



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



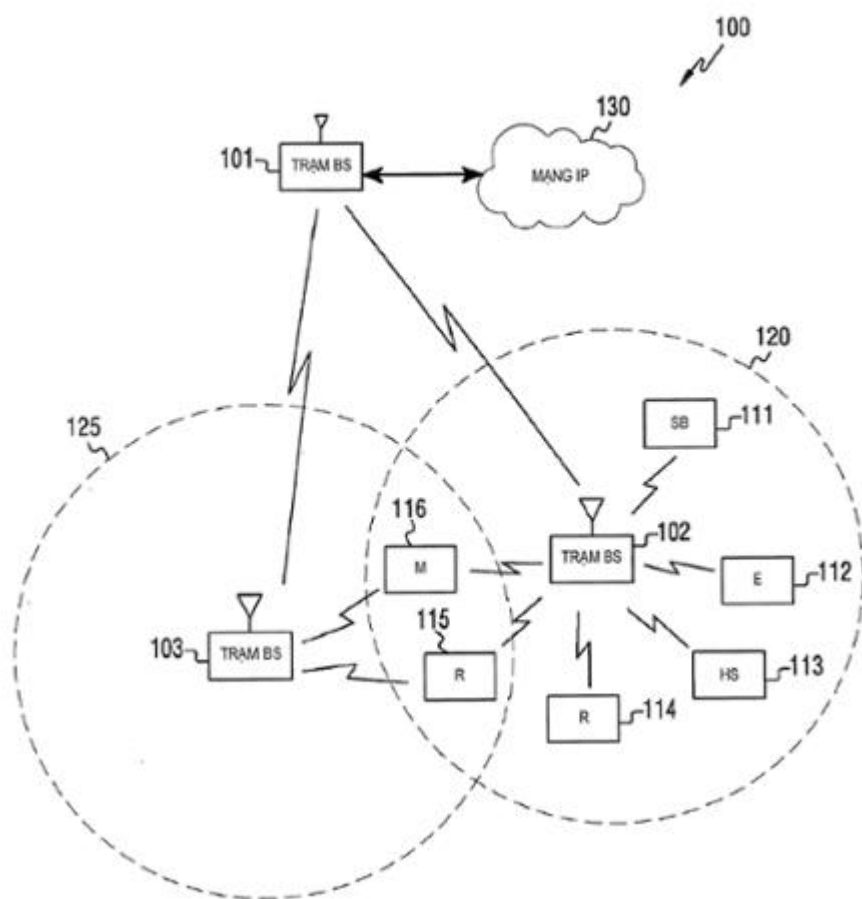
1-0030881

(51)⁸ H04L 5/00; H04W 72/04; H04W 52/36; (13) B
H04L 1/00; H04W 52/14

-
- (21) 1-2018-03877 (22) 14/03/2017
(86) PCT/KR2017/002730 14/03/2017 (87) WO 2017/160052 21/09/2017
(30) 62/307,625 14/03/2016 US; 62/345,949 06/06/2016 US; 62/417,616 04/11/2016 US;
15/445,951 28/02/2017 US
(45) 25/01/2022 406 (43) 26/11/2018 368A
(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, Republic of Korea
(72) PAPASAKELLARIOU, Aris (US).
(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)
-

(54) THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, TRẠM CƠ SỞ VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH
THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ TRẠM CƠ SỞ

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm hoặc thế hệ thứ năm (5G: 5th-Generation) để hỗ trợ hệ thống truyền thông sau thế hệ thứ tư có tốc độ dữ liệu cao hơn như hệ thống công nghệ phát triển dài hạn (LTE: Long Term Evolution). Theo các phương án thực hiện sáng chế, sáng chế đề cập đến thiết bị người dùng (UE: User Equipment) được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô phục vụ để truyền song công phân thời (TDD: Time Division Duplex). Thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ thu phát và ít nhất một bộ xử lý được kết nối hoạt động với ít nhất một bộ thu phát. Ít nhất một bộ thu phát được tạo cấu hình để thu thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI: Downlink Control Information) sử dụng định dạng thông tin DCI chứa thông tin thứ nhất biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC: Transmit Power Control) và thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS: Sounding Reference Signal), và truyền tín hiệu SRS dựa vào thông tin DCI.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến các hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò trong các hệ thống truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng nhu cầu về lưu lượng dữ liệu không dây gia tăng do sự phát triển của các hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (*4G: 4th-Generation*), nhiều nỗ lực đã được thực hiện nhằm phát triển hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm hoặc thế hệ thứ năm (*5G: 5th-Generation*) cải tiến. Vì vậy, hệ thống truyền thông trước thế hệ thứ năm hoặc thế hệ thứ năm còn được gọi là mạng sau thế hệ thứ tư ‘Beyond 4G Network’ hoặc hệ thống sau công nghệ phát triển dài hạn ‘Post Long Term Evolution (LTE) System’.

Hệ thống truyền thông 5G được coi là hệ thống sử dụng dải thông ở tần số cao hơn (sóng mm), ví dụ, các dải thông 28 GHz hoặc 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm giá trị tổn hao đường truyền sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền, các kỹ thuật như tạo chùm, sử dụng hệ thống lớn có nhiều đầu vào nhiều đầu ra (*MIMO: Multiple-Input Multiple-Output*), sử dụng hệ thống MIMO có kích thước toàn phần (*FD-MIMO: Full Dimensional MIMO*), anten giàn, tạo chùm dạng tương tự, anten cỡ lớn đã được thảo luận trong các hệ thống truyền thông 5G.

Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G, sự phát triển để cải thiện mạng hệ thống được thực hiện dựa trên mạng ô nhỏ cải tiến, mạng truy nhập vô tuyến (*RAN: Radio Access Network*) đám mây, mạng siêu dày đặc, mạng truyền thông thiết bị-đến-thiết bị (*D2D: Device-to-Device*), mạng hành trình ngược không dây, mạng dịch chuyển, mạng truyền thông phối hợp, mạng nhiều điểm phối hợp (*CoMP: Coordinated Multi-Points*), mạng khử nhiễu ở phía đầu thu và các mạng khác.

Trong hệ thống truyền thông 5G, kỹ thuật kết hợp điều biến dịch tần (*FSK: Frequency Shift Keying*) và điều biến biên độ vuông góc (*QAM: Quadrature Amplitude Modulation*) và kỹ thuật mã hoá chồng chập cửa sổ trượt (*SWSC: Sliding Window*)

Superposition Coding) dùng làm kỹ thuật điều biến mã hoá cải tiến (*ACM: Advanced Coding Modulation*), và kỹ thuật điều biến nhiều sóng mang sử dụng nhóm bộ lọc (*FBMC: Filter Bank Multi-Carrier*), kỹ thuật đa truy nhập không trực giao (*NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access*), và kỹ thuật đa truy nhập sử dụng mã thưa (*SCMA: Sparse Code Multiple Access*) dùng làm kỹ thuật truy nhập cải tiến đã được phát triển.

Kỹ thuật truyền thông không dây là một trong những cải tiến thành công nhất trong lịch sử hiện đại. Ngày nay, số lượng thuê bao của các dịch vụ truyền thông không dây đã vượt quá con số năm tỷ và vẫn tiếp tục tăng nhanh. Nhu cầu về lưu lượng dữ liệu không dây đang tăng nhanh vì người dùng và các doanh nghiệp ngày càng sử dụng nhiều loại máy điện thoại thông minh và các thiết bị dữ liệu di động khác, như máy tính dạng bảng, máy tính “xách tay”, máy tính xách tay cỡ nhỏ, thiết bị đọc sách điện tử, và các loại thiết bị khác. Để đáp ứng nhu cầu tăng mạnh về lưu lượng dữ liệu di động và hỗ trợ các ứng dụng mới và triển khai các dịch vụ, việc nâng cao hiệu quả của giao diện vô tuyến và vùng phủ sóng là điều tối quan trọng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị báo cáo thông tin về tình trạng kênh (*CSI: Channel State Information*).

Theo một phương án thực hiện sáng chế, sáng chế đề cập đến thiết bị người dùng (*UE: User Equipment*) được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô phục vụ để truyền song công phân thời (*TDD: Time Division Duplex*). Thiết bị này bao gồm ít nhất một bộ thu phát và ít nhất một bộ xử lý được kết nối hoạt động với ít nhất một bộ thu phát. Ít nhất một bộ thu phát được tạo cấu hình để thu thông tin điều khiển liên kết xuống (*DCI: Downlink Control Information*) sử dụng định dạng thông tin DCI chứa thông tin thứ nhất biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (*TPC: Transmit Power Control*) và thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò (*SRS: Sounding Reference Signal*), và truyền tín hiệu SRS dựa vào thông tin DCI.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành thiết bị UE được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô phục vụ để truyền TDD. Phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin DCI sử dụng định dạng thông tin DCI chứa thông tin thứ nhất biểu thị lệnh TPC và thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu SRS, và truyền

tín hiệu SRS dựa vào thông tin DCI.

Theo phương án khác nữa để thực hiện sáng chế, sáng chế đề cập đến trạm cơ sở (BS: *Base Station*). Trạm cơ sở này bao gồm ít nhất một bộ thu phát và ít nhất một bộ xử lý được kết nối hoạt động với ít nhất một bộ thu phát. Ít nhất một bộ thu phát được tạo cấu hình để truyền, đến thiết bị UE được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô phục vụ để truyền TDD, thông tin DCI sử dụng định dạng thông tin DCI chứa thông tin thứ nhất biểu thị lệnh TPC và thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu SRS.

Theo phương án khác nữa để thực hiện sáng chế, sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành trạm BS. Phương pháp này bao gồm các bước: truyền, đến thiết bị UE được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô phục vụ để truyền TDD, thông tin DCI sử dụng định dạng thông tin DCI chứa thông tin thứ nhất biểu thị lệnh TPC và thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu SRS.

Các dấu hiệu kỹ thuật khác có thể được hiểu rõ một cách dễ dàng đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này sau khi xem các hình vẽ, phần mô tả chi tiết sáng chế và yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Trước khi đi vào phần Mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, có thể sẽ thuận lợi nếu xem xét các định nghĩa về một số từ và cụm từ được sử dụng trong sáng chế. Từ “kết nối” và các từ phái sinh của từ này dùng để chỉ sự truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp giữa hai hoặc nhiều hơn hai phần tử, bất kể các phần tử đó có tiếp xúc vật lý với nhau hay không. Các từ “truyền”, “thu” và “truyền thông”, cũng như các từ phái sinh của các từ này, dùng để chỉ sự truyền thông cả trực tiếp lẫn gián tiếp. Các từ “có” và “bao gồm”, cũng như các từ phái sinh của các từ này, có nghĩa là bao gồm không loại trừ. Từ “hoặc” được hiểu là hoặc bao gồm, tức là và/hoặc. Cụm từ “liên quan đến”, cũng như các cụm từ phái sinh của cụm từ này, được hiểu là bao gồm, có ở trong, liên kết với, chứa, nằm ở trong, kết nối với, nối với, truyền thông với, phối hợp với, đặt xen kẽ, đặt cạnh nhau, nằm ở gần, gần với, có, có đặc tính, có liên quan đến, hoặc các ý nghĩa tương tự khác. Thuật ngữ “bộ điều khiển” dùng để chỉ một thiết bị, hệ thống bất kỳ hoặc một phần của thiết bị, hệ thống bất kỳ để điều khiển ít nhất một thao tác. Bộ điều khiển có thể được chế tạo ở dạng phần cứng hoặc dạng kết hợp giữa phần cứng và phần mềm và/hoặc phần sụn. Chức năng liên quan đến một bộ điều khiển cụ thể bất kỳ có thể được thực hiện theo chế độ tập trung

hoặc phân tán, bất kể là tại chỗ hay ở xa. Cụm từ “ít nhất một trong số”, khi được dùng cùng với một danh sách gồm nhiều mục, sẽ được hiểu là có thể sử dụng các dạng kết hợp khác nhau của một hoặc nhiều mục trong số các mục trong danh sách, và có thể chỉ cần sử dụng một mục trong danh sách đó. Ví dụ, “ít nhất một trong số: A, B và C” đề cập đến một trong số các dạng kết hợp sau đây: A, B, C, A và B, A và C, B và C, và A và B và C.

Ngoài ra, các chức năng được mô tả dưới đây có thể được thực hiện hoặc hỗ trợ bằng một hoặc nhiều chương trình máy tính, mỗi chương trình máy tính được tạo ra từ mã chương trình đọc được bằng máy tính và được lưu trữ trên vật ghi đọc được bằng máy tính. Các thuật ngữ “ứng dụng” và “chương trình” dùng để chỉ một hoặc nhiều chương trình máy tính, bộ phận phần mềm, tập lệnh, thủ tục, hàm, đối tượng, lớp, trường hợp, dữ liệu liên quan, hoặc một phần của các loại nêu trên được làm thích ứng để thực hiện theo mã chương trình đọc được bằng máy tính phù hợp. Cụm từ “mã chương trình đọc được bằng máy tính” đề cập đến một loại mã máy tính bất kỳ, bao gồm mã nguồn, mã đối tượng và mã thi hành được. Cụm từ “vật ghi đọc được bằng máy tính” đề cập đến một loại vật ghi bất kỳ có thể truy nhập được bằng máy tính, như bộ nhớ chỉ đọc (*ROM: Read Only Memory*), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (*RAM: Random Access Memory*), ổ đĩa cứng, đĩa compac (*CD: Compact Disc*), đĩa video kỹ thuật số (*DVD: Digital Video Disc*), hoặc mọi loại bộ nhớ khác. Vật ghi “bất khả biến” đọc được bằng máy tính loại trừ các liên kết nối dây, không dây, quang học hoặc các liên kết truyền thông khác để nhất thời truyền tín hiệu điện hoặc các tín hiệu khác. Vật ghi bất khả biến đọc được bằng máy tính bao gồm các vật ghi mà dữ liệu có thể được lưu trữ lâu dài trên đó và các vật ghi mà dữ liệu có thể được lưu trữ trên đó và sau đó ghi đè lên, như đĩa quang ghi lại được hoặc thiết bị nhớ xóa được.

Các định nghĩa của một số từ và cụm từ khác được nêu trong phần mô tả sáng chế. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này phải hiểu rằng, trong nhiều trường hợp, nếu không muốn nói là trong hầu hết các trường hợp, các định nghĩa như vậy áp dụng cho các từ và cụm từ đã được sử dụng trước đây cũng như sẽ được sử dụng sau này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế và các ưu điểm của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn sau khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn

giống nhau thể hiện các bộ phận giống nhau, và trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ví dụ về mạng không dây theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2A và Fig.2B là các hình vẽ thể hiện ví dụ về các đường truyền và đường thu không dây theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3A là hình vẽ thể hiện ví dụ về thiết bị người dùng theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3B là hình vẽ thể hiện ví dụ về nút cơ sở cải tiến (*eNB: enhanced NodeB*) theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cấu trúc khung để truyền kênh dùng chung liên kết lên vật lý (*PUSCH: Physical Uplink Shared Channel*);

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện bộ truyền tín hiệu để truyền thông tin dữ liệu và thông tin điều khiển liên kết lên (*UCI: Uplink Control Information*) trên kênh PUSCH theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện bộ thu tín hiệu để thu thông tin dữ liệu và thông tin UCI trên kênh PUSCH theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ về cấu trúc của bộ truyền tín hiệu cho dãy Zadoff-Chu (ZC) theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ về cấu trúc của bộ thu tín hiệu cho dãy ZC theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ thể hiện hệ thống truyền thông sử dụng dải thông kết hợp sóng mang (*CA: Carrier Aggregation*) theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10 thể hiện sơ đồ định thời việc truyền tín hiệu SRS không tuần hoàn (*A-SRS: Aperiodic SRS*) từ thiết bị UE trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết lên (*UL: Uplink*) theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.11 thể hiện sơ đồ đọc lỗ ký hiệu khung con (*SF: Subframe*) cuối cùng truyền kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH trong ô thứ hai để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ nhất

theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện nội dung của định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) có ký tự kiểm tra dư thừa tuần hoàn (CRC: *Cyclic Redundancy Check*) được xáo trộn với thông tin SRS-thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến (RNTI: *Radio Network Temporary Identifier*) trong ô để chỉ báo về việc thiết bị UE có truyền tín hiệu SRS không tuần hoàn (A-SRS: *Aperiodic SRS*) trong một ô hay không theo một số phương án thực hiện sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện nội dung của định dạng thông tin DCI có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI để chỉ báo về việc thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS trong một ô hay không và chỉ báo lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) để thiết bị UE áp dụng cho công suất truyền tín hiệu SRS theo một số phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.14 là hình vẽ thể hiện sơ đồ truyền tín hiệu A-SRS, được khởi động bằng một định dạng thông tin DCI, trong nhiều khung con SF sử dụng bước nhảy tần số theo một số phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.14, như được mô tả dưới đây, và các phương án dùng để mô tả các nguyên lý của sáng chế chỉ được coi là ví dụ và không được coi là nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế theo bất kỳ cách nào. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này phải hiểu rằng các nguyên lý của sáng chế có thể được áp dụng trong mọi hệ thống truyền thông không dây có sơ đồ bố trí phù hợp.

Các tài liệu patent và tài liệu mô tả về các tiêu chuẩn được trích dẫn ở đây để dùng làm tài liệu tham khảo cho sáng chế:

Các tiêu chuẩn 3rd Generation Partnership Project (3GPP) TS 36.211 v13.1.0, “E-UTRA, Physical channels and modulation” (“REF 1”); 3GPP TS 36.212 v13.1.0, “E-UTRA, Multiplexing and Channel coding” (“REF 2”), 3GPP TS 36.213 v13.1.0, “E-UTRA, Physical Layer Procedures” (“REF 3”); 3GPP TS 36.321 v13.1.0, “E-UTRA, Medium Access Control (MAC) protocol specification” (“REF 4”); 3GPP TS 36.331 v13.1.0, “E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification” (“REF 5”); và đơn patent Mỹ số 15/152,461, “Control Channel Transmission and Frequency Error

Correction” (“REF 6”).

Sáng chế đề cập đến thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang (CA) trong hệ thống truyền thông sử dụng kỹ thuật truyền song công phân thời (TDD). Sáng chế cho phép truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS) từ thiết bị UE trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết lên (UL).

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ví dụ về mạng không dây 100 theo một số phương án thực hiện sáng chế. Mạng không dây 100 theo phương án được thể hiện trên Fig.1 chỉ dùng làm ví dụ. Mạng không dây 100 theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Mạng không dây 100 có nút eNodeB (nút eNB) 101, nút eNB 102 và nút eNB 103. Nút eNB 101 truyền thông với nút eNB 102 và nút eNB 103. Nút eNB 101 cũng truyền thông với ít nhất một mạng giao thức internet (*IP: Internet Protocol*) 130, như mạng internet, mạng IP riêng, hoặc mạng dữ liệu khác.

Tùy theo loại mạng, các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho thuật ngữ “nút eNodeB” hoặc “nút eNB”, như “trạm cơ sở” hoặc “điểm truy nhập”. Để cho thuận tiện, các thuật ngữ “nút eNodeB” và “nút eNB” được sử dụng trong sáng chế để chỉ các thiết bị cơ sở hạ tầng mạng cho phép truy nhập không dây vào các thiết bị đầu cuối ở xa. Ngoài ra, tùy theo loại mạng, các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho thuật ngữ “thiết bị người dùng” hoặc “thiết bị UE”, như “trạm di động”, “trạm thuê bao”, “thiết bị đầu cuối ở xa”, “thiết bị đầu cuối không dây” hoặc “thiết bị của người dùng”. Để cho thuận tiện, các thuật ngữ “thiết bị người dùng” và “thiết bị UE” được sử dụng trong sáng chế để chỉ thiết bị không dây ở xa truy nhập không dây vào nút eNB, bất kể thiết bị UE là thiết bị di động (như máy điện thoại di động hoặc máy điện thoại thông minh) hay thiết bị thường được coi là thiết bị cố định (như máy tính để bàn hoặc máy bán hàng).

Nút eNB 102 cung cấp dịch vụ truy nhập không dây dải rộng vào mạng 130 cho nhóm thiết bị người dùng (UE) thứ nhất trong vùng phủ sóng 120 của nút eNB 102. Nhóm thiết bị UE thứ nhất gồm có thiết bị UE 111, thiết bị này có thể nằm ở trong một doanh nghiệp nhỏ (*SB: Small Business*); thiết bị UE 112, thiết bị này có thể nằm ở trong một doanh nghiệp (*E: Enterprise*); thiết bị UE 113, thiết bị này có thể nằm ở trong điểm

truy nhập WiFi (*HS: WiFi Hotspot*); thiết bị UE 114, thiết bị này có thể nằm ở trong nhà thứ nhất (*R: Residence*); thiết bị UE 115, thiết bị này có thể nằm ở trong nhà thứ hai (*R*); và thiết bị UE 116, thiết bị này có thể là một thiết bị di động (*M: Mobile device*) như máy điện thoại di động, máy tính xách tay không dây, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (*PDA: Personal Digital Assistant*) không dây, hoặc các thiết bị khác. Nút eNB 103 cung cấp dịch vụ truy nhập không dây dải rộng vào mạng 130 cho nhóm thiết bị UE thứ hai trong vùng phủ sóng 125 của nút eNB 103. Nhóm thiết bị UE thứ hai gồm có thiết bị UE 115 và thiết bị UE 116. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, một hoặc nhiều nút eNB 101-103 có thể truyền thông với nhau và truyền thông với các thiết bị UE 111-116 sử dụng công nghệ truyền thông không dây 5G, công nghệ phát triển dài hạn (LTE), công nghệ phát triển dài hạn cải tiến (*LTE-A: LTE Advanced*), WiMAX, hoặc các công nghệ truyền thông không dây cải tiến khác.

Các đường nét đứt biểu thị phạm vi của các vùng phủ sóng 120 và 125 ở mức độ gần đúng, các vùng phủ sóng này được thể hiện trên hình vẽ dưới dạng gần như hình tròn chỉ nhằm mục đích làm ví dụ minh họa và giải thích để cho sáng chế trở nên dễ hiểu. Cần phải hiểu rõ rằng, các vùng phủ sóng liên quan đến các nút eNB, như các vùng phủ sóng 120 và 125, có thể có hình dạng khác, kể cả hình dạng không đều, tùy thuộc vào cấu hình của các nút eNB và những thay đổi trong môi trường vô tuyến liên quan đến các chương ngại vật tự nhiên và nhân tạo.

Như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, một hoặc nhiều trạm BS trong số trạm BS 101, trạm BS 102 và trạm BS 103 có các giàn anten 2D như được mô tả trong các phương án thực hiện sáng chế. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, một hoặc nhiều trạm BS trong số trạm BS 101, trạm BS 102 và trạm BS 103 hỗ trợ truyền các tín hiệu tham chiếu thăm dò trong các hệ thống truyền song công phân thời (TDD) với dải thông kết hợp sóng mang.

Mặc dù Fig.1 thể hiện một ví dụ về mạng không dây 100, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho mạng không dây theo phương án được thể hiện trên Fig.1. Ví dụ, mạng không dây 100 có thể có các nút eNB với số lượng bất kỳ và các thiết bị UE với số lượng bất kỳ theo mọi sơ đồ bố trí phù hợp. Ngoài ra, nút eNB 101 có thể truyền thông trực tiếp với các thiết bị UE với số lượng bất kỳ và cho phép các thiết bị

UE này truy nhập không dây dải rộng vào mạng 130. Tương tự, mỗi nút eNB 102-103 có thể truyền thông trực tiếp với mạng 130 và cho phép các thiết bị UE truy nhập không dây dải rộng trực tiếp vào mạng 130. Ngoài ra, các nút eNB 101, 102 và/hoặc 103 có thể cho phép truy nhập vào các mạng bên ngoài khác hoặc các mạng bên ngoài bổ sung, như các mạng điện thoại bên ngoài hoặc các loại mạng dữ liệu khác.

Fig.2A và Fig.2B là các hình vẽ thể hiện ví dụ về các đường truyền và đường thu không dây theo một số phương án thực hiện sáng chế. Trong phần mô tả dưới đây, đường truyền 200 có thể được mô tả dưới dạng là được sử dụng ở trong nút eNB (như nút eNB 102), trong khi đường thu 250 có thể được mô tả dưới dạng là được sử dụng ở trong thiết bị UE (như thiết bị UE 116). Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng, đường thu 250 có thể được sử dụng ở trong nút eNB và đường truyền 200 có thể được sử dụng ở trong thiết bị UE. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, đường thu 250 được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền các tín hiệu tham chiếu thăm dò với dải thông kết hợp sóng mang như được mô tả trong các phương án thực hiện sáng chế.

Đường truyền 200 bao gồm khối mã hoá kênh và điều biến 205, khối biến đổi nối tiếp-song song (*S-to-P: Serial-to-Parallel*) 210, khối biến đổi Fourier nhanh ngược (*IFFT: Inverse Fast Fourier Transform*) bậc N 215, khối biến đổi song song-nối tiếp (*P-to-S: Parallel-to-Serial*) 220, khối bổ sung tiền tố tuần hoàn 225, và khối biến đổi tăng tần (*UC: Up-Converter*) 230. Đường thu 250 bao gồm khối biến đổi hạ tần (*DC: Down-Converter*) 255, khối loại bỏ tiền tố tuần hoàn 260, khối biến đổi nối tiếp-song song (*S-to-P*) 265, khối biến đổi Fourier nhanh (*FFT: Fast Fourier Transform*) bậc N 270, khối biến đổi song song-nối tiếp (*P-to-S*) 275, và khối giải mã kênh và giải điều biến 280.

Trong đường truyền 200, khối mã hoá kênh và điều biến 205 thu một tập hợp bit thông tin, áp dụng sơ đồ mã hoá (như mã hoá kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (*LDPC: Low-Density Parity Check*)), và điều biến các bit đầu vào (như điều biến dịch pha vuông góc (*QPSK: Quadrature Phase Shift Keying*) hoặc điều biến biên độ vuông góc (*QAM: Quadrature Amplitude Modulation*)) để tạo ra dãy ký hiệu điều biến ở miền tần số. Khối biến đổi nối tiếp-song song 210 biến đổi (như phân kênh) các ký hiệu điều biến nối tiếp thành dữ liệu song song để tạo ra N dòng ký hiệu song song, trong đó N là bậc biến đổi IFFT/FFT được sử dụng ở trong nút eNB 102 và thiết bị UE 116. Khối biến đổi IFFT bậc

N 215 thực hiện phép toán IFFT trên N dòng ký hiệu song song để tạo ra các tín hiệu đầu ra ở miền thời gian. Khối biến đổi song song-nối tiếp 220 biến đổi (như dồn kênh) các tín hiệu đầu ra song song ở miền thời gian từ khối biến đổi IFFT bậc N 215 để tạo ra tín hiệu nối tiếp ở miền thời gian. Khối bổ sung tiền tố tuần hoàn 225 chèn tiền tố tuần hoàn vào tín hiệu ở miền thời gian. Bộ biến đổi tăng tần 230 điều biến (như biến đổi tăng tần) cho tín hiệu đầu ra của khối bổ sung tiền tố tuần hoàn 225 thành tần số vô tuyến (*RF: Radio Frequency*) để truyền qua kênh không dây. Tín hiệu cũng có thể được lọc ở tần số dải gốc trước khi biến đổi thành tần số RF.

Tín hiệu RF được truyền từ nút eNB 102 tới thiết bị UE 116 sau khi truyền qua kênh không dây, và các thao tác đảo ngược đối với các thao tác được thực hiện ở nút eNB 102 được thực hiện ở thiết bị UE 116. Bộ biến đổi hạ tần 255 biến đổi hạ tần cho tín hiệu thu được thành tần số dải gốc, và khối loại bỏ tiền tố tuần hoàn 260 loại bỏ tiền tố tuần hoàn để tạo ra tín hiệu dải gốc nối tiếp ở miền thời gian. Khối biến đổi nối tiếp-song song 265 biến đổi tín hiệu dải gốc nối tiếp ở miền thời gian thành các tín hiệu song song ở miền thời gian. Khối biến đổi FFT bậc N 270 thực hiện phép toán FFT để tạo ra N tín hiệu song song ở miền tần số. Khối biến đổi song song-nối tiếp 275 biến đổi các tín hiệu song song ở miền tần số thành một dãy ký hiệu dữ liệu điều biến. Khối giải mã kênh và giải điều biến 280 giải điều biến và giải mã các ký hiệu điều biến để khôi phục dòng dữ liệu đầu vào ban đầu.

Mỗi nút eNB trong số các nút eNB 101-103 có thể sử dụng một đường truyền 200 tương tự để truyền trên liên kết xuống đến các thiết bị UE 111-116 và có thể sử dụng một đường thu 250 tương tự để thu trên liên kết lên từ các thiết bị UE 111-116. Tương tự, mỗi thiết bị UE trong số các thiết bị UE 111-116 có thể sử dụng một đường truyền 200 để truyền trên liên kết lên đến các nút eNB 101-103 và có thể sử dụng một đường thu 250 để thu trên liên kết xuống từ các nút eNB 101-103.

Mỗi bộ phận trong số các bộ phận được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B có thể được sử dụng chỉ ở dạng phần cứng hoặc được sử dụng ở dạng kết hợp giữa phần cứng và phần mềm/phần sụn. Theo một phương án cụ thể làm ví dụ, ít nhất một số bộ phận trong số các bộ phận được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B có thể được sử dụng ở dạng phần mềm, trong khi các bộ phận khác có thể được sử dụng ở dạng phần cứng cấu hình được hoặc

dạng kết hợp giữa phần mềm và phần cứng cấu hình được. Ví dụ, khối biến đổi FFT 270 và khối biến đổi IFFT 215 có thể được sử dụng ở dạng các thuật toán phần mềm cấu hình được, trong đó giá trị của bậc N có thể được thay đổi tùy theo trường hợp sử dụng.

Ngoài ra, mặc dù được mô tả dưới dạng sử dụng phép toán FFT và IFFT, nhưng đó chỉ là ví dụ và không được coi là phạm vi của sáng chế chỉ giới hạn ở đó. Các dạng biến đổi khác, như hàm biến đổi Fourier rời rạc (*DFT: Discrete Fourier Transform*) và hàm biến đổi Fourier rời rạc ngược (*IDFT: Inverse Discrete Fourier Transform*), có thể được sử dụng. Cần phải hiểu rằng, giá trị của biến N có thể là một số nguyên bất kỳ (như 1, 2, 3, 4, hoặc các giá trị tương tự khác) dùng cho các hàm biến đổi DFT và IDFT, trong khi đó giá trị của biến N có thể là một số nguyên bất kỳ là lũy thừa của hai (như 1, 2, 4, 8, 16, hoặc các giá trị tương tự khác) dùng cho các hàm biến đổi FFT và IFFT.

Mặc dù Fig.2A và Fig.2B thể hiện ví dụ về các đường truyền và đường thu không dây, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho phương án được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B. Ví dụ, có nhiều bộ phận được thể hiện trên Fig.2A và Fig.2B có thể được kết hợp, được phân chia nhỏ hơn nữa, hoặc được loại bỏ bớt và có các bộ phận khác có thể được bổ sung thêm tùy theo yêu cầu cụ thể. Ngoài ra, Fig.2A và Fig.2B được hiểu là thể hiện ví dụ về các loại đường truyền và đường thu có thể được sử dụng ở trong mạng không dây. Mọi cấu trúc phù hợp khác có thể được sử dụng để hỗ trợ truyền thông không dây trong mạng không dây.

Fig.3A là hình vẽ thể hiện ví dụ về thiết bị UE 116 theo một số phương án thực hiện sáng chế. Thiết bị UE 116 theo phương án được thể hiện trên Fig.3A chỉ là ví dụ, và các thiết bị UE 111-115 trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự như vậy. Tuy nhiên, các thiết bị UE có rất nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3A không giới hạn phạm vi của sáng chế ở bất kỳ cấu hình cụ thể nào của thiết bị UE.

Thiết bị UE 116 có anten 305, bộ thu phát tần số vô tuyến (RF) 310, mạch xử lý truyền tín hiệu 315, micrô 320 và mạch xử lý thu tín hiệu 325. Thiết bị UE 116 còn có loa 330, bộ xử lý chính 340, giao diện (*IF: Interface*) nhập/xuất (*I/O: Input/Output*) 345, vùng phím 350, màn hình 355, và bộ nhớ 360. Bộ nhớ 360 có chương trình hệ điều hành (*OS: Operating System*) cơ bản 361 và một hoặc nhiều ứng dụng 362.

Bộ thu phát RF 310 thu, từ anten 305, tín hiệu RF đầu vào được truyền từ nút eNB

trong mạng 100. Bộ thu phát RF 310 biến đổi hạ tần cho tín hiệu RF đầu vào để tạo ra tín hiệu trung tần (*IF: Intermediate Frequency*) hoặc dải gốc. Tín hiệu IF hoặc dải gốc được truyền đến mạch xử lý thu tín hiệu 325, để tạo ra tín hiệu dải gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã và/hoặc số hoá tín hiệu IF hoặc dải gốc. Mạch xử lý thu tín hiệu 325 truyền tín hiệu dải gốc đã xử lý đến loa 330 (như dữ liệu tiếng nói) hoặc đến bộ xử lý chính 340 để xử lý tiếp (như dữ liệu trình duyệt web).

Mạch xử lý truyền tín hiệu 315 thu dữ liệu tiếng nói dạng tương tự hoặc dạng số từ micro 320 hoặc dữ liệu dải gốc đầu ra khác (như dữ liệu trên trang web, thư điện tử, hoặc dữ liệu video của trò chơi tương tác) từ bộ xử lý chính 340. Mạch xử lý truyền tín hiệu 315 mã hoá, dồn kênh và/hoặc số hoá dữ liệu dải gốc đầu ra để tạo ra tín hiệu IF hoặc dải gốc đã xử lý. Bộ thu phát RF 310 thu tín hiệu IF hoặc dải gốc đã xử lý đầu ra từ mạch xử lý truyền tín hiệu 315 và biến đổi tăng tần cho tín hiệu IF hoặc dải gốc thành tín hiệu RF được truyền qua anten 305.

Bộ xử lý chính 340 có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các thiết bị xử lý khác và chạy chương trình hệ điều hành cơ bản 361 được lưu trữ trong bộ nhớ 360 để điều khiển toàn bộ hoạt động của thiết bị UE 116. Ví dụ, bộ xử lý chính 340 có thể điều khiển quy trình thu các tín hiệu trên kênh liên kết xuôi và quy trình truyền các tín hiệu trên kênh liên kết ngược bằng bộ thu phát RF 310, mạch xử lý thu tín hiệu 325, và mạch xử lý truyền tín hiệu 315 theo các nguyên lý đã biết. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý chính 340 có ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển.

Bộ xử lý chính 340 cũng có thể thực hiện các quy trình xử lý và các chương trình khác được lưu trữ trong bộ nhớ 360, như các thao tác để đo và báo cáo chất lượng kênh trong các hệ thống có các giàn anten 2D như được mô tả trong các phương án thực hiện sáng chế. Bộ xử lý chính 340 có thể lưu trữ dữ liệu vào hoặc lấy dữ liệu ra từ bộ nhớ 360 theo yêu cầu của quy trình đang thực hiện. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý chính 340 được tạo cấu hình để thực hiện các ứng dụng 362 dựa trên chương trình hệ điều hành 361 hoặc để đáp lại tín hiệu thu được từ các nút eNB hoặc người dùng. Bộ xử lý chính 340 còn được kết nối với giao diện I/O 345, để cho phép thiết bị UE 116 có khả năng kết nối với các thiết bị khác như máy tính xách tay và máy tính xách tay cỡ nhỏ. Giao diện I/O 345 là đường truyền thông giữa các thiết bị phụ trợ này và bộ điều

khiển chính 340.

Bộ xử lý chính 340 còn được kết nối với vùng phím 350 và màn hình 355. Người dùng thiết bị UE 116 có thể sử dụng vùng phím 350 để nhập dữ liệu vào thiết bị UE 116. Màn hình 355 có thể là màn hình tinh thể lỏng hoặc các màn hình khác có thể hiển thị văn bản và/hoặc ít nhất là các đồ họa hạn chế, như từ các trang web.

Bộ nhớ 360 được kết nối với bộ xử lý chính 340. Một phần của bộ nhớ 360 có thể là bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (*RAM: Random Access Memory*), và một phần khác của bộ nhớ 360 có thể là bộ nhớ tác động nhanh hoặc bộ nhớ chỉ đọc (*ROM: Read-Only Memory*) khác.

Mặc dù Fig.3A thể hiện một ví dụ về thiết bị UE 116, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho thiết bị UE được thể hiện trên Fig.3A. Ví dụ, có nhiều bộ phận được thể hiện trên Fig.3A có thể được kết hợp, được phân chia nhỏ hơn nữa, hoặc được loại bỏ bớt và có các bộ phận khác có thể được bổ sung thêm tùy theo yêu cầu cụ thể. Theo một phương án cụ thể làm ví dụ, bộ xử lý chính 340 có thể được phân chia ra thành nhiều bộ xử lý, như một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (*CPU: Central Processing Unit*) và một hoặc nhiều bộ xử lý đồ họa (*GPU: Graphics Processing Unit*). Ngoài ra, mặc dù Fig.3A thể hiện thiết bị UE 116 được tạo cấu hình dưới dạng máy điện thoại di động hoặc máy điện thoại thông minh, nhưng các thiết bị UE có thể được tạo cấu hình để hoạt động giống như các loại thiết bị di động hoặc thiết bị cố định khác.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, thiết bị người dùng (UE) có bộ thu tín hiệu được tạo cấu hình để thu định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) chứa số lượng khối bit thứ nhất và số lượng khối bit thứ hai, trong đó một khối bit chỉ có các bit với số lượng bit có giá trị dương biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và một số lượng bit biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS), và bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền tín hiệu SRS với công suất được điều chỉnh dựa vào giá trị của lệnh TPC trong khối bit thứ nhất trong số số lượng khối bit thứ hai. Khi số lượng bit biểu thị yêu cầu SRS trong khối bit thứ nhất có giá trị dương, thì tín hiệu SRS được truyền tương ứng với giá trị của yêu cầu SRS, và khi số lượng bit biểu thị yêu cầu SRS trong khối bit thứ nhất có giá trị bằng không, thì tín hiệu SRS được truyền tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn.

Theo một phương án làm ví dụ, lệnh TPC có thể được áp dụng chỉ để điều chỉnh công suất truyền tín hiệu SRS.

Theo phương án làm ví dụ khác, số lượng khối bit thứ hai lớn hơn một, khối bit thứ nhất trong số số lượng khối bit thứ hai có thể được áp dụng để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ nhất, và khối bit thứ hai trong số số lượng khối bit thứ hai có thể được áp dụng để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ hai.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, kích thước của định dạng thông tin DCI bằng kích thước của định dạng thông tin DCI thứ hai chỉ chứa các lệnh TPC thứ hai, và một lệnh TPC trong số các lệnh TPC thứ hai được sử dụng để điều chỉnh công suất truyền của kênh vận chuyển thông tin dữ liệu.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, tín hiệu SRS được truyền trong ô mà trong đó kênh vận chuyển thông tin dữ liệu không được truyền.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, tín hiệu SRS được truyền từ nhiều bộ anten ở nhiều thời điểm tương ứng.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, công suất truyền tín hiệu SRS $P_{\text{SRS},c}(i)$ tính bằng đơn vị deciben trên milioát (dBm) ở thời điểm i và trong ô phục vụ c là:

$$P_{\text{SRS},c}(i) = \min\{P_{\text{CMAX},c}(i), 10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c}PL_c + f_c(i)\} \text{ dBm},$$

$\min\{x, y\}$ là hàm cực tiểu cho kết quả là số nhỏ hơn trong các số x, y , $\log_{10}(x)$ là hàm logarit cơ số 10 cho kết quả là logarit cơ số 10 của số x , $P_{\text{CMAX},c}(i)$ là công suất truyền ở thời điểm i được xác định dựa vào các tầng cao hơn trong ô c , $M_{\text{SRS},c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS ở thời điểm i và trong ô c , $P_{\text{O_SRS},c}(m)$ được xác định dựa vào các tầng cao hơn trong ô c , $m = 0$ khi tín hiệu SRS được truyền tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn, và $m = 1$ khi tín hiệu SRS được truyền tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào định dạng thông tin DCI, PL_c là giá trị tổn hao đường truyền đo được trong ô c , $\alpha_{\text{SRS},c}$ được xác định dựa vào các tầng cao hơn cho tín hiệu SRS trong ô c , và $f_c(i)$ là mức điều chỉnh trong lệnh điều khiển công suất truyền, được xác định từ lệnh TPC trong định dạng thông tin DCI, để truyền tín hiệu SRS ở thời điểm i và trong ô c .

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, $f_c(0) = \Delta P_{\text{rampup},c} + \delta_{\text{SRS},c}$,

$\Delta P_{\text{rampup},c} = \min[\{\max(0, P_{\text{CMAX},c} - (10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c))\}, \Delta P_{\text{rampuprequested},c}]$,
 $\max\{x, y\}$ là hàm cực đại cho kết quả là số lớn hơn trong các số x, y , $M_{\text{SRS},c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS ở thời điểm truyền tín hiệu SRS thứ nhất trong ô c , và $\Delta P_{\text{rampuprequested},c}$ là mức công suất dốc lên của tổng công suất từ lần truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên đầu tiên đến lần truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên cuối cùng trong ô c và được xác định dựa vào các tầng cao hơn, và $\delta_{\text{SRS},c}$ là giá trị của lệnh TPC trong định dạng thông tin DCI.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, báo cáo về khoảng dự trữ công suất cho đến công suất tối đa (*PH: Power Headroom*) để truyền tín hiệu SRS ở thời điểm i và trong ô c được xác định dưới dạng:

$$PH_c(i) = P_{\text{CMAX},c}(i) - \{10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}(i)) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c + f_c(i)\}.$$

Theo các phương án thực hiện sáng chế, thiết bị người dùng (UE) có bộ thu tín hiệu được tạo cấu hình để thu định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) để lập lịch biểu thu khối vận chuyển (*TB: Transport Block*) dữ liệu và khởi động việc truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS), và bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền tín hiệu SRS và thông tin báo nhận đáp lại việc thu được khối TB dữ liệu. Khi thời gian truyền tín hiệu SRS trùng với thời gian truyền thông tin báo nhận, thì thiết bị UE được tạo cấu hình để hoãn truyền tín hiệu SRS.

Theo một phương án làm ví dụ, thông tin báo nhận được truyền trong ô thứ nhất, tín hiệu SRS được truyền trong ô thứ hai, và thiết bị UE không thể đồng thời truyền tín hiệu trong ô thứ nhất và trong ô thứ hai.

Theo phương án làm ví dụ khác, việc truyền tín hiệu SRS được hoãn lại cho tới thời điểm kế tiếp đầu tiên được xác định dựa vào các tầng cao hơn để truyền tín hiệu SRS.

Fig.3B là hình vẽ thể hiện ví dụ về nút eNB 102 theo một số phương án thực hiện sáng chế. Nút eNB 102 theo phương án được thể hiện trên Fig.3B chỉ là ví dụ, và các nút eNB khác trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự như vậy. Tuy nhiên, nút eNB có rất nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3B không giới hạn phạm vi của sáng chế ở bất kỳ phương án cụ thể nào về cấu trúc của nút eNB. Cần lưu ý rằng nút eNB 101 và nút

eNB 103 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự với nút eNB 102.

Như được thể hiện trên Fig.3B, nút eNB 102 có nhiều anten 370a-370n, nhiều bộ thu phát RF 372a-372n, mạch xử lý truyền tín hiệu 374, và mạch xử lý thu tín hiệu 376. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, một hoặc nhiều anten trong số các anten 370a-370n có các giàn anten 2D. Nút eNB 102 còn có bộ điều khiển/bộ xử lý 378, bộ nhớ 380, và giao diện liên kết hành trình ngược hoặc mạng 382.

Các bộ thu phát RF 372a-372n thu, từ các anten 370a-370n, các tín hiệu RF đầu vào, như các tín hiệu được truyền từ các thiết bị UE hoặc các nút eNB khác. Các bộ thu phát RF 372a-372n biến đổi hạ tần cho các tín hiệu RF đầu vào để tạo ra các tín hiệu IF hoặc dải gốc. Các tín hiệu IF hoặc dải gốc được truyền đến mạch xử lý thu tín hiệu 376, để tạo ra các tín hiệu dải gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã và/hoặc số hoá các tín hiệu IF hoặc dải gốc. Mạch xử lý thu tín hiệu 376 truyền các tín hiệu dải gốc đã xử lý đến bộ điều khiển/bộ xử lý 378 để xử lý tiếp.

Mạch xử lý truyền tín hiệu 374 thu dữ liệu dạng tương tự hoặc dạng số (như dữ liệu tiếng nói, dữ liệu trên trang web, thư điện tử, hoặc dữ liệu video của trò chơi tương tác) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 378. Mạch xử lý truyền tín hiệu 374 mã hoá, dồn kênh và/hoặc số hoá dữ liệu dải gốc đầu ra để tạo ra các tín hiệu IF hoặc dải gốc đã xử lý. Các bộ thu phát RF 372a-372n thu các tín hiệu IF hoặc dải gốc đã xử lý đầu ra từ mạch xử lý truyền tín hiệu 374 và biến đổi tăng tần cho các tín hiệu IF hoặc dải gốc thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten 370a-370n.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các thiết bị xử lý khác để điều khiển toàn bộ hoạt động của nút eNB 102. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể điều khiển quy trình thu các tín hiệu trên kênh liên kết xuôi và quy trình truyền các tín hiệu trên kênh liên kết ngược bằng các bộ thu phát RF 372a-372n, mạch xử lý thu tín hiệu 376 và mạch xử lý truyền tín hiệu 374 theo các nguyên lý đã biết. Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể còn hỗ trợ các chức năng khác, như các chức năng truyền thông không dây cải tiến hơn nữa. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể thực hiện quy trình nhận biết nhiễu ẩn (*BIS: Blind Interference Sensing*), như quy trình được thực hiện theo thuật toán BIS, và giải mã tín hiệu thu được sau khi loại trừ các tín hiệu nhiễu. Một chức năng bất kỳ trong số rất nhiều chức năng khác có thể được hỗ trợ trong nút eNB 102

bằng bộ điều khiển/bộ xử lý 378. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 cũng có thể chạy các chương trình và các quy trình xử lý khác được lưu trữ trong bộ nhớ 380, như hệ điều hành cơ bản. Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 cũng có thể hỗ trợ truyền các tín hiệu tham chiếu thăm dò với dải thông kết hợp sóng mang như được mô tả trong các phương án thực hiện sáng chế. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 378 hỗ trợ truyền thông giữa các thực thể, như trình duyệt web với giao thức truyền thông thời gian thực (*web RTC: web Real-Time Communication*). Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể lưu trữ dữ liệu vào hoặc lấy dữ liệu ra từ bộ nhớ 380 theo yêu cầu của quy trình đang thực hiện.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 378 còn được kết nối với giao diện liên kết hành trình ngược hoặc mạng 382. Giao diện liên kết hành trình ngược hoặc mạng 382 cho phép nút eNB 102 truyền thông với các thiết bị hoặc hệ thống khác qua liên kết hành trình ngược hoặc qua mạng. Giao diện 382 có thể hỗ trợ truyền thông qua (các) kết nối nối dây hoặc không dây phù hợp bất kỳ. Ví dụ, khi nút eNB 102 được sử dụng dưới dạng là một phần của hệ thống truyền thông di động (như hệ thống hỗ trợ công nghệ 5G, LTE, hoặc LTE-A), thì giao diện 382 có thể cho phép nút eNB 102 truyền thông với các nút eNB khác qua liên kết hành trình ngược nối dây hoặc không dây. Khi nút eNB 102 được sử dụng làm điểm truy nhập, thì giao diện 382 có thể cho phép nút eNB 102 truyền thông qua mạng cục bộ nối dây hoặc không dây hoặc qua kết nối nối dây hoặc không dây với mạng lớn hơn (như mạng internet). Giao diện 382 có cấu trúc phù hợp bất kỳ để hỗ trợ truyền thông qua kết nối nối dây hoặc không dây, như mạng ethernet hoặc bộ thu phát RF.

Bộ nhớ 380 được kết nối với bộ điều khiển/bộ xử lý 378. Một phần của bộ nhớ 380 có thể là bộ nhớ RAM, và một phần khác của bộ nhớ 380 có thể là bộ nhớ tác động nhanh hoặc bộ nhớ ROM khác. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, nhiều lệnh, như thuật toán BIS được lưu trữ vào bộ nhớ. Các lệnh này được tạo cấu hình để ra lệnh cho bộ điều khiển/bộ xử lý 378 thực hiện quy trình BIS và giải mã tín hiệu thu được sau khi loại trừ ít nhất một tín hiệu nhiễu được xác định bằng thuật toán BIS.

Như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, các đường truyền và đường thu của nút eNB 102 (sử dụng các bộ thu phát RF 372a-372n, mạch xử lý truyền tín hiệu 374,

và/hoặc mạch xử lý thu tín hiệu 376) hỗ trợ truyền thông có sự kết hợp của các ô FDD và các ô TDD.

Mặc dù Fig.3B thể hiện một ví dụ về nút eNB 102, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho nút eNB được thể hiện trên Fig.3B. Ví dụ, nút eNB 102 có thể có mỗi bộ phận trong số các bộ phận được thể hiện trên Fig.3 với số lượng bất kỳ. Theo một phương án cụ thể làm ví dụ, điểm truy nhập có thể có nhiều giao diện 382, và bộ điều khiển/bộ xử lý 378 có thể hỗ trợ các chức năng định tuyến để định tuyến dữ liệu giữa các địa chỉ mạng khác nhau. Theo một phương án cụ thể làm ví dụ, mặc dù trên hình vẽ thể hiện nút eNB 102 có một mạch xử lý truyền tín hiệu 374 và một mạch xử lý thu tín hiệu 376, nhưng nút eNB 102 có thể có nhiều mạch xử lý truyền tín hiệu và nhiều mạch xử lý thu tín hiệu (như một mạch xử lý truyền tín hiệu và một mạch xử lý thu tín hiệu cho mỗi bộ thu phát RF).

Theo các phương án thực hiện sáng chế, trạm cơ sở có bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) chứa một số lượng khối bit, trong đó một khối bit chỉ chứa các bit với số lượng bit có giá trị dương biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và một số lượng bit biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS), và bộ thu tín hiệu được tạo cấu hình để thu tín hiệu SRS với công suất được điều chỉnh dựa vào giá trị của lệnh TPC trong khối bit thứ nhất. Khi số lượng bit biểu thị yêu cầu SRS trong khối bit thứ nhất có giá trị dương, tín hiệu SRS được thu tương ứng với giá trị của yêu cầu SRS, và khi số lượng bit biểu thị yêu cầu SRS trong khối bit thứ nhất có giá trị bằng không, tín hiệu SRS được thu tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn.

Theo một phương án làm ví dụ, lệnh TPC có thể được áp dụng chỉ để điều chỉnh công suất truyền tín hiệu SRS.

Theo phương án làm ví dụ khác, khối bit thứ nhất trong số số lượng khối bit nêu trên có thể được áp dụng để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ nhất, và khối bit thứ hai trong số số lượng khối bit nêu trên có thể được áp dụng để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ hai.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, kích thước của định dạng thông tin DCI bằng kích thước của định dạng thông tin DCI thứ hai chỉ chứa các lệnh TPC thứ hai, và một

lệnh TPC trong số các lệnh TPC thứ hai được sử dụng để điều chỉnh công suất truyền của kênh vận chuyển thông tin dữ liệu.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, tín hiệu SRS được thu trong ô mà trong đó trạm cơ sở không thu tín hiệu SRS và kênh vận chuyển thông tin dữ liệu từ cùng một bộ truyền tín hiệu.

Theo phương án làm ví dụ khác nữa, tín hiệu SRS được thu từ nhiều bộ anten của bộ truyền tín hiệu ở nhiều thời điểm tương ứng.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, trạm cơ sở có bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) để lập lịch biểu truyền khối vận chuyển (TB) dữ liệu và khởi động việc truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS), và bộ thu tín hiệu được tạo cấu hình để thu tín hiệu SRS và thông tin báo nhận đáp lại việc thu được khối TB dữ liệu. Khi thời gian thu tín hiệu SRS trùng với thời gian thu thông tin báo nhận, thì trạm cơ sở được tạo cấu hình để hoãn thu tín hiệu SRS.

Theo một phương án làm ví dụ, việc thu tín hiệu SRS được hoãn lại đến thời điểm kế tiếp đầu tiên được tạo cấu hình để thu tín hiệu SRS.

Hệ thống truyền thông có liên kết xuống (*DL: Downlink*) để vận chuyển tín hiệu từ các điểm truyền như trạm cơ sở hoặc nút eNB đến các thiết bị UE và liên kết lên (*UL: Uplink*) vận chuyển tín hiệu từ các thiết bị UE đến các điểm thu như nút eNB. Thiết bị UE, thường được gọi là thiết bị đầu cuối hoặc trạm di động, có thể là thiết bị cố định hoặc thiết bị di động, và có thể là máy điện thoại di động, máy tính cá nhân, hoặc thiết bị tự động. Nút eNB, thường là trạm cố định, có thể còn được gọi là điểm truy nhập hoặc thuật ngữ tương đương khác.

Các tín hiệu trên liên kết DL là các tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, các tín hiệu điều khiển vận chuyển thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI), và các tín hiệu chuẩn (*RS: Reference Signal*) còn được gọi là tín hiệu thử nghiệm. Nút eNB truyền thông tin dữ liệu hoặc thông tin DCI qua các kênh dùng chung liên kết xuống vật lý (PDSCH) hoặc các kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (PDCCH) tương ứng. Kênh PDCCH có thể là kênh PDCCH nâng cao (*EPDCCH: Enhanced PDCCH*), tuy nhiên thuật ngữ kênh PDCCH sẽ được dùng để chỉ kênh PDCCH hoặc kênh EPDCCH. Kênh

PDCCH được truyền trên một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển (*CCE: Control Channel Element*). Nút eNB truyền một hoặc nhiều loại trong số nhiều loại tín hiệu RS gồm có tín hiệu RS chung (*CRS: Common RS*) cho các thiết bị UE, tín hiệu RS chỉ báo thông tin về tình trạng kênh (*CSI-RS*), và tín hiệu RS giải điều biến (*DMRS: Demodulation RS*). Tín hiệu CRS được truyền trên dải thông (*BW: Bandwidth*) hệ thống trên liên kết DL và có thể được các thiết bị UE sử dụng để giải điều biến dữ liệu hoặc các tín hiệu điều khiển hoặc để thực hiện các phép đo. Để giảm lượng thông tin thủ tục của tín hiệu CRS, nút eNB có thể truyền tín hiệu CSI-RS với mật độ ở miền thời gian và/hoặc tần số thấp hơn so với tín hiệu CRS. Để đo tình trạng kênh, có thể sử dụng các tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS với công suất khác không (*NZP CSI-RS: Non-Zero Power CSI-RS*). Đối với các báo cáo đo nhiễu (*IMR: Interference Measurement Report*), có thể sử dụng các tài nguyên truyền báo cáo đo nhiễu trong thông tin CSI (*CSI-IM: CSI Interference Measurement*) liên quan đến các tài nguyên truyền tín hiệu CSI-RS với công suất bằng không (*ZP CSI-RS: Zero Power CSI-RS*) [3]. Quy trình truyền thông tin CSI có các tài nguyên NZP CSI-RS và CSI-IM. Tín hiệu DMRS được truyền chỉ trong dải thông của kênh PDSCH tương ứng và thiết bị UE có thể sử dụng tín hiệu DMRS để giải điều biến thông tin trên kênh PDSCH.

Các tín hiệu trên liên kết UL còn có các tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, các tín hiệu điều khiển vận chuyển thông tin điều khiển liên kết UL (UCI), và tín hiệu RS. Thiết bị UE truyền thông tin dữ liệu hoặc thông tin UCI qua kênh dùng chung liên kết lên vật lý (PUSCH) tương ứng hoặc kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH). Khi thiết bị UE đồng thời truyền thông tin dữ liệu và thông tin UCI, thiết bị UE có thể dồn kênh hai thông tin này trên kênh PUSCH hoặc thiết bị UE có thể truyền thông tin dữ liệu và một phần thông tin UCI trên kênh PUSCH và truyền phần thông tin UCI còn lại trên kênh PUCCH khi nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình để đồng thời truyền kênh PUSCH và kênh PUCCH. Thông tin UCI chứa thông tin báo nhận theo cơ chế yêu cầu truyền lại tự động lai (*HARQ-ACK: Hybrid Automatic Repeat Request-Acknowledgement*), chỉ báo về việc các khối vận chuyển (TB) dữ liệu trên kênh PDSCH được thu nhận chính xác hay không chính xác, yêu cầu lập lịch biểu (*SR: Scheduling Request*) chỉ báo về việc trong bộ nhớ đệm của thiết bị UE có dữ liệu hay không, và thông tin CSI cho phép nút eNB chọn các thông số thích hợp của liên kết sao

cho thích ứng với việc truyền kênh PDSCH hoặc kênh PDCCH đến thiết bị UE.

Thông tin CSI chứa thông tin chỉ báo chất lượng kênh (*CQI: Channel Quality Indicator*) thông báo cho nút eNB biết tỷ số tín hiệu trên nhiễu và tạp âm (*SINR: Signal to Interference and Noise Ratio*) của tín hiệu trên liên kết DL đo được bằng thiết bị UE, thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (*PMI: Precoding Matrix Indicator*) thông báo cho nút eNB biết cách thức áp dụng kỹ thuật tạo chùm để truyền tín hiệu trên liên kết DL đến thiết bị UE, và thông tin chỉ báo hạng (*RI: Rank Indicator*) thông báo cho nút eNB biết hạng để truyền kênh PDSCH. Tín hiệu RS trên liên kết UL chứa tín hiệu DMRS và tín hiệu RS thăm dò bằng âm thanh (SRS). Thiết bị UE truyền tín hiệu DMRS chỉ trong dải thông của kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH tương ứng và nút eNB có thể sử dụng tín hiệu DMRS để giải điều biến thông tin trên kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH. Thiết bị UE truyền tín hiệu SRS để cung cấp thông tin CSI trên liên kết UL cho nút eNB. Tín hiệu SRS được truyền từ thiết bị UE có thể có dạng tuần hoàn (tín hiệu P-SRS, hoặc tín hiệu SRS có bit khởi động loại 0) hoặc dạng không tuần hoàn (tín hiệu A-SRS, hoặc tín hiệu SRS có bit khởi động loại 1) như được khởi động bằng trường yêu cầu SRS ở trong định dạng thông tin DCI được vận chuyển trên kênh PDCCH để lập lịch biểu cho kênh PUSCH hoặc kênh PDSCH.

Khoảng thời gian truyền (*TTI: Transmission Time Interval*) để truyền tín hiệu trên liên kết DL hoặc để truyền tín hiệu trên liên kết UL được gọi là khung con (SF) và có hai khe. Một đơn vị gồm mười khung con SF được gọi là khung hệ thống. Khung hệ thống được xác định bằng số hiệu khung hệ thống (*SFN: System Frame Number*) nằm trong khoảng từ 0 đến 1023 và có thể được biểu diễn bằng 10 phần tử nhị phân (hoặc bit). Một đơn vị dải thông để truyền tín hiệu trên liên kết DL hoặc để truyền tín hiệu trên liên kết UL được gọi là khối tài nguyên (*RB: Resource Block*), một khối RB trên một khe được gọi là khối tài nguyên vật lý (*PRB: Physical Resource Block*), và một khối RB trên một khung con SF được gọi là cặp khối PRB. Mỗi khối RB có N_{EPDCCH} sóng mang thứ cấp, hoặc phần tử tài nguyên (*RE: Resource Element*). Phần tử RE được xác định bằng cặp chỉ số (k, l) trong đó k là chỉ số ở miền tần số và l là chỉ số ở miền thời gian. Nút eNB thông báo các thông số để truyền kênh PDSCH đến thiết bị UE hoặc các thông số để truyền kênh PUSCH từ thiết bị UE, dựa vào định dạng thông tin DCI có ký tự CRC được xáo

trộn với thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến trong ô (*C-RNTI: Cell Radio Network Temporary Identifier*), được vận chuyển trên kênh PDCCH từ nút eNB truyền đến thiết bị UE và lần lượt được gọi là định dạng thông tin DCI trên liên kết DL hoặc định dạng thông tin DCI trên liên kết UL.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cấu trúc khung để truyền kênh PUSCH.

Khung con SF 410 có hai khe. Mỗi khe 420 có $N_{\text{symb}}^{\text{UL}}$ ký hiệu 430 để truyền thông tin dữ liệu, thông tin UCI hoặc tín hiệu RS. Một số ký hiệu PUSCH trong mỗi khe được sử dụng để truyền tín hiệu DMRS 440. Mỗi khối RB có $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ phần tử RE và thiết bị UE được phân định M_{PUSCH} khối RB 450 trong tổng số $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} = M_{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ phần tử RE cho một dải thông để truyền kênh PUSCH. Ký hiệu SF cuối cùng có thể được sử dụng để dồn kênh các tín hiệu SRS 460 được truyền từ một hoặc nhiều thiết bị UE. Số lượng ký hiệu SF khả dụng để truyền dữ liệu/thông tin UCI/tín hiệu DMRS bằng $N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} = 2 \cdot (N_{\text{symb}}^{\text{UL}} - 1) - N_{\text{SRS}}$, trong đó $N_{\text{SRS}} = 1$ trong trường hợp ký hiệu SF cuối cùng được sử dụng để truyền tín hiệu SRS, và $N_{\text{SRS}} = 0$ trong các trường hợp khác.

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện bộ truyền tín hiệu để truyền thông tin dữ liệu và thông tin UCI trên kênh PUSCH theo một số phương án thực hiện sáng chế.

Các ký hiệu thông tin CSI mã hoá 505 và các ký hiệu dữ liệu mã hoá 510 được dồn kênh bằng bộ dồn kênh 520. Sau đó, các ký hiệu thông tin HARQ-ACK mã hoá được chèn bằng bộ dồn kênh 530 bằng cách đục lỗ các ký hiệu dữ liệu và/hoặc các ký hiệu thông tin CSI. Việc truyền các ký hiệu thông tin RI mã hoá tương tự với việc truyền một trong số các ký hiệu thông tin HARQ-ACK mã hoá (không được thể hiện trên hình vẽ). Phép toán biến đổi Fourier rời rạc (DFT) được thực hiện bằng bộ biến đổi DFT 540, các phần tử RE 550 tương ứng với dải thông để truyền kênh PUSCH được chọn bằng bộ chọn 555, phép toán biến đổi Fourier nhanh ngược (IFFT) được thực hiện bằng bộ biến đổi IFFT 560, tín hiệu đầu ra được lọc bằng bộ lọc 570 và được áp dụng một mức công suất nhất định bằng bộ khuếch đại công suất (*PA: Power Amplifier*) 580 và sau đó tín hiệu được truyền 590. Để cho ngắn gọn, các bộ phận khác trong mạch truyền tín hiệu như bộ biến đổi dạng sóng, các bộ lọc, các bộ khuếch đại, và các anten truyền

cũng như các bộ mã hoá và các bộ điều biến cho các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu thông tin UCI không được thể hiện trên hình vẽ.

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện bộ thu tín hiệu để thu thông tin dữ liệu và thông tin UCI trên kênh PUSCH theo một số phương án thực hiện sáng chế. Sơ đồ khối của bộ thu tín hiệu theo phương án được thể hiện trên Fig.6 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Tín hiệu thu được 610 được lọc bằng bộ lọc 620, phép toán biến đổi Fourier nhanh (FFT) được áp dụng bằng bộ biến đổi FFT 630, bộ chọn 640 chọn các phần tử RE 650 dùng cho bộ truyền tín hiệu, bộ biến đổi DFT ngược (*IDFT: Inverse DFT*) áp dụng phép toán IDFT 660, bộ phân kênh 670 tách ra các ký hiệu thông tin HARQ-ACK mã hoá và đặt tín hiệu xoá vào các phần tử RE tương ứng trong các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu thông tin CSI và cuối cùng một bộ phân kênh khác 680 phân tách các ký hiệu dữ liệu mã hoá 690 và các ký hiệu thông tin CSI mã hoá 695. Việc thu các ký hiệu thông tin RI mã hoá tương tự với việc thu một trong số các ký hiệu thông tin HARQ-ACK mã hoá (không được thể hiện trên hình vẽ). Để cho ngắn gọn, các bộ phận khác trong mạch thu tín hiệu như bộ phận đánh giá kênh, các bộ giải điều biến và các bộ giải mã cho các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu thông tin UCI không được thể hiện trên hình vẽ.

Tín hiệu DMRS hoặc tín hiệu SRS có thể được truyền dựa vào việc truyền dãy Zadoff-Chu (ZC) tương ứng. Đối với dải thông hệ thống trên liên kết UL có $N_{RB}^{max,UL}$ khối RB, một dãy $r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$ có thể được xác định bằng độ dịch chuyển tuần hoàn (CS: *Cyclic Shift*) α của dãy cơ bản $\bar{r}_{u,v}(n)$ theo quy luật $r_{u,v}^{(\alpha)}(n) = e^{j\alpha n} \bar{r}_{u,v}(n)$, $0 \leq n < M_{sc}^{RS}$, trong đó $M_{sc}^{RS} = mN_{sc}^{RB}$ là độ dài của dãy, $1 \leq m < N_{RB}^{max,UL}$, và $\bar{r}_{u,v}(n) = x_q(n \bmod N_{ZC}^{RS})$ trong đó căn bậc q của dãy ZC được xác định theo biểu thức $x_q(m) = \exp\left(\frac{-j\pi q m(m+1)}{N_{ZC}^{RS}}\right)$, $0 \leq m < N_{ZC}^{RS} - 1$ với q được xác định theo biểu thức $q = \lfloor \bar{q} + 1/2 \rfloor + v \cdot (-1)^{\lfloor 2\bar{q} \rfloor}$ và $\bar{q}$ được xác định theo biểu thức $\bar{q} = N_{ZC}^{RS} \cdot (u+1)/31$. Độ dài N_{ZC}^{RS} của dãy ZC được xác định theo số nguyên tố lớn nhất sao cho $N_{ZC}^{RS} < M_{sc}^{RS}$. Nhiều dãy RS có thể được xác định từ một dãy cơ bản bằng cách sử dụng các giá trị khác

nhau của α .

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ về cấu trúc của bộ truyền tín hiệu cho dãy ZC theo một số phương án thực hiện sáng chế. Cấu trúc của bộ truyền tín hiệu theo phương án được thể hiện trên Fig.7 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Dãy ZC 710 có độ dài bằng M_{sc}^{RS} phần tử RE được ánh xạ bằng bộ ánh xạ 720 lên các phần tử RE của dải thông để truyền tín hiệu như được chỉ báo bằng bộ phận chọn phần tử RE 730. Bước ánh xạ có thể được thực hiện đối với các phần tử RE liên tiếp tương ứng với tín hiệu DMRS hoặc đối với một phần tử RE trong mỗi nhóm gồm hai phần tử RE tương ứng với tín hiệu SRS bằng cách đó tạo ra phổ răng lược với hệ số lặp bằng hai (hoặc đối với một phần tử RE trong mỗi nhóm gồm bốn phần tử RE với hệ số lặp bằng bốn và v.v.). Sau đó, phép toán IFFT được thực hiện bằng bộ biến đổi IFFT 740, độ dịch chuyển tuần hoàn CS được áp dụng cho tín hiệu đầu ra bằng bộ ánh xạ CS 750, và tín hiệu thu được được lọc bằng bộ lọc 760. Công suất truyền được áp dụng bằng bộ khuếch đại công suất 770 và tín hiệu RS được truyền 780.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ về cấu trúc của bộ thu tín hiệu cho dãy ZC theo một số phương án thực hiện sáng chế. Cấu trúc của bộ thu tín hiệu cho dãy ZC theo phương án được thể hiện trên Fig.8 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Tín hiệu thu được 810 được lọc bằng bộ lọc 820, độ dịch chuyển tuần hoàn CS được khôi phục bằng bộ khử ánh xạ CS 830, phép toán FFT được áp dụng bằng bộ biến đổi FFT 840, bộ khử ánh xạ RE 850 chọn các phần tử RE được chỉ báo bằng bộ điều khiển chọn dải thông để thu tín hiệu 860, tín hiệu thu được được lập tương quan bằng bộ nhân phức 870 với bản sao 880 của dãy ZC, và sau đó tín hiệu đầu ra 890 có thể được cung cấp cho bộ phận đánh giá kênh như bộ phận nội suy thời gian-tần số.

Bảng 1 dưới đây thể hiện số lượng dạng kết hợp trên dải thông để truyền tín hiệu SRS. Nút eNB có thể truyền tín hiệu báo hiệu cấu hình dải thông để truyền tín hiệu SRS c thông qua thông tin hệ thống. Ví dụ, 3 bit có thể chỉ báo một trong số tám cấu hình trong bảng 1. Sau đó, nút eNB có thể phân định cho mỗi thiết bị UE một dải thông để truyền tín

hiệu SRS trong số $m_{SRS,b}^c$ dải thông (tính bằng khối RB) bằng cách chỉ báo giá trị b dùng cho cấu hình dải thông để truyền tín hiệu SRS c . Đối với tín hiệu P-SRS, cấu hình này có thể được xác định dựa vào tín hiệu báo hiệu của các tầng cao hơn dài 2 bit. Đối với tín hiệu A-SRS, cấu hình này có thể được xác định dựa vào định dạng thông tin DCI tương ứng chỉ báo động một dải thông trong một tập hợp dải thông được xác định cho thiết bị UE dựa vào tín hiệu báo hiệu của các tầng cao hơn. Sự thay đổi về dải thông để truyền tín hiệu SRS tối đa chủ yếu nhằm tránh sự phân định dải thông toàn phần thay đổi để truyền kênh PUCCH ở hai đầu của dải thông trên liên kết UL. Nút eNB cũng có thể truyền tín hiệu báo hiệu về các khung con SF để truyền tín hiệu SRS dành riêng cho ô thông qua thông tin hệ thống.

Bảng 1: $m_{SRS,b}^c$ giá trị khối RB với dải thông trên liên kết UL

của N_{RB}^{UL} khối RB với $80 < N_{RB}^{UL} \leq 110$

Cấu hình dải thông để truyền tín hiệu SRS	$b = 0$	$b = 1$	$b = 2$	$b = 3$
$c = 0$	96	48	24	4
$c = 1$	96	32	16	4
$c = 2$	80	40	20	4
$c = 3$	72	24	12	4
$c = 4$	64	32	16	4
$c = 5$	60	20	Không áp dụng	4
$c = 6$	48	24	12	4
$c = 7$	48	16	8	4

Thiết bị UE truyền tín hiệu SRS trong mỗi tài nguyên SRS của ô dựa vào bit khởi động loại 0 khi việc truyền tín hiệu SRS được khởi động dựa vào tín hiệu báo hiệu của các tầng cao hơn, hoặc dựa vào bit khởi động loại 1 khi việc truyền tín hiệu SRS được khởi động dựa vào việc phát hiện thấy các định dạng thông tin DCI 0/4/1A để truyền FDD và TDD và các định dạng thông tin DCI 2B/2C/2D để truyền TDD. Trường yêu cầu

SRS có kích thước 1 bit cho các định dạng thông tin DCI 0/1A/2B/2C/2D, với tín hiệu SRS có bit khởi động loại 1 khi giá trị của trường yêu cầu SRS được đặt bằng ‘1’. Trường yêu cầu SRS có kích thước 2 bit cho định dạng thông tin DCI 4 và ánh xạ đối với hai bit này có thể được xác định như được thể hiện trong bảng 2. Trong trường hợp cả hai tín hiệu SRS được truyền có bit khởi động loại 0 và bit khởi động loại 1 xuất hiện trong cùng một khung con SF và trong cùng một ô, thì thiết bị UE chỉ truyền tín hiệu SRS có bit khởi động loại 1. Các thông số truyền cho tín hiệu SRS có bit khởi động loại 0 hoặc tín hiệu SRS có bit khởi động loại 1 là các thông số dành riêng cho ô và thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn. Để cho ngắn gọn, tín hiệu SRS có bit khởi động loại 0 sẽ được gọi là tín hiệu SRS tuần hoàn (*P-SRS: Periodic SRS*) và tín hiệu SRS có bit khởi động loại 1 sẽ được gọi là tín hiệu SRS không tuần hoàn (*A-SRS: Aperiodic SRS*). Cấu hình dựa vào các tầng cao hơn có thể là cấu hình dành riêng cho thiết bị UE dựa vào tín hiệu báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (*RRC: Radio Resource Control*) hoặc là cấu hình dành riêng cho ô dựa vào tín hiệu báo hiệu thông tin hệ thống.

Bảng 2: Giá trị của trường yêu cầu SRS có bit khởi động loại 1
trong định dạng thông tin DCI 4

Giá trị của trường yêu cầu SRS	Mô tả
‘00’	Không có bit khởi động loại 1 cho tín hiệu SRS
‘01’	Tập hợp thông số SRS thứ nhất với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn
‘10’	Tập hợp thông số SRS thứ hai với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn
‘11’	Tập hợp thông số SRS thứ ba với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn

Trong hệ thống truyền thông TDD, hướng truyền thông trong một số khung con SF là hướng liên kết DL và trong một số khung con SF khác là hướng liên kết UL. Bảng 3 thể hiện các cấu hình UL-DL cho hệ thống TDD trong khoảng thời gian bằng một khung hệ thống. “D” là khung con SF trên liên kết DL, “U” là khung con SF trên liên kết UL, và “S” là khung con SF đặc biệt có trường truyền tín hiệu trên liên kết DL được gọi là khe

thời gian thử nghiệm liên kết xuống (*DwPTS: Downlink Pilot Time Slot*), khoảng bảo vệ (*GP: Guard Period*), và trường truyền tín hiệu trên liên kết UL được gọi là khe thời gian thử nghiệm liên kết lên (*UpPTS: Uplink Pilot Time Slot*). Có một số dạng kết hợp về thời khoảng của mỗi trường trong khung con SF đặc biệt với điều kiện là tổng thời khoảng bằng một khung con SF.

Bảng 3: Các cấu hình UL-DL cho hệ thống TDD

Các cấu hình UL-DL cho hệ thống TDD	Chu kỳ chuyển đổi DL-UL	Số hiệu khung con SF									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Trong hệ thống truyền thông TDD, thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu A-SRS trong ô c , khi phát hiện thấy yêu cầu SRS có giá trị dương trong khung con SF n trong ô c , thì truyền tín hiệu SRS trong khung con SF đầu tiên đáp ứng điều kiện $n + k, k \geq 4$ và $(10 \cdot n_f + k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset},1}) \bmod T_{\text{SRS},1} = 0$ với $T_{\text{SRS},1} > 2$, hoặc điều kiện $(k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset},1}) \bmod 5 = 0$ với $T_{\text{SRS},1} = 2$, trong đó k_{SRS} được xác định trong bảng 4 hoặc bảng 4A.

Bảng 4: k_{SRS} cho hệ thống TDD với tín hiệu UpPTS dài 2 ký hiệu hoặc 1 ký hiệu

Chỉ số khung con SF n											
0	1		2	3	4	5	6		7	8	9
	Ký hiệu thứ nhất của UpPTS	Ký hiệu thứ hai của UpPTS					Ký hiệu thứ nhất của UpPTS	Ký hiệu thứ hai của UpPTS			
	0	1	2	3	4		5	6	7	8	9
	1		2	3	4		6		7	8	9

Bảng 4A: k_{SRS} cho hệ thống TDD với tín hiệu UpPTS dài 4 ký hiệu

Chỉ số khung con SF n															
0	1				2	3	4	5	6				7	8	9
	Ký hiệu thứ nhất của UpPTS	Ký hiệu thứ hai của UpPTS	Ký hiệu thứ ba của UpPTS	Ký hiệu thứ tư của UpPTS					Ký hiệu thứ nhất của UpPTS	Ký hiệu thứ hai của UpPTS	Ký hiệu thứ ba của UpPTS	Ký hiệu thứ tư của UpPTS			
	0	1	2	3					5	6	7	8			
	2	3							7	8					

Trong ô TDD, nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình có chu kỳ của tín hiệu A-SRS, $T_{\text{SRS},1}$, và độ lệch khung con SF của tín hiệu A-SRS, $T_{\text{offset},1}$, như được xác định trong bảng 5. $T_{\text{SRS},1}$ là thông số dành riêng cho ô và được chọn từ tập hợp $\{2, 5, 10\}$ khung con SF. Với $T_{\text{SRS},1} = 2$ khung con SF, hai tài nguyên SRS được tạo ra trong nửa khung chứa (các) khung con SF trên liên kết UL trong ô đã cho.

Bảng 5: Chu kỳ dành riêng cho thiết bị UE $T_{\text{SRS},1}$ và
cấu hình độ lệch khung con SF $T_{\text{offset},1}$ của tín hiệu A-SRS trong hệ thống TDD

Chỉ số cấu hình SRS I_{SRS}	Chu kỳ của tín hiệu SRS $T_{\text{SRS},1}$ (tính theo số lượng SF)	Độ lệch khung con SF của tín hiệu SRS $T_{\text{offset},1}$
0	Dự trữ	Dự trữ
1	2	0, 2
2	2	1, 2
3	2	0, 3
4	2	1, 3
5	2	0, 4
6	2	1, 4
7	2	2, 3
8	2	2, 4
9	2	3, 4
10 – 14	5	$I_{\text{SRS}} - 10$
15 – 24	10	$I_{\text{SRS}} - 15$
25 – 31	Dự trữ	Dự trữ

Một cơ chế hướng đến mục tiêu đáp ứng nhu cầu về dung lượng mạng và tốc độ dữ liệu gia tăng là cơ chế triển khai mạng dày đặc. Cơ chế này được thực hiện bằng cách triển khai các ô nhỏ để tăng số lượng nút mạng và mức độ gần của nút mạng với các thiết bị UE và tạo ra lợi ích do tách ô. Vì số lượng nút mạng tăng lên và các ô nhỏ được triển khai dày đặc, nên tần suất chuyển vùng và tỷ lệ xảy ra lỗi khi chuyển vùng cũng có thể tăng lên đáng kể. Khi duy trì sự kết nối RRC với ô lớn, cơ chế truyền thông với ô nhỏ có thể được tối ưu hoá nhờ các chức năng ở cấp độ điều khiển (*C-plane: Control-plane*) như ô lớn có thể chỉ thực hiện các chức năng quản lý thiết bị di động, nhắn tin và cập nhật thông tin hệ thống, trong khi ô nhỏ có thể được dành riêng cho chức năng truyền thông ở cấp độ dữ liệu người dùng (*U-plane: User-data plane*). Nếu độ trễ của liên kết hành trình

ngược giữa các nút mạng (các ô) gần như là bằng không, thì dải thông kết hợp sóng mang (CA) có thể được sử dụng như đã được mô tả trong tài liệu tham khảo REF 3 và các quyết định lập lịch biểu có thể được đưa ra bằng thực thể trung tâm và được truyền đến mọi nút mạng. Khi độ trễ do truyền của thiết bị UE là khác nhau đối với các ô khác nhau, thì các ô có thể được tạo nhóm theo độ trễ do truyền và mỗi nhóm có thể được liên hệ với một lệnh nhóm điều chỉnh sớm tín hiệu định thời (*TAG: Timing Advance Group*) khác nhau.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện hệ thống truyền thông sử dụng dải thông kết hợp sóng mang CA theo một số phương án thực hiện sáng chế. Phương án được thể hiện trên Fig.9 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Thiết bị UE 910 truyền thông với nút eNB thứ nhất trong một ô 920 tương ứng với ô lớn sử dụng tần số sóng mang thứ nhất f1 930 và truyền thông với nút eNB thứ hai trong ô thứ hai 940 tương ứng với ô nhỏ sử dụng tần số sóng mang f2 950. Nút eNB thứ nhất và nút eNB thứ hai được kết nối qua liên kết hành trình ngược tạo ra độ trễ không đáng kể. Cũng có thể có trường hợp nút eNB thứ nhất và nút eNB thứ hai là cùng một nút eNB, và ô thứ nhất và ô thứ hai tương ứng với các tần số sóng mang khác nhau.

Thiết bị UE theo dõi tín hiệu truyền trên kênh PDCCH cung cấp thông tin chung cho các thiết bị UE từ nút eNB trong khoảng tìm kiếm chung (*CSS: Common Search Space*). Trong trường hợp kết hợp sóng mang CA, khoảng CSS nằm ở trong một ô được gọi là ô sơ cấp (*Pcell: Primary Cell*). Thiết bị UE truyền kênh PUCCH trong ô PCell. Nút eNB cũng có thể cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền kênh PUCCH vận chuyển thông tin UCI liên quan đến một nhóm ô trong ô thứ cấp chính (*PSCell: Primary Secondary Cell*). Nhóm ô có thông tin UCI liên quan được truyền trên kênh PUCCH trong ô PCell được gọi là nhóm ô sơ cấp (*PCG: Primary Cell Group*) và nhóm ô có thông tin UCI liên quan được truyền trên kênh PUCCH trong ô PSCell được gọi là nhóm ô thứ cấp (*SCG: Secondary Cell Group*). Phần mô tả dưới đây áp dụng cho cả hai nhóm PCG và SCG, trừ trường hợp trong sáng chế có quy định khác một cách rõ ràng, nhưng, để cho ngắn gọn, không cần đề ý đến sự phân biệt giữa nhóm PCG và nhóm SCG hoặc giữa ô PCell và ô PSCell.

Việc thiết lập công suất truyền của thiết bị UE P_{SRS} cho tín hiệu SRS được truyền trong khung con SF i của ô c được xác định theo biểu thức 1:

$$P_{\text{SRS},c}(i) = \min\{P_{\text{CMAX},c}(i), P_{\text{SRS_OFFSET}}(m) + 10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}) + P_{\text{O_PUSCH},c}(1) + \alpha_c(1) \cdot PL_c + f_c(i)\} \quad [\text{dBm}] \text{ (biểu thức 1)}$$

trong đó:

$P_{\text{CMAX},c}(i)$ là công suất truyền của thiết bị UE được xác định trong khung con SF i của ô c ;

$P_{\text{SRS_OFFSET}}(m)$ được xác định dựa vào các tầng cao hơn cho tín hiệu P-SRS ($m = 0$) và cho tín hiệu A-SRS ($m = 1$) của ô c ;

$M_{\text{SRS},c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS trong khung con SF i của ô c tính theo số lượng khối RB;

$f_c(i) = f_c(i - 1) + \delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ khi việc tích lũy các lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) $\delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ được kích hoạt dựa vào các tầng cao hơn trong ô c , và $f_c(i) = \delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ khi việc tích lũy các lệnh TPC $\delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ không được kích hoạt dựa vào các tầng cao hơn trong ô c , trong đó $\delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ là lệnh TPC mà thiết bị UE nhận được từ định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-PUSCH-RNTI sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn và định dạng thông tin DCI 3 chứa các lệnh TPC được biểu diễn bằng 2 bit và định dạng thông tin DCI 3A chứa các lệnh TPC được biểu diễn bằng 1 bit; và

$P_{\text{O_PUSCH},c}(1)$ và $\alpha_c(1)$ tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn để truyền kênh PUSCH trong ô c , trong đó $P_{\text{O_PUSCH},c}(1)$ là tổng của thành phần công suất dành riêng cho ô và thành phần công suất dành riêng cho thiết bị UE (xem tài liệu tham khảo REF 3).

Để truyền tín hiệu trên liên kết UL (kênh PUSCH, kênh PUCCH, tín hiệu SRS) qua một số lượng cổng anten, trước hết, công suất truyền được định tỷ lệ bằng cách nhân với tỷ số giữa số lượng cổng anten và số lượng cổng anten để truyền tín hiệu trên liên kết UL. Sau đó, công suất đã định tỷ lệ thu được được phân chia đồng đều cho các cổng anten để truyền tín hiệu trên liên kết UL.

Khi tổng công suất truyền của thiết bị UE cho tín hiệu SRS vượt quá giá trị $\hat{P}_{\text{CMAX}}(i)$, thì thiết bị UE định tỷ lệ cho giá trị $\hat{P}_{\text{SRS},c}(i)$ của ô c trong khung con SF i sao cho đáp ứng điều kiện theo biểu thức 2 dưới đây:

$$\sum_c w(i) \cdot \hat{P}_{\text{SRS},c}(i) \leq \hat{P}_{\text{CMAX}}(i) \quad (\text{biểu thức 2})$$

trong đó $\hat{P}_{\text{SRS},c}(i)$ là giá trị tuyến tính của $P_{\text{SRS},c}(i)$, $\hat{P}_{\text{CMAX}}(i)$ là giá trị tuyến tính của P_{CMAX} trong khung con SF i , và $w(i)$ là hệ số tỷ lệ của $\hat{P}_{\text{SRS},c}(i)$ của ô c , trong đó $0 < w(i) \leq 1$. Giá trị $w(i)$ là như nhau trong các ô khác nhau.

Thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu A-SRS trong ô c và được tạo cấu hình không có trường chỉ báo sóng mang (CIF: *Carrier Indicator Field*), truyền tín hiệu A-SRS trong ô c khi phát hiện thấy yêu cầu SRS có giá trị dương trên kênh PDCCH để lập lịch biểu truyền kênh PUSCH/PDSCH trong ô phục vụ c . Thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu A-SRS trong ô c và được tạo cấu hình có trường CIF, truyền tín hiệu SRS trong ô c khi phát hiện thấy yêu cầu SRS có giá trị dương trên kênh PDCCH để lập lịch biểu truyền kênh PUSCH/PDSCH với giá trị CIF tương ứng với ô c .

Thiết bị UE có thể cung cấp báo cáo về khoảng dự trữ công suất cho đến công suất tối đa (PH) cho nút eNB để cho nút eNB thu được thông tin đánh giá về công suất khả dụng ở thiết bị UE để truyền tín hiệu trên liên kết UL. Ví dụ, khi thiết bị UE truyền kênh PUSCH mà không truyền kênh PUCCH trong khung con SF i của ô c , báo cáo PH loại 1 được xác định theo biểu thức 3:

$$PH_{\text{type1},c}(i) = P_{\text{CMAX},c}(i) - \{10\log_{10}(M_{\text{PUSCH},c}(i)) + P_{\text{O_PUSCH},c}(1) + \alpha_c(1) \cdot PL_c + \Delta_{\text{TF},c}(i) + f_c(i)\} \quad [\text{dB}] \quad (\text{biểu thức 3})$$

Khi thiết bị UE không truyền kênh PUSCH trong khung con SF i của ô c , thì báo cáo PH loại 1 (báo cáo PH ảo) được xác định theo biểu thức 4 dưới đây, trong đó $\tilde{P}_{\text{CMAX},c}(i)$ được tính như đã được mô tả trong tài liệu tham khảo REF 3.

$$PH_{\text{type1},c}(i) = \tilde{P}_{\text{CMAX},c}(i) - \{P_{\text{O_PUSCH},c}(1) + \alpha_c(1) \cdot PL_c + f_c(i)\} \quad [\text{dB}] \quad (\text{biểu thức 4})$$

Đối với các hệ thống truyền thông TDD, các tín hiệu truyền trên liên kết DL và các tín hiệu truyền trên liên kết UL được truyền trên cùng một dải thông, và vì vậy, tín hiệu truyền trên liên kết DL từ nút eNB đến thiết bị UE và tín hiệu truyền trên liên kết UL từ thiết bị UE đến nút eNB có cùng một trạng thái kênh. Kết quả là, nút eNB có thể thu được thông tin PMI (để tạo chùm trên liên kết DL sử dụng tính thuận nghịch của kênh) dành cho thiết bị UE sau khi thu được tín hiệu SRS truyền từ thiết bị UE. Ngoài ra, mặc dù nhiều đo được ở thiết bị UE trong tín hiệu truyền trên liên kết DL từ nút eNB có thể khác với nhiều đo được ở nút eNB trong tín hiệu truyền trên liên kết UL từ thiết bị UE, vì nút eNB và thiết bị UE không ở cùng một chỗ, nhưng có thể có các điều kiện hoạt động mà ở đó đo được nhiều giống nhau. Trong trường hợp như vậy, tín hiệu SRS được truyền cũng có thể cung cấp thông tin đánh giá CQI để truyền tín hiệu trên liên kết DL vì tín hiệu SRS được truyền cũng đã cung cấp thông tin đánh giá đáp ứng kênh. Ví dụ, đối với các thiết bị UE ở gần nút eNB và đối với nút eNB và thiết bị UE ở độ cao tương tự với nhau, như khi nút eNB và thiết bị UE được đặt ở trong nhà hoặc khi nút eNB và thiết bị UE được đặt ở ngoài trời nhưng nút eNB có độ cao tương đối thấp, thì thiết bị UE và nút eNB có thể đo được nhiều giống nhau.

Do các mẫu lưu lượng dữ liệu trên liên kết DL có xu hướng lớn hơn so với trên liên kết UL, độ phức tạp của thiết bị UE, và các yêu cầu điều tiết liên quan đến việc phát tín hiệu, nên thiết bị UE có khả năng hoạt động với dải thông CA thường hỗ trợ hoặc được tạo cấu hình để hỗ trợ số lượng ô truyền trên liên kết UL ít hơn nhiều so với số lượng ô truyền trên liên kết DL. Ví dụ, thiết bị UE có thể được tạo cấu hình để hoạt động với dải thông CA có nhiều hơn năm ô truyền trên liên kết DL và chỉ có một hoặc hai ô truyền trên liên kết UL. Trong trường hợp như vậy và đối với hệ thống truyền thông TDD, thiết bị UE không thể truyền tín hiệu SRS đến nút eNB trong một số ô truyền trên liên kết DL, và vì vậy, để tạo ra liên kết thích ứng với việc truyền tín hiệu trên liên kết DL từ nút eNB đến thiết bị UE, thì thiết bị UE cần phải đo và báo cáo thông tin CSI, chứa thông tin CQI, thông tin PMI và thông tin RI, đến nút eNB đối với các ô truyền trên liên kết DL. Điều này làm tăng thêm độ phức tạp tính toán trong thiết bị UE, yêu cầu về dung lượng bộ nhớ và mức tiêu thụ năng lượng, lại còn làm tăng lượng thông tin thủ tục trong các tín hiệu trên liên kết UL để chứa thông tin phản hồi về thông tin CSI cho một số lượng lớn ô truyền trên liên kết DL tiềm năng.

Chức năng chuyển đổi nhanh giữa các sóng mang được coi là để truyền tín hiệu SRS sao cho thiết bị UE có thể truyền tín hiệu SRS ngay cả trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết DL nhưng không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết UL. Chức năng này có một loạt vấn đề về thiết kế mới như sau:

- a) Các cơ chế để xác định công suất truyền tín hiệu SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết UL.
- b) Các cơ chế để cung cấp báo cáo PH trong ô mà trong đó thiết bị UE truyền tín hiệu SRS và thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.
- c) Ưu tiên phân định công suất khi thiết bị UE được tạo cấu hình để đồng thời truyền tín hiệu SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết UL và trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.
- d) Các cơ chế để cung cấp tín hiệu định thời việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL để tránh đồng thời truyền tín hiệu A-SRS trong một ô và kênh PUSCH/PUCCH trong các ô còn lại.
- e) Các cơ chế để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.

Vì vậy, cần phải có cơ chế để xác định công suất truyền tín hiệu SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết UL.

Cũng cần phải có cơ chế để xác định báo cáo PH trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu SRS và thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL trong ô.

Còn cần phải thiết lập các quy tắc ưu tiên phân định công suất dùng để truyền tín hiệu SRS khi thiết bị UE được tạo cấu hình để đồng thời truyền tín hiệu SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL và trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên

kết UL.

Cũng cần phải có cơ chế để định thời việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL để tránh đồng thời truyền tín hiệu A-SRS trong một ô và kênh PUSCH/PUCCH trong các ô còn lại.

Ngoài ra, cần phải có cơ chế để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.

Trong phần mô tả dưới đây, sáng chế đề cập đến thiết bị UE truyền tín hiệu P-SRS hoặc A-SRS trong ô TDD mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL hoặc không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, trừ trường hợp trong sáng chế có quy định khác một cách rõ ràng.

Cơ chế điều khiển công suất để truyền tín hiệu SRS

Các phương án thực hiện sáng chế xem xét cơ chế cho phép điều khiển công suất để truyền tín hiệu SRS từ thiết bị UE trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.

Trong biểu thức 1, công suất để truyền tín hiệu P-SRS hoặc truyền tín hiệu A-SRS được xác định dựa vào công suất để truyền tín hiệu PUSCH. Trong ô c mà trong đó thiết bị UE truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS và thiết bị UE không truyền kênh PUSCH, các thông số điều khiển công suất để truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS được tìm ra dựa vào công suất để truyền kênh PUSCH mà nút eNB cung cấp riêng cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn. Các thông số này gồm có $P_{\text{SRS_OFFSET},c}(m)$, $P_{\text{O_PUSCH},c}(1)$ và $\alpha_c(1)$. Ngoài ra, nút eNB cần cung cấp thông tin cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các lệnh TPC để truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong ô c . Ngoài ra, nút eNB cần cung cấp thông tin cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn với giá trị $P_{\text{CMAX},c}(i)$ trong ô c .

Trong biểu thức 1, nút eNB cung cấp thông tin cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn với thông số $P_{\text{O_PUSCH},c}(1)$ trong ô c và thông số $P_{\text{SRS_OFFSET},c}(m)$ xác định độ lệch của công suất truyền cho tín hiệu P-SRS ($m = 0$) hoặc cho tín hiệu A-SRS ($m = 1$) tương ứng với công suất truyền kênh PUSCH. Thông số

$P_{O_PUSCH,c}(1)$ có thành phần công suất dành riêng cho ô và thành phần công suất dành riêng cho thiết bị UE (xem tài liệu tham khảo REF 3). Đối với ô c mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, các thông số mới $P_{O_SRS,c}(m)$ được xác định và thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn để truyền tín hiệu P-SRS ($m = 0$) và tín hiệu A-SRS ($m = 1$) và không cần sử dụng các thông số $P_{O_PUSCH,c}(1)$ và $P_{SRS_OFFSET,c}(m)$ tương ứng sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn. Cũng giống như thông số $P_{O_PUSCH,c}(1)$, thông số $P_{O_SRS,c}(m)$ có thể là tổng của thành phần công suất dành riêng cho ô và thành phần công suất dành riêng cho thiết bị UE.

Theo giải pháp thứ nhất, các lệnh TPC trong một số lượng ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu P-SRS hoặc truyền tín hiệu A-SRS có thể được cung cấp theo định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-PUSCH-RNTI cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn. Định dạng thông tin DCI 3/3A được vận chuyển bằng kênh PDCCH được truyền trong khoảng CSS của ô là ô PCell đối với thiết bị UE. Thông tin TPC-PUSCH-RNTI có thể giống như thông tin cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH và vị trí của các lệnh TPC trong các ô mà trong đó thiết bị UE có thể được tạo cấu hình riêng biệt để không truyền kênh PUSCH, hoặc là vị trí liên tiếp và ở phía sau vị trí của các lệnh TPC trong các ô mà trong đó có truyền kênh PUSCH.

Theo giải pháp thứ hai, thiết bị UE có thể được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn với loại thông tin RNTI mới, thông tin TPC-SRS-RNTI, và thiết bị UE có thể theo dõi định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-SRS-RNTI để thu được các lệnh TPC để truyền tín hiệu P-SRS hoặc truyền tín hiệu A-SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Thông tin TPC-SRS-RNTI có thể được gọi là thông tin SRS-TPC-RNTI. Theo các phương án thực hiện sáng chế, ít nhất một bộ thu phát trong thiết bị UE còn được tạo cấu hình để thu, từ trạm cơ sở dựa vào tín hiệu báo hiệu của các tầng cao hơn, thông báo chứa thông tin SRS-TPC-thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến (RNTI), và giải mã kênh PDCCH vận chuyển thông tin DCI có ký tự kiểm tra dư thừa tuần hoàn (CRC) được xáo trộn với thông tin SRS-TPC-RNTI. Theo

một phương án làm ví dụ, kênh PDCCH có thể được truyền trong khoảng tìm kiếm chung (CSS) theo định dạng thông tin DCI. Giải pháp thứ hai có thể có lợi vì cho phép tốc độ truyền khác nhau được áp dụng cho các lệnh TPC trên các kênh PUSCH/SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH, và truyền tín hiệu SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Giải pháp thứ hai còn có lợi vì vẫn sử dụng nút eNB hiện thời theo định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-PUSCH-RNTI.

Thông số $tpc\text{-}Index\text{-}SRS$ được cung cấp từ các tầng cao hơn cho thiết bị UE, trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS và thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, để chỉ báo cho thiết bị UE biết vị trí của các bit của định dạng thông tin DCI 3/3A để cho thiết bị UE thu được lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền tín hiệu SRS trong ô. Khi phát hiện thấy định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-PUSCH-RNTI, hoặc với thông tin TPC-SRS-RNTI, thiết bị UE áp dụng lệnh TPC thu được từ các bit của định dạng thông tin DCI 3/3A ở vị trí được chỉ báo bằng thông số $tpc\text{-}Index\text{-}SRS$ trong ô c để điều chỉnh công suất truyền tín hiệu P-SRS hoặc công suất truyền tín hiệu A-SRS trong ô c . Dưới đây, thông số $tpc\text{-}Index\text{-}SRS$ có thể chỉ báo vị trí bit bắt đầu của định dạng thông tin DCI mới có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-TPC-RNTI.

Việc thiết lập công suất truyền của thiết bị UE $P_{SRS,c}(i)$ cho tín hiệu SRS được truyền trong khung con SF i của ô c mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để chỉ truyền tín hiệu SRS được xác định theo biểu thức 5 dưới đây:

$$P_{SRS,c}(i) = \min\{P_{CMAX,c}(i), 10\log_{10}(M_{SRS,c}) + P_{O_SRS,c}(m) + \alpha_{SRS,c}PL_c + f_c(i)\} \text{ [dBm]}$$

(biểu thức 5)

trong đó:

$P_{CMAX,c}(i)$ là công suất truyền lớn nhất của thiết bị UE trong khung con SF i của ô c mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn;

$P_{O_SRS,c}(m)$ được cung cấp cho thiết bị UE từ các tầng cao hơn;

$M_{SRS,c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS trong khung con SF i của ô c tính theo số

lượng khối RB;

$f_c(i) = f_c(i-1) + \delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ khi việc tích lũy các lệnh TPC $\delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ được kích hoạt dựa vào các tầng cao hơn trong ô c và $f_c(i) = \delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ khi việc tích lũy các lệnh TPC $\delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ không được kích hoạt dựa vào các tầng cao hơn trong ô c , trong đó $\delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$ là lệnh TPC mà thiết bị UE nhận được từ định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-PUSCH-RNTI hoặc với thông tin TPC-SRS-RNTI sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn và ở vị trí được xác định bằng thông số $tpc\text{-}Index\text{-}SRS$ sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn trong ô c ; và

$\alpha_{\text{SRS},c}$ được xác định dựa vào các tầng cao hơn để truyền tín hiệu SRS trong ô c .

Theo phương án thực hiện khác, cấu trúc của biểu thức 1 có thể được giữ nguyên và các thông số $P_{O_PUSCH,c}(1)$ và $P_{\text{SRS_OFFSET},c}(m)$ có thể được đưa vào sử dụng trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để chỉ truyền tín hiệu SRS. Vì vậy, biểu thức 5 có thể được áp dụng bằng cách thay thế $P_{O_SRS,c}(m)$ bằng $P_{\text{SRS_OFFSET},c}(m) + P_{O_PUSCH,c}(1)$. Nhờ tối ưu hoá tín hiệu báo hiệu, nên có thể tránh được việc phải cung cấp thông số $P_{O_PUSCH,c}(1)$ từ các tầng cao hơn và thay vào đó sử dụng giá trị được xác định cho một ô khác như giá trị cho ô PCell $P_{O_PUSCH,c0}(1)$ để làm giá trị chuẩn.

Thiết bị UE có thể xác định công suất truyền ban đầu cho tín hiệu P-SRS (tín hiệu SRS loại 0) hoặc tín hiệu A-SRS (tín hiệu SRS loại 1) trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác theo biểu thức 5 bằng cách đặt $f_c(0) = 0$ và vì vậy chỉ sử dụng thành phần vòng lặp mở của công thức điều khiển công suất trong biểu thức 5 để xác định công suất truyền ban đầu. Theo cách khác, như sẽ được mô tả dưới đây, khi thiết bị UE thực hiện chức năng truy nhập ngẫu nhiên trong ô trước khi truyền tín hiệu SRS, giá trị của $f_c(0)$ có thể được xác định dựa vào công suất truyền cho phép thực hiện thành công chức năng truy nhập ngẫu nhiên.

Báo cáo PH để truyền tín hiệu P-SRS hoặc truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF i của ô c được tính theo biểu thức 6. Theo một phương án thực hiện sáng chế, thiết bị UE truyền báo cáo PH để truyền tín hiệu SRS.

$$PH_{\text{type3},c}(i) = P_{\text{CMAX},c}(i) - \{10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}(i)) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c + f_c(i)\} \text{ [dB]}$$

(biểu thức 6)

Vì các lệnh TPC giống nhau được áp dụng để truyền tín hiệu P-SRS và truyền tín hiệu A-SRS, và nút eNB biết mức chênh lệch giữa các giá trị $P_{\text{O_SRS},c}(0)$ và $P_{\text{O_SRS},c}(1)$, nên có thể cung cấp một báo cáo PH và có thể sử dụng giá trị $P_{\text{O_SRS},c}(0)$ để làm giá trị chuẩn cho tín hiệu P-SRS hoặc sử dụng giá trị $P_{\text{O_SRS},c}(1)$ để làm giá trị chuẩn cho tín hiệu A-SRS.

Khi thiết bị UE không truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong khung con SF i của ô c , thì báo cáo PH được tính theo biểu thức 7, trong đó $\tilde{P}_{\text{CMAX},c}(i)$ được tính như đã được mô tả trong tài liệu tham khảo REF 3. Dựa vào biểu thức 6, báo cáo PH có thể được cung cấp tương ứng với $P_{\text{O_SRS},c}(0)$ hoặc $P_{\text{O_SRS},c}(1)$.

$$PH_{\text{type3},c}(i) = \tilde{P}_{\text{CMAX},c}(i) - \{P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c + f_c(i)\} \text{ [dB]} \quad (\text{biểu thức 7})$$

Khi tổng công suất truyền của thiết bị UE cho tín hiệu SRS vượt quá giá trị $\hat{P}_{\text{CMAX}}(i)$, thay vì thiết bị UE định tỷ lệ cho giá trị $\hat{P}_{\text{SRS},c}(i)$ của ô c trong khung con SF i với cùng một trọng số $0 < w(i) \leq 1$ sao cho đáp ứng điều kiện $\sum_c w(i) \cdot \hat{P}_{\text{SRS},c}(i) \leq \hat{P}_{\text{CMAX}}(i)$, theo giải pháp thứ nhất thiết bị UE sẽ ưu tiên phân định công suất truyền dùng để truyền tín hiệu P-SRS hoặc truyền tín hiệu A-SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE cũng được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL và thiết bị UE dùng truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS tương ứng trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Sở dĩ như vậy là vì việc truyền tín hiệu SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE cũng được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL có thể có lợi cho việc tạo ra liên kết thích ứng với việc truyền cả hai kênh PDSCH và PUSCH, trong khi việc truyền tín hiệu SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL có thể có lợi cho việc tạo ra liên kết thích ứng với việc chỉ truyền kênh PDSCH.

Theo giải pháp thứ hai, thiết bị UE ưu tiên phân định công suất truyền cho các tín hiệu P-SRS này so với các tín hiệu P-SRS khác, hoặc ưu tiên phân định công suất truyền

cho các tín hiệu A-SRS này so với các tín hiệu A-SRS khác, trong các ô mà trong đó thiết bị UE cũng được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, và thiết bị UE định tỷ lệ cho công suất truyền của tín hiệu SRS tương ứng trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL sao cho đáp ứng điều kiện $\sum_{c \in C_2} w(i) \cdot \hat{P}_{\text{SRS},c}(i) \leq \hat{P}_{\text{CMAX}}(i) - \sum_{c \in C_1} \hat{P}_{\text{SRS},c}(i)$, trong đó C_1 là tập hợp gồm các ô

mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL và thiết bị UE truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong khung con SF i , và C_2 là tập hợp gồm các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL và thiết bị UE truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong khung con SF i . Khi $\hat{P}_{\text{CMAX}}(i) - \sum_{c \in C_1} \hat{P}_{\text{SRS},c}(i) < 0$, thì thiết bị UE dừng truyền tín hiệu P-SRS

hoặc tín hiệu A-SRS trong tập hợp ô C_2 và định tỷ lệ cho giá trị $\hat{P}_{\text{SRS},c}(i)$ của ô c trong tập hợp ô C_1 trong khung con SF i sao cho đáp ứng điều kiện $\sum_{c \in C_1} w(i) \cdot \hat{P}_{\text{SRS},c}(i) \leq \hat{P}_{\text{CMAX}}(i)$. Việc truyền tín hiệu A-SRS trong ô mà trong đó thiết bị

UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL được ưu tiên theo sự phân định công suất để truyền tín hiệu P-SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.

Cơ chế xác định tín hiệu định thời việc truyền tín hiệu A-SRS

Các phương án thực hiện sáng chế xem xét cơ chế xác định tín hiệu định thời việc truyền tín hiệu A-SRS.

Đối với ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, việc truyền tín hiệu A-SRS được khởi động bằng định dạng thông tin DCI trên liên kết DL, như định dạng thông tin DCI trên liên kết DL 1A/2B/2C/2D, định dạng thông tin này cũng lập lịch biểu truyền dữ liệu trong các khối TB cho thiết bị UE. Có khả năng xảy ra trường hợp là, trong cùng một khung con SF, thiết bị UE sẽ phải truyền thông tin HARQ-ACK trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền kênh PUCCH (ô PCell hoặc ô PSCell), và truyền tín hiệu A-SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Khi đó,

đặc biệt là khi số lượng ô mà trong đó thiết bị UE có thể đồng thời truyền tín hiệu trên liên kết UL trong khung con SF có giá trị nhỏ, như 1 hoặc 2 ô, thiết bị UE không thể truyền cả tín hiệu SRS lẫn thông tin HARQ-ACK vì vượt quá khả năng của thiết bị UE để đồng thời truyền tín hiệu trên liên kết UL trong các ô khác nhau, thì thiết bị UE sẽ ưu tiên truyền thông tin HARQ-ACK, ví dụ trong ô PCell hoặc trong ô PSCell, và dừng truyền tín hiệu A-SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Vì cơ chế hỗ trợ truyền tín hiệu A-SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL chủ yếu có lợi cho các cấu hình UL-DL trong hệ thống truyền thông TDD có nhiều khung con SF trên liên kết DL và có ít khung con SF trên liên kết UL (các cấu hình UL-DL trong hệ thống truyền thông TDD dành sự ưu tiên nhiều hơn cho liên kết DL), nên thiết bị UE thường là không thể truyền tín hiệu A-SRS.

Theo giải pháp thứ nhất, tín hiệu định thời việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô thứ nhất mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL có thể được điều chỉnh tùy thuộc vào việc thời gian truyền tín hiệu A-SRS có trùng với thời gian truyền kênh PUSCH/PUCCH trong ô thứ hai hay không, ít nhất là khi thiết bị UE cần phải dừng truyền tín hiệu A-SRS vì thiết bị UE không thể đồng thời truyền tín hiệu trong ô thứ nhất và trong ô thứ hai. Vì vậy, để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS bằng định dạng thông tin DCI trên liên kết DL được truyền trong khung con SF n , thì thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF đầu tiên đáp ứng điều kiện $n + k$, $k \geq 4$ và $(10 \cdot n_f + k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset},1}) \bmod T_{\text{SRS},1} = 0$ với $T_{\text{SRS},1} > 2$, hoặc điều kiện $(k_{\text{SRS}} - T_{\text{offset},1}) \bmod 5 = 0$ với $T_{\text{SRS},1} = 2$, và còn đáp ứng điều kiện là thiết bị UE không dừng truyền tín hiệu A-SRS. Nói cách khác, theo một phương án thực hiện sáng chế, thiết bị UE xác định giá trị k đáp ứng điều kiện là khung con đầu tiên $n + k$, $k \geq 4$ không có thông tin HARQ-ACK cho nhiều hơn một ô phục vụ.

Fig.10 thể hiện sơ đồ định thời việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL theo một số phương án thực hiện sáng chế. Phương án được thể hiện trên Fig.10 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết UL, ngoài việc truyền tín hiệu SRS, sử dụng cấu hình UL-DL trong hệ thống truyền thông TDD 2. Thiết bị UE được tạo cấu hình với $I_{\text{SRS}} = 2$ tương ứng với $T_{\text{SRS},1} = 2$ và $T_{\text{offset},1} = 1, 2$ để truyền tín hiệu SRS trong ô này. Thiết bị UE phát hiện thấy định dạng thông tin DCI khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF $n = 3$ 1010. Thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF $n = 7$ 1020 khi thiết bị UE có thể truyền tín hiệu A-SRS dựa vào khả năng của thiết bị UE để truyền toàn bộ tín hiệu truyền trên liên kết UL trong số lượng ô tương ứng. Nếu thiết bị UE không thể truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF $n + 4 = 7$ dựa vào khả năng của thiết bị UE để truyền toàn bộ tín hiệu truyền trên liên kết UL trong số lượng ô tương ứng, thì thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF đặc biệt $n = 1$ 1030 của khung kế tiếp giả sử rằng khung con SF đặc biệt $n = 1$ có hai hoặc nhiều hơn hai ký hiệu UpPTS.

Giải pháp thứ nhất dựa vào khả năng của nút eNB thu tín hiệu A-SRS được truyền từ thiết bị UE để xác định về việc thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS hay không. Ví dụ, khả năng đó có thể cần được xác định trong trường hợp thiết bị UE không phát hiện thấy định dạng thông tin DCI kế tiếp trên liên kết DL hoặc định dạng thông tin DCI trên liên kết UL sẽ gây ra hậu quả là thiết bị UE truyền kênh PUCCH hoặc kênh PUSCH trong khung con SF đầu tiên trong ô thứ hai và thiết bị UE còn hoãn hoặc dừng truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF đầu tiên trong ô thứ nhất. Tình trạng mập mờ như vậy cũng có thể xảy ra khi truyền tín hiệu P-SRS và có thể dẫn đến việc phát hiện nhầm định dạng thông tin DCI trên liên kết DL hoặc định dạng thông tin DCI trên liên kết UL của thiết bị UE gây ra hậu quả là thiết bị UE truyền kênh PUCCH hoặc kênh PUSCH bị lỗi và thiết bị UE dừng truyền tín hiệu P-SRS do thiết bị UE không có khả năng để đồng thời truyền tín hiệu trong nhiều ô.

Theo giải pháp thứ hai, để tránh được việc nút eNB phải xác định xem thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS (hoặc tín hiệu P-SRS) hay không, thì việc truyền tín hiệu A-SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL có thể luôn luôn được thực hiện trong khe UpPTS của khung con SF đặc biệt. Khe này cũng có thể có độ trễ do điều hưởng lại, tùy thuộc vào giá trị tương ứng của độ trễ do điều hưởng lại, vì khoảng GP của khung con SF đặc biệt có thể được sử dụng

để điều hướng lại theo sóng mang truyền tín hiệu SRS và các ký hiệu UpPTS cuối cùng hoặc các ký hiệu đầu tiên của khung con SF kế tiếp có thể được sử dụng để điều hướng lại theo sóng mang khác. Trong ví dụ thứ nhất, việc truyền tín hiệu A-SRS luôn luôn được thực hiện trong khung con SF đầu tiên đáp ứng điều kiện $n + k, k \geq 4$. Trong trường hợp khe UpPTS có nhiều hơn một ký hiệu, thì ký hiệu UpPTS để truyền tín hiệu A-SRS (hoặc để truyền tín hiệu P-SRS) có thể làm cho thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn hoặc được xác định từ thông tin C-RNTI dành cho thiết bị UE. Ví dụ, với N_{UpPTS} ký hiệu UpPTS, thiết bị UE có thể xác định chỉ số của ký hiệu UpPTS để truyền tín hiệu A-SRS theo công thức $n_{\text{C-RNTI}} \bmod N_{\text{UpPTS}}$, trong đó $n_{\text{C-RNTI}}$ là thông tin C-RNTI dành cho thiết bị UE. Ngoài ra, số lượng ký hiệu UpPTS mà trong đó thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS có thể được xác định dựa vào các tầng cao hơn. Trong ví dụ thứ hai, các giá trị độ lệch khung con SF của tín hiệu A-SRS có thể có thay đổi như được thể hiện trong bảng 6. Với $T_{\text{SRS},1} = 2$ hoặc $T_{\text{SRS},1} = 5$, không cần phải cung cấp chỉ số cấu hình SRS trong trường hợp có một ký hiệu UpPTS trong khung con SF đặc biệt.

Bảng 6: Chu kỳ của tín hiệu SRS dành riêng cho thiết bị UE $T_{\text{SRS},1}$ và cấu hình độ lệch khung con SF $T_{\text{offset},1}$ của tín hiệu A-SRS trong hệ thống TDD

Chỉ số cấu hình SRS I_{SRS}	Chu kỳ của tín hiệu SRS $T_{\text{SRS},1}$ (tính theo số lượng SF)	Độ lệch khung con SF của tín hiệu SRS trong khe UpPTS có 1 ký hiệu $T_{\text{offset},1}$	Độ lệch khung con SF của tín hiệu SRS trong khe UpPTS có 2 ký hiệu $T_{\text{offset},1}$
0	Dự trữ	Dự trữ	Dự trữ
1	2	0	0
2	2	Dự trữ	1
3	2	0	0
4	2	Dự trữ	1
5	2	0	0
6	2	Dự trữ	1
7	2	Dự trữ	Dự trữ
8	2	Dự trữ	Dự trữ
9	2	Dự trữ	Dự trữ
10 – 14	5	0 với $I_{\text{SRS}} = 10$, dự trữ với giá trị I_{SRS} khác	0 với $I_{\text{SRS}} = 10$, 1 với $I_{\text{SRS}} = 11$, dự trữ với giá trị I_{SRS} khác
15 – 24	10	0 với $I_{\text{SRS}} = 10$, 5 với $I_{\text{SRS}} = 20$, dự trữ với giá trị I_{SRS} khác	0/1 với $I_{\text{SRS}} = 10/11$, 5/6 với $I_{\text{SRS}} = 20/21$, dự trữ với giá trị I_{SRS} khác
25 – 31	Dự trữ	Dự trữ	Dự trữ

Theo giải pháp thứ ba, khi thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong ô thứ nhất trong khung con SF và thiết bị UE cũng được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH trong ô thứ hai trong khung con SF, và vượt quá khả năng của thiết bị UE để đồng thời truyền tín hiệu trong một số lượng ô, thì thiết bị UE có thể được tạo cấu hình để đục lỗ/dừng truyền kênh PUSCH hoặc kênh

PUCCH trong ô thứ hai trong các ký hiệu của khung con SF mà trong đó thiết bị UE truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong ô thứ nhất hoặc dùng truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS. Ví dụ, khi được tạo cấu hình, thiết bị UE dùng truyền kênh PUCCH hoặc kênh PUSCH trong ô thứ hai trong ký hiệu SF cuối cùng và thiết bị UE truyền tín hiệu P-SRS hoặc tín hiệu A-SRS trong ký hiệu SF cuối cùng của ô thứ nhất. Việc dùng truyền kênh PUCCH hoặc kênh PUSCH trong ô thứ hai trong ký hiệu SF cuối cùng được áp dụng ngay cả trong các khung con SF không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ hai hoặc ngay cả khi dải thông để truyền kênh PUSCH/PUCCH không trùng với dải thông lớn nhất dành riêng cho ô để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ hai. Đối với việc truyền kênh PUCCH theo định dạng 2, khi thiết bị UE không đọc lỗ ký hiệu SF cuối cùng theo chế độ ngầm định, thì quá trình hoạt động của hệ thống có thể xác định rằng thiết bị UE phải dùng truyền tín hiệu SRS hoặc kênh PUCCH theo định dạng 2.

Fig.11 thể hiện sơ đồ đọc lỗ ký hiệu SF cuối cùng truyền kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH trong ô thứ hai để truyền tín hiệu SRS trong ô thứ nhất theo một số phương án thực hiện sáng chế. Phương án được thể hiện trên Fig.11 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Thiết bị UE truyền kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH trong ô thứ hai và tín hiệu SRS trong ô thứ nhất trong cùng một khung con SF. Nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình để dùng truyền kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH trong ký hiệu SF cuối cùng và truyền tín hiệu SRS trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Thiết bị UE dùng truyền kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH trong ký hiệu SF cuối cùng 1110 trong ô thứ hai và thiết bị UE truyền tín hiệu SRS trong ô thứ nhất 1120.

Khi độ trễ do điều hướng lại có giá trị đủ lớn khiến cho thiết bị UE phải điều hướng lại theo sóng mang truyền tín hiệu SRS từ sóng mang truyền kênh PUCCH trước khi hoàn thành việc truyền kênh PUCCH (nghĩa là, trước khi kết thúc khung con SF) hoặc khiến cho thiết bị UE phải điều hướng lại từ sóng mang truyền tín hiệu SRS sang sóng mang truyền kênh PUCCH sau khi bắt đầu truyền kênh PUCCH (nghĩa là, sau khi bắt đầu khung con SF), thì không thể thực hiện được việc dồn kênh trực giao ở miền thời gian cho các tín hiệu truyền trên kênh PUCCH từ thiết bị UE này với các tín hiệu truyền trên

kênh PUCCH từ các thiết bị UE khác sử dụng các mã phủ trực giao trong mỗi khe của khung con SF, đặc biệt là khi các thiết bị UE khác nhau cần có các độ trễ do điều hưởng lại khác nhau tùy theo khả năng của thiết bị.

Để vẫn có thể dồn kênh trực giao cho các tín hiệu truyền trên kênh PUCCH trong cùng một cặp khối PRB, bất kể độ trễ do điều hưởng lại, và tránh được các hiệu ứng khoảng cách gần-xa đối với các kênh PUCCH thu được được truyền từ các thiết bị UE khác nhau, thì có thể hạn chế việc dồn kênh chỉ ở miền dịch chuyển tuần hoàn bằng cách không dồn kênh trực giao ở miền thời gian nhờ sử dụng các mã phủ trực giao (*OCC: Orthogonal Covering Code*) khác nhau. Cách phân định tài nguyên thu được và cấu trúc của bộ truyền tín hiệu và bộ thu tín hiệu trên kênh PUCCH tương ứng được mô tả trong tài liệu tham khảo REF 6 làm giảm chi phí cho các thiết bị UE vì các thiết bị UE có thể chỉ truyền tín hiệu trong một phần nhỏ của dải thông hệ thống. Nói chung, phương pháp không dồn kênh trực giao có thể được áp dụng cho mọi loại ứng dụng.

Cơ chế khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS

Các phương án thực hiện sáng chế xem xét cơ chế khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS.

Theo giải pháp thứ nhất, tín hiệu A-SRS được truyền từ thiết bị UE trong ô không truyền tín hiệu khác trên liên kết UL từ thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào định dạng thông tin DCI trên liên kết DL, như các định dạng thông tin DCI trên liên kết DL 1A/2B/2C/2D, để lập lịch biểu truyền kênh PDSCH trong ô này. Định dạng thông tin DCI trên liên kết UL tạo cấu hình cho tín hiệu A-SRS được truyền chỉ trong ô mà trong đó kênh PUSCH liên quan được truyền.

Theo giải pháp thứ hai, nút eNB có thể cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với thông tin RNTI dùng chung cho các thiết bị UE để xáo trộn ký tự CRC trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS (thông tin SRS-RNTI) trong một nhóm thiết bị UE. Giải pháp này có thể cho phép nút eNB khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ một nhóm thiết bị UE không truyền các định dạng thông tin DCI trên liên kết DL tương ứng để lập lịch biểu truyền kênh PDSCH liên quan đến nhóm thiết bị UE này và có thể cho phép nút eNB thu được thông tin CSI trước khi lập lịch biểu (hoặc không lập lịch biểu) truyền kênh PDSCH cho

các thiết bị UE trong nhóm thiết bị UE này. Thiết bị UE có thể được tạo cấu hình có nhiều hơn một vị trí trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE tương ứng với các thông tin chỉ báo khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS tương ứng trong một hoặc nhiều ô tương ứng có thể có một hoặc hai ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH và không được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH. Thiết bị UE có thể được tạo cấu hình có nhiều hơn một thông tin SRS-RNTI tương ứng với thông tin khởi động việc truyền tín hiệu SRS trong nhiều hơn một nhóm gồm một hoặc nhiều ô tương ứng.

Nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với thông tin SRS-RNTI để xáo trộn ký tự CRC trong định dạng thông tin DCI. Ví dụ, định dạng thông tin DCI có thể có kích thước giống như định dạng thông tin DCI 0/1A, hoặc định dạng thông tin DCI 3/3A. Điều này có thể tránh làm tăng số lượng thao tác giải mã kênh PDCCH mà thiết bị UE cần phải thực hiện trong khung con SF. Nút eNB cũng cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với chỉ số *Index-SRS* cho thiết bị UE để xác định vị trí của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS cho thiết bị UE trong định dạng thông tin DCI. Số lượng bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS có thể được định trước trong quá trình hoạt động của hệ thống hoặc được cung cấp cho thiết bị UE. Ví dụ, số lượng bit khởi động việc truyền tín hiệu SRS có thể là một bit với thiết bị UE có một anten truyền và là hai bit với thiết bị UE có nhiều hơn một anten truyền. Thiết bị UE có thể được tạo cấu hình có nhiều vị trí cho các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một số lượng ô tương ứng mà trong đó vị trí của mỗi ô có thể được xác định, ví dụ, theo thứ tự tăng dần của chỉ số ô hoặc được xác định riêng biệt cho từng ô. Ví dụ, với 16 thiết bị UE trong một nhóm thiết bị UE, đối với định dạng thông tin DCI có 32 bit, và với 2 bit để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một ô, nút eNB có thể cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với bit thứ năm và bit thứ sáu dùng làm các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS bằng cách thiết lập giá trị của chỉ số *Index-SRS* để chỉ báo cặp bit thứ ba. Ví dụ, với 4 thiết bị UE trong một nhóm thiết bị UE, đối với định dạng thông tin DCI có 32 bit, và với 2 bit để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một ô, nút eNB có thể cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với tám bit thứ hai dùng làm các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong bốn ô bằng cách thiết lập giá trị của chỉ số *Index-SRS* để chỉ báo tám bit thứ hai.

Số lượng bit biểu thị lệnh TPC để truyền tín hiệu SRS cũng có thể được đưa vào trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI. Số lượng bit biểu thị lệnh TPC có thể là bằng nhau đối với mỗi thiết bị UE và có thể được xác định trong quá trình hoạt động của hệ thống, ví dụ như hai bit trong định dạng thông tin DCI 3 hoặc một bit trong định dạng thông tin DCI 3A. Sau đó, trong khung con SF trên liên kết DL hoặc khung con SF đặc biệt, hoặc trong các khung con SF trên liên kết DL hoặc các khung con SF đặc biệt định trước theo chu kỳ truyền tín hiệu A-SRS, thiết bị UE có thể cố gắng phát hiện định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE và xác định xem thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS trong ô tương ứng hay không, xác định tập hợp thông số tương ứng trong trường hợp có truyền tín hiệu A-SRS trong ô đó, và xác định lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền cho tín hiệu A-SRS hoặc tín hiệu P-SRS trong ô đó.

Ví dụ thứ nhất, số lượng bit biểu thị lệnh TPC để truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE có thể là liên tiếp với số lượng bit tạo cấu hình cho tín hiệu A-SRS được truyền từ thiết bị UE. Ví dụ thứ hai, các bit biểu thị lệnh TPC có thể nằm ở sau các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS đối với tất cả các thiết bị UE và mỗi thiết bị UE có thể tìm ra vị trí của các bit biểu thị lệnh TPC dựa vào vị trí của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS. Ví dụ, với 8 thiết bị UE trong một nhóm thiết bị UE, đối với định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE có 32 bit, và với 2 bit để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một ô và 2 bit biểu thị lệnh TPC, thiết bị UE được tạo cấu hình với bit thứ năm và bit thứ sáu dùng làm các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS có thể xác định rằng các bit biểu thị lệnh TPC là bit thứ bảy trong số tám bit theo ví dụ thứ nhất hoặc hai mươi bit thứ nhất và hai mươi bit thứ hai theo ví dụ thứ hai. Ví dụ, với 4 thiết bị UE trong một nhóm thiết bị UE, đối với định dạng thông tin DCI có 32 bit, và với 2 bit để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một ô và 2 bit biểu thị lệnh TPC, nút eNB có thể cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với tám bit thứ hai dùng làm các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS và các bit biểu thị lệnh TPC trong hai ô bằng cách thiết lập giá trị chỉ số *Index-SRS* để chỉ báo tám bit thứ hai. Thứ tự của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS và các bit biểu thị lệnh TPC cũng có thể được hoán đổi cho nhau. Giải pháp này có thể được áp dụng cho thiết bị UE để xác định vị trí trong định dạng thông tin DCI 3/3A có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin TPC-SRS-RNTI

biểu thị lệnh TPC để truyền tín hiệu SRS trong ô tương ứng.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện nội dung của định dạng thông tin DCI có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI để chỉ báo về việc thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS trong một ô hay không theo một số phương án thực hiện sáng chế. Phương án được thể hiện trên Fig.12 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với thông tin SRS-RNTI biểu thị định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE và vị trí trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong ô 1210. Nút eNB xác định các thiết bị UE trong một nhóm thiết bị UE để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS tương ứng trong khung con SF 1220. Nút eNB thiết lập giá trị của các bit dựa vào trường hợp nút eNB có khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE hay không 1230. Ví dụ, với hai bit liên quan đến một ô, nút eNB thiết lập giá trị bằng '00' khi nút eNB không khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô tương ứng, và nút eNB thiết lập giá trị khác '00' khi nút eNB khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô tương ứng theo cấu hình tương ứng với giá trị của hai bit này. Nút eNB truyền định dạng thông tin DCI có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI 1240.

Thiết bị UE thu nhận, từ nút eNB, cấu hình của thông tin SRS-RNTI biểu thị định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE và biểu thị vị trí trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô 1250. Thiết bị UE phát hiện thấy định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI 1260. Thiết bị UE thu nhận giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS 1270. Khi giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS bằng '00', thì thiết bị UE không truyền tín hiệu A-SRS trong ô tương ứng, và khi giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS không phải bằng '00', thì thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trong ô tương ứng theo các thông số tương ứng với giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS. Ví dụ được thể hiện trên Fig.12 giả sử rằng thiết bị UE được tạo cấu hình có một ô để truyền tín hiệu SRS.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện nội dung của định dạng thông tin DCI có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI để chỉ báo về việc thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS trong một ô hay không và chỉ báo lệnh TPC để thiết bị UE áp dụng cho công suất truyền tín hiệu SRS theo một số phương án thực hiện sáng chế. Phương án được thể hiện trên Fig.13 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với thông tin SRS-RNTI biểu thị định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE, vị trí trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong một ô, và các lệnh TPC cho thiết bị UE để xác định mức điều chỉnh công suất truyền tín hiệu SRS 1310. Nút eNB xác định các thiết bị UE trong một nhóm thiết bị UE để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS tương ứng và xác định các lệnh TPC tương ứng để điều chỉnh công suất 1320. Nút eNB thiết lập giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS (ví dụ, khối bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS) dựa vào trường hợp nút eNB có khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô tương ứng hay không 1330. Nút eNB truyền định dạng thông tin DCI có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI 1340.

Thiết bị UE thu nhận, từ nút eNB, cấu hình của thông tin RS-RNTI biểu thị định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE và biểu thị vị trí trong định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong một ô và lệnh TPC để điều chỉnh công suất tương ứng 1350. Thiết bị UE phát hiện thấy định dạng thông tin DCI chung cho các thiết bị UE có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI 1360. Thiết bị UE thu nhận giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS (ví dụ, khối bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS) và các bit biểu thị lệnh TPC (ví dụ, khối bit biểu thị lệnh TPC) 1370. Khi giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS bằng '00', thì thiết bị UE không truyền tín hiệu A-SRS trong ô, và khi giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS không phải bằng '00', thì thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trong ô với mức điều chỉnh công suất được xác định từ lệnh TPC và theo các thông số tương ứng với giá trị của các bit 1380. Các thông số được tạo cấu hình dựa vào giá trị của các bit từ nút eNB dựa vào các

tăng cao hơn hoặc được xác định trong quá trình hoạt động của hệ thống. Thiết bị UE có thể xử lý lệnh TPC ngay cả khi thiết bị UE không được khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS. Ví dụ được thể hiện trên Fig.13 giả sử rằng thiết bị UE được tạo cấu hình có một ô để truyền tín hiệu SRS.

Do không có định dạng thông tin DCI trên liên kết UL để tạo cấu hình cho tín hiệu A-SRS truyền từ thiết bị UE trong một ô mà không truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, nên có thể chỉ có một cấu hình để truyền tín hiệu A-SRS vì chỉ có một bit trong định dạng thông tin DCI trên liên kết DL để chỉ báo việc thiết bị UE có truyền tín hiệu A-SRS hay không. Đối với thiết bị UE có nhiều anten truyền, điều này có nghĩa là không có sự linh hoạt để xác định động một tập hợp cổng anten của thiết bị UE dùng để truyền tín hiệu A-SRS và tập hợp đó cần phải được chỉ báo dựa vào các tầng cao hơn. Ví dụ, không có sự linh hoạt để cho nút eNB tạo cấu hình động cho trường hợp 1 hay 2 cổng anten được sử dụng cho thiết bị UE để truyền tín hiệu A-SRS khi có hai cổng anten truyền của thiết bị UE hoặc cho trường hợp 1, 2 hay 4 cổng anten được sử dụng cho thiết bị UE để truyền tín hiệu A-SRS khi có bốn cổng anten truyền của thiết bị UE. Ngoài ra, không có sự linh hoạt để tạo cấu hình động cho dải thông dùng để truyền tín hiệu A-SRS. Điều này đặc biệt bất lợi trong trường hợp có nhiều cổng anten truyền của thiết bị UE vì có thể xảy ra trường hợp thiết bị UE không thể đồng thời truyền tín hiệu SRS từ tất cả các cổng anten và vì công suất để truyền tín hiệu SRS, công suất này có thể thường nhỏ hơn so với công suất truyền lớn nhất có thể sử dụng trong trường hợp thiết bị UE cũng truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, cần phải được phân chia đồng đều cho các cổng anten truyền của thiết bị UE và có thể thường ưu tiên phân định dải thông để truyền tín hiệu A-SRS nhỏ hơn so với dải thông lớn nhất để đạt được mật độ phổ công suất tương đối lớn để truyền tín hiệu A-SRS.

Các quy định hạn chế nêu trên đối với việc tạo cấu hình động cho các thông số để truyền tín hiệu A-SRS có thể được giảm nhẹ bằng cách cho phép tạo cấu hình động cho tập hợp thông số để truyền tín hiệu A-SRS hoặc bằng cách cho phép tạo cấu hình để truyền tín hiệu A-SRS trong nhiều khung con SF kết hợp với bước nhảy tần số. Việc tạo cấu hình động cho tập hợp thông số được phép thực hiện bằng cách tăng số lượng bit khởi động việc truyền tín hiệu SRS trong các định dạng thông tin DCI trên liên kết DL

thêm từ 1 đến 2 bit hoặc nhiều bit hơn nữa khi thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền các tín hiệu A-SRS trong các ô không truyền tín hiệu khác trên liên kết UL hoặc bằng cách sử dụng định dạng thông tin DCI mới có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI có thể liên hệ với nhiều hơn một bit để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong ô tương ứng. Ví dụ, trong trường hợp có 2 bit, ánh xạ lên các cấu hình của các thông số có thể giống như được thể hiện trong bảng 2. Thông tin SRS-RNTI có thể được gọi là thông tin SRS-TPC-RNTI.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô phục vụ để truyền song công phân thời (TDD) bao gồm ít nhất một bộ xử lý và ít nhất một bộ thu phát được kết nối hoạt động với ít nhất một bộ xử lý. Ít nhất một bộ thu phát được tạo cấu hình để thu thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) sử dụng định dạng thông tin DCI chứa thông tin thứ nhất biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS), và truyền tín hiệu SRS dựa vào thông tin DCI.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, tín hiệu SRS được truyền trong ô phục vụ mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền kênh dùng chung liên kết lên vật lý (*PUSCH: Physical Uplink Shared Channel*)/kênh điều khiển liên kết lên vật lý (*PUCCH: Physical Uplink Control Channel*).

Theo các phương án thực hiện sáng chế, thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu SRS chỉ báo về việc thiết bị UE có truyền tín hiệu SRS không tuần hoàn (A-SRS) trong ô phục vụ hay không. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, khi thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu SRS có giá trị dương, tín hiệu SRS được truyền tương ứng với thông tin thứ hai này là tín hiệu A-SRS, và khi thông tin thứ hai biểu thị yêu cầu SRS có giá trị bằng không, tín hiệu SRS được truyền tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn.

Nút eNB có thể cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu A-SRS trong một số lượng ký hiệu trong số nhiều ký hiệu trong một khung con SF hoặc trong nhiều khung con SF, từ các cổng anten giống nhau hoặc từ các cổng anten khác nhau, ít nhất là khi mỗi tín hiệu SRS được truyền trên một dải thông nhỏ hơn so với dải thông lớn nhất để truyền tín hiệu mà nút eNB chỉ báo bằng cấu hình của dải thông dành riêng cho ô để truyền tín hiệu SRS như được thể hiện trong bảng 1. Ví dụ, khi tín

hiệu A-SRS được truyền được tạo cấu hình trên một nửa dải thông lớn nhất để truyền tín hiệu, thì việc truyền tín hiệu diễn ra trong hai ký hiệu liên tiếp của một khung con SF, như khung con SF đặc biệt, hoặc trong các khung con SF liên tiếp và có các bước nhảy tần số giữa hai nửa của dải thông lớn nhất để truyền tín hiệu. Ví dụ, khi thiết bị UE có hai cổng anten và không thể đồng thời truyền tín hiệu SRS từ hai cổng anten đó, thì việc truyền tín hiệu SRS có thể diễn ra trong hai ký hiệu liên tiếp của một khung con SF, như khung con SF đặc biệt, hoặc trong các khung con SF liên tiếp và được truyền từ cổng anten thứ nhất trong ký hiệu thứ nhất và từ cổng anten thứ hai trong ký hiệu thứ hai. Thông thường, khi nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình với dải thông để truyền tín hiệu SRS có $m_{\text{SRS},b}^c$ khối RB trong một ô và nút eNB chỉ báo dải thông lớn nhất để truyền tín hiệu SRS có $m_{\text{SRS},0}^c$ khối RB trong ô, thì thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trên $m_{\text{SRS},0}^c/m_{\text{SRS},b}^c$ khung con SF có bước nhảy tần số trên mỗi ký hiệu truyền tín hiệu SRS trong mỗi dải thông trong số $m_{\text{SRS},0}^c/m_{\text{SRS},b}^c$ dải thông truyền tín hiệu SRS của $m_{\text{SRS},b}^c$ khối RB tạo nên $m_{\text{SRS},0}^c$ khối RB trong ô. Việc bước nhảy tần số hoặc truyền tín hiệu trên nhiều ký hiệu hoặc trên nhiều khung con SF có được kích hoạt hay không có thể cho phép thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn hoặc có thể liên quan đến một tập hợp thông số khi có nhiều tập hợp thông số để truyền tín hiệu A-SRS trong trường hợp khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một ô sử dụng nhiều hơn một bit.

Cũng có thể xảy ra trường hợp thiết bị UE không được tạo cấu hình có bước nhảy tần số hoặc truyền tín hiệu A-SRS trên nhiều ký hiệu để truyền tín hiệu A-SRS trên dải thông lớn nhất để truyền tín hiệu SRS. Trong ví dụ thứ nhất, dải thông để truyền tín hiệu SRS có thể được liên hệ với một khung con SF mà trong đó định dạng thông tin DCI để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS được truyền. Ví dụ, với cùng một giá trị của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS, thiết bị UE có thể truyền tín hiệu A-SRS trong dải thông thứ nhất khi thiết bị UE phát hiện thấy định dạng thông tin DCI để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một khung con SF với chỉ số là số chẵn và thiết bị UE có thể truyền tín hiệu A-SRS trong dải thông thứ hai khi thiết bị UE phát hiện thấy định dạng thông tin DCI để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong một khung con SF với chỉ

số là số lẻ. In Trong ví dụ thứ hai, đối với nhiều hơn một bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS, giá trị thứ nhất của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS có thể được liên hệ với tập hợp thông số thứ nhất để chỉ báo dải thông thứ nhất để truyền tín hiệu A-SRS hoặc tập hợp công anten thứ nhất và giá trị thứ hai của các bit khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS có thể được liên hệ với tập hợp thông số thứ hai để chỉ báo dải thông thứ hai để truyền tín hiệu A-SRS hoặc tập hợp công anten thứ hai.

Fig.14 thể hiện sơ đồ truyền tín hiệu A-SRS, được khởi động bằng một định dạng thông tin DCI, trong nhiều khung con SF sử dụng bước nhảy tần số theo một số phương án thực hiện sáng chế. Phương án được thể hiện trên Fig.14 chỉ là ví dụ. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế.

Nút eNB truyền qua thông tin hệ thống để báo hiệu cấu hình 3 của dải thông để truyền tín hiệu SRS 1400 có dải thông lớn nhất để truyền tín hiệu SRS có 72 khối RB 1402. Không có tín hiệu SRS được truyền trong các khối RB ở trong dải thông hệ thống 1406, 1408. Thiết bị UE được tạo cấu hình dựa vào các tầng cao hơn để truyền tín hiệu A-SRS trên dải thông thứ nhất có 24 khối RB 1410 trong khung con SF thứ nhất. Vị trí dải thông để truyền tín hiệu A-SRS trong khung con SF thứ nhất có thể được cung cấp cho thiết bị UE từ các tầng cao hơn hoặc có thể được định trước, ví dụ như vị trí dải thông gồm 24 khối RB có chỉ số thấp nhất. Nút eNB cung cấp thông tin sao cho thiết bị UE được tạo cấu hình, hoặc là dựa vào một cấu hình độc lập hoặc là dựa vào thông tin chỉ báo một tập hợp thông số để truyền tín hiệu A-SRS, để truyền tín hiệu A-SRS có bước nhảy tần số trên ba khung con SF sao cho dải thông lớn nhất có 72 khối RB được báo hiệu từ thiết bị UE. Thiết bị UE truyền tín hiệu A-SRS trong 24 khối RB có chỉ số lớn nhất trong khung con SF thứ hai 1420 và truyền tín hiệu A-SRS trong 24 khối RB ở giữa của 72 khối RB trong khung con SF thứ ba 1430.

Khi ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu SRS và thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền bất kỳ tín hiệu nào khác trên liên kết UL cần có một nhóm TAG khác với một ô bất kỳ trong số các ô mà trong đó thiết bị UE cũng được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL, thì thiết bị UE cũng có thể truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (*RA: Random Access*) trên kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý (*PRACH: Physical Random Access Channel*) trong ô tương ứng với thứ tự của

kênh PDCCH từ nút eNB để cho nút eNB cung cấp cho thiết bị UE một giá trị điều chỉnh sớm tín hiệu định thời (*TA: Timing Advance*) thích hợp thông qua thông báo hồi đáp truy nhập ngẫu nhiên (*RAR: Random Access Response*) để truyền tín hiệu SRS trong ô này. Vì vậy, có thể xảy ra trường hợp thiết bị UE được tạo cấu hình để chỉ truyền tín hiệu SRS trong một ô cần phải hỗ trợ thêm cho việc truyền kênh PRACH trong ô đó. Trong trường hợp như vậy, thiết bị UE có thể ưu tiên truyền kênh PRACH trong ô so với việc truyền các tín hiệu khác, ngoài việc truyền kênh PRACH, trong các ô còn lại khi thiết bị UE cần phải dừng truyền tín hiệu theo khả năng của thiết bị UE để truyền toàn bộ tín hiệu truyền trong các ô khác nhau trong cùng một khung con SF. Có thể tránh được yêu cầu phải truyền kênh PRACH trong ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để chỉ truyền tín hiệu SRS, thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH/PUCCH, bằng cách hạn chế không cho ô này thuộc về cùng một nhóm TAG với ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền kênh PUSCH/PUCCH.

Thiết bị UE có thể xác định công suất ban đầu để truyền tín hiệu SRS có chuyển đổi sóng mang sau khi thiết bị UE truyền kênh PRACH trong ô c như sau.

Đối với khung con SF thứ nhất $i=0$ để truyền tín hiệu SRS trong ô c , $f_c(0) = \Delta P_{\text{rampup},c} + \delta_{\text{SRS},c}$, trong đó $\delta_{\text{SRS},c}$ là giá trị của lệnh TPC trong định dạng thông tin DCI 3/3A (có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI),

$\Delta P_{\text{rampup},c} = \min[\{\max(0, P_{\text{CMAX},c} - (10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} PL_c)\}, \Delta P_{\text{rampuprequested},c}]$, $M_{\text{SRS},c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS thứ nhất, và $\Delta P_{\text{rampuprequested},c}$ được cung cấp từ các tầng cao hơn và tương ứng với mức công suất dốc lên của tổng công suất theo yêu cầu từ các tầng cao hơn từ lần truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên đầu tiên đến lần truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên cuối cùng trong ô c . Để truyền tín hiệu SRS có chuyển đổi sóng mang không có định dạng thông tin DCI liên quan có ký tự CRC được xáo trộn với thông tin SRS-RNTI, $\delta_{\text{SRS},c} = 0$. Nói cách khác, theo một phương án thực hiện sáng chế, $f_c(0) = \Delta P_{\text{rampup},c}$.

Sáng chế cho phép truyền tín hiệu SRS từ thiết bị UE trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Sáng chế tạo ra cơ chế điều khiển công suất để truyền tín hiệu SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết UL. Sáng chế cũng đưa ra định

nghĩa về báo cáo PH trong ô mà trong đó thiết bị UE truyền tín hiệu SRS và thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL. Sáng chế còn tạo ra các quy tắc ưu tiên để phân định công suất cho tín hiệu SRS được truyền khi thiết bị UE được tạo cấu hình để đồng thời truyền tín hiệu SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL và trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên liên kết lên (UL). Sáng chế còn tạo ra các cơ chế để định thời việc truyền tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE trong ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL để tránh đồng thời truyền tín hiệu A-SRS trong một ô và truyền kênh dùng chung liên kết lên vật lý (PUSCH)/kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) trong các ô còn lại. Sáng chế tạo ra các cơ chế để khởi động việc truyền tín hiệu A-SRS trong các ô mà trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền tín hiệu khác trên liên kết UL.

Việc sử dụng thuật ngữ bất kỳ khác, như “cơ chế”, “môđun”, “cơ cấu”, “bộ phận”, “thành phần”, “phần tử”, “chi tiết”, “thiết bị”, “máy”, “hệ thống”, “bộ xử lý”, hoặc “bộ điều khiển”, nhưng không chỉ giới hạn ở các thuật ngữ nêu trên, trong yêu cầu bảo hộ được hiểu là đề cập đến các cấu trúc đã biết đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả dựa vào phương án làm ví dụ, nhưng nhiều phương án thay đổi và cải biến khác nhau có thể được tìm ra đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Cần phải hiểu rằng sáng chế bao gồm các phương án thay đổi và cải biến như vậy nằm trong phạm vi được xác định dựa vào các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị người dùng (UE: *User Equipment*) bao gồm:

ít nhất một bộ thu phát được tạo cấu hình để thu, từ trạm cơ sở (BS: *Base Station*), định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI: *Downlink Control Information*) chứa một hoặc nhiều khối bit, mỗi khối bit tương ứng với một thiết bị UE, có một khối bit cho thiết bị UE này, trong đó khối bit bao gồm các bit biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC: *Transmit Power Control*) và các bit biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò không định kỳ (A-SRS: *Aperiodic Sounding Reference Signal*), và

ít nhất một bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển quy trình truyền tín hiệu A-SRS đến trạm BS dựa vào giá trị của các bit biểu thị lệnh TPC và giá trị của các bit biểu thị yêu cầu A-SRS,

trong đó cấu hình thể hiện vị trí của khối bit trong định dạng thông tin DCI được thu bằng thiết bị UE từ trạm BS.

2. Phương pháp vận hành thiết bị người dùng (UE) bao gồm các bước:

thu, từ trạm cơ sở (BS), định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) chứa một hoặc nhiều khối bit, mỗi khối bit tương ứng với một thiết bị UE, có một khối bit cho thiết bị UE này, trong đó khối bit bao gồm các bit biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và các bit biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò không định kỳ (A-SRS); và

điều khiển quy trình truyền tín hiệu A-SRS đến trạm BS dựa vào giá trị của các bit biểu thị lệnh TPC và giá trị của các bit biểu thị yêu cầu A-SRS,

trong đó cấu hình thể hiện vị trí của khối bit trong định dạng thông tin DCI được thu bằng thiết bị UE từ trạm BS.

3. Trạm cơ sở (BS) bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

ít nhất một bộ thu phát được tạo cấu hình để:

truyền, đến thiết bị người dùng (UE), định dạng thông tin điều khiển liên kết

xuống (DCI) chứa một hoặc nhiều khối bit, mỗi khối bit tương ứng với một thiết bị UE, có một khối bit cho thiết bị UE này, trong đó khối bit bao gồm các bit biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và các bit biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò không định kỳ (A-SRS), và

thu tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE được truyền có điều khiển dựa vào giá trị của các bit biểu thị lệnh TPC và giá trị của các bit biểu thị yêu cầu A-SRS,

trong đó cấu hình thể hiện vị trí của khối bit trong định dạng thông tin DCI được truyền bằng trạm BS đến thiết bị UE.

4. Phương pháp vận hành trạm cơ sở (BS) bao gồm các bước:

truyền, đến thiết bị người dùng (UE), định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) chứa một hoặc nhiều khối bit, mỗi khối bit tương ứng với một thiết bị UE, có một khối bit cho thiết bị UE này, trong đó khối bit bao gồm các bit biểu thị lệnh điều khiển công suất truyền (TPC) và các bit biểu thị yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò không định kỳ (A-SRS); và

thu tín hiệu A-SRS từ thiết bị UE được truyền có điều khiển dựa vào giá trị của các bit biểu thị lệnh TPC và giá trị của các bit biểu thị yêu cầu A-SRS,

trong đó cấu hình thể hiện vị trí của khối bit trong định dạng thông tin DCI được truyền bằng trạm BS đến thiết bị UE.

5. Thiết bị UE theo điểm 1, phương pháp theo điểm 2, trạm BS theo điểm 3, hoặc phương pháp theo điểm 4, trong đó mỗi khối bit trong số một hoặc nhiều khối bit tương ứng với một ô phục vụ tương ứng trong số các ô phục vụ của thiết bị UE, và bao gồm các bit biểu thị yêu cầu A-SRS và các bit biểu thị lệnh TPC của ô phục vụ tương ứng, và

trong đó cấu hình thể hiện các vị trí của một hoặc nhiều khối bit.

6. Thiết bị UE theo điểm 1, trong đó ít nhất một bộ thu phát còn được tạo cấu hình để theo dõi định dạng thông tin DCI có ký tự kiểm tra dư thừa tuần hoàn (CRC: *Cyclic Redundancy Check*) được xáo trộn với thông tin TPC-SRS-thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến (TPC-SRS-RNTI: *TPC-SRS-Radio Network Temporary Identifier*), và

trong đó thông tin TPC-SRS-RNTI được chỉ báo từ trạm BS cho thiết bị UE thông qua tín hiệu báo hiệu của tầng cao hơn.

7. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

theo dõi định dạng thông tin DCI có ký tự kiểm tra dư thừa tuần hoàn (CRC) được xáo trộn với thông tin TPC-SRS-thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến (TPC-SRS-RNTI),

trong đó thông tin TPC-SRS-RNTI được chỉ báo từ trạm BS cho thiết bị UE thông qua tín hiệu báo hiệu của tầng cao hơn.

8. Trạm BS theo điểm 3, hoặc phương pháp theo điểm 4, trong đó định dạng thông tin DCI có ký tự kiểm tra dư thừa tuần hoàn (CRC) được xáo trộn với thông tin TPC-SRS-thông tin nhận dạng tạm thời trong mạng vô tuyến (TPC-SRS-RNTI),

trong đó thông tin TPC-SRS-RNTI được chỉ báo từ trạm BS cho thiết bị UE thông qua tín hiệu báo hiệu của tầng cao hơn.

9. Thiết bị UE theo điểm 1, phương pháp theo điểm 2, trạm BS theo điểm 3, hoặc phương pháp theo điểm 4, trong đó các bit biểu thị yêu cầu A-SRS nằm ở sau các bit biểu thị lệnh TPC trong định dạng thông tin DCI.

10. Thiết bị UE theo điểm 1, phương pháp theo điểm 2, trạm BS theo điểm 3, hoặc phương pháp theo điểm 4, trong đó thiết bị UE không được tạo cấu hình để truyền kênh dùng chung liên kết lên vật lý (*PUSCH: Physical Uplink Shared Channel*) và truyền kênh điều khiển liên kết lên vật lý (*PUCCH: Physical Uplink Control Channel*) trong ô phục vụ của thiết bị UE.

11. Thiết bị UE theo điểm 1, phương pháp theo điểm 2, trạm BS theo điểm 3, hoặc phương pháp theo điểm 4, trong đó ít nhất một thông số điều khiển công suất để truyền tín hiệu A-SRS là khác nhau dựa vào trường hợp thiết bị UE truyền cả hai kênh dùng chung liên kết lên vật lý (*PUSCH*) và tín hiệu A-SRS trong ô phục vụ của thiết bị UE, hay truyền tín hiệu A-SRS mà không truyền kênh *PUSCH* trong ô phục vụ này.

12. Thiết bị UE theo điểm 1, phương pháp theo điểm 2, trạm BS theo điểm 3, hoặc

phương pháp theo điểm 4, trong đó công suất truyền của tín hiệu A-SRS được xác định là giá trị nhỏ hơn trong số giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai,

trong đó giá trị thứ nhất là công suất truyền lớn nhất của tín hiệu A-SRS trong ô phục vụ của thiết bị UE,

trong đó giá trị thứ hai được xác định dựa vào các thông số điều khiển công suất bao gồm dải thông để truyền tín hiệu A-SRS trong ô phục vụ, giá trị tổn hao đường truyền đo được trong ô phục vụ, mức điều chỉnh trong lệnh điều khiển công suất truyền trong ô phục vụ được xác định từ lệnh TPC, và các thông số của tầng cao hơn trong ô phục vụ.

13. Thiết bị UE theo điểm 12, phương pháp theo điểm 12, trạm BS theo điểm 12, hoặc phương pháp theo điểm 12, trong đó công suất truyền của tín hiệu A-SRS $P_{\text{SRS},c}(i)$ tính bằng đơn vị deciben trên milioát (dBm) ở thời điểm i và trong ô phục vụ c được xác định dựa vào công thức:

$$P_{\text{SRS},c}(i) = \min\{P_{\text{CMAX},c}(i), 10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c + f_c(i)\} \text{ dBm},$$

$\min\{x, y\}$ là hàm cực tiểu cho kết quả là số nhỏ hơn trong các số x, y ,

$\log_{10}(x)$ là hàm logarit cơ số 10 cho kết quả là logarit cơ số 10 của số x ,

$P_{\text{CMAX},c}(i)$ là công suất truyền lớn nhất ở thời điểm i được xác định dựa vào các tầng cao hơn trong ô phục vụ c ,

$M_{\text{SRS},c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS ở thời điểm i và trong ô phục vụ c ,

$P_{\text{O_SRS},c}(m)$ được xác định dựa vào các tầng cao hơn trong ô phục vụ c , $m = 0$ khi tín hiệu SRS được truyền tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào các tầng cao hơn, và $m = 1$ khi tín hiệu A-SRS được truyền tương ứng với cấu hình được xác định dựa vào định dạng thông tin DCI,

PL_c là giá trị tổn hao đường truyền đo được trong ô phục vụ c ,

$\alpha_{\text{SRS},c}$ được xác định dựa vào các tầng cao hơn cho tín hiệu A-SRS trong ô phục vụ c ,
và

$f_c(i)$ là mức điều chỉnh trong lệnh điều khiển công suất truyền, được xác định từ

lệnh TPC trong định dạng thông tin DCI, để truyền tín hiệu A-SRS ở thời điểm i và trong ô phục vụ c .

14. Thiết bị UE theo điểm 13, phương pháp theo điểm 13, trạm BS theo điểm 13, hoặc phương pháp theo điểm 13, trong đó khoảng dự trữ công suất cho đến công suất tối đa (PH : *Power Headroom*) để truyền tín hiệu A-SRS ở thời điểm i và trong ô phục vụ c được xác định dựa vào công thức:

$$PH_c(i) = P_{\text{CMAX},c}(i) - \{10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}(i)) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c + f_c(i)\}.$$

15. Thiết bị UE theo điểm 13, phương pháp theo điểm 13, trạm BS theo điểm 13, hoặc phương pháp theo điểm 13, trong đó:

$$f_c(0) = \Delta P_{\text{rampup},c},$$

$$\Delta P_{\text{rampup},c} = \min[\{\max(0, P_{\text{CMAX},c} - (10\log_{10}(M_{\text{SRS},c}) + P_{\text{O_SRS},c}(m) + \alpha_{\text{SRS},c} \cdot PL_c))\}, \Delta P_{\text{rampuprequested},c}],$$

$\max\{x, y\}$ là hàm cực đại cho kết quả là số lớn hơn trong các số x, y ,

$M_{\text{SRS},c}$ là dải thông để truyền tín hiệu SRS ở thời điểm truyền tín hiệu A-SRS thứ nhất trong ô phục vụ c , và

$\Delta P_{\text{rampuprequested},c}$ là mức công suất dốc lên của tổng công suất từ lần truyền phân mở đầu truy nhập ngẫu nhiên đầu tiên đến lần truyền phân mở đầu truy nhập ngẫu nhiên cuối cùng trong ô phục vụ c và được xác định dựa vào các tầng cao hơn.

Fig. 1

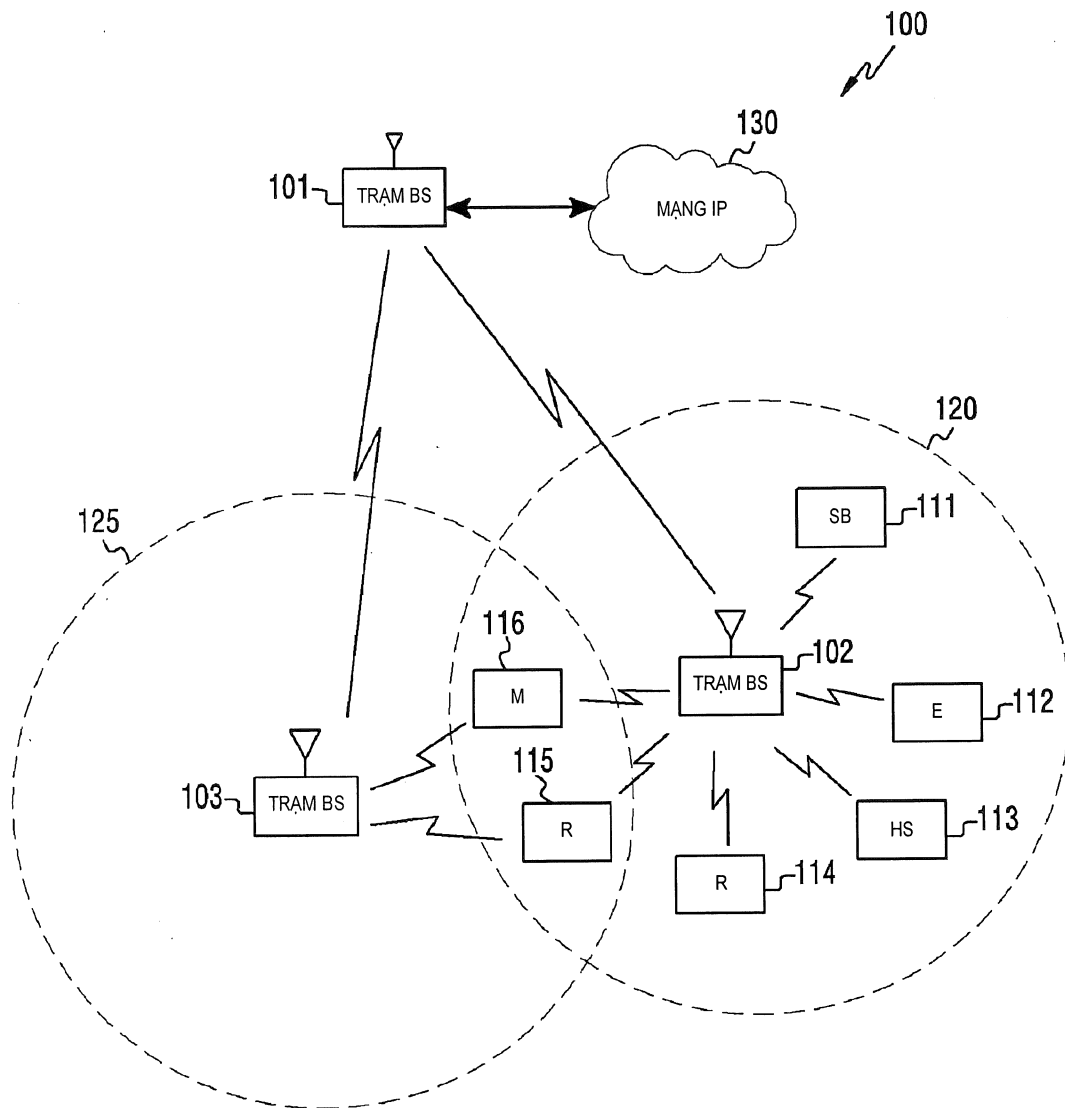


Fig. 2A

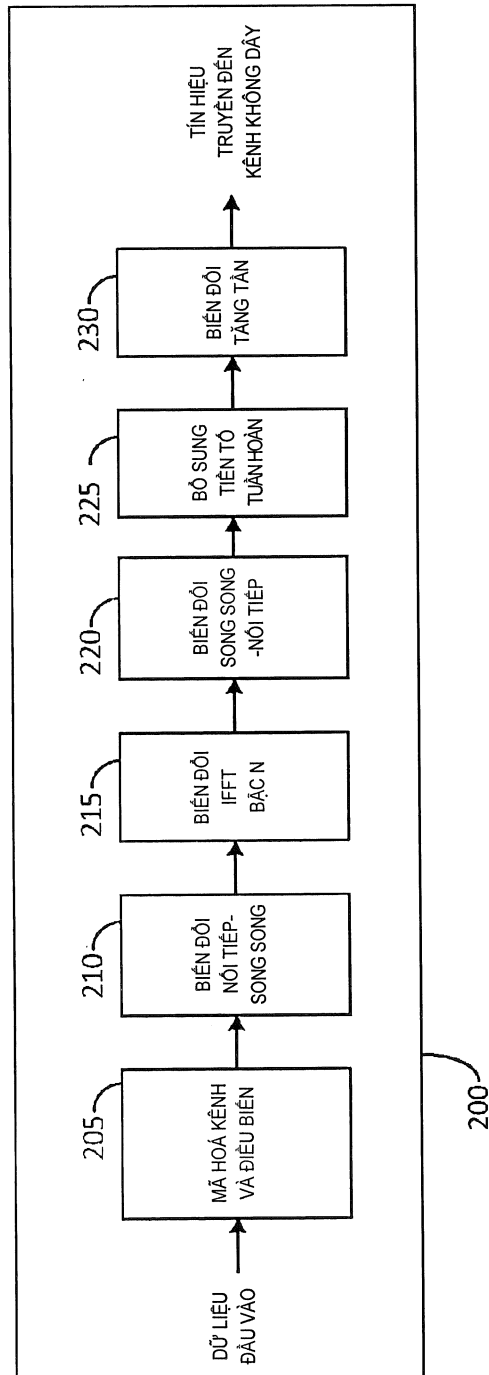


Fig. 2B

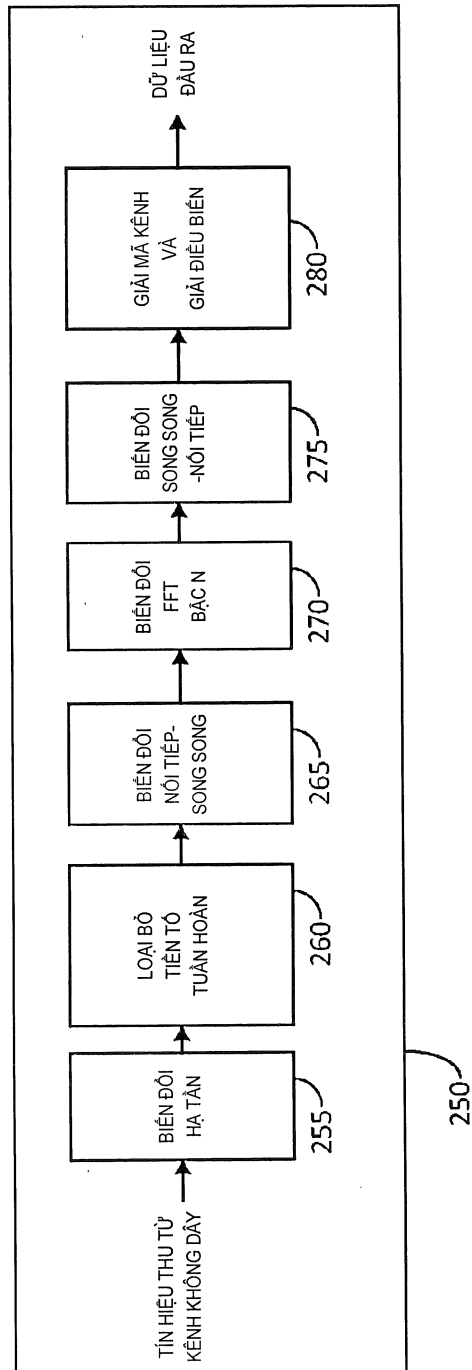


Fig. 3A

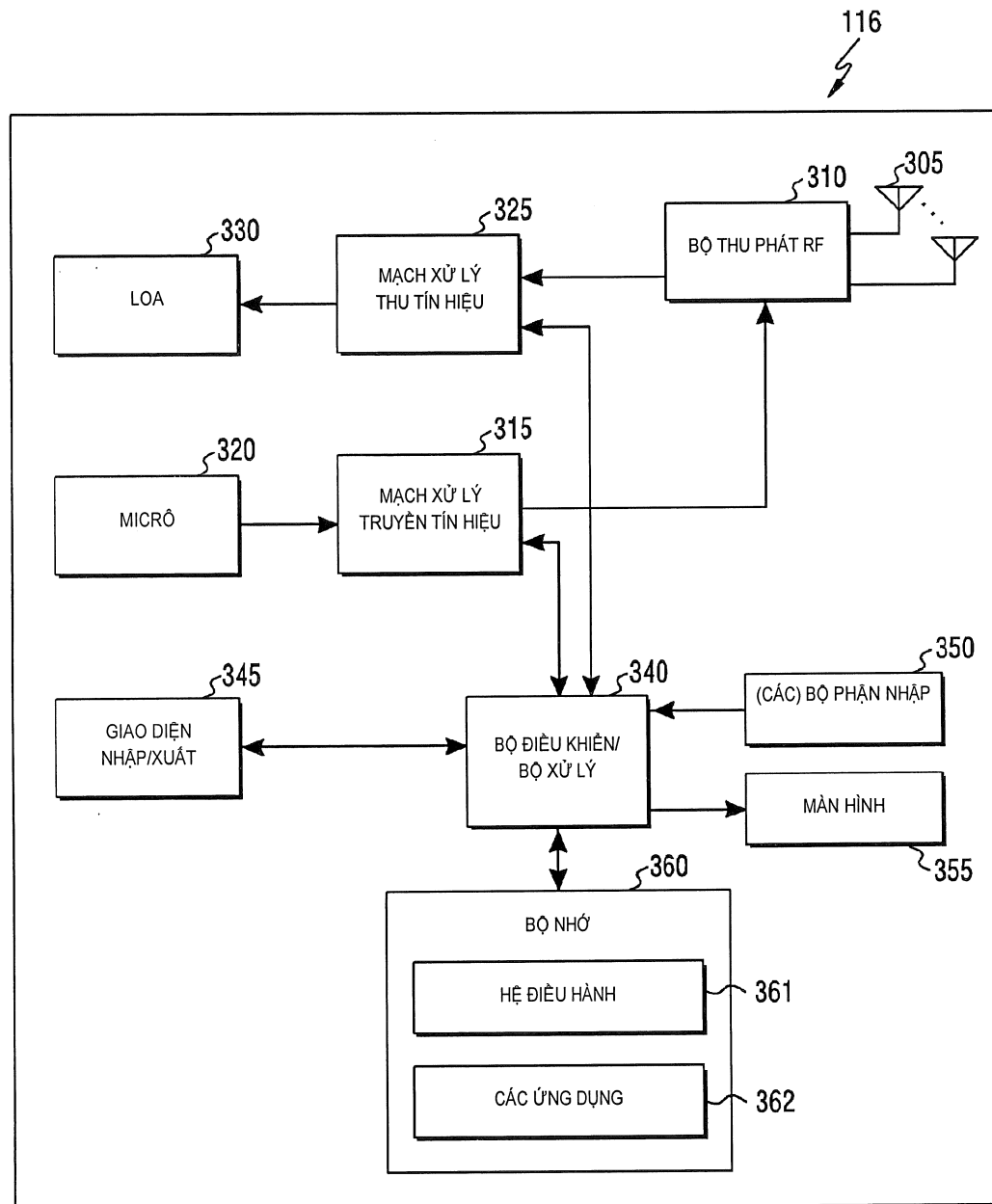


Fig. 3B

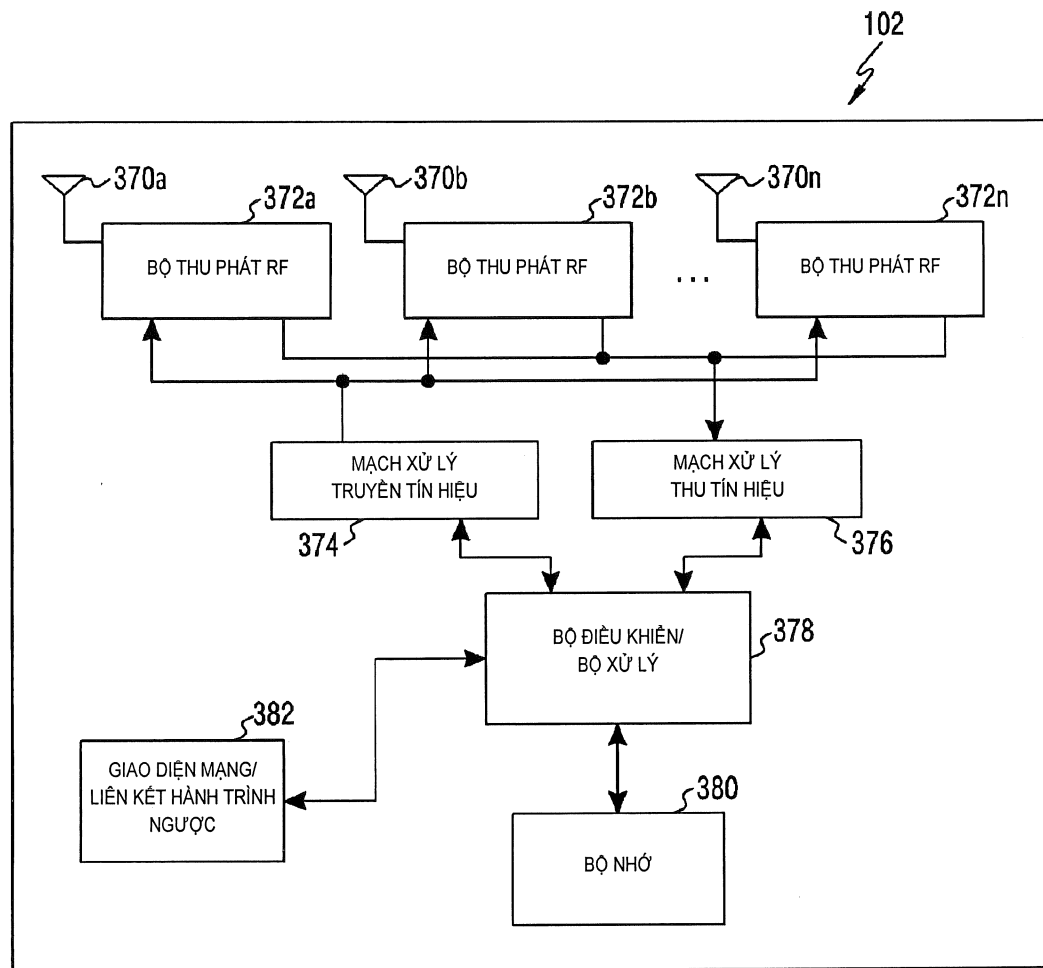


Fig. 4

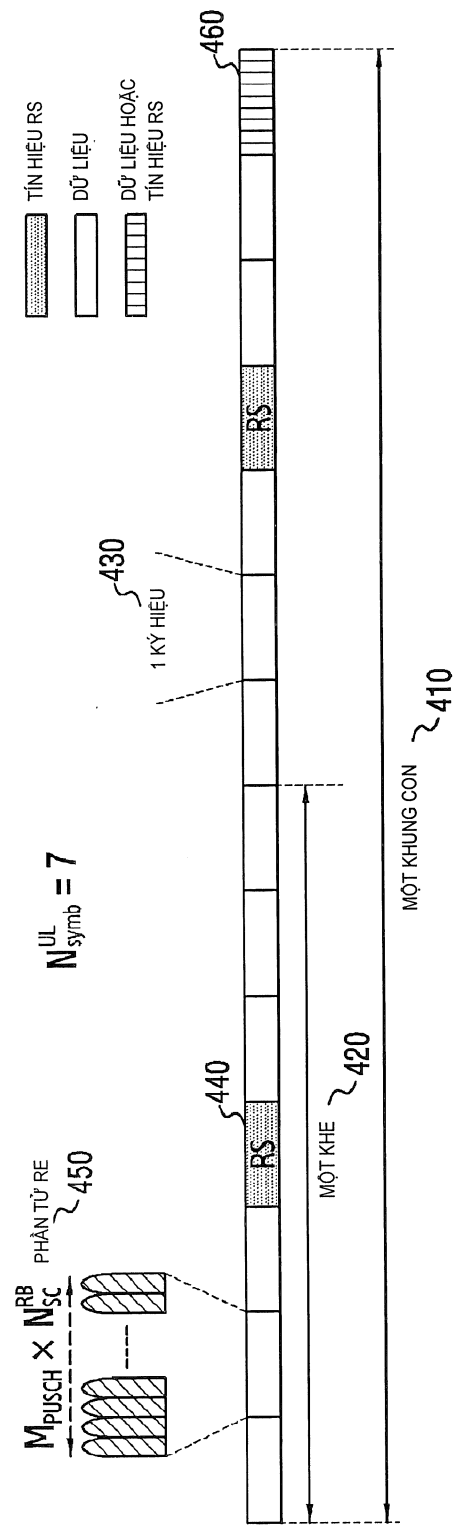


Fig. 5

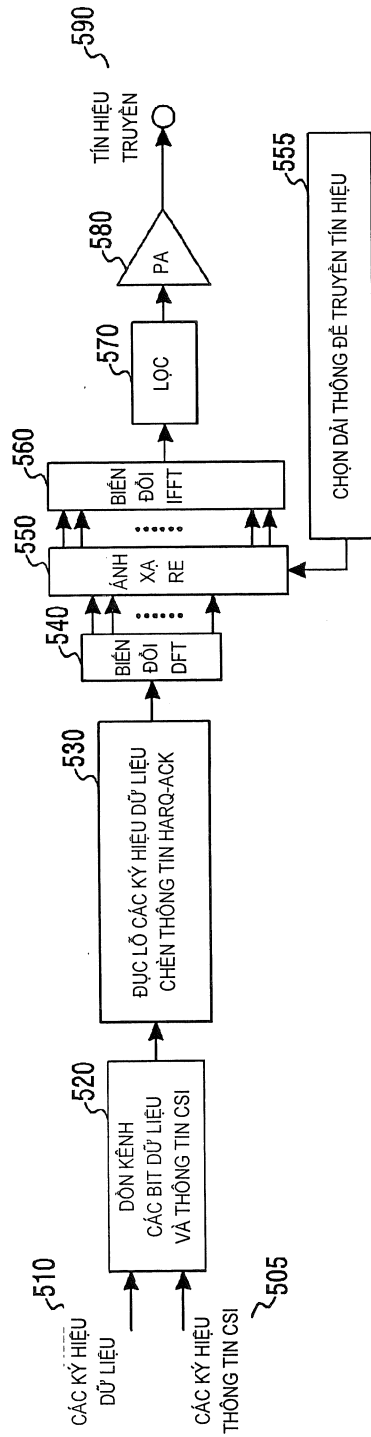


Fig. 6

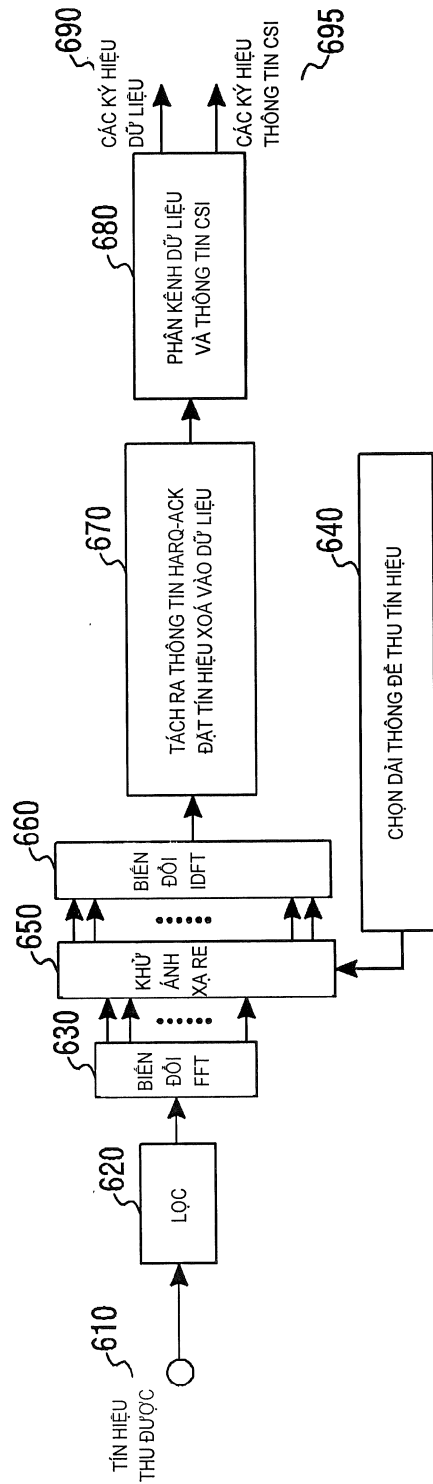


Fig. 7

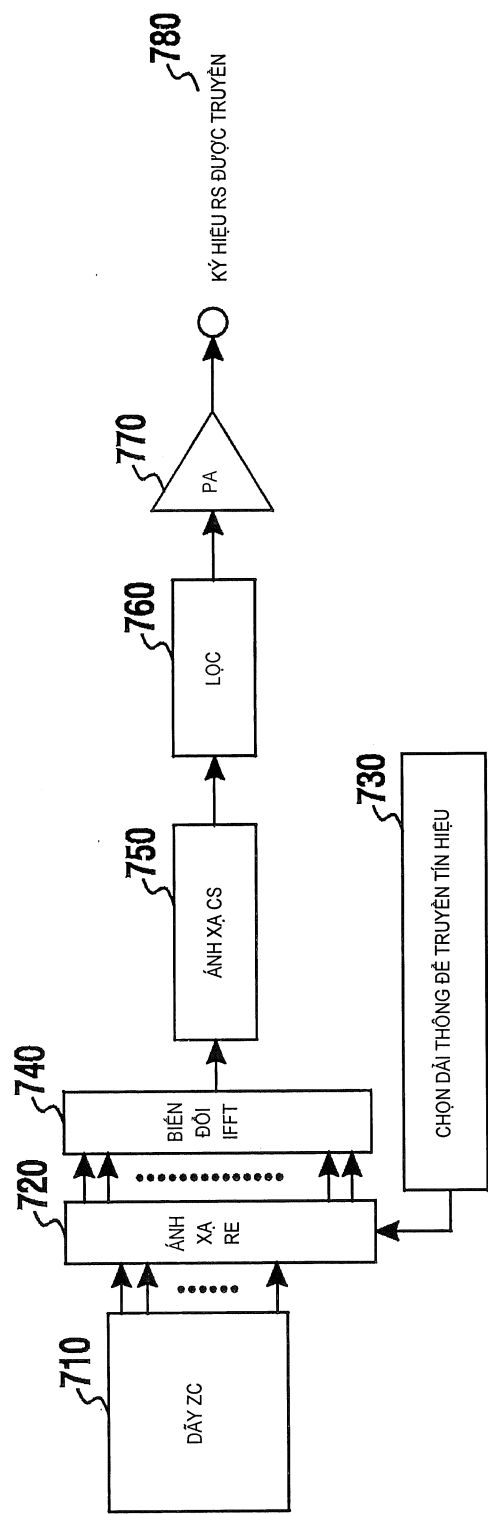


Fig. 8

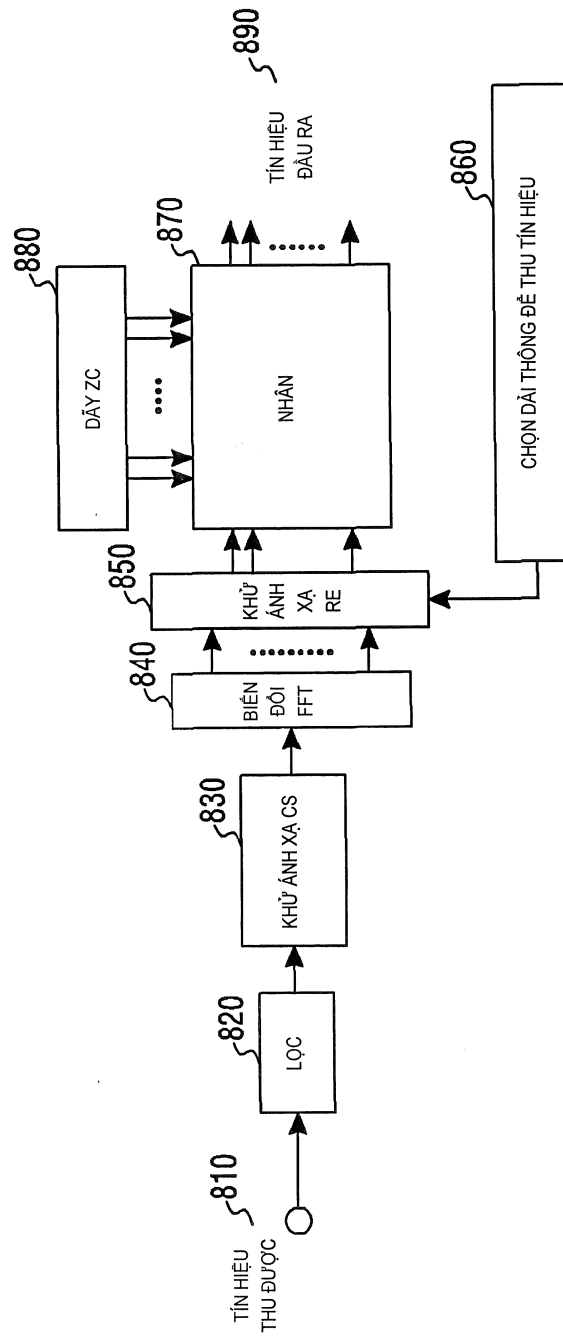


Fig. 9

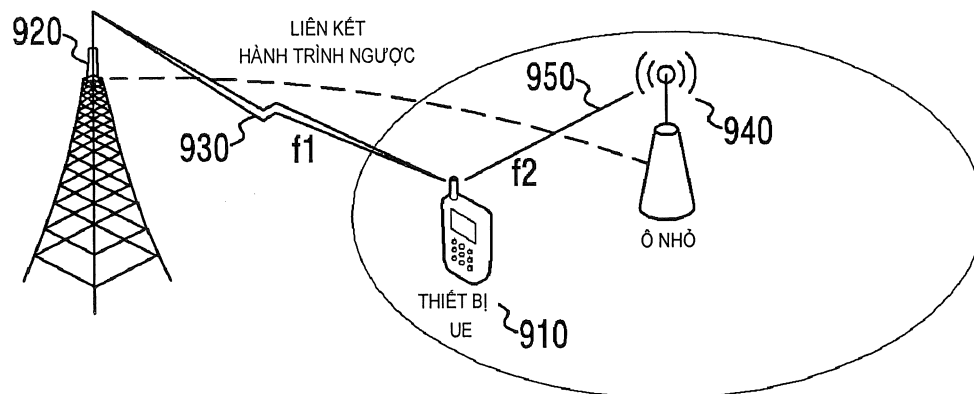


Fig. 10

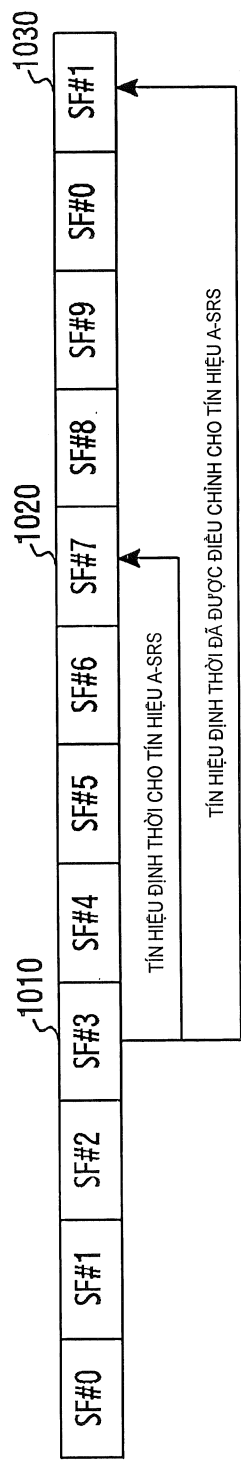


Fig. 11

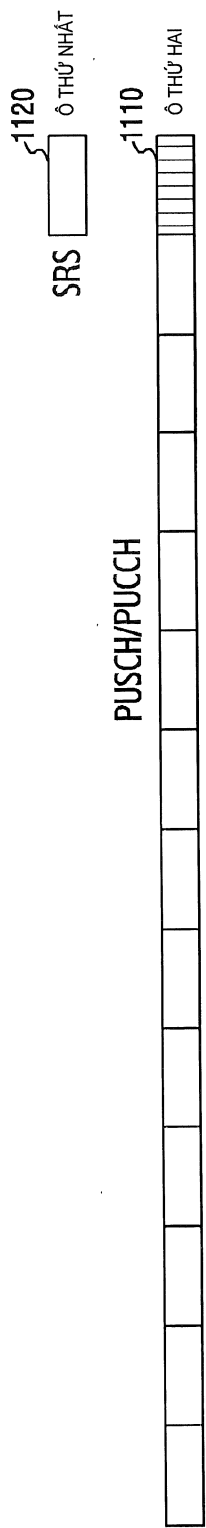


Fig. 12

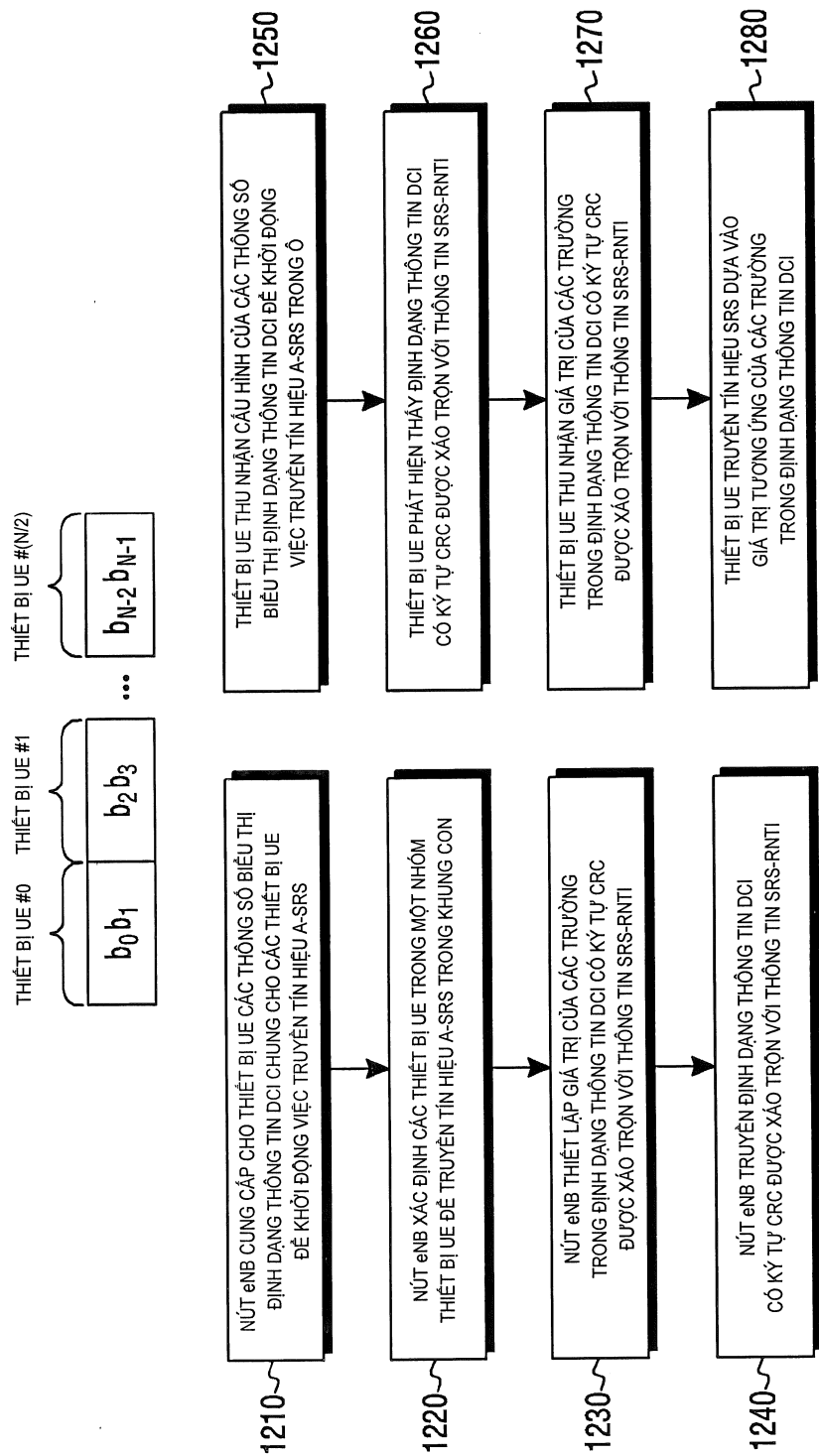


Fig. 13

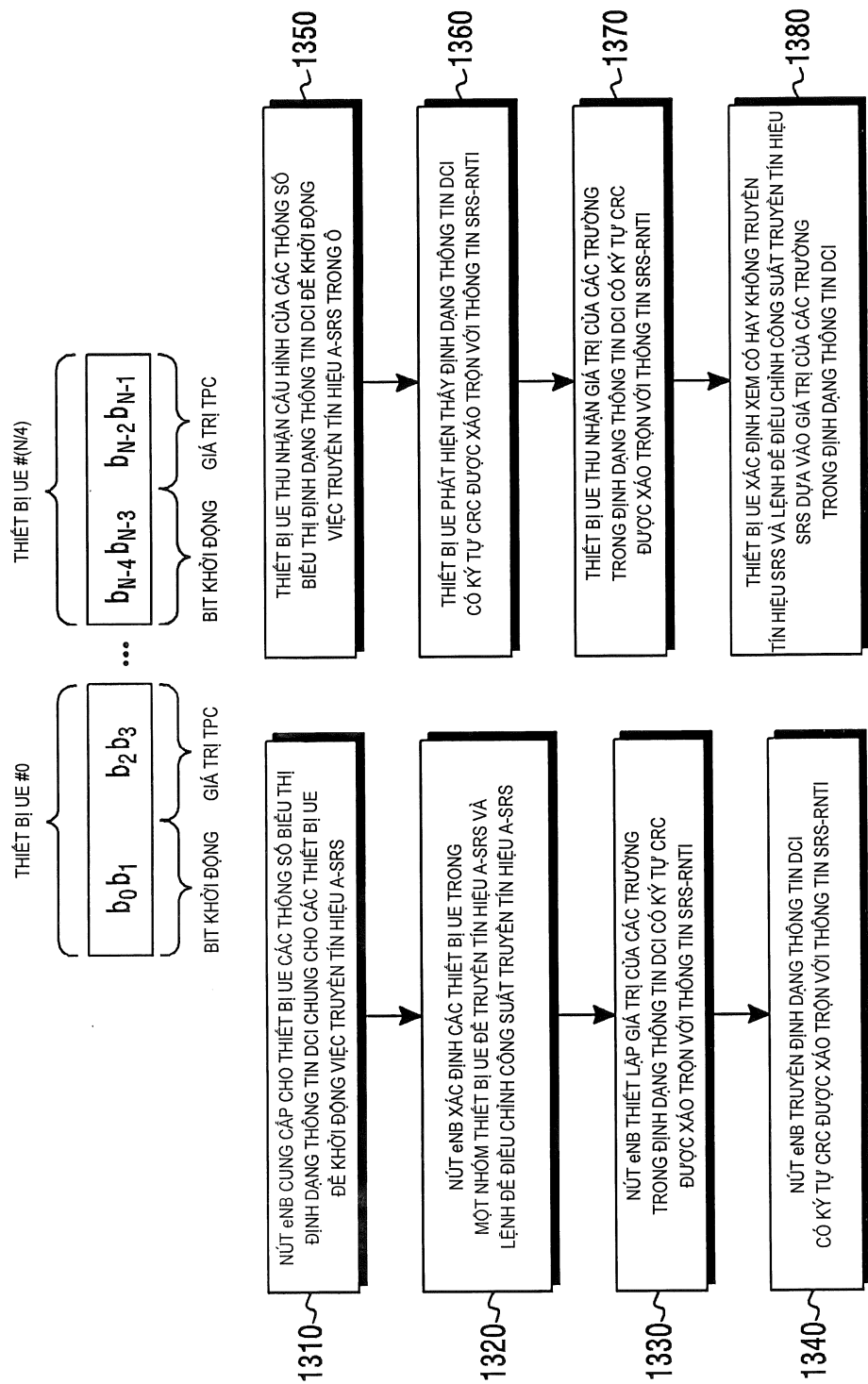


Fig. 14

