



(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)



1-0033715

(51)⁷ H04B 7/06; H04B 7/04

(13) B

(21) 1-2017-04976

(22) 12/05/2016

(86) PCT/CN2016/081848 12/05/2016

(87) WO 2016/184344 24/11/2016

(30) 201510250263.2 15/05/2015 CN

(45) 25/10/2022 415

(43) 25/05/2018 362A

(73) SONY CORPORATION (JP)

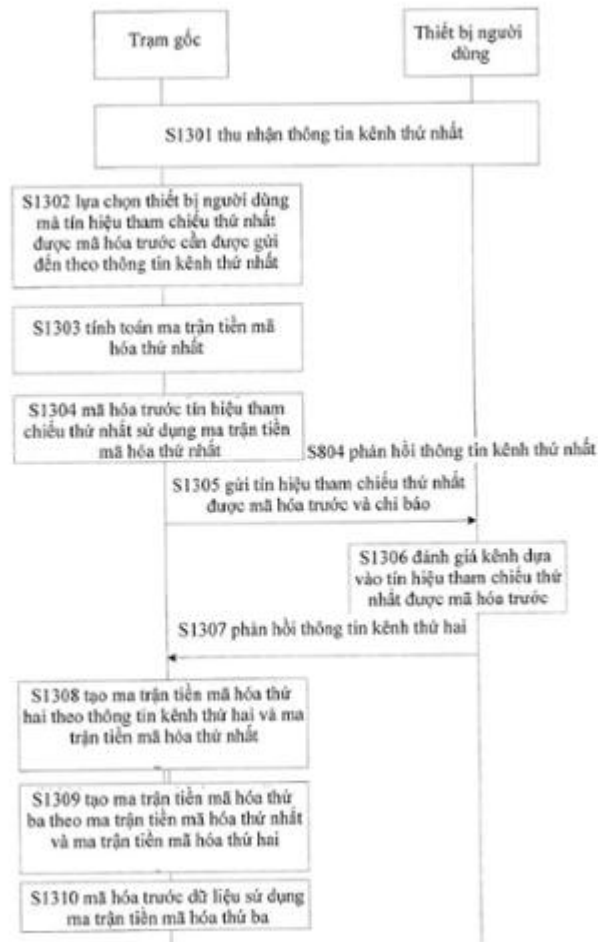
1-7-1 Konan, Minato-ku, Tokyo 1080075, Japan

(72) QIAN, Chen (CN); WANG, Zhaocheng (CN); LIU, Wendong (CN); CHEN, Jinhui (CN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây. Thiết bị này bao gồm: bộ tạo thứ nhất được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai; bộ tạo thứ hai được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh; và bộ phận tiền mã hóa được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai. Theo các phương án của sáng chế, nhiễu giữa các thiết bị người dùng có thể được loại bỏ một cách hữu hiệu, tính phức tạp thao tác được giảm, và toàn bộ hiệu suất của hệ thống được tối ưu hóa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật truyền thông không dây, và cụ thể là đề cập đến hệ thống truyền thông không dây và thiết bị và phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây, mà thực hiện việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi và sơ đồ tiền mã hóa hai bước mà được làm thích ứng với mạng anten.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, hệ thống đa đầu vào đa đầu ra (Multi-Input Multi-Output, viết tắt là MIMO) cỡ lớn thu hút sự chú ý lớn từ những học viện và ngành công nghiệp. Sự nghiên cứu lý thuyết thể hiện rằng hệ thống MIMO cỡ lớn có thể nâng cao một cách đáng kể hiệu quả phổ và hiệu suất năng lượng của hệ thống với các thuật toán tách sóng tuyến tính và tiền mã hóa đơn giản, ví dụ thuật toán cưỡng bức bằng không (Zero Forcing, viết tắt là ZF), thuật toán sai số bình phương trung bình nhỏ nhất (Minimum Mean Square Error, viết tắt là MMSE) và tương tự, nhờ đó MIMO cỡ lớn có thể được coi là kỹ thuật chủ chốt dùng cho chuẩn truyền thông thế hệ tiếp theo.

Trong hệ thống thực tế, có một loạt các vấn đề cần được giải quyết trong kỹ thuật MIMO cỡ lớn. Trong sự nghiên cứu lý thuyết về MIMO cỡ lớn, thường giả sử rằng trạm gốc dùng giàn anten tuyến tính có khoảng cách đồng đều, nghĩa là, các anten được đặt chỉ theo chiều ngang. Trong trường hợp mà số lượng của các anten là lớn, giàn anten tuyến tính sẽ dẫn đến quy mô anten của trạm gốc là quá lớn và khó có thể được thực hiện. Một trong số các giải pháp cho vấn đề này là đến dùng hệ thống 3D-MIMO trong đó các anten được đặt theo cả chiều ngang và chiều thẳng đứng. Đối với hệ thống 3D-MIMO, các mức độ tự do (liên quan đến số lượng của các anten theo chiều ngang và chiều thẳng đứng) trong cả chiều ngang và chiều thẳng đứng có thể được ứng dụng, nhờ đó làm giảm quy mô của mạng anten một cách hiệu quả. Ngoài ra, mức độ tự do bổ sung theo

chiều thẳng đứng có thể được sử dụng để làm suy yếu nhiễu giữa những người dùng và làm giảm nhiễu giữa các ô và v.v., và do đó hiệu suất hệ thống có thể được nâng cao tới một mức độ nhất định. Do các lợi thế này, kỹ thuật 3D-MIMO thu hút sự chú ý từ ngành công nghiệp, và có khả năng được kết hợp vào chuẩn truyền thông không dây hiện thời.

Vì thiết bị người dùng có độ chính xác phản hồi giới hạn, thông tin trạng thái kênh chính xác có thể không đạt được sử dụng việc đánh giá kênh và các sơ đồ phản hồi hiện thời, và hiệu suất hệ thống có thể không được nâng cao một cách hiệu quả.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bản chất kỹ thuật tóm tắt của sáng chế sẽ được đưa ra dưới đây để cung cấp sự hiểu biết cơ bản về một số khía cạnh của sáng chế. Tuy nhiên, cần được hiểu rằng phần bản chất sáng chế này không phải là mô tả đầy đủ của sáng chế và cũng không nhằm để xác định các thành phần thiết yếu hoặc quan trọng hoặc phạm vi của sáng chế mà chỉ nhằm mục đích đưa ra một số khái niệm về sáng chế ở dạng đơn giản và để mở đầu cho các phần mô tả chi tiết hơn sẽ được trình bày dưới đây.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống truyền thông không dây và thiết bị và phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây, mà thực hiện việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi và sơ đồ tiền mã hóa tương ứng, mà được làm thích ứng với mạng anten, nâng cao hiệu suất hệ thống và làm giảm sự phức tạp trong vận hành.

Theo một khía cạnh của sáng chế, thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây được đề xuất, trong đó bao gồm: bộ tạo thứ nhất được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai; và bộ tạo thứ hai được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh; và bộ phận tiền mã hóa được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và

ma trận tiền mã hóa thứ hai.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây được đề xuất, trong đó bao gồm: bước tạo thứ nhất để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai; bước tạo thứ hai để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh; và bước tiền mã hóa để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

Theo một khía cạnh của sáng chế, thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây được đề xuất, trong đó bao gồm hệ mạch được tạo cấu hình để: thông báo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai cho thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất; thông báo thông tin kênh thứ hai trên kênh cho thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai; và thu nhận tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây được đề xuất, trong đó bao gồm các bước: thông báo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai cho thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất; thông báo thông tin kênh thứ hai trên kênh cho thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai; và thu nhận tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây được đề xuất thêm, thiết bị này bao gồm: bộ phận thu nhận thông tin kênh được tạo cấu hình để thu nhận thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết

bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai; bộ phận tiền mã hóa được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh thứ nhất; bộ phận tạo thông tin cấu hình đo được tạo cấu hình để tạo ra thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai, thông tin cấu hình đo bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước; và bộ phận điều khiển được tạo cấu hình để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh thứ hai, mà được phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ hai theo thông tin cấu hình đo.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận tiền mã hóa có thể còn được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh liên quan đến thiết bị truyền thông khác.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận điều khiển có thể còn được tạo cấu hình để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh liên quan đến thiết bị truyền thông khác.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận thu nhận thông tin kênh có thể được tạo cấu hình để thu nhận thông tin kênh thứ nhất của các thiết bị truyền thông thứ hai, và thiết bị có thể còn bao gồm: bộ phận xác định được tạo cấu hình để xác định, dựa vào thông tin kênh thứ nhất của mỗi trong số các thiết bị truyền thông thứ hai, xem liệu thiết bị truyền thông thứ nhất cần gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất có được mã hóa trước đến thiết bị truyền thông thứ hai tương ứng hay không. Tốt hơn là, bộ phận tiền mã hóa có thể còn được tạo cấu hình để mã hóa trước, dựa vào kết quả xác định của bộ phận xác định, tín hiệu tham chiếu thứ nhất cho thông tin kênh thứ nhất của một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận tiền mã hóa có thể được tạo cấu hình để tính, đối với thông tin kênh thứ nhất của một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai, các ma trận tiền mã hóa của các thiết bị truyền thông thứ hai tương ứng, và mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất ứng dụng sự chồng chập của các ma trận tiền mã hóa.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận tiền mã hóa có thể được tạo cấu hình để tính, đối với thông tin kênh thứ nhất của một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai, các ma trận tiền mã hóa của các thiết bị truyền thông thứ hai tương ứng, và mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất ứng dụng các ma trận tiền mã hóa một cách tương ứng. Tốt hơn là, thiết bị có thể được tạo cấu hình để cấp phát các từ mã khác nhau, các tài nguyên thời gian hoặc tần số đến tín hiệu tham chiếu thứ nhất cho một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai để thực hiện việc đa hợp.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, thiết bị có thể còn bao gồm: bộ phận cấp phát tài nguyên radio được tạo cấu hình để cấp phát, dựa vào thông tin kênh thứ nhất, các tài nguyên radio cho việc truyền của tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước hoặc tín hiệu dữ liệu.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận thu nhận thông tin kênh có thể còn được tạo cấu hình để thu nhận thông tin phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ hai của thiết bị truyền thông thứ hai làm thông tin kênh thứ nhất.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể được truyền trên chỉ một phần của các anten trong mạng anten của thiết bị truyền thông thứ nhất.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, thiết bị có thể còn bao gồm: bộ phận tạo chùm tín hiệu được tạo cấu hình để thực hiện việc tạo chùm tín hiệu tĩnh/bán tĩnh trên tín hiệu tham chiếu thứ hai. Tốt hơn là, bộ phận thu nhận thông tin kênh có thể còn được tạo cấu hình để thu nhận thông tin phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ hai được tạo chùm của thiết bị truyền thông thứ hai làm thông tin kênh thứ nhất.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể là tín hiệu dải hẹp, và tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể là tín hiệu dải rộng.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, chu kỳ truyền của tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể ngắn hơn so với chu kỳ truyền của tín hiệu tham chiếu thứ

hai.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, bộ phận thu nhận thông tin kênh có thể còn được tạo cấu hình để thu nhận thông tin kênh thứ nhất bằng cách thực hiện việc đánh giá kênh theo tín hiệu tham chiếu thứ ba từ thiết bị truyền thông thứ hai.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, tín hiệu tham chiếu thứ ba có thể là tín hiệu tham chiếu thăm dò đường lên.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, thiết bị truyền thông thứ nhất có thể là trạm gốc, thiết bị truyền thông thứ hai có thể là thiết bị người dùng, thiết bị có thể được bố trí ở đầu trạm gốc, và thiết bị có thể còn bao gồm: bộ phận thu phát được tạo cấu hình để thực hiện việc thu phát tín hiệu giữa trạm gốc và thiết bị người dùng.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, thông tin kênh thứ nhất có thể là thông tin kênh theo hướng chiều thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai có thể là thông tin kênh theo hướng chiều thứ hai.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, hướng chiều thứ nhất có thể là hướng độ cao, và hướng chiều thứ hai có thể là hướng góc.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, hướng chiều thứ nhất có thể là hướng góc, và hướng chiều thứ hai có thể là hướng độ cao.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, thông tin kênh thứ nhất có thể là thông tin sơ bộ trên kênh, và thông tin kênh thứ hai có thể là thông tin thêm trên kênh.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị trong hệ thống truyền thông không đây còn được đề xuất, thiết bị này bao gồm: bộ phận đo được tạo cấu hình để đo, dựa vào thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai từ thiết bị truyền thông thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước từ thiết bị truyền thông thứ nhất, thông tin cấu hình đo bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước; và bộ phận tạo ra thông tin phản

hồi được tạo cấu hình để tạo ra, dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, thông tin phản hồi dùng làm thông tin kênh thứ hai trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai, cho thiết bị truyền thông thứ nhất để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, hệ thống truyền thông không dây còn được đề xuất, hệ thống này bao gồm: thiết bị truyền thông thứ nhất được tạo cấu hình để thu nhận thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai, mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh thứ nhất, tạo ra thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai, thông tin cấu hình đo bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, và điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh thứ hai, mà được phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ hai theo thông tin cấu hình đo; và thiết bị truyền thông thứ hai được tạo cấu hình để: đo tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước dựa vào thông tin cấu hình đo, và tạo ra thông tin phản hồi dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước làm thông tin kênh thứ hai.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây còn được đề xuất, phương pháp này bao gồm: bước thu nhận thông tin kênh để thu nhận thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai; bước tiền mã hóa mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh thứ nhất; bước tạo ra thông tin cấu hình đo để tạo ra thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai, thông tin cấu hình đo bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước; và bước điều khiển của điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh thứ hai, mà được phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ hai theo thông tin cấu hình đo.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây còn được đề xuất, phương pháp này bao gồm: bước đo dùng để

đo, dựa vào thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai từ thiết bị truyền thông thứ nhất, tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước từ thiết bị truyền thông thứ nhất, thông tin cấu hình đo bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước; và bước tạo ra thông tin phản hồi để tạo ra, dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, thông tin phản hồi dùng làm thông tin kênh thứ hai trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai, cho thiết bị truyền thông thứ nhất để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị điện tử còn được đề xuất, thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện các phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo sáng chế được nêu trên.

Theo các khía cạnh khác của sáng chế, các mã chương trình máy tính và sản phẩm chương trình máy tính dùng để thực hiện các phương pháp của sáng chế, và phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính, trên đó các mã chương trình máy tính dùng để thực hiện các phương pháp của sáng chế được ghi, được đề xuất thêm.

Theo các phương án của sáng chế, trong hệ thống truyền thông không dây được cài đặt với mạng anten cỡ lớn, ví dụ hệ thống 3D-MIMO cỡ lớn, bằng cách ứng dụng việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi và sơ đồ tiền mã hóa tương ứng, có thể loại bỏ một cách hiệu quả nhiều, làm giảm sự phức tạp trong vận hành và hiệu suất toàn bộ hệ thống.

Các khía cạnh khác của các phương án của sáng chế được đưa ra trong các phần mô tả dưới đây. Trong đó, sự minh họa chi tiết được sử dụng để bộc lộ một cách đầy đủ các phương án ưu tiên của các phương án của sáng chế hơn là giới hạn sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế có thể được hiểu tốt hơn dựa vào phần mô tả chi tiết được đưa ra

dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo, trên các hình vẽ này các số chỉ dẫn giống nhau hoặc tương tự thể hiện các thành phần giống nhau hoặc tương tự. Các hình vẽ kèm theo cùng với phần mô tả chi tiết dưới đây được kết hợp vào và tạo nên một phần của bản mô tả và dùng để minh họa thêm các phương án ưu tiên của sáng chế và để giải thích nguyên lý và các lợi thế của sáng chế bằng cách ví dụ. Trong các hình vẽ:

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.4 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế;

Fig.6 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế;

Fig.7 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế;

Fig.8 thể hiện hình vẽ giản lược của một ví dụ về dòng tương tác trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.9 thể hiện hình vẽ giản lược của ví dụ khác về dòng tương tác trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.10 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế.

Fig.11 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận tạo

thứ hai trong thiết bị theo phương án khác của sáng chế;

Fig.12 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận tiền mã hóa trong thiết bị theo phương án khác của sáng chế;

Fig.13 thể hiện hình vẽ giản lược của một ví dụ về dòng tương tác trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.14 thể hiện sơ đồ khối của cấu trúc sơ lược của hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.15 thể hiện lưu đồ của quy trình xử lý ví dụ về phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.16 thể hiện lưu đồ của quy trình xử lý ví dụ về phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế;

Fig.17 thể hiện lưu đồ của quy trình xử lý ví dụ về phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế;

Fig.18 là sơ đồ khối của cấu trúc ví dụ của máy tính cá nhân như một thiết bị xử lý thông tin mà có thể được dùng trong một phương án của sáng chế;

Fig.19 là hình vẽ giản lược của ví dụ phân bố thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế;

Fig.20 thể hiện hình vẽ giản lược của ví dụ so sánh về hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật thông thường được áp dụng và hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật của sáng chế được áp dụng;

Fig.21 thể hiện hình vẽ giản lược của ví dụ khác so sánh về hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật thông thường được áp dụng và hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật của sáng chế được áp dụng;

Fig.22 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ thứ nhất về cấu hình giản lược của trạm gốc cải tiến (eNB) mà tại đó kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng;

Fig.23 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ thứ hai về cấu hình giản lược của eNB mà tại đó kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng; và

Fig.24 thể hiện sơ đồ khối của một ví dụ về cấu hình giản lược của điện thoại thông minh mà tại đó kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo. Nhằm mục đích rõ ràng và ngắn gọn, không phải tất cả các dấu hiệu của các sự thực hiện thực tế được mô tả trong bản mô tả. Tuy nhiên, được đánh giá rằng nhiều sự quyết định thực hiện cụ thể sẽ được thực hiện trong sự phát triển bất kỳ trong số các sự thực hiện thực tế như vậy để đạt được các mục đích cụ thể của nhà phát triển, ví dụ, phù hợp với các điều kiện ràng buộc liên quan đến hệ thống và thương mại mà sẽ thay đổi từ một sự thực hiện này tới sự thực hiện khác. Hơn nữa, cũng được thấy rõ rằng nỗ lực cải tiến như vậy có thể rất phức tạp và tiêu tốn thời gian nhưng có thể đơn giản hóa là nhiệm vụ thông thường đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng đem lại lợi ích từ sáng chế này.

Cần lưu ý rằng chỉ các cấu trúc thiết bị và/hoặc các bước xử lý này liên quan mật thiết đến các giải pháp của sáng chế được minh họa trong các hình vẽ trong khi các sự mô tả chi tiết khác ít liên quan đến sáng chế được bỏ qua để không gây khó hiểu sáng chế do các sự mô tả không cần thiết đó.

Dưới đây các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết cùng với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.24.

Trước khi mô tả các phương án của sáng chế, phương pháp thực hiện việc đánh giá kênh và gửi tín hiệu tham chiếu trong hệ thống 3D-MIMO theo kỹ thuật thông thường được giới thiệu một cách vắn tắt.

Bây giờ, trong hệ thống 3D-MIMO, tín hiệu tham chiếu có thể thường được gửi theo hai phương pháp sau. Phương pháp thứ nhất là tiền mã hóa toàn bộ kênh không gian. Phương pháp này không cần cần việc xử lý thêm, và mỗi

cổng anten vật lý tương ứng với tín hiệu tham chiếu dùng cho việc đánh giá kênh. Nhược điểm của phương pháp thứ nhất là có thể gây ra sự vượt quá tín hiệu tham chiếu lớn. Phương pháp thứ hai là phương pháp gửi tín hiệu tham chiếu dựa vào tích Kronecker. Cụ thể là, nhóm của các anten nằm ngang được lựa chọn để gửi tín hiệu tham chiếu để thu được thông tin kênh nằm ngang, sau đó nhóm còn lại của các anten thẳng đứng được lựa chọn để gửi tín hiệu tham chiếu để thu được thông tin kênh thẳng đứng, và sau đó quy trình xử lý trực giao được thực hiện dựa vào thông tin kênh nằm ngang và thông tin kênh thẳng đứng. Nhược điểm của phương pháp thứ hai là: mức thu của thiết bị người dùng là thấp vì tín hiệu tham chiếu được gửi theo cách đa chiều, nhờ đó dẫn đến độ chính xác thấp của việc đánh giá kênh.

Trong kỹ thuật của sáng chế, được xét đến để kết hợp thông tin phản hồi kênh của nhiều người dùng và ứng dụng việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi, để làm tăng một cách hữu hiệu mức thu đối với tín hiệu tham chiếu ở đầu thiết bị người dùng, nhờ đó thu được thông tin trạng thái kênh chính xác hơn và nâng cao hiệu suất hệ thống.

Dưới đây, sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị ở đầu trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả trước tiên dựa vào Fig.1.

Như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị 100 theo ví dụ có thể bao gồm bộ phận thu nhận thông tin kênh 102, bộ phận tiền mã hóa 104, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 106 và bộ phận điều khiển 108. Dưới đây các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được mô tả chi tiết một cách tương ứng. Theo một vài phương án, các bộ phận tương ứng nêu trên có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, mà không bố trí các thành phần tách biệt.

Bộ phận thu nhận thông tin kênh 102 có thể được tạo cấu hình để thu nhận thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai.

Tốt hơn là, thiết bị truyền thông thứ nhất có thể là trạm gốc, và thiết bị

truyền thông thứ hai có thể là thiết bị người dùng. Ở đây, cần lưu ý rằng trong phương án của sáng chế, phần mô tả được thực hiện bằng cách giả sử rằng thiết bị truyền thông thứ nhất là trạm gốc và thiết bị truyền thông thứ hai là thiết bị người dùng, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Theo cách khác, thiết bị truyền thông thứ nhất có thể là các cơ sở hạ tầng khác hoặc thiết bị người dùng có chức năng trạm gốc tương ứng, và thiết bị truyền thông thứ hai có thể là trạm gốc nhỏ hoặc các cơ sở hạ tầng khác có chức năng thiết bị người dùng tương ứng. Mục đích của sáng chế là xác định trạng thái kênh giữa các thiết bị truyền thông và nhờ đó thực hiện quy trình xử lý chẳng hạn như tiền mã hóa, lập lịch tài nguyên thích hợp và v.v., để đạt được sự truyền thông dữ liệu hữu hiệu giữa các thiết bị truyền thông.

Dưới đây hai cách ví dụ để thu nhận thông tin kênh thứ nhất bởi bộ phận thu nhận thông tin kênh 102 được mô tả một cách tương ứng.

Theo một cách ví dụ, trong hệ thống đa công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplexing, viết tắt là FDD), bộ phận thu nhận thông tin kênh 102 có thể được tạo cấu hình để thu nhận thông tin phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ hai của thiết bị truyền thông thứ hai làm thông tin kênh thứ nhất.

Cụ thể là, ví dụ, thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, trạm gốc) có thể gửi tín hiệu tham chiếu thứ hai (ví dụ, tín hiệu tham chiếu ký hiệu chỉ báo trạng thái kênh (Channel Status Indicator-Reference Signal, viết tắt là CSI-RS), tín hiệu tham chiếu ô cụ thể (Cell-Specific Reference Signal, viết tắt là CRS) hoặc tương tự) đến thiết bị truyền thông thứ hai (ví dụ thiết bị người dùng), và nhờ đó thiết bị người dùng có thể đo tín hiệu tham chiếu thứ hai theo thông tin cấu hình đo tương ứng (mà có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ hai) và phản hồi kết quả đo đến trạm gốc sử dụng ví dụ chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indication, viết tắt là CQI), chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Pre-Coding Matrix Indication, viết tắt là PMI), chỉ báo xếp hạng (Rank Indication, viết tắt là RI) hoặc tương tự, làm thông tin kênh thứ nhất phản ánh trạng thái kênh. Ví dụ trong trường hợp này được mô tả dưới đây dựa vào hình vẽ giản

lược của dòng tương tác được thể hiện trên Fig.8.

Với một ví dụ, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể là tín hiệu tham chiếu (ví dụ CSI-RS, CRS hoặc tương tự) theo hướng độ cao (ví dụ, chiều thẳng đứng), mà được làm thích ứng với trường hợp ở đó số lượng của các nhóm người dùng theo hướng góc (ví dụ, chiều ngang) là nhỏ, nhờ đó làm tăng công suất thu cho tín hiệu tham chiếu của người dùng theo hướng góc; ngoài ra, trong trường hợp này, thông tin kênh thứ nhất được thu nhận là thông tin kênh theo chiều thẳng đứng chẳng hạn. Tuy nhiên, cần được hiểu rằng, theo sự phân bố thực tế của mạng anten và các thiết bị truyền thông và yêu cầu hiệu suất thực tế, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể cũng là tín hiệu tham chiếu theo hướng góc (ví dụ, chiều ngang), mà được làm thích ứng với trường hợp ở đó số lượng của các nhóm người dùng theo hướng độ cao là nhỏ, nhờ đó làm tăng công suất thu cho tín hiệu tham chiếu của người dùng theo hướng độ cao, mà cũng ứng dụng kỹ thuật được mô tả trong sáng chế.

Tốt hơn là, xem xét sự tương quan giữa các vị trí của các phần tử anten, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể được truyền trên chỉ một phần của các anten (ví dụ, nhóm các anten nhất định) trong mạng anten của thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, trạm gốc), thay vì được truyền trên tất cả các phần tử anten, vì trong trường hợp mà khoảng cách giữa các phần tử anten là nhỏ, có sự tương quan mạnh giữa các vector hệ số kênh tương ứng với các nhóm khác nhau trên mạng anten, thông tin có ích để tiền mã hóa có thể đạt được bằng cách đánh giá hệ số kênh tương ứng với chỉ một nhóm các anten. Ví dụ, trạm gốc có thể thu nhận, bằng cách gửi CSI-RS ứng dụng cột các anten theo chiều thẳng đứng, kết quả đánh giá đối với trạng thái kênh theo chiều thẳng đứng từ thiết bị người dùng. Theo cách này, sự yêu cầu tài nguyên đối với tín hiệu tham chiếu có thể được làm giảm.

Với một ví dụ khác, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể không bị giới hạn ở tín hiệu tham chiếu theo hướng không đổi nhất định. Trong trường hợp này, tốt hơn là, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể được tạo chùm. Do đó, trong ví dụ,

thiết bị 100 có thể còn bao gồm bộ phận tạo chùm tín hiệu được tạo cấu hình để thực hiện việc tạo chùm tĩnh/bán tĩnh trên tín hiệu tham chiếu thứ hai, mà khác với quy trình tiền mã hóa dựa vào tập mã. Bộ phận thu nhận thông tin kênh 102 có thể còn được tạo cấu hình để thu nhận thông tin phản hồi đối với tín hiệu tham chiếu thứ hai được tạo chùm của thiết bị truyền thông thứ hai (ví dụ, thiết bị người dùng) làm thông tin kênh thứ nhất. Cần được hiểu rằng, trong trường hợp này, thông tin kênh thứ nhất được thu nhận có thể là thông tin đánh giá sơ bộ trên kênh, ví dụ, hướng kênh đại khái của thiết bị người dùng là đạt được. Cần được hiểu rằng, trong trường hợp việc tạo chùm tín hiệu tham chiếu thứ hai, việc tạo chùm có thể được thực hiện nằm trong dải tương đối rộng (nghĩa là, bao phủ nhiều thiết bị người dùng) để thu được thông tin sơ bộ trên kênh.

Với một ví dụ khác, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể bao phủ độ rộng dải tần đường xuống và có chu kỳ truyền tương đối dài. Cụ thể là, tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể được phân bổ đồng đều hoặc tương đối đồng đều trên cả độ rộng dải tần và bao phủ toàn bộ độ rộng dải tần. Theo đó, thiết bị người dùng phản hồi thông tin trạng thái kênh dài hạn/dài rộng cho tín hiệu tham chiếu thứ hai làm thông tin kênh thứ nhất sơ bộ, cho trạm gốc để xử lý tín hiệu tham chiếu thứ nhất bao phủ độ rộng dải tần đường xuống dải hẹp, nhờ đó thu nhận thông tin kênh thứ hai chính xác hơn.

Với cách ví dụ khác, trong hệ thống song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplexing, viết tắt là TDD), bộ phận thu nhận thông tin kênh 102 có thể còn được tạo cấu hình để thực hiện việc đánh giá kênh theo tín hiệu tham chiếu thứ ba từ thiết bị truyền thông thứ hai, để thu nhận thông tin kênh thứ nhất. Tốt hơn là, ví dụ, tín hiệu tham chiếu thứ ba có thể là tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, viết tắt là SRS) đường lên.

Cụ thể là, ví dụ, thiết bị truyền thông thứ hai (ví dụ, thiết bị người dùng) có thể gửi tín hiệu tham chiếu thứ ba (ví dụ, SRS đường lên) đến thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, trạm gốc), và nhờ đó trạm gốc có thể thực hiện việc đánh giá kênh theo tín hiệu tham chiếu thứ ba để thu được thông tin kênh thứ nhất

trên kênh. Phương pháp đánh giá kênh cụ thể là giống như phương pháp theo kỹ thuật thông thường, mà không được mô tả chi tiết ở đây. Ví dụ trong trường hợp này được mô tả chi tiết sau dựa vào hình vẽ giản lược của dòng tương tác được thể hiện trên Fig.9.

Tóm lại, trong ví dụ trong đó thiết bị truyền thông thứ nhất là trạm gốc và thiết bị truyền thông thứ hai là thiết bị người dùng, trạm gốc có thể gửi tín hiệu tham chiếu đường xuống mà không được mã hóa trước, và sau đó thu nhận thông báo thông tin trạng thái kênh đạt được bằng cách đo tín hiệu tham chiếu đường xuống bởi thiết bị người dùng, để xác định thông tin trạng thái kênh đường xuống sơ bộ. Theo cách khác, dựa vào tính thuận nghịch giữa các kênh đường lên/đường xuống, trạm gốc đánh giá thông tin trạng thái kênh đường xuống sơ bộ bằng cách thu tín hiệu tham chiếu đường lên từ thiết bị người dùng.

Bộ phận tiền mã hóa 104 có thể được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh thứ nhất. Ví dụ, việc tiền mã hóa được thực hiện sao cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được truyền theo hướng nhất định hoặc trên chùm nhất định. Tốt hơn là, phương pháp tiền mã hóa có thể là tiền mã hóa không dựa vào tập mã, ví dụ tiền mã hóa ZF, và tiền mã hóa MMSE, để nâng cao mức thu cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất của thiết bị người dùng. Theo cách khác, phương pháp tiền mã hóa có thể cũng là tiền mã hóa dựa vào tập mã.

Trong trường hợp mà thông tin kênh thứ nhất là thông tin kênh theo hướng độ cao (ví dụ chiều thẳng đứng), tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể là tín hiệu tham chiếu (ví dụ CSI-RS, CRS hoặc tương tự) theo hướng góc (ví dụ, chiều ngang), và quy trình tiền mã hóa có thể là tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng, nhằm nâng cao mức thu cho tín hiệu tham chiếu theo chiều ngang của thiết bị người dùng ở các độ cao khác nhau. Như được so sánh với tín hiệu tham chiếu thứ hai, tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể được truyền trên tất cả các phần tử anten.

Cần lưu ý rằng, tín hiệu tham chiếu thứ nhất và tín hiệu tham chiếu thứ hai

không bị giới hạn ở các tín hiệu tham chiếu theo hướng góc và hướng độ cao, và có thể là các tín hiệu tham chiếu theo hướng bất kỳ dựa vào các trường hợp thực tế. Trong trường hợp này, quy trình xử lý tiền mã hóa có thể được làm thích ứng để nâng cao mức thu cho tín hiệu tham chiếu của thiết bị người dùng theo hướng tương ứng.

Theo cách khác, tương ứng với phần mô tả nêu trên, trong trường hợp mà tín hiệu tham chiếu thứ hai là tín hiệu dải rộng/dải hạn, tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể được truyền trên một hoặc một vài dải hẹp (ví dụ các dải con) và có chu kỳ truyền tương đối ngắn. Cụ thể là, tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể được phân bổ trên một hoặc nhiều dải hẹp (ví dụ các dải con) và không cần bao phủ toàn bộ độ rộng dải tần. Theo đó, thiết bị người dùng thực hiện phản hồi ngắn hạn/dải hẹp (dải con) cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất để thu nhận thông tin thêm trên kênh.

Tốt hơn là, bộ phận tiền mã hóa 104 có thể còn được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh liên quan đến thiết bị truyền thông khác. Cụ thể là, ngoài thông tin kênh thứ nhất liên quan đến thiết bị người dùng hiện thời, bộ phận tiền mã hóa 104 có thể mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất cho thiết bị người dùng hiện thời dựa vào thông tin kênh liên quan đến thiết bị truyền thông khác (ví dụ, thông tin phản hồi kênh liên quan đến thiết bị người dùng khác đạt được bởi hai cách ví dụ nêu trên). Bằng cách xem xét thông tin kênh được phản hồi bởi nhiều thiết bị người dùng kết hợp, có thể còn làm tăng một cách hiệu quả mức thu cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất của thiết bị người dùng, nâng cao độ chính xác phản hồi, và đơn giản hóa sự phức tạp của thao tác tiền mã hóa ở đầu trạm gốc.

Bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 106 có thể được tạo cấu hình để tạo ra thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai, ở đó thông tin cấu hình đo có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước.

Cần được hiểu rằng, trong các ví dụ nêu trên, khi trạm gốc gửi tín hiệu

tham chiếu thứ hai đến thiết bị người dùng, trạm gốc cũng cần gửi chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ hai đến thiết bị người dùng. Nghĩa là, trạm gốc có thể chỉ báo đến thiết bị người dùng bằng cách tạo tín hiệu ví dụ thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, viết tắt là DCI) hoặc tương tự, và nhờ đó thiết bị người dùng có thể đo tín hiệu tham chiếu tương ứng và thực hiện phản hồi phép đo tương ứng phản hồi lại sự chỉ báo. Ngoài ra, trạm gốc có thể sử dụng ví dụ tín hiệu RRC để mang thông tin cấu hình đo, ví dụ, số lượng cổng anten thông báo cho gửi các tín hiệu tham chiếu tương ứng đến thiết bị người dùng.

Bộ phận điều khiển 108 có thể được tạo cấu hình để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh thứ hai, mà được phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ hai theo thông tin cấu hình đo.

Cụ thể là, ví dụ, phản hồi lại thông tin cấu hình đo, thiết bị truyền thông thứ hai (ví dụ, thiết bị người dùng) có thể thực hiện việc đo tương ứng và phản hồi kết quả đo đến thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, trạm gốc) qua PMI, CQI và RI và v.v. làm thông tin kênh thứ hai, và nhờ đó trạm gốc có thể thực hiện các thao tác liên quan đến việc truyền tín hiệu dữ liệu, ví dụ, phục hồi kênh, tiền mã hóa, lập lịch, thiết đặt sơ đồ mã hóa điều biến và v.v., theo được thu thông tin kênh thứ hai.

Với ví dụ ưu tiên, bộ phận điều khiển 108 có thể còn được tạo cấu hình để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh liên quan đến thiết bị truyền thông khác. Cụ thể là, bộ phận điều khiển 108 có thể điều khiển các thao tác liên quan đến việc truyền tín hiệu dữ liệu, ví dụ, lựa chọn cặp người dùng, phân bổ tài nguyên và v.v. trong quy trình xử lý nhiều người dùng đa đầu vào đa đầu ra (Multiple User Multiple Input Multiple Output, viết tắt là MU-MIMO), dựa vào kết quả đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước được phản hồi từ thiết bị truyền thông khác (ví dụ thiết bị người dùng khác), nghĩa là, thông tin kênh thứ hai được phản hồi bởi thiết bị người dùng khác, đến

trạm gốc ví dụ.

Tốt hơn là, tương ứng với thông tin kênh thứ nhất, thông tin kênh thứ hai có thể là thông tin kênh theo hướng góc (ví dụ chiều ngang) hoặc thông tin thêm trên kênh (nghĩa là, thông tin chính xác hơn). Ví dụ, trong trường hợp mà thông tin kênh thứ hai là thông tin kênh theo chiều ngang, trong các thao tác sau đó, bộ phận điều khiển 108 có thể mã hóa trước theo chiều ngang dựa vào thông tin kênh thứ hai. Việc tiền mã hóa theo chiều ngang có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp tiền mã hóa mà không dựa vào tập mã (ví dụ tiền mã hóa ZF, tiền mã hóa MMSE hoặc tương tự), để làm tăng hiệu quả mức thu cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất của thiết bị người dùng, nâng cao độ chính xác phản hồi và đơn giản hóa sự phức tạp của thao tác tiền mã hóa ở đầu trạm gốc. Theo cách khác, phương pháp tiền mã hóa dựa vào tập mã có thể cũng được dùng, và tập mã có thể là tập mã trong hệ thống tiến hóa lâu dài-cải tiến (Long Term Evolution-Advanced, viết tắt là LTE-A) hiện thời.

Có thể thấy được từ phần mô tả nêu trên rằng, theo phương án của sáng chế, bằng cách thực hiện tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng, có thể sử dụng đầy đủ độ tự do theo chiều thẳng đứng, nhờ đó làm tăng hiệu quả mức thu cho tín hiệu tham chiếu theo chiều ngang của thiết bị người dùng và làm giảm sự phức tạp khi vận hành. Ngoài ra, bằng cách thực hiện việc đánh giá kênh hai giai đoạn và phản hồi (nghĩa là, đầu tiên thu được thông tin sơ bộ trên kênh và sau đó thu được thông tin thêm trên kênh), thông tin tương đối chính xác trên kênh có thể đạt được, nhờ đó tối ưu hóa hiệu suất hệ thống.

Tốt hơn là, bộ phận tiền mã hóa có thể lựa chọn để xem xét thông tin kênh được phản hồi bởi một số hơn là tất cả của thiết bị người dùng trên các tài nguyên radio khác nhau, trong việc thực hiện thao tác tiền mã hóa. Nghĩa là, nếu không cần cần xem xét thông tin kênh được phản hồi bởi một số thiết bị người dùng trên cùng tài nguyên radio, không cần thiết gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến các thiết bị người dùng này. Sau đây, ví dụ trong trường hợp này được mô tả dựa vào Fig.2. Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ

cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.2, thiết bị 200 theo ví dụ có thể bao gồm bộ phận thu nhận thông tin kênh 202, bộ phận xác định 204, bộ phận tiền mã hóa 206, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 208 và bộ phận điều khiển 210. Các ví dụ cấu hình chức năng về bộ phận thu nhận thông tin kênh 202, bộ phận tiền mã hóa 206, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 208 và bộ phận điều khiển 210 về cơ bản giống như các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng nêu trên dựa vào Fig.1, và không được lặp lại ở đây. Dưới đây chỉ ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận xác định 204 được mô tả chi tiết.

Trong ví dụ, tốt hơn là, bộ phận thu nhận thông tin kênh 202 có thể được tạo cấu hình để thu nhận thông tin kênh thứ nhất của các thiết bị truyền thông thứ hai một cách tương ứng.

Bộ phận xác định 204 có thể được tạo cấu hình để xác định, dựa vào thông tin kênh thứ nhất của các thiết bị truyền thông thứ hai, xem liệu thiết bị truyền thông thứ nhất có cần gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến thiết bị truyền thông thứ hai tương ứng hay không. Theo cách này, dựa vào kết quả xác định của bộ phận xác định 204, trạm gốc có thể gửi có lựa chọn tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến thiết bị người dùng. Nghĩa là, theo thông tin kênh được phản hồi, trạm gốc có thể lựa chọn thiết bị người dùng mà tại đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước cần được gửi. Theo cách này, chi phí tài nguyên để truyền tín hiệu tham chiếu có thể được giảm tới một mức độ nhất định. Hơn nữa, với ví dụ ưu tiên, bộ phận xác định 204 có thể còn xác định, theo đích tối ưu hóa cụ thể, thiết bị truyền thông thứ hai nào trong số các thiết bị truyền thông thứ hai mà thiết bị truyền thông thứ nhất cần gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến đó.

Tốt hơn là, bộ phận tiền mã hóa 206 có thể còn được tạo cấu hình để mã hóa trước, dựa vào kết quả xác định của bộ phận xác định 204, tín hiệu tham chiếu thứ nhất cho thông tin kênh thứ nhất của một hoặc nhiều thiết bị truyền

thông thứ hai.

Ví dụ, nếu xác định được rằng chất lượng kênh giữa mộ số thiết bị người dùng và trạm gốc là thấp theo thông tin kênh được phản hồi bởi thiết bị người dùng, bộ phận xác định 204 xác định rằng không có quy trình xử lý MU-MIMO được thực hiện trên các thiết bị người dùng này sau đó và không cần thêm thông tin kênh, và nhờ đó bộ phận tiền mã hóa 206 có thể thực hiện thao tác tiền mã hóa mà không xem xét các thiết bị người dùng này.

Cụ thể là, ví dụ, bộ phận tiền mã hóa 206 có thể tính các ma trận tiền mã hóa của các thiết bị truyền thông thứ hai tương ứng cho thông tin kênh thứ nhất của một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai, và mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất ứng dụng sự chồng chập của các ma trận tiền mã hóa. Trong ví dụ, toàn bộ ma trận tiền mã hóa được tạo ra bằng cách ứng dụng sự chồng chập của các ma trận tiền mã hóa của các thiết bị truyền thông thứ hai được lựa chọn, và quy trình xử lý đánh trọng số được thực hiện cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất cần được gửi trên các anten tương ứng bằng cách sử dụng toàn bộ ma trận tiền mã hóa, để đa hợp hoàn toàn các tài nguyên truyền vật lý giống nhau, nhờ đó đạt được việc truyền có hướng theo nhiều chiều.

Theo cách khác, với một ví dụ khác, bộ phận tiền mã hóa 206 có thể tính các ma trận tiền mã hóa của các thiết bị truyền thông thứ hai tương ứng cho thông tin kênh thứ nhất của một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai, và mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất bằng cách ứng dụng các ma trận tiền mã hóa một cách tương ứng. Tốt hơn là, thiết bị 200 có thể cấp phát các từ mã khác nhau, các tài nguyên thời gian hoặc tần số đến tín hiệu tham chiếu thứ nhất cho một hoặc nhiều thiết bị truyền thông thứ hai để thực hiện việc đa hợp. Trong ví dụ, thiết bị 200 gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất đến các thiết bị truyền thông thứ hai được lựa chọn theo cách phân chia theo mã, phân chia theo thời gian hoặc phân chia theo tần số. Theo ví dụ khác, thiết bị 200 có thể lựa chọn khác nhau, ví dụ trực giao, dãy tín hiệu tham chiếu cho các thiết bị truyền thông thứ hai được lựa chọn để làm giảm nhiễu.

Sau đây, ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế được mô tả dựa vào Fig.3. Fig.3 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.3, thiết bị 300 theo phương án có thể bao gồm bộ phận thu nhận thông tin kênh 302, bộ phận xác định 304, bộ phận cấp phát tài nguyên radio 306, bộ phận tiền mã hóa 308, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 310 và bộ phận điều khiển 312. Các ví dụ cấu hình chức năng về bộ phận thu nhận thông tin kênh 302, bộ phận xác định 304, bộ phận tiền mã hóa 308, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 310 và bộ phận điều khiển 312 về cơ bản giống như các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được nêu trên dựa vào Fig.2, và không được lặp lại ở đây. Dưới đây chỉ ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận cấp phát tài nguyên radio 306 được mô tả chi tiết.

Bộ phận cấp phát tài nguyên radio 306 có thể được tạo cấu hình để cấp phát các tài nguyên radio dùng cho việc truyền của tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và/hoặc tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh thứ nhất.

Cụ thể là, với ví dụ ưu tiên, theo kết quả xác định của bộ phận xác định 304, nếu bộ phận xác định 304 xác định rằng không cần gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến một số thiết bị người dùng, nghĩa là, không cần thêm thông tin kênh chính xác cho các thiết bị người dùng này, bộ phận cấp phát tài nguyên radio 306 có thể cấp phát các tài nguyên để truyền thông dữ liệu đến các thiết bị người dùng này dựa vào thông tin kênh thứ nhất hiện thời.

Theo phương án của sáng chế, thay vì phân bổ các tài nguyên radio dựa vào thông tin kênh được phản hồi cuối cùng trong kỹ thuật thông thường, các tài nguyên radio được phân bổ đến thiết bị người dùng dựa vào thông tin trên kênh theo hướng kích thước hiện thời hoặc thông tin sơ bộ trên kênh, nhờ đó nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên.

Với một ví dụ, các thiết bị từ 100 đến 300 theo các phương án nêu trên có thể được bố trí ở đầu trạm gốc, và trong trường hợp này, thiết bị có thể còn bao

gồm bộ phận thu phát được tạo cấu hình để thực hiện việc truyền thông với thiết bị người dùng. Sau đây, ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong trường hợp này được mô tả dựa vào Fig.4. Fig.4 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.4, thiết bị 400 theo ví dụ có thể bao gồm bộ phận thu phát 402, bộ phận thu nhận thông tin kênh 404, bộ phận tiền mã hóa 406, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 408 và bộ phận điều khiển 410. Các ví dụ cấu hình chức năng về bộ phận thu nhận thông tin kênh 404, bộ phận tiền mã hóa 406, bộ phận tạo thông tin cấu hình đo 408 và bộ phận điều khiển 410 về cơ bản giống như các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được nêu trên dựa vào Fig.1, và không được lặp lại ở đây. Dưới đây chỉ ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận thu phát 402 được mô tả chi tiết.

Bộ phận thu phát 402 có thể được tạo cấu hình để thực hiện việc thu phát tín hiệu giữa trạm gốc và thiết bị người dùng. Cụ thể là, ví dụ, bộ phận thu phát 402 có thể được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu thứ hai đến thiết bị người dùng, thu thông tin kênh thứ nhất được phản hồi bởi thiết bị người dùng, gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và thông tin cấu hình đo tương ứng đến thiết bị người dùng, và thu thông tin kênh thứ hai được phản hồi bởi thiết bị người dùng. Ngoài ra, bộ phận thu phát 402 có thể cũng được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu thứ ba từ thiết bị người dùng cho việc đánh giá kênh. Hơn nữa, bộ phận thu phát 402 có thể còn được tạo cấu hình để thu thông tin phản hồi kênh từ thiết bị người dùng khác.

Fig.5 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế. Thiết bị có thể được bố trí ở đầu thiết bị người dùng ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Thiết bị có thể cũng được bố trí ở trạm gốc nhỏ hoặc cấu trúc hạ tầng khác có chức năng của thiết bị người dùng.

Như được thể hiện trên Fig.5, thiết bị 500 theo phương án có thể bao gồm

bộ phận đo 502 và bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504. Sau đó, các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được mô tả chi tiết.

Bộ phận đo 502 có thể được tạo cấu hình để đo tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước từ thiết bị truyền thông thứ nhất dựa vào thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai từ thiết bị truyền thông thứ nhất, ở đó thông tin cấu hình đo có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước. Với một ví dụ, thiết bị truyền thông thứ nhất có thể là trạm gốc, và thiết bị truyền thông thứ hai có thể là thiết bị người dùng.

Bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể được tạo cấu hình để tạo ra, dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, thông tin phản hồi dùng làm thông tin kênh thứ hai trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai, cho thiết bị truyền thông thứ nhất để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu. Cụ thể là, sau khi việc đánh giá kênh theo tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể thực hiện sự lượng tử hóa theo tập mã tương ứng để tạo ra thông tin kênh thứ hai. Thông tin kênh thứ hai có thể là, ví dụ, thông tin kênh theo hướng góc hoặc thông tin thêm trên kênh như được nêu trên. Cụ thể là, ví dụ, tương ứng với phần mô tả cho thiết bị ở đầu trạm gốc, bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể đánh giá kênh dải hẹp dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và phản hồi thông tin kênh dải hẹp (ví dụ dải con).

Tương ứng với trường hợp trong hệ thống FDD nêu trên, tốt hơn là, bộ phận đo 502 có thể còn được tạo cấu hình để đo tín hiệu tham chiếu thứ hai từ thiết bị truyền thông thứ nhất. Tín hiệu tham chiếu thứ hai có thể là tín hiệu tham chiếu theo hướng độ cao ví dụ, sao cho trạm gốc thu nhận thông tin trạng thái kênh đường xuống theo hướng độ cao, nhờ đó mã hóa trước tín hiệu tham chiếu nằm ngang để làm tăng mức thu cho tín hiệu tham chiếu nằm ngang của thiết bị truyền thông thứ hai và để loại bỏ có ưu tiên nhiều theo hướng độ cao khi thiết bị truyền thông thứ nhất thực hiện tiền mã hóa. Cần được hiểu rằng, trong trường hợp này, bộ phận đo 502 cũng cần phải đo tín hiệu tham chiếu thứ

hai theo thông tin cấu hình đo tương ứng từ thiết bị truyền thông thứ nhất, thiết bị này bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ hai.

Bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể còn được tạo cấu hình để tạo ra thông tin phản hồi dùng làm thông tin kênh thứ nhất trên kênh dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ hai, để sử dụng bởi thiết bị truyền thông thứ nhất. Cụ thể là, sau khi việc đánh giá kênh dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ hai, bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể thực hiện sự lượng tử hóa theo tập mã tương ứng để tạo ra thông tin kênh thứ nhất, cho trạm gốc đến ví dụ thực hiện tiền mã hóa theo hướng độ cao, cấp phát các tài nguyên radio đến thiết bị người dùng và v.v., sao cho mức thu cho tín hiệu tham chiếu nằm ngang của thiết bị truyền thông thứ hai có thể được tăng lên, và nhiều theo hướng độ cao có thể được loại bỏ có ưu tiên khi thiết bị truyền thông thứ nhất thực hiện tiền mã hóa, nhờ đó nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên. Với một ví dụ, tương ứng với phần mô tả của thiết bị ở đầu trạm gốc, bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể đánh giá kênh dải rộng dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ hai và phản hồi thông tin kênh dải rộng.

Tốt hơn là, chu kỳ tại đó bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 thực hiện việc đánh giá kênh dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và phản hồi thông tin kênh ngắn hơn so với chu kỳ tại đó bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 thực hiện việc đánh giá kênh dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ hai và phản hồi thông tin kênh.

Cần lưu ý rằng, bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 504 có thể dùng, trong việc thực hiện sự lượng tử hóa, các tập mã phản hồi khác nhau cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và tín hiệu tham chiếu thứ hai. Ví dụ, thiết bị người dùng đo tín hiệu tham chiếu thứ hai mà không được mã hóa trước để thu được việc đánh giá trạng thái kênh sơ bộ, và có thể xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất từ tập mã thứ nhất và phản hồi PMI1 là 2 bit đến trạm gốc. Thiết bị người dùng đo tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước để thu được thêm việc đánh giá trạng thái kênh, và có thể xác định ma trận tiền mã hóa thứ hai từ

tập mã thứ hai và phản hồi PMI2 là 2 bit đến trạm gốc. Trạm gốc có thể xác định trạng thái kênh chính xác bằng cách xem xét PMI1, PMI2 (tương đương với chỉ báo là 4 bit) và các tập mã tương ứng kết hợp.

Sau đây, ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị ở đầu thiết bị người dùng tương ứng với trường hợp nêu trên trong hệ thống TDD được mô tả dựa vào Fig.6. Fig.6 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.6, thiết bị 600 theo ví dụ có thể bao gồm bộ phận gửi tín hiệu tham chiếu 602, bộ phận đo 604 và bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 606. Các ví dụ cấu hình chức năng về bộ phận đo 604 và bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 606 về cơ bản giống như các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được nêu trên dựa vào Fig.5, và không được lặp lại ở đây. Dưới đây chỉ ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận gửi tín hiệu tham chiếu 602 được mô tả chi tiết.

Bộ phận gửi tín hiệu tham chiếu 602 có thể được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu thứ ba đến thiết bị truyền thông thứ nhất, cho thiết bị truyền thông thứ nhất để thực hiện việc đánh giá kênh để thu được thông tin kênh thứ nhất trên kênh.

Cụ thể là, như được nêu trên, bộ phận gửi tín hiệu tham chiếu 602 có thể gửi ví dụ SRS đường lên đến thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, trạm gốc), trạm gốc có thể thực hiện việc đánh giá kênh theo SRS đường lên thu được để thu được thông tin kênh thứ nhất, và sau đó trạm gốc có thể sử dụng thông tin kênh thứ nhất để, ví dụ, thực hiện tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng, cấp phát các tài nguyên radio và v.v..

Với một ví dụ, các thiết bị 500 và 600 theo các phương án nêu trên có thể được bố trí ở đầu thiết bị người dùng, và trong trường hợp này, thiết bị có thể còn bao gồm bộ phận thu phát được tạo cấu hình để thực hiện việc truyền thông với trạm gốc chẳng hạn. Sau đây, ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong trường hợp này được mô tả dựa vào Fig.7. Fig.7 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ

cấu hình chức năng khác của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.7, thiết bị 700 theo ví dụ có thể bao gồm bộ phận thu phát 702, bộ phận đo 704 và bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 706. Các ví dụ cấu hình chức năng về bộ phận đo 704 và bộ phận tạo ra thông tin phản hồi 706 là giống như các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được nêu trên dựa vào Fig.5, và không được lặp lại ở đây. Dưới đây chỉ ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận thu phát 702 được mô tả chi tiết.

Bộ phận thu phát 702 có thể được tạo cấu hình để thực hiện việc thu phát tín hiệu giữa thiết bị người dùng và trạm gốc. Cụ thể là, ví dụ, bộ phận thu phát 702 có thể được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu thứ hai và thông tin cấu hình đo tương ứng từ trạm gốc, gửi kết quả đo cho tín hiệu tham chiếu thứ hai đến trạm gốc làm thông tin kênh thứ nhất, thu tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và thông tin cấu hình đo tương ứng từ trạm gốc, và gửi kết quả đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến trạm gốc làm thông tin kênh thứ hai. Ngoài ra, bộ phận thu phát 702 có thể còn được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu thứ ba đến trạm gốc, cho trạm gốc để thực hiện việc đánh giá kênh. Trong trường hợp này, bộ phận gửi tín hiệu tham chiếu được mô tả dựa vào Fig.6 có thể được thực hiện bởi bộ phận thu phát 702. Ngoài ra, cần được hiểu rằng, bộ phận thu phát 702 có thể cũng được tạo cấu hình để thực hiện việc thu phát tín hiệu giữa thiết bị người dùng và các thiết bị ngoại vi khác.

Ở đây, cần lưu ý rằng thiết bị ở đầu thiết bị người dùng được mô tả ở đây tương ứng với thiết bị ở đầu trạm gốc được nêu trên, và do đó các chi tiết không được mô tả chi tiết ở đây có thể được đề cập đến phần mô tả nêu trên, và không được lặp lại ở đây.

Để làm dễ dàng cho việc hiểu các quy trình xử lý nêu trên, dưới đây quy trình tương tác liên quan đến việc đánh giá kênh và phản hồi giữa thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, trạm gốc) và thiết bị truyền thông thứ hai (ví dụ, thiết bị người dùng) được mô tả dựa vào các lưu đồ sơ lược được thể hiện trên Fig.8 và

Fig.9.

Fig.8 thể hiện hình vẽ giản lược của một ví dụ về dòng tương tác trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế. Dòng tương tác tương ứng với trường hợp trong hệ thống FDD nêu trên. Phần mô tả được thực hiện ở đây bằng cách lấy sự tương tác giữa trạm gốc và thiết bị người dùng là một ví dụ, nhưng cần được hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Như được thể hiện trên Fig.8, ở bước S801, trạm gốc gửi tín hiệu tham chiếu thứ hai (ví dụ CSI-RS theo chiều thẳng đứng) và thông tin cấu hình đo tương ứng (mà có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ hai) đến thiết bị người dùng để đánh giá kênh vật lý theo chiều thẳng đứng. Ở bước S802, thiết bị người dùng thực hiện việc đánh giá kênh dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ hai, và ở bước S803, thiết bị người dùng thực hiện sự lượng tử hóa theo tập mã thứ hai. Sau đây, ở bước S804, thiết bị người dùng phản hồi thông tin kênh thứ nhất đạt được bằng cách lượng tử hóa đến trạm gốc. Ở bước S805, trạm gốc có thể lựa chọn thiết bị người dùng mà tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước cần được gửi đến đó theo thông tin kênh thứ nhất, nghĩa là, lựa chọn thiết bị người dùng mà thông tin phản hồi kênh của nó cần được xét đến trong thao tác tiền mã hóa sau đó. Ở bước S806, trạm gốc mã hóa trước, theo cách ví dụ tiền mã hóa ZF, tiền mã hóa MMSE hoặc tương tự, tín hiệu tham chiếu thứ nhất (ví dụ CSI-RS theo chiều ngang) theo kết quả lựa chọn và kết hợp với thông tin kênh thứ nhất, để đánh giá kênh tương đương theo chiều ngang. Việc tiền mã hóa trong trường hợp này là tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng, mà có thể loại bỏ nhiễu giữa các thiết bị người dùng khác nhau theo chiều thẳng đứng ví dụ, và kênh tương đương theo chiều ngang được sử dụng để mô tả kênh tương đương theo chiều ngang liên quan đến người dùng sau khi tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng. Sau đây, ở bước S807, trạm gốc gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và thông tin cấu hình đo tương ứng (mà có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước) đến thiết bị người dùng. Sau đây, ở bước S808, thiết bị người dùng có thể thực hiện việc đánh giá kênh

dựa vào tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, và ở bước S809, thiết bị người dùng thực hiện sự lượng tử hóa theo tập mã thứ nhất. Cần lưu ý rằng, tập mã thứ nhất ở đây khác với tập mã thứ hai nêu trên. Sau đây, ở bước S810, thiết bị người dùng phản hồi thông tin kênh thứ hai đạt được bằng cách lượng tử hóa đến trạm gốc, cho trạm gốc để thực hiện các thao tác sau đó sao cho tiền mã hóa, lập lịch, thiết đặt mã hóa điều biến và v.v..

Cần được hiểu rằng, quy trình tương tác được mô tả dựa vào Fig.8 chỉ là ví dụ, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể thực hiện thay đổi thích hợp đối với quy trình tương tác nêu trên theo các nguyên lý của sáng chế. Ví dụ, ở bước S801, trước khi kết thúc tín hiệu tham chiếu thứ hai đến thiết bị người dùng, trạm gốc có thể thực hiện việc tạo chùm tín hiệu tĩnh/bán tĩnh trên tín hiệu tham chiếu thứ hai, sao cho thiết bị người dùng có thể phản hồi thông tin sơ bộ trên kênh làm thông tin kênh thứ nhất. Ngoài ra, ví dụ, ngoài việc thu thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai được phản hồi bởi thiết bị người dùng hiện thời, trạm gốc có thể cũng thu thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai được phản hồi bởi thiết bị người dùng khác để thực hiện các thao tác tương ứng, nhờ đó tối ưu hóa hiệu suất hệ thống.

Sau đây, ví dụ khác về quy trình tương tác theo một phương án của sáng chế được mô tả dựa vào Fig.9. Fig.9 thể hiện hình vẽ giản lược của ví dụ khác về dòng tương tác trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế. Quy trình tương tác được thể hiện trên Fig.9 tương ứng với trường hợp trong hệ thống TDD nêu trên.

Có thể thấy được, quy trình tương tác được thể hiện trên Fig.9 về cơ bản giống như quy trình tương tác được thể hiện trên Fig.8, ngoại trừ cách thu nhận thông tin kênh thứ nhất, do đó chỉ việc thu nhận thông tin kênh thứ nhất trong quy trình tương tác được mô tả chi tiết ở đây.

Như được thể hiện trên Fig.9, ở bước S901, thiết bị người dùng gửi tín hiệu tham chiếu thứ ba, ví dụ SRS đường lên, đến trạm gốc. Sau đây, ở bước

S902, trạm gốc thực hiện việc đánh giá kênh theo tín hiệu tham chiếu thứ ba được thu để thu được thông tin kênh thứ nhất trên kênh, và xác định ở bước S903 sau đó xem có gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước đến thiết bị người dùng theo thông tin kênh thứ nhất hay không. Quy trình xử lý trong các bước sau đó về cơ bản giống như quy trình xử lý trong các bước tương ứng được mô tả dựa vào Fig.8, và không được lặp lại ở đây.

Sau đây, sơ đồ tiền mã hóa hai giai đoạn cho tín hiệu dữ liệu theo kỹ thuật trong sáng chế được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.10 đến Fig.13.

Fig.10 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.10, thiết bị 1000 theo phương án có thể bao gồm bộ phận tạo thứ nhất 1002, bộ phận tạo thứ hai 1004 và bộ phận tiền mã hóa 1006. Sau đây, các ví dụ cấu hình chức năng về các bộ phận tương ứng được mô tả chi tiết một cách tương ứng.

Bộ phận tạo thứ nhất 1002 có thể được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai.

Với một ví dụ, thông tin kênh thứ nhất có thể là, ví dụ, thông tin kênh theo chiều thẳng đứng hoặc thông tin sơ bộ trên kênh, mà có thể đạt được bởi việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi theo phương án của sáng chế nêu trên hoặc theo các cách khác trong kỹ thuật thông thường. Trong trường hợp này, ma trận tiền mã hóa thứ nhất được tạo ra mà có thể là ma trận tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng.

Bộ phận tạo thứ hai 1004 có thể được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh.

Với một ví dụ, thông tin kênh thứ hai có thể là, ví dụ, thông tin kênh theo chiều ngang hoặc thông tin thêm trên kênh, mà có thể đạt được bởi việc đánh giá

kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi theo phương án của sáng chế được nêu trên hoặc theo các cách khác trong kỹ thuật thông thường. Trong trường hợp này, ma trận tiền mã hóa thứ hai được tạo ra có thể là ma trận tiền mã hóa theo chiều ngang. Sau đây, các ví dụ cấu hình chức năng cụ thể về bộ phận tạo thứ hai 1004 được mô tả chi tiết dựa vào Fig.11, để mô tả việc tạo ra của ma trận tiền mã hóa thứ hai chi tiết. Fig.11 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận tạo thứ hai trong thiết bị theo một phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.11, bộ phận tạo thứ hai có thể còn bao gồm môđun tạo ma trận kênh tương đương 1102 và môđun tạo ma trận tiền mã hóa thứ hai 1104.

Môđun tạo ma trận kênh tương đương 1102 có thể được tạo cấu hình để tạo ra ma trận kênh tương đương theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai. Cụ thể là, môđun tạo ma trận kênh tương đương 1102 có thể tạo ra ma trận kênh tương đương theo tích trong của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai, và ma trận kênh tương đương được sử dụng để mô tả kênh tương đương liên quan đến người dùng sau khi tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng chẳng hạn.

Môđun tạo ma trận tiền mã hóa thứ hai 1104 có thể được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận kênh tương đương được tạo ra. Ma trận tiền mã hóa thứ hai có thể là ma trận tiền mã hóa theo chiều ngang chẳng hạn.

Cần được hiểu rằng, ví dụ, ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai được tạo ra có thể được sử dụng để loại bỏ một cách tương ứng nhiễu giữa các thiết bị người dùng khác nhau theo chiều thẳng đứng và chiều ngang, mà có thể đạt được bởi các thuật toán tiền mã hóa mà không dựa vào các tập mã, ví dụ tiền mã hóa ZF, tiền mã hóa MMSE và v.v..

Sau đây, quay trở lại Fig.10, ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận tiền mã hóa 1006 được mô tả tiếp.

Bộ phận tiền mã hóa 1006 có thể được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

Cụ thể là, ví dụ cấu hình chức năng cụ thể của bộ phận tiền mã hóa 1006 được mô tả dựa vào Fig.12, để mô tả cách thức mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai. Fig.12 thể hiện sơ đồ khối của ví dụ cấu hình chức năng của bộ phận tiền mã hóa trong thiết bị theo một phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.12, bộ phận tiền mã hóa có thể còn bao gồm môđun tạo ma trận tiền mã hóa thứ ba 1202 và môđun thực hiện việc tiền mã hóa 1204.

Môđun tạo ma trận tiền mã hóa thứ ba 1202 có thể được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ ba theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai. Cụ thể là, môđun tạo ma trận tiền mã hóa thứ ba 1202 có thể tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ ba theo tích Kronecker của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

Môđun thực hiện việc tiền mã hóa 1204 có thể được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu ứng dụng ma trận tiền mã hóa thứ ba. Do đó, bằng cách mã hóa trước tín hiệu dữ liệu sử dụng ma trận tiền mã hóa thứ ba được tạo ra theo cách nêu trên, có thể loại bỏ nhiễu giữa thiết bị người dùng theo chiều ngang và chiều thẳng đứng ví dụ, nhờ đó đơn giản hóa thiết kế để phát hiện tín hiệu ở đầu thu (ví dụ, thiết bị người dùng) và tối ưu hóa hiệu suất hệ thống.

Cần được hiểu rằng, mặc dù phần mô tả đã được thực hiện bằng cách giả sử rằng thông tin kênh thứ nhất và thông tin kênh thứ hai là thông tin kênh theo chiều thẳng đứng và chiều ngang một cách tương ứng, sáng chế không bị giới hạn ở đó. Theo cách khác, thông tin kênh thứ nhất có thể là thông tin sơ bộ trên kênh, thông tin kênh thứ hai có thể là thông tin thêm trên kênh, mà không giới hạn ở thông tin theo hướng nhất định, và kỹ thuật của sáng chế cũng ứng dụng cho trường hợp này.

Dưới đây sơ đồ tiền mã hóa theo một phương án của sáng chế được mô tả bằng cách lấy sơ đồ tiền mã hóa trong kịch bản một ô nhiều người dùng làm ví dụ.

Giả sử rằng trạm gốc dùng mạng anten phẳng với khoảng cách đồng đều D , và mô hình nhiều đường dẫn dải hẹp trong kịch bản một ô nhiều người dùng được xét đến như sau:

$$\mathbf{H}_k = \sum_{p=1}^P \mathbf{H}_k^p$$

Ở đó K chỉ báo số lượng của những người dùng, $\mathbf{H}_k \in \mathbb{C}^{M_y \times M_x}$ chỉ báo ma trận kênh từ trạm gốc đến người dùng thứ k , M_x và M_y chỉ báo các số lượng của các anten trong mạng anten theo chiều ngang và chiều thẳng đứng một cách tương ứng, và P chỉ báo số lượng của các đường dẫn. $\mathbf{H}_k^p$ chỉ báo ma trận kênh tương ứng với đường dẫn con thứ p , và thành phần theo hàng m và cột n của ma trận kênh được biểu diễn như sau:

$$h_k^{m,n,p} = \rho_k^p \exp\left\{-j2\pi \frac{D}{\lambda} ((m-1) \cos \theta_k^p \cos \beta_k^p + (n-1) \sin \beta_k^p)\right\}$$

Ở đó θ_k^p chỉ báo góc tới theo chiều ngang, β_k^p chỉ báo góc tới theo chiều thẳng đứng, và λ chỉ báo chiều dài bước sóng tín hiệu. Ma trận kênh tương ứng với đường dẫn con có thể được biểu diễn như sự tạo nên của tích Kronecker như dưới đây:

$$\mathbf{H}_k^p = \rho_k^p \mathbf{h}_{h,k}^p \otimes (\mathbf{h}_{v,k}^p)^T$$

Ở đó vector kênh theo chiều ngang và vector kênh theo chiều thẳng đứng được biểu diễn tương ứng như sau:

$$\mathbf{h}_{h,k}^p = [1, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{mD}{\lambda} \cos \theta_k^p \cos \beta_k^p\}, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{(M_x-1)D}{\lambda} \cos \theta_k^p \cos \beta_k^p\}]$$

$$\mathbf{h}_{v,k}^p = [1, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{nD}{\lambda} \sin \beta_k^p\}, \dots, \exp\{-j2\pi \frac{(M_y-1)D}{\lambda} \sin \beta_k^p\}]$$

Do đó, ma trận kênh $\mathbf{H}_k$ được biểu diễn như sau:

$$\mathbf{H}_k = \sum_{p=1}^P \mathbf{H}_k^p = \sum_{p=1}^P \rho_k^p \mathbf{h}_{h,k}^p \otimes (\mathbf{h}_{v,k}^p)^T$$

Để sử dụng mức độ tự do bổ sung được đưa ra theo chiều thẳng đứng trong hệ thống 3D-MIMO, ma trận kênh được làm gần đúng như sau:

$$\mathbf{H}_k \approx \left(\sum_{p=1}^P \rho_k^p \mathbf{h}_{h,k}^p \right) \otimes \left(\sum_{p=1}^P \mathbf{h}_{v,k}^p \right)^T ;$$

Đặt $\bar{\mathbf{h}}_{v,k} = \sum_{p=1}^P \mathbf{h}_{v,k}^p$ chỉ báo vector kênh gần đúng theo chiều thẳng đứng.

Thao tác tiền mã hóa có thể được thực hiện theo chiều thẳng đứng và chiều ngang một cách tương ứng ứng dụng biểu thức gần đúng nêu trên.

Trong ví dụ, trạm gốc có thể đo tín hiệu SRS được gửi bởi thiết bị người dùng và thu được ma trận kênh $\mathbf{H}_k$ dựa vào tính thuận nghịch giữa các kênh đường lên/đường xuống. Ngoài ra, trạm gốc có thể thu tín hiệu SRS ứng dụng chỉ anten theo chiều thẳng đứng để thu được vector kênh theo chiều thẳng đứng. Theo cách khác, như trong các phương án nêu trên, trạm gốc có thể thu được ma trận kênh liên quan theo thông báo CSI, mà được phản hồi bởi thiết bị người dùng bằng cách đo tín hiệu tham chiếu đường xuống.

Sơ đồ tiền mã hóa hai bước được đề xuất bởi sáng chế được mô tả tóm tắt như dưới đây.

Đầu tiên, tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng được thực hiện. Trong kịch bản nhiều người dùng, ma trận kênh theo chiều thẳng đứng được xây dựng như sau:

$$\bar{\mathbf{H}}_v = [\bar{\mathbf{h}}_{v,1}^T, \dots, \bar{\mathbf{h}}_{v,K}^T]^T \in C^{M_y \times K}$$

Đối với ma trận kênh, các phương pháp tiền mã hóa khác nhau có thể được dùng để loại bỏ nhiễu giữa những người dùng theo chiều thẳng đứng. Ví dụ, nếu thuật toán tiền mã hóa cưỡng bức về không được dùng, ma trận tiền mã hóa (nghĩa là, ma trận tiền mã hóa thứ nhất) được tính như sau

$\mathbf{W}_v = \bar{\mathbf{H}}_v^H (\bar{\mathbf{H}}_v \bar{\mathbf{H}}_v^H)^{-1} \Gamma_v$, ở đó Γ_v chỉ báo ma trận đường chéo, để đảm bảo sự ràng buộc công suất của vector gửi. Ma trận tiền mã hóa được viết như sau $\mathbf{W}_v = [\mathbf{w}_{v,1}, \dots, \mathbf{w}_{v,K}]$, ở đó $\mathbf{w}_{v,k} \in C^{M_y \times 1}$ chỉ báo vector tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng tương ứng với người dùng thứ k.

Sau đó, vector kênh tương đương theo chiều ngang được tính. Theo ma trận kênh $\mathbf{H}_k$ và việc vector tiền mã hóa $\mathbf{W}_{v,k}$ theo chiều thẳng đứng, kênh tương đương theo chiều ngang của người dùng thứ k được tính như sau:

$$\mathbf{h}_{h,k}^e = ((\mathbf{H}_k)^T \mathbf{w}_{v,k})^T$$

Cuối cùng, ma trận tiền mã hóa theo chiều ngang (nghĩa là, ma trận tiền mã hóa thứ hai được nêu trên) được tính theo kênh tương đương theo chiều ngang. Ma trận kênh tương đương theo chiều ngang (nghĩa là, ma trận kênh tương đương nêu trên) được xây dựng như sau:

$$\mathbf{H}_h^e = [(\mathbf{h}_{h,1}^e)^T, \dots, (\mathbf{h}_{h,K}^e)^T]^T \in C^{M_x \times K}$$

Thao tác tiền mã hóa được thực hiện theo ma trận. Ví dụ, trong trường hợp dùng thuật toán tiền mã hóa cưỡng ép về không, ma trận tiền mã hóa theo chiều ngang (nghĩa là, ma trận tiền mã hóa thứ hai) là

$\mathbf{W}_h = (\mathbf{H}_h^e)^H (\mathbf{H}_h^e (\mathbf{H}_h^e)^H)^{-1} \Gamma_h$, ở đó ma trận đường chéo Γ_h được sử dụng để đảm bảo vector gửi đáp ứng điều kiện ràng buộc công suất. Ma trận tiền

mã hóa theo chiều ngang được biểu diễn như sau $\mathbf{W}_h = [\mathbf{w}_{h,1}, \dots, \mathbf{w}_{h,K}]$,

ở đó $\mathbf{w}_{h,k} \in \mathbb{C}^{M_x \times 1}$ chỉ báo vector tiền mã hóa theo chiều ngang của người dùng thứ k, thì ma trận tiền mã hóa của người dùng thứ k (nghĩa là, ma trận tiền mã hóa thứ ba được nêu trên) được xây dựng như sau:

$$\mathbf{W}_k = (\mathbf{w}_{h,k})^T \otimes \mathbf{w}_{v,k}$$

Có thể thấy được, với sơ đồ tiền mã hóa của sáng chế, mức độ tự do bổ sung theo chiều thẳng đứng có thể được ứng dụng một cách đầy đủ. Do đó, như được so sánh với sơ đồ hiện thời, nhiều giữa những người dùng có thể được làm giảm hiệu quả; và như được so sánh với sơ đồ tiền mã hóa toàn miền, sự phức tạp của thao tác tiền mã hóa có thể được giảm một cách đáng kể. Ngoài ra, kết hợp với việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi được nêu trên, sơ đồ tiền mã hóa nêu trên có thể được áp dụng cho các kịch bản ví dụ TDD, FDD và v.v. và cũng được làm thích ứng với kịch bản nhiều ô. Kết quả mô phỏng cho kịch bản nhiều ô được mô tả sau dựa vào các hình vẽ từ Fig.19 đến Fig.21.

Cần lưu ý rằng, mặc dù sơ đồ tiền mã hóa của sáng chế được mô tả bằng cách thực hiện tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng và chiều ngang một cách tương ứng, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó, và sơ đồ tiền mã hóa hai bước có thể được áp dụng cho các trường hợp khác theo nguyên lý của sáng chế, ví dụ, tiền mã hóa hai bước hoặc nhiều hơn trong các chiều ngoài chiều thẳng đứng và chiều ngang, hoặc thực hiện thao tác tiền mã hóa bằng cách xây dựng ma trận tiền mã hóa tương ứng theo thông tin phản hồi kênh đạt được ở hai lần (ví dụ, thông tin kênh sơ bộ và thông tin kênh thêm), mà không xem xét các chiều cụ thể.

Sau đây, để làm dễ dàng cho việc hiểu quy trình nêu trên, một ví dụ về quy trình tương tác liên quan đến việc đánh giá kênh và phản hồi và tiền mã hóa tín hiệu dữ liệu sau đó giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai được mô tả dựa vào lưu đồ được thể hiện trên Fig.13. Fig.13 thể hiện

hình vẽ giản lược của một ví dụ về quy trình tương tác trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế. Ở đây, phần mô tả được thực hiện bằng cách lấy sự tương tác giữa trạm gốc và thiết bị người dùng là một ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Như được thể hiện trên Fig.13, đầu tiên, ở bước S1301, trạm gốc có thể thu được thông tin kênh thứ nhất theo cách ví dụ bất kỳ được mô tả dựa vào Fig.8 hoặc Fig.9. Sau đây, ở bước S1302, trạm gốc có thể lựa chọn thiết bị người dùng mà tại đó tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước cần được gửi theo thông tin kênh thứ nhất, tính ma trận tiền mã hóa thứ nhất dựa vào kết quả lựa chọn ở bước S1303, và mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất ứng dụng ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước S1304. Sau đây, ở bước S1305, trạm gốc gửi tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước và thông tin cấu hình đo tương ứng đến thiết bị người dùng. Ở bước S1306, thiết bị người dùng thực hiện, phản hồi lại thông tin cấu hình đo, việc đánh giá kênh theo tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, và ở bước S1307, thiết bị người dùng phản hồi thông tin kênh thứ hai đạt được bởi sự đánh giá đến trạm gốc. Sau đây, ở bước S1308, trạm gốc có thể tính, bằng cách ứng dụng các phương pháp nêu trên, ma trận tiền mã hóa thứ hai theo thông tin kênh thứ hai và ma trận tiền mã hóa thứ nhất. Ở bước S1309, trạm gốc tính ma trận tiền mã hóa thứ ba theo tích Kronecker của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, và mã hóa trước tín hiệu dữ liệu ứng dụng ma trận tiền mã hóa thứ ba ở bước S1310.

Cần được hiểu rằng, quy trình tương tác nêu trên chỉ là ví dụ, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể cải biến quy trình tương tác nêu trên theo nguyên lý của sáng chế. Ví dụ, thao tác lựa chọn ở bước S1302 có thể được bỏ qua, và tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước có thể được gửi trực tiếp đến tất cả thiết bị người dùng, nhưng điều này có thể dẫn đến sự lãng phí các tài nguyên.

Sau đây, một ví dụ về cấu trúc của hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế được mô tả dựa vào Fig.14. Fig.14 thể hiện sơ đồ

khỏi của một ví dụ về cấu trúc của hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.14, hệ thống truyền thông không dây 1400 theo phương án có thể bao gồm thiết bị truyền thông thứ nhất 1402 và thiết bị truyền thông thứ hai 1404.

Thiết bị truyền thông thứ nhất 1402 có thể được tạo cấu hình để: thu nhận thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai; mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất dựa vào thông tin kênh thứ nhất; tạo ra thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai, ở đó thông tin cấu hình đo bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước; và điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu dựa vào thông tin kênh thứ hai, mà được phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ hai theo thông tin cấu hình đo. Thiết bị truyền thông thứ nhất 1402 có thể là trạm gốc ví dụ, mà có thể bao gồm thiết bị được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.4.

Thiết bị truyền thông thứ hai 1404 có thể được tạo cấu hình để: đo tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước dựa vào thông tin cấu hình đo; và tạo ra thông tin phản hồi dùng làm thông tin kênh thứ hai dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước. Thiết bị truyền thông thứ hai 1404 có thể là thiết bị người dùng ví dụ, mà có thể bao gồm thiết bị được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.7 chẳng hạn.

Cần được hiểu rằng, mặc dù các ví dụ cấu hình chức năng về các thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây và hệ thống truyền thông không dây và các ví dụ về quy trình tương tác giữa các thiết bị truyền thông tương ứng theo các phương án của sáng chế nêu trên, chúng chỉ là ví dụ và không nhằm giới hạn. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể cải biến các phương án nêu trên theo các nguyên lý của sáng chế, ví dụ, bổ sung, xóa và/hoặc kết hợp các môđun theo chức năng trong các phương án khác nhau, và tất cả của các cải biến như vậy nằm trong phạm vi của sáng chế.

Tương ứng với thiết bị trong các phương án nêu trên, các phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây còn được đề xuất theo một phương án của sáng chế. Dưới đây các ví dụ xử lý về các phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.17 một cách tương ứng.

Fig.15 thể hiện lưu đồ của quy trình xử lý ví dụ về phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế. Phương pháp theo phương án tương ứng với thiết bị ở đầu trạm gốc nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.15, phương pháp theo phương án có thể bao gồm bước thu nhận thông tin kênh S1502, bước tiền mã hóa S1504, bước tạo ra thông tin cấu hình đo S1506 và bước điều khiển S1508. Sau đó, quy trình xử lý ở các bước khác nhau được mô tả một cách tương ứng.

Ở bước thu nhận thông tin kênh S1502, thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai có thể được thu nhận. Thông tin kênh thứ nhất có thể được thu nhận theo cách bất kỳ được mô tả dựa vào Fig.8 hoặc Fig.9, và thông tin kênh thứ nhất có thể là thông tin theo hướng độ cao hoặc hướng góc hoặc thông tin sơ bộ trên kênh.

Sau đây, ở bước tiền mã hóa S1504, tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể được mã hóa trước dựa vào thông tin kênh thứ nhất. Quy trình xử lý tiền mã hóa có thể được thực hiện ứng dụng thuật toán tiền mã hóa mà không dựa vào tập mã, ví dụ thuật toán tiền mã hóa ZF, thuật toán tiền mã hóa MMSE và tương tự, để loại bỏ nhiễu giữa các thiết bị người dùng khác nhau chẳng hạn.

Sau đây, ở bước tạo ra thông tin cấu hình đo S1506, thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai có thể được tạo ra. Thông tin cấu hình đo có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, để chỉ báo đến thiết bị truyền thông thứ hai (ví dụ, thiết bị người dùng) mà tín hiệu tham chiếu cần được đo.

Sau đây, ở bước điều khiển S1508, việc truyền tín hiệu dữ liệu có thể được

điều khiển dựa vào thông tin kênh thứ hai, mà được phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ hai theo thông tin cấu hình đo. Ví dụ, các thao tác chẳng hạn như mã hóa trước tín hiệu dữ liệu, lập lịch và v.v. có thể được thực hiện dựa vào thông tin kênh thứ hai.

Fig.16 thể hiện lưu đồ của quy trình xử lý ví dụ về phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế. Phương pháp theo phương án tương ứng với thiết bị ở đầu thiết bị người dùng được nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.16, phương pháp theo phương án này có thể bao gồm bước đo S1602 và bước tạo ra thông tin phản hồi S1604.

Ở bước đo S1602, tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước từ thiết bị truyền thông thứ nhất có thể được đo dựa vào thông tin cấu hình đo cho thiết bị truyền thông thứ hai từ thiết bị truyền thông thứ nhất, ở đó thông tin cấu hình đo có thể bao gồm chỉ báo đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước. Với một ví dụ, tín hiệu tham chiếu thứ nhất có thể là tín hiệu tham chiếu theo hướng góc hoặc hướng độ cao, hoặc tín hiệu tham chiếu theo hướng bất kỳ.

Sau đây, ở bước tạo ra thông tin phản hồi S1604, dựa vào việc đo cho tín hiệu tham chiếu thứ nhất được mã hóa trước, thông tin phản hồi có thể được tạo ra làm thông tin kênh thứ hai trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai, cho thiết bị truyền thông thứ nhất để điều khiển việc truyền tín hiệu dữ liệu. Thông tin kênh thứ hai có thể là thông tin kênh theo hướng góc hoặc hướng độ cao ví dụ, hoặc thông tin thêm trên kênh.

Tốt hơn là, ở bước đo S1602, tín hiệu tham chiếu thứ hai từ thiết bị truyền thông thứ nhất (ví dụ, tín hiệu tham chiếu theo hướng độ cao hoặc hướng góc, hoặc tín hiệu tham chiếu theo hướng bất kỳ) có thể được đo, và ở bước tạo ra thông tin phản hồi S1604, thông tin phản hồi cho tín hiệu tham chiếu thứ hai được tạo ra làm thông tin kênh thứ nhất, cho thiết bị truyền thông thứ nhất đến mã hóa trước tín hiệu tham chiếu thứ nhất, cấp phát các tài nguyên radio đến thiết bị người dùng và v.v..

Fig.17 thể hiện lưu đồ của quy trình xử lý ví dụ về phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo phương án khác của sáng chế. Phương pháp theo phương án tương ứng với thiết bị cho mã hóa trước tín hiệu dữ liệu ở đầu trạm gốc nêu trên.

Như được thể hiện trên Fig.17, phương pháp theo phương án có thể bao gồm bước tạo thứ nhất S1702, bước tạo thứ hai S1704 và bước tiền mã hóa S1706.

Ở bước tạo thứ nhất S1702, ma trận tiền mã hóa thứ nhất có thể được tạo ra theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai. Thông tin kênh thứ nhất có thể là thông tin kênh thứ nhất đạt được bởi các phương pháp nêu trên, hoặc thông tin kênh đạt được bởi các phương pháp khác.

Sau đây, ở bước tạo thứ hai S1704, ma trận tiền mã hóa thứ hai có thể được tạo ra theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh. Thông tin kênh thứ hai có thể là thông tin kênh thứ hai đạt được bởi các phương pháp nêu trên, hoặc thông tin kênh đạt được bởi các phương pháp khác.

Sau đây, ở bước tiền mã hóa S1706, tín hiệu dữ liệu có thể được mã hóa trước theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai. Cụ thể là, ma trận tiền mã hóa thứ ba có thể được tạo ra theo tích Kronecker của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, và tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước ứng dụng ma trận tiền mã hóa thứ ba.

Cần lưu ý rằng, các ví dụ xử lý về các phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo các phương án của sáng chế được nêu trên, nhưng đây chỉ là các ví dụ và không nhằm giới hạn. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể cải biến các phương án nêu trên theo các nguyên lý của sáng chế, ví dụ bổ sung, xóa và/hoặc kết hợp các bước trong các phương án khác nhau hoặc tương tự, và tất cả của các cải biến như vậy nằm trong phạm vi của sáng chế.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng, phương pháp trong các phương án ở đây tương ứng với thiết bị trong các phương án nêu trên, và do đó các nội dung mà không được mô tả chi tiết trong phương pháp của các phương án có thể được đề cập đến phần mô tả ở các vị trí tương ứng của thiết bị của các phương án, và không được lặp lại ở đây.

Ngoài ra, thiết bị điện tử còn được đề xuất theo một phương án của sáng chế. Thiết bị điện tử có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện các phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây theo các phương án của sáng chế.

Cần được hiểu rằng các lệnh thực hiện được bằng máy trong phương tiện lưu trữ và sản phẩm chương trình theo các phương án của sáng chế có thể cũng được tạo cấu hình để thực hiện các phương pháp tương ứng với thiết bị trong các phương án nêu trên, do đó các nội dung mà không được mô tả chi tiết có thể được đề cập đến phần mô tả nêu trên ở các vị trí tương ứng, mà không được mô tả lặp lại ở đây nữa.

Theo đó, phương tiện lưu trữ trên đó sản phẩm chương trình nêu trên chứa các lệnh thực hiện được bằng máy được mang cũng được bao gồm trong sáng chế. Phương tiện lưu trữ bao gồm nhưng không bị giới hạn ở đĩa mềm, đĩa quang, đĩa từ-quang, thẻ nhớ, thanh nhớ và tương tự.

Thêm vào đó, cần lưu ý rằng chuỗi các quy trình xử lý và các thiết bị nêu trên có thể cũng được chứa trong phần mềm và/hoặc phần sụn. Trong trường hợp được chứa trong phần mềm và/hoặc phần sụn, chương trình cấu thành phần mềm được cài đặt từ phương tiện lưu trữ hoặc mạng đến máy tính với cấu trúc phần cứng dành riêng, ví dụ, máy tính cá nhân mục đích chung 1800 được minh họa trên Fig.18, mà có thể thực hiện các chức năng khác nhau khi các chương trình khác nhau được cài đặt trên đó.

Trên Fig.18, bộ xử lý trung tâm (CPU) 1801 thực hiện các quy trình xử lý khác nhau theo chương trình được chứa trong bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, viết tắt là ROM) 1802 hoặc được tải từ phần lưu trữ 1808 vào bộ nhớ

truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, viết tắt là RAM) 1803 trong đó dữ liệu được yêu cầu khi CPU 1801 thực hiện các quy trình xử lý khác nhau cũng được chứa khi cần.

CPU 1801, ROM 1802 và RAM 1803 được kết nối với nhau qua bus 1804 mà tại đó giao diện đầu vào/đầu ra 1805 cũng được kết nối.

Các thành phần dưới đây được kết nối với giao diện đầu vào/đầu ra 1805: phần đầu vào 1806 bao gồm bàn phím, chuột, v.v.; phần đầu ra 1807 bao gồm màn hình, ví dụ, ống tia catốt (Cathode Ray Tube, viết tắt là CRT), màn hình tinh thể lỏng (Liquid Crystal Display, viết tắt là LCD), v.v., loa, v.v.; phần lưu trữ 1808 bao gồm đĩa cứng, v.v.; và phần truyền thông 1809 bao gồm các giao diện mạng, ví dụ, các LAN, môđem, v.v.. Phần truyền thông 1809 thực hiện quy trình truyền thông qua mạng, ví dụ, Internet.

Ổ đĩa 1810 cũng được kết nối với giao diện đầu vào/đầu ra 1805 khi cần. Phương tiện tháo lắp được 1811, ví dụ, đĩa từ, đĩa quang, đĩa quang từ, bộ nhớ bán dẫn, v.v., có thể được lắp đặt trên ổ đĩa 1810 khi cần sao cho chương trình máy tính lấy từ đó có thể được cài đặt trong phần lưu trữ 1808 khi cần.

Trong trường hợp mà chuỗi các quy trình xử lý nêu trên được thực hiện trong phần mềm, chương trình cấu thành phần mềm được cài đặt từ mạng, ví dụ, Internet, v.v., hoặc phương tiện lưu trữ, ví dụ, phương tiện tháo lắp được 1811, v.v..

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ nhận ra rằng phương tiện lưu trữ như vậy sẽ không giới hạn ở phương tiện tháo lắp được 1811 được minh họa trên Fig.18 trong đó chương trình được chứa và được phân bổ riêng biệt từ thiết bị để cung cấp chương trình cho người dùng. Các ví dụ về phương tiện tháo lắp được 1811 bao gồm đĩa từ (bao gồm đĩa mềm (nhãn hiệu đã đăng ký)), đĩa quang (bao gồm đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (Compact Disk-Read Only bộ nhớ, viết tắt là CD-ROM) và đĩa đa năng số (Digital Versatile Disk, viết tắt là DVD)), đĩa quang từ (bao gồm đĩa nhỏ (Mini Disk, viết tắt là MD) (nhãn hiệu đã đăng ký)) và bộ nhớ bán dẫn. Theo cách khác phương tiện

lưu trữ có thể là ROM 1802, đĩa cứng được bao gồm trong phần lưu trữ 1808, v.v., trong đó chương trình được chứa và được phân bổ cùng với thiết bị bao gồm chương trình đến người dùng.

Sau đây, sự mô phỏng của hiệu suất hệ thống trong trường hợp mà kỹ thuật của sáng chế được áp dụng được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.19 đến Fig.21, để minh họa sự cải thiện trong hiệu suất hệ thống đạt được bởi kỹ thuật của sáng chế khi so sánh với kỹ thuật thông thường.

Kịch bản nhiều ô nhiều người dùng được xét đến. Đặt $L=7$ chỉ báo số lượng của các ô và $K=8$ chỉ báo số lượng của những người dùng dùng trong cùng tài nguyên thời gian-tần số. Trạm gốc được bố trí ở trung tâm của mỗi ô, và thiết bị người dùng được phân bổ ngẫu nhiên. Fig.19 thể hiện hình vẽ giản lược của một ví dụ về sự phân bổ của các thiết bị truyền thông trong sự mô phỏng. Đối với độ trải rộng của góc tới, giả sử rằng độ trải rộng của góc theo chiều ngang là 180 độ, độ trải rộng của góc theo chiều thẳng đứng chỉ là 5 độ, và góc tới theo sự phân bổ đều.

Giả sử rằng trạm gốc đã thu nhận trạng thái thông tin kênh sử dụng việc đánh giá kênh hai giai đoạn và sơ đồ phản hồi theo phương án của sáng chế nêu trên. Giả sử rằng $\mathbf{H}_{kls} \in \mathbb{C}^{M_y \times M_x}$ chỉ báo ma trận kênh từ trạm gốc trong ô thứ s đến thiết bị người dùng thứ k trong ô thứ l. Mô hình kênh dải hẹp dưới đây được dùng trong sự mô phỏng:

$$\mathbf{H}_{kls} \in \mathbb{C}^{M_y \times M_x} = \sum_{p=1}^P \mathbf{H}_{kls}^p$$

Ở đó $P=10$ chỉ báo số lượng của các đường dẫn. Ma trận $\mathbf{H}_{kls}^p$ chỉ báo ma trận kênh của đường dẫn con thứ p. Thành phần theo hàng m và cột n của ma trận $\mathbf{H}_{kls}^p$ là:

$$h_{kls}^{m,n,p} = \rho_{kls}^p \exp \left\{ -j2\pi \frac{D}{\lambda} ((m-1) \cos \theta_{kls}^p \cos \beta_{kls}^p + (n-1) \sin \beta_{kls}^p) \right\}$$

Ở đó θ_{kls}^p và β_{kls}^p chỉ báo các góc tới theo chiều ngang và chiều thẳng đứng một cách tương ứng. ρ_{kls}^p chỉ báo hệ số phản xạ diện rộng và được tính theo biểu thức dưới đây:

$$\rho_{kls}^p = z_{kls}^p / (d_{kls})^\alpha$$

Ở đó d_{kls} chỉ báo khoảng cách từ trạm gốc trong ô thứ s đến thiết bị người dùng thứ k trong ô thứ l, α chỉ báo hệ số tổn thất đường dẫn, z_{kls}^p chỉ báo hệ số phản xạ bóng và theo sự phân bố logarit thông thường với phương sai σ_z^2 . Trong sự mô phỏng, giả sử rằng $\alpha=3,5$, $\sigma_z=8$ dB.

Kênh được đánh giá đạt được ở đầu trạm gốc của ô thứ l là:

$$\mathbf{H}_{kl} = \mathbf{H}_{kl} + \sum_{s \neq l} \mathbf{H}_{kls}$$

Trạm gốc trong ô thứ l thu nhận ma trận tiền mã hóa ứng dụng kênh được đánh giá trong biểu thức nêu trên và sử dụng kênh được đánh giá để truyền dữ liệu đường xuống.

Các sự mô phỏng được thực hiện bằng cách sử dụng sơ đồ hiện thời và sơ đồ tiền mã hóa hai giai đoạn theo sáng chế để thực hiện thao tác tiền mã hóa, và các sự khác biệt giữa hiệu suất hệ thống khi dùng các sơ đồ tiền mã hóa khác nhau được so sánh. Các kết quả mô phỏng trong hai trường hợp ví dụ được mô tả như dưới đây.

Trường hợp thứ nhất: phạm vi của ô là 200 m, và độ cao của trạm gốc là 35 m. Giả sử rằng các độ cao của tất cả thiết bị người dùng là 1,5 m trong trường hợp này. Fig.20 thể hiện kết quả mô phỏng trong trường hợp thứ nhất. Fig.20 thể

hiện hình vẽ giản lược của ví dụ so sánh giữa hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật thông thường được áp dụng và hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật của sáng chế được áp dụng. Trên Fig.20, số lượng của các anten theo chiều thẳng đứng được giữ không đổi là $M_y=8$ và $M_y=128$, và số lượng của các anten theo chiều ngang là biến số. Có thể thấy được từ Fig.20 rằng, như được so sánh với sơ đồ thông thường, hiệu suất hệ thống tốt hơn đạt được theo sơ đồ tiền mã hóa hai bước của sáng chế. Ví dụ, trong trường hợp mà $M_y=8$, hiệu quả phổ có thể đạt tới khoảng 1,6 bps/Hz khi sử dụng sơ đồ tiền mã hóa hai bước, và hiệu quả phổ có thể chỉ đạt tới khoảng 0,6 bps/Hz khi sử dụng sơ đồ thông thường. Trong trường hợp mà $M_y=128$, độ khuếch đại đạt được bởi sơ đồ theo sáng chế vẫn vượt quá 0,2 bps/Hz. Ngoài ra, có thể thấy được từ Fig.20 rằng, M_y càng lớn (nghĩa là, số lượng của các anten theo chiều thẳng đứng), thì hiệu quả phổ càng lớn. Ví dụ, trong trường hợp mà M_y được tăng lên từ 8 đến 128, hiệu quả phổ đạt được bởi sơ đồ của sáng chế được nâng cao từ trị số nhỏ hơn 2 bps/Hz tới khoảng 2,3 bps/Hz, vì M_y càng lớn, thì việc tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng càng chính xác hơn, nhờ đó nâng cao hiệu suất tổng.

Đối với trường hợp thứ hai, các thông số mô phỏng được lựa chọn dựa vào 3GPP TR 36,873. Một cách cụ thể, môi trường mô phỏng là ô lớn trong thành phố với mật độ người dùng cao. Phạm vi của ô là 250 m, và độ cao của trạm gốc là 25 m. Độ cao của thiết bị người dùng được tạo ra theo biểu thức dưới đây:

$$h_{UE} = 3(n_{fl} - 1) + 1.5$$

Trong đó, h_{UE} chỉ báo độ cao của thiết bị người dùng, n_{fl} phân bố đều nằm trong đoạn $[1, N_{fl}]$, và N_{fl} phân bố đều nằm trong đoạn $[4, 8]$.

Fig.21 thể hiện kết quả mô phỏng trong trường hợp thứ hai. Fig.21 thể hiện hình vẽ giản lược của ví dụ so sánh khác giữa hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật thông thường được áp dụng và hiệu quả phổ trong hệ thống truyền thông không dây mà tại đó kỹ thuật của sáng chế

được áp dụng. Vì phạm vi của ô trở nên lớn, nhiều thiết bị người dùng sẽ phải chịu nhiễu liên ô, và do đó hiệu suất phổ trung bình bị giảm tới một mức độ nhất định. Tuy nhiên, khi được so sánh với giải pháp thông thường, hiệu suất hệ thống tốt hơn vẫn đạt được với sơ đồ của sáng chế. Một cách tương tự, như được nêu trên, hiệu suất hệ thống đạt được bởi sơ đồ của sáng chế sẽ được nâng cao khi nhiều anten được bố trí theo chiều thẳng đứng.

Có thể thấy được từ các kết quả mô phỏng nêu trên rằng, khi được so sánh với sơ đồ thông thường, bằng cách xem xét trạng thái kênh giữa trạm gốc và tất cả thiết bị người dùng, độ tự do được đưa ra bởi các anten theo chiều thẳng đứng có thể được ứng dụng tốt hơn bởi giải pháp tiền mã hóa theo chiều thẳng đứng, do đó nhiễu liên ô được giảm một cách đáng kể và hiệu suất tổng được nâng cao. Ngoài ra, trong trường hợp kết hợp kỹ thuật chuẩn độ anten thông thường và kỹ thuật tạo chùm, nhiễu liên ô được tạo ra do đa hợp hoa tiêu cũng được giảm, nhờ đó nâng cao thêm hiệu suất hệ thống.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng, theo kết quả mô phỏng, có thể không thích hợp lựa chọn vector biến đổi Fourier gián đoạn (discrete Fourier transform, viết tắt là DFT) làm tập mã theo chiều thẳng đứng, và cần phải thiết kế tập mã mà được làm thích ứng tốt hơn với hệ thống 3D-MIMO cỡ lớn.

Sau đây, các ví dụ ứng dụng theo sáng chế được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.22 đến Fig.24.

Ví dụ ứng dụng liên quan đến eNB

Ví dụ ứng dụng thứ nhất

Fig.22 là sơ đồ khối minh họa ví dụ thứ nhất về cấu hình giản lược của eNB mà tại đó kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng. eNB 2200 bao gồm một hoặc nhiều anten 2210 và thiết bị trạm gốc 2220. Mỗi anten 2210 và thiết bị trạm gốc 2220 có thể được kết nối với nhau qua dây cáp RF.

Mỗi trong số các anten 2210 bao gồm một hoặc nhiều phần tử anten (chẳng hạn nhiều phần tử anten được bao gồm trong anten đa đầu vào đa đầu ra

(Multiple Input Multiple Output, viết tắt là MIMO)), và được sử dụng cho thiết bị trạm gốc 2220 để truyền và thu các tín hiệu radio. eNB 2200 có thể bao gồm nhiều anten 2210, như được minh họa trên Fig.22. Ví dụ, nhiều anten 2210 có thể thích hợp với nhiều dải tần số được sử dụng bởi eNB 2200. Mặc dù Fig.22 minh họa ví dụ trong đó eNB 2200 bao gồm nhiều anten 2210, eNB 2200 có thể cũng bao gồm một anten 2210.

Thiết bị trạm gốc 2220 bao gồm bộ điều khiển 2221, bộ nhớ 2222, giao diện mạng 2223 và giao diện truyền thông vô tuyến 2225.

Bộ điều khiển 2221 có thể là, ví dụ, CPU hoặc DSP, và vận hành các chức năng khác nhau của lớp cao hơn của thiết bị trạm gốc 2220. Ví dụ, bộ điều khiển 2221 tạo ra gói dữ liệu từ dữ liệu trong các tín hiệu được xử lý bởi giao diện truyền thông vô tuyến 2225, và chuyển gói được tạo ra qua giao diện mạng 2223. Bộ điều khiển 2221 có thể nhóm dữ liệu từ nhiều bộ xử lý dải gốc để tạo ra các gói được nhóm, và chuyển gói được nhóm được tạo ra. Bộ điều khiển 2221 có thể có các chức năng logic để thực hiện việc điều khiển chẳng hạn như điều khiển tài nguyên radio, điều khiển sóng mang radio, quản lý di động, điều khiển nạp và lập lịch. Việc điều khiển có thể được thực hiện kết hợp với eNB hoặc nút mạng lân cận. Bộ nhớ 2222 bao gồm RAM và ROM, và chứa chương trình mà được thực hiện bởi bộ điều khiển 2221, và các loại khác nhau để điều khiển dữ liệu (chẳng hạn như danh sách thiết bị đầu cuối, dữ liệu công suất truyền và dữ liệu lập lịch).

Giao diện mạng 2223 là giao diện truyền thông dùng để kết nối thiết bị trạm gốc 2220 đến mạng lõi 2224. Bộ điều khiển 2221 có thể truyền thông với nút mạng lõi hoặc eNB khác qua giao diện mạng 2223. Trong trường hợp đó, eNB 2200, và nút mạng lõi hoặc eNB khác có thể được kết nối với nhau qua giao diện logic (chẳng hạn như giao diện S1 và giao diện X2). Giao diện mạng 2223 có thể cũng là giao diện truyền thông nối dây hoặc giao diện truyền thông vô tuyến cho mạng trực vô tuyến. Nếu giao diện mạng 2223 là giao diện truyền thông vô tuyến, giao diện mạng 2223 có thể sử dụng dải tần số cao hơn cho việc

truyền thông vô tuyến hơn là dải tần số được sử dụng bởi giao diện truyền thông vô tuyến 2225.

Giao diện truyền thông vô tuyến 2225 hỗ trợ sơ đồ truyền thông di động bất kỳ chẳng hạn như tiến hóa lâu dài (Long Term Evolution, viết tắt là LTE) và LTE-cải tiến, và cung cấp kết nối vô tuyến đến thiết bị đầu cuối được định vị trong ô của eNB 2200 qua anten 2210. Giao diện truyền thông vô tuyến 2225 có thể thường bao gồm, ví dụ, bộ xử lý dải gốc (baseband, viết tắt là BB) 2226 và mạch RF 2227. Bộ xử lý BB 2226 có thể thực hiện, ví dụ, mã hóa/giải mã, điều biến/giải điều biến, và đa hợp/giải đa hợp, và thực hiện các loại xử lý tín hiệu khác nhau của các lớp (chẳng hạn như L1, điều khiển truy cập phương tiện (Medium Access Control, viết tắt là MAC), điều khiển liên kết radio (Radio Link Control, viết tắt là RLC), và giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol, viết tắt là PDCP). Bộ xử lý BB 2226 có thể có một phần hoặc tất cả của các chức năng logic nêu trên thay vì bộ điều khiển 2221. Bộ xử lý BB 2226 có thể là bộ nhớ mà chứa chương trình điều khiển truyền thông, hoặc môđun bao gồm bộ xử lý và mạch liên quan được tạo cấu hình để thực hiện chương trình. Cập nhật chương trình có thể cho phép các chức năng của bộ xử lý BB 2226 cần được thay đổi. Môđun có thể là thẻ hoặc thanh mà được đưa vào rãnh của thiết bị trạm gốc 2220. Theo cách khác, môđun có thể cũng là chip nghĩa là được lắp trên thẻ hoặc thanh. Trong khi đó, mạch RF 2227 có thể bao gồm, ví dụ, bộ trộn, bộ lọc, và bộ khuếch đại, và truyền và thu các tín hiệu radio qua anten 2210.

Giao diện truyền thông vô tuyến 2225 có thể bao gồm nhiều bộ xử lý BB 2226, như được minh họa trên Fig.22. Ví dụ, các bộ xử lý BB 2226 có thể thích hợp với nhiều dải tần số được sử dụng bởi eNB 2200. Giao diện truyền thông vô tuyến 2225 có thể bao gồm nhiều mạch RF 2227, như được minh họa trên Fig.22. Ví dụ, nhiều mạch RF 2227 có thể thích hợp với nhiều phân tử anten. Mặc dù Fig.22 minh họa ví dụ trong đó giao diện truyền thông vô tuyến 2225 bao gồm nhiều bộ xử lý BB 2226 và nhiều mạch RF 2227, giao diện truyền

thông vô tuyến 2225 có thể cũng bao gồm một bộ xử lý BB 2226 hoặc một mạch RF 2227.

Ví dụ ứng dụng thứ hai

Fig.23 là sơ đồ khối minh họa ví dụ thứ hai về cấu hình giản lược của eNB mà tại đó kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng. eNB 2330 bao gồm một hoặc nhiều anten 2340, thiết bị trạm gốc 2350 và RRH 2360. Mỗi anten 2340 và RRH 2360 có thể được kết nối với nhau qua dây cáp RF. Thiết bị trạm gốc 2350 và RRH 2360 có thể được kết nối với nhau qua đường tốc độ cao chẳng hạn như cáp quang.

Mỗi trong số các anten 2340 bao gồm một hoặc nhiều phần tử anten (chẳng hạn như nhiều phần tử anten được bao gồm trong anten MIMO), và được sử dụng cho RRH 2360 để truyền và thu các tín hiệu radio. eNB 2330 có thể bao gồm nhiều anten 2340, như được minh họa trên Fig.23. Ví dụ, nhiều anten 2340 có thể thích hợp với nhiều dải tần số được sử dụng bởi eNB 2330. Mặc dù Fig.23 minh họa ví dụ trong đó eNB 2330 bao gồm nhiều anten 2340, eNB 2330 có thể cũng bao gồm một anten 2340.

Thiết bị trạm gốc 2350 bao gồm bộ điều khiển 2351, bộ nhớ 2352, giao diện mạng 2353, giao diện truyền thông vô tuyến 2355 và giao diện kết nối 2357. Bộ điều khiển 2351, bộ nhớ 2352, và giao diện mạng 2353 giống như bộ điều khiển 2221, bộ nhớ 2222 và giao diện mạng 2223 được mô tả dựa vào Fig.22.

Giao diện truyền thông vô tuyến 2355 hỗ trợ sơ đồ truyền thông di động bất kỳ chẳng hạn như LTE và LTE-cải tiến, và cung cấp việc truyền thông vô tuyến đến thiết bị đầu cuối được định vị trong khu vực tương ứng với RRH 2360 qua RRH 2360 và anten 2340. Giao diện truyền thông vô tuyến 2355 có thể thường bao gồm, ví dụ, bộ xử lý BB 2356. Bộ xử lý BB 2356 là giống như bộ xử lý BB 2226 được mô tả dựa vào Fig.22, ngoại trừ bộ xử lý BB 2356 được kết nối với mạch RF 2364 của RRH 2360 qua giao diện kết nối 2357. Giao diện truyền thông vô tuyến 2355 có thể bao gồm các bộ xử lý BB 2356, như được minh họa trên Fig.23. Ví dụ, các bộ xử lý BB 2356 có thể thích hợp với nhiều

dải tần số được sử dụng bởi eNB 2330. Mặc dù Fig.23 minh họa ví dụ trong đó giao diện truyền thông vô tuyến 2355 bao gồm các bộ xử lý BB 2356, giao diện truyền thông vô tuyến 2355 có thể cũng bao gồm một bộ xử lý BB 2356.

Giao diện kết nối 2357 là giao diện dùng để kết nối thiết bị trạm gốc 2350 (giao diện truyền thông vô tuyến 2355) đến RRH 2360. Giao diện kết nối 2357 có thể cũng là môđun truyền thông để truyền thông trong đường tốc độ cao nêu trên mà kết nối thiết bị trạm gốc 2350 (giao diện truyền thông vô tuyến 2355) với RRH 2360.

RRH 2360 bao gồm giao diện kết nối 2361 và giao diện truyền thông vô tuyến 2363.

Giao diện kết nối 2361 là giao diện để kết nối RRH 2360 (giao diện truyền thông vô tuyến 2363) với thiết bị trạm gốc 2350. Giao diện kết nối 2361 có thể cũng là môđun truyền thông để truyền thông trong đường tốc độ cao nêu trên.

Giao diện truyền thông vô tuyến 2363 truyền và thu các tín hiệu radio qua anten 2340. Giao diện truyền thông vô tuyến 2363 có thể thường bao gồm, ví dụ, mạch RF 2364. Mạch RF 2364 có thể bao gồm, ví dụ, bộ trộn, bộ lọc, và bộ khuếch đại, và truyền và thu các tín hiệu radio qua anten 2340. Giao diện truyền thông vô tuyến 2363 có thể bao gồm nhiều mạch RF 2364, như được minh họa trên Fig.23. Ví dụ, nhiều mạch RF 2364 có thể hỗ trợ nhiều phần tử anten. Mặc dù Fig.23 minh họa ví dụ trong đó giao diện truyền thông vô tuyến 2363 bao gồm nhiều mạch RF 2364, giao diện truyền thông vô tuyến 2363 có thể cũng bao gồm một mạch RF 2364.

Trong eNB 2200 và eNB 2330 được minh họa trên Fig.22 và Fig.23, bộ phận thu phát 402 được mô tả bằng cách sử dụng Fig.4 có thể được thực hiện bởi giao diện truyền thông vô tuyến 2225, và giao diện truyền thông vô tuyến 2355 và/hoặc giao diện truyền thông vô tuyến 2363. Ít nhất một phần của các chức năng của thiết bị ở đầu trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây nêu trên có thể cũng được thực hiện bởi bộ điều khiển 2221 và bộ điều khiển 2351.

Ví dụ ứng dụng liên quan đến thiết bị người dùng

Fig.24 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ về cấu hình giản lược của điện thoại thông minh 2400 mà tại đó kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng. Điện thoại thông minh 2400 bao gồm bộ xử lý 2401, bộ nhớ 2402, phương tiện lưu trữ 2403, giao diện kết nối ngoại vi 2404, camera 2406, cảm biến 2407, micrô 2408, thiết bị đầu vào 2409, thiết bị hiển thị 2410, loa 2411, giao diện truyền thông vô tuyến 2412, một hoặc nhiều chuyển mạch anten 2415, một hoặc nhiều anten 2416, bus 2417, pin 2418 và bộ điều khiển phụ 2419.

Bộ xử lý 2401 có thể là, ví dụ, CPU hoặc hệ thống trên chip (System on Chip, viết tắt là SoC), và điều khiển các chức năng của lớp ứng dụng và lớp khác của điện thoại thông minh 2400. Bộ nhớ 2402 bao gồm RAM và ROM, và chứa chương trình mà được thực hiện bởi bộ xử lý 2401, và dữ liệu. Phương tiện lưu trữ 2403 có thể bao gồm phương tiện lưu trữ chẳng hạn như bộ nhớ bán dẫn và đĩa cứng. Giao diện kết nối ngoại vi 2404 là giao diện để kết nối thiết bị ngoại vi chẳng hạn như bộ nhớ thẻ và thiết bị bus nối tiếp đa năng (Universal Serial Bus, viết tắt là USB) đến điện thoại thông minh 2400.

Camera 2406 bao gồm cảm biến hình ảnh chẳng hạn như thiết bị ghép nối sạc (Charge Coupled Device, viết tắt là CCD) và bán dẫn oxit kim loại bổ sung (Complementary Metal Oxide Semiconductor, viết tắt là CMOS), và tạo ra ảnh chụp. Cảm biến 2407 có thể bao gồm một nhóm cảm biến chẳng hạn như cảm biến đo, cảm biến quay, cảm biến địa từ, và cảm biến gia tốc. Micrô 2408 chuyển đổi các âm thanh mà được nhập vào điện thoại thông minh 2400 thành các tín hiệu audio. Thiết bị đầu vào 2409 bao gồm, ví dụ, cảm biến chạm được tạo cấu hình để phát hiện việc chạm lên màn hình của thiết bị hiển thị 2410, tấm phím, bàn phím, nút bấm, hoặc chuyển mạch, và thu thập tác hoặc thông tin được nhập vào từ người dùng. Thiết bị hiển thị 2410 bao gồm màn hình chẳng hạn như màn hình tinh thể lỏng (Liquid Crystal Display, viết tắt là LCD) và màn hình điốt phát quang hữu cơ (Organic Light-Emitting Diode, viết tắt là OLED), và hiển thị ảnh đầu ra của điện thoại thông minh 2400. Loa 2411 chuyển đổi các

tín hiệu audio mà được xuất ra từ điện thoại thông minh 2400 thành âm thanh.

Giao diện truyền thông vô tuyến 2412 hỗ trợ sơ đồ truyền thông di động bất kỳ chẳng hạn như LTE và LTE-cải tiến, và thực hiện việc truyền thông vô tuyến. Giao diện truyền thông vô tuyến 2412 có thể thường bao gồm, ví dụ, bộ xử lý BB 2413 và mạch RF 2414. Bộ xử lý BB 2413 có thể thực hiện, ví dụ, mã hóa/giải mã, điều biến/giải điều biến, và đa hợp/giải đa hợp, và thực hiện các loại quy trình xử lý tín hiệu khác nhau dùng cho việc truyền thông vô tuyến. Trong khi đó, mạch RF 2414 có thể bao gồm, ví dụ, bộ trộn, bộ lọc, và bộ khuếch đại, và truyền và thu các tín hiệu radio qua anten 2416. Giao diện truyền thông vô tuyến 2412 có thể là môđun một chip có bộ xử lý BB 2413 và mạch RF 2414 được tích hợp trên đó. Giao diện truyền thông vô tuyến 2412 có thể bao gồm các bộ xử lý BB 2413 và nhiều mạch RF 2414, như được minh họa trên Fig.24. Mặc dù Fig.24 minh họa ví dụ trong đó giao diện truyền thông vô tuyến 2412 bao gồm các bộ xử lý BB 2413 và nhiều mạch RF 2414, giao diện truyền thông vô tuyến 2412 có thể cũng bao gồm một bộ xử lý BB 2413 hoặc một mạch RF 2414.

Thêm vào đó, ngoài sơ đồ truyền thông di động, giao diện truyền thông vô tuyến 2412 có thể hỗ trợ loại sơ đồ truyền thông vô tuyến khác chẳng hạn như sơ đồ truyền thông không dây khoảng cách ngắn, sơ đồ truyền thông trường gần, và sơ đồ mạng vùng cục bộ (LAN) radio. Trong trường hợp đó, giao diện truyền thông vô tuyến 2412 có thể bao gồm bộ xử lý BB 2413 và mạch RF 2414 đối với mỗi sơ đồ truyền thông vô tuyến.

Mỗi trong số các chuyển mạch anten 2415 chuyển mạch các đích kết nối của các anten 2416 trong số các mạch (chẳng hạn như các mạch dùng cho các sơ đồ truyền thông vô tuyến khác nhau) được bao gồm trong giao diện truyền thông vô tuyến 2412.

Mỗi trong số các anten 2416 bao gồm một hoặc nhiều phần tử anten (chẳng hạn như nhiều phần tử anten được bao gồm trong anten MIMO), và được sử dụng cho giao diện truyền thông vô tuyến 2412 để truyền và thu các tín hiệu

radio. Điện thoại thông minh 2400 có thể bao gồm nhiều anten 2416, như được minh họa trên Fig.24. Mặc dù Fig.24 minh họa ví dụ trong đó điện thoại thông minh 2400 bao gồm nhiều anten 2416, điện thoại thông minh 2400 có thể cũng bao gồm một anten 2416.

Thêm vào đó, điện thoại thông minh 2400 có thể bao gồm anten 2416 cho mỗi sơ đồ truyền thông vô tuyến. Trong trường hợp đó, các chuyển mạch anten 2415 có thể được bỏ qua khỏi cấu hình của điện thoại thông minh 2400.

Bus 2417 kết nối bộ xử lý 2401, bộ nhớ 2402, phương tiện lưu trữ 2403, giao diện kết nối ngoại vi 2404, camera 2406, cảm biến 2407, micro 2408, thiết bị đầu vào 2409, thiết bị hiển thị 2410, loa 2411, giao diện truyền thông vô tuyến 2412, và bộ điều khiển phụ 2419 với nhau. Pin 2418 cấp nguồn đến các khối của điện thoại thông minh 2400 được minh họa trên Fig.24 qua các đường cấp, mà được thể hiện một phần như các đường đứt nét trên hình vẽ. Bộ điều khiển phụ 2419 thao tác chức năng cần thiết tối thiểu của điện thoại thông minh 2400, ví dụ, trong chế độ chờ.

Trong điện thoại thông minh 2400 được minh họa trên Fig.24, bộ phận gửi tín hiệu tham chiếu hoặc bộ phận thu phát được mô tả bằng cách sử dụng Fig.6 và Fig.7 có thể được thực hiện bởi giao diện truyền thông vô tuyến 2412. Ít nhất một phần các chức năng của thiết bị ở đầu thiết bị người dùng được nêu trên có thể cũng được thực hiện bởi bộ xử lý 2401 hoặc bộ điều khiển phụ 2419.

Các phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả dựa vào các hình vẽ nêu trên, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ nêu trên. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể thực hiện các thay đổi và cải biến khác nhau nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, và cần được hiểu rằng các thay đổi và cải biến này nằm trong phạm vi kỹ thuật của sáng chế.

Ví dụ, trong các phương án nêu trên, các chức năng được bao gồm trong một bộ phận có thể được thực hiện bởi các thiết bị riêng biệt. Theo cách khác, trong các phương án nêu trên, các chức năng được thực hiện nhiều bộ phận có

thể được thực hiện bởi các thiết bị riêng biệt. Ngoài ra, một trong số các chức năng nêu trên có thể được thực hiện bởi nhiều bộ phận. Hiển nhiên là, cấu hình như vậy được bao gồm trong phạm vi kỹ thuật của sáng chế.

Trong phần mô tả, các bước được mô tả trong các lưu đồ không chỉ bao gồm quy trình xử lý được thực hiện theo trình tự thời gian theo thứ tự được mô tả, nhưng cũng bao gồm quy trình xử lý được thực hiện đồng thời hoặc riêng biệt nhưng không phải theo trình tự thời gian. Ngoài ra, ngay cả khi nếu trong các bước được thực hiện theo trình tự thời gian, như một vấn đề hiển nhiên, thứ tự này có thể được thay đổi một cách thích hợp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị trong hệ thống truyền thông không dây, thiết bị này bao gồm:

hệ mạch tạo thứ nhất được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai;

hệ mạch tạo thứ hai bao gồm:

hệ mạch tạo ma trận kênh tương đương được tạo cấu hình để tạo ra ma trận kênh tương đương theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh, và

hệ mạch tạo ma trận tiền mã hóa thứ hai được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận kênh tương đương; và

hệ mạch tiền mã hóa được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó hệ mạch tạo ma trận kênh tương đương còn được tạo cấu hình để tạo ra ma trận kênh tương đương theo tích trong của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó hệ mạch tiền mã hóa còn bao gồm:

hệ mạch tạo ma trận tiền mã hóa thứ ba được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ ba theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

hệ mạch thực hiện tiền mã hóa được tạo cấu hình để mã hóa trước tín hiệu dữ liệu sử dụng ma trận tiền mã hóa thứ ba.

4. Thiết bị theo điểm 3, trong đó hệ mạch tạo ma trận tiền mã hóa thứ ba còn được tạo cấu hình để tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ ba theo tích Kronecker của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thông tin kênh thứ nhất là thông tin kênh theo hướng chiều thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai là thông tin kênh theo hướng

chiều thứ hai.

6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó hướng chiều thứ nhất là hướng độ cao, và hướng chiều thứ hai là hướng góc.

7. Thiết bị theo điểm 5, trong đó hướng chiều thứ nhất là hướng góc, và hướng chiều thứ hai là hướng độ cao.

8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thông tin kênh thứ nhất là thông tin sơ bộ trên kênh, và thông tin kênh thứ hai là thông tin thêm trên kênh.

9. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị truyền thông thứ nhất là trạm gốc, thiết bị truyền thông thứ hai là thiết bị người dùng, thiết bị được đặt ở trạm gốc, và thiết bị còn bao gồm:

bộ thu phát được tạo cấu hình để thực hiện việc thu phát tín hiệu giữa thiết bị người dùng và trạm gốc.

10. Phương pháp trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị truyền thông thứ hai;

tạo ra ma trận kênh tương đương theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai trên kênh;

tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận kênh tương đương; và

mã hóa trước tín hiệu dữ liệu theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

11. Thiết bị trong thiết bị người dùng của hệ thống truyền thông không dây, thiết bị này bao gồm hệ mạch được tạo cấu hình để:

thông báo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị người dùng đối với thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất;

thông báo thông tin kênh thứ hai trên kênh đối với thiết bị truyền thông

thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận kênh tương đương được tạo ra theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai; và

thu nhận tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai,

trong đó thiết bị còn bao gồm bộ thu phát được tạo cấu hình để thu tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó ma trận kênh tương đương được tạo ra theo tích trong của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai.

13. Thiết bị theo điểm 11, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ ba được tạo ra bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước sử dụng ma trận tiền mã hóa thứ ba.

14. Thiết bị theo điểm 13, trong đó ma trận tiền mã hóa thứ ba được tạo ra theo tích Kronecker của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

15. Thiết bị theo điểm 11, trong đó thông tin kênh thứ nhất là thông tin kênh theo hướng chiều thứ nhất, và thông tin kênh thứ hai là thông tin kênh theo hướng chiều thứ hai.

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó hướng chiều thứ nhất là hướng độ cao, và hướng chiều thứ hai là hướng góc.

17. Thiết bị theo điểm 15, trong đó hướng chiều thứ nhất là hướng góc, và hướng chiều thứ hai là hướng độ cao.

18. Thiết bị theo điểm 11, trong đó thông tin kênh thứ nhất là thông tin sơ bộ trên kênh, và thông tin kênh thứ hai là thông tin thêm trên kênh.

19. Thiết bị theo điểm 11, trong đó thiết bị truyền thông thứ nhất là trạm gốc trong đó:

bộ thu phát còn được tạo cấu hình để thực hiện việc thu phát tín hiệu giữa

thiết bị người dùng và trạm gốc.

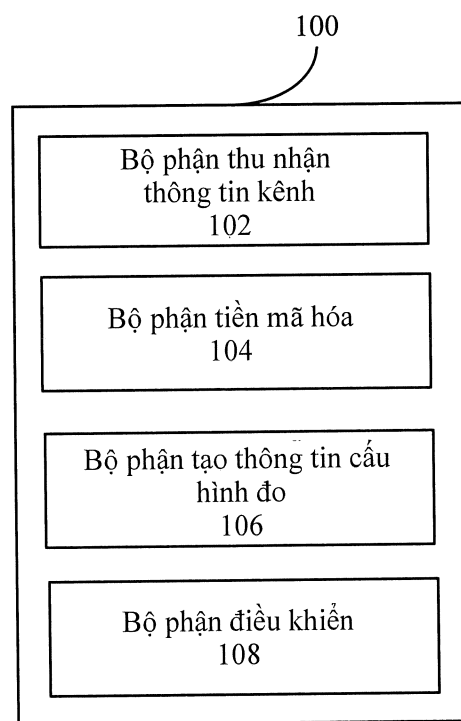
20. Phương pháp trong thiết bị người dùng của hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm:

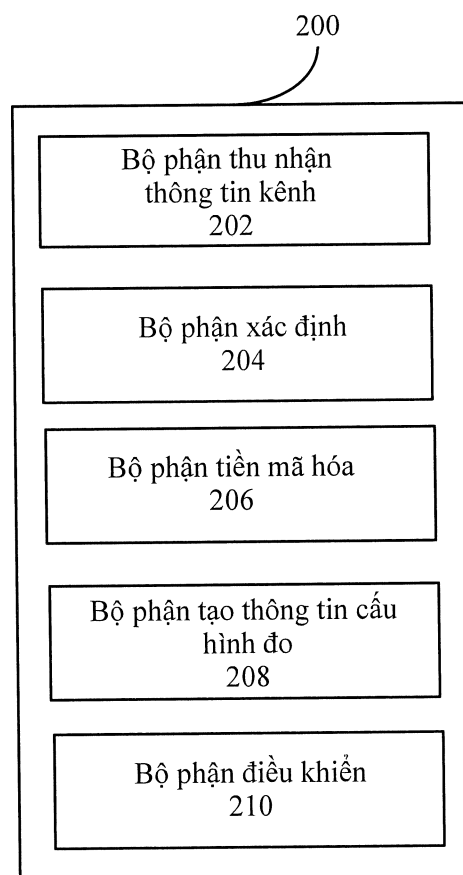
thông báo thông tin kênh thứ nhất trên kênh giữa thiết bị truyền thông thứ nhất và thiết bị người dùng đối với thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ nhất theo thông tin kênh thứ nhất;

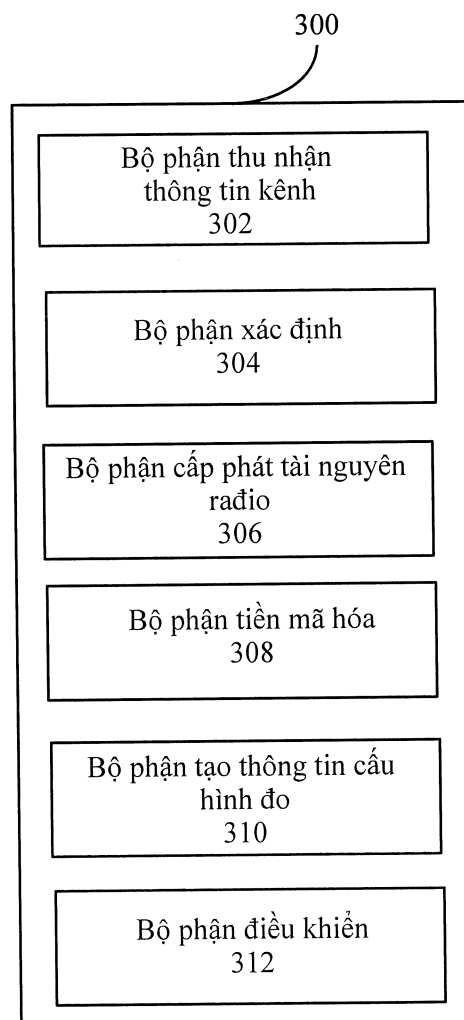
thông báo thông tin kênh thứ hai trên kênh đối với thiết bị truyền thông thứ nhất tạo ra ma trận tiền mã hóa thứ hai theo ma trận kênh tương đương được tạo ra theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thông tin kênh thứ hai;

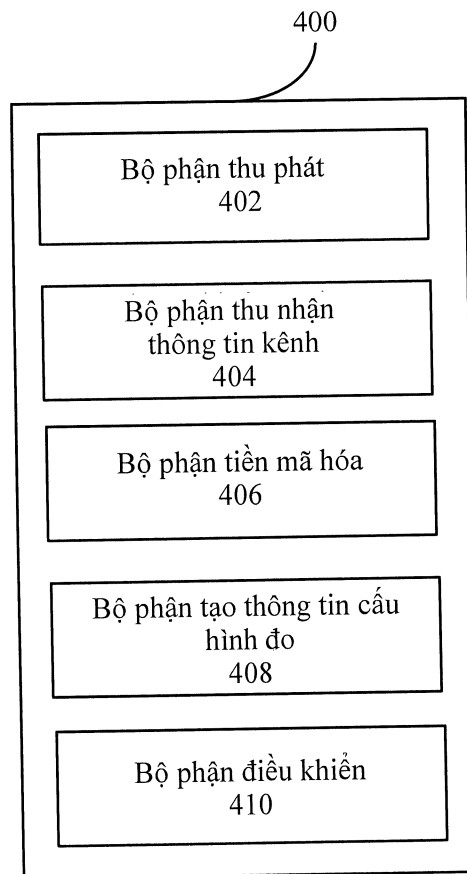
thu nhận tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

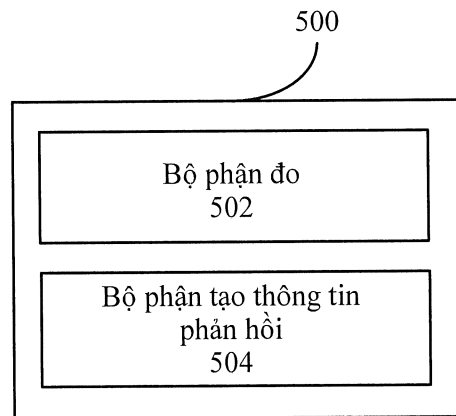
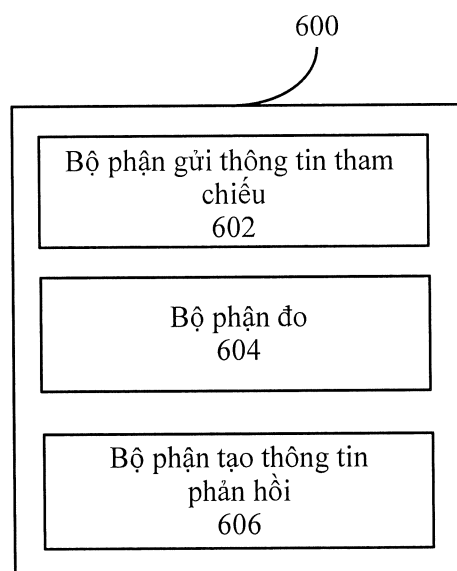
thu, sử dụng bộ thu phát, tín hiệu dữ liệu được mã hóa trước bởi thiết bị truyền thông thứ nhất theo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai.

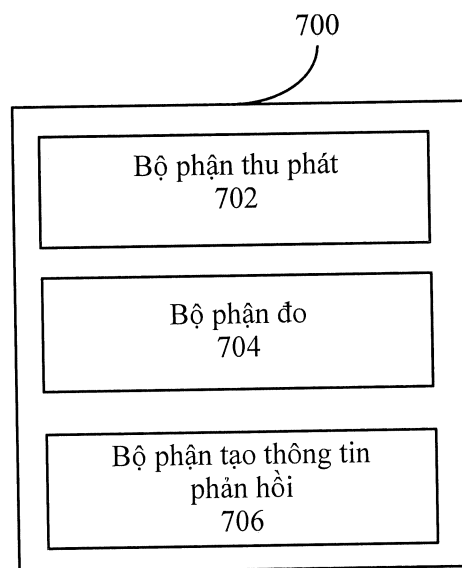
**Fig.1**

**Fig.2**

**Fig.3**

**Fig.4**

**Fig.5****Fig.6**

**Fig.7**

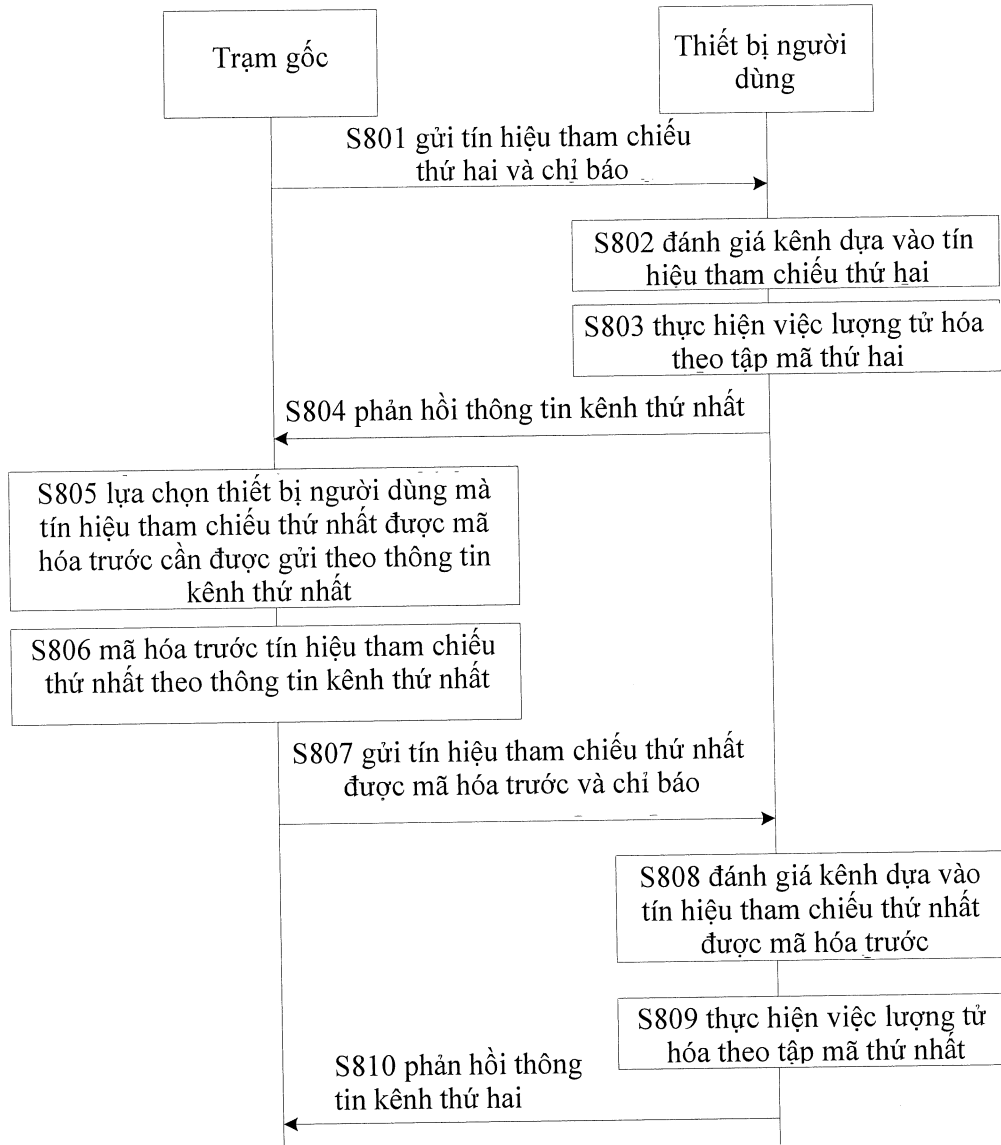


Fig.8

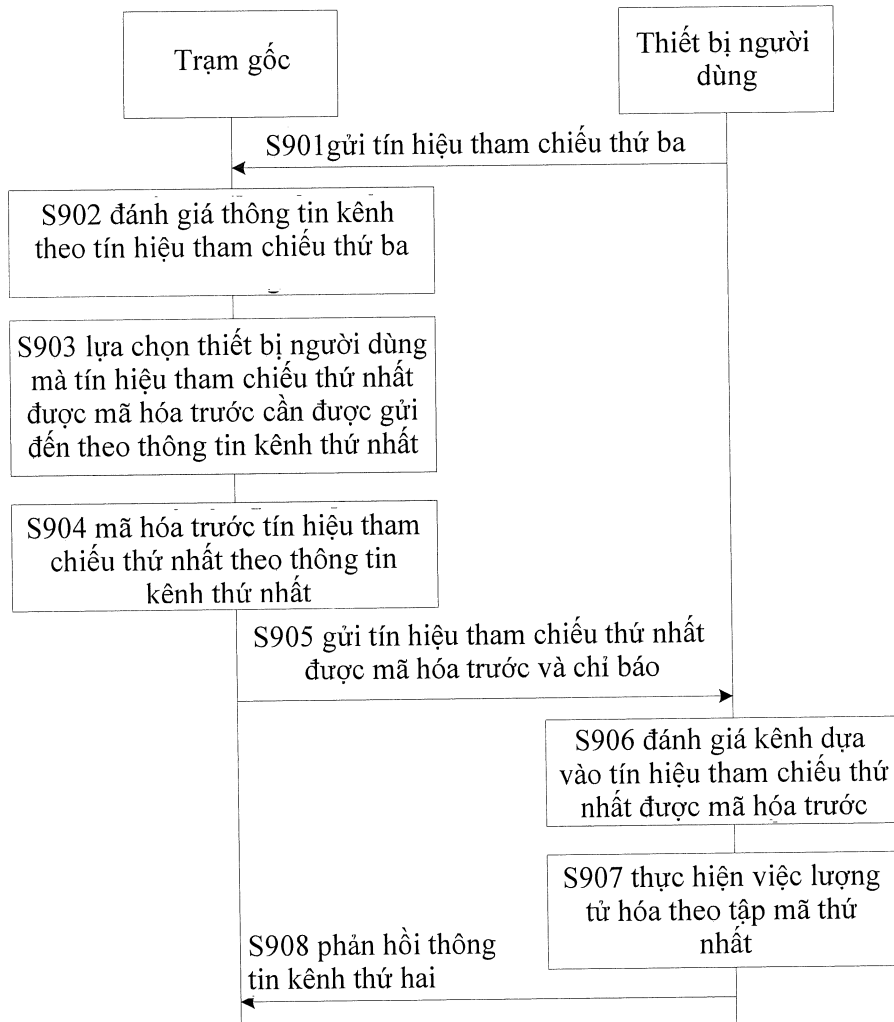
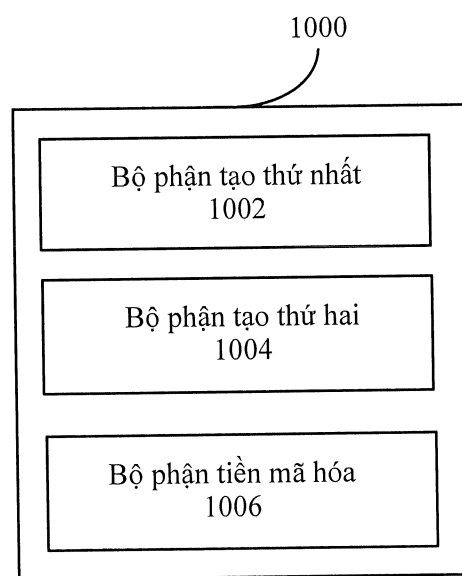
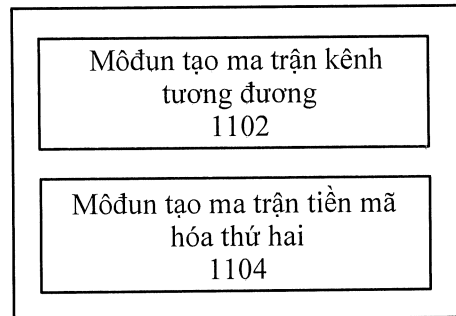
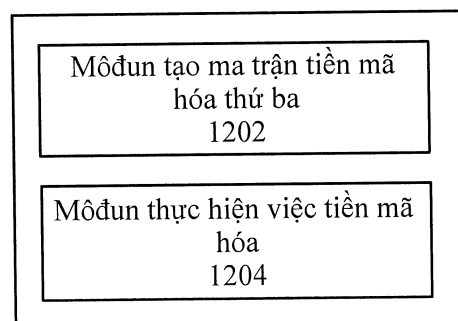


Fig.9

**Fig.10**

**Fig.11****Fig.12**

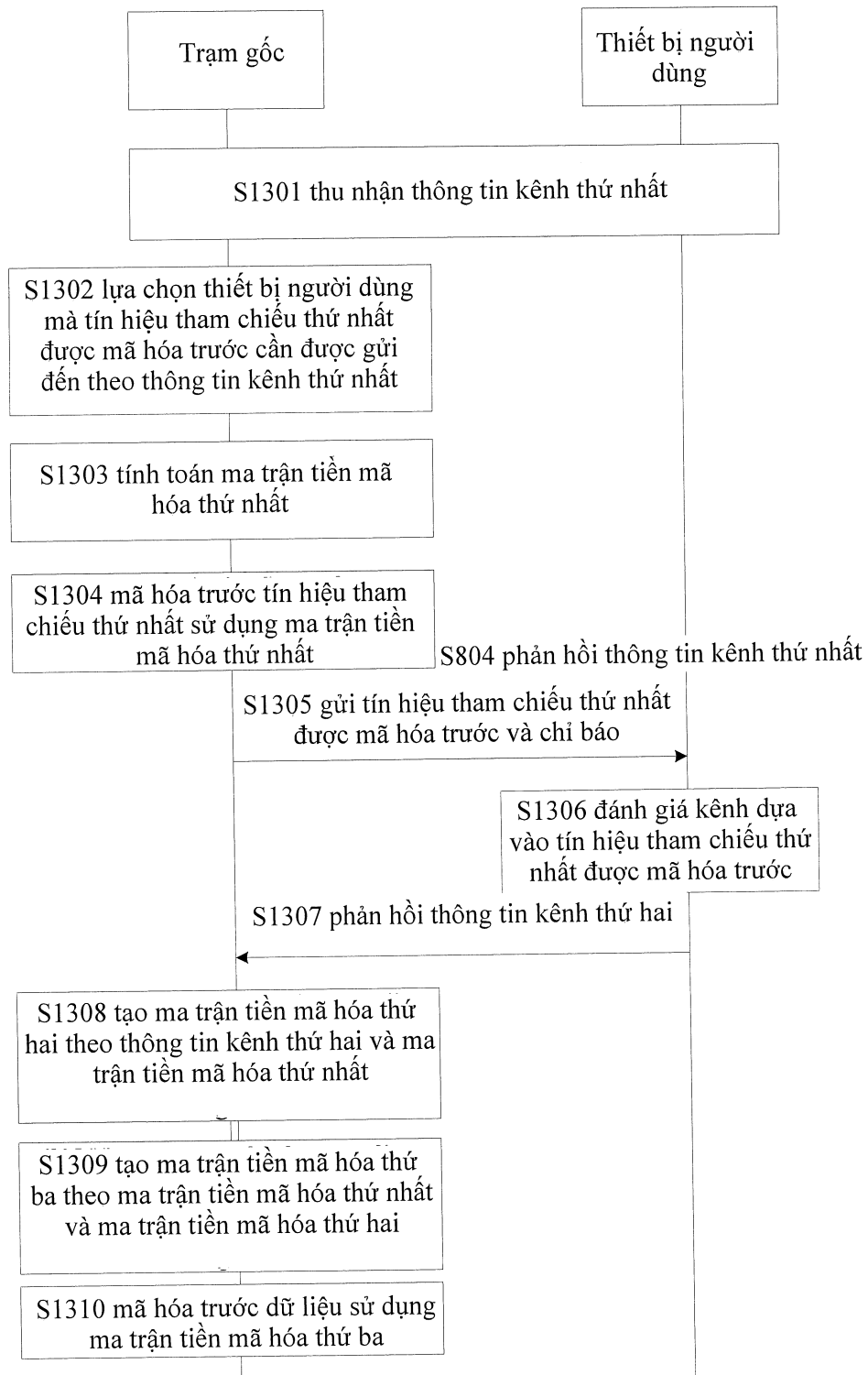
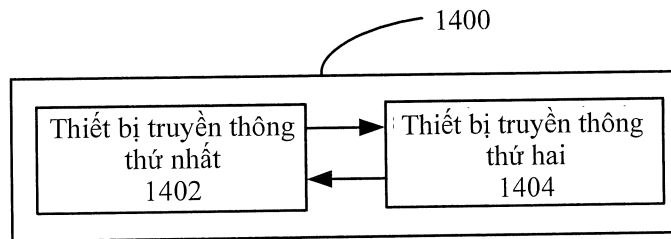
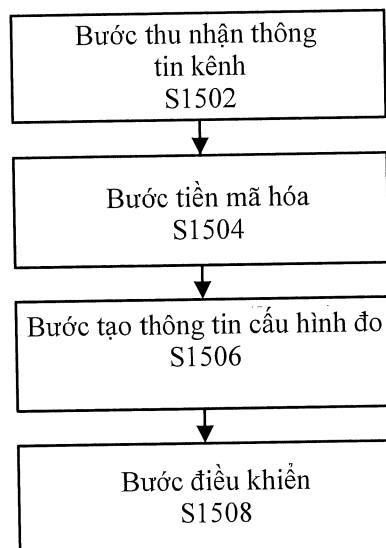
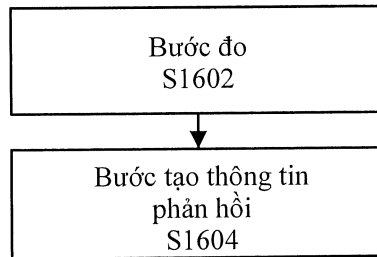
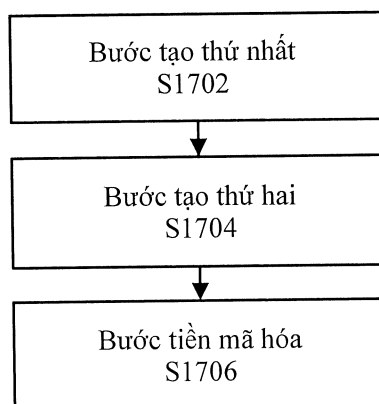


Fig.13

**Fig.14****Fig.15**

**Fig.16****Fig.17**

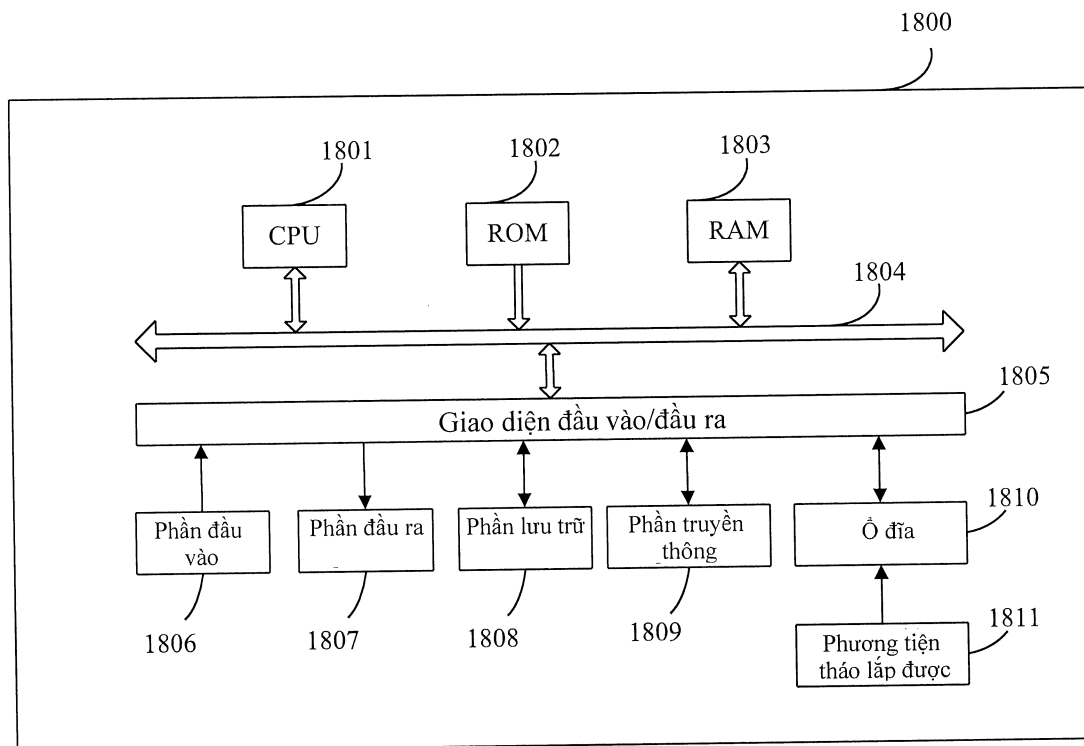
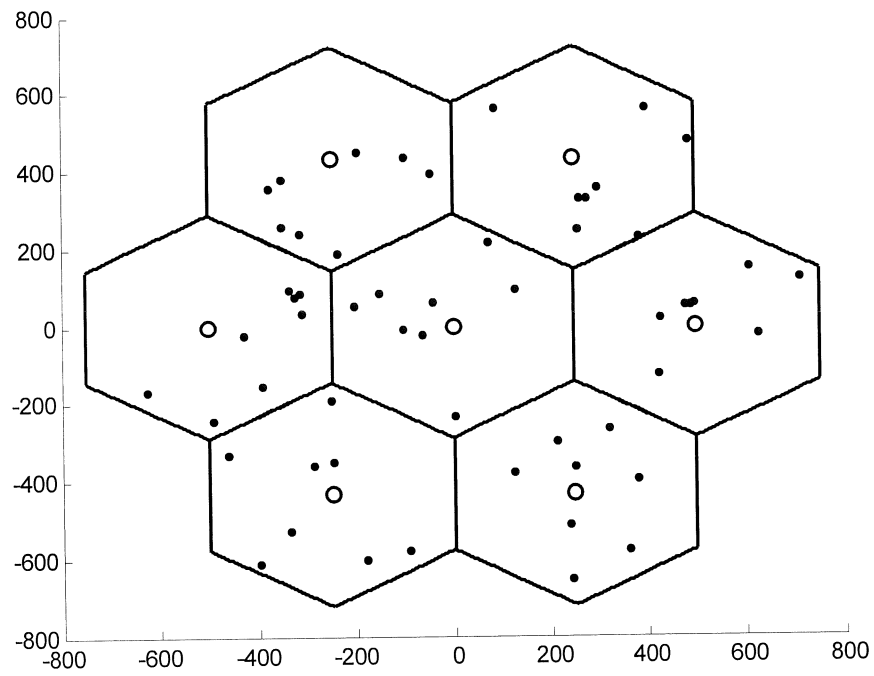


Fig.18

**Fig.19**

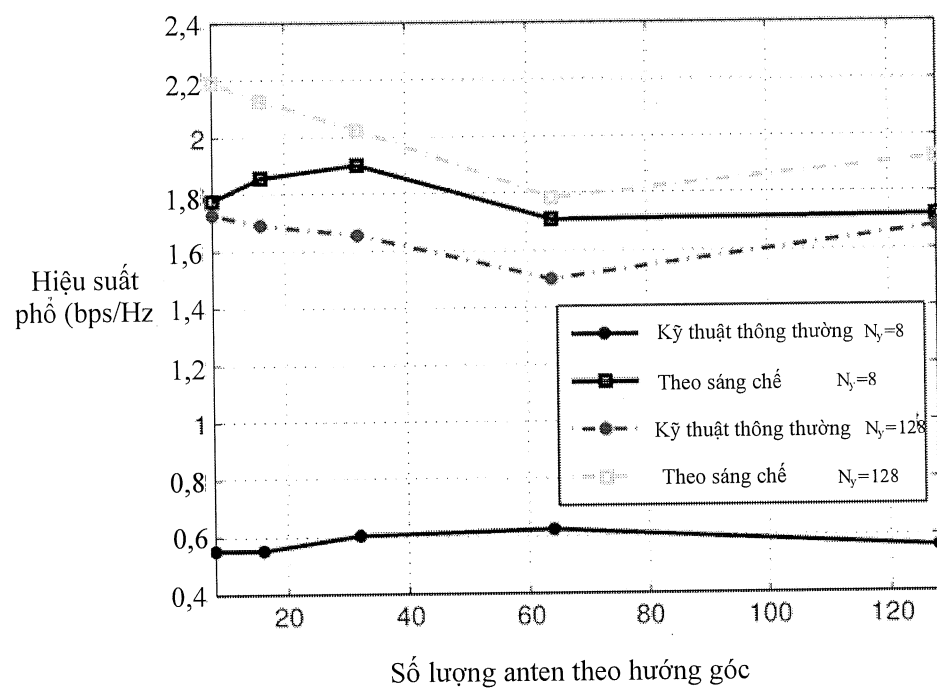


Fig.20

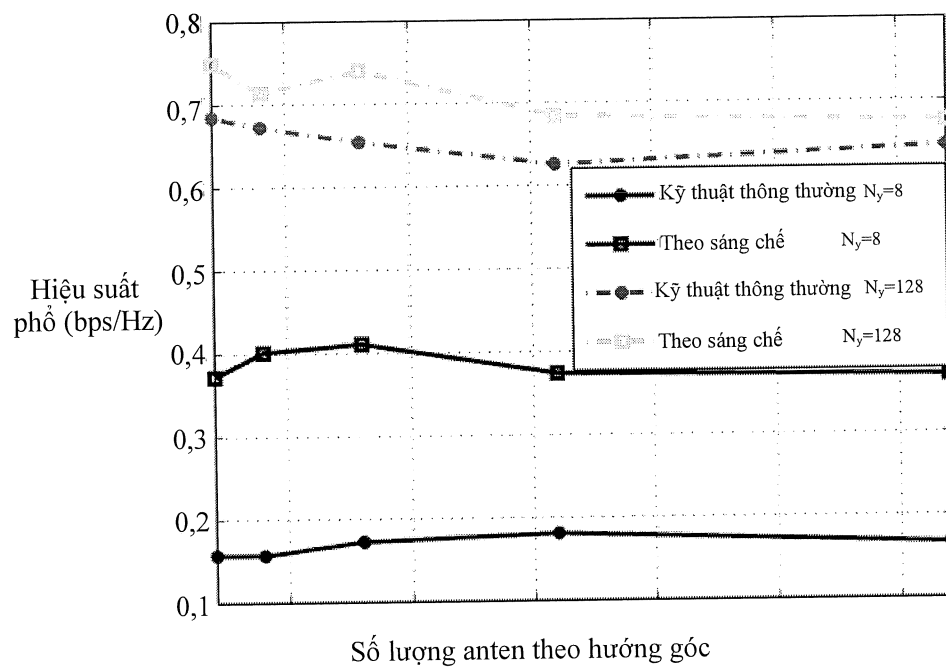


Fig.21

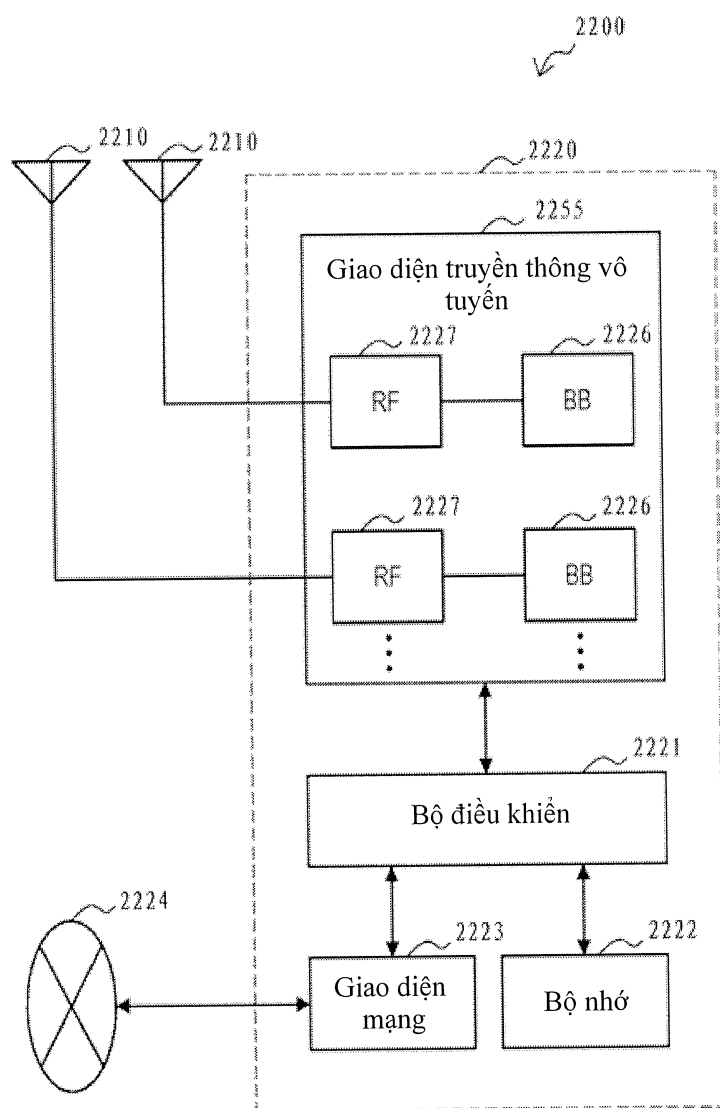


Fig.22

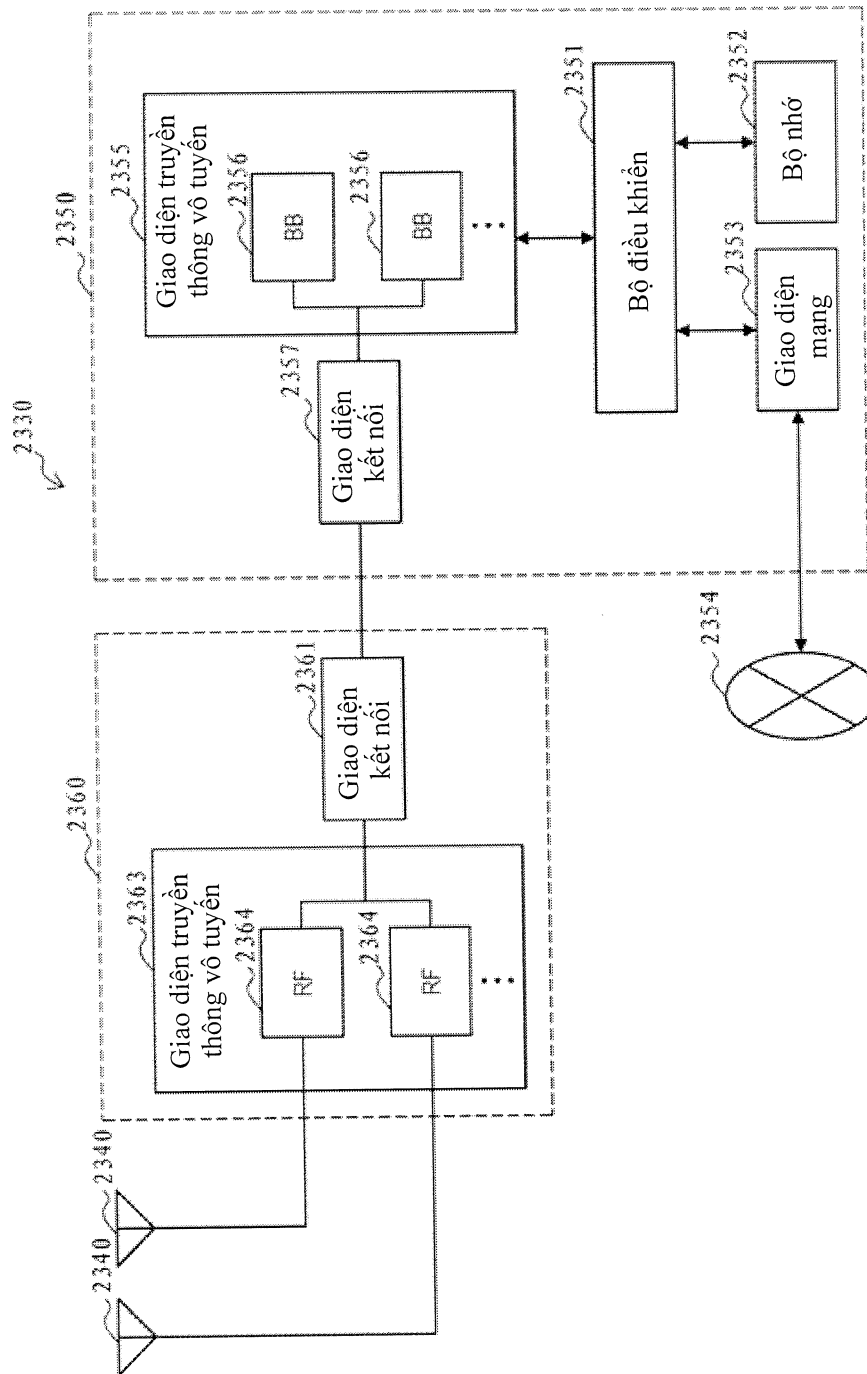


Fig.23

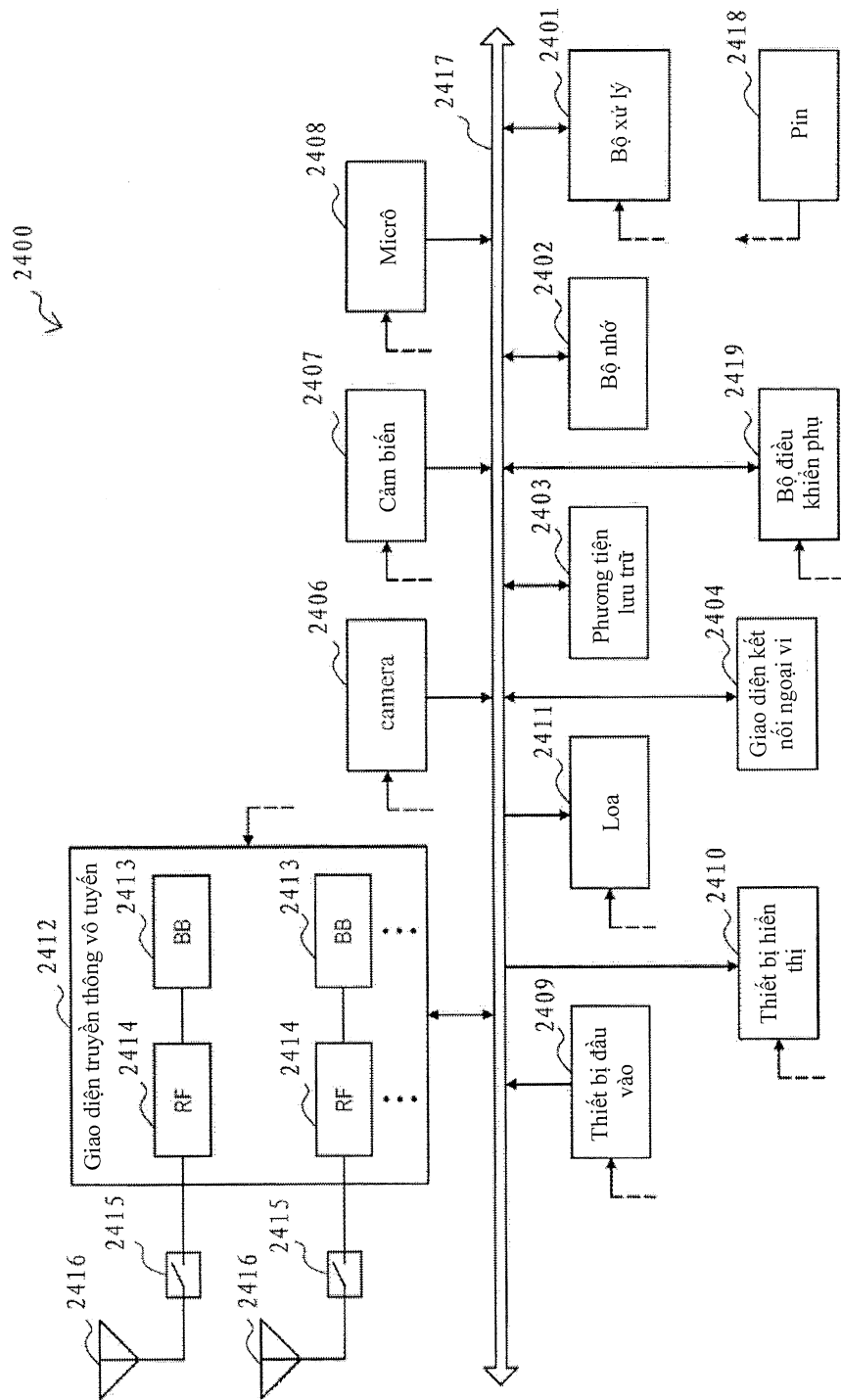


Fig.24