 có phần bit đóng băng 1405, phần bit dữ liệu 1410, và phần CRC 1415. Thông tin CRI/RI 1430 có thể được mã hoá trước thông tin CQI 1434 hoặc thông tin PMI 1436. Trong trường hợp này, thông tin CRI có thể được mã hoá trước khi thông tin RI được mã hoá. Tức là, dựa trên thực tế là khi số lượng công CSI-RS ở trong tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI được

báo cáo bằng thiết bị đầu cuối có thay đổi, thì hạng tối đa cho phép có thay đổi và dung lượng hữu ích của thông tin RI có thể có thay đổi.

Trạm cơ sở có thể ước tính dung lượng hữu ích của thông tin CQI 1434 hoặc thông tin PMI 1436 sau khi giải mã thông tin CRI/RI 1430, và sau đó, quy trình giải mã được thực hiện bằng cách xem xét dung lượng hữu ích ngoài dung lượng hữu ích của thông tin CRI/RI 1430, thông tin CQI 1434, và thông tin PMI 1436 trong phần bit dữ liệu 1410 là bit đệm 1432.

Dựa vào Fig.11, ví dụ, khi hạng tối đa được xác định là bằng 1 bằng cách giải mã thông tin CRI (khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có một cổng CSI-RS) hoặc khi hạng tối đa được xác định là bằng 1 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn, thì trạm cơ sở có thể biết rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1130 có A bit và thông tin PMI 1135 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1135 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin CQI 1130 hoặc thông tin PMI 1135 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cục được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng 1, thông tin CQI có A bit có thể biểu thị chất lượng kênh của một từ mã.

Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 2 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có hai cổng CSI-RS) hoặc bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.11, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1100 bằng 0 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1105 có A bit và thông tin PMI 1110 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1110 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1100, thông tin CQI 1105, hoặc thông tin PMI 1110 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432.

Khi thông tin RI 1115 bằng 1 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1120 có A bit và thông tin PMI 1125 có C bit. Trong trường hợp

này, thông tin PMI 1125 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1115, thông tin CQI 1120, hoặc thông tin PMI 1125 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cục được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng = 1 hoặc hạng = 2, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã. Vì vậy, dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B bit hoặc C bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Dựa vào Fig.12, ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 4 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có bốn cổng CSI-RS) hoặc bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.12, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1200 bằng 00 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1205 có A bit và thông tin PMI 1210 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1210 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1200, thông tin CQI 1205, hoặc thông tin PMI 1210 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432.

Khi thông tin RI 1215 bằng 01 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1220 có A bit và thông tin PMI 1225 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1225 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1215, thông tin CQI 1220, hoặc thông tin PMI 1225 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Khi thông tin RI 1230 bằng 10 hoặc 11 (hạng = 3 hoặc 4), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1235 có A bit và thông tin PMI 1240 có D bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1240 có D bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1230, thông tin CQI 1235, hoặc thông tin PMI

1240 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cục được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng = 1, hạng = 2, hạng = 3, hoặc hạng = 4, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã. Vì vậy, dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B bit, C bit, hoặc D bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Dựa vào Fig.13, ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 8 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có tám hoặc nhiều hơn tám công CSI-RS) hoặc bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.13, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1300 bằng 000 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1305 có A bit và thông tin PMI 1310 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1310 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1300, thông tin CQI 1305, hoặc thông tin PMI 1310 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432.

Khi thông tin RI 1315 bằng 001 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1320 có A bit và thông tin PMI 1325 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1325 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1315, thông tin CQI 1320, hoặc thông tin PMI 1325 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Khi thông tin RI 1330 bằng 010 hoặc 011 (hạng = 3 hoặc 4), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1335 có A bit và thông tin PMI 1340 có D bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1340 có D bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1330, thông tin CQI 1335, hoặc thông tin PMI 1340 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Khi thông

tin RI 1345 bằng 100, 101, hoặc 110 (hạng = 5, 6, 7, hoặc 8), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1350 có E bit và thông tin PMI 1355 có F bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1355 có F bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1345, thông tin CQI 1350, hoặc thông tin PMI 1355 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được lấp đầy bằng bit đệm 1432. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không.

Trong trường hợp hạng bằng 1, 2, 3, hoặc 4, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã, và vì vậy, dung lượng hữu ích không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, trong trường hợp hạng bằng 5, 6, 7, hoặc 8, chất lượng kênh của hai từ mã có thể được biểu thị, và vì vậy, dung lượng hữu ích có thể cần phải tăng lên. Ví dụ, các thông tin CQI độc lập được áp dụng cho hai từ mã, cần phải có dung lượng hữu ích của thông tin CQI có $E = 2A$ bit. Khi A bit được cấp phát cho thông tin CQI thứ nhất và thông tin CQI vi sai được áp dụng cho thông tin CQI thứ hai, thì dung lượng hữu ích của thông tin CQI có E bit đáp ứng điều kiện $A < E < 2A$ có thể được cấp phát. Cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B, C, D, hoặc F bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Phương án thứ ba: mã hoá theo thứ tự lần lượt là CRI-RI-bit đệm-CQI-bit đệm-PMI

Dựa vào Fig.14, theo phương án thứ ba, các phần tử thông tin UCI, như thông tin CRI/RI 1440, hoặc các thông tin khác, các phần tử thông tin này có thể ảnh hưởng đến dung lượng hữu ích của các phần tử thông tin UCI khác có thể được mã hoá trước khi bit đệm 1 1442 hoặc bit đệm 2 1446 được mã hoá. Các phần tử thông tin UCI khác liên quan đến báo cáo thông tin CSI, như thông tin CQI 1444, thông tin PMI 1448, hoặc các thông tin khác có thể được chỉ định là được mã hoá sau khi bit đệm 1 1442 hoặc bit đệm 2 1446 được mã hoá. Cách làm này là để nâng cao độ tin cậy của một số phần tử thông tin UCI như thông tin CQI, thông tin PMI, hoặc các thông tin khác, thông qua các bit đệm, khi phần bit dữ liệu 1410 được giải mã dựa vào phần bit đóng băng 1405 trong dãy mã cực 1400 có phần bit đóng băng 1405, phần bit dữ liệu 1410, và phần CRC 1415.

Thông tin CRI/RI 1440 có thể được mã hoá trước thông tin CQI 1444 hoặc thông tin PMI 1448. Trong trường hợp này, thông tin CRI có thể được mã hoá trước khi thông

tin RI được mã hoá. Điều này dựa trên thực tế là khi số lượng cổng CSI-RS ở trong tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI được báo cáo bằng thiết bị đầu cuối có thay đổi, thì hạng tối đa cho phép có thay đổi, và dung lượng hữu ích của thông tin RI có thể có thay đổi. Trong trường hợp này, bit đệm có thể được phân chia ra thành hai hoặc nhiều hơn hai nhóm bit đệm (bit đệm 1 1442 và bit đệm 2 1446), và mỗi nhóm bit đệm có thể được mã hoá trước khi thông tin CQI 1444 được mã hoá (bit đệm 1 1442), hoặc có thể được mã hoá trước thông tin PMI 1448 (bit đệm 2 1446). Điều này dựa trên thực tế là các điều kiện để thay đổi dung lượng hữu ích của thông tin CQI 1444 và thông tin PMI 1448 là khác nhau. Cách làm này có thể làm giảm sự ảnh hưởng của sai số ước tính dung lượng hữu ích liên quan đến thông tin CQI 1444 hoặc thông tin PMI 1448 do việc giải mã sai thông tin CRI/RI gây ra hoặc các lý do khác. Ví dụ, dung lượng hữu ích của thông tin CQI thay đổi ít nhạy cảm hơn so với dung lượng hữu ích của thông tin PMI, và vì vậy, có thể giảm sự thay đổi dung lượng hữu ích của bit đệm và có thể giảm xác suất lan truyền lỗi.

Trạm cơ sở có thể ước tính dung lượng hữu ích của thông tin CQI 1444 hoặc thông tin PMI 1448 sau khi giải mã thông tin CRI/RI 1440, và sau đó, quy trình giải mã được thực hiện bằng cách coi rằng dung lượng hữu ích ngoài dung lượng hữu ích của thông tin CRI/RI 1440, thông tin CQI 1444, và thông tin PMI 1438 trong phần bit dữ liệu 1410 là các bit đệm 1442 và 1446. Trong trường hợp này, hai hoặc nhiều hơn hai nhóm bit đệm có thể được chỉ định sao cho các nhóm bit đệm này có cùng một dung lượng hữu ích ($\text{Padding1} == \text{Padding2}$) hoặc các nhóm bit đệm này được xác định dựa vào dữ liệu định trước (ví dụ, bit đệm 1 không được sử dụng khi hạng tối đa ≤ 4). Điều này dựa trên thực tế là dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng khi hạng tối đa nhỏ hơn hoặc bằng 4. Trong trường hợp này, cần phải hiểu rằng bit đệm được mã hoá và xuất hiện ở giữa {CRI, RI, CQI} và {PMI}.

Dựa vào Fig.11, ví dụ, khi hạng tối đa được xác định là bằng 1 bằng cách giải mã thông tin CRI (khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có một cổng CSI-RS) hoặc khi hạng tối đa được xác định là bằng 1 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn, thì trạm cơ sở có thể biết rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1130 có A bit và thông tin PMI 1135 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1135 có B bit có

thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin CQI 1130 hoặc thông tin PMI 1135 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng 1, thông tin CQI có A bit có thể biểu thị chất lượng kênh của một từ mã.

Ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 2 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có hai cổng CSI-RS) hoặc bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.11, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1100 bằng 0 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1105 có A bit và thông tin PMI 1110 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1110 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1100, thông tin CQI 1105, hoặc thông tin PMI 1110 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446.

Khi thông tin RI 1115 bằng 1 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1120 có A bit và thông tin PMI 1125 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1125 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1115, thông tin CQI 1120, hoặc thông tin PMI 1125 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng = 1 hoặc hạng = 2, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã. Vì vậy, dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B bit hoặc C bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Dựa vào Fig.12, ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa

được xác định là bằng 4 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có bốn cổng CSI-RS) hoặc trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 4 bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.12, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1200 bằng 00 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1205 có A bit và thông tin PMI 1210 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1210 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1200, thông tin CQI 1205, hoặc thông tin PMI 1210 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Khi thông tin RI 1215 bằng 01 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1220 có A bit và thông tin PMI 1225 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1225 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1215, thông tin CQI 1220, hoặc thông tin PMI 1225 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446.

Khi thông tin RI 1230 bằng 10 hoặc 11 (hạng = 3 hoặc 4), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1235 có A bit và thông tin PMI 1240 có D bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1240 có D bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1230, thông tin CQI 1235, hoặc thông tin PMI 1240 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không. Trong trường hợp hạng = 1, hạng = 2, hạng = 3, hoặc hạng = 4, thông tin CQI có A bit biểu thị chất lượng kênh của một từ mã. Vì vậy, dung lượng hữu ích của thông tin CQI không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B bit, C bit, hoặc D bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Dựa vào Fig.13, ví dụ khác, trạm cơ sở có thể xét trường hợp trong đó hạng tối đa được xác định là bằng 8 bằng cách giải mã thông tin CRI (tức là, khi tài nguyên truyền

tín hiệu CSI-RS được chỉ báo bằng thông tin CRI có tám hoặc nhiều hơn tám cổng CSI-RS) hoặc bằng tín hiệu ở tầng cao hơn. Như được thể hiện trên Fig.13, khi kết quả giải mã thông tin RI thể hiện rằng thông tin RI 1300 bằng 000 (hạng = 1), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1305 có A bit và thông tin PMI 1310 có B bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1310 có B bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1300, thông tin CQI 1305, hoặc thông tin PMI 1310 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Khi thông tin RI 1315 bằng 001 (hạng = 2), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1320 có A bit và thông tin PMI 1325 có C bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1325 có C bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1315, thông tin CQI 1320, hoặc thông tin PMI 1325 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Khi thông tin RI 1330 bằng 010 hoặc 011 (hạng = 3 hoặc 4), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1335 có A bit và thông tin PMI 1340 có D bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1340 có D bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1330, thông tin CQI 1335, hoặc thông tin PMI 1340 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Khi thông tin RI 1345 bằng 100, 101, hoặc 110 (hạng = 5, 6, 7, hoặc 8), thì có thể nhận thấy rằng phần bit dữ liệu 1410 có thông tin CQI 1350 có E bit và thông tin PMI 1355 có F bit. Trong trường hợp này, thông tin PMI 1355 có F bit có thể được xác định tương ứng với các giá trị dung lượng hữu ích của thông tin PMI được thể hiện trong các bảng từ bảng 7 đến bảng 15. Các phần còn lại ngoài thông tin RI/CRI 1345, thông tin CQI 1350, hoặc thông tin PMI 1355 trong phần bit dữ liệu 1410 có thể được nạp đầy bằng các bit đệm 1442 và 1446. Sau đó, trạm cơ sở giải mã phần CRC 1415, và có thể xác định xem có phải là việc giải mã toàn bộ dãy mã cực được thực hiện thành công hay không.

Trong trường hợp hạng bằng 1, 2, 3, hoặc 4, thông tin CQI có A bit biểu thị chất

lượng kênh của một từ mã, và vì vậy, dung lượng hữu ích không thay đổi dựa vào hạng. Tuy nhiên, trong trường hợp hạng bằng 5, 6, 7, hoặc 8, chất lượng kênh của hai từ mã có thể được biểu thị, và vì vậy, dung lượng hữu ích có thể cần phải tăng lên. Ví dụ, các thông tin CQI độc lập được áp dụng cho hai từ mã, cần phải có dung lượng hữu ích của thông tin CQI có $E = 2A$ bit. Khi A bit được cấp phát cho thông tin CQI thứ nhất và thông tin CQI vi sai được áp dụng cho thông tin CQI thứ hai, thì dung lượng hữu ích của thông tin CQI có E bit đáp ứng điều kiện $A < E < 2A$ có thể được cấp phát. Cần phải xem xét trường hợp thông tin PMI có B, C, D, hoặc F bit có thể có thay đổi dựa vào hạng.

Các phương pháp ánh xạ dãy mã cực theo các phương án được mô tả trên đây giả sử rằng dung lượng hữu ích của các phần tử thông tin UCI lớn hơn hoặc bằng 12 bit ($K > 11$). Khi tổng dung lượng hữu ích của thông tin UCI mà thiết bị đầu cuối cần phải truyền mỗi lần nhỏ hơn hoặc bằng 11 ($K \leq 11$), thì thiết bị đầu cuối có thể cần phải ánh xạ thông tin UCI dựa vào mã Reed-Muller, trái ngược với các phương án đã được mô tả trên đây. Trong đó, K có thể được xác định dựa vào tổng số của các phần tử thông tin UCI có nghĩa thực tế (tức là, tổng số của dung lượng hữu ích của ít nhất một thông tin trong số thông tin CRI, thông tin RI, thông tin CQI, và thông tin PMI). Tuy nhiên, K có thể được xác định dựa vào tổng số của các phần tử thông tin UCI có nghĩa và các bit đệm (tức là, dung lượng hữu ích của ít nhất một thông tin trong số thông tin CRI, thông tin RI, thông tin CQI, và thông tin PMI + dung lượng hữu ích của bit đệm), giá trị này có thể là dung lượng hữu ích tối đa có thể truyền được. Ngoài ra, các giá trị này có thể được xác định có xem xét đến thông tin ACK/NACK theo sơ đồ HARQ.

Vị trí tương đối của thông tin CRI/RI hoặc thông tin CQI và thông tin PMI có thể thay đổi được khi các thông tin này được sử dụng trên thực tế. Vị trí tương đối của các thông tin CRI/RI/CQI/PMI và các bit đệm cần phải được xem xét một cách thận trọng.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, bit đệm được sử dụng để làm cho sáng chế trở nên dễ hiểu. Bit đệm có thể được gọi bằng nhiều tên gọi khác nhau, như bit đóng băng bổ sung, chỉ số bit thông tin UCI còn lại, hoặc các tên gọi khác khi sử dụng trên thực tế.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, ít nhất một trong số các phần tử thông tin UCI (CRI, RI, CQI, và PMI) có thể được thay thế cho nhau với thông tin CRI và/hoặc CSI-RSRP hoặc chỉ số khối tín hiệu đồng bộ hoá (Synchronization Signal Block Index,

SSBI) và/hoặc SSB-RSRP. Trong trường hợp này, thông tin CRI và SSBI có thể là danh sách chỉ số có một hoặc nhiều thông tin CRI hoặc SSBI, và ngoài ra CSI-RSRP và SSB-RSRP có thể chỉ báo các RSRP liên quan đến các tín hiệu CSI-RS hoặc các khối SSB được chỉ báo bằng các danh sách chỉ số tương ứng. Ví dụ về các thông tin này sẽ không được mô tả chi tiết vì phương pháp mã hoá thông tin UCI của kênh PUCCH theo dung lượng hữu ích của thông tin CRI và CSI-RSRP hoặc dung lượng hữu ích của SSBI và SSB-RSRP giống với phương án thứ nhất, phương án thứ hai, và phương án thứ ba.

Fig.15 là lưu đồ thể hiện phương pháp tạo ra dãy mã cực và truyền kênh PUCCH theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.15, thiết bị đầu cuối thu lớp MIMO cao nhất (thông tin RI cao nhất), thông số liên quan đến số mã (số lượng công, N_g , N_1 , N_2 , O_1 , O_2 , chế độ, loại số mã, và các thông tin khác), và thông tin cấu hình của tín hiệu tham chiếu từ trạm cơ sở, ở bước 1500. Sau đó, trạm cơ sở thu tín hiệu tham chiếu theo thông tin cấu hình, và tạo ra thông tin tình trạng kênh như thông tin CRI, thông tin RI, thông tin PMI, thông tin CQI, và các thông tin khác, ở bước 1505. Thiết bị đầu cuối xác định dung lượng hữu ích để báo cáo thông tin RI, thông tin PMI, hoặc thông tin CQI, dựa vào thông tin CQI hoặc thông tin RI được xác định khi thông tin tình trạng kênh được xác định, ở bước 1510. Sau đó, thiết bị đầu cuối tạo ra dãy mã cực theo một trong số các phương pháp ánh xạ thông tin CSI theo các phương án, ở bước 1515. Dãy mã cực được truyền đến trạm cơ sở thông qua kênh PUCCH sau khi mã hoá mã cực, ở bước 1520.

Để thực hiện các phương án đã được mô tả trên đây của sáng chế, bộ truyền, bộ thu, và bộ xử lý của mỗi loại trong số thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở được thể hiện trên Fig.16 và Fig.17. Để thực hiện phương pháp ánh xạ thông tin CSI theo các phương án thực hiện sáng chế, bộ thu, bộ xử lý, và bộ truyền của mỗi loại trong số trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối hoạt động theo phương án tương ứng.

Fig.16 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của thiết bị đầu cuối theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.16, thiết bị đầu cuối theo sáng chế có thể bao gồm bộ thu của thiết bị đầu cuối 1600, bộ truyền của thiết bị đầu cuối 1604, và bộ xử lý của thiết bị đầu cuối

1602. Bộ thu của thiết bị đầu cuối 1600 và bộ truyền của thiết bị đầu cuối 1604 được gọi chung là bộ thu phát trong các phương án thực hiện sáng chế. Bộ thu phát có thể truyền tín hiệu đến và thu tín hiệu từ trạm cơ sở. Tín hiệu có thể là thông tin điều khiển và dữ liệu. Để thực hiện việc này, bộ thu phát có bộ phát RF để biến đổi tăng tần và khuếch đại tần số của tín hiệu được truyền, bộ thu RF để khuếch đại giảm nhiễu cho tín hiệu thu được và biến đổi hạ tần, và các chức năng khác. Ngoài ra, bộ thu phát xuất ra, cho bộ xử lý của thiết bị đầu cuối 1602, tín hiệu thu được thông qua kênh vô tuyến, và truyền tín hiệu xuất ra từ bộ xử lý của thiết bị đầu cuối 1602 thông qua kênh vô tuyến.

Bộ xử lý của thiết bị đầu cuối 1602 có thể điều khiển một loạt quy trình mà thiết bị đầu cuối thực hiện theo các phương án được mô tả trên đây của sáng chế. Ví dụ, bộ thu của thiết bị đầu cuối 1600 thu thông tin cấu hình đối với mỗi báo cáo thông tin CSI từ trạm cơ sở, và bộ xử lý của thiết bị đầu cuối 1602 có thể thực hiện chức năng điều khiển để thông dịch phương pháp ánh xạ thông tin CSI theo thông tin cấu hình. Sau đó, bộ truyền của thiết bị đầu cuối 1604 có thể truyền kênh PUCCH được tạo ra theo phương pháp ánh xạ thông tin CSI.

Fig.17 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của trạm cơ sở theo phương án thực hiện sáng chế.

Dựa vào Fig.17, trạm cơ sở theo sáng chế có thể bao gồm bộ thu của trạm cơ sở 1701, bộ truyền của trạm cơ sở 1705, và bộ xử lý của trạm cơ sở 1703. Bộ thu của trạm cơ sở 1701 và bộ truyền của trạm cơ sở 1705 được gọi chung là bộ thu phát trong các phương án thực hiện sáng chế. Bộ thu phát có thể truyền tín hiệu đến và thu tín hiệu từ thiết bị đầu cuối. Tín hiệu có thể là thông tin điều khiển và dữ liệu. Để thực hiện việc này, bộ thu phát có bộ phát RF để biến đổi tăng tần và khuếch đại tần số của tín hiệu được truyền, bộ thu RF để khuếch đại giảm nhiễu cho tín hiệu thu được và biến đổi hạ tần, và các chức năng khác. Ngoài ra, bộ thu phát xuất ra, cho bộ xử lý của trạm cơ sở 1703, tín hiệu thu được thông qua kênh vô tuyến, và truyền tín hiệu xuất ra từ bộ xử lý của trạm cơ sở 1703 thông qua kênh vô tuyến. Bộ xử lý của trạm cơ sở 1703 có thể điều khiển một loạt quy trình mà trạm cơ sở thực hiện theo các phương án được mô tả trên đây của sáng chế.

Ví dụ, bộ xử lý của trạm cơ sở 1703 có thể xác định phương pháp giải mã kênh

PUCCH dựa vào thông tin cấu hình liên quan đến việc tạo ra thông tin CSI mà thiết bị đầu cuối đã biết. Sau đó, bộ thu của trạm cơ sở 1701 giải mã kênh PUCCH thu được theo các phương án thực hiện sáng chế.

Các phương án thực hiện sáng chế đã được mô tả trong phần mô tả sáng chế và được thể hiện trên các hình vẽ đã được trình bày để làm cho nội dung giải pháp kỹ thuật của sáng chế trở nên dễ hiểu và giúp cho sáng chế có thể được hiểu rõ hoàn toàn, và phạm vi của sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án nêu trên. Tức là, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rõ rằng các phương án cải biến khác nhau có thể được tìm ra dựa trên ý tưởng sáng tạo về mặt kỹ thuật của sáng chế nằm trong phạm vi của sáng chế này. Ngoài ra, mỗi phương án có thể được sử dụng ở dạng kết hợp. Ví dụ, trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối có thể hoạt động dựa vào sự kết hợp giữa một phần của phương án thứ nhất và một phần của phương án thứ hai của sáng chế. Ngoài ra, các phương án cải biến khác dựa trên ý tưởng sáng tạo về mặt kỹ thuật của các phương án thực hiện sáng chế có thể được áp dụng cho nhiều hệ thống khác nhau, như hệ thống LTE sử dụng sơ đồ FDD, hệ thống LTE sử dụng sơ đồ TDD, hệ thống 5G hoặc hệ thống NR, và các hệ thống khác.

Mặc dù sáng chế đã được thể hiện trên các hình vẽ và được mô tả dựa vào các phương án thực hiện sáng chế, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng nhiều phương án thay đổi về hình thức và nội dung có thể được tìm ra dựa vào các phương án được mô tả trong sáng chế mà vẫn không bị coi là nằm ngoài ý tưởng sáng tạo và phạm vi của sáng chế, như được xác định dựa vào các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương với các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm các bước:

thu thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (Channel State Information, CSI) từ trạm cơ sở;

tạo ra thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI reference signal Resource Indicator, CRI), thông tin chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI), thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (Precoding Matrix Indicator, PMI), hoặc thông tin chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI) dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI;

xác định dãy thông tin có thông tin CSI;

mã hoá dãy thông tin này bằng cách sử dụng mã cực; và

truyền dãy thông tin đã mã hoá đến trạm cơ sở,

trong đó thông tin CRI và thông tin RI được đặt trước các bit đệm trong dãy thông tin, và

trong đó thông tin PMI và thông tin CQI được đặt sau các bit đệm trong dãy thông tin.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CSI được xác định dựa vào ít nhất một thông tin trong số thông tin RI hoặc số lượng cổng anten cho tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI Reference Signal, CSI-RS).

3. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc nhỏ hơn 4, và

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là 2A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc lớn hơn 5.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số lượng bit đệm được xác định dựa vào hạng tối

đa cho phép được báo cáo và hạng được chỉ báo bằng thông tin RI.

5. Phương pháp thu thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm các bước:

truyền thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (CSI) đến thiết bị đầu cuối;

thu dãy thông tin đã mã hoá dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI từ thiết bị đầu cuối; và

giải mã dãy thông tin đã mã hoá bằng cách sử dụng mã cực để xác định dãy thông tin có dãy thông tin đã mã hoá,

trong đó dãy thông tin này gồm có thông tin CSI trong dãy mà trong đó thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CRI) và thông tin chỉ báo hạng (RI) được đặt trước các bit đệm và thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI) và thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI) được đặt sau các bit đệm, và

trong đó thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin CRI, thông tin RI, thông tin PMI, hoặc thông tin CQI.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CSI được xác định dựa vào ít nhất một thông tin trong số thông tin RI hoặc số lượng công anten cho tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI-RS).

7. Phương pháp theo điểm 5,

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc nhỏ hơn 4, và

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là 2A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc lớn hơn 5.

8. Phương pháp theo điểm 5, trong đó số lượng bit đệm được xác định dựa vào hạng tối đa cho phép được báo cáo và hạng được chỉ báo bằng thông tin RI.

9. Thiết bị đầu cuối để truyền thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền

thông không dây, bao gồm:

bộ thu phát; và

ít nhất một bộ xử lý được kết nối với bộ thu phát và được tạo cấu hình để:

điều khiển bộ thu phát thu thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (CSI) từ trạm cơ sở,

tạo ra thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CRI), thông tin chỉ báo hạng (RI), thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI), hoặc thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI) dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI,

xác định dãy thông tin có thông tin CSI,

mã hoá dãy thông tin này bằng cách sử dụng mã cực, và

điều khiển bộ thu phát truyền dãy thông tin đã mã hoá đến trạm cơ sở,

trong đó thông tin CRI và thông tin RI được đặt trước các bit đệm trong dãy thông tin, và

trong đó thông tin PMI và thông tin CQI được đặt sau các bit đệm trong dãy thông tin.

10. Thiết bị đầu cuối theo điểm 9, trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CSI được xác định dựa vào ít nhất một thông tin trong số thông tin RI hoặc số lượng công anten cho tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI-RS).

11. Thiết bị đầu cuối theo điểm 9,

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc nhỏ hơn 4, và

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là 2A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc lớn hơn 5.

12. Thiết bị đầu cuối theo điểm 9, trong đó số lượng bit đệm được xác định dựa vào hạng tối đa cho phép được báo cáo và hạng được chỉ báo bằng thông tin RI.

13. Trạm cơ sở để thu thông tin điều khiển liên kết lên trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm:

bộ thu phát; và

ít nhất một bộ xử lý được kết nối với bộ thu phát và được tạo cấu hình để:

điều khiển bộ thu phát truyền thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin tình trạng kênh (CSI) đến thiết bị đầu cuối,

điều khiển bộ thu phát thu dãy thông tin đã mã hoá dựa vào thông tin cấu hình hồi đáp của thông tin CSI từ thiết bị đầu cuối, và

giải mã dãy thông tin đã mã hoá bằng cách sử dụng mã cực để xác định dãy thông tin có dãy thông tin đã mã hoá,

trong đó dãy thông tin này gồm có thông tin CSI trong dãy mà trong đó thông tin chỉ báo tài nguyên truyền tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CRI) và thông tin chỉ báo hạng (RI) được đặt trước các bit đệm và thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (PMI) và thông tin chỉ báo chất lượng kênh (CQI) được đặt sau các bit đệm, và

trong đó thông tin CSI có ít nhất một thông tin trong số thông tin CRI, thông tin RI, thông tin PMI, hoặc thông tin CQI.

14. Trạm cơ sở theo điểm 13, trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CSI được xác định dựa vào ít nhất một thông tin trong số thông tin RI hoặc số lượng cổng anten cho tín hiệu tham chiếu của thông tin CSI (CSI-RS).

15. Trạm cơ sở theo điểm 13,

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc nhỏ hơn 4, và

trong đó dung lượng hữu ích của thông tin CQI là 2A bit khi hạng được chỉ báo bằng thông tin RI bằng hoặc lớn hơn 5.

FIG. 1

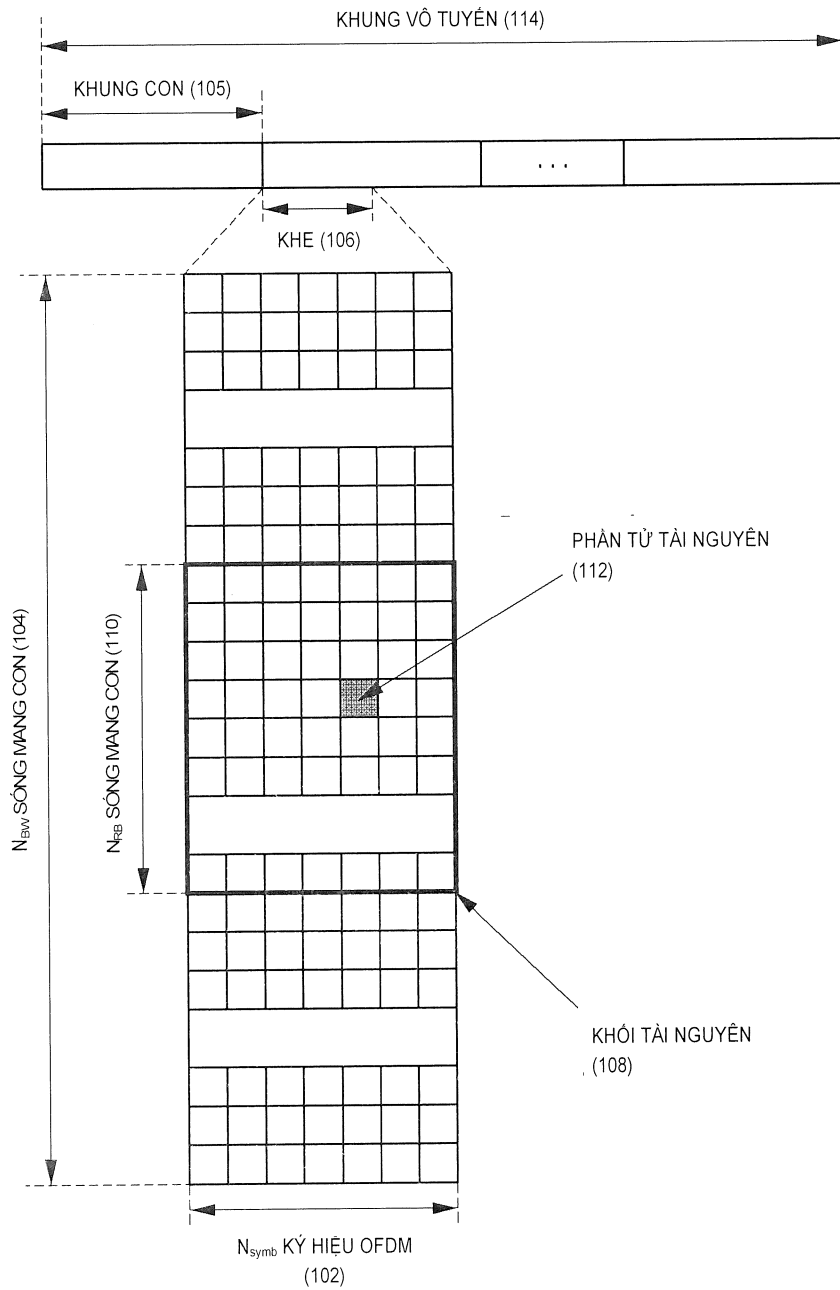


FIG. 2

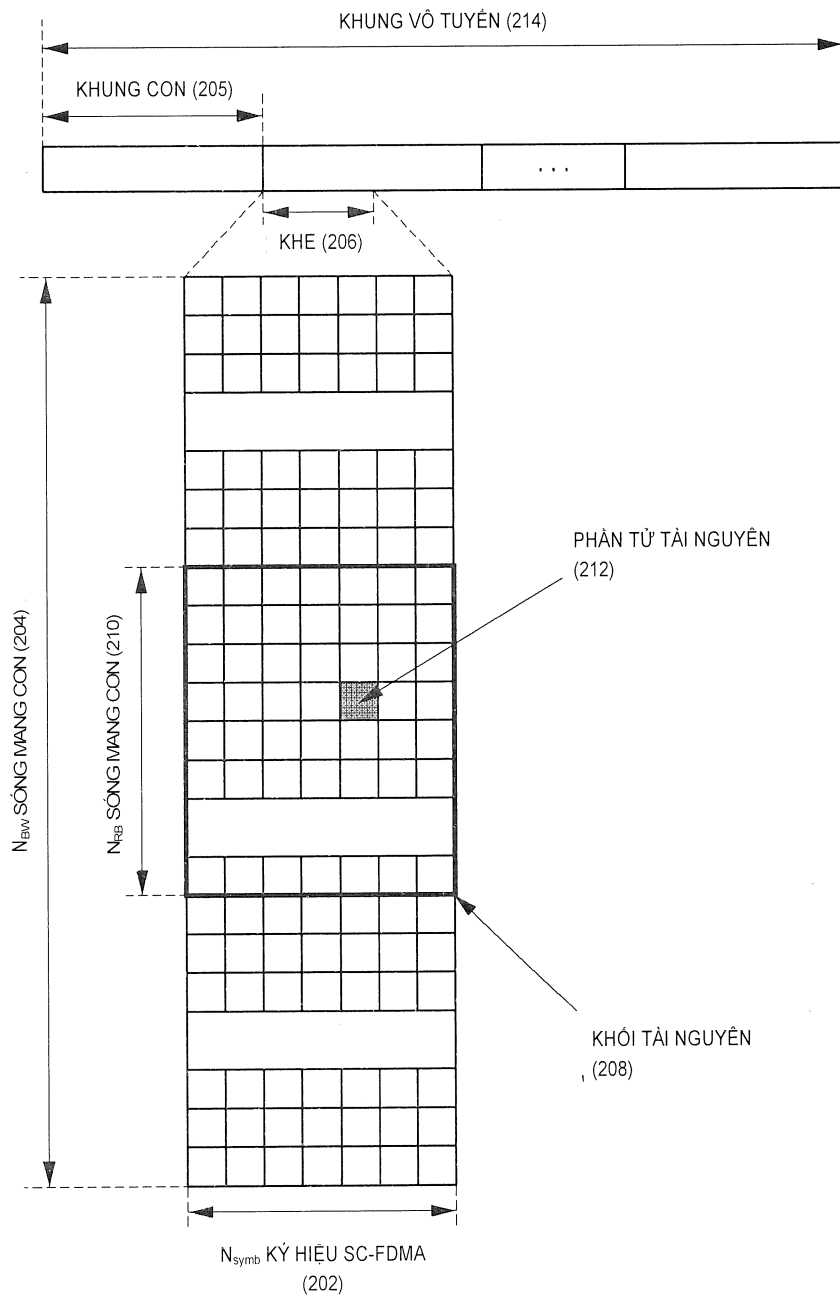


FIG. 3

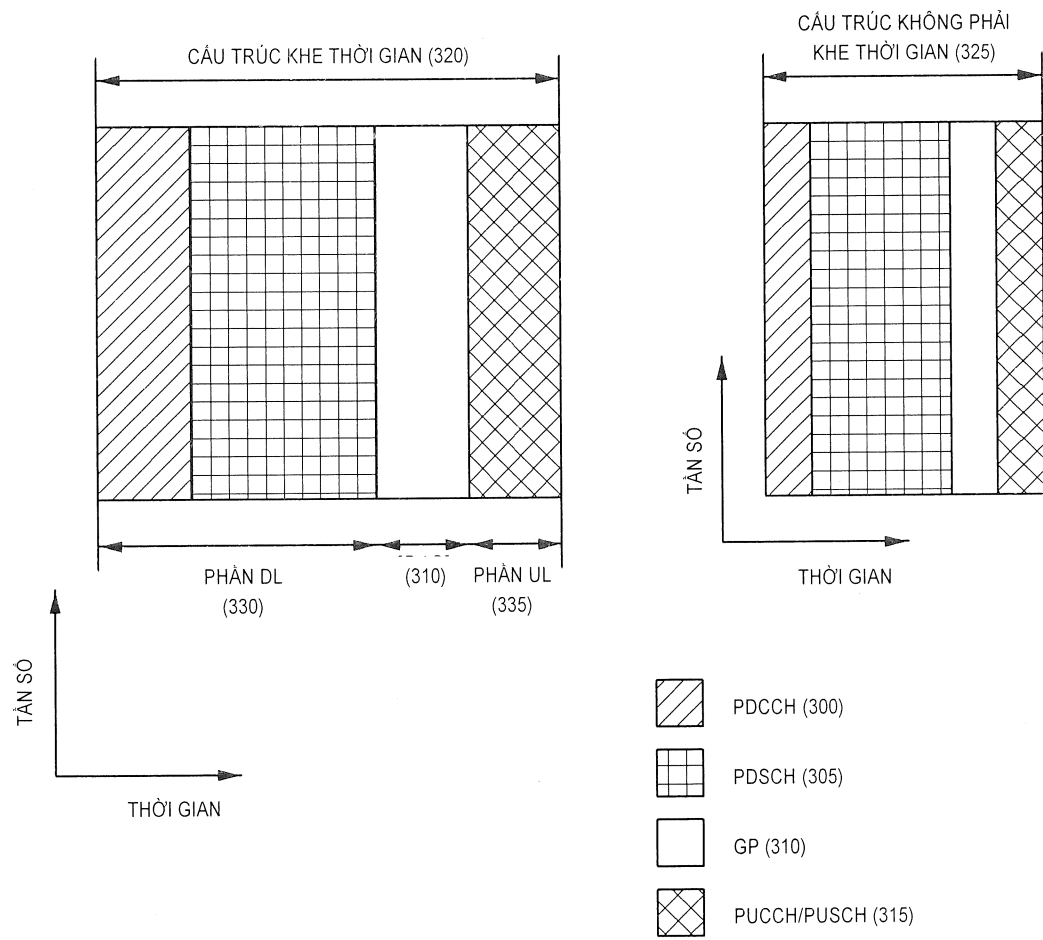


FIG. 4

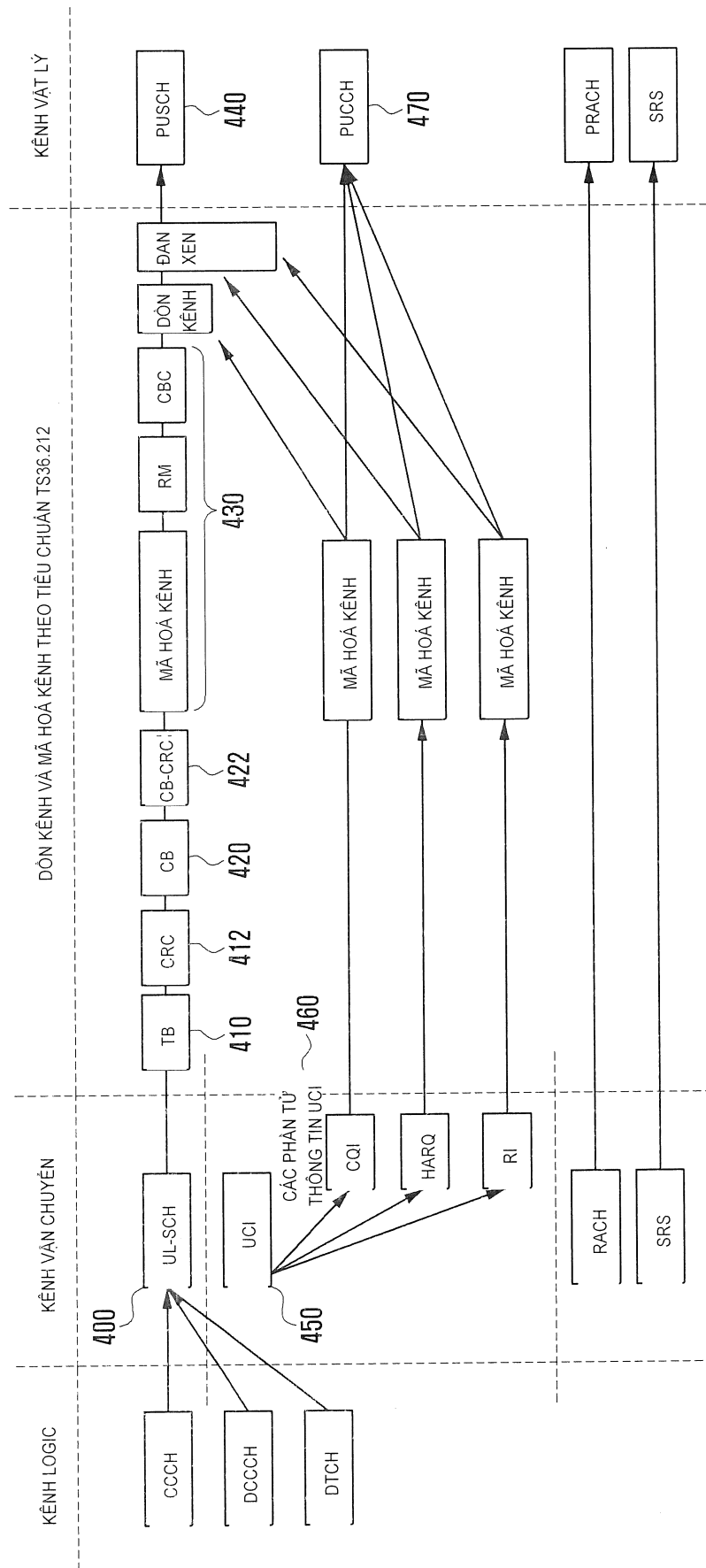


FIG. 5

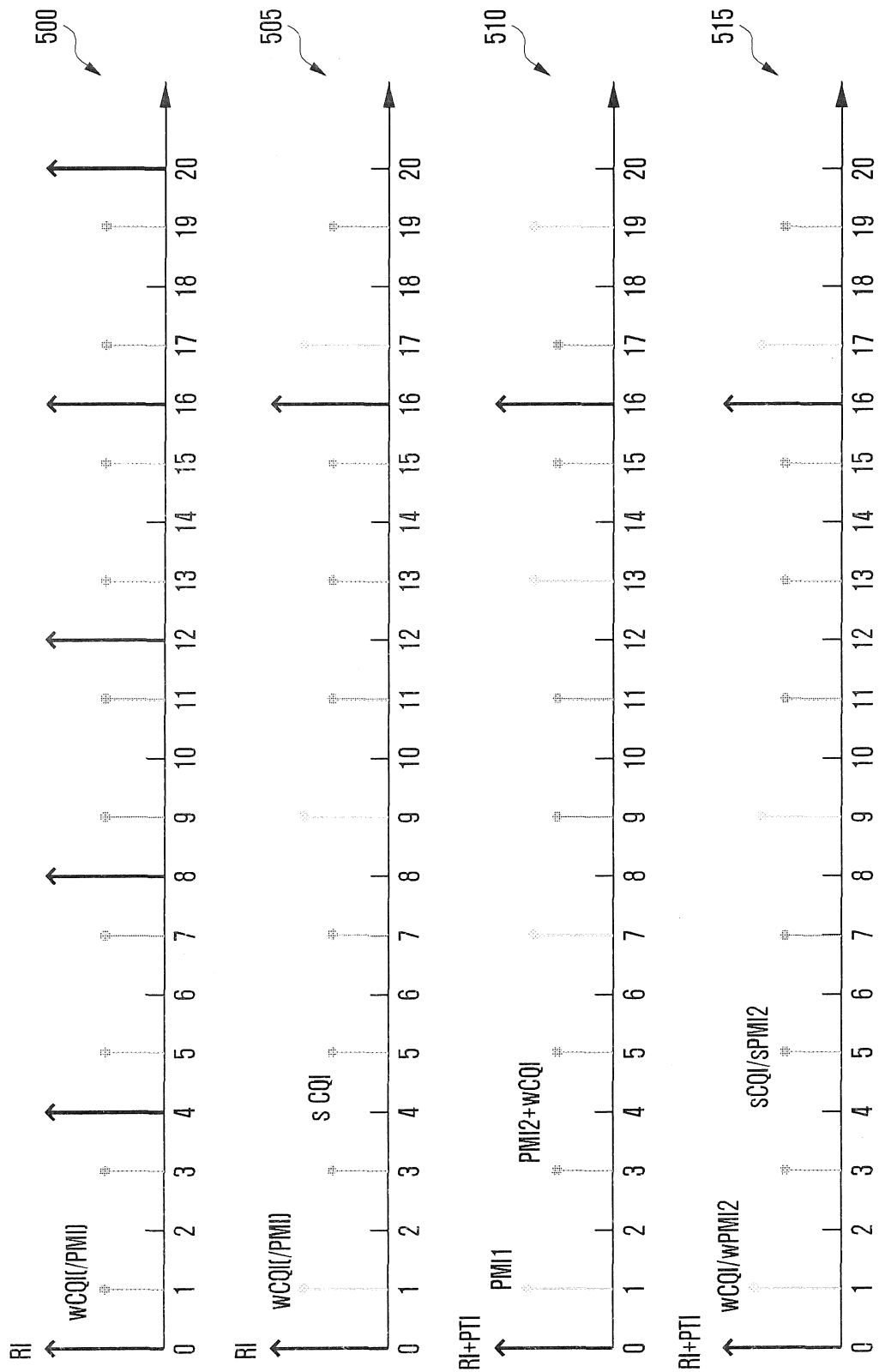


FIG. 6

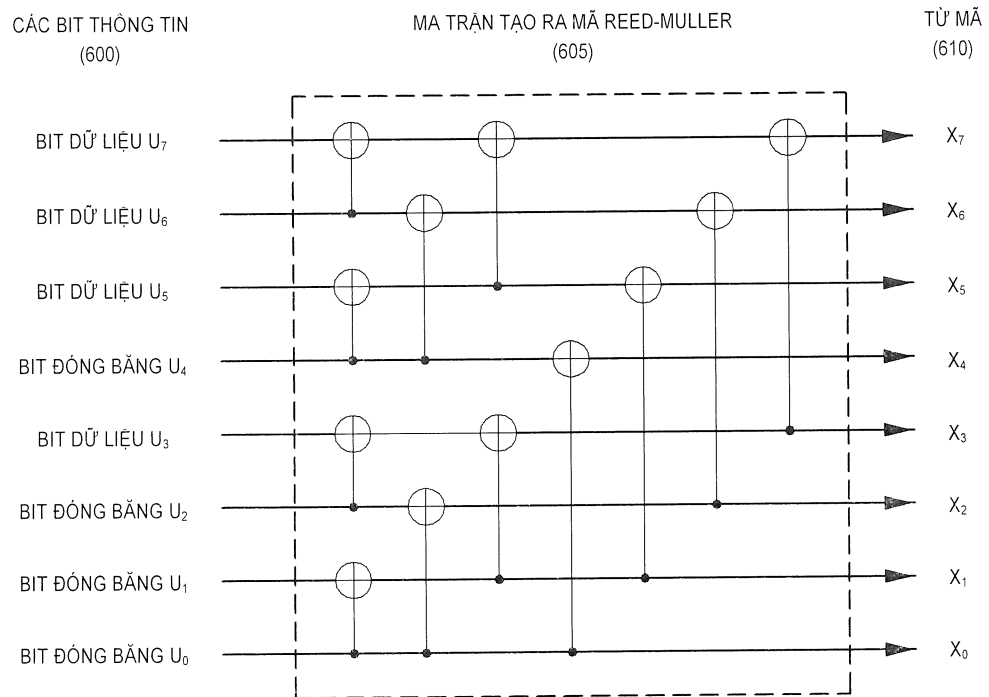


FIG. 7

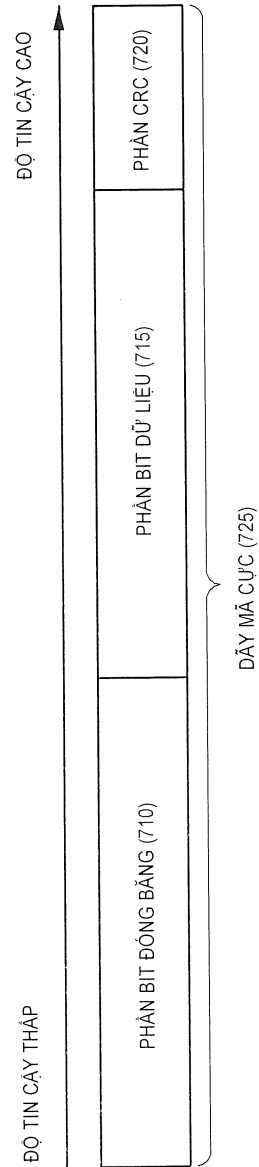
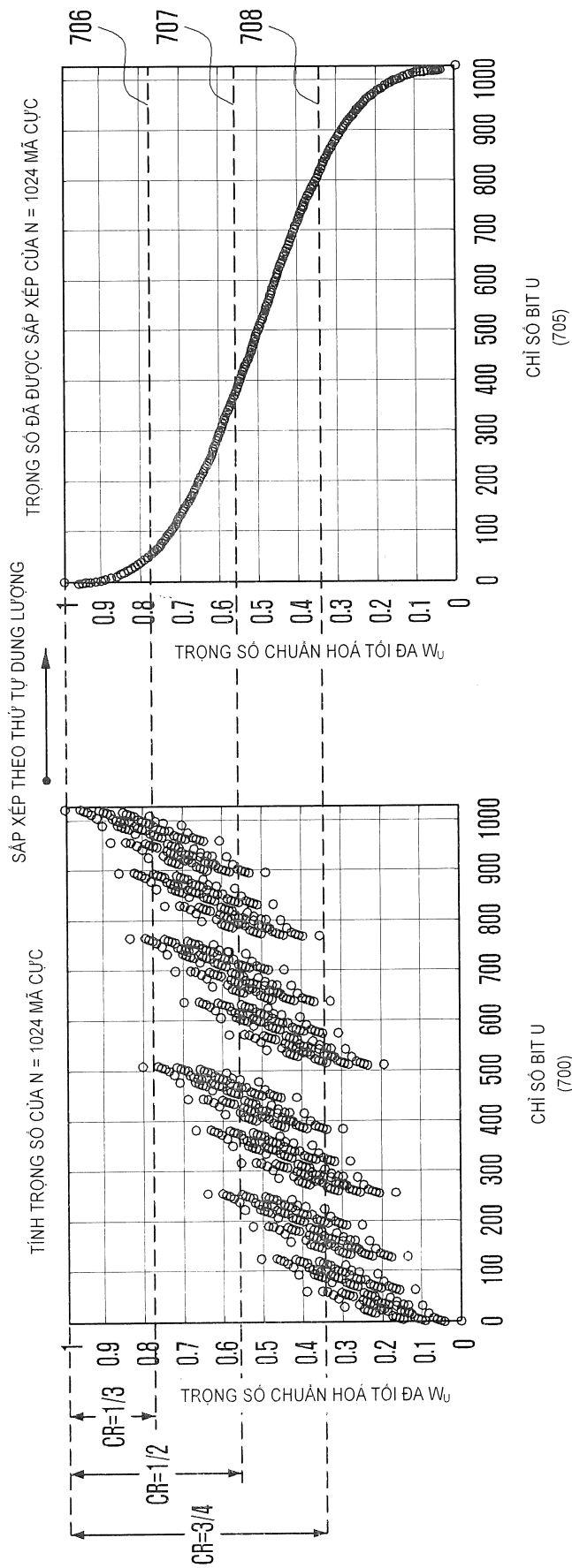


FIG. 8

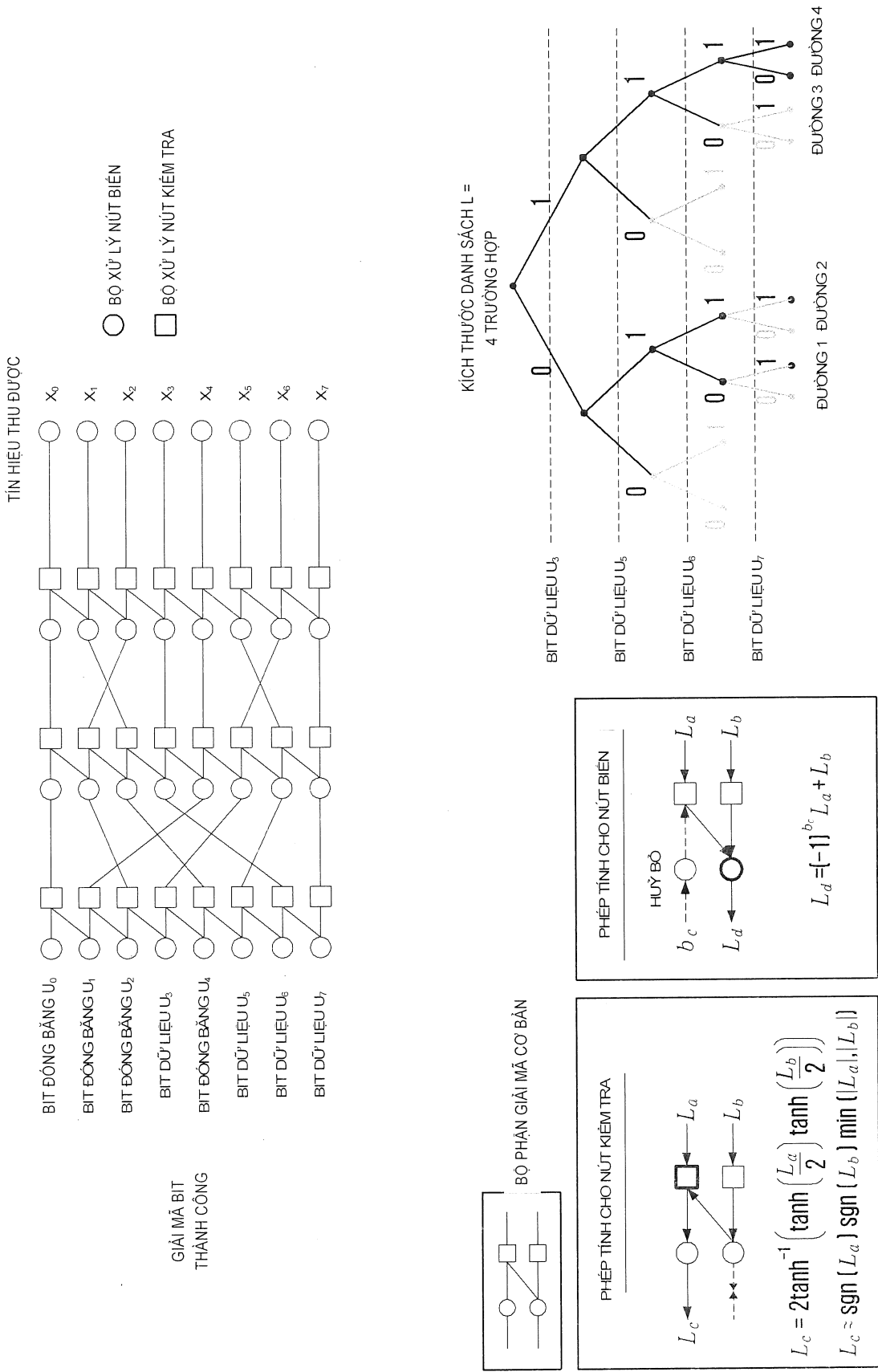


FIG. 9

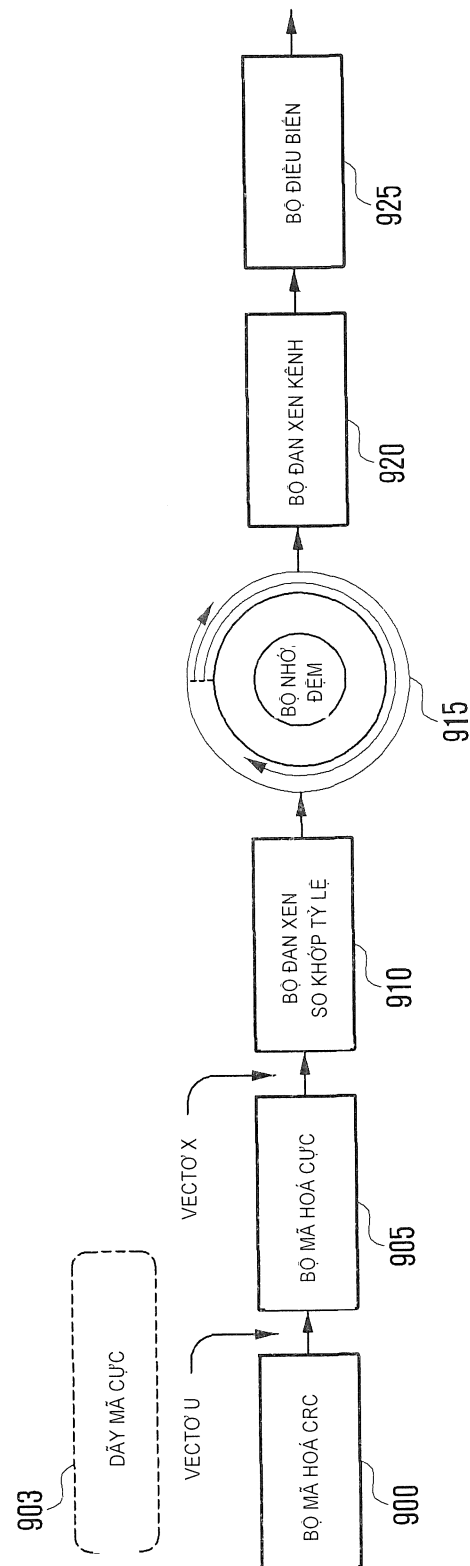


FIG. 10

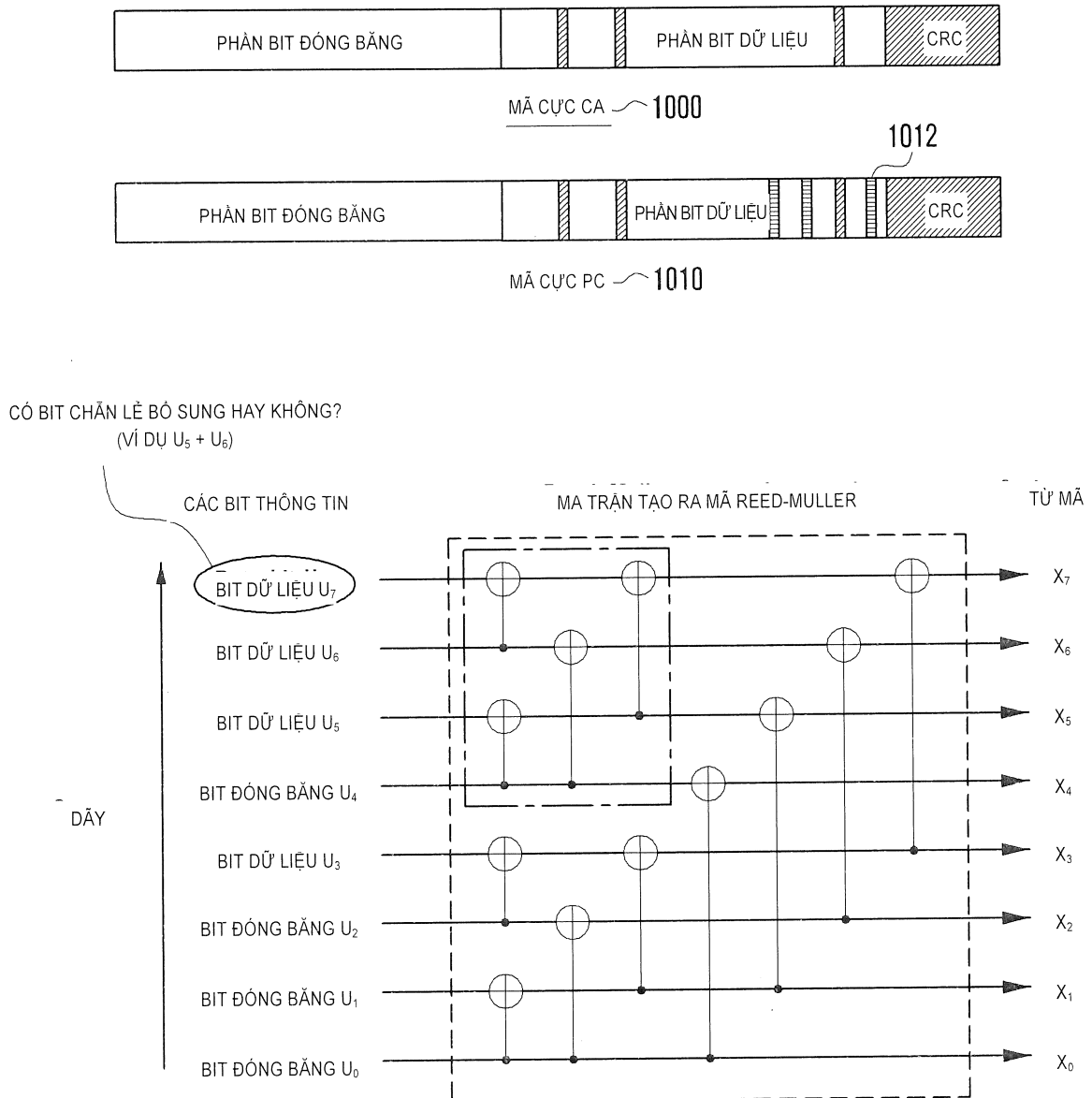


FIG. 11

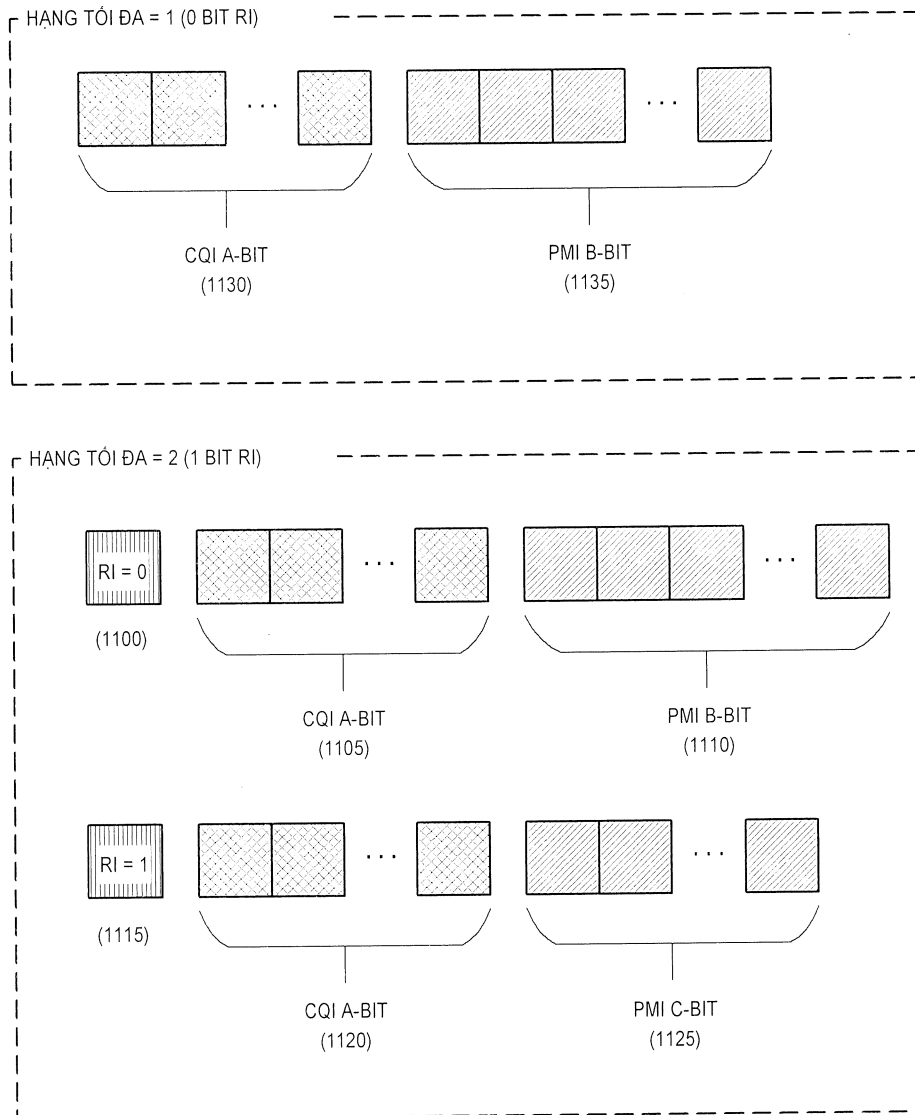


FIG. 12

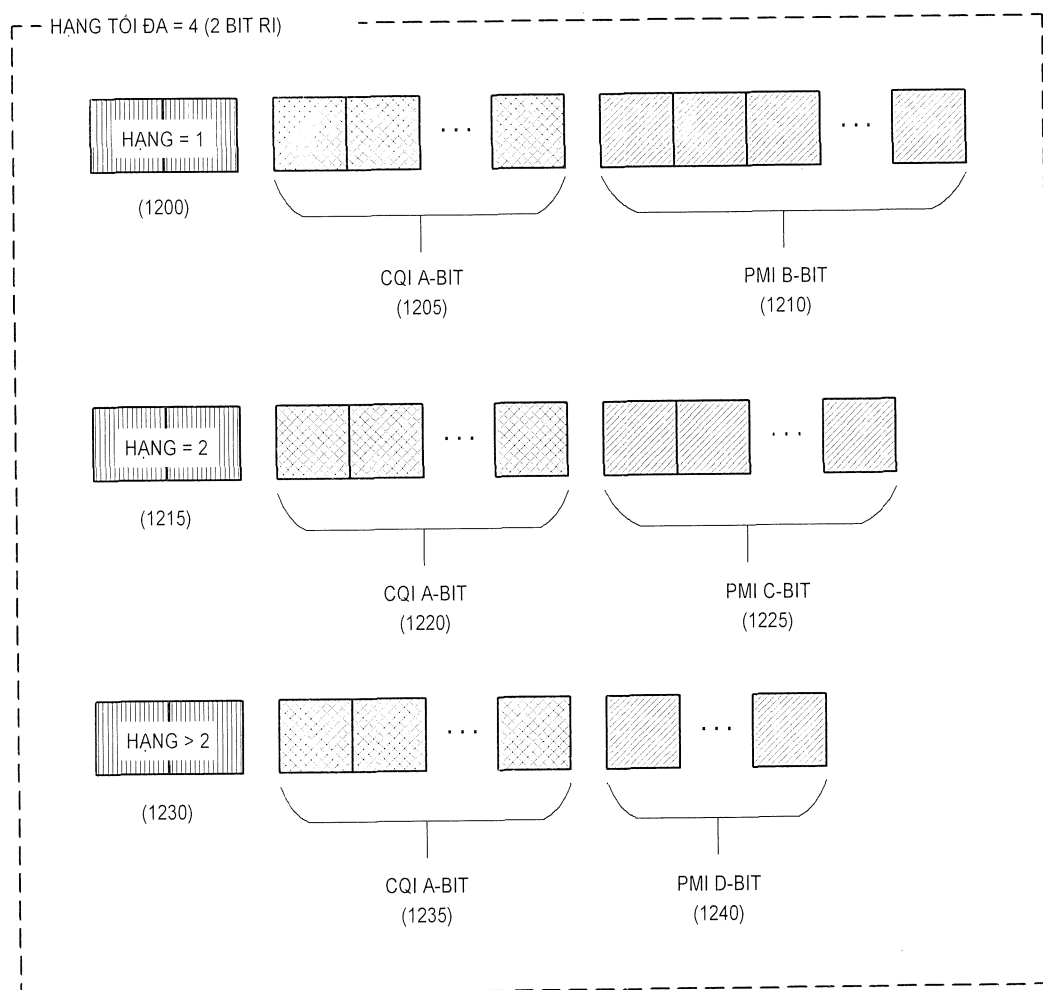


FIG. 13

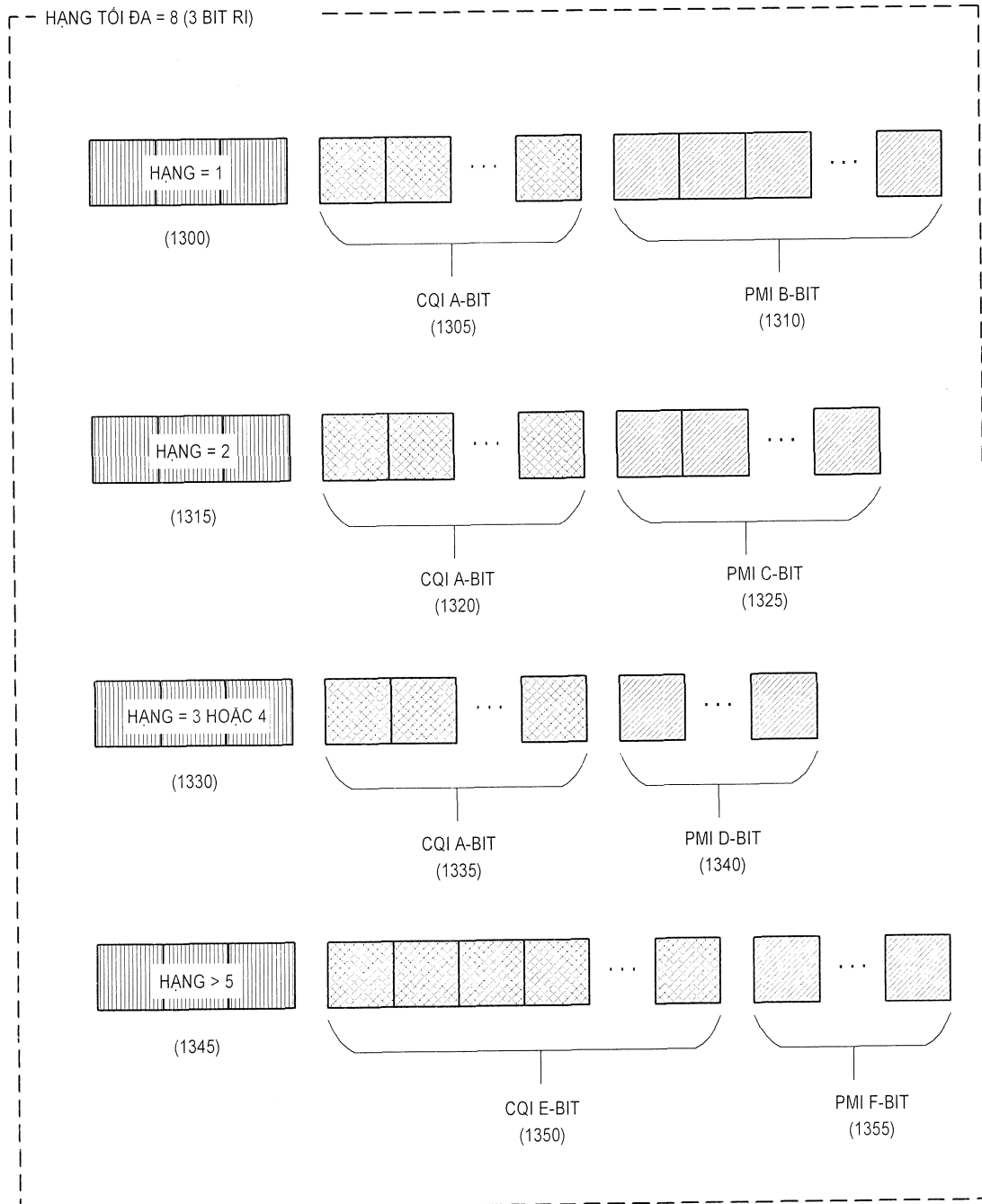


FIG. 14

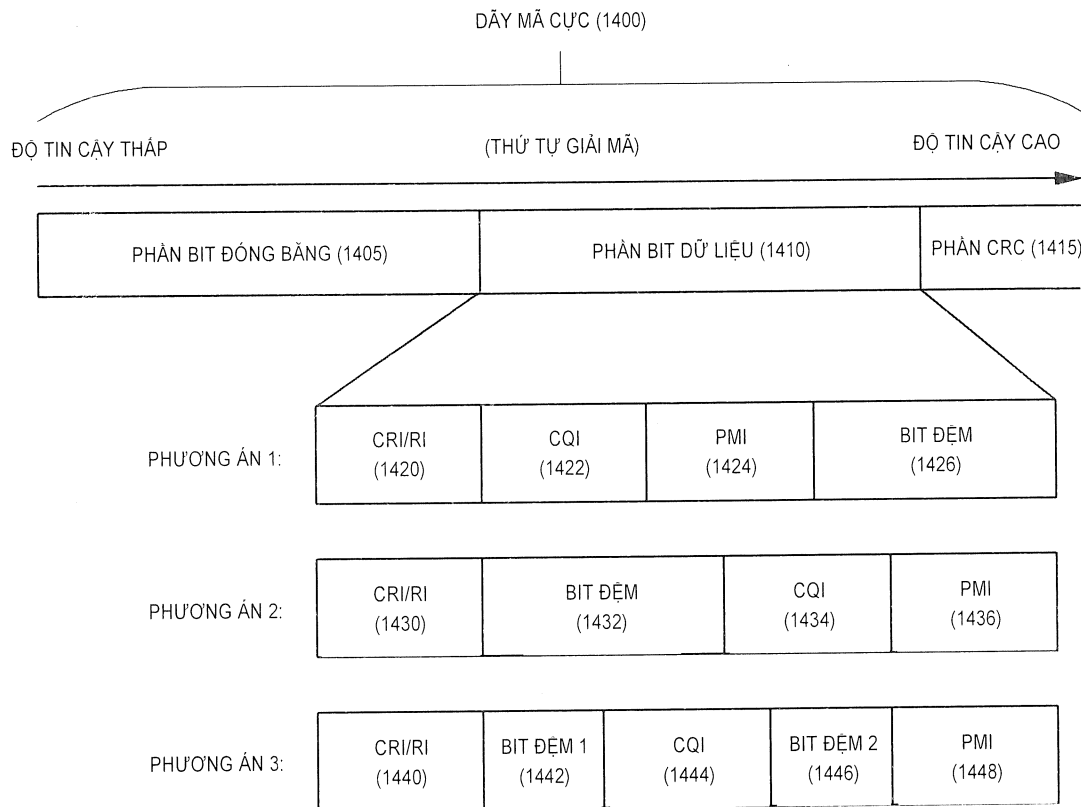


FIG. 15

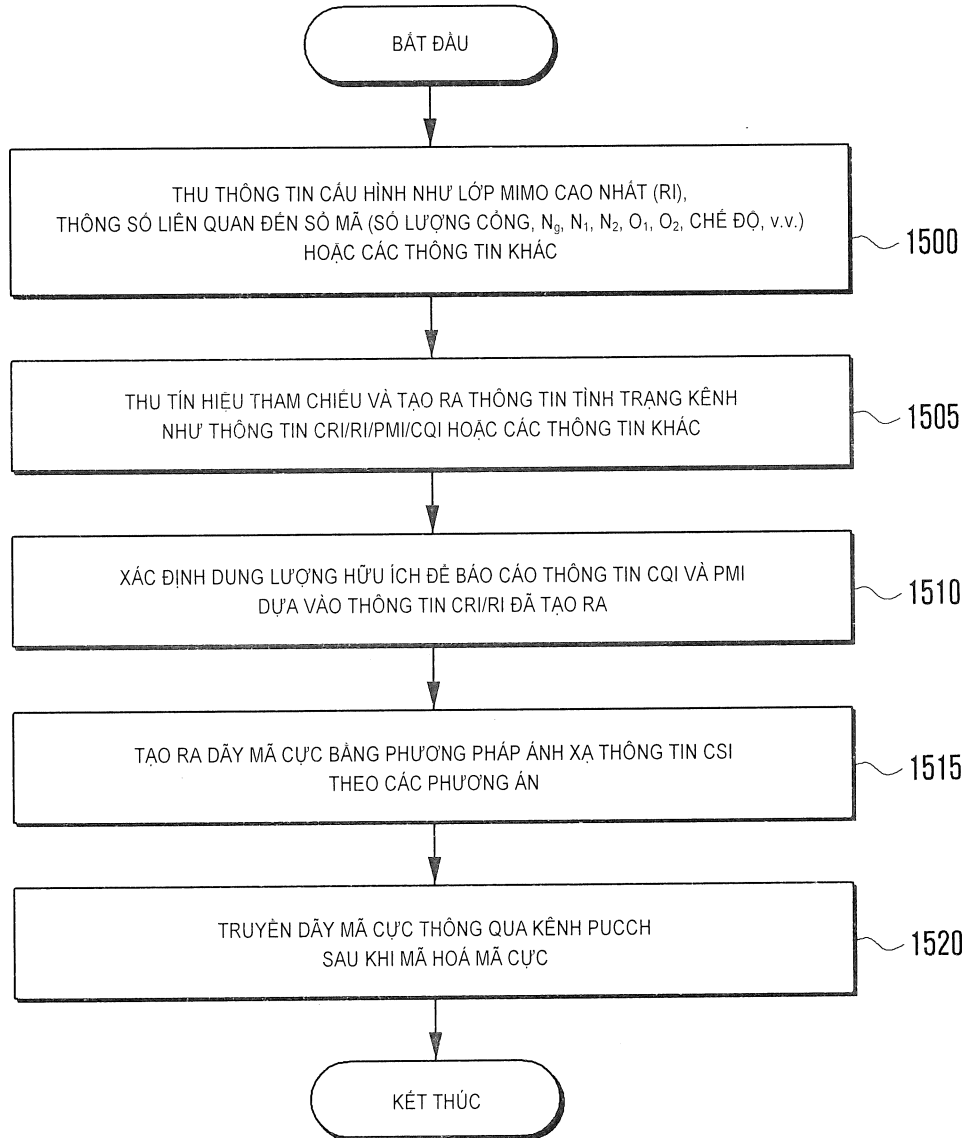


FIG. 16

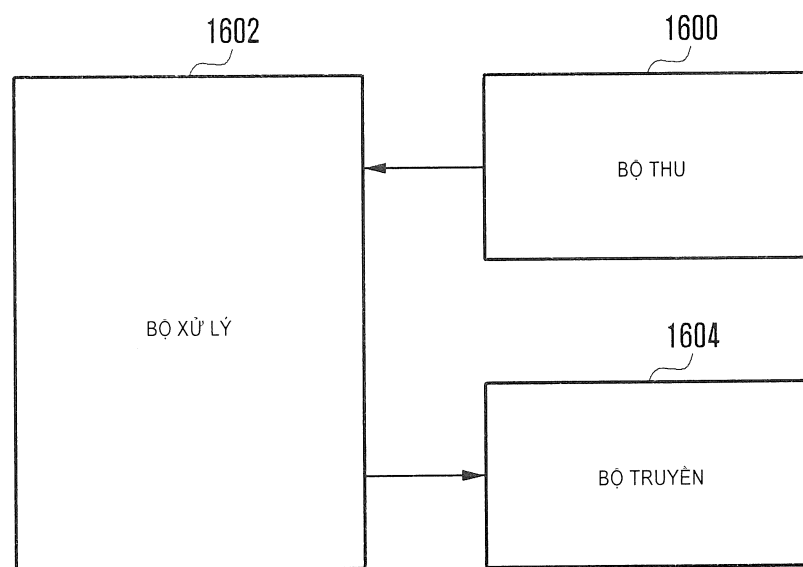


FIG. 17

