



(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)



1-0037635

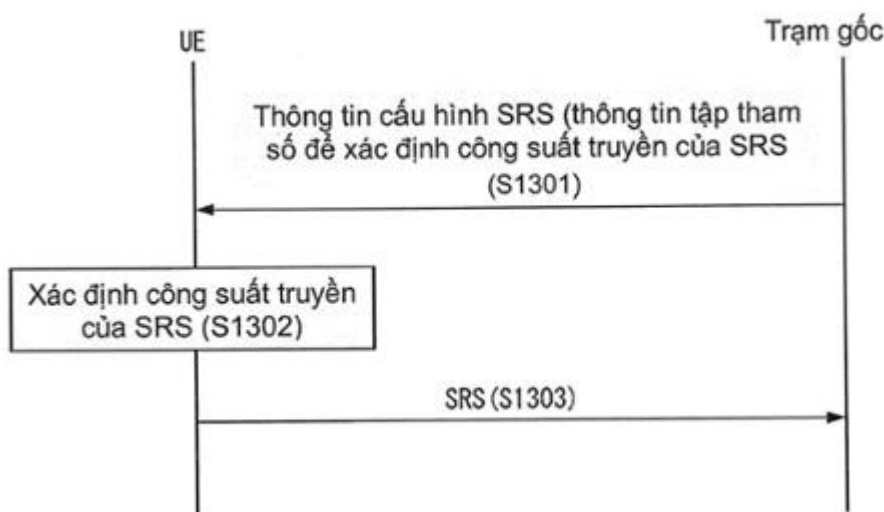
(51)⁷ H04W 52/32; H04W 52/24; H04W
72/12; H04W 72/04; H04W 52/14

(13) B

- (21) 1-2019-03595 (22) 04/05/2018
(86) PCT/KR2018/005225 04/05/2018 (87) WO 2018/203728 A1 08/11/2018
(30) 62/501,706 04/05/2017 US; 62/520,543 15/06/2017 US; 62/543,976 11/08/2017 US;
62/597,863 12/12/2017 US
(45) 27/11/2023 428 (43) 25/02/2020 383A
(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07336 Republic of Korea
(72) PARK, Jonghyun (KR); KANG, Jiwon (KR); KIM, Kijun (KR); SEO, Hanbyul
(KR); AHN, Joonkui (KR).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN TRUYỀN ĐƯỜNG LÊN TRONG HỆ THỐNG
TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền đường lên trong hệ thống truyền thông không dây và thiết bị người dùng. Cụ thể, phương pháp truyền đường lên bởi thiết bị người dùng (User Equipment - UE) trong hệ thống truyền thông không dây có thể bao gồm các bước: nhận, từ trạm gốc, thông tin cấu hình SRS (thông tin tập tham số để xác định công suất truyền của SRS (S1301), trong đó thông tin cấu hình SRS bao gồm bộ tham số để điều khiển công suất của SRS cho mỗi nhóm tài nguyên SRS và nhóm tài nguyên SRS bao gồm một hoặc nhiều tài nguyên SRS; xác định công suất truyền của SRS, dựa trên bộ tham số để điều khiển công suất của SRS; và truyền SRS tới trạm gốc.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế liên quan đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể, là phương pháp truyền/nhận đường lên và điều khiển công suất truyền và thiết bị hỗ trợ phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống truyền thông không dây đã và đang phát triển để cung cấp các dịch vụ thoại, trong khi đảm bảo tính di động của người dùng. Tuy nhiên, độ phủ dịch vụ của các hệ thống truyền thông di động thậm chí đã mở rộng sang cả các dịch vụ dữ liệu, cùng với các dịch vụ thoại, và hiện nay sự gia tăng bùng nổ của dung lượng đã khiến cho tài nguyên bị cạn kiệt và nhu cầu của người dùng đối với các dịch vụ tốc độ cao, đòi hỏi phải có các hệ thống truyền thông di động tiên tiến.

Yêu cầu đối với một hệ thống truyền thông di động thế hệ mới là phải hỗ trợ dung lượng dữ liệu vô cùng lớn, tốc độ truyền dữ liệu của mỗi người dùng phải tăng một cách đáng kể, khả năng đáp ứng số lượng cực lớn các thiết bị kết nối với độ trễ đầu cuối cực thấp, và hiệu quả sử dụng năng lượng cao. Để đạt được điều đó, rất nhiều kỹ thuật mới đã được đưa vào nghiên cứu, ví dụ như cải tiến ô nhỏ (small cell enhancement), kết nối kép (dual connectivity), MIMO diện rộng (massive MIMO), truyền song công trong dải toàn phần (in-band full duplex), đa truy nhập không trực giao (non-orthogonal multiple access – NOMA), hỗ trợ băng siêu rộng và kết nối mạng các thiết bị.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp truyền/nhận tín hiệu

đường lên (ví dụ, SRS)/kênh đường lên (ví dụ, kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) và kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), mà cụ thể là, điều khiển công suất truyền của tín hiệu/kênh đường lên.

Ngoài ra, mục đích của sáng chế còn đề xuất phương pháp điều khiển công suất đường lên cho các tín hiệu tham chiếu tham chiếu lắng nghe kênh (sounding reference signals - SRS)

Các mục đích kỹ thuật của sáng chế không chỉ giới hạn ở những mục đích kỹ thuật đề cập ở trên, mà những mục tiêu kỹ thuật khác, không được đề cập ở trên, sẽ được biết đến một cách rõ ràng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật khi tham khảo các phần mô tả dưới đây.

Cách thức giải quyết vấn đề

Trong một khía cạnh của sáng chế, phương pháp truyền đường lên bởi thiết bị người dùng (User Equipment - UE) trong hệ thống truyền thông không dây có thể bao gồm các bước: nhận, từ trạm gốc, thông tin cấu hình SRS (Sounding Reference Signal - tín hiệu tham chiếu lắng nghe kênh), trong đó thông tin cấu hình SRS bao gồm bộ tham số để điều khiển công suất của SRS cho mỗi nhóm tài nguyên SRS và nhóm tài nguyên SRS bao gồm một hoặc nhiều tài nguyên SRS; xác định công suất truyền của SRS, dựa trên bộ tham số để điều khiển công suất của SRS; và truyền SRS tới trạm gốc.

Trong một khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị người dùng (UE) thực hiện truyền đường lên trong hệ thống truyền thông không dây có thể bao gồm: bộ truyền để truyền và nhận tín hiệu radio; và bộ xử lý để điều khiển bộ truyền nhận, trong đó bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để nhận, từ trạm gốc, thông tin cấu hình tín hiệu tham chiếu lắng nghe kênh (SRS), trong đó thông tin cấu hình SRS bao gồm bộ tham số để điều khiển công suất của SRS cho mỗi nhóm tài nguyên SRS và nhóm tài nguyên SRS bao gồm một hoặc nhiều tài nguyên SRS; xác

định công suất truyền của SRS, dựa trên bộ tham số để điều khiển công suất của SRS; và truyền SRS tới trạm gốc.

Tốt hơn là, công suất truyền của SRS có thể được xác định, dựa trên giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán bởi UE sử dụng tín hiệu tham chiếu được chỉ báo bởi bộ tham số để điều khiển công suất của SRS.

Tốt hơn là, tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể bao gồm khối tín hiệu đồng bộ (Synchronization Signal Block - SSB) và tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (Channel State Information-Reference Signal - CSI-RS)

Tốt hơn là, tín hiệu tham chiếu đường xuống được thay đổi bởi phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập phương tiện (Medium Access Control-Control Element - MAC-CE) mà được truyền bởi trạm gốc.

Tốt hơn là, công suất truyền của SRS có thể được xác định bằng cách áp dụng tích lũy điều khiển công suất truyền (TPC) thường xuyên cho nhóm tài nguyên SRS.

Tốt hơn là, sự điều chỉnh điều khiển công suất để điều chỉnh công suất truyền của SRS có thể áp dụng độc lập cho từng khoảng thời gian truyền SRS cụ thể.

Tốt hơn là, khi điều chỉnh điều khiển công suất được kích hoạt, tất cả các giá trị điều khiển công suất của SRS có thể được điều chỉnh như nhau cho toàn bộ các tài nguyên SRS, bất kể công suất truyền của SRS được xác định.

Tốt hơn là, khi giá trị công suất truyền vượt quá ngưỡng xác định, giá trị công suất truyền được điều chỉnh có thể được thu nhỏ lại.

Tốt hơn là, phương pháp còn bao gồm các bước: nhận, từ trạm gốc, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) bao gồm thông tin lập lịch kênh chia sẻ

đường lên vật lý (PUSCH), trong đó DCI bao gồm chỉ báo tài nguyên SRS (SRI); xác định công suất truyền PUSCH dựa trên bộ tham số để điều khiển công suất của PUSCH được xác định từ SRI; và truyền PUSCH tới trạm gốc.

Tốt hơn là, khi số lượng lớn tài nguyên SRS được chỉ báo bởi SRI và nhóm lớp được tạo cấu hình khác nhau cho mỗi trong số nhiều tài nguyên SRS, bộ thông số cho việc điều khiển công suất của PUSCH có thể được xác định tương ứng cho từng loại nhóm lớp.

Tốt hơn là, công suất truyền của PUSCH có thể được xác định, dựa trên giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán bởi UE sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống được chỉ định bằng bộ thông số cho việc điều khiển công suất của PUSCH.

Tốt hơn là, tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể thay đổi bởi phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập phương tiện (MAC-CE) được truyền bởi trạm gốc.

Tốt hơn là, phương pháp còn bao gồm các bước: xác định công suất truyền của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) dựa trên giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán bởi UE sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống; và truyền PUSCH tới trạm gốc, trong đó khi thông tin cho tín hiệu tham chiếu đường xuống không được cung cấp bởi trạm gốc, giá trị ước lượng suy hao đường truyền có thể được tính toán sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống có mức công suất gần như là lớn nhất.

Hiệu quả của sáng chế

Theo một khía cạnh của sáng chế, công suất truyền có thể được điều khiển một cách hiệu quả khi tín hiệu/kênh đường lên được truyền đi.

Ngoài ra, theo một khía cạnh của sáng chế, công suất truyền có thể được điều khiển một cách hiệu quả khi tín hiệu/kênh đường lên được truyền trong tình

trạng trong đó số lượng lớn tài nguyên SRS được cấu hình.

Các hiệu quả kỹ thuật mà sáng chế mang lại không chỉ giới hạn ở những hiệu quả đã nêu ở trên, mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể nắm bắt được những hiệu quả kỹ thuật khác nữa từ phần mô tả chi tiết dưới đây.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Các hình vẽ đi kèm, được thể hiện như là một phần của bản mô tả sáng chế này để làm cho sáng chế, các phương án của sáng chế, và việc mô tả các đặc tính kỹ thuật của sáng chế trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn cùng với những phần mô tả dưới đây.

FIG.1 minh hoạ cấu trúc khung radio trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.2 là sơ đồ minh hoạ lưới tài nguyên cho một khe đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.3 minh hoạ cấu trúc khung con đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.4 minh hoạ cấu trúc khung con đường lên trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.5 thể hiện cấu hình của một hệ thống truyền thông MIMO đã biết.

FIG.6 là sơ đồ thể hiện một kênh từ rất nhiều anten truyền tới một anten nhận.

FIG.7 minh hoạ các mẫu tín hiệu tham chiếu được ánh xạ vào các cặp khối tài nguyên đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.8 là sơ đồ minh hoạ các tài nguyên mà các tín hiệu tham chiếu được ánh xạ tới trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.9 minh hoạ khung con đường lên bao gồm ký hiệu tín hiệu tham chiếu nghe trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.10 là sơ đồ minh hoạ cấu trúc khung con tự chứa trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.11 minh hoạ mô hình khối thu phát trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.12 là sơ đồ minh hoạ vùng dịch vụ cho mỗi khối thu phát trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.13 là sơ đồ minh hoạ phương pháp truyền và nhận đường lên theo một phương án của sáng chế.

FIG.14 minh hoạ sơ đồ khối của thiết bị truyền thông không dây theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một số phương án của sáng chế được mô tả chi tiết với sự tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm. Phần mô tả chi tiết được bộc lộ cùng với các hình vẽ kèm theo nhằm mô tả một số phương án của sáng chế và không nhằm mô tả một phương án duy nhất của sáng chế. Phần mô tả chi tiết sau đây bao gồm nhiều chi tiết hơn để mang lại sự hiểu biết đầy đủ về sáng chế. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện mà không cần nhiều chi tiết như vậy.

Trong một số trường hợp, để tránh cho việc các khái niệm của sáng chế trở nên mơ hồ, các cấu trúc và thiết bị đã biết bị được bỏ qua hoặc có thể được thể dưới dạng sơ đồ khối dựa trên các chức năng cơ bản của từng cấu trúc và thiết bị.

Trong phần mô tả chi tiết này, một trạm gốc có nghĩa là nút đầu cuối của mạng mà trạm gốc truyền thông trực tiếp với thiết bị. Trong tài liệu này, một

hoạt động cụ thể được mô tả để được thực hiện bởi một trạm gốc có thể được thực hiện bởi một nút trên của trạm gốc tùy theo từng trường hợp. Nghĩa là, rõ ràng là trong một mạng bao gồm nhiều nút mạng bao gồm trạm gốc, các hoạt động khác nhau được thực hiện để truyền thông với thiết bị có thể được thực hiện bởi trạm gốc hoặc các nút mạng khác ngoài trạm gốc. Trạm gốc (BS) có thể được thay thế bằng một số thuật ngữ khác, chẳng hạn như trạm cố định, nút B, eNB (nút B cải tiến), hệ thống thu phát gốc (BTS) hoặc điểm truy cập (AP). Ngoài ra, thiết bị có thể là cố định hoặc có thể di động và có thể được thay thế bằng một thuật ngữ khác, chẳng hạn như thiết bị người dùng (UE), trạm di động (MS), thiết bị đầu cuối người dùng (UT), trạm thuê bao di động (MSS), trạm thuê bao (SS), trạm di động nâng cao (AMS), thiết bị đầu cuối không dây (WT), thiết bị liên lạc kiểu máy (MTC), thiết bị truyền thông kiểu máy-máy (M2M) hoặc thiết bị truyền thông kiểu thiết bị-thiết bị (D2D).

Sau đây, đường xuống (DL) có nghĩa là truyền thông từ eNB đến UE và đường lên (UL) có nghĩa là truyền thông từ UE đến eNB. Trong DL, bộ phát có thể là một phần của eNB và bộ thu có thể là một phần của UE. Trong UL, bộ phát có thể là một phần của UE và bộ thu có thể là một phần của eNB.

Các thuật ngữ cụ thể được sử dụng trong phần mô tả sau đây đã được sử dụng để làm cho sáng chế dễ hiểu hơn và việc sử dụng các thuật ngữ cụ thể như vậy có thể được thay đổi dưới nhiều hình thức khác nhau mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Các công nghệ sau đây có thể được sử dụng trong nhiều hệ thống truyền thông không dây, như đa truy nhập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA), đa truy nhập phân chia theo tần số (Frequency Division Multiple Access - FDMA), đa truy nhập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access - TDMA), đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao

(Orthogonal Frequency Division Multiple Access - OFDMA), đa truy nhập phân chia theo tần số sóng mang đơn (Single Carrier Frequency Division Multiple Access - SC-FDMA), và đa truy nhập không trực giao (Non-Orthogonal Multiple Access - NOMA). CDMA có thể được triển khai sử dụng trong công nghệ vô tuyến, ví dụ như Truy nhập radio mặt đất toàn cầu (Universal Terrestrial Radio Access - UTRA) hay CDMA2000. TDMA có thể được triển khai sử dụng trong công nghệ vô tuyến, như Hệ thống toàn cầu cho truyền thông di động (Global System for Mobile communications - GSM)/Dịch vụ radio gói chung (General Packet Radio Service - GPRS)/Tốc độ dữ liệu nâng cao cho GSM cải tiến (Enhanced Data rates for GSM Evolution - EDGE). OFDMA có thể được triển khai sử dụng trong công nghệ vô tuyến, ví dụ như Viện các kỹ sư điện và điện tử (Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, hay UTRA cải tiến (E-UTRA). UTRA là một phần của Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS). Công nghệ Tiến hoá dài hạn (Long Term Evolution - LTE) dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project - 3GPP) (3GPP LTE) là một phần của công nghệ truy nhập radio mặt đất UMTS cải tiến (evolved UMTS Terrestrial Radio Access - E-UTRA), và sử dụng OFDMA ở đường xuống và SC-FDMA ở đường lên. LTE nâng cấp (LTE-Advanced - LTE-A) là phiên bản sau của 3GPP LTE.

Các phương án của sáng chế có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu tiêu chuẩn được bộc lộ trong ít nhất một trong số các hệ thống truy cập vô tuyến của IEEE 802, 3GPP và 3GPP2. Nghĩa là, các bước hoặc các phần thuộc về các phương án của sáng chế và không được mô tả ở đây để làm rõ hơn tinh thần kỹ thuật của sáng chế có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu. Ngoài ra, tất cả các thuật ngữ được bộc lộ trong tài liệu này có thể được mô tả bởi các tài liệu tiêu chuẩn.

Để làm rõ hơn phần mô tả, hệ thống 3GPP LTE/LTE-A hoặc hệ thống RAT mới (RAT trong 5G (thế hệ thứ 5)) được sử dụng để mô tả sáng chế, nhưng các đặc tính kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở những hệ thống này.

Các hệ thống mà sáng chế này có thể áp dụng

FIG.1 thể hiện cấu trúc khung radio trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể áp dụng trong một phương án của sáng chế

3GPP LTE / LTE-A hỗ trợ cấu trúc khung vô tuyến loại 1 có thể áp dụng cho truyền song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplex - FDD) và cấu trúc khung vô tuyến có thể áp dụng cho truyền song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex - TDD).

Kích thước của khung vô tuyến trong miền thời gian được biểu thị bằng bội số của một đơn vị thời gian $T_s = 1/(15000 \times 2048)$. Truyền UL và DL bao gồm khung vô tuyến có thời lượng $T_f = 307200 \times T_s = 10\text{ms}$.

FIG.1 (a) minh họa cho loại cấu trúc khung vô tuyến loại 1. Khung vô tuyến loại 1 có thể được áp dụng cho cả FDD song công toàn phần và FDD bán song công.

Một khung radio bao gồm 10 khung con. Một khung radio bao gồm 20 khe có độ dài $T_{\text{slot}} = 15360 \times T_s = 0,5\text{ ms}$ và 0 đến 19 là số chỉ mục được đặt cho mỗi khe. Một khung con bao gồm hai khe liên tiếp trong miền thời gian và khung con i bao gồm khe $2i$ và khe $2i+1$. Thời gian cần thiết để truyền một khung con được gọi là khoảng thời gian truyền (TTI). Ví dụ: độ dài của khung con i có thể là 1 ms và độ dài của một khe có thể là 0,5 ms.

Truyền UL và truyền DL I FDD được phân biệt trong miền tần số. Trong khi không có hạn chế trong hoạt động FDD song công toàn phần, thì một UE không thể truyền và nhận đồng thời trong hoạt động FDD bán song công.

Một khe bao gồm số lượng lớn các ký hiệu ghép kênh theo tần số trực giao (OFDM) trong miền thời gian và bao gồm số lượng lớn khối tài nguyên (RB) trong miền tần số. Trong 3GPP LTE, các ký hiệu OFDM được sử dụng để thể hiện một khoảng thời gian ký hiệu vì OFDMA được sử dụng trong đường xuống. Một ký hiệu OFDM có thể được gọi là một ký hiệu SC-FDMA hoặc khoảng thời gian ký hiệu. RB là một đơn vị phân bổ tài nguyên và bao gồm số lượng lớn các sóng mang con liên tiếp trong một khe.

FIG.1(b) thể hiện cấu trúc khung loại 2.

Một khung radio loại 2 bao gồm hai nửa khung có chiều dài $153600 \cdot T_s = 5\text{ms}$ cho mỗi khung. Mỗi nửa khung bao gồm 5 khung con có độ dài $30720 \cdot T_s = 1\text{ms}$.

Trong cấu trúc khung loại 2 của hệ thống TDD, cấu hình đường lên - đường xuống là quy luật cho biết liệu đường lên và đường xuống được phân bổ (hoặc dành riêng) cho tất cả các khung con.

Bảng 1 thể hiện cấu hình đường lên - đường xuống.

[Bảng 1]

Cấu hình đường lên - đường xuống	Chu kỳ điểm chuyển giữa đường xuống - đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Tham chiếu tới Bảng 1, trong mỗi khung con của khung vô tuyến, 'D' đại diện cho một khung con cho truyền DL, 'U' đại diện cho một khung con cho truyền UL và 'S' đại diện cho một khung con đặc biệt bao gồm ba loại trường gồm có khe thời gian thử kênh đường xuống (Downlink pilot time slot -

DwPTS), khoảng bảo vệ (Guard Period - GP) và khe thời gian thử kênh đường lên (Uplink pilot time slot - UpPTS).

DwPTS được sử dụng để tìm kiếm ô ban đầu, đồng bộ hóa hoặc ước lượng kênh trong UE. UpPTS được sử dụng để ước lượng kênh trong eNB và để đồng bộ hóa đồng bộ phát UL của UE. GP là khoảng thời gian để loại bỏ nhiễu xảy ra trong một UL do trễ đa đường của tín hiệu DL giữa UL và DL.

Mỗi khung con i bao gồm khe $2i$ và khe $2i+1$ có $T_{\text{slot}}=15360 \cdot T_s=0,5\text{ms}$.

Cấu hình UL-DL có thể được phân thành 7 loại và vị trí và/hoặc số lượng khung con DL, khung con đặc biệt và khung con UL khác nhau cho mỗi cấu hình.

Thời điểm mà khi đó có sự thay đổi từ đường xuống sang đường lên hoặc thời điểm mà có sự thay đổi từ đường lên sang đường xuống được gọi là điểm chuyển đổi. Tính chu kỳ của điểm chuyển đổi có nghĩa là một chu kỳ trong đó một khung con đường lên và khung con đường xuống được thay đổi được lặp lại giống hệt nhau. Cả 5 ms và 10 ms đều được hỗ trợ theo chu kỳ của điểm chuyển đổi. Nếu tính chu kỳ của điểm chuyển đổi có chu kỳ điểm chuyển đổi đường xuống-đường lên là 5 ms, thì khung con S đặc biệt có mặt trong mỗi nửa khung. Nếu tính chu kỳ của điểm chuyển đổi có chu kỳ điểm chuyển đổi đường xuống-đường lên là 5 ms điểm chuyển đổi đường lên-đường xuống, thì khung con S đặc biệt chỉ xuất hiện trong nửa khung đầu tiên.

Trong tất cả các cấu hình, cấu hình 0 và 5 khung con và DwPTS chỉ được sử dụng để truyền dẫn đường xuống. Cấu hình một UpPTS và một khung con tiếp theo một khung con luôn được sử dụng để truyền đường lên.

Các cấu hình đường lên như vậy có thể được biết đến bởi cả eNB và UE như là thông tin hệ thống. Một eNB có thể thông báo cho UE về sự thay đổi

trạng thái phân bổ đường xuống của khung vô tuyến bằng cách chỉ truyền số chỉ mục thông tin cấu hình đường lên-đường xuống tới UE mỗi khi thay đổi thông tin cấu hình đường lên-đường xuống. Ngoài ra, thông tin cấu hình là loại thông tin điều khiển đường xuống và có thể được truyền qua kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) giống như thông tin lập lịch khác. Thông tin cấu hình có thể được truyền tới tất cả các UE trong một ô thông qua kênh phát dưới dạng thông tin quảng bá.

Bảng 2 thể hiện cấu hình (độ dài của DwPTS/GP/UpPTS) của khung con đặc biệt.

[Bảng 2]

Cấu hình khung con đặc biệt	Tiền tố chu kì thông thường của đường xuống DwPTS	Tiền tố chu kì thông thường		Tiền tố chu kì mở rộng của đường xuống DwPTS	Tiền tố chu kì mở rộng của đường xuống UpPTS	
		Tiền tố chu kì thông thường của đường lên	Tiền tố chu kì mở rộng của đường lên		Tiền tố chu kì thông thường trong đường lên	Tiền tố chu kì mở rộng của đường lên
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$			$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$20480 \cdot T_s$		
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			-	-	-
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-

Cấu trúc của một khung con vô tuyến theo ví dụ của FIG.1 chỉ là một ví dụ và số lượng sóng mang con trong khung vô tuyến, số lượng khe trong khung con và số ký hiệu OFDM có trong một khe có thể được thay đổi theo nhiều cách khác nhau.

FIG.2 là sơ đồ minh hoạ lưới tài nguyên cho một khe đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể áp dụng trong một phương án của sáng chế.

Tham chiếu tới FIG.2, một khe đường xuống bao gồm nhiều ký hiệu OFDM trong miền thời gian. Ở đây một khe đường xuống bao gồm 7 ký hiệu OFDMA và một khối tài nguyên bao gồm 12 sóng mang con chỉ nhằm mục đích làm ví dụ và sáng chế hiện tại không bị giới hạn bởi ví dụ này.

Mỗi phần tử trên lưới tài nguyên được gọi là một phần tử tài nguyên và một khối tài nguyên (RB) bao gồm 12×7 phần tử tài nguyên. Số lượng RB N^{DL} gồm có trong khe đường xuống phụ thuộc vào băng thông truyền dẫn đường xuống.

Cấu trúc của khe đường lên có thể tương tự như trong khe đường xuống.

FIG.3 thể hiện cấu trúc của khung con đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể áp dụng trong một phương án của sáng chế

Tham chiếu tới FIG.3, tối đa ba ký hiệu OFDM nằm ở phần trước của khe đầu tiên của khung con tương ứng với vùng điều khiển trong đó các kênh điều khiển được phân bổ và các ký hiệu OFDM còn lại tương ứng với vùng dữ liệu trong đó kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được phân bổ. Các kênh điều khiển đường xuống được sử dụng trong 3GPP LTE, ví dụ, kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và kênh chỉ báo ARQ-lai vật lý (PHICH).

Một PCFICH được truyền trong ký hiệu OFDM đầu tiên của khung con và mang thông tin về số lượng ký hiệu OFDM (tức là kích thước của vùng điều khiển) được sử dụng để truyền các kênh điều khiển trong khung con. PHICH là kênh phản hồi cho đường lên và mang tín hiệu xác nhận nhận (ACK)/không xác

nhận nhận (NACK) yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ). Thông tin điều khiển được truyền trong PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). DCI bao gồm thông tin phân bổ tài nguyên đường lên, thông tin phân bổ tài nguyên đường xuống hoặc lệnh điều khiển công suất truyền dẫn đường lên (Tx) cho một nhóm UE cụ thể.

PDCCH có thể mang thông tin phân bổ tài nguyên và định dạng truyền tải của kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH) (còn được gọi là “đảm bảo đường xuống” (“downlink grant”), thông tin báo hiệu (paging information) trên PCH, thông tin hệ thống trên DL-SCH, phân bổ tài nguyên của thông báo điều khiển lớp trên, như phản hồi truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập lệnh điều khiển công suất phát cho UE cụ thể trong nhóm UE cụ thể, và kích hoạt dịch vụ thoại trên giao thức Internet (VoIP), v.v. Một số lượng lớn các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển và UE có thể theo dõi số lượng lớn các PDCCH. PDCCH được truyền trên một thành phần kênh điều khiển (CCE) hoặc tập hợp các CCE liên tiếp. CCE là một đơn vị phân bổ logic được sử dụng để tạo ra PDCCH với tốc độ mã hóa theo trạng thái của kênh radio. CCE tương ứng với số lượng lớn các nhóm phân tử tài nguyên. Định dạng của PDCCH và số bit khả dụng của PDCCH được xác định bởi mối quan hệ liên kết giữa số lượng CCE và tốc độ mã hóa do CCE cung cấp.

Một eNB xác định định dạng của PDCCH dựa trên DCI sẽ được truyền tới UE và gắn mã kiểm tra dư vòng (CRC) để kiểm soát thông tin. Một mã định danh duy nhất (mã định danh tạm thời của mạng vô tuyến (RNTI)) được che cho CRC tùy thuộc vào chủ sở hữu của hoặc việc sử dụng PDCCH. Nếu PDCCH là PDCCH cho UE cụ thể, thì một mã định danh duy nhất cho UE, ví dụ, một Cell-RNTI (C-RNTI) có thể được che cho CRC. Nếu PDCCH là PDCCH cho thông báo báo hiệu (paging message), số nhận dạng chỉ báo phân trang, ví dụ, Paging-

RNTI (P-RNTI) có thể được che cho CRC. Nếu PDCCH là PDCCH cho thông tin hệ thống, cụ thể hơn, khối thông tin hệ thống (SIB), ví dụ, số nhận dạng thông tin hệ thống, RNTI thông tin hệ thống (SI-RNTI) có thể được che dấu CRC. Một RNTI truy cập ngẫu nhiên (RA-RNTI) có thể được che cho CRC để chỉ ra phản hồi truy cập ngẫu nhiên là phản hồi đối với việc truyền đoạn mở đầu (preamble) truy cập ngẫu nhiên của UE.

FIG.4 thể hiện cấu trúc của khung con đường lên trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế có thể áp dụng trong một phương án của sáng chế

Tham chiếu tới FIG.4, khung con đường lên có thể được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong miền tần số. Kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) mang thông tin điều khiển đường lên được phân bổ cho vùng điều khiển. Kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) mang dữ liệu người dùng được phân bổ cho vùng dữ liệu. Để duy trì đặc tính sóng mang duy nhất, một UE không gửi PUCCH và PUSCH cùng một lúc.

Một cặp khối tài nguyên (RB) được phân bổ cho PUCCH cho một UE trong khung con. RB thuộc một cặp RB chiếm các sóng mang con khác nhau trong mỗi 2 khe. Điều này được gọi là một cặp RB được phân bổ cho PUCCH được nhảy tần trong một biên khe.

Nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (MIMO)

Công nghệ MIMO không sử dụng anten truyền đơn và anten thu đơn vẫn thường được sử dụng cho đến nay, mà sử dụng anten đa truyền (Tx) và anten đa thu (Rx). Nói cách khác, công nghệ MIMO là công nghệ để gia tăng công suất hoặc tăng hiệu suất bằng cách sử dụng anten nhiều đầu vào/đầu ra ở đầu truyền hoặc đầu thu của hệ thống truyền thông không dây. Sau đây, MIMO được gọi là anten nhiều đầu vào/đầu ra.

Cụ thể hơn, công nghệ anten nhiều đầu vào/đầu ra không phụ thuộc vào một đường anten duy nhất để nhận một tín hiệu tổng và hoàn thành tổng dữ liệu bằng cách thu thập số lượng lớn các mẫu dữ liệu nhận được qua một số anten. Do đó, công nghệ anten nhiều đầu vào/đầu ra có thể tăng tốc độ truyền dữ liệu trong một phạm vi hệ thống cụ thể và cũng có thể tăng phạm vi hệ thống thông qua tốc độ truyền dữ liệu cụ thể.

Công nghệ anten nhiều đầu vào/đầu ra được dự kiến là sẽ sử dụng rất hiệu quả vì truyền thông di động thế hệ tiếp theo yêu cầu tốc độ truyền dữ liệu cao hơn nhiều so với truyền thông di động hiện tại. Trong tình huống như vậy, công nghệ truyền thông MIMO là công nghệ truyền thông di động thế hệ tiếp theo có thể được sử dụng rộng rãi trong UE truyền thông di động và nút chuyển tiếp và được chú ý như một công nghệ có thể vượt qua giới hạn tốc độ truyền của các công nghệ truyền thông di động khác do sự mở rộng của truyền thông dữ liệu.

Trong khi đó, công nghệ anten nhiều đầu vào/đầu ra (MIMO) trong số các công nghệ cải thiện hiệu suất truyền dẫn khác nhau đang được phát triển là một phương pháp có khả năng cải thiện đáng kể dung lượng truyền thông và hiệu suất truyền/nhận ngay cả khi không được phân bổ tần số bổ sung hoặc tăng công suất.

FIG.5 thể hiện cấu hình của một hệ thống truyền thông MIMO đã biết.

Tham chiếu tới FIG.5, nếu số lượng anten truyền (Tx) tăng lên N_T và số lượng anten thu (Rx) được tăng lên N_R cùng một lúc, công suất truyền kênh theo lý thuyết sẽ tăng theo tỷ lệ với số lượng anten, không giống như trong trường hợp trong đó một số lượng lớn anten chỉ được sử dụng trong một máy phát hoặc máy thu. Theo đó, tốc độ truyền có thể được cải thiện và hiệu quả tần số có thể được cải thiện đáng kể. Trong trường hợp này, tốc độ truyền theo mức

tăng công suất truyền kênh có thể tăng về mặt lý thuyết bằng một giá trị thu được bằng cách nhân độ tăng tốc độ R_i với tốc độ truyền tối đa R_o nếu sử dụng một anten.

[Công thức 1]

$$R_i = \min (N_T, N_R)$$

Nghĩa là, trong một hệ thống truyền thông MIMO sử dụng 4 anten truyền và 4 anten thu, ví dụ, tốc độ truyền tăng gấp bốn lần về mặt lý thuyết có thể đạt được so với hệ thống một anten duy nhất.

Công nghệ anten nhiều đầu vào/đầu ra có thể được chia thành phương pháp phân tập không gian để tăng độ tin cậy truyền dẫn sử dụng các ký hiệu truyền qua nhiều đường kênh và phương pháp ghép kênh không gian để tăng tốc độ truyền bằng cách gửi các ký hiệu dữ liệu cùng một lúc sử dụng các anten truyền. Ngoài ra, các nghiên cứu gần đây đang được tiến hành trên phương pháp để đạt được ưu điểm của cả hai phương pháp nêu trên bằng cách kết hợp hai phương pháp với nhau.

Mỗi phương pháp sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Đầu tiên, phương pháp phân tập không gian bao gồm phương pháp chuỗi mã khối không gian thời gian và phương pháp chuỗi mã Trellis không gian thời gian bằng cách sử dụng độ lợi phân tập và độ lợi mã hóa cùng một lúc. Nói chung, phương pháp chuỗi mã Trellis tốt hơn về hiệu suất cải thiện tốc độ lỗi bit và mức độ tự do tạo mã, trong khi phương pháp chuỗi mã khối thời gian có độ phức tạp tính toán thấp. Độ lợi phân tập không gian như vậy có thể tương ứng với một lượng bằng tích ($N_T \times N_R$) của số lượng anten truyền (N_T) và số lượng anten thu (N_R).

Thứ hai, sơ đồ ghép kênh không gian là phương pháp để gửi các luồng dữ liệu khác nhau trong anten truyền. Trong trường hợp này, trong một máy thu, nhiều lần nhau được sinh ra giữa các dữ liệu được truyền bởi một máy phát cùng

một lúc. Máy thu loại bỏ nhiễu bằng cách sử dụng sơ đồ xử lý tín hiệu phù hợp và nhận dữ liệu. Một phương pháp loại bỏ nhiễu được sử dụng trong trường hợp này có thể bao gồm máy thu phát hiện khả năng tối đa (Maximum Likelihood Detection - MLD), máy thu không bắt buộc (Zero-Forcing - ZF), máy thu lỗi bình phương trung bình tối thiểu (MMSE), Phòng thí nghiệm chuồng chéo được xếp lớp theo thời gian) và Phòng thí nghiệm Chuồng dọc được xếp lớp Không gian-Thời gian (V-BLAST). Cụ thể, nếu một đầu truyền có thể nhận biết được thông tin kênh, phương pháp phân tách giá trị số đơn (SVD) có thể được sử dụng.

Thứ ba, có một phương pháp sử dụng kết hợp đa dạng không gian và ghép kênh không gian. Nếu chỉ đạt được mức tăng đa dạng không gian, thì mức tăng cải thiện hiệu suất theo mức tăng chênh lệch đa dạng sẽ dần bão hòa. Nếu chỉ sử dụng mức tăng ghép kênh không gian, độ tin cậy truyền trong kênh vô tuyến bị suy giảm. Các phương pháp để giải quyết các vấn đề và thu được hai mức tăng đã được nghiên cứu và có thể bao gồm phương pháp phân tập truyền phát không gian thời gian kép (STTD kép) và điều chế mã hóa xen kẽ bit không gian thời gian (STBICM).

Để mô tả phương pháp truyền thông trong hệ thống anten nhiều đầu vào/đầu ra, như mô tả ở trên, một cách chi tiết hơn, phương pháp truyền thông có thể được trình bày như sau thông qua mô hình toán học.

Đầu tiên, như thể hiện trong FIG.5, giả sử rằng có N_T anten truyền và N_R anten thu.

Trước tiên, tín hiệu truyền được mô tả bên dưới. Nếu có N_T anten truyền như được mô tả ở trên, lượng thông tin tối đa có thể được truyền là N_T , và có thể được biểu diễn dưới dạng vector như sau.

[Công thức 2]

$$\mathbf{s} = \begin{bmatrix} s_1, s_2, \dots, s_{N_T} \end{bmatrix}^T$$

Trong khi đó, công suất truyền có thể khác nhau ở mỗi phần thông tin truyền $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$. Trong trường hợp này, nếu các phần của công suất truyền là $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$, thông tin truyền có công suất truyền được điều khiển có thể được biểu diễn bằng vector sau.

[Công thức 3]

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

Ngoài ra, thông tin truyền có công suất truyền được điều khiển trong Công thức 3 có thể được biểu diễn dưới dạng ma trận chéo $\mathbf{P}$ của công suất truyền như sau.

[Công thức 4]

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

Trong khi đó, vector thông tin có công suất truyền được điều khiển trong Công thức 4 được nhân với ma trận trọng số $\mathbf{W}$, do đó hình thành các tín hiệu truyền $N_T \times x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ thực sự được truyền đi. Trong trường hợp này, ma trận trọng số có chức năng phân phối chính xác thông tin truyền tới anten theo điều kiện kênh truyền. Ma trận tín hiệu truyền có thể được biểu diễn bằng các tín hiệu truyền $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$.

[Công thức 5]

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T 1} & w_{N_T 2} & \cdots & w_{N_T N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

Trong trường hợp này, w_{ij} là trọng số giữa anten truyền thứ i và thông tin truyền thứ j và W là biểu thức của ma trận trọng số. Một ma trận W như vậy được gọi là ma trận trọng số hoặc ma trận tiền mã hóa.

Trong khi đó, tín hiệu truyền x , như được mô tả ở trên, có thể được coi là được sử dụng trong trường hợp sử dụng phân tập không gian và trong trường hợp sử dụng ghép kênh không gian.

Nếu ghép kênh không gian được sử dụng, tất cả các phần tử của vector thông tin có các giá trị khác nhau vì các tín hiệu khác nhau được ghép và truyền. Ngược lại, nếu phân tập không gian được sử dụng, tất cả các phần tử của vector thông tin có cùng giá trị vì các tín hiệu tương tự được truyền qua một số đường dẫn kênh.

Một phương pháp kết hợp giữa ghép kênh không gian và phân tập không gian có thể được xem xét. Nói cách khác, ví dụ, các tín hiệu tương tự có thể được truyền bằng cách sử dụng phân tập không gian thông qua 3 anten truyền, và các tín hiệu khác nhau còn lại có thể được ghép và truyền theo không gian.

Nếu có N_R anten thu, tín hiệu thu $y_1, y_2, \dots, y_{N_R}$ của anten tương ứng được biểu diễn như sau bằng vector y .

[Công thức 6]

$$y = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

Trong khi đó, nếu các kênh trong hệ thống truyền thông anten nhiều đầu vào/đầu ra được mô hình hóa, các kênh có thể được phân loại theo các chỉ số anten truyền/thu. Một kênh đi qua anten thu i từ anten truyền j được biểu diễn dưới dạng h_{ij} . Trong trường hợp này, cần lưu ý rằng theo thứ tự chỉ số của h_{ij} , chỉ số của anten thu đứng trước và chỉ số của anten truyền đứng sau.

Một số kênh có thể được nhóm và thể hiện dưới dạng vector và ma trận. Ví dụ, một biểu thức vector được mô tả dưới đây.

FIG.6 là sơ đồ thể hiện một kênh từ rất nhiều anten truyền tới một anten nhận.

Như được thể hiện trong FIG.6, một kênh từ tổng số N_T anten truyền tới anten thu I có thể được biểu diễn như sau.

[Công thức 7]

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

Ngoài ra, nếu tất cả các kênh từ N_T anten truyền tới N_R anten thu được biểu diễn dưới dạng ma trận, ví dụ như theo Công thức 7, thì các kênh này có thể được biểu diễn như sau.

[Công thức 8]

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \dots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

Trong khi đó, nhiễu cộng chuẩn trắng (Additive White Gaussian Noise - AWGN) được thêm vào kênh thực sau khi đo thử kênh trên ma trận kênh $\mathbf{H}$. Theo đó, nhiễu AWGN $n_1, n_2, \dots, n_{N_R}$ được thêm vào ở phía các anten thu N_R , một cách tương ứng, và sẽ được biểu diễn dưới dạng vectơ như sau:

[Công thức 9]

$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

Tín hiệu truyền, tín hiệu thu, kênh, và nhiễu AWGN trong hệ thống truyền thông anten nhiều đầu vào/đầu ra có thể được biểu diễn dưới dạng quan hệ thông qua mô hình hóa tín hiệu truyền, tín hiệu thu, kênh và nhiễu AWGN, như được mô tả ở trên.

[Công thức 10]

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

Trong khi đó, số lượng hàng và cột của ma trận kênh $\mathbf{H}$ biểu thị trạng thái của các kênh được xác định bởi số lượng anten truyền / thu. Trong ma trận kênh $\mathbf{H}$, như được mô tả ở trên, số lượng hàng trở thành bằng số lượng anten thu N_R và số lượng cột trở thành bằng số lượng anten truyền N_T . Nghĩa là, ma trận kênh $\mathbf{H}$ trở thành ma trận $N_R \times N_T$.

Nói chung, thứ hạng của ma trận được xác định là số lượng tối thiểu của số lượng hàng hoặc cột độc lập. Theo đó, thứ hạng của ma trận không lớn hơn số lượng hàng hoặc cột. Ví dụ, đối với kiểu hình tượng hình, thứ hạng $\mathbf{H}$ của ma trận kênh $\mathbf{H}$ bị giới hạn như sau.

[Công thức 11]

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

Ngoài ra, nếu một ma trận chịu sự phân tích giá trị Eigen (Eigen value decomposition), hạng của ma trận có thể được định nghĩa là số lượng giá trị Eigen mà thuộc các giá trị Eigen và khác 0. Tương tự, nếu ma trận chịu sự phân tích giá trị đơn (Singular Value Decomposition – SVD), hạng của ma trận là số lượng các giá trị đơn khác 0. Theo đó, ý nghĩa vật lý của hạng trong ma trận kênh có thể là số lượng tối đa của thông tin khác nhau được truyền qua một kênh cho trước.

Trong phần mô tả sáng chế này, “hạng” của truyền thông MIMO là số lượng các đường dẫn (path) mà qua đó tín hiệu có thể được truyền một cách độc lập tại một thời điểm cụ thể và một tài nguyên tần số cụ thể. “Số lớp” chỉ báo số lượng các luồng tín hiệu được truyền qua mỗi đường dẫn. Tóm lại,

hạng có ý nghĩa tương tự như số lớp trừ khi được mô tả khác đi vì một đầu phát gửi số lượng các lớp tương ứng với số hạng được dùng trong truyền tín hiệu.

Tín hiệu tham chiếu (RS)

Trong hệ thống truyền thông không dây tín hiệu có thể bị biến dạng trong quá trình truyền vì dữ liệu được truyền qua kênh radio. Để đầu thu nhận chính xác tín hiệu bị méo, độ méo của tín hiệu nhận được cần phải được sửa bằng thông tin kênh. Để xác định thông tin kênh, phương pháp xác định thông tin kênh sử dụng mức độ biến dạng của phương pháp truyền tín hiệu và tín hiệu được biết đến ở cả phía truyền và phía thu khi chúng được truyền qua kênh mà được sử dụng chính. Tín hiệu nói trên được gọi là tín hiệu thử kênh (pilot) hoặc tín hiệu tham chiếu (RS).

Ngoài ra hiện nay, khi hầu hết các hệ thống thông tin di động truyền một gói tin, các hệ thống sử dụng một phương pháp có khả năng cải thiện hiệu quả truyền/nhận dữ liệu bằng cách sử dụng nhiều anten truyền và nhiều anten thu thay vì sử dụng một anten truyền và một anten thu. xa. Khi dữ liệu được truyền và nhận bằng anten nhiều đầu vào/đầu ra, trạng thái kênh giữa anten truyền và anten thu phải được xác định để nhận tín hiệu chính xác. Theo đó, mỗi anten truyền phải có tín hiệu tham chiếu riêng.

Trong một hệ thống thông tin di động, RS về cơ bản có thể được chia thành hai loại tùy thuộc vào đối tượng của nó. Một loại RS được dùng để xác định thông tin trạng thái kênh và một loại RS được sử dụng để giải điều chế dữ liệu. Loại RS trước được dùng để thu, bởi một UE, thông tin trạng thái kênh trong đường xuống. Theo đó, một RS tương ứng phải được truyền trong băng thông rộng và UE phải có khả năng nhận và đo RS mặc dù UE không nhận được dữ liệu đường xuống trong một khung con cụ thể. Ngoài ra, RS này cũng được sử dụng để đo thông số quản lý tài nguyên vô tuyến (RRM), chẳng hạn như

chuyển giao. RS sau là RS được truyền cùng với các tài nguyên tương ứng khi một eNB truyền đường xuống. Một UE có thể thực hiện ước lượng kênh bằng cách nhận RS tương ứng và do đó có thể giải điều chế dữ liệu. RS tương ứng phải được truyền đi trong vùng mà trong đó dữ liệu được truyền đi.

RS đường xuống bao gồm một RS thông thường (CRS) để thu thập thông tin về trạng thái kênh được chia sẻ bởi tất cả các UE trong một ô và phép đo, chẳng hạn như chuyển giao và RS chuyên dụng (DRS) chỉ được sử dụng để giải điều chế dữ liệu một UE cụ thể. Thông tin cho giải điều chế và đo kênh có thể được cung cấp bằng cách sử dụng các RS đó. Nghĩa là, DRS chỉ được sử dụng để giải điều chế dữ liệu và CRS được sử dụng cho hai mục đích là thu thập thông tin kênh và giải điều chế dữ liệu.

Phía thu (tức là UE) đo trạng thái kênh dựa trên CRS và cung cấp một chỉ báo liên quan đến chất lượng kênh, chẳng hạn như chỉ báo chất lượng kênh (CQI), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI) và/hoặc chỉ báo hạng (RI), trở lại phía truyền (tức là eNB). CRS cũng được gọi là RS dành riêng cho ô. Ngược lại, tín hiệu tham chiếu liên quan đến phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI) có thể được xác định là CSI-RS.

DRS có thể được truyền qua các phần tử tài nguyên nếu dữ liệu trên PDSCH cần được giải điều chế. Một UE có thể nhận thông tin về việc DRS có hiện diện qua lớp cao hơn hay không và DRS chỉ hợp lệ nếu PDSCH tương ứng đã được ánh xạ. DRS cũng có thể được gọi là RS dành riêng cho UE hoặc RS giải điều chế (DMRS).

FIG.7 minh họa các mẫu tín hiệu tham chiếu được ánh xạ vào các cặp khối tài nguyên đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

Tham chiếu tới FIG.7, một cặp khối tài nguyên đường xuống, nghĩa là, một đơn vị trong đó tín hiệu tham chiếu được ánh xạ, có thể được biểu diễn dưới dạng một khung con trong miền thời gian $X \times 12$ sóng mang con trong miền tần số. Nghĩa là, trên một trục thời gian (một trục x), một cặp khối tài nguyên có độ dài 14 ký hiệu OFDM trong trường hợp tiền tố vòng thông thường (CP) (FIG.7a) và có độ dài 12 ký hiệu OFDM trong trường hợp tiền tố vòng mở rộng (CP) (FIG.7b). Trong mạng khối tài nguyên, các phần tử tài nguyên (RE) được biểu thị bằng các số “0”, “1”, “2”, và “3”, nghĩa là các vị trí của các CRS của các chỉ số cổng anten “0”, “1”, “2”, và “3” và các RE được biểu thị bởi “D” nghĩa là vị trí của DRS.

Một CRS được mô tả chi tiết hơn dưới đây. CRS là tín hiệu tham chiếu được sử dụng để ước lượng kênh của anten vật lý và có thể được nhận bởi tất cả các UE nằm trong cùng một ô. CRS được phân phối cho toàn bộ băng thông tần số. Tức là, CRS là tín hiệu dành riêng cho ô và được truyền mọi khung con trong băng thông rộng. Ngoài ra, có thể sử dụng CRS cho thông tin chất lượng kênh (CSI) và giải điều chế dữ liệu.

CRS được xác định theo các định dạng khác nhau tùy thuộc vào mảng anten ở phía phát (eNB). Trong hệ thống 3GPP LTE (ví dụ: Phiên bản-8), RS cho tối đa bốn cổng anten được truyền tùy thuộc vào số lượng anten truyền của eNB. Phía mà tín hiệu đường xuống được truyền có ba loại mảng anten, chẳng hạn như một anten truyền đơn, hai anten truyền và bốn anten truyền. Ví dụ: nếu số lượng anten truyền của eNB là hai, thì CRS cho cổng anten số 0 và cổng anten số 1 được truyền đi. Nếu số lượng anten truyền của eNB là bốn, CRS cho các cổng anten số 0 ~ số 3 được truyền đi. Nếu số lượng anten truyền của eNB là bốn, mẫu CRS trong một RB được thể hiện trong FIG.7.

Nếu eNB sử dụng chỉ một anten truyền, thì các tín hiệu tham chiếu cho một cổng anten được phân mảng

Nếu eNB sử dụng hai anten truyền, các tín hiệu tham chiếu cho hai cổng anten truyền được phân mảng sử dụng sơ đồ ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM) và/hoặc sơ đồ ghép kênh phân chia theo tần số (FDM). Nghĩa là, các tài nguyên thời gian khác nhau và/hoặc các tài nguyên tần số khác nhau được phân bổ để phân biệt giữa các tín hiệu tham chiếu cho hai cổng anten.

Ngoài ra, nếu eNB sử dụng bốn anten truyền, các tín hiệu tham chiếu cho bốn cổng anten được phân mảng sử dụng sơ đồ TDM và/hoặc FDM. Thông tin kênh đo được bởi phía thu (ví dụ UE) của tín hiệu đường xuống có thể được dùng để giải điều chế dữ liệu được truyền, sử dụng sơ đồ truyền, ví dụ truyền qua anten đơn, truyền kiểu phân tập, ghép kênh không gian vòng lặp đóng, ghép kênh không gian vòng lặp mở hoặc anten MIMO đa người dùng.

Trong trường hợp hỗ trợ anten nhiều đầu vào nhiều đầu ra, khi RS được truyền bởi một cổng anten cụ thể, RS được truyền ở vị trí phân tử tài nguyên cụ thể tùy theo sơ đồ của RS và không truyền ở vị trí phân tử tài nguyên cụ thể cho các cổng anten khác. Nghĩa là, các RS của các anten khác nhau không trùng nhau.

DRS được mô tả chi tiết dưới đây. DRS được sử dụng để giải điều chế dữ liệu. Trong truyền thông anten nhiều đầu vào nhiều đầu ra, trọng số tiền mã hoá sử dụng cho mỗi UE cụ thể được kết hợp với kênh truyền được truyền bởi mỗi anten truyền khi UE nhận được RS, và được dùng để ước lượng kênh tương ứng mà không thay đổi gì.

Hệ thống 3GPP LTE (ví dụ, phiên bản 8) hỗ trợ tối đa bốn anten truyền, và một DRS cho tạo chùm tia hạng 1 được tạo ra. DRS cho tạo chùm tia hạng 1 cũng chỉ báo RS cho cổng anten có số chỉ mục là 5.

Trong hệ thống LTE-A, nghĩa là, dạng cải tiến và tiến hoá của hệ thống LTE, thiết kế hệ thống cần phải hỗ trợ nhiều nhất là tám anten truyền trong đường xuống của một eNB. Theo đó, các RS cho nhiều nhất tám anten truyền này cần được hỗ trợ. Trong hệ thống LTE, chỉ có RS đường xuống cho nhiều nhất là bốn anten truyền được tạo ra. Theo đó, trong trường hợp một eNB có từ bốn đến nhiều nhất là tám anten truyền trong hệ thống LTE-A, thì các RS cho các cổng anten này phải được tạo thêm và đưa vào trong thiết kế. Liên quan tới các RS cho nhiều nhất là tám cổng anten truyền, cả hai loại RS được đề cập ở trên để đo kênh và để giải điều chế dữ liệu đều cần phải được thiết kế.

Một trong những thông số quan trọng được xem xét khi thiết kế một hệ thống LTE-A là phải tương thích với hệ thống cũ, nghĩa là, UE của mạng LTE phải hoạt động được trong hệ thống LTE-A, mà được hỗ trợ bởi hệ thống. Từ khía cạnh truyền RS, trong miền thời gian-tần số, trong đó CRS được định nghĩa trong LTE được truyền trong toàn dải tần trong mỗi khung con, các RS cho nhiều nhất tám cổng anten truyền cũng cần phải được tạo thêm. Trong hệ thống LTE-A, nếu mẫu RS cho nhiều nhất tám cổng anten truyền được thêm vào trong toàn dải tần trong mỗi khung con sử dụng phương pháp giống như CRS của LTE, phân đầu của RS sẽ tăng lên một cách đáng kể.

Theo đó, RS mới được tạo ra trong hệ thống LTE-A về cơ bản là được chia thành hai loại, bao gồm RS có mục đích đo kênh để chọn lọc MCS hoặc PMI (thông tin trạng thái kênh-RS, chỉ báo trạng thái kênh-RS (CSI-RS), ...) và RS để giải điều chế dữ liệu truyền qua tám ăng ten truyền (giải điều chế-RS (DM-RS)).

CSI-RS cho mục đích đo kênh được đặc trưng ở chỗ nó được thiết kế cho mục đích tập trung vào việc đo kênh, ví dụ như đo kênh và chuyển giao, và cho giải điều chế dữ liệu. Ngoài ra, CSI-RS cũng được dùng để đo, ví

dụ như chuyển giao. CSI-RS không cần phải truyền đi trên mỗi khung con không giống như là CRS bởi vì nó được truyền với mục đích là để thu thông tin về trạng thái kênh. Để giảm phần đầu của CSI-RS, CSI-RS được truyền liên tục trên trục thời gian.

Để giải điều chế dữ liệu, DM-RS được truyền riêng tới UE được lập lịch một cách tương ứng trong miền thời gian-tần số. Nghĩa là, DM-RS cho UE cụ thể chỉ được truyền trong vùng mà trong đó tương ứng với UE được lập lịch, tức là, trong miền thời gian-tần số mà trong đó dữ liệu được nhận.

Trong hệ thống LTE-A, tối đa tám anten truyền được hỗ trợ trong đường xuống của một eNB. Trong hệ thống LTE-A, trong trường hợp các RS cho tối đa tám anten truyền được truyền trong toàn dải tần trong mỗi khung con, sử dụng phương pháp giống như CRS trong hệ thống LTE, phần đầu RS cũng tăng mạnh. Theo đó, trong hệ thống LTE-A, RS có thể được chia thành CSI-RS có mục đích đo CSI của lựa chọn MCS hoặc PMI và DM-RS để giải điều chế dữ liệu, và do đó cả hai loại RS này đều được thêm vào. CSI-RS cũng có thể được dùng với mục đích, ví dụ như đo RRM, nhưng được thiết kế với mục đích chính là thu CSI. CSI-RS không cần phải truyền trong mỗi khung con vì nó không dùng để giải điều chế dữ liệu. Theo đó, để giảm phần đầu của CSI-RS, CSI-RS được truyền liên tục trên trục thời gian. Nghĩa là, CSI-RS có chu kỳ tương ứng với bội số nguyên lần của một khung con và có thể được truyền theo định kỳ hoặc truyền theo sơ đồ truyền cụ thể. Trong trường hợp này, chu kỳ hoặc sơ đồ truyền trong đó CSI-RS được truyền có thể được cài đặt bởi eNB.

Để giải điều chế dữ liệu, DM-RS được truyền riêng tới UE được lập lịch một cách tương ứng trong miền thời gian-tần số. Nghĩa là, DM-RS cho UE cụ thể chỉ được truyền trong vùng mà trong đó tương ứng với UE được lập lịch, tức là, trong miền thời gian-tần số mà trong đó dữ liệu được nhận.

Để đo CSI-RS, UE cần xem xét thông tin về chỉ số khung con truyền dẫn của CSI-RS cho mỗi CSI-RS của mỗi cổng anten của ô mà UE thuộc về, vị trí thời gian-tần số của phần tử tài nguyên (RE) chứa CSI-RS trong khung con truyền dẫn, và thứ tự CSI-RS.

Trong hệ thống LTE-A, một eNB phải truyền CSI-RS cho mỗi trong số tối đa tám cổng anten truyền. Các tài nguyên dùng để truyền CSI-RS của các cổng anten khác nhau cần phải trực giao với nhau. Khi một eNB truyền CSI-RS cho mỗi cổng anten khác nhau, nó có thể phân bổ theo cách trực giao với nhau cho các tài nguyên theo sơ đồ FDM/TDM bằng cách ánh xạ các CSI-RS cho các cổng anten tương ứng cho mỗi RE khác nhau. Hoặc là, CSI-RS cho mỗi cổng anten khác nhau có thể được truyền theo sơ đồ CDM để ánh xạ CSI-RS vào các đoạn mã trực giao với nhau.

Khi một eNB thông báo cho UE thuộc về eNB đó thông tin về CSI-RS, trước tiên, eNB cần thông báo cho UE thông tin về thời gian-tần số trong đó CSI-RS cho mỗi cổng anten được ánh xạ vào. Cụ thể, thông tin bao gồm số lượng khung con trong đó CSI-RS được truyền hoặc chu kỳ trong đó CSI-RS được truyền, độ dịch khung con trong đó CSI-RS được truyền, số ký hiệu OFDM number trong đó CSI-RS RE của một anten cụ thể được truyền, khoảng tần số, và độ lệch hoặc độ dịch của RE trên trục tần số.

CSI-RS được truyền qua một, hai, bốn hoặc tám cổng anten. Các cổng anten trong trường hợp này là $p=15$, $p=15, 16$, $p=15, \dots, 18$, và $p=15, \dots, 22$, một cách tương ứng. CSI-RS có thể được tạo ra chỉ với khoảng sóng mang con $\Delta f=15\text{kHz}$.

Trong một khung con được cấu hình cho truyền CSI-RS, chuỗi CSI-RS được ánh xạ vào các ký hiệu điều chế giá trị phức $a_{k,l}^{(p)}$ được sử dụng như là ký hiệu tham chiếu trên mỗi cổng anten p như trong Công thức 12.

[Công thức 12]

$$a_{k,l}^{(p)} = w_{l''} \cdot r_{l,n_s}(m')$$

$$k = k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{cho } p \in \{15, 16\}, & \text{tiền tố chu kỳ thông thường} \\ -6 & \text{cho } p \in \{17, 18\}, & \text{tiền tố chu kỳ thông thường} \\ -1 & \text{cho } p \in \{19, 20\}, & \text{tiền tố chu kỳ thông thường} \\ -7 & \text{cho } p \in \{21, 22\}, & \text{tiền tố chu kỳ thông thường} \\ -0 & \text{cho } p \in \{15, 16\}, & \text{tiền tố chu kỳ mở rộng} \\ -3 & \text{cho } p \in \{17, 18\}, & \text{tiền tố chu kỳ mở rộng} \\ -6 & \text{cho } p \in \{19, 20\}, & \text{tiền tố chu kỳ mở rộng} \\ -9 & \text{cho } p \in \{21, 22\}, & \text{tiền tố chu kỳ mở rộng} \end{cases}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{Các cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI} & 0 - 19, & \text{tiền tố chu kỳ thông thường} \\ 2l'' & \text{Các cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI} & 20 - 31, & \text{tiền tố chu kỳ thông thường} \\ l'' & \text{Các cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI} & 0 - 27, & \text{tiền tố chu kỳ mở rộng} \end{cases}$$

$$w_{l''} = \begin{cases} 1 & p \in \{15, 17, 19, 21\} \\ (-1)^{l''} & p \in \{16, 18, 20, 22\} \end{cases}$$

$$l'' = 0, 1$$

$$m = 0, 1, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max, DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor$$

Trong Công thức 12, (k', l') (trong đó k' là chỉ số sóng mang trong khối tài nguyên và l' là chỉ số ký hiệu OFDM trong một khe) và điều kiện của n_s được xác định tùy theo cấu hình CSI-RS, như Bảng 3 hoặc Bảng 4.

Bảng 3 minh họa sự ánh xạ của (k', l') từ cấu hình CSI-RS trong CP thông thường.

[Bảng 3]

	Cấu hình tín hiệu tham chiều CSI	Số lượng tín hiệu tham chiếu CSI được cấu hình					
		1 hoặc 2 (k', l')	$n_s \bmod 2$	4 (k', l')	$n_s \bmod 2$	8 (k', l')	$n_s \bmod 2$
Cấu trúc khung loại 1 và loại 2	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
	1	(11,2)	1	(11,2)	1	(11,2)	1
	2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
	3	(7,2)	1	(7,2)	1	(7,2)	1
	4	(9,5)	1	(9,5)	1	(9,5)	1
	5	(8,5)	0	(8,5)	0		
	6	(10,2)	1	(10,2)	1		
	7	(8,2)	1	(8,2)	1		
	8	(6,2)	1	(6,2)	1		
	9	(8,5)	1	(8,5)	1		
	10	(3,5)	0				
	11	(2,5)	0				
	12	(5,2)	1				
	13	(4,2)	1				
	14	(3,2)	1				
	15	(2,2)	1				
	16	(1,2)	1				
	17	(0,2)	1				
	18	(3,5)	1				
	19	(2,5)	1				
Chỉ cấu trúc khung loại 2	20	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	21	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	22	(7,1)	1	(7,1)	1	(7,1)	1
	23	(10,1)	1	(10,1)	1		
	24	(8,1)	1	(8,1)	1		
	25	(6,1)	1	(6,1)	1		
	26	(5,1)	1				
	27	(4,1)	1				
	28	(3,1)	1				
	29	(2,1)	1				
	30	(1,1)	1				
	31	(0,1)	1				

Bảng 4 minh hoạ ánh xạ của (k', l') từ cấu hình CSI-RS trong CP mở rộng.

[Bảng 4]

	Cấu hình tín hiệu tham chiếu CSI	Số lượng tín hiệu tham chiếu CSI được cấu hình					
		1 hoặc 2		4		8	
		(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$	(k', l')	$n_s \bmod 2$
Cấu trúc khung loại 1 và loại 2	0	(11,4)	0	(11,4)	0	(11,4)	0
	1	(9,4)	0	(9,4)	0	(9,4)	0
	2	(10,4)	1	(10,4)	1	(10,4)	1
	3	(9,4)	1	(9,4)	1	(9,4)	1
	4	(5,4)	0	(5,4)	0		
	5	(3,4)	0	(3,4)	0		
	6	(4,4)	1	(4,4)	1		
	7	(3,4)	1	(3,4)	1		
	8	(8,4)	0				
	9	(6,4)	0				
	10	(2,4)	0				
	11	(0,4)	0				
	12	(7,4)	1				
	13	(6,4)	1				
	14	(1,4)	1				
	15	(0,4)	1				
Chỉ cấu trúc khung loại 2	16	(11,1)	1	(11,1)	1	(11,1)	1
	17	(10,1)	1	(10,1)	1	(10,1)	1
	18	(9,1)	1	(9,1)	1	(9,1)	1
	19	(5,1)	1	(5,1)	1		
	20	(4,1)	1	(4,1)	1		
	21	(3,1)	1	(3,1)	1		
	22	(8,1)	1				
	23	(7,1)	1				
	24	(6,1)	1				
	25	(2,1)	1				
	26	(1,1)	1				
	27	(0,1)	1				

Tham chiếu tới Bảng 3 và Bảng 4, trong việc truyền CSI-RS, để giảm nhiễu giữa các ô(ICI) trong môi trường đa ô bao gồm môi trường mạng không đồng nhất (HetNet), tối đa là 32 cấu hình khác nhau (trong trường hợp CP

bình thường) hoặc tối đa 28 cấu hình khác nhau (trong trường hợp CP mở rộng) được xác định.

Cấu hình CSI-RS khác nhau tùy thuộc vào số lượng cổng ăngten và CP trong một ô và một ô lân cận có thể có tối đa các cấu hình khác nhau. Hơn nữa, cấu hình CSI-RS có thể được chia thành trường hợp được áp dụng cho cả khung FDD và khung TDD và trường hợp chỉ áp dụng cho khung TDD tùy thuộc vào cấu trúc khung.

(k', l') và n_s được xác định tùy thuộc vào cấu hình CSI-RS dựa trên Bảng 3 và Bảng 4 và tài nguyên tần số thời gian được sử dụng cho truyền CSI-RS được xác định tùy thuộc vào từng cổng ăngten CSI-RS.

FIG.8 là sơ đồ minh họa các tài nguyên mà các tín hiệu tham chiếu được ánh xạ vào trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

FIG.8 (a) thể hiện hai mươi loại cấu hình CSI-RS có sẵn để truyền CSI-RS bằng một hoặc hai cổng ăngten CSI-RS, FIG.8 (b) thể hiện mười loại cấu hình CSI-RS có sẵn cho bốn cổng ăngten CSI-RS và FIG.8 (c) thể hiện năm loại cấu hình CSI-RS có sẵn cho tám cổng ăngten CSI-RS.

Như được mô tả ở trên, tài nguyên vô tuyến (tức là, cặp RE) trong đó CSI-RS được truyền đi được xác định tùy thuộc vào từng cấu hình CSI-RS.

Nếu một hoặc hai cổng ăngten được định cấu hình cho truyền CSI-RS đối với một ô cụ thể, CSI-RS được truyền trên tài nguyên vô tuyến trên cấu hình CSI-RS được định cấu hình của hai mươi loại cấu hình CSI-RS được thể hiện trong FIG.8 (a).

Tương tự như vậy, khi bốn cổng ăngten được định cấu hình để truyền CSI-RS đối với một ô cụ thể, CSI-RS được truyền trên tài nguyên vô

tuyến trên cấu hình CSI-RS được định cấu hình của mười loại cấu hình CSI-RS được thể hiện trong FIG.8 (b). Hơn nữa, khi tám cổng ăngten được định cấu hình cho truyền CSI-RS đối với một ô cụ thể, CSI-RS được truyền trên tài nguyên vô tuyến trên cấu hình CSI-RS được định cấu hình của năm loại cấu hình CSI-RS được thể hiện trong FIG.8 (c).

Một CSI-RS cho mỗi cổng ăngten được dành cho CDM cho mỗi hai cổng ăngten (ví dụ: {15,16}, {17,18}, {19,20} và {21,22}) trên cùng một tài nguyên vô tuyến và truyền đi. Ví dụ: trong trường hợp cổng ăngten 15 và 16, các ký hiệu phức CSI-RS cho các cổng ăngten tương ứng 15 và 16 giống nhau, nhưng được nhân với các loại mã trực giao khác nhau (ví dụ mã Walsh) và được ánh xạ tới cùng tài nguyên vô tuyến. Ký hiệu phức của CSI-RS cho cổng ăngten 15 được nhân với [1, 1] và ký hiệu phức của CSI-RS cho cổng ăngten 16 được nhân với [1 -1] và được ánh xạ tới cùng một tài nguyên radio. Điều tương tự cũng đúng với các cổng ăngten {17,18}, {19,20} và {21,22}.

UE có thể xác định CSI-RS cho một cổng ăngten cụ thể bằng cách nhân mã mà ký hiệu được truyền đã được nhân lên. Nghĩa là, một ký hiệu được truyền được nhân với mã [1 1] được nhân lên để xác định CSI-RS cho cổng ăngten 15 và một ký hiệu được truyền được nhân với mã [1 -1] để xác định CSI-RS cho cổng ăngten 16.

Tham chiếu tới FIG.8(a) tới 8(c), trong trường hợp có cùng chỉ số cấu hình CSI-RS, tài nguyên vô tuyến theo cấu hình CSI-RS có số lượng cổng ăngten lớn bao gồm tài nguyên vô tuyến có số lượng cổng ăngten CSI-RS nhỏ. Ví dụ, trong trường hợp cấu hình CSI-RS 0, tài nguyên vô tuyến cho số lượng tám cổng ăngten bao gồm cả tài nguyên vô tuyến cho số lượng bốn cổng ăngten và tài nguyên vô tuyến cho số lượng một hoặc hai cổng ăngten.

Nhiều cấu hình CSI-RS có thể được sử dụng trong một ô. Cấu hình 0 hoặc một CSI-RS có thể được sử dụng cho CSI-RS công suất khác không (NZP) và 0 hoặc một số cấu hình CSI-RS có thể được sử dụng cho CSI-RS công suất 0 (ZP).

Với mỗi bit được đặt thành 1 trong CSI-RS ZP ('ZeroPowerCSI-RS') là một bitmap gồm 16 bit được cấu hình bởi một lớp cao, UE giả định công suất truyền bằng 0 trong các RE (trừ trường hợp trong đó một RE chồng lên một RE giả sử một CSI-RS NZP được cấu hình bởi một lớp cao) tương ứng với bốn cột CSI-RS của Bảng 3 và Bảng 4. Bit quan trọng nhất (MSB) tương ứng với chỉ số cấu hình CSI-RS thấp nhất và các bit tiếp theo trong bitmap tuần tự tương ứng với các chỉ số cấu hình CSI-RS tiếp theo.

CSI-RS chỉ được truyền trong một khe đường xuống thỏa mãn điều kiện của $(n_s \bmod 2)$ trong Bảng 3 và Bảng 4 và một khung con thỏa mãn các cấu hình khung con CSI-RS.

Trong trường hợp cấu trúc khung loại 2 (TDD), CSI-RS không được truyền trong một khung con đặc biệt, tín hiệu đồng bộ hóa (SS), một khung con va chạm với PBCH hoặc SystemInformBlockType1 (SIB 1) một khung con được cấu hình để truyền thông điệp báo hiệu.

Hơn nữa, RE trong đó CSI-RS cho bất kỳ công ăngten nào thuộc về công ăngten được đặt S ($S = \{15\}$, $S = \{15,16\}$, $S = \{17,18\}$, $S = \{19,20\}$ hoặc $S = \{21,22\}$) được truyền không được sử dụng để truyền PDSCH hoặc cho truyền CSI-RS của công ăngten khác.

Không thể sử dụng tài nguyên tần số thời gian được sử dụng cho truyền CSI-RS để truyền dữ liệu. Theo đó, thông lượng dữ liệu giảm khi chi phí CSI-RS tăng. Bằng cách xem xét điều này, CSI-RS không được cấu hình để truyền mọi khung con, nhưng được cấu hình để được truyền trong mỗi chu kỳ

truyền tương ứng với số lượng lớn các khung con. Trong trường hợp này, chi phí truyền tải CSI-RS có thể giảm đáng kể so với trường hợp CSI-RS được truyền đi mọi khung con.

Một chu kỳ khung con (sau đây được gọi là “chu kỳ truyền CSI”) $T_{\text{CSI-RS}}$ và một khung con phụ $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ cho truyền CSI-RS được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5 minh hoạ các cấu hình khung con CSI-RS.

[Bảng 5]

Cấu hình khung con CSI-RS $I_{\text{CSI-RS}}$	Chu kỳ CSI-RS $T_{\text{CSI-RS}}$ (các khung con)	Bù khung con CSI-RS $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (các khung con)
0 – 4	5	$I_{\text{CSI-RS}}$
5 – 14	10	$I_{\text{CSI-RS}} - 5$
15 – 34	20	$I_{\text{CSI-RS}} - 15$
35 – 74	40	$I_{\text{CSI-RS}} - 35$
75 – 154	80	$I_{\text{CSI-RS}} - 75$

Tham chiếu tới Bảng 5, chu kỳ truyền CSI-RS $T_{\text{CSI-RS}}$ và bù khung con $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ được xác định tùy thuộc vào cấu hình khung con CSI-RS $I_{\text{CSI-RS}}$.

Cấu hình khung con CSI-RS có thể được cấu hình riêng biệt liên quan đến CSI-RS NZP và CSI-RS ZP.

Một khung con bao gồm CSI-RS thỏa mãn Công thức 13.

[Công thức 13]

$$(10n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - \Delta_{\text{CSI-RS}}) \bmod T_{\text{CSI-RS}} = 0$$

Trong Công thức 13, $T_{\text{CSI-RS}}$ nghĩa là một chu kỳ truyền CSI-RS, $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ là giá trị bù khung con, n_f là số khung hệ thống, và n_s là số khe.

Trong trường hợp UE trong đó chế độ truyền 9 đã được cấu hình cho ô phục vụ, một cấu hình tài nguyên CSI-RS có thể được cấu hình cho UE.

Trong trường hợp UE có chế độ truyền 10 được cấu hình liên quan đến ô phục vụ, một hoặc nhiều cấu hình tài nguyên CSI-RS có thể được cấu hình cho UE.

Trong chuẩn LTE hiện tại, cấu hình CSI-RS bao gồm số cổng ăngten (antenPortsCount), cấu hình khung con (subframeConfig) và cấu hình tài nguyên (resourceConfig). Theo đó, cấu hình CSI-RS cung cấp thông báo rằng CSI-RS được truyền đi trên bao nhiêu cổng ăngten, cung cấp thông báo về chu kỳ và bù khung con trong đó CSI-RS sẽ được truyền đi và cung cấp thông báo rằng CSI-RS được truyền trong RE ở vị trí nào (nghĩa là tần số và chỉ số ký hiệu OFDM) trong một khung con tương ứng.

Cụ thể, các tham số sau cho từng cấu hình CSI-RS (tài nguyên) được định cấu hình thông qua báo hiệu lớp cao.

- Nếu chế độ truyền 10 đã được định cấu hình, số nhận dạng cấu hình tài nguyên CSI-RS
- Số cổng CSI-RS (antenPortsCount): một tham số (ví dụ: một cổng CSI-RS, hai cổng CSI-RS, bốn cổng CSI-RS hoặc tám cổng CSI-RS) cho biết số lượng cổng ăngten được sử dụng để truyền CSI-RS
- Cấu hình CSI-RS (resourceConfig) (tham khảo Bảng 3 và Bảng 4): một tham số liên quan đến vị trí tài nguyên phân bổ CSI-RS
- Cấu hình khung con CSI-RS (subframeConfig, nghĩa là I_CSI-RS) (tham khảo Bảng 5): một tham số liên quan đến chu kỳ và/hoặc bù khung con trong đó CSI-RS sẽ được truyền đi.

Nếu chế độ truyền 9 đã được định cấu hình, công suất truyền P_C cho phản hồi CSI: liên quan đến giả định của UE đối với công suất truyền PDSCH tham chiếu cho phản hồi, khi UE lấy phản hồi CSI và nhận giá trị trong dải $[-8, 15]$ dB ở kích thước bước 1 dB, P_C được coi là tỷ lệ năng lượng trên mỗi phần tử tài nguyên (EPRE) trên mỗi PDSCH RE và EPRE CSI-RS.

Nếu chế độ truyền 10 đã được định cấu hình, công suất truyền P_C cho phản hồi CSI đối với từng quy trình CSI. Nếu khung con CSI đặt $C_{CSI, 0}$ và $C_{CSI, 1}$ được cấu hình bởi một lớp cao đối với quy trình CSI, P_C được định cấu hình cho mỗi khung con CSI được đặt trong quy trình CSI.

- Tham số bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên n_{ID}

- Nếu chế độ truyền 10 được cấu hình, tham số lớp cao hơn 'qcl-CRS-Info-r11' bao gồm mã định danh trộn QCL cho giả thiết UE QCL (quasico-located) loại B (qcl-ScramblingIdentity-r11), đếm cổng CRS (crs-PortsCount-r11), và tham số danh sách cấu hình khung con MBSFN (mbsfn-SubframeConfigList-r11).

Khi giá trị phản hồi CSI xuất phát từ UE có giá trị trong dải [-8, 15] dB, P_C được giả sử là tỉ số của PDSCH EPRE và CSI-RS EPRE. Trong trường hợp này, PDSCH EPRE tương ứng với một ký hiệu trong đó tỉ số PDSCH EPRE so với CRS EPRE là ρ_A .

Một CSI-RS và PMCH không được định cấu hình trong cùng một khung con của một ô phục vụ cùng một lúc..

Trong cấu trúc khung loại 2, nếu bốn cổng ăngten CRS đã được định cấu hình, chỉ số cấu hình CSI-RS thuộc nhóm [20-31] (tham khảo Bảng 3) trong trường hợp CP thông thường hoặc chỉ số cấu hình CSI-RS thuộc nhóm [16-27] (tham khảo Bảng 4) trong trường hợp CP mở rộng không được định cấu hình trong UE.

Một UE có thể giả định rằng cổng ăngten CSI-RS của cấu hình tài nguyên CSI-RS có mối quan hệ QCL với độ trải trễ, độ trải Doppler, độ dịch Doppler, độ lợi trung bình và độ trễ trung bình.

Một UE trong đó chế độ truyền 10 và QCL loại B đã được cấu hình có thể giả sử rằng các cổng ăngten 0-3 tương ứng với cấu hình tài nguyên

CSI-RS và các cổng ăngten 15-22 tương ứng với cấu hình tài nguyên CSI-RS có mối quan hệ QCL với độ trải Doppler và độ dịch Doppler.

Trong trường hợp UE được cấu hình chế độ truyền 1-9, một cấu hình tài nguyên ZP CSI-RS có thể được cấu hình trong UE đối với ô phục vụ. Trong trường hợp UE được cấu hình chế độ truyền 10, một hoặc nhiều cấu hình tài nguyên ZP CSI-RS có thể được cấu hình trong UE đối với ô phục vụ.

Các tham số sau cho cấu hình tài nguyên ZP CSI-RS có thể được định cấu hình thông qua báo hiệu lớp cao.

- Danh sách cấu hình ZP CSI-RS (zeroTxPowerResourceConfigList) (tham chiếu tới Bảng 3 và Bảng 4): một tham số liên quan đến cấu hình CSI-RS công suất 0.

- Cấu hình khung con ZP CSI-RS (zeroTxPowerSubframeConfig, nghĩa là I_CSI-RS) (tham chiếu tới Bảng 5)

ZP CSI-RS và PMCH không được định cấu hình trong cùng một khung con của một ô phục vụ cùng một lúc.

Trong trường hợp UE được cấu hình chế độ truyền 10, một hoặc nhiều cấu hình tài nguyên thông tin trạng thái kênh - đo nhiều (CSI-IM) có thể được cấu hình trong UE đối với ô phục vụ.

Các tham số dưới đây có thể được định cấu hình cho mỗi cấu hình tài nguyên CSI-IM thông qua báo hiệu lớp cao.

- Cấu hình ZP CSI-RS (tham chiếu tới Bảng 3 và Bảng 4)
- Cấu hình khung con ZP CSI RS I_CSI-RS (tham chiếu tới Bảng 5)

Cấu hình tài nguyên CSI-IM giống như bất kỳ cấu hình tài nguyên ZP CSI-RS nào được định cấu hình.

Tài nguyên CSI-IM và PMCH không được định cấu hình trong cùng một khung con của một ô phục vụ cùng một lúc.

Tín hiệu tham chiếu lắng nghe kênh (SRS)

SRS chủ yếu được sử dụng để đo chất lượng kênh để thực hiện lập lịch chọn lọc tần số đường lên và không liên quan đến việc truyền dữ liệu đường lên và/hoặc thông tin điều khiển. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở đó và SRS có thể được sử dụng cho nhiều mục đích khác để tăng cường điều khiển công suất hoặc hỗ trợ các chức năng khởi động khác nhau của các thiết bị đầu cuối gần đây. Như một ví dụ về chức năng khởi động, có thể bao gồm một sơ đồ điều chế và mã hóa ban đầu (MCS), điều khiển công suất ban đầu để truyền dữ liệu, cải tiến định thời và lập lịch bán chọn lọc tần số. Trong trường hợp này, lập lịch bán chọn lọc tần số đề cập đến lập lịch phân bổ có chọn lọc tài nguyên tần số cho một khe đầu tiên của khung con và phân bổ tài nguyên tần số bằng cách nhảy ngẫu nhiên sang tần số khác trong khe thứ hai.

Hơn nữa, SRS có thể được sử dụng để đo chất lượng kênh đường xuống theo giả định rằng các kênh vô tuyến là đối ứng giữa đường lên và đường xuống. Giả định này đặc biệt hiệu quả trong hệ thống song công phân chia thời gian (TDD) trong đó đường lên và đường xuống có chung phổ tần số và được phân tách trong một miền thời gian.

Các khung con SRS được truyền bởi một UE nhất định trong một ô có thể được biểu thị bằng tín hiệu quảng bá dành riêng cho ô. Tham số 'srsSubframeConfiguration', đặc trưng cho ô 4 bit đại diện cho 15 mảng khung con khả dụng thông qua đó SRS có thể được truyền qua mỗi khung radio. Các mảng tạo ra tính linh hoạt để điều chỉnh sự quá tải SRS theo kịch bản triển khai.

Một mảng thứ 16 tắt hoàn toàn sự chuyển đổi SRS trong ô và điều này chủ yếu phù hợp cho một ô phục vụ phục vụ các thiết bị đầu cuối tốc độ cao.

FIG.9 minh họa khung con đường lên bao gồm ký hiệu tín hiệu tham chiếu lắng nghe kênh trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

Tham chiếu tới FIG.9, SRS được truyền liên tục trên ký hiệu SC-FDMA cuối cùng trên khung con đường sắp xếp. Do đó, SRS và DMRS được đặt trong các ký hiệu SC-FDMA khác nhau.

Truyền dữ liệu PUSCH là không được cho phép trong ký hiệu SC-FDMA cụ thể cho truyền SRS và do đó, khi sự quá tải khi lắng nghe kênh lên cao nhất, nghĩa là, ngay cả khi các ký hiệu SRS được bao gồm trong tất cả các khung con, thì sự quá tải lắng nghe kênh (sounding overhead) không vượt quá khoảng 7%.

Mỗi ký hiệu SRS được tạo bởi một chuỗi cơ bản (chuỗi ngẫu nhiên hoặc chuỗi được đặt dựa trên Zadoff-Ch (ZC)) cho một đơn vị thời gian và dải tần số nhất định và tất cả các đầu cuối trong cùng một ô đều sử dụng cùng một chuỗi cơ bản. Trong trường hợp này, truyền SRS từ một số lượng lớn các UE trong cùng một ô tại cùng một thời điểm trong cùng một dải tần số được trực giao bởi các dịch chuyển tuần hoàn khác nhau của chuỗi cơ bản và được phân biệt với nhau.

Bằng cách chỉ định các chuỗi cơ bản khác nhau cho các ô tương ứng, các chuỗi SRS từ các ô khác nhau có thể được phân biệt, nhưng tính trực giao giữa các chuỗi cơ bản khác nhau không được đảm bảo.

Khi ngày càng có nhiều thiết bị liên lạc yêu cầu dung lượng truyền thông lớn hơn, cần phải cải thiện truyền thông băng thông rộng di động so với công nghệ truy cập vô tuyến (RAT) hiện có. Truyền thông kiểu máy số lượng cực lớn (massive MTC – massive machine type communication), cung cấp các dịch vụ khác nhau mọi lúc mọi nơi bằng cách kết nối nhiều thiết bị và đối tượng, là một trong những vấn đề chính được xem xét trong truyền thông thế hệ tiếp theo. Ngoài ra, một thiết kế hệ thống truyền thông mà hỗ trợ các dịch vụ/UE nhạy cảm với độ tin cậy và độ trễ đang được thảo luận.

Việc giới thiệu các công nghệ truy nhập vô tuyến thế hệ tiếp theo có xét đến truyền thông băng rộng di động nâng cao, MTC số lượng lớn, truyền thông độ trễ thấp và độ tin cậy cực cao (URLLC) đang được thảo luận, và trong sáng chế này, các công nghệ này được gọi là RAT mới để thuận tiện cho việc mô tả.

Cấu trúc khung con tự chứa

FIG.10 là sơ đồ minh họa cấu trúc khung con tự chứa trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

Trong một hệ thống TDD, để giảm thiểu độ trễ của việc truyền dữ liệu, RAT mới thế hệ 5 (5G) xem xét cấu trúc khung con tự chứa như được thể hiện trong FIG.10.

Trong FIG.10, vùng nét đứt (chỉ số ký hiệu là 0) biểu thị vùng điều khiển đường xuống (DL) và vùng màu đen (chỉ số ký hiệu là 13) biểu thị vùng điều khiển đường lên (UL). Một khu vực không được đánh dấu cũng có thể được sử dụng để truyền dữ liệu DL hoặc để truyền dữ liệu UL. Cấu trúc như vậy được đặc trưng trong truyền DL và truyền UL được thực hiện tuần tự trong một khung con và dữ liệu DL được truyền trong một khung con và cũng có thể nhận được ACK/NACK đường lên. Do đó, sẽ cần ít thời gian hơn để truyền lại dữ

liệu khi xảy ra lỗi truyền dữ liệu, do đó giảm thiểu độ trễ của việc truyền dữ liệu cuối cùng.

Trong kiểu cấu trúc khung con tự chứa như vậy, cần có một khoảng cách thời gian giữa trạm gốc và UE cho quá trình chuyển đổi từ chế độ truyền sang chế độ thu hoặc từ chế độ thu sang chế độ truyền. Đối với mục đích này, một số kỹ thuật OFDM tại thời điểm chuyển từ DL sang UL trong cấu trúc khung con độc lập được cấu hình thành khoảng bảo vệ (GP).

Tạo chùm tia tương tự (Analog beamforming)

Trong dải sóng milimet (mmW), bước sóng được rút ngắn, do đó, phần lớn các phần tử ăngten có thể được lắp đặt trong cùng một khu vực. Nghĩa là, tổng cộng 64 phần tử ăngten (8×8) có thể được lắp đặt trong mảng 2 chiều ở khoảng cách $0,5 \lambda$ (nghĩa là bước sóng) trên một bảng 4×4 (4×4) cm với bước sóng 1 cm trong băng tần 30 GHz. Do đó, trong mmW, có thể tăng độ lợi tạo chùm tia (BF) để tăng vùng phủ sóng hoặc tăng thông lượng bằng cách sử dụng nhiều phần tử ăngten.

Trong trường hợp này, nếu khối thu phát (TXRU) được cung cấp để có thể điều chỉnh công suất truyền và pha cho từng phần tử ăngten, có thể tạo chùm tia độc lập cho từng nguồn tần số. Tuy nhiên, khi TXRU được lắp đặt trên tất cả 100 thành phần ăngten, có một vấn đề là tính hiệu quả bị suy giảm về mặt chi phí. Do đó, một phương pháp ánh xạ một số lượng lớn các phần tử ăngten đến một TXRU và điều chỉnh hướng của chùm tia bằng bộ dịch pha tương tự được xem xét. Phương pháp BF tương tự như vậy có một nhược điểm là tần số BF chọn lọc có thể không được thực hiện bằng cách chỉ thực hiện một hướng chùm trong tất cả các dải.

Một BF lai với B TXRU, là một dạng trung gian của BF kỹ thuật số và BF tương tự, và ít hơn Q phần tử ăngten, có thể được xem xét. Trong

trường hợp này, mặc dù có sự khác biệt tùy thuộc vào phương thức kết nối B TXRU và Q các phần tử ăngten, số lượng hướng của chùm tia có thể được truyền cùng lúc được giới hạn ở B hoặc ít hơn.

Sau đây, các ví dụ đại diện về phương pháp kết nối TXRU và các phần tử ăngten sẽ được mô tả với sự tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm.

FIG.11 thể hiện mô hình khối thu phát trong hệ thống truyền thông radio mà sáng chế này có thể áp dụng.

Mô hình ảo hóa TXRU cho thấy mối quan hệ giữa tín hiệu đầu ra của TXRU và tín hiệu đầu ra của các phần tử ăngten. Theo mối tương quan giữa phần tử ăngten và TXRU, mô hình ảo hóa TXRU có thể được chia thành tùy chọn mô hình ảo hóa TXRU-1 và mô hình phân vùng mảng phụ như được minh họa trong FIG.11 (a) và mô hình ảo hóa TXRU tùy chọn-2 và một mô hình kết nối đầy đủ như được minh họa trong FIG.11 (b).

Tham chiếu tới FIG.11(a), trong trường hợp của mô hình phân vùng mảng phụ, phần tử ăngten được chia thành nhiều nhóm phần tử ăngten và mỗi TXRU được kết nối với một trong các nhóm. Trong trường hợp này, phần tử ăngten được kết nối với chỉ một TXRU.

Tham chiếu tới FIG.11(b), trong trường hợp của mô hình kết nối đầy đủ, tín hiệu của nhiều TXRU được kết hợp và truyền đến một phần tử ăngten duy nhất (hoặc một mảng các phần tử ăngten). Đó là, một sơ đồ được minh họa, trong đó TXRU được kết nối với tất cả các phần tử ăngten. Trong trường hợp này, phần tử ăngten được kết nối với tất cả TXRU.

Trong FIG.11, q đại diện cho một vector tín hiệu truyền của các phần tử ăngten có sóng đồng phân cực M trong một cột. w đại diện cho một vector trọng số ảo hóa TXRU băng rộng và W đại diện cho một vector pha nhân

với một bộ dịch pha tương tự. Nói cách khác, hướng của tạo chùm tia tương tự được xác định bởi W . x đại diện cho một vector tín hiệu của $M_{\text{TXRU}} \text{ TXRU}$.

Ở đây, ánh xạ các cổng ăngten và TXRU có thể là 1 đến 1 hoặc 1 đến nhiều.

Trong FIG.11, ánh xạ (ánh xạ TXRU tới phần tử) giữa TXRU và phần tử ăngten chỉ là một ví dụ và sáng chế hiện tại không bị giới hạn ở đó. Sáng chế có thể được áp dụng tương tự ngay cả đối với ánh xạ giữa TXRU và phần tử ăngten, có thể được thực hiện dưới nhiều hình thức khác về mặt phần cứng.

Phản hồi thông tin trạng thái kênh (CSI)

Trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, thiết bị người dùng (UE) được xác định để báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI) cho trạm gốc (BS hoặc eNB).

CSI gọi chung là thông tin có thể chỉ ra chất lượng của kênh vô tuyến (hoặc được gọi là liên kết) được hình thành giữa UE và cổng ăngten. Ví dụ: chỉ báo xếp hạng (RI), chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), chỉ báo chất lượng kênh (CQI) và tương tự tương ứng với thông tin.

Ở đây, RI đại diện cho thông tin xếp hạng của một kênh, có nghĩa là số lượng luồng UE nhận được thông qua cùng một tài nguyên tần số thời gian. Vì giá trị này được xác định tùy thuộc vào pha-đỉnh dài hạn của kênh, giá trị được phản hồi trở lại từ UE tới BS trong một chu kỳ thường dài hơn PMI và CQI. PMI là một giá trị phản ánh đặc tính không gian kênh và biểu thị chỉ số tiền mã hóa ưu tiên được UE ưu tiên dựa trên một số liệu, chẳng hạn như tỷ lệ nhiễu tín hiệu-nhiều-cộng-tạp âm (SINR). CQI là một giá trị đại diện cho cường độ của kênh và thường đề cập đến SINR nhận có thể thu được khi BS sử dụng PMI.

Trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, BS định cấu hình nhiều quy trình CSI cho UE và có thể nhận CSI cho mỗi quy trình. Ở đây, quy trình CSI được cấu thành bởi CSI-RS để đo chất lượng tín hiệu từ BS và tài nguyên đo nhiễu CSI (CSI-IM) để đo nhiễu.

Ảo hóa tín hiệu tham chiếu (RS)

Trong mmW, chỉ có thể truyền PDSCH theo một hướng chùm tia tương tự tại một thời điểm bằng cách định dạng chùm tia tương tự. Trong trường hợp này, việc truyền dữ liệu từ BS chỉ có thể đến một số lượng nhỏ UE theo hướng tương ứng. Do đó, nếu cần thiết, hướng chùm tia tương tự được cấu hình khác nhau cho mỗi cổng ăngten để việc truyền dữ liệu có thể được thực hiện đồng thời với số lượng lớn các UE theo một số hướng chùm tia tương tự.

FIG.12 là sơ đồ minh họa vùng dịch vụ cho mỗi khối thu phát trong hệ thống truyền thông không dây mà sáng chế này có thể áp dụng.

Trong FIG.12, 256 phần tử ăngten được chia thành 4 phần để tạo thành 4 mảng con và cấu trúc của việc kết nối TXRU với mảng con sẽ được mô tả như một ví dụ được thể hiện trong FIG.11 ở trên.

Khi mỗi mảng phụ được cấu thành bởi tổng số 64 phần tử ăngten (8×8) ở dạng mảng 2 chiều, định dạng chùm tia tương tự cụ thể có thể bao phủ một khu vực tương ứng với vùng góc ngang 15 độ và vùng góc dọc 15 độ. Đó là, khu vực nơi BS cần được phục vụ được chia thành nhiều khu vực và các dịch vụ được cung cấp từng loại một trong một thời điểm.

Trong mô tả sau đây, giả sử rằng các cổng ăngten CSI-RS và TXRU được ánh xạ 1-1. Do đó, cổng ăngten và TXRU có cùng ý nghĩa với mô tả sau.

Như được thể hiện trong FIG.12(a), nếu tất cả TXRU (cổng ăngten, mảng phụ) (nghĩa là TXRU 0, 1, 2, 3) có cùng hướng định dạng chùm

tương tự (nghĩa là vùng 1), thông lượng của vùng tương ứng có thể được tăng lên bằng cách hình thành chùm kỹ thuật số với độ phân giải cao hơn. Ngoài ra, có thể tăng thông lượng của vùng tương ứng bằng cách tăng xếp hạng của dữ liệu truyền tới vùng tương ứng.

Như được thể hiện trong FIG.12(b) và 12(c) nếu mỗi TXRU (cổng ăngten, mảng con) (nghĩa là TXRU 0, 1, 2, 3) có hướng định dạng chùm tương tự khác nhau (nghĩa là vùng 1 hoặc vùng 2, dữ liệu có thể được truyền đồng thời tới các UE phân phối trong một khu vực rộng hơn trong khung con (SF)).

Như một ví dụ thể hiện trong FIG.12 (b) và 12 (c), hai trong số bốn cổng ăngten được sử dụng để truyền PDSCH tới UE1 ở vùng 1 và hai cổng ăngten còn lại được sử dụng để truyền PDSCH sang UE2 ở vùng 2.

Đặc biệt, trong FIG.12 (b), PDSCH1 được truyền tới UE1 và PDSCH2 được truyền tới UE2 đại diện cho các ví dụ về ghép kênh phân chia không gian (SDM). Không giống như vậy, như được thể hiện trong FIG.12 (c), PDSCH1 được truyền đến UE1 và PDSCH2 được truyền tới UE2 cũng có thể được truyền bằng cách ghép kênh phân chia tần số (FDM).

Trong số các sơ đồ phục vụ một khu vực sử dụng tất cả các cổng ăngten và sơ đồ phân chia nhiều khu vực cùng một lúc bằng cách chia các cổng ăngten, một sơ đồ ưu tiên được thay đổi theo xếp hạng và sơ đồ điều chế và mã hóa (MCS) phục vụ cho UE để tối đa hóa thông lượng của ô. Ngoài ra, phương thức ưa thích được thay đổi theo lượng dữ liệu được truyền đến từng UE.

BS so sánh thông lượng ô hoặc số liệu lập lịch có thể thu được bởi mỗi sơ đồ để chọn sơ đồ truyền cuối cùng. Do đó, số lượng cổng ăngten tham gia truyền PDSCH bị thay đổi bởi SF-theo-SF. Để BS tính toán MCS

truyền của PDSCH theo số lượng công ăngten và phản ánh MCS truyền được tính toán theo thuật toán lập lịch, cần có phản hồi CSI từ UE thích hợp.

Tín hiệu tham chiếu chùm tia (BRS)

Các tín hiệu tham chiếu chùm tia được truyền trên một hoặc nhiều công ăngten ($p = \{0, 1, \dots, 7\}$).

Chuỗi tín hiệu tham chiếu 'r_l(m)' có thể được xác định bởi Công thức 14 dưới đây.

[Công thức 14]

$$r_l(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, 8 \cdot (N_{RB}^{max,DL} - 18) - 1$$

Trong đó $l = 0, 1, \dots, 13$ là số ký hiệu OFDM. $N_{RB}^{max,DL}$ đại diện cho cấu hình dải đường xuống lớn nhất và N_{sc}^{RB} được biểu thị bằng bội số. N_{sc}^{RB} đại diện cho kích thước của khối tài nguyên trong miền tần số và được biểu thị bằng số lượng sóng mang con.

Trong Công thức 14, $c(i)$ có thể được xác định trước là một chuỗi giả ngẫu nhiên. Bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được khởi tạo khi bắt đầu mỗi ký hiệu OFDM bằng cách sử dụng Công thức 15 bên dưới.

[Công thức 15]

$$C_{init} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l' + 1) \cdot (2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1) + 2 \cdot N_{ID}^{cell} + 1$$

Trong đó N_{ID} đại diện cho một định danh ô lớp vật lý. $n_s = \text{floor}(l / 7)$ và $\text{floor}(x)$ đại diện cho hàm floor để lấy số nguyên tối đa là x hoặc nhỏ hơn. $l' = l \bmod 7$ và $\bmod$ đại diện cho toán tử modulo..

Tín hiệu tham chiếu lọc chùm tia (Beam refinement reference signal - BRRS)

Tín hiệu tham chiếu lọc chùm tia (BRRSs) có thể được truyền trên tối đa tám cổng ăngten ($p = 600, \dots, 607$). Việc truyền và nhận BRRS được lập lịch động trong phân bổ tài nguyên đường xuống trên xPDCCH.

Chuỗi tín hiệu tham chiếu ' $r_{l,ns(m)}$ ' có thể được xác định bởi Công thức 16 dưới đây.

[Công thức 16]

$$r_{l,ns}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2c(2m + 1)), m = 0, 1, \dots, \left\lfloor \frac{3}{8} N_{RB}^{max,DL} \right\rfloor - 1$$

Trong đó n_s đại diện cho số khe trong khung radio. l đại diện cho số ký hiệu OFDM trong khe. $c(i)$ có thể được xác định trước là chuỗi giả ngẫu nhiên. Bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được khởi tạo khi bắt đầu mỗi ký hiệu OFDM bằng cách sử dụng Công thức 17 bên dưới.

[Công thức 17]

$$c_{init} = 2^{10}(7(\bar{n}_s + 1) + l + 1)(2N_{ID}^{BRRS} + 1) + 2N_{ID}^{BRRS} + 1$$

$$\bar{n}_s = n_s \bmod 20$$

Ở đây, N_{ID}^{BRRS} được cấu hình cho UE thông qua tín hiệu RRC.

Tín hiệu tham chiếu bù nhiễu pha DL

Tín hiệu tham chiếu bù nhiễu pha liên quan đến xPDSCH có thể được truyền trên (các) cổng ăngten $p = 60$ và/hoặc $p = 61$ theo tín hiệu trong DCI. Hơn nữa, các tín hiệu tham chiếu bù nhiễu pha liên quan đến xPDSCH có thể xuất hiện dưới dạng tham chiếu hợp lệ cho bù nhiễu pha chỉ khi truyền xPDSCH được liên kết với cổng ăngten tương ứng. Ngoài ra, các tín hiệu tham chiếu bù nhiễu pha được liên kết với xPDSCH chỉ có thể được truyền trên các khối tài nguyên vật lý và ký hiệu mà xPDSCH tương ứng được ánh xạ. Ngoài ra, các tín hiệu tham chiếu bù nhiễu pha liên quan đến xPDSCH có thể giống hệt nhau trong tất cả các ký hiệu có phân bổ xPDSCH.

Đối với bất kỳ công ăng ten $p \in \{60,61\}$, chuỗi tín hiệu tham chiếu 'r (m), được xác định bởi Công thức 18 dưới đây.

[Công thức 18]

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0, 1, \dots, \lfloor N_{RB}^{max, DL} / 4 \rfloor - 1$$

Ở đây, c (i) có thể được xác định trước là chuỗi giả ngẫu nhiên. Bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên có thể được khởi tạo khi bắt đầu mỗi khung con bằng cách sử dụng Công thức 19 dưới đây.

[Công thức 19]

$$c_{init} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2n_{ID}^{(n_{SCID})} + 1) \cdot 2^{16} + n_{SCID}$$

Trong đó n_{SCID} là 0 nếu trừ khi được quy định khác. Trong truyền xPDSCH, n_{SCID} được cung cấp ở định dạng DCI được liên kết với truyền xPDSCH.

$n_{ID}^{(i)}$ (trong đó $i = 0, 1$) được đưa ra như sau. Khi giá trị của $n_{ID}^{(i)}$ không được cung cấp bởi lớp cao hơn, $n_{ID}^{(i)}$ bằng với $n_{ID}^{(i)}$. Nếu không, $n_{ID}^{(i)}$ bằng $n_{ID}^{(i)}$.

Theo hội thảo 3GPP RAN1 #86, các thủ tục quản lý chùm tia DL Lớp 1 (L1)/Lớp (L2) được hỗ trợ trong một hoặc nhiều điểm truyền nhận (TRP).

i) P-1: P-1 được sử dụng để cho phép đo UE trên các chùm Tx TRP khác nhau để hỗ trợ lựa chọn (các) chùm truyền (Tx) TRP/chùm nhận (Rx) UE.

- Để tạo chùm tia trong TRP, P-1 bao gồm quét chùm tia nội-TRP/liên-TRP Tx từ một tập hợp các chùm tia khác nhau.

- Để tạo chùm tia trong UE, P-1 bao gồm quét chùm tia UE Rx từ một tập hợp các chùm tia khác nhau.

- Chùm Tx TRP và chùm Rx UE có thể được xác định chung hoặc riêng.

ii) P-2: P-2 được sử dụng để kích hoạt các phép đo UE trên các chùm Tx TRP khác nhau để thay đổi (các) chùm nội/liên Tx-TRP.

- Có thể sử dụng một nhóm các chùm nhỏ hơn để tinh chỉnh chùm so với trong P-1.

- P-2 có thể được coi là trường hợp đặc biệt của P-1.

iii) P-3: P-3 được sử dụng để cho phép đo UE trên cùng chùm Tx TRP để thay đổi chùm Rx UE trong trường hợp UE sử dụng tạo chùm tia.

- Quy trình tương tự có thể được thiết kế để đo chùm tia trong TRP và đo chùm tia giữa TRP.

- UE có thể không biết chùm tia nội-TRP hoặc chùm tia-liên TRP.

Ví dụ, các quy trình P-2 và P-3 được mô tả ở trên có thể được thực hiện cùng nhau và/hoặc nhiều lần để đạt được thay đổi chùm tia Tx TRP/Tx UE đồng thời.

Quản lý nhiều cặp chùm tia Tx/Rx có thể được hỗ trợ cho một UE.

Thông tin hỗ trợ từ một nhà mạng khác đang được thảo luận để được chuyển đến UE trong một quy trình quản lý chùm tia.

Quy trình trên có thể được áp dụng cho bất kỳ dải tần số nào.

Quy trình trên có thể được sử dụng trong một/nhiều chùm cho mỗi TRP.

Ngoài ra, theo hội thảo 3GPP RAN1 # 86bis, việc quản lý chùm tia UL sau đây sẽ được nghiên cứu thêm trong NR.

- Một quy trình tương tự như quản lý chùm tia đường xuống có thể được xác định.

i) U-1: U-1 được sử dụng để cho phép đo TRP trên các chùm Tx UE khác nhau để hỗ trợ lựa chọn (các) chùm tia Tx UE/Rx TRP.

- Điều này có thể không nhất thiết được sử dụng trong mọi trường hợp.

ii) U-2: U-2 được sử dụng để cho phép đo TRP trên các chùm Rx TRP khác nhau để thay đổi/chọn (các) chùm tia TR / inter-TRP Rx.

iii) U-3: U-3 được sử dụng để cho phép đo TRP trên cùng chùm Rx TRP để thay đổi chùm tia Tx UE trong trường hợp UE sử dụng tạo chùm tia.

Có thể hỗ trợ chỉ báo thông tin liên quan đến sự tương ứng của Tx/Rx.

Quản lý chùm tia UL được nghiên cứu dựa trên: Kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (PRACH), Tín hiệu tham chiếu nghe kênh (SRS) và Tín hiệu tham chiếu giải điều chế (DM-RS) (Các kênh khác và tín hiệu tham chiếu (RS) không bị loại trừ).

Như được mô tả dưới đây, quy trình quản lý chùm tia đường lên (UL) cần được nghiên cứu bằng cách xem xét sự tương ứng của chùm tia Tx/Rx.

- Đối với trường hợp cả TRP và UE đều có sự tương ứng chùm tia Tx/Rx

- Đối với trường hợp TRP không có tương ứng chùm tia Tx/Rx và/hoặc UE không có sự tương ứng chùm tia Tx/Rx

Hơn nữa, các khía cạnh sau đây cần được xem xét cho thiết kế điều khiển công suất UL (PC):

- Không có tín hiệu tham chiếu dành riêng cho tế bào giống như LTE để ước lượng suy hao đường truyền

- Truyền/nhận dựa trên chùm tia

- Định dạng chùm tia tương tự tại eNB/UE

- Truyền đa chùm/đa luồng
- Nhiều bộ số
- Trao đổi thông tin giữa TRP
- TDD động có thể được nghiên cứu sau và các khía cạnh khác

không bị loại trừ.

Hơn nữa, thiết kế sau đây của PC UL được nghiên cứu như một điểm khởi đầu:

- Điều khiển công suất phân số trong LTE dưới dạng khung
- DL RS để đo tổn thất đường dẫn, ví dụ: RS trong quản lý chùm tia DL P-1, P-2 và P-3 cho kịch bản nhiều chùm tia hoặc kịch bản chùm tia đơn
- Cài đặt PC riêng cho kênh dữ liệu và điều khiển UL

Đối với PC UL, cài đặt tham số cụ thể theo số học và cài đặt PC riêng cho UL đa chùm/đa luồng có thể được nghiên cứu sau.

Ngoài ra, theo hội nghị của 3GPP RAN1 # 87, trong NR, cho NR-PUSCH trong ít nhất là nhằm mục tiêu băng thông rộng di động nâng cao (eMBB),

- Điều khiển công suất vòng hở dựa trên ước lượng suy hao đường truyền được hỗ trợ. Trong trường hợp này, suy hao đường truyền được ước lượng bằng DL RS để đo. Hơn nữa, điều khiển công suất theo phân đoạn được hỗ trợ. Đối với (các) phép đo DL RS được sử dụng (RS có thể được tạo chùm) có thể được nghiên cứu sau.

- Điều khiển công suất vòng kín được hỗ trợ, dựa trên tín hiệu NW. Trong trường hợp này, điều chỉnh công suất UL động được xem xét.

Những khía cạnh sau đây có thể được nghiên cứu thêm:

- Điều khiển công suất đặc trưng số học, ví dụ: tham số điều khiển công suất đặc trưng số học

- Thông số điều khiển công suất riêng của chùm tia
- Điều khiển công suất cho các RS và kênh vật lý khác
- Điều khiển công suất để cấp PUSCH miễn phí nếu được hỗ trợ
- Điều khiển công suất trên mỗi lớp (nhóm)

Hơn nữa, trong NR, CSI-RS hỗ trợ quét chùm tia Tx DL và quét chùm tia Rx UE. Trong trường hợp này, CSI-RS có thể được sử dụng trong P-1, P-2 và P-3.

NR CSI-RS hỗ trợ cấu trúc ánh xạ sau.

- Cổng N_P CSI-RS có thể được ánh xạ cho mỗi đơn vị thời gian (phụ).

- Trong toàn bộ đơn vị thời gian (phụ), các cổng anten CSI-RS tương tự có thể được ánh xạ.

- Giá trị của N_P được nghiên cứu sau.

- Ở đây, đơn vị thời gian của người dùng có nghĩa là n (≥ 1) các ký hiệu OFDM theo số học được cấu hình/tham chiếu. Cho dù các ký hiệu OFDM liên tiếp hay không liên tục bao gồm đơn vị thời gian được nghiên cứu sau.

- Phương pháp ghép kênh cổng (ví dụ: FDM, TDM, CDM, dạng kết hợp bất kỳ) được nghiên cứu sau.

- Mỗi đơn vị thời gian có thể được chia thành các đơn vị thời gian nhỏ.

Phương pháp phân chia (ví dụ, TDM, FDMA xen kẽ (IFDMA), phân chia mức ký hiệu OFDM với cùng độ dài/ngắn hơn độ dài ký hiệu OFDM không bị loại trừ) được nghiên cứu sau.

- Cấu trúc ánh xạ như vậy có thể được sử dụng để hỗ trợ nhiều bảng/chuỗi Tx.

- Các tùy chọn ánh xạ CSI-RS để quét chùm tia Tx và Rx được mô tả bên dưới.

i) Tùy chọn 1: (Các) chùm Tx giống nhau trên các đơn vị thời gian nhỏ trong mỗi đơn vị thời gian. (Các) chùm Tx khác nhau giữa các đơn vị thời gian.

ii) Tùy chọn 2: (Các) chùm Tx khác nhau giữa các đơn vị thời gian nhỏ trong mỗi đơn vị thời gian. (Các) chùm Tx giống nhau trên các đơn vị thời gian.

iii) Kết hợp Tùy chọn 1 và Tùy chọn 2:

Các chùm Tx giống nhau trên các đơn vị thời gian nhỏ trong một đơn vị thời gian.

Chùm Tx khác nhau cho mỗi đơn vị thời gian phụ trong đơn vị thời gian khác.

Ở đây, ví dụ, sự kết hợp của các đơn vị thời gian khác nhau về, số lượng và tính định kỳ được nghiên cứu sau.

Chỉ có thể quét Tx hoặc quét Rx và lựa chọn khác là không thể.

Việc liệu ánh xạ cấu trúc có được tạo cấu hình với một hoặc nhiều CSI-RS hay không sẽ được nghiên cứu sau.

Phương pháp truyền/nhận đường lên

Tên eNB được mô tả trong sáng chế được sử dụng như là một thuật ngữ bao hàm đầu radio xa (remote radio head - RRH), eNB (hay gNB), điểm truyền (TP), điểm nhận (RP), thiết bị chuyển tiếp (relay), và tương tự. Sau đây, để thuận tiện cho việc mô tả, phương pháp được đề xuất sẽ được mô tả dựa trên hệ thống 3GPP LTE (hệ thống phát triển dài hạn theo 3GPP) và/hoặc hệ thống RAT. Tuy nhiên, các hệ thống mà phương pháp được đề xuất có thể ứng

dụng là có thể bao gồm cả các hệ thống khác (ví dụ, UTRA, và tương tự) ngoài hệ thống 3GPP LTE.

Sau đây, phương pháp điều khiển công suất truyền UL trong NR sẽ được mô tả.

Trong thiết kế hệ thống NR, các kỹ sư đang xem xét để giới thiệu các tính năng mới trong UL như truyền dẫn UL dựa trên OFDM và kênh điều khiển UL ký hiệu đơn. Sáng chế đề xuất một phương pháp trong đó có xem xét quy trình điều khiển công suất UL, bao gồm các thành phần cơ bản như bù suy hao đường truyền, bù công suất, lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và một số tính năng bổ sung.

– Những thông số cơ bản cho điều khiển công suất UL

1-1) Bù suy hao đường truyền

Theo điều khiển công suất UL trong hệ thống LTE hiện tại, có hai loại bù suy hao được xem xét; một là bù suy hao đường truyền đầy đủ, và một là bù suy hao đường truyền theo phân đoạn.

Trong hệ thống NR, có thể xem xét rằng UE đo công suất thu được của tín hiệu tham chiếu (RSRP) bằng cách sử dụng một loại DL RS nhất định (ví dụ: tín hiệu đồng bộ hóa, CSI-RS, v.v.), và sau đó UE thu được suy hao đường truyền giữa UE và eNB liên quan của nó bằng cách sử dụng RSRP đo được (lọc lớp cao).

Công suất truyền UL từ UE có thể được bù hoàn toàn hoặc một phần bằng cách có xét đến ước lượng suy hao đường truyền.

Trước hết, bù suy hao đường truyền đầy đủ có thể tối đa hóa sự công bằng cho các UE nằm ở biên của ô. Nói cách khác, công suất nhận được từ UE nằm ở biên của ô tại gNB (tức là trạm gốc) có thể tương đương với công suất nhận được từ UE trung tâm của ô.

Mặt khác, nếu sử dụng bù suy hao đường truyền theo phân đoạn, công suất nhận được ở phía gNB từ UE nằm ở trung tâm của ô có thể cao hơn nhiều so với UE nằm ở biên của ô. Suy hao đường truyền của UE nằm ở biên của ô có thể được bù bằng cách điều chỉnh tham số công suất khác hoặc bù để công suất nhận được từ UE nằm ở biên ô có thể được kiểm soát chính xác. Tuy nhiên, công suất nhận được từ UE nằm ở trung tâm của ô có thể là dư thừa do nói chung là đã đủ công suất để nhận được.

Trong trường hợp truyền kênh dữ liệu UL, có thể sử dụng công suất dự phòng như vậy để cải thiện hiệu suất phổ bằng cách áp dụng mức điều chế và mã hóa (MCS) cao hơn (ví dụ, UE trung tâm ô có thể sử dụng số lượng PRB nhỏ hơn cho cùng kích thước TB). Mặt khác, trong trường hợp truyền kênh điều khiển UL sử dụng lượng tài nguyên cố định, không rõ cách sử dụng công suất dự phòng để cải thiện hiệu suất phổ tần do dung lượng (tải) thông tin điều khiển đường lên không phụ thuộc vào vị trí UE hoặc điều kiện kênh. Do đó, không nên sử dụng bù suy hao đường truyền đầy đủ cho điều khiển công suất của kênh điều khiển UL.

Ngoài ra, trong trường hợp bù suy hao đường truyền theo phân đoạn cho truyền dữ liệu UL, chênh lệch công suất nhận được giữa UE ở trung tâm ô và UE ở biên ô có thể được điều chỉnh bằng cách sử dụng giá trị của hệ số bù suy hao đường truyền theo phân đoạn và giá trị này có thể khác nhau tùy theo bán kính ô và hiệu suất mục tiêu.

Do đó, đối với việc điều khiển công suất của kênh điều khiển UL (ví dụ: PUCCH, v.v.), nên xem xét việc bù suy hao đường truyền đầy đủ.

1-2) Dịch công suất tùy theo tốc độ dữ liệu

Theo cách thông thường, tốc độ dữ liệu càng cao càng đòi hỏi công suất truyền lớn hơn. Tuy nhiên, việc điều khiển công suất có thể không

hiệu quả trên kênh dữ liệu UL khi sử dụng đồng thời cả bù suy hao đường truyền theo phân đoạn và dịch công suất (ví dụ, thiết lập Delta_{TF} trong chuẩn LTE) theo tốc độ dữ liệu. Ngoài ra, trong LTE hiện tại, loại bù công suất này không hỗ trợ cho hạng lớn hơn 2. Do đó, cần phải xem xét để chỉ hỗ trợ bù suy hao đường truyền theo phân đoạn trong NR mà không cần cài đặt bù công suất theo tốc độ dữ liệu

Để điều khiển công suất của kênh dữ liệu đường lên, cần phải xem xét để chỉ hỗ trợ bù suy hao đường truyền phân đoạn trong NR mà không cần thiết lập dịch công suất theo tốc độ dữ liệu.

1-3) Lệnh TPC

Lệnh TPC có thể được sử dụng để bù biến dạng kênh (channel variation) do hiệu ứng pha đỉnh nhanh. Đối với LTE hiện tại, công suất PUCCH có thể được điều chỉnh bằng lệnh TPC được báo hiệu trong DCI chỉ định DL trong khi công suất PUSCH (hoặc SRS) có thể được điều chỉnh bằng lệnh TPC được báo hiệu trong DCI cấp DL. Ngoài ra, đối với truyền UL không có DCI liên quan như lập lịch bán liên tục (SPS), CSI định kỳ hoặc SRS, lệnh TPC có thể được báo hiệu đến một nhóm UE nhất định bằng cách sử dụng định dạng DCI 3/3A. Có thể có hai loại thủ tục TPC để cập nhật công suất truyền tải UL; một là TPC tích lũy, và một là TPC tuyệt đối. TPC tích lũy phù hợp để tinh chỉnh công suất truyền UE bằng cách sử dụng kích thước bước tương đối nhỏ của các giá trị TPC. Mặt khác, TPC tuyệt đối có thể hữu ích để tăng công suất truyền UE ngay lập tức bằng cách sử dụng kích thước bước tương đối lớn của các giá trị TPC.

Với các khía cạnh về bù suy hao đường truyền đang được nghiên cứu, cần xem xét các khía cạnh của suy hao đường truyền, dịch công suất, và lệnh TPC cho mô hình thủ tục điều khiển công suất UL cho NR, với việc xem

xét tới việc triển khai ô, loại kênh vật lý UL (ví dụ, điều khiển hoặc dữ liệu), và điều kiện kênh không đây.

- Những tính năng bổ sung cho điều khiển công suất trong NR

1-4 Hoạt động tạo chùm tia

Trong thiết kế NR, có thể cần thiết xem xét để giới thiệu hoạt động dựa trên tạo chùm tia tương tự (hoặc lai), đặc biệt đối với dải tần số cao (ví dụ: trên 6 GHz). Với tạo chùm tia tương tự, việc quét chùm gNB TX/RX (ví dụ: TDM giữa các chùm gNB TX/RX khác nhau) có thể được yêu cầu không chỉ được thực hiện để truyền tín hiệu và thông tin chung DL như tín hiệu đồng bộ hóa (ví dụ PSS/SSS trong LTE) hoặc thông tin hệ thống phát sóng (ví dụ: Kênh phát sóng vật lý (PBCH) trong LTE) mà còn để truyền các kênh dữ liệu và điều khiển DL/UL, để phục vụ các UE nằm ở các khu vực khác nhau (hoặc hướng chùm).

Trong trường hợp này, có thể cần xem xét sự khác biệt của các tham số điều khiển công suất giữa các chùm khác nhau đối với UE do công suất cần thiết cho hiệu suất UL là khác nhau trên mỗi chùm cho UE.

Tuy nhiên, đặc biệt đối với các quy trình TPC tích lũy, cần nghiên cứu thêm xem liệu phân tách tham số PC trên mỗi chùm có vượt trội so với quy trình tích lũy TPC thông thường bất kể thay đổi hoặc chuyển đổi chùm. Điều thứ hai có nghĩa là quá trình tích lũy TPC sẽ không được thiết lập lại mặc dù chùm phục vụ bị thay đổi bởi quy trình quản lý chùm tia, xem xét mức công suất truyền đã ổn định được mong muốn duy trì càng nhiều càng tốt trừ khi những thay đổi chùm đó xảy ra với TRP khác.

Với các dịch vụ mục tiêu (ví dụ, dịch vụ yêu cầu độ tin cậy cực cao và độ trễ thấp – URLLC) và dịch vụ từ xe cộ-đến-vận vật nâng cao (eV2X) đòi hỏi độ tin cậy cao hơn, thì có thể cần phải áp dụng bù công suất bổ sung

trong quá trình TPC tích lũy bất cứ khi nào có sự thay đổi hoặc chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng một TRP để giảm bớt sự không phù hợp khi điều khiển công suất dự kiến do thay đổi/chuyển đổi chùm tia. Ngoài ra, điều này có thể được áp dụng cho các trường hợp truyền lại để cải thiện hiệu suất HARQ, cần được thực hiện theo cấu hình lớp cao hơn được cung cấp bởi gNB.

Đối với quy trình TPC tích lũy, bù công suất bổ sung có thể cấu hình được áp dụng cho quy trình TPC tích lũy thông thường cần được xem xét, bất kỳ khi nào có sự thay đổi hoặc chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng TRP, tùy theo dịch vụ mục tiêu (ví dụ, URLLC và eV2X) yêu cầu độ tin cậy cao hơn.

Về vấn đề này, đề xuất của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn, các vấn đề sau đây cần được xem xét liên quan đến “Các tham số điều khiển công suất cụ thể của chùm tia” trong các nội dung liên quan đến PC trong Hội nghị 3GPP RAN1 # 87 nói trên.

- Cần xem xét một vấn đề, trong đó cách thức điều khiển công suất truyền (TPC) được thực hiện (khi UE truyền UL) trong khi điểm nhận (ví dụ: eNB) được hướng đến bởi tín hiệu truyền là giống nhau (bởi quản lý chùm cụ thể), khi chùm Rx của điểm nhận bị thay đổi (và/hoặc khi chùm Tx của bộ truyền (ví dụ: eNB) bị thay đổi).

Là một giải pháp cho vấn đề này, một phương pháp, chuỗi/quy trình/tham số TPC cho từng chùm cụ thể có thể được cấu hình độc lập. Do đó, điều khiển công suất độc lập cho mỗi chùm tia có thể được áp dụng. Lý do là khi thay đổi hướng chùm truyền/tiếp nhận, mức công suất truyền tốt nhất có thể bị thay đổi do thay đổi môi trường nhiễu thu, v.v.

Tuy nhiên, thực hiện độc lập việc điều khiển công suất có thể không đảm bảo liên tục hoạt động tốt nhất. Do bản thân điểm nhận không bị

thay đổi mà chỉ thay đổi chùm tia Tx/Rx cho cùng một điểm truyền/nhận, nên có thể có lợi hơn khi duy trì một PC được duy trì (ổn định) trong kỹ thuật thuật liên quan, như tích lũy TPC, v.v. thì tốt về mặt hiệu suất hơn là áp dụng thay đổi TPC nhanh.

Tuy nhiên, do điều khiển công suất tốt nhất theo thay đổi/chuyển đổi chùm tia có thể bị thay đổi một chút, ít nhất một kỹ thuật trong số các kỹ thuật được đề xuất dưới đây có thể được áp dụng để tăng độ tin cậy bằng cách xem xét thay đổi nhỏ của điều khiển công suất tốt nhất.

- Như được mô tả ở trên, quy trình TPC tùy thuộc vào thay đổi/chuyển đổi chùm tia không được khởi tạo đối với cùng TRP.

Trong trường hợp này, như một ví dụ về phương pháp cho phép UE nhận ra cùng một TRP, “trường hợp trong đó xảy ra thay đổi/chuyển đổi chùm tia dựa trên CSI-RS được định cấu hình ở dạng đơn vị thời gian (nhỏ hơn)” có thể trở thành một điều kiện. Đó là, khi điều kiện của trường hợp trong đó xảy ra thay đổi/chuyển đổi chùm tia dựa trên CSI-RS được định cấu hình ở dạng đơn vị thời gian (nhỏ hơn), thì TRP có thể được nhận ra. Ví dụ, RS tương ứng được cấu hình cho mục đích quản lý chùm tia cụ thể và/hoặc trong một cấu hình tài nguyên CSI-RS duy nhất hoặc nhiều cấu hình CSI-RS, nhưng một nhóm cụ thể trong số nhiều cấu hình CSI-RS được định cấu hình (nghĩa là, cùng một đặc tính TRP được cấu hình để được biết, v.v.), nghĩa là, cùng một TRP có thể được nhận ra một cách ngầm định (hoặc rõ ràng).

Ví dụ: trong một điều kiện trong đó một nhóm cụ thể của DL RS tương ứng (ví dụ: (các) CSI-RS)/SS không khởi tạo quy trình TPC (nghĩa là chia sẻ tích lũy TPC và/hoặc tuân theo cùng một quy trình PC UL), được cấu hình ngầm định, một quy tắc có thể được xác định/định cấu hình, được xác định để (các) RS/SS nhận cùng giá trị công suất Tx và/hoặc giá trị P0 của vòng mở trở

thành cùng một nhóm. Ngoài ra, trong trường hợp thay đổi/chuyển đổi chùm tia trong nhóm, tích lũy TPC có thể được kế thừa/chia sẻ (ví dụ: có thể là quy trình PC UL tương tự).

Trong trường hợp này, trong trường hợp có chỉ báo rõ ràng, báo hiệu QCL (Quasi Co-Located – cận đồng vị) cụ thể có khả năng xác định cùng TRP, v.v. có thể được chỉ định rõ ràng cho UE. Ví dụ, cấu hình/báo hiệu hiệu rõ ràng cụ thể được cung cấp để cho phép RS/SS cụ thể cho mục đích trở thành cùng một nhóm và do đó, tích lũy TPC có thể được kế thừa/chia sẻ trong trường hợp thay đổi /chuyển đổi chùm tia trong nhóm (ví dụ, có thể là cùng một quy trình PC UL).

Ngoài ra, khi thay đổi/chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng TRP, giá trị bù công suất cụ thể (ví dụ: $P_{\text{offset_beam}}$) được thêm vào quy trình điều khiển công suất có thể được định cấu hình RRC (và/hoặc lớp thứ hai (L2) cấu hình cấp độ như phần tử điều khiển truy cập phương tiện (MAC) (CE), v.v. và/hoặc cấu hình cấp độ lớp (lớp 1) đầu tiên như DCI, v.v.) (tại một thời điểm). Đó là, trong trường hợp tích lũy TPC, khi xảy ra thay đổi/chuyển đổi chùm tia, giá trị bù công suất (ví dụ: $P_{\text{offset_beam}}$) có thể được thêm vào giá trị công suất hiện tại. Điều này là để tăng độ tin cậy.

Giá trị bù công suất có thể được định cấu hình RRC (và/hoặc cấu hình cấp L2 như MAC CE, v.v. và/hoặc cấu hình cấp L1 như DCI, v.v.) khác nhau/độc lập cho từng dịch vụ cụ thể (ví dụ: , V2X, URLLC, eMBB, ... hoặc một tham số L1 cụ thể có thể tương ứng với từng dịch vụ, ví dụ: đối với mỗi số nhận dạng tạm thời của mạng vô tuyến (RNTI)).

Trong các phần được mô tả trong phần mô tả ở trên với thuật ngữ “thay đổi/chuyển đổi chùm tia”, các hoạt động “thay đổi chùm tia và “chuyển đổi chùm tia” có thể được phân biệt cụ thể.

Ví dụ, thay đổi chùm tia có thể có nghĩa là chỉ một chùm tia phục vụ được cấu hình và chùm tia phục vụ được thay đổi. Ngoài ra, chuyển đổi chùm tia có thể có nghĩa là trường hợp nhiều chùm tia phục vụ được cấu hình và chuyển đổi chùm tia động được thực hiện. Ví dụ, xoay vòng chùm tia dựa trên truyền (bán-) OL được xác định/định cấu hình theo mẫu (miền thời gian) cụ thể.

Trong trường hợp thay đổi chùm tia, cách phân phối lệnh thay đổi chùm tia tới UE nên được ưu tiên xem xét. Cụ thể hơn, nếu lệnh thay đổi chùm tia được gửi đến báo hiệu L1 (ví dụ: DCI) hoặc báo hiệu L2 (ví dụ: MAC CE), giá trị bù công suất của dải lớn/độ phân giải cao trong tin nhắn có thể được gửi.

Ngoài ra, lệnh chuyển đổi chùm tia cũng có thể được gửi đến UE bằng báo hiệu L1 (ví dụ: DCI) hoặc báo hiệu L2 (ví dụ: MAC CE). (Các) giá trị bù công suất cụ thể (riêng biệt) trong tin nhắn được phân phối để chỉ rõ hoặc thông báo ngầm định ngay cả thông tin cho biết khi nào giá trị bù công suất cụ thể sẽ được áp dụng. Ví dụ, khi chu kỳ chuyển đổi liên quan đến thông tin về chuyển đổi/xoay vòng chùm tia được cấu hình cùng nhau hoặc cấu hình riêng biệt, (các) giá trị bù công suất có thể được cấu hình để được áp dụng mỗi khi xảy ra chuyển đổi chùm cụ thể. Ví dụ, một mẫu được chuyển đổi sau khi cùng một chùm được truyền hai lần có thể được định cấu hình như một hoạt động chỉ áp dụng giá trị bù công suất trong lần truyền đầu tiên được chuyển đổi và truyền và không áp dụng giá trị bù công suất trong lần truyền thứ hai.

Ngoài ra/thay vào đó, một dấu hiệu cho biết nên kế thừa giá trị tích lũy TPC trước đó hay đặt lại giá trị tích lũy TPC trước đó tại thời điểm phân phối lệnh thay đổi chùm tia (và/hoặc lệnh chuyển đổi chùm tia) cũng có thể được gửi cùng với UE. Ví dụ, chỉ thị có thể được bao gồm trong thông báo lệnh L1 và/hoặc L2 tương ứng.

Khi giá trị tích lũy TPC trước đó được chỉ định là được kế thừa từ eNB, giá trị TPC (ví dụ: + X dB, 0 dB hoặc -Y dB, ...) được chỉ định trong trường TPC vòng kín cụ thể (được truyền cùng nhau) có thể được tích lũy và áp dụng cho giá trị tích lũy TPC hiện tại (hơn nữa, giá trị bù công suất có thể được cộng tổng ở đây (một lần hoặc mỗi lần thay đổi chùm tia trong trường hợp chuyển đổi chùm tia)).

Khi giá trị tích lũy TPC trước đó được chỉ định được đặt lại từ eNB, giá trị TPC (ví dụ: + X dB, 0 dB hoặc - Y dB, ...) được chỉ định trong trường TPC vòng kín cụ thể (được truyền cùng nhau) có thể được tích lũy và áp dụng cho giá trị tích lũy TPC hiện tại (ngoài ra, giá trị bù công suất có thể được cộng thêm ở đây (cả một lần hoặc mỗi lần chùm tia được thay đổi trong trường hợp chuyển đổi chùm tia)).

Hơn nữa, việc truyền SRS có thể được yêu cầu cho PC vòng lặp gần và trong trường hợp này, mối quan hệ giữa thời gian truyền SRS và thời gian truyền lệnh chuyển đổi/thay đổi chùm tia cũng cần phải được xác định rõ ràng. Ví dụ, khi thay đổi chùm (hoặc chuyển đổi) được thực hiện từ chùm 1 sang chùm 2, SRS cho hướng của chùm 2 thường có thể được truyền sau khi thay đổi chùm, nhưng một hoạt động được xác định/định cấu hình để truyền theo hướng của chùm 2 trước khi thay đổi chùm tia, và kết quả là, PC chính xác hơn có thể được thực hiện. Cuối cùng, với tia nào, UE được phép truyền SRS trong kích hoạt SRS định kỳ (ví dụ: qua thông báo L1) có thể được ghi rõ ràng vào UE. Ngoài ra, một hoạt động có thể được cấu hình, để thực hiện một số lượng lớn truyền SRS tại một thời điểm cho một chùm tia SRS được xác định trước cụ thể được cài đặt trước (riêng biệt). Ví dụ, trong trường hợp các chùm ứng cử viên có thể là đối tượng mà truyền SRS được xác định/định cấu hình là chùm 1, chùm 2, ..., chùm 4, “tập hợp chùm tia SRS” có thể bao gồm cả bốn chùm và ví dụ, có

thể được cấu hình để chỉ bao gồm chùm 2 và chùm 3 (ở đây, cấu hình như vậy sau đó có thể được cấu hình lại bởi lớp thứ ba (L3) (ví dụ: RRC) và/hoặc L2 (ví dụ: MAC) và/hoặc L1 (ví dụ: DCI)). Do đó, khi tập hợp chùm tia SRS cụ thể được cấu hình và thông báo kích hoạt SRS cụ thể được nhận, UE có thể hoạt động để thực hiện cả truyền SRS cho chùm 2 và truyền SRS cho chùm 3 đến (các) tài nguyên SRS được chỉ định bởi kích hoạt tương ứng (hoặc được cấu hình trước bằng cách lồng vào với kích hoạt).

Ngoài ra, sơ đồ điều khiển công suất chế độ dự phòng có thể được xác định/định cấu hình, được áp dụng khi cùng một chùm TRP Rx được duy trì bằng cách chặn chùm tia hoặc tương tự, nhưng khi chỉ cần thay đổi chùm UE Tx. Ví dụ, trong quá trình quét chùm tia UL, trong khi (các) tham số điều khiển công suất độc lập/riêng biệt cho (các) chùm tia tốt nhất thứ hai được xác định/định cấu hình/lưu trữ, UE có thể được cấu hình để bắt đầu truyền UL cụ thể (ví dụ: truyền SRS, truyền PUCCH và/hoặc truyền PUSCH bằng điều khiển công suất dự phòng cụ thể. Như một ví dụ cụ thể hơn, giả định là trạng thái trong đó (cặp) chùm tia Tx tốt nhất và/hoặc chùm tia Rx, (cặp) chùm tia Tx tốt nhất thứ hai và/hoặc chùm tia Rx, ..., thông tin theo một hướng cụ thể được xác định bởi quản lý chùm tia UL cụ thể và thông tin được báo cáo từ UE đến eNB hoặc thông tin được cung cấp từ eNB đến UE. Ban đầu, việc truyền/nhận với chùm tia xem xét chùm Tx và/hoặc chùm Rx tốt nhất thứ nhất được bắt đầu tại truyền UL cụ thể (ví dụ: truyền SRS, truyền PUCCH và/hoặc truyền PUSCH) của UE. Trong trường hợp này, khi truyền lại xảy ra do lỗi giải mã trong máy thu (ví dụ: eNB) đối với tín hiệu truyền (ví dụ: eNB cung cấp lại NACK) hoặc tương tự, điều khiển công suất chế độ dự phòng và/hoặc một hoạt động thực hiện truyền dẫn dựa trên chùm tia khác có thể được xác định/cấu hình. Cụ thể, trong một hệ thống áp dụng HARQ, đồng bộ hóa, trong trường hợp không cung

cấp một lịch trình đặc tả riêng cho truyền lại và được xác định/định cấu hình để bắt đầu truyền lại theo dòng thời gian được chỉ định, một chùm Tx cụ thể và/hoặc chùm Rx và/hoặc tham số bù công suất cụ thể (bao gồm giá trị $P_{\text{offset_beam}}$ cho mỗi lần truyền lại) được áp dụng khi truyền lại lần thứ n ($n = 1, 2, \dots$) được xác định/định cấu hình theo một mẫu cụ thể trước đến UE và UE có thể được cấu hình/chỉ định để bắt đầu truyền UL dựa trên thông tin này.

Cụ thể hơn, trong trường hợp này, một phương pháp khác có thể được áp dụng tùy thuộc vào việc mục tiêu của truyền UL là PUCCH hay PUSCH. Ví dụ: trong PUCCH, eNB sử dụng/áp dụng (các) tham số điều khiển công suất (bao gồm giá trị $P_{\text{offset_beam}}$ liên quan (cho mỗi lần truyền lại)) khi chùm tia UE Tx tốt nhất thứ 2 được sử dụng đối với chùm TRP Rx được điều chỉnh theo 1 cặp chùm tốt nhất (UL) và trong PUSCH, eNB sử dụng/áp dụng (các) tham số điều khiển công suất (bao gồm giá trị $P_{\text{offset_beam}}$ liên quan (cho mỗi lần truyền lại)) cho cặp chùm tia UL tốt nhất thứ hai, nghĩa là, một cấu hình được liên kết có thể là được cung cấp cho UE và UE có thể hoạt động để bắt đầu truyền tương ứng dựa trên cấu hình được cung cấp.

Cụ thể hơn, trong trường hợp này, một phương pháp khác có thể được áp dụng tùy thuộc vào việc mục tiêu của truyền UL là PUCCH hay PUSCH. Ví dụ: trong PUCCH, eNB sử dụng/áp dụng (các) tham số điều khiển công suất (bao gồm giá trị $P_{\text{offset_beam}}$ liên quan (cho mỗi lần truyền lại)) khi chùm tia UE Tx tốt nhất thứ 2 được sử dụng đối với chùm TRP Rx được điều chỉnh theo 1 cặp chùm tốt nhất (UL) và trong PUSCH, eNB sử dụng/áp dụng (các) tham số điều khiển công suất (bao gồm giá trị $P_{\text{offset_beam}}$ liên quan (cho mỗi lần truyền lại)) cho cặp chùm tia UL tốt nhất thứ hai, nghĩa là, một cấu hình được liên kết có thể là được cung cấp cho UE và UE có thể hoạt động để bắt đầu truyền tương ứng dựa trên cấu hình được cung cấp.

Một chùm tia Tx và/hoặc Rx tốt nhất thứ k được áp dụng khi truyền kiểu dự phòng xảy ra (ví dụ: truyền lại thứ n cụ thể) có thể được định cấu hình để có độ rộng chùm tương đối rộng hơn. Do đó, chùm Tx và/hoặc Rx tốt nhất thứ k có thể được định cấu hình/áp dụng cho mục đích dự phòng tương ứng (ví dụ: mục đích để đối phó với sự cố xảy ra đối với chùm (cặp) tốt nhất thứ 1). Ngoài ra, một sơ đồ cấu hình/hạn chế hoạt động bằng cách bắt đầu truyền bằng cách chuyển đổi chùm tia cụ thể đã nói ở trên, cũng có thể được áp dụng trong quá trình truyền dự phòng (ví dụ: truyền lại lần thứ n).

1-5) Chu kỳ truyền công suất

Nói chung, dự kiến lượng thông tin được truyền qua kênh dữ liệu UL lớn hơn nhiều so với kênh điều khiển UL. Do đó, công suất cần thiết cho việc truyền kênh dữ liệu UL có thể lớn hơn công suất của kênh điều khiển UL. Đối với thiết kế NR, TDM được xem xét cho cấu trúc ghép kênh giữa dữ liệu UL và các kênh điều khiển để giảm độ trễ, cấu hình UL/DL linh hoạt và tạo chùm tương tự. Trong trường hợp khi các kênh điều khiển và dữ liệu UL được ghép kênh theo cách TDM, có thể cần phải xử lý sự mất cân bằng công suất giữa hai kênh khác nhau có thể tương đối lớn hơn so với LTE hiện tại. Ngoài ra, xem xét các bộ số học OFDM khác nhau (ví dụ khoảng cách giữa các sóng mang phụ hoặc thời khoảng ký hiệu khác nhau) được sử dụng cho NR, cần phải xử lý thời gian truyền công suất giữa dữ liệu UL và kênh điều khiển cho một số lượng nhất định (ví dụ: khoảng cách sóng mang con lớn).

Cần xem xét các tính năng bổ sung cho điều khiển công suất UL trong NR như hoạt động tạo chùm tia tương tự và thời gian truyền công suất.

1-6) Điều khiển công suất cho từng-TRP và cho từng-lớp

Một kỹ thuật truyền kết hợp trên nhiều TRP nội bộ/liên kết được thảo luận. Đặc biệt đối với các dải tần số cao trong NR, số lượng tia chiếm ưu

thể trên mỗi TRP đơn hoặc bảng TRP có thể bị hạn chế (ví dụ: chủ yếu được quan sát lên đến hạng 2). Do đó, để đạt được hiệu quả phổ cao của truyền MIMO-người dùng đơn (SU-MIMO), các sơ đồ truyền phối hợp trên nhiều TRP cần phải được nghiên cứu kỹ lưỡng trong NR, bao gồm phối hợp đa điểm (CoMP), chọn điểm động (DPS) và độc lập truyền kết hợp (JT) theo lớp độc lập. Khi DCI liên quan đến DL biểu thị hạng truyền và sơ đồ truyền kết hợp được áp dụng, độ trễ giải mã DCI ở phía UE có thể là một vấn đề lớn mỗi khi áp dụng tạo chùm tương tự trong một thời gian nhất định. Điều này là do việc truyền DCI có thể được thực hiện bởi một TRP phục vụ nhưng việc truyền dữ liệu thực tế có thể được thực hiện bởi một TRP khác làm ví dụ.

Trong trường hợp JT theo lớp độc lập (các) lớp cụ thể có thể được truyền từ các TRP khác nhau, công suất truyền UL tương ứng trên mỗi nhóm lớp có thể cần được cấu hình và điều khiển bởi gNB, vì ít nhất là đường truyền từ các TRP khác nhau có thể khác nhau. Hơn nữa, quá trình điều khiển công suất UL riêng biệt nhắm vào các TRP khác nhau cần được nghiên cứu thêm trong bối cảnh UL-CoMP.

Điều khiển công suất UL trên TRP và mỗi nhóm lớp cần được nghiên cứu thêm, ít nhất là để hỗ trợ đúng cách DPS và JT lớp độc lập trong NR.

Sau đây, một phương pháp điều khiển công suất cụ thể bằng tia UL trong NR sẽ được mô tả.

Các thỏa thuận sau đây được thực hiện để điều khiển công suất UL:

i) Đối với điều khiển công suất riêng của chùm tia, NR xác định các tham số vòng lặp mở và đóng cụ thể của chùm tia.

Ở đây, chi tiết về “cụ thể chùm tia”, đặc biệt liên quan đến điều khiển công suất theo lớp điều khiển/nhóm lớp/bảng cụ thể/liên kết cặp chùm tia sẽ được thảo luận sau.

ii) gNB biết được sự khác biệt của khoảng trống công suất cho các dạng sóng khác nhau, nếu UE có thể được cấu hình cho các dạng sóng khác nhau. Chi tiết về các tham số điều khiển công suất và bù công suất (ví dụ: P_c , Max hoặc tham số vòng lặp mở/đóng khác sẽ được thảo luận sau.

iii) Truyền dựa trên sổ mã (codebook) cho UL được hỗ trợ ít nhất bằng cách báo hiệu các thông tin sau trong cấp quyền UL:

- Chỉ báo tài nguyên nghe kênh (SRI) + Chỉ báo ma trận tiền mã hóa truyền (TPMI) + Chỉ báo hạng truyền (TRI)

Ở đây, TPMI được sử dụng để chỉ ra một bộ tiền mã hóa ưa thích qua (các) cổng SRS trong tài nguyên SRS được chọn bởi SRI.

Nếu một tài nguyên SRS được cấu hình, thì sẽ không có SRI. Trong trường hợp này, TPMI được sử dụng để chỉ ra một bộ tiền mã hóa tốt nhất qua cổng SRS trong tài nguyên SRS được cấu hình duy nhất.

- Lựa chọn nhiều tài nguyên SRS được hỗ trợ.

Một đề xuất theo sáng chế về điều khiển công suất UL đặc trưng cho chùm tia sẽ được mô tả dựa trên các thỏa thuận trên.

Việc hỗ trợ sự khác nhau của các tham số vòng kín và mở đặc trưng cho chùm tia giữa các chùm khác nhau cho một UE đã được chấp thuận do công suất cần thiết cho hiệu suất UL sẽ khác nhau trên mỗi chùm cho UE.

Tuy nhiên, đặc biệt đối với các quy trình TPC tích lũy, cần nghiên cứu thêm xem liệu phân tách tham số PC trên mỗi chùm có vượt trội so với quy trình tích lũy TPC thông thường bất kể thay đổi hoặc chuyển đổi chùm. Điều thứ hai có nghĩa là quá trình tích lũy TPC sẽ không được thiết lập lại mặc

dù chùm phục vụ bị thay đổi bởi quy trình quản lý chùm tia, xem xét mức công suất truyền đã ổn định được mong muốn duy trì càng nhiều càng tốt trừ khi những thay đổi chùm đó xảy ra với TRP khác.

Mỗi dịch vụ mục tiêu (ví dụ: URLLC và eV2X) yêu cầu độ tin cậy cao hơn, có thể có một phần bù công suất bổ sung có thể định cấu hình được áp dụng cho quy trình tích lũy TPC bất cứ khi nào thay đổi hoặc chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng TRP do sự thay đổi/chuyển đổi chùm tia.

Đối với các quy trình TPC tích lũy, phải xem xét bù công suất bổ sung có thể định cấu hình cho quy trình tích lũy TPC chung, bất cứ khi nào thay đổi hoặc chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng TRP, tùy thuộc vào dịch vụ mục tiêu (ví dụ: URLLC và eV2X) đòi hỏi độ tin cậy cao hơn.

Liên quan đến điều khiển công suất vòng mở (OLPC), DL RS thích hợp, chẳng hạn như khối tín hiệu đồng bộ hóa (SS) (PBCH DMRS) và CSI-RS để bù suy hao đường truyền nên được xác định ít nhất là cho các UE hỗ trợ tương ứng chùm tia. Xem xét các hoạt động của UL-CoMP, DL RS khác nhau để bù suy hao đường dẫn có thể được định cấu hình cho mỗi tài nguyên SRS để thu được UL CSI.

Ví dụ, các nội dung được đề xuất ở trên có thể được áp dụng như sau:

- $PL_c(q_d)$ là suy hao đường truyền đường xuống tính theo dB, được UE tính toán bằng cách sử dụng tài nguyên tín hiệu tham chiếu (RS) q_d đối với ô phục vụ c .

Ở đây, UE có thể được định cấu hình với số lượng tài nguyên RS theo tham số lớp cao hơn (ví dụ: 'num-pusch-pathlossReference-rs') cho biết số lượng RS tham chiếu suy hao đường truyền PUSCH.

Ngoài ra, mỗi bộ cấu hình RS cho số lượng tài nguyên RS có thể được cung cấp bởi tham số lớp cao hơn (ví dụ: `pusch-pathloss-Reference-rs`) chỉ ra RS tham chiếu suy hao đường truyền PUSCH. Ở đây, tham số lớp cao hơn (ví dụ: `pusch-pathloss-Reference-rs`) chỉ ra RS tham chiếu suy hao đường truyền PUSCH có thể bao gồm một hoặc cả hai tập hợp các chỉ mục khối SS/PBCH được cung cấp bởi tham số lớp cao hơn (ví dụ: `'pusch-pathlossReference-SSB'`) biểu thị khối tín hiệu đồng bộ hóa tham chiếu suy hao đường truyền PUSCH (SSB) và một bộ chỉ mục cấu hình CSI-RS được cung cấp bởi tham số lớp cao hơn (ví dụ: `'pusch-pathlossReference-CSIRS'`) chỉ ra CSI-RS tham chiếu suy hao đường truyền PUSCH.

UE có thể xác định tài nguyên RS trong bộ tài nguyên RS để tương ứng với khối SS/PBCH hoặc với cấu hình CSI-RS dưới dạng thông tin (giá trị) được cung cấp bởi tham số lớp cao hơn (ví dụ: `'pusch-pathlossreference-index'`) chỉ ra chỉ số tham chiếu suy hao đường truyền PUSCH.

Nếu UE được cấu hình bởi tham số lớp cao hơn (ví dụ: `'SRS-SpatialRelationInfo'`) ánh xạ giữa một tập hợp các tài nguyên SRS và một tập hợp các tài nguyên RS để có được ước lượng suy hao đường truyền đường xuống, UE sử dụng các tài nguyên RS được chỉ định bởi một giá trị của SRI theo định dạng DCI (ví dụ: định dạng DCI 0_0 hoặc định dạng DCI 0_1) lập lịch truyền PUSCH để có được ước lượng suy hao đường truyền đường xuống. Đó là, khi một tham số (ví dụ: `SRS-SpatialRelationInfo`) chỉ ra thông tin quan hệ không gian SRS được đặt ở lớp cao hơn chỉ ra một CSI-RS hoặc một SSB, UE có thể áp dụng tham số để tính toán suy hao đường truyền (PL).

Ngoài ra, tham số có thể được định cấu hình (hoặc thiết lập) cho từng tài nguyên SRS hoặc bộ tài nguyên SRS (ví dụ: báo hiệu lớp cao hơn (RRC, v.v.)) như mô tả ở trên.

Các tham số RRC có thể được đặt như trong Bảng 6 bên dưới

[Bảng 6]

SRS-SpatialRelationInfo	Cấu hình của mối quan hệ về không gian giữa RS tham chiếu và RS mục tiêu	Bao gồm trong SRS-ResourceConfig
num-pusch-pathlossReference-rs	Số lượng cấu hình DL RS dành cho việc đo suy hao đường truyền Các ước lượng suy hao đường truyền riêng biệt được duy trì bởi UE và được dùng cho điều khiển công suất PUSCH, cho từng cấu hình. N cấu hình RS có thể được tạo ra. Khi xuất hiện chỉ báo chùm PUSCH, N là 1, 2, 3 hoặc 4 và hoặc là N = 1	
pusch-pathlossReference-rs-config	Cấu hình (ví dụ, cấu hình CSI-RS hoặc khối SS) được sử dụng cho ước lượng suy hao đường truyền PUSCH N cấu hình RS có thể được tạo ra.	
pusch-pathlossReference-SSB		Xuất hiện trong pusch-pathlossReference-rs-config
pusch-pathlossReference-CSIRS		Xuất hiện trong pusch-pathlossReference-rs-config
pusch-pathlossReference-rs		Xuất hiện trong pusch-pathlossReference-rs-config
pathlossreference-index	Chỉ số tương ứng với mỗi RS của cấu hình RS tham chiếu PL	Xuất hiện trong pusch-pathlossReference-rs-config

Tuy nhiên, thao tác trên có thể chỉ được giới hạn khi chỉ áp dụng khi tham số lớp cao hơn (ví dụ: “SRS-SpatialRelationInfo”) chỉ ra thông tin

quan hệ không gian SRS chỉ ra một CSI-RS hoặc một SSB. Đó là, nếu tham số lớp cao hơn (ví dụ, SR SRS-SpatialRelationInfo, chỉ ra thông tin quan hệ không gian SRS chỉ ra một (một) tài nguyên SRS (khác) (trường hợp này ứng với trường hợp “không có tương ứng chùm tia”), một hoạt động có thể được định nghĩa/tạo cấu hình/chỉ báo, mà tính toán suy hao đường truyền dựa trên DL RS, chẳng hạn như DL RS được tạo cấu hình riêng biệt hoặc được cấu hình từ trước (ví dụ, một CSI-RS hoặc một SSB) (và/hoặc, ví dụ, được xác định bởi chức năng hoặc quy luật được định trước/được tạo cấu hình dựa trên một loại mặc định của DL RS như khối SS (PBCH DMRS) hoặc một bộ các CSI-RS được định cấu hình) như đề xuất bên dưới.

Và/hoặc nếu tham số (“SRS-SpatialRelationInfo”) chỉ ra thông tin quan hệ không gian SRS chỉ ra một (một) tài nguyên SRS (khác) như được mô tả ở trên, khi chính tài nguyên SRS được chỉ định được cấu hình, nếu tham số (“SRS-SpatialRelationInfo”) cho biết thông tin quan hệ không gian SRS riêng biệt/độc lập chỉ ra một CSI-RS hoặc một SSB, điều này có thể được áp dụng trong tính toán suy hao đường truyền. Nghĩa là, một tham số (“SRS-SpatialRelationInfo”) chỉ ra thông tin quan hệ không gian SRS, là tham số phụ cho chính tài nguyên SRS được chỉ định bởi trường SRI trong DCI, chỉ ra một (một) tài nguyên SRS (khác) (quản lý chùm tia UL) (đối với Quản lý chùm tia (BM)), nếu một tham số (“SRS-SpatialRelationInfo”) chỉ ra thông tin quan hệ không gian SRS, là tham số phụ cho tài nguyên này, chỉ ra một CSI-RS hoặc một SSB, có thể chỉ ra DL RS trải qua nhiều giai đoạn trong một phương thức trong đó tham số được áp dụng cho tính toán suy hao đường truyền. Sơ đồ chỉ thị gián tiếp này có thể được khái quát theo cách mà một (một) tài nguyên SRS tiếp tục đạt được qua nhiều giai đoạn như đã chỉ ra, do đó DL RS cụ thể được chỉ định được áp dụng cho tính toán suy hao đường truyền.

Đối với một UE không có sự tương ứng của chùm tia, việc bù suy hao đường truyền có thể được thực hiện bởi chức năng hoặc quy tắc được xác định trước dựa trên loại mặc định của DL RS, chẳng hạn như khối SS (PBCH DMRS) và/hoặc bộ các CSI-RS được định cấu hình. Nói cách khác, UE có thể tính toán giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống thông qua RSRP được tính bằng DL RS (ví dụ: khối SS và/hoặc CSI-RS) và tính công suất đường lên dưới dạng bù ngược dựa trên giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống.

Nghĩa là, thông tin DL RS (ví dụ: khối SS (PBCH DMRS) và/hoặc một bộ các CSI-RS được định cấu hình có thể được định cấu hình riêng cho UE (ví dụ: RRC, MAC CE và/hoặc DCI). Sau đó, UE có thể thực hiện thao tác bù suy hao đường truyền dựa trên đó.

Và/hoặc thậm chí nếu thông tin DL RS không được cấu hình riêng bởi eNB, UE có thể thực hiện thao tác bù suy hao đường truyền dựa trên DL RS cụ thể (ví dụ: khối SS (PBCH DMRS) và/hoặc bộ CSI-RS được định cấu hình) cho ô phục vụ. Ví dụ, trong trường hợp này, DL RS cụ thể có thể tương ứng với ít nhất một DL RS (được báo cáo trước đó hoặc cuối cùng) có chỉ số DL RS mặc định hoặc chỉ số thấp nhất (hoặc cao nhất) (khi được sắp xếp ở mức công suất trung bình (ví dụ: RSRP)) hoặc mức công suất tốt nhất dựa trên thông tin dựa trên đó.

Và/hoặc, đồng thời, một hàm tính toán cụ thể như toán tử tối đa hoặc hàm trung bình có trọng số cụ thể có thể được xác định/định cấu hình. Ví dụ, một hàm tối đa hoặc một số hàm trung bình có trọng số có thể được xác định để thực hiện bù suy hao đường truyền cho các trường hợp không có sự tương ứng chùm tia.

Do đó, đối với OLPC, DL RS thích hợp cho phần bù suy hao đường truyền phải được xác định hoặc định cấu hình cho mỗi tài nguyên SRS. Ngoài ra, một hàm được xác định trước/được cấu hình cho bù suy hao đường truyền phải được xác định cho UE mà không có sự tương ứng chùm tia.

Liên quan đến truyền cho truyền dẫn dựa trên số mã cho UL, SRI trong cấp quyền UL có thể chỉ ra lựa chọn nhiều tài nguyên SRS.

Nhiều tài nguyên SRS có thể hỗ trợ truyền kết hợp nhiều băng trong UL. Hơn nữa, mỗi lần truyền băng được liên kết với từng tài nguyên SRS được chỉ định có thể nhắm mục tiêu các điểm nhận UL (RP) khác nhau trong bối cảnh của UL-CoMP.

Để hỗ trợ chính xác điều này, mạng NR ít nhất có thể tính toán MCS chính xác cho mỗi nhóm lớp khác nhau tương ứng với các tài nguyên SRS khác nhau (hoặc các bộ SRS khác nhau), với quy trình điều khiển công suất riêng biệt cho mỗi tài nguyên SRS.

Do đó, nhiều quy trình ULPC cho UE cần được hỗ trợ và mỗi quy trình ULPC có thể được liên kết với ít nhất một tài nguyên SRS được định cấu hình cho UE.

Ví dụ: số nhận dạng (ID) tài nguyên SRS được định cấu hình # 1 và # 2 có thể được liên kết với cùng một quy trình ULPC A, trong khi ID tài nguyên SRS được định cấu hình khác có thể được liên kết với quy trình ULPC khác B. Các quy trình ULPC A và B có thể nhắm mục tiêu các điểm tiếp nhận khác nhau.

Nghĩa là, quy trình ULPC có thể có nghĩa là cùng một tham số (ví dụ: giá trị công suất đơn vị dB (P_0) được chỉ định bởi eNB cho điều khiển công suất đường lên, tín hiệu tham chiếu (ví dụ: SSB, CSI-RS, v.v.) thông tin được sử dụng để ước lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán

bởi UE, một giá trị alpha theo đó giá trị ước tính lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán bởi UE được nhân lên để bù cho ước lượng suy hao đường xuống) được sử dụng để điều khiển công suất truyền dẫn đường lên (ví dụ: tín hiệu tham chiếu đường lên (ví dụ: SRS) và kênh đường lên (ví dụ: PUSCH và PUSC)). Do đó, trong ví dụ trên, một hoặc nhiều tài nguyên SRS được liên kết với cùng quy trình ULPC có thể có nghĩa là tham số điều khiển công suất tương tự được áp dụng khi UE truyền SRS trong tài nguyên SRS tương ứng. Do đó, trong ví dụ trên, một quy trình ULPC có thể được liên kết với một hoặc nhiều tài nguyên SRS và khi một hoặc nhiều tài nguyên SRS được nhóm vào bộ tài nguyên SRS (nhóm), có thể đánh giá cao rằng các tham số cho điều khiển công suất riêng lẻ được đặt cho mỗi bộ tài nguyên SRS. Đó là, theo mô tả ở trên, có thể hiểu rằng SRS # 1 và # 2 thuộc về một bộ tài nguyên SRS (nhóm) và do đó, một tham số cho điều khiển công suất chung có thể được áp dụng.

Ngoài ra, các tài nguyên SRS # 1 và # 2 theo cùng quy trình ULPC A có thể được chọn động bởi chỉ báo SRI trong cấp quyền UL. Đó là, trên đó tài nguyên SRS mà UE sẽ truyền SRS giữa các tài nguyên SRS # 1 và # 2 thuộc về một bộ tài nguyên SRS có thể được chỉ định cho UE bởi trường SRI trong cấp quyền UL.

Ví dụ: khi tài nguyên SRS # 1 và # 3 được chỉ định chung bởi trường SRI trong cấp quyền UL, điều này có thể được hiểu là hoạt động truyền dẫn đa băng phân tách theo nhóm lớp hoặc tiếp nhận chung UL-CoMP hoạt động ở phía gNB.

Trong trường hợp này, điều khiển công suất độc lập có thể được thực hiện cho từng tài nguyên SRS được chỉ định. Và/hoặc hạng/lớp có thể được chỉ định riêng (trong cùng một cấp quyền UL) cho mỗi tài nguyên SRS được chỉ

định. Và/hoặc thông tin (riêng biệt) TPMI được điều chỉnh theo đó có thể được cung cấp cho từng tài nguyên SRS được chỉ định (trong cùng một cấp quyền UL). Đó là, trong trường hợp này, vì tài nguyên SRS (nghĩa là tài nguyên SRS # 1 và # 3) thuộc các nhóm tài nguyên SRS khác nhau được chỉ định đồng thời cho UE, nên có thể hiểu rằng điều khiển công suất độc lập được thực hiện cho mỗi tài nguyên SRS.

Nói cách khác, phần lớn các tài nguyên SRS (nghĩa là thuộc các bộ tài nguyên SRS khác nhau, nghĩa là được liên kết với các TRP khác nhau) có thể được biểu thị đồng thời bởi một trường SRI trong cấp quyền UL và cho mỗi trong số nhiều tài nguyên SRS, các nhóm lớp khác nhau có thể được cấu hình. Trong trường hợp này, tham số được đặt cho điều khiển công suất của PUSCH có thể được xác định riêng cho từng nhóm lớp.

Do đó, để hỗ trợ chính xác việc truyền UL nhiều băng và hoạt động CoMP, nhiều quy trình ULPC (nghĩa là nhiều bộ tài nguyên SRS (các nhóm) được áp dụng cùng một tham số điều khiển công suất cho từng bộ tài nguyên SRS (nhóm)) đối với UE phải được hỗ trợ và mỗi quy trình ULPC (nghĩa là, mỗi bộ tài nguyên SRS (nhóm)) có thể được liên kết với ít nhất một tài nguyên SRS được cấu hình cho UE.

Trong phần mô tả ở trên, để thuận tiện cho việc mô tả, hai bộ tài nguyên SRS (nhóm) được giả sử và hai tài nguyên SRS được chỉ định thông qua một trường SRI. Tuy nhiên, điều này là để thuận tiện cho việc mô tả và sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Sau đây, một phương pháp điều khiển công suất truyền UL trong NR sẽ được mô tả.

Các thỏa thuận sau đây được thực hiện để điều khiển công suất UL:

i) NR hỗ trợ suy hao đường truyền cụ thể cho chùm tia cho ULPC.

ii) DL RS sau đây có thể được sử dụng để tính toán suy hao đường truyền (PL) cho ULPC.

- Nếu UE được bù công suất giữa SSS và DM-RS cho PBCH, cả SSS của khối SS và DM-RS cho PBCH đều được sử dụng.

- Nếu UE không biết mức bù công suất giữa SSS và DM-RS cho PBCH, thì chỉ sử dụng khối SSS của SS.

- CSI-RS được sử dụng.

iii) Trong truyền SRS định kỳ được kích hoạt bởi một trường kích hoạt SRS một chu kỳ duy nhất, UE có thể được cấu hình để truyền tài nguyên SRS N ($N > 1$) cho quản lý chùm tia UL.

Sau đây, phương pháp điều khiển công suất UL trong NR sẽ được mô tả dựa trên các thỏa thuận trên.

Đã chấp nhận hỗ trợ phân biệt các tham số vòng kín và vòng đặc trưng cho chùm tia giữa các chùm khác nhau cho UE trong NR do công suất cần thiết để hiệu suất UL là khác nhau trên mỗi chùm cho UE.

Tuy nhiên, đặc biệt đối với các quy trình TPC tích lũy, cần nghiên cứu thêm xem liệu phân tách tham số PC trên mỗi chùm có vượt trội so với quy trình tích lũy TPC thông thường hay không bất kể thay đổi hoặc chuyển đổi chùm. Điều thứ hai có nghĩa là quá trình tích lũy TPC sẽ không được thiết lập lại mặc dù chùm phục vụ bị thay đổi bởi quy trình quản lý chùm tia, xem xét mức công suất truyền được làm ổn định được mong muốn duy trì càng nhiều càng tốt trừ khi những thay đổi chùm tia như vậy xảy ra với TRP khác.

Mỗi dịch vụ mục tiêu (ví dụ: URLLC và eV2X) yêu cầu độ tin cậy cao hơn, có thể có một phần bù công suất bổ sung có thể định cấu hình được

áp dụng cho quy trình tích lũy TPC bất cứ khi nào thay đổi hoặc chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng TRP do sự thay đổi/chuyển đổi chùm tia.

Đối với các quy trình TPC tích lũy, phải xem xét bù công suất bổ sung có thể định cấu hình cho quy trình tích lũy TPC chung, bất cứ khi nào thay đổi hoặc chuyển đổi chùm tia xảy ra trong cùng TRP, tùy thuộc vào dịch vụ mục tiêu (ví dụ: URLLC và eV2X) đòi hỏi độ tin cậy cao hơn.

Đối với OLPC, xem xét các hoạt động của UL-CoMP, DL RS khác nhau để bù suy hao đường truyền có thể được định cấu hình cho mỗi tài nguyên SRS để thu được UL CSI. Đối với UE không có sự tương ứng của chùm tia, việc bù suy hao đường truyền có thể được thực hiện bởi chức năng hoặc quy tắc được xác định trước dựa trên loại mặc định của DL RS, chẳng hạn như khối SS (PBCH DMRS) và/hoặc bộ CSI-RS được định cấu hình. Ví dụ, một hàm tối đa hoặc một số hàm trung bình có trọng số có thể được xác định để thực hiện bù suy hao đường truyền trong trường hợp không có sự tương ứng của chùm tia.

Trong OLPC, chức năng được xác định trước/được định cấu hình cho phần bù suy hao đường truyền phải được xác định cho UE mà không có sự tương ứng chùm tia.

Việc xem xét các thỏa thuận liên quan đến truyền dựa trên số mã cho UL, SRI trong cấp quyền UL có thể chỉ ra việc lựa chọn nhiều tài nguyên SRS, có thể hỗ trợ truyền dẫn nhiều băng trong UL. Hơn nữa, mỗi lần truyền băng được liên kết với từng tài nguyên SRS được chỉ định có thể nhằm mục tiêu các điểm nhận UL (RP) khác nhau trong bối cảnh của UL-CoMP. Để hỗ trợ chính xác điều này, mạng NR ít nhất có thể tính toán MCS chính xác cho mỗi nhóm lớp khác nhau tương ứng với tài nguyên SRS khác nhau, với quy trình điều khiển công suất riêng biệt cho mỗi tài nguyên SRS. Nói chung, cần hỗ trợ nhiều quy trình ULPC cho UE và mỗi quy trình ULPC có thể được liên kết với

ít nhất một tài nguyên SRS (và/hoặc ít nhất DL RS/SS cho OLPC như được mô tả ở trên) được định cấu hình cho UE.

Ngoài ra/thay vào đó, các DL RS/SS được cấu hình cụ thể tương ứng được chỉ định cho OLPC trên mỗi quy trình ULPC có thể được chuyển sang RS/SS khác (ví dụ: thông qua MAC CE và/hoặc DCI). Ngoài ra/thay vào đó, các giá trị bù/sai lệch công suất bổ sung (một lần) được áp dụng tại thời điểm này có thể được chỉ định (cùng nhau) (để mở rộng đến phạm vi lớn hơn phạm vi TPC bình thường) và UE có thể được xác định/định cấu hình/được chỉ định để phản ánh các giá trị bù/sai lệch công suất bổ sung cho tích lũy TPC. Ví dụ: các SRS có ID # 1 và # 2 được cấu hình có thể được liên kết với cùng một quy trình ULPC A, trong khi ID tài nguyên SRS được định cấu hình khác có thể được liên kết với quy trình ULPC khác B. Các quy trình ULPC A và B có thể nhắm mục tiêu các điểm nhận khác nhau. Ngoài ra, các tài nguyên SRS # 1 và # 2 theo cùng quy trình ULPC A có thể được chọn động bởi chỉ thị SRI trong cấp quyền UL. Ví dụ, khi các tài nguyên SRS # 1 và # 3 được chỉ định chung bởi trường SRI trong cấp quyền UL, điều này có thể được hiểu là hoạt động truyền dẫn nhiều băng phân tách theo nhóm lớp hoặc hoạt động tiếp nhận chung UL-CoMP tại phía gNB.

Do đó, để hỗ trợ chính xác các hoạt động truyền UL và CoMP đa băng, nhiều quy trình ULPC (nghĩa là nhiều bộ tài nguyên SRS (nhóm) được áp dụng cùng một tham số điều khiển công suất cho từng bộ tài nguyên SRS đối với UE phải được hỗ trợ và mỗi quy trình ULPC (nghĩa là, mỗi bộ tài nguyên SRS (nhóm)) có thể được liên kết với ít nhất một tài nguyên SRS được cấu hình cho UE.

Ngoài ra/thay vào đó, các nhóm của các quy trình ULPC cụ thể được tạo cấu hình rõ ràng/ngầm định như được mô tả ở trên có thể dùng chung

điều khiển công suất vòng đóng (CLCP), sao cho khi UE thực hiện điều khiển công suất đường lên, UE có thể được xác định/tạo cấu hình để áp dụng/tích lũy sự tích lũy TPC cùng nhau. Ví dụ, OLPC có thể được tách biệt/phân chia (độc lập) cho từng quy trình, nhưng CLPC có thể được cấu hình để dùng chung. Ngoài ra/ hoặc là, OLPC cũng như CLPC có thể được cấu hình để được tách biệt/phân chia độc lập và áp dụng cho từng bộ xử lý.

Ngoài ra/thay vào đó, khi lập lịch cho dữ liệu UL cụ thể (nghĩa là PUSCH) trong một cấp quyền UL cụ thể cho eNB, có thể chỉ ra rõ ràng việc truyền dữ liệu UL (nghĩa là PUSCH) theo một quy trình ULPC nhất định (tức là, điều khiển công suất đường lên được thực hiện bằng cách áp dụng một bộ tham số cho điều khiển công suất cụ thể) trong cấp quyền UL tương ứng. Đó là, một trường để chỉ định rõ ràng ULPC nào được áp dụng để thực hiện truyền dữ liệu UL có thể được bao gồm trong cấp quyền UL.

Ngoài ra/thay vào đó, UE có thể được chỉ định ngầm tuân theo quy trình ULPC cụ thể tại thời điểm kiểm soát năng lượng của dữ liệu UL được lên lịch (nghĩa là PUSCH) bằng cách lồng vào một trường DCI (hoặc giá trị) cụ thể (ví dụ, một định danh HARQ (ID)). Nói cách khác, tùy thuộc vào trường DCI (hoặc giá trị) hiện tại, nó có thể được chỉ định ngầm định bộ tham số nào cho điều khiển công suất sẽ được sử dụng.

Ví dụ: giá trị ID HARQ cụ thể có thể liên kết với một mã định danh (ID) cụ thể trước (ví dụ: thông qua RRC và/hoặc MAC CE). Nghĩa là, mối quan hệ ánh xạ giữa ID HARQ và ID ULPC có thể được cấu hình trước (ví dụ: thông qua RRC và/hoặc MAC CE). Ngoài ra, UE có thể truyền đường lên bằng cách xác định công suất truyền đường lên bằng cách áp dụng quy trình ULPC lồng vào nhau theo ID HARQ mà UE được lập lịch bởi DCI (tức là, áp dụng bộ tham số điều khiển công suất tương ứng).

Trong trường hợp này, như một ví dụ, ID HARQ cụ thể có thể được liên kết với một loại dịch vụ độc lập cụ thể (ví dụ: eMBB hoặc URLLC) và do đó có tác động cho phép xác định các mức công suất khác nhau cho từng loại dịch vụ truyền thông cụ thể. Ví dụ, URLLC có thể được cấu hình để truyền với công suất tương đối cao hơn eMBB.

Nói cách khác, một hình thức có thể được định cấu hình/áp dụng trong đó một loại dịch vụ cụ thể (ví dụ: eMBB hoặc URLLC) được liên kết trước (ví dụ: qua RRC/MAC CE, v.v.) cho từng ID HARQ cụ thể (S). Do đó, có thể bắt đầu lập lịch cụ thể loại dữ liệu bằng báo hiệu L1 (ví dụ: bởi DCI, được liên kết với ID HARQ) để truyền gói dữ liệu đường lên cho một loại dịch vụ cụ thể (ví dụ: eMBB hoặc URLLC).

Ngoài ra/thay vào đó, một ULPC cụ thể có thể được chỉ định ngầm bằng cách lồng vào một trường DCI (giá trị) cụ thể hiện tại (ví dụ: trường SRI được mô tả ở trên). Nói cách khác, tùy thuộc vào trường SRI (hoặc giá trị), tham số nào được đặt cho điều khiển công suất đường lên sẽ được sử dụng có thể được chỉ định ngầm định.

Ví dụ: giá trị trường SRI cụ thể (ví dụ: chỉ ra (các) tài nguyên SRS) có thể đan xen với ID ULPC cụ thể trước (ví dụ: RRC và/hoặc MAC CE). Nghĩa là, mối quan hệ ánh xạ giữa giá trị trường SRI và ID ULPC có thể được cấu hình trước (ví dụ: thông qua RRC và/hoặc MAC CE). Ngoài ra, UE có thể xác định công suất truyền dẫn đường lên và truyền đường lên bằng cách áp dụng quy trình ULPC đan xen vào nhau tương ứng (nghĩa là áp dụng bộ tham số điều khiển công suất đường lên) theo giá trị SRI được chỉ định và lên lịch bởi DCI.

Trong trường hợp này, như một ví dụ, giá trị SRI cụ thể có thể được liên kết với (các) bảng truyền đường lên của một UE cụ thể và/hoặc điểm nhận mục tiêu của eNB. Do đó, có một hiệu ứng là eNB cung cấp tính linh hoạt

để cho phép UE thực hiện truyền dẫn đường lên ở các mức công suất khác nhau bằng các quy trình ULPC khác nhau.

Ngoài ra/thay vào đó, thông qua một hình thức như DCI chung cụ thể (ví dụ: được truyền trên một không gian tìm kiếm chung (CSS), ví dụ, một dạng tương tự như LTE DCI 3/3A), mỗi quy trình ULPC có thể được ánh xạ đến trạng thái độc lập và/hoặc chỉ số UE (ví dụ: giá trị RNTI cụ thể). Theo đó, trong đó quy trình ULPC TPC (tích lũy) sẽ được thực hiện có thể được truyền tại một thời điểm (tới nhiều UE) (ở định dạng CSS).

Do đó, trong một ví dụ về phương pháp linh hoạt nhất trong số các phương pháp được đề cập ở trên, eNB có thể thông báo độc lập cho UE về RP/chùm đích và/hoặc UE Tx đích được chỉ định thông qua các trường SRI riêng. Đồng thời, nó có thể được chỉ định riêng việc áp dụng điều khiển công suất nào thông qua các chỉ báo quy trình ULPC cụ thể và tùy thuộc vào loại dịch vụ nào (ví dụ: được chỉ định qua RRC và/hoặc MAC CE) dữ liệu đường lên sẽ được truyền qua chỉ tiêu loại dịch vụ cá nhân cụ thể. Tính linh hoạt cao của kết hợp lập lịch đường lên có thể được hỗ trợ bằng cách sử dụng các loại được chỉ định riêng hoặc tương tự.

Liên quan đến $N (> 1)$ truyền SRS định kỳ được kích hoạt bởi trường kích hoạt SRS một chu kỳ, một vấn đề về công suất truyền cho N tài nguyên SRS cho quản lý chùm tia UL có thể được giải quyết chung bằng các cơ chế điều khiển công suất UL thích hợp như đã đề cập ở trên trên mỗi cấu hình tài nguyên SRS (nhóm).

Ví dụ: gNB có thể liên kết N tài nguyên SRS cụ thể với cùng một quy trình ULPC. Sau đó, công suất truyền tương tự có thể được đảm bảo cho các N tài nguyên SRS để quản lý chùm tia. Một phương pháp bổ sung có thể được

thảo luận, để định cấu hình mô tả trạng thái kích hoạt bằng RRC và/hoặc MAC CE để ghi đè mức công suất truyền hiện tại trên mỗi tài nguyên SRS theo quy trình ULPC liên quan. Điều này là để thực thi cùng mức năng lượng Tx cho N tài nguyên SRS bất kể quy trình ULPC hiện tại (ví dụ: áp dụng công suất SRS Tx hiện tại cao nhất cho một trong N tài nguyên SRS tương tự như N-1 tài nguyên SRS khác). Đó là, ngay cả khi có một quy trình ULPC cụ thể đã được tuân thủ cho từng tài nguyên SRS để xác định công suất truyền cho các tài nguyên SRS định kỳ $N (> 1)$ được kích hoạt cùng nhau, UE có thể được định cấu hình/chỉ định để thực hiện ít nhất một thao tác được mô tả bên dưới (ngoài thông tin chỉ ra N tài nguyên cụ thể nào hoặc không cơ bản) trong một mô tả (ví dụ: được định cấu hình qua RRC và/hoặc MAC CE) về hoạt động mà UE sẽ thực hiện khi ở trạng thái kích hoạt tương ứng chính nó có thể được chỉ định động.

- Giống như sơ đồ “áp dụng công suất SRS Tx hiện tại cao nhất cho một trong số N tài nguyên SRS tương tự như N-1 tài nguyên SRS khác” được mô tả ở trên, khi có N giá trị công suất được xác định theo quy trình ULPC hiện tại cho N tài nguyên SRS, một cách tương ứng, N tương ứng với các công suất truyền SRS có thể được cấu hình bằng với một giá trị cụ thể trong số N giá trị công suất. Ở đây, giá trị cụ thể có thể bao gồm là giá trị lớn nhất (hoặc giá trị nhỏ nhất để giảm nhiều với (ô khác), v.v.) trong số N giá trị công suất được xác định theo quy trình ULPC hoặc giá trị (ví dụ: trung bình, trung bình có trọng số, v.v.) được tính thông qua một hàm được xác định/cấu hình cụ thể để mang lại giá trị công suất đại diện cho N giá trị công suất. Ngoài ra/thay vào đó, sau khi mức công suất được cân bằng, nếu mức công suất vượt quá mức công suất tối đa (ví dụ: P_{c_MAX}) có thể được truyền tối đa, mức công suất có thể được định cấu hình để giảm xuống theo giá trị giới hạn tương ứng trong một lần. Ngoài

ra/thay vào đó, nếu quy tắc chia sẻ công suất được xác định/định cấu hình, sẽ được áp dụng cho các tín hiệu (ví dụ: PUCCH, PUSCH, v.v.) để được truyền tới một đường lên cụ thể khác, mức công suất mục tiêu được giảm xuống có thể được giảm xuống được đặt thành mức công suất mục tiêu theo quy tắc chia sẻ công suất/theo đó quy tắc chia sẻ công suất sẽ được áp dụng.

- Theo một sơ đồ khác, không nằm trong sơ đồ tính toán “mức công suất cao nhất” cụ thể và đặt mức công suất mục tiêu là mức công suất lớn nhất như trong sơ đồ ở phần trên, mức công suất giống nhau có thể được tạo cấu hình để đặt làm “công suất toàn phần” được áp dụng (mặc dù có (các) quy trình ULPC cụ thể áp dụng cho từng đơn vị (nhóm) tài nguyên SRS ở thời điểm hiện tại, liên tục bằng cách bỏ qua (các) quy trình ULPC cụ thể) cho N tài nguyên SRS cùng một lúc (nghĩa là, ghi đè lên). Ngoài ra/thay vào đó, sau khi mức công suất được cân bằng, nếu mức công suất vượt quá lượng công suất lớn nhất (ví dụ, P_{c_MAX}) mà có thể được truyền đi tối đa, mức công suất này có thể được cấu hình để giảm xuống theo giá trị giới hạn tương ứng cùng một lúc. Ngoài ra/thay vào đó, nếu quy tắc chia sẻ công suất được xác định/cấu hình, mà để áp dụng cho các tín hiệu (ví dụ, PUCCH, PUSCH, v.v.) sẽ được truyền tới đường lên cụ thể khác, mức công suất mục tiêu sẽ được giảm xuống có thể được đặt thành mức công suất mục tiêu theo quy tắc chia sẻ công suất/mà quy tắc chia sẻ công suất này được áp dụng.

- Vẫn theo một sơ đồ khác, không nằm trong sơ đồ tính toán mức năng lượng cao nhất của cụ thể và đặt mức công suất mục tiêu ở mức công suất cao nhất được mô tả ở trên, ngay cả khi có các quy trình ULPC cụ thể được áp dụng cho từng đơn vị (nhóm) tài nguyên SRS hiện tại, bằng cách bỏ qua (các) quy trình ULPC cụ thể, cùng một mức công suất có thể được cấu hình để được đặt thành “một mức/giá trị công suất được xác định trước/cấu hình” cụ thể được

áp dụng liên tục khi (N) tài nguyên SRS cho quản lý chùm tia UL cụ thể được truyền cùng nhau (và/hoặc mức/giá trị công suất được xác định bởi OLPC (và liên kết ngay cả với CLPC đại diện cụ thể) đối với DL RS được xác định trước/cấu hình sẵn và/hoặc DL RS đại diện được chỉ định) cùng một lúc (ghi đề). Ở đây, DL RS đại diện được chỉ định có thể bao gồm DMRS khối SS (phục vụ) (nghĩa là cho PBCH) (bằng thủ tục truy cập ban đầu/kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) và/hoặc thủ tục quản lý chùm tia (BM)) và/hoặc SSS và/hoặc CSI-RS cụ thể (ví dụ: chỉ số thấp nhất). Ngoài ra/thay vào đó, sau khi mức công suất được cân bằng, nếu mức công suất vượt quá mức công suất tối đa (ví dụ: P_{c_MAX}) có thể được truyền tối đa, mức công suất có thể được định cấu hình để giảm xuống theo giá trị giới hạn tương ứng trong một lần. Ngoài ra/thay vào đó, nếu quy tắc chia sẻ công suất được xác định/định cấu hình trước, sẽ được áp dụng cho các tín hiệu (ví dụ: PUCCH, PUSCH, v.v.) để được truyền tới một đường lên cụ thể khác, mức công suất mục tiêu được giảm xuống có thể được giảm xuống được đặt thành mức công suất mục tiêu theo quy tắc chia sẻ công suất/theo đó quy tắc chia sẻ công suất sẽ được áp dụng.

- Theo một sơ đồ khác, khi có ít nhất một quy trình ULPC cụ thể (thích ứng liên kết - LA) được duy trì (kích hoạt) (đối với một chùm tia cụ thể) hiện tại, việc truyền dẫn đường lên có thể được cấu hình để thực hiện bằng cách đặt một giá trị công suất cụ thể được xác định bởi quy trình ULPC ở cùng mức công suất cho N tài nguyên SRS (và/hoặc bằng cách thêm một độ bù công suất được chỉ định/được cấu hình cụ thể vào đó). Nói cách khác, điều này có nghĩa là mức công suất được xác định bởi ULPC thích ứng liên kết thông thường (ví dụ: được liên kết với PUSCH PC) (cộng với P_{SRS_offset}) được áp dụng cho việc truyền (các) tài nguyên SRS để quản lý chùm tia vì nó có cùng công suất được áp dụng ngay cả đối với tài nguyên SRS quản lý chùm tia tương ứng với cặp

chùm (tương tự) khác từ tài nguyên SRS thích ứng liên kết giữa chúng. Điều này là để biểu thị việc truyền tài nguyên SRS quản lý chùm tia để kiểm tra cặp chùm nào trong số các cặp chùm khác với cặp chùm phục vụ hiện tại trong tình huống tài nguyên SRS quản lý chùm tia được truyền. Hơn nữa, lý do là có thể vẫn không có ý nghĩa gì khi định cấu hình một quy trình ULPC riêng lẻ trong số (N) tài nguyên SRS quản lý chùm tia. Tóm lại, các quy trình ULPC riêng lẻ có thể được cấu hình/áp dụng giữa (các) tài nguyên SRS thích ứng liên kết, nhưng các quy trình ULPC riêng lẻ (hoặc một quy trình ULPC riêng tách biệt với thích ứng liên kết) có thể không được định cấu hình trong (các tài nguyên SRS quản lý chùm tia)). Ngoài ra/thay vào đó, sau khi mức công suất được cân bằng, nếu mức công suất vượt quá mức công suất tối đa (ví dụ: P_{c_MAX}) có thể được truyền tối đa, mức công suất có thể được định cấu hình để giảm xuống theo giá trị giới hạn tương ứng trong một lần. Ngoài ra/thay vào đó, nếu quy tắc chia sẻ công suất được xác định/định cấu hình, sẽ được áp dụng cho các tín hiệu (ví dụ: PUCCH, PUSCH, v.v.) để được truyền tới một đường lên cụ thể khác, mức công suất mục tiêu được giảm xuống có thể được giảm xuống được đặt thành mức công suất mục tiêu theo quy tắc chia sẻ công suất/theo đó quy tắc chia sẻ công suất sẽ được áp dụng.

Ngay cả khi trạng thái kích hoạt SRS định kỳ cụ thể được định cấu hình để truyền M tài nguyên SRS (≥ 1) cụ thể (để thu lại CSI) cũng như N tài nguyên SRS cụ thể (để quản lý chùm tia) (nghĩa là khi trạng thái kích hoạt SRS định kỳ cụ thể được cấu hình để truyền đồng thời tổng $N + M$ tài nguyên SRS), ít nhất một trong các phương pháp được đề xuất có thể được áp dụng theo cách thay thế N trong các sơ đồ được đề xuất ở trên bằng " $N + M$ ". Đó là, trong trường hợp này, ngay cả trong trường hợp tài nguyên SRS cho các mục đích khác nhau được trộn lẫn cũng như trường hợp chỉ có tài nguyên SRS quản lý

chùm được truyền cùng nhau, tài nguyên SRS có thể được truyền bằng cách áp dụng mức công suất cụ thể (nghĩa là cùng một công suất cụ thể) như phương pháp được đề xuất ở trên bằng cách bỏ qua (nghĩa là, ghi đè) tình huống trong đó mỗi quy trình ULPC được áp dụng theo sơ đồ như vậy.

Hoặc là, có thể hạn chế/định cấu hình là ít nhất một trong các đề xuất trên chỉ áp dụng cho N mà không thay thế N trong các sơ đồ được đề xuất bằng “N + M” như mô tả ở trên. Nghĩa là, N + M tài nguyên SRS được truyền cùng nhau, nhưng chỉ N tài nguyên SRS trong số chúng có thể được truyền bằng cách áp dụng mức công suất cụ thể (ví dụ: cùng công suất cụ thể) chỉ cho công suất truyền cho N tài nguyên SRS như phương pháp được đề xuất. Ngoài ra, đồng thời, M tài nguyên SRS có thể được truyền đi trong khi áp dụng mức năng lượng được điều khiển công suất theo quy trình ULPC cụ thể liên quan đến M tài nguyên SRS tương ứng (trước), tương ứng với công suất truyền của M tài nguyên SRS khác như trước đó. Nguyên nhân là bởi sự khác biệt về mục đích truyền SRS.

Hơn nữa, trong các phương pháp được đề xuất ở trên, có thể hiểu rằng phần lớn được mô tả dựa trên thực tế là cả N và/hoặc M tài nguyên SRS đều là loại SRS không theo chu kỳ, nhưng rõ ràng ít nhất một trong các phương án được đề xuất trong sáng chế ở trên có thể được áp dụng rộng rãi ngay cả trong trường hợp một số trong số chúng là các loại SRS bán ổn định và/hoặc các loại SRS theo chu kỳ. Nghĩa là, sơ đồ chỉ có thể được áp dụng cho cùng một trường hợp truyền SRS cụ thể và mặc dù nhiều tài nguyên SRS cụ thể bị phân tán và truyền đến các trường hợp truyền SRS khác nhau, việc truyền SRS có thể được thực hiện bằng cách ghi đè một phần xác định công suất truyền bởi quy trình ULPC đã lồng vào nhau và áp dụng điều khiển công suất cho một số tài

nguyên SRS cho mức công suất cụ thể (ví dụ: với cùng một công suất cụ thể) (chỉ tạm thời/trong một khoảng thời gian cụ thể).

Ngoài ra/thay vào đó, đối với ít nhất một phương pháp đề xuất, một thao tác (có thể được hiểu là điều chỉnh điều khiển công suất) thực hiện truyền SRS bằng cách ghi đè lên mức công suất cụ thể (ví dụ: cùng công suất cụ thể) chỉ được áp dụng tạm thời cho một khoảng thời gian truyền (chu kỳ) SRS cụ thể. Ngoài ra, việc truyền SRS có thể được cấu hình để được thực hiện ở một mức công suất cụ thể độc lập khác (ví dụ, ở cùng công suất cụ thể) đối với khoảng thời gian truyền SRS khác (chu kỳ). Việc điều chỉnh điều khiển công suất có thể được thực hiện độc lập cho từng khoảng thời gian cụ thể (chu kỳ).

Ví dụ, ít nhất một thao tác trong phương pháp được mô tả ở trên chỉ có thể được áp dụng tạm thời cho một khoảng thời gian của “một vòng của quét chùm tia SRS”. Ngoài ra, ít nhất một thao tác trong phương pháp độc lập khác được mô tả ở trên có thể được xác định sẽ được áp dụng hoặc định cấu hình/chỉ định cho UE bởi eNB đối với một khoảng thời gian tiếp theo/một lần khác của “một vòng của quét chùm tia SRS”.

FIG.13 là sơ đồ minh họa phương pháp truyền và nhận đường lên theo một khía cạnh của sáng chế.

Tham chiếu tới FIG.13, UE nhận thông tin điều khiển (DCI) cấu hình SRS từ eNB (S1301).

Ở đây, thông tin cấu hình SRS có thể bao gồm một bộ tham số (bao gồm, ví dụ: giá trị công suất mặc định P_0 , thông tin/tỷ lệ bù nghịch đảo α , tín hiệu tham chiếu đường xuống để ước lượng/tính toán suy hao đường truyền, v.v.) để điều khiển công suất của SRS cho mỗi bộ tài nguyên SRS và bộ tài nguyên SRS có thể bao gồm một hoặc nhiều tài nguyên SRS.

UE xác định công suất truyền của SRS dựa trên bộ thông số điều khiển công suất của SRS (S1302).

Ở đây, công suất truyền của SRS có thể được xác định dựa trên giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán bởi UE sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống được chỉ báo bởi bộ tham số cho việc điều khiển công suất của SRS. Trong trường hợp này, tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể được chỉ thị bởi báo hiệu lớp cao hơn (RRC hoặc MAC CE). Ví dụ, tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể bao gồm SSB và CSI-RS.

Ngoài ra, tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể thay đổi bởi báo hiệu (ví dụ, MAC CE, DCI, v.v.) được truyền bởi eNB.

Ngoài ra, UE có thể xác định công suất truyền của SRS bằng cách áp dụng tích lũy TPC thông thường vào nhóm tài nguyên SRS (ví dụ, cho bộ (nhóm) tài nguyên SRS cụ thể được cấu hình rõ ràng/ẩn).

Điều chỉnh điều khiển công suất để điều chỉnh công suất truyền của SRS có thể được áp dụng độc lập cho từng khoảng thời gian truyền SRS cụ thể. Ở đây, khi điều chỉnh điều khiển công suất được kích hoạt, các giá trị công suất truyền của SRS trên tất cả các tài nguyên SRS có thể được điều chỉnh như nhau bất kể xác định công suất truyền của SRS. Cụ thể, hoạt động thực hiện truyền SRS bằng cách ghi đè ở mức công suất cụ thể (ví dụ: ở cùng công suất cụ thể) chỉ có thể được áp dụng tạm thời cho một khoảng thời gian truyền (chu kỳ) SRS cụ thể. Ngoài ra, việc truyền SRS có thể được định cấu hình để được thực hiện ở một mức công suất cụ thể độc lập khác (ví dụ: ở cùng công suất cụ thể) đối với khoảng thời gian truyền SRS khác (chu kỳ). Ngoài ra, khi giá trị công suất truyền được điều chỉnh quá giá trị cho trước, giá trị công suất được điều chỉnh có thể được giảm xuống cùng một lúc.

UE truyền SRS tới eNB với công suất truyền được xác định (S1303).

Mặc dù không được thể hiện trong FIG.13, một hoạt động để kiểm soát một hoạt động truyền kênh đường lên (PUSCH và PUCCH)/một hoạt động để kiểm soát công suất truyền của kênh đường lên có thể được thực hiện cùng với hoạt động truyền/nhận SRS trong FIG.13.

Cụ thể, UE nhận thông tin điều khiển đường xuống (DCI) bao gồm thông tin lập lịch kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) từ eNB. Ở đây, DCI có thể bao gồm một chỉ báo tài nguyên SRS (SRI). Ngoài ra, UE xác định công suất truyền PUSCH dựa trên thông số được đặt cho điều khiển công suất của PUSCH được xác định từ SRI.

Trong trường hợp này, UE có thể nhận được từ eNB một hoặc nhiều bộ tham số (ví dụ: giá trị công suất mặc định P_0 , thông tin/tỷ lệ bù ngược α , tín hiệu tham chiếu đường xuống để ước lượng/tính toán suy hao đường truyền, v.v.) cho điều khiển công suất của PUSCH và tính toán công suất truyền PUSCH dựa trên bộ thông số được chỉ định bởi SRI.

Hơn nữa, khi số lượng tài nguyên SRS được chỉ định bởi SRI và các nhóm lớp khác nhau được định cấu hình tương ứng với số lượng tài nguyên SRS, một cách tương ứng, tham số được đặt cho điều khiển công suất của PUSCH có thể được xác định riêng cho từng loại nhóm lớp.

Ngay cả trong trường hợp này, công suất truyền của PUSCH có thể được xác định dựa trên giá trị ước lượng suy hao đường truyền đường xuống được tính toán bởi UE bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu đường xuống được chỉ định bởi bộ tham số cho điều khiển công suất của PUSCH. Hơn nữa, tín hiệu tham chiếu đường xuống có thể được thay đổi bằng cách báo hiệu

(MAC CE, DCI, v.v.) được truyền bởi eNB. Ngoài ra, UE truyền PUSCH đến eNB với công suất truyền xác định.

Mặt khác, khi thông tin về sự tham gia của tín hiệu tham chiếu đường xuống không được cung cấp từ eNB (ví dụ: khi không bao gồm SRI trong DCI), giá trị ước lượng suy hao đường truyền có thể được tính bằng cách sử dụng một tín hiệu tham chiếu đường xuống cụ thể (ví dụ: tín hiệu tham chiếu đường xuống có mức công suất tương đối cao nhất).

Thiết bị thông thường mà sáng chế này có thể áp dụng

FIG.14 minh họa sơ đồ khối của thiết bị truyền thông không dây theo một khía cạnh của sáng chế.

Tham chiếu tới FIG.14, hệ thống truyền thông không dây bao gồm một trạm gốc (eNB) 1410 và số lượng lớn các thiết bị người dùng (UE) 1420 nằm trong vùng phủ sóng của eNB 1410.

ENB 1410 bao gồm bộ xử lý 1411, bộ nhớ 1412 và khối tần số vô tuyến (RF) 1413. Bộ xử lý 1411 thực hiện các chức năng, quy trình và/hoặc phương pháp được đề xuất trong các FIG.1 đến 19 ở trên. Các lớp giao thức giao diện không dây có thể được bộ xử lý 1411 thực hiện. Bộ nhớ 1412 được kết nối với bộ xử lý 1411 và lưu trữ nhiều loại thông tin khác nhau để điều khiển bộ xử lý 1411. Khối RF 1413 được kết nối với bộ xử lý 1411, và truyền và/hoặc nhận tín hiệu radio.

UE 1420 bao gồm bộ xử lý 1421, bộ nhớ 1422 và khối tần số vô tuyến (RF) 1423. Bộ xử lý 1421 thực hiện các chức năng, quy trình và/hoặc phương pháp được đề xuất trong các FIG.1 đến 13 ở trên. Các lớp giao thức giao diện không dây có thể được bộ xử lý 1421 thực hiện. Bộ nhớ 1422 được kết nối với bộ xử lý 1421 và lưu trữ nhiều loại thông tin khác nhau để điều khiển bộ xử

lý 1421. Khối RF 1423 được kết nối với bộ xử lý 1421, và truyền và/hoặc nhận tín hiệu radio.

Bộ nhớ 1412 và 1422 có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý 1411 và 1421 và có thể được kết nối với bộ xử lý 1411 và 1421 bằng các phương tiện đã biết. Ngoài ra, eNB 1410 và/hoặc UE 1420 có thể có một ăngten hoặc nhiều ăngten.

Các phương án được mô tả ở trên bao gồm các thành phần và tính năng kỹ thuật được ghép nối ở dạng được xác định trước. Cho đến bây giờ do không có bất kỳ đề cập rõ ràng nào, nên mỗi thành phần và tính năng kỹ thuật nên được coi là có chọn lọc. Mỗi thành phần và tính năng kỹ thuật có thể được thể hiện mà không được kết hợp với các thành phần hoặc tính năng kỹ thuật khác. Ngoài ra, cũng có thể xây dựng các phương án của sáng chế bằng cách ghép một phần của các thành phần và/hoặc các tính năng kỹ thuật. Thứ tự của các hoạt động được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một phần của các thành phần hoặc tính năng kỹ thuật trong một phương án có thể được bao gồm trong phương án khác hoặc có thể được thay thế bằng các thành phần và tính năng kỹ thuật tương ứng với phương án khác. Rõ ràng là việc xây dựng các phương án bằng cách kết hợp các điểm yêu cầu bảo hộ mà không có quan hệ tham chiếu rõ ràng trong các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây hoặc bao gồm các điểm yêu cầu bảo hộ trong một nhóm điểm mới được thiết lập bởi quy trình sửa đổi sau khi nộp đơn.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bằng nhiều cách khác nhau, ví dụ, phần cứng, phần sụn, phần mềm và sự kết hợp của chúng. Trong trường hợp phần cứng, một phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều mạch tích hợp đặc trưng cho ứng dụng (ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (DSP), thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD), thiết bị logic lập trình

(PLD), mảng công lập trình trường (FPGA), bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ vi xử lý và những thứ tương tự.

Trong trường hợp thực hiện bởi phần sụn hoặc phần mềm, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng như mô-đun, quy trình, chức năng, v.v. để thực hiện các chức năng hoặc hoạt động được mô tả từ phần trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được điều khiển bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được đặt bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý và có thể trao đổi dữ liệu với bộ xử lý bằng nhiều phương tiện đã biết khác nhau.

Điều này sẽ được hiểu bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các sửa đổi và biến thể khác nhau có thể được thực hiện mà không nằm ngoài các tính năng thiết yếu của các sáng chế. Do đó, phần mô tả chi tiết không giới hạn trong các phương án được mô tả ở trên, mà nên được coi là ví dụ. Phạm vi của sáng chế phải được xác định bằng cách giải thích hợp lý các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm và tất cả các sửa đổi trong phạm vi tương đương phải được đưa vào phạm vi của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế đã được mô tả dựa trên một ví dụ được áp dụng cho các hệ thống 3GPP LTE/LTE-A hoặc hệ thống 5G, nhưng có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông không dây khác nhau ngoài hệ thống 3GPP LTE/LTE-A hoặc hệ thống 5G.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thực hiện truyền đường lên bởi thiết bị người dùng (User Equipment - UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận, từ trạm gốc, thông tin cấu hình tín hiệu tham chiếu nghe kênh (Sounding Reference Signal - SRS) liên quan đến các tài nguyên SRS cho UE;

xác định, trong số các tài nguyên SRS, nhiều nhóm tài nguyên SRS mà mỗi nhóm này bao gồm nhiều tài nguyên SRS;

xác định, cho mỗi nhóm tài nguyên SRS trong số nhiều nhóm tài nguyên SRS, thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS;

xác định SRS sẽ được truyền đến trạm gốc, trong đó SRS có trong nhóm tài nguyên SRS thứ nhất trong số nhiều nhóm tài nguyên SRS;

xác định công suất truyền thứ nhất cho SRS, dựa trên thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS mà được liên kết với nhóm tài nguyên SRS thứ nhất mà bao gồm SRS; và

truyền SRS tới trạm gốc bằng cách sử dụng công suất truyền thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS gồm:

bộ tham số để điều khiển công suất SRS của mỗi nhóm tài nguyên SRS.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin liên quan đến điều khiển công suất sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS liên quan đến ước lượng suy hao đường truyền đường xuống cho kênh đường xuống.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó ước lượng suy hao đường truyền đường xuống cho kênh đường xuống được xác định bởi UE dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống mà bao gồm khối tín hiệu đồng bộ (Synchronization Signal

Block - SSB) và tín hiệu tham chiếu-thông tin trạng thái kênh (Channel State Information-Reference Signal - CSI-RS).

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống được xác định bởi phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập phương tiện (Medium Access Control-Control Element - MAC-CE) mà được truyền bởi trạm gốc.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS gồm:

thông tin liên quan đến xử lý điều khiển công suất SRS theo đó điều khiển công suất SRS sẽ được thực hiện.

7. Thiết bị người dùng (User Equipment - UE) được tạo cấu hình để thực hiện truyền đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, UE này bao gồm:

bộ truyền;

ít nhất bộ xử lý; và

ít nhất một bộ nhớ máy tính được kết nối theo cách hoạt động được với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, làm cho ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

nhận, từ trạm gốc, thông tin cấu hình tín hiệu tham chiếu nghe kênh (SRS) liên quan đến các tài nguyên SRS cho UE;

xác định, cho mỗi nhóm tài nguyên SRS trong số tất cả các nhóm tài nguyên SRS, thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS;

xác định SRS sẽ được truyền đến trạm gốc, trong đó SRS có trong nhóm tài nguyên SRS thứ nhất trong số các nhóm tài nguyên SRS;

xác định công suất truyền thứ nhất cho SRS, dựa trên thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS mà được liên kết với nhóm tài nguyên SRS thứ nhất mà bao gồm SRS; và

truyền, tới trạm gốc qua máy thu phát, SRS sử dụng công suất truyền

thứ nhất.

8. Thiết bị người dùng theo điểm 7, trong đó thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS gồm:

bộ tham số để điều khiển công suất SRS của mỗi nhóm tài nguyên SRS.

9. Thiết bị người dùng theo điểm 7, trong đó thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS liên quan đến ước lượng suy hao đường truyền đường xuống cho kênh đường xuống.

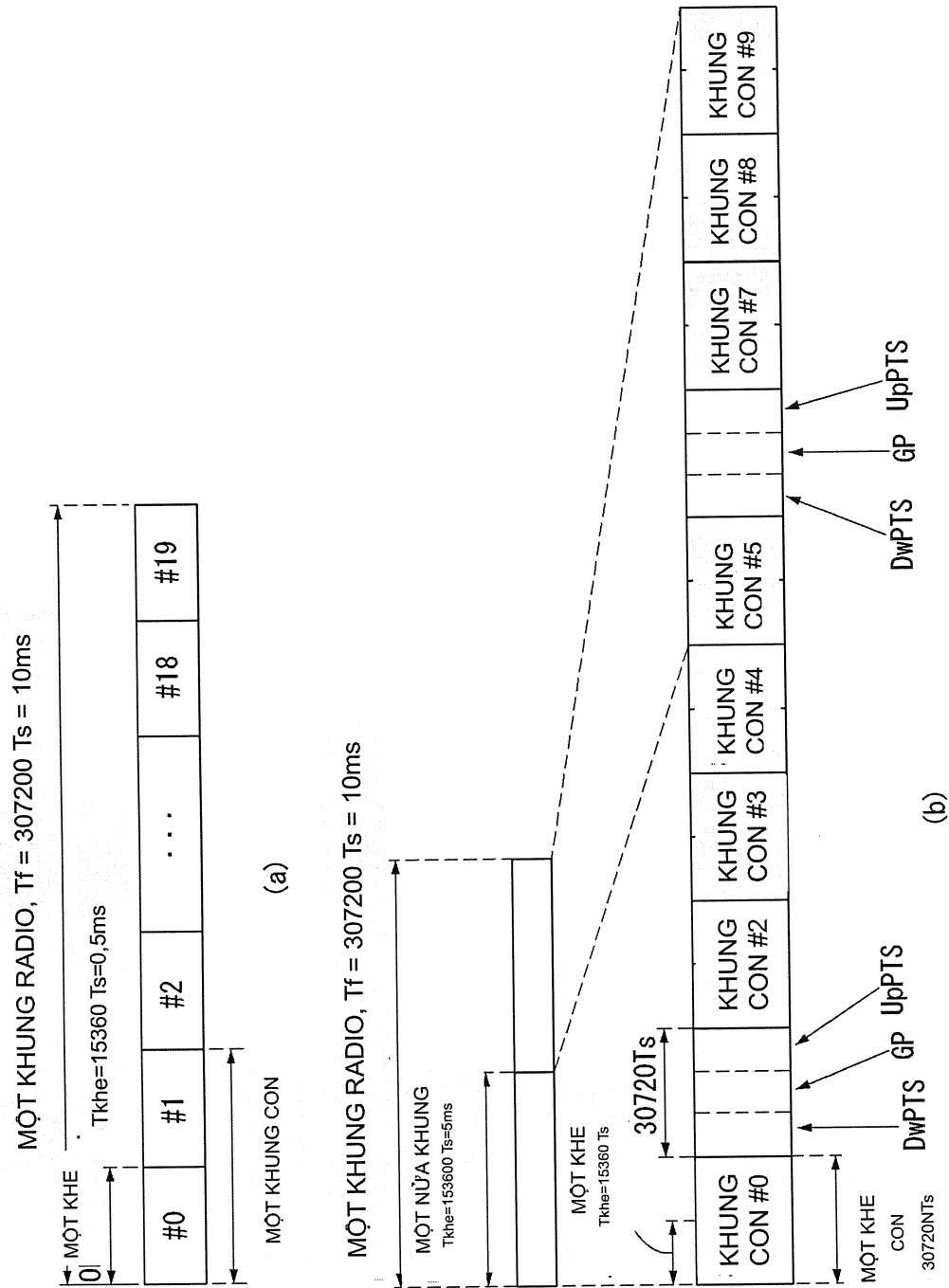
10. Thiết bị người dùng theo điểm 9, trong đó ước lượng suy hao đường truyền đường xuống cho kênh đường xuống được xác định bởi UE dựa trên tín hiệu tham chiếu đường xuống mà bao gồm khối tín hiệu đồng bộ (Synchronization Signal Block - SSB) và tín hiệu tham chiếu-thông tin trạng thái kênh (Channel State Information- Reference Signal - CSI-RS).

11. Thiết bị người dùng theo điểm 10, trong đó tín hiệu tham chiếu đường xuống được xác định bởi phần tử điều khiển-điều khiển truy nhập phương tiện (Medium Access Control-Control Element - MAC-CE) mà được truyền bởi trạm gốc.

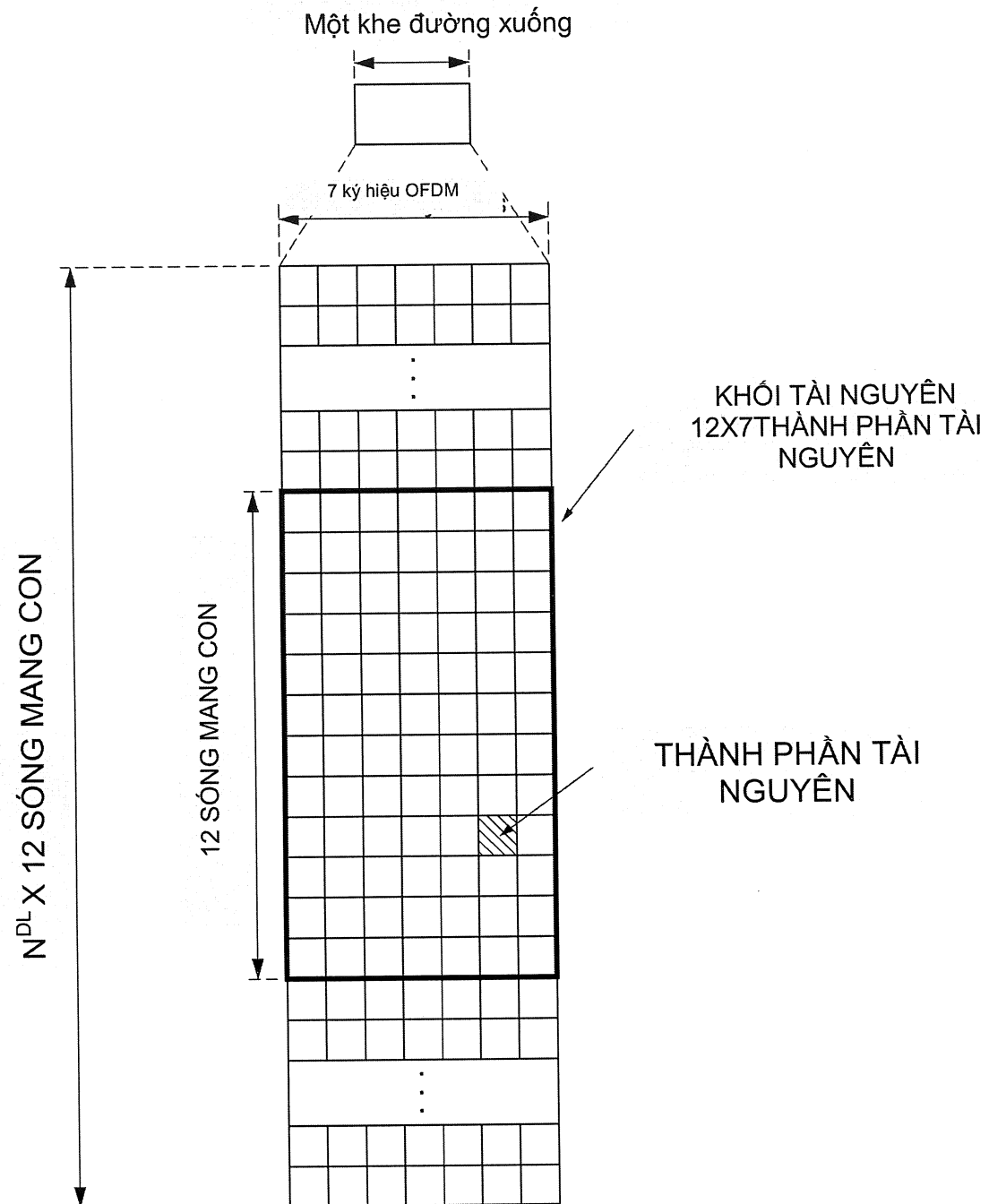
12. Thiết bị người dùng theo điểm 7, trong đó thông tin liên quan đến điều khiển công suất SRS sẽ được áp dụng cho tất cả các tài nguyên SRS trong nhóm tài nguyên SRS gồm:

thông tin liên quan đến xử lý điều khiển công suất SRS theo đó điều khiển công suất SRS sẽ được thực hiện

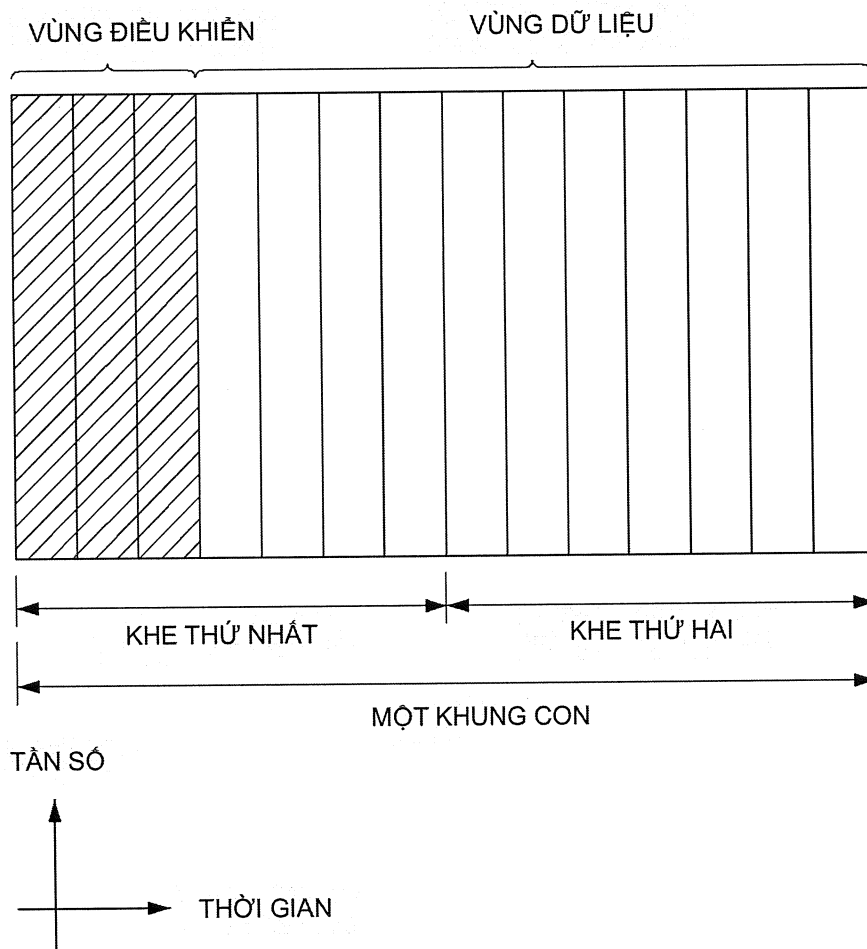
【FIG. 1】



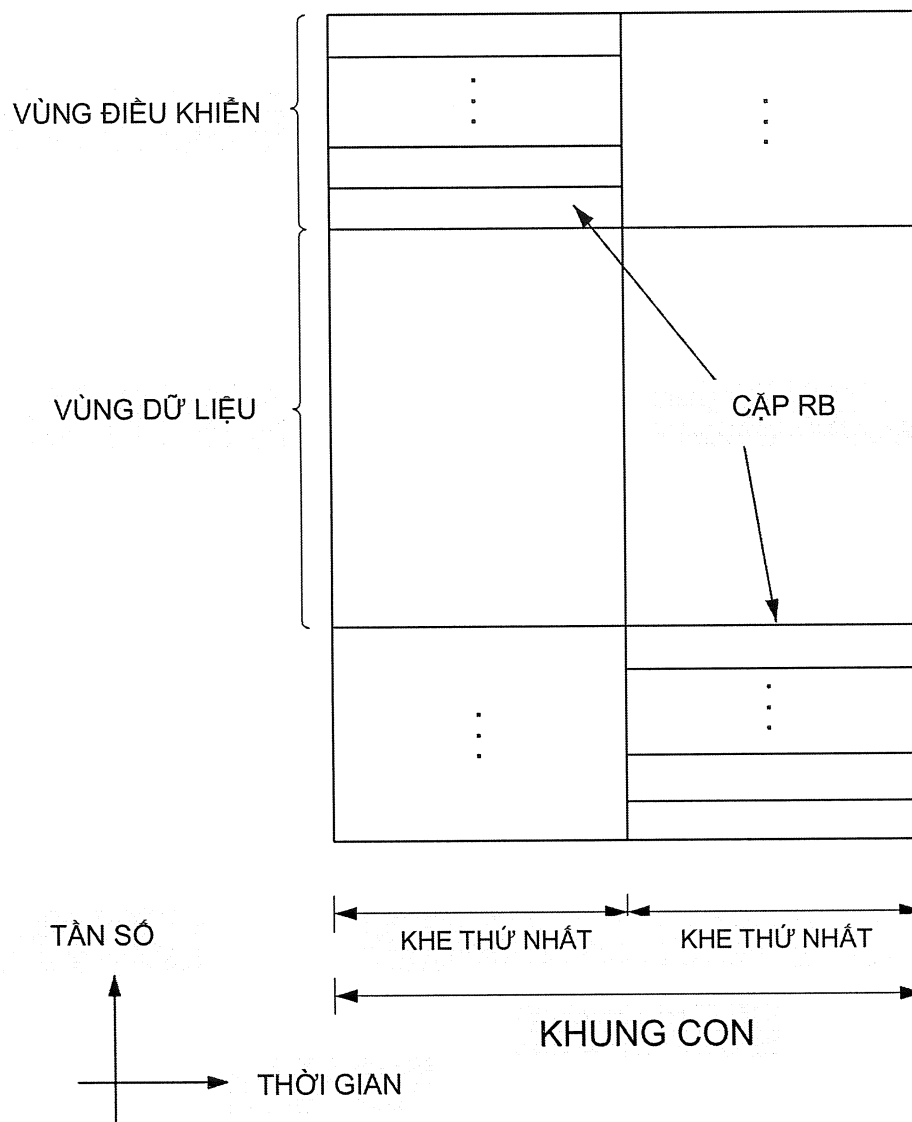
【FIG. 2】



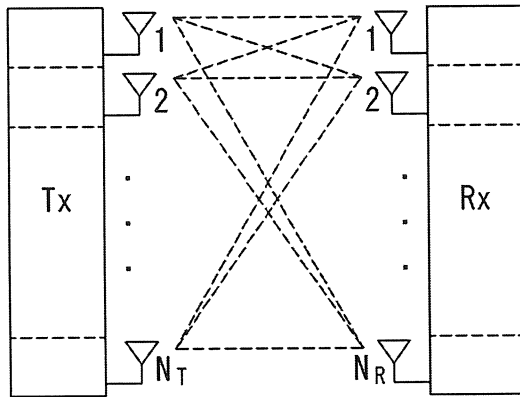
【FIG. 3】



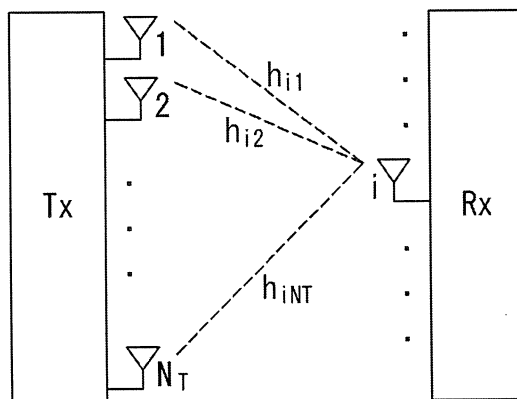
【FIG. 4】



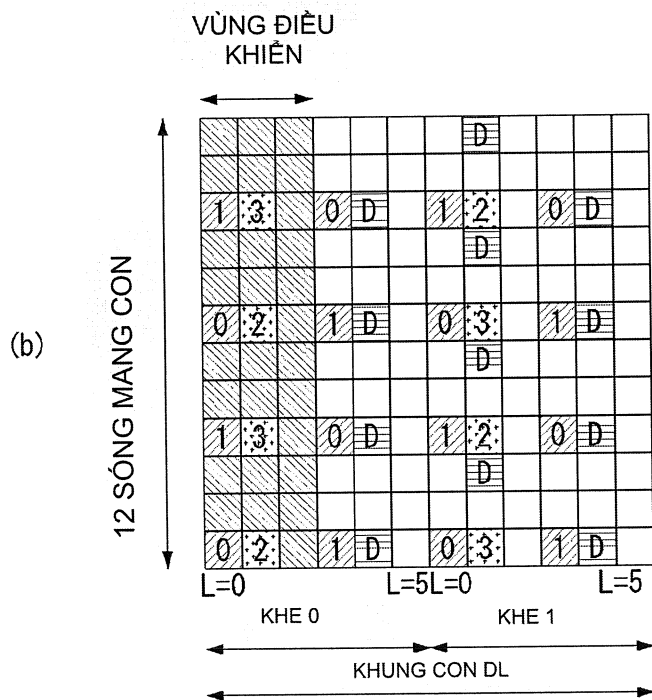
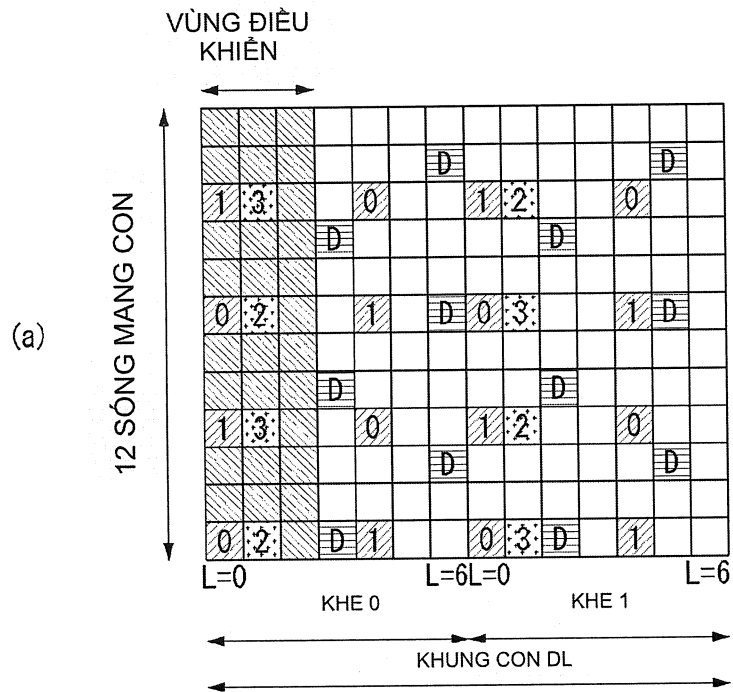
[FIG.5]



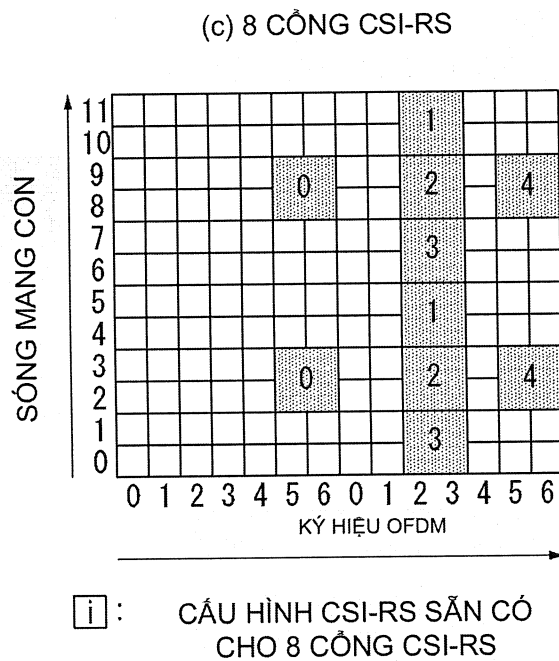
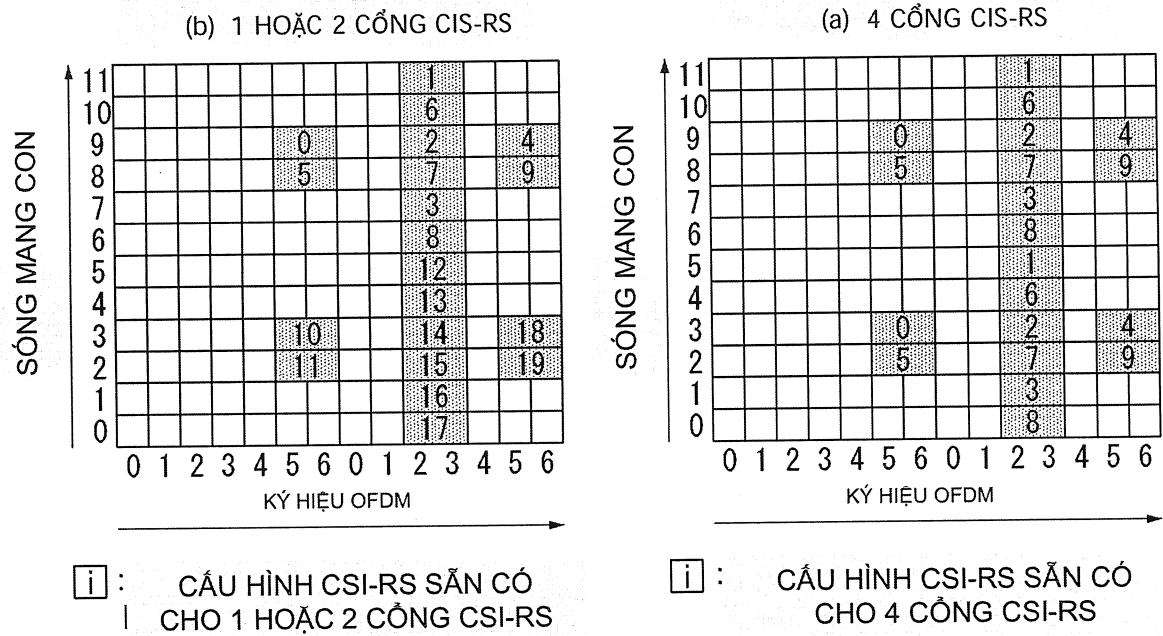
[FIG.6]



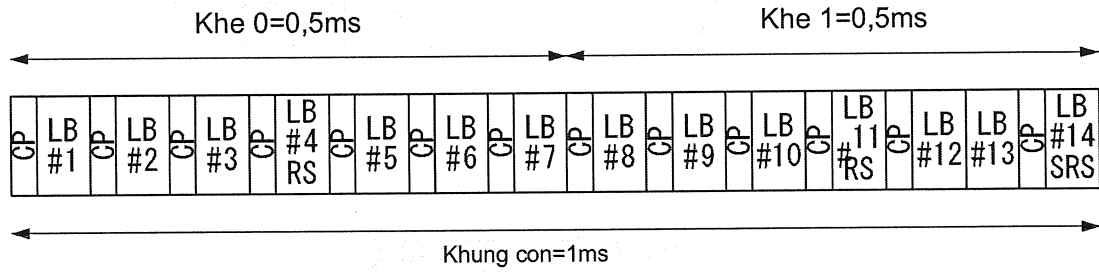
【FIG. 7】



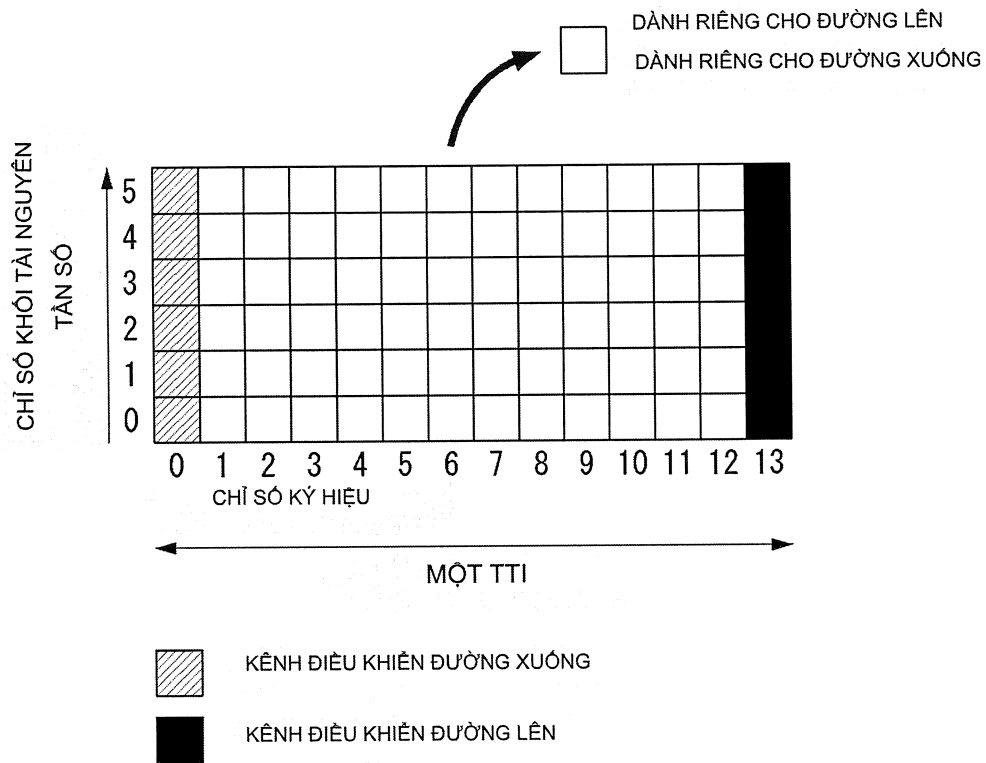
【FIG. 8】



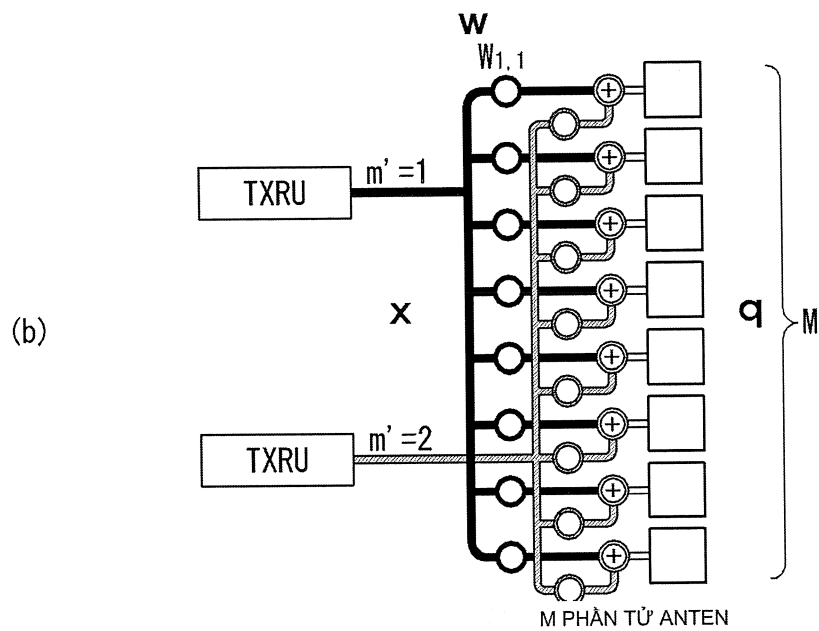
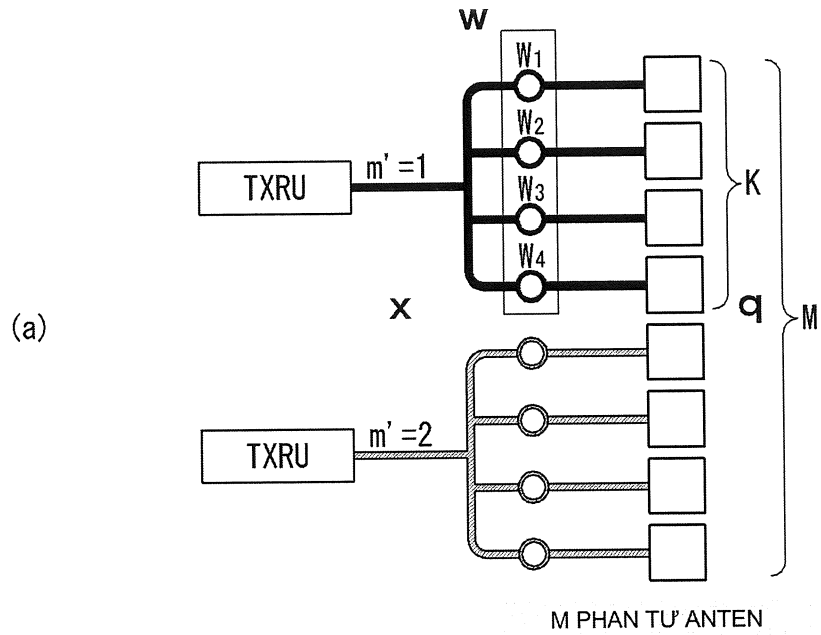
【FIG. 9】



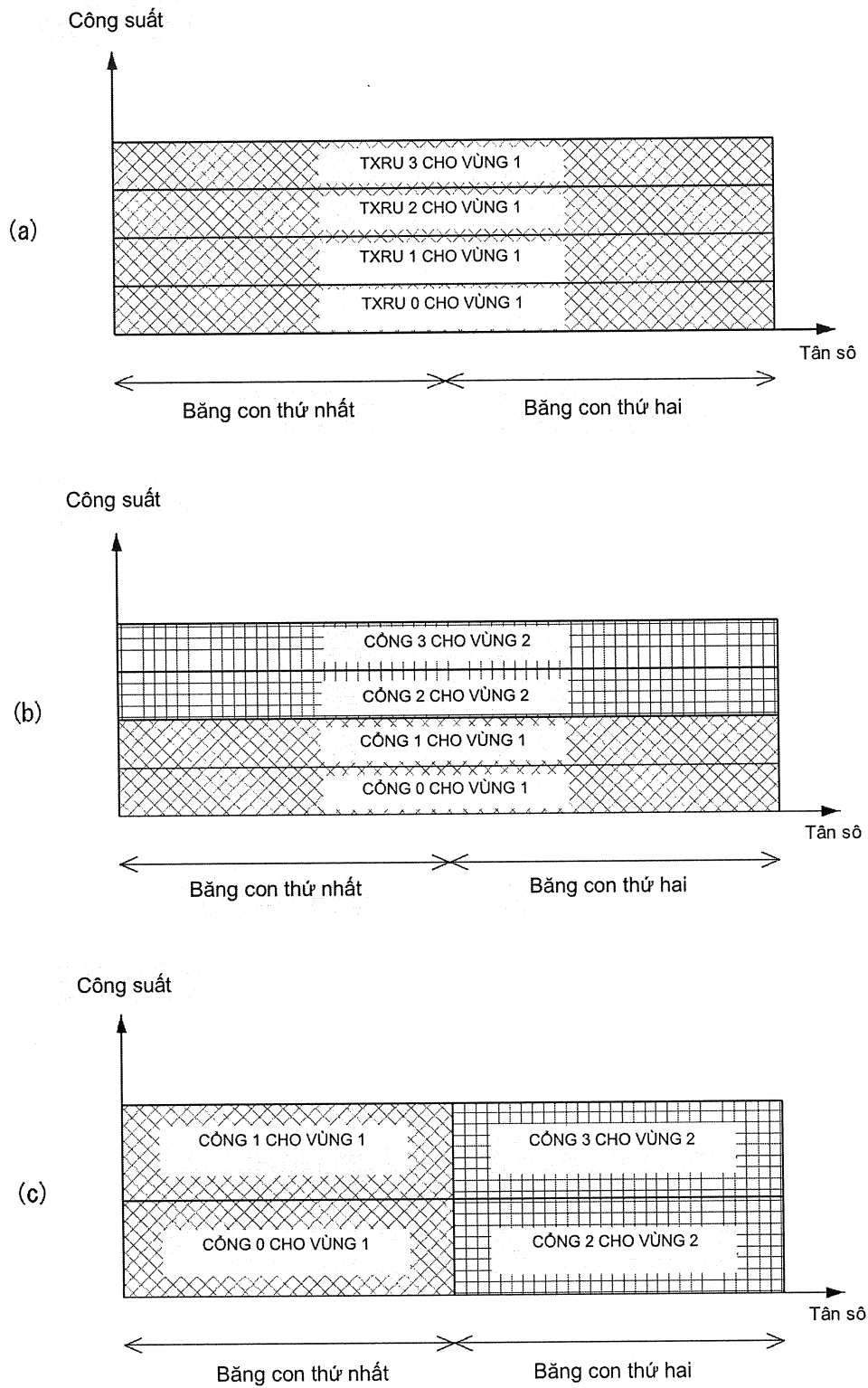
【FIG. 10】



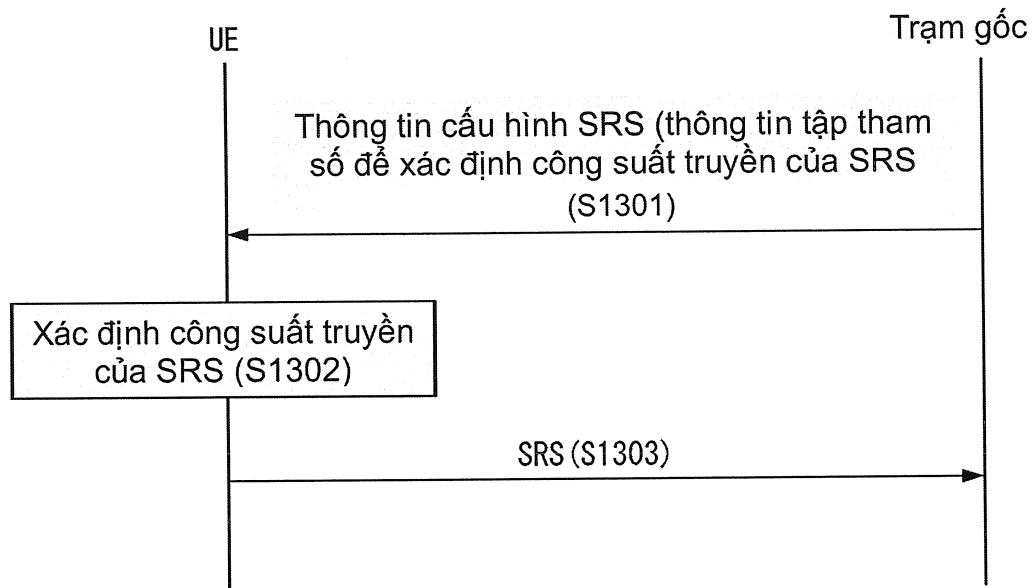
[FIG.11]



【FIG. 12】



[FIG.13]



[FIG. 14]

