



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

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

(11)



1-0038751

(51)⁷ H04W 68/02; H04W 52/02

(13) B

(21) 1-2019-03880

(22) 05/01/2018

(86) PCT/KR2018/000224 05/01/2018

(87) WO 2018/128442 12/07/2018

(30) 10-2017-0002078 05/01/2017 KR; 10-2017-0056881 04/05/2017 KR; 10-2017-0101944 10/08/2017 KR

(45) 26/02/2024 431

(43) 25/09/2019 378A

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

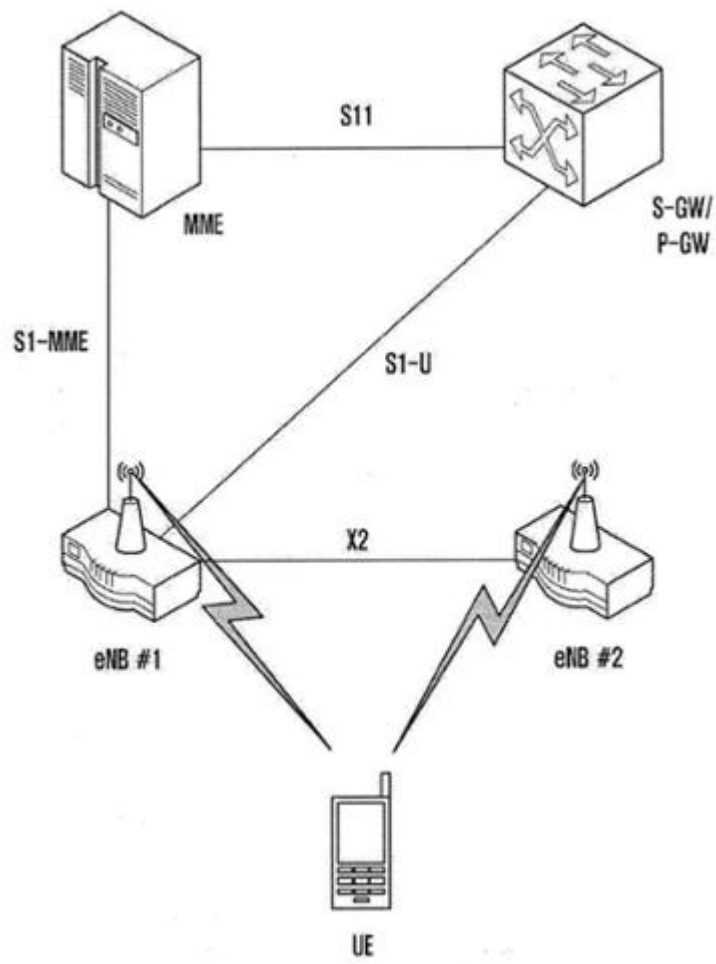
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 16677, Republic of Korea

(72) JUNG, Byoungsoon (KR); Anil AGIWAL (IN); JUNG, Jungsoo (KR); SON, Hyukmin (KR); RYOO, Sunheui (KR); MOON, Jungmin (KR); PARK, Seunghoon (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH TRẠM CƠ SỞ, PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI, TRẠM CƠ SỞ VÀ THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp và hệ thống truyền thông để kết hợp hệ thống truyền thông thế hệ thứ năm (5G) có hỗ trợ các tốc độ dữ liệu cao hơn so với hệ thống thế hệ thứ tư (4G) với công nghệ thiết bị mạng lưới vạn vật kết nối Internet (IoT). Sáng chế có thể được áp dụng cho các dịch vụ thông minh dựa trên công nghệ truyền thông 5G và công nghệ liên quan tới IoT, chẳng hạn căn hộ thông minh, tòa nhà thông minh, thành phố thông minh, ô tô thông minh, ô tô kết nối, chăm sóc sức khỏe, giáo dục số, bán lẻ thông minh, các dịch vụ an ninh và an toàn. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới phương pháp vận hành trạm cơ sở, phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối, trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới hệ thống truyền thông không dây thế hệ tiếp theo và, cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới phương pháp vận hành trạm cơ sở, phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối, trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lưu lượng dữ liệu không dây đã gia tăng kể từ khi triển khai hệ thống truyền thông 4G. Để đáp ứng các yêu cầu về sự gia tăng lưu lượng như vậy, các nỗ lực đã được tiến hành nhằm phát triển hệ thống truyền thông thế hệ thứ năm (5G) hoặc tiền 5G cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc tiền 5G còn được gọi là “mạng ngoài 4G” hoặc “hệ thống hậu tiến hóa dài hạn (LTE)”. Hệ thống truyền thông 5G được thực hiện trong các dải bước sóng tần số cao hơn (ví dụ, các dải tần số 60 GHz) để thực hiện các tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm bớt tổn thất lan truyền của các sóng vô tuyến và gia tăng khoảng cách truyền, các kỹ thuật tạo chùm, nhiều-đầu vào nhiều-đầu ra (MIMO) quy mô lớn, MIMO toàn kích thước (FD-MIMO), anten mảng, tạo chùm tương tự, và 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 nhằm cải tiến hệ thống mạng đang được tiến hành dựa trên các kỹ thuật ô mạng nhỏ cải tiến, mạng truy nhập vô tuyến điện toán đám mây (RAN: Cloud Radio Access Network), mạng siêu dày đặc, truyền thông thiết bị-thiết bị (D2D), hành trình ngược không dây, mạng di chuyển, kỹ thuật truyền thông phối hợp, đa điểm phối hợp (CoMP), và hủy bỏ nhiễu đầu thu. Trong hệ thống 5G, các kỹ thuật khóa dịch tần lai (FSK), điều biến biên độ cầu phương (QAM), mã hóa chống cửa sổ trượt (SWSC) là công nghệ điều biến mã hóa tiên tiến (ACM), các kỹ thuật đa sóng mang hệ lọc (FBMC), đa truy nhập phi trực giao (NOMA), và đa truy nhập mã thừa (SCMA) là công nghệ truy nhập tiên tiến đã được phát triển.

Mạng Internet hiện đang phát triển thành mạng lưới vạn vật kết nối Internet (IoT), trong đó các thực thể phân tán trao đổi và xử lý thông tin mà không có sự can thiệp của con người. Công nghệ Internet kết nối mọi thứ (IoE) là kết hợp của

công nghệ IoT và công nghệ xử lý dữ liệu lớn nhờ kết nối với máy chủ điện toán đám mây hiện đã xuất hiện. Ở dạng các phần tử công nghệ, chẳng hạn “công nghệ phát hiện”, “truyền thông nối dây/không dây và cơ sở hạ tầng mạng”, “công nghệ giao diện dịch vụ”, và “công nghệ an ninh” đã được yêu cầu để thực hiện công nghệ IoT, mạng cảm biến, truyền thông máy-máy (M2M), và truyền thông kiểu máy (MTC) hiện đã được nghiên cứu. Môi trường công nghệ IoT như vậy có thể cung cấp nhiều dịch vụ công nghệ Internet thông minh để tạo ra giá trị mới cho cuộc sống con người bằng cách thu thập và phân tích dữ liệu được tạo ra giữa nhiều thiết bị được kết nối. Công nghệ IoT có thể được áp dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau kể cả căn hộ thông minh, tòa nhà thông minh, thành phố thông minh, ô tô thông minh hoặc ô tô kết nối, lưới thông minh, chăm sóc sức khỏe, các ứng dụng thông minh và các dịch vụ y tế tiên tiến nhờ sự hội tụ và kết hợp giữa công nghệ thông tin (IT) hiện có và các ứng dụng công nghiệp khác nhau.

Phù hợp với quan điểm này, nhiều nỗ lực khác nhau đã được thực hiện để áp dụng các hệ thống truyền thông 5G cho các mạng IoT. Ví dụ, các công nghệ như mạng cảm biến, công nghệ MTC, và công nghệ truyền thông M2M có thể được thực hiện bằng kỹ thuật tạo chùm, kỹ thuật MIMO, và các anten mảng. Việc áp dụng mạng truy nhập vô tuyến điện toán đám mây (RAN) làm công nghệ xử lý dữ liệu lớn như nêu trên còn có thể được xem là một ví dụ về sự hội tụ giữa công nghệ 5G và công nghệ IoT.

Hệ thống 5G hỗ trợ nhiều dịch vụ khác nhau khi so sánh với hệ thống 4G hiện có. Ví dụ, các dịch vụ tiêu biểu là dịch vụ dải rộng di động tăng cường (eMBB), dịch vụ truyền thông siêu tin cậy và độ trễ thấp (URLLC), dịch vụ truyền thông kiểu máy quy mô lớn (mMTC), và dịch vụ phát rộng đa phương tiện/đa phương tiện tiên tiến (eMBMS). Hệ thống để cung cấp dịch vụ eMBB có thể được gọi là hệ thống eMBB. Tương tự, hệ thống cung cấp dịch vụ URLLC có thể được gọi là hệ thống URLLC, và hệ thống cung cấp dịch vụ mMTC có thể được gọi là hệ thống mMTC. Ngoài ra, các thuật ngữ “dịch vụ” và “hệ thống” có thể được sử dụng thay thế nhau.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Như vậy, sáng chế được đề xuất để giải quyết ít nhất các vấn đề và/hoặc nhược điểm như nêu trên và tạo ra ít nhất các ưu điểm sẽ được mô tả sau đây.

Cụ thể hơn, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, phương pháp để nhận dạng thiết bị đầu cuối và truyền tín hiệu nhấn tin tới thiết bị đầu cuối ở một trạm cơ sở, và hệ thống có thiết bị đầu cuối như vậy và trạm cơ sở như vậy.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp vận hành trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này có các bước: tiếp nhận thông tin đo chùm từ thiết bị đầu cuối, xác định thay đổi chùm truyền của trạm cơ sở đối với thiết bị đầu cuối dựa trên thông tin đo chùm, và thay đổi chùm truyền của trạm cơ sở dựa trên mối tương quan giữa chùm truyền mới của trạm cơ sở và chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối có trong thông tin đo chùm.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất trạm cơ sở bao gồm: bộ thu-phát được làm thích ứng để truyền và thu một tín hiệu, và bộ điều khiển được làm thích ứng để điều khiển việc tiếp nhận thông tin đo chùm từ thiết bị đầu cuối, xác định thay đổi chùm truyền của trạm cơ sở đối với thiết bị đầu cuối dựa trên thông tin đo chùm, và thay đổi chùm truyền của trạm cơ sở dựa trên mối tương quan giữa chùm truyền mới của trạm cơ sở và chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối có trong thông tin đo chùm.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này có các bước: thực hiện phép đo chùm đối với ít nhất một chùm truyền của trạm cơ sở và ít nhất một chùm của thiết bị đầu cuối, truyền thông tin đo chùm tới trạm cơ sở, dựa trên phép đo chùm, và tiếp nhận thông tin liên kết xuống nhờ chùm truyền mới của trạm cơ sở, trong đó chùm truyền mới của trạm cơ sở được thay đổi dựa trên mối tương quan giữa chùm truyền mới của trạm cơ sở và chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối có trong thông tin đo chùm.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối bao gồm: bộ thu-phát được làm thích ứng để truyền và thu một tín hiệu, và bộ điều khiển

được làm thích ứng để điều khiển thực hiện phép đo chùm đối với ít nhất một chùm truyền của trạm cơ sở và ít nhất một chùm của thiết bị đầu cuối, truyền thông tin đo chùm tới trạm cơ sở, dựa trên phép đo chùm, và tiếp nhận thông tin liên kết xuống nhờ chùm truyền mới của trạm cơ sở, trong đó chùm truyền mới của trạm cơ sở được thay đổi dựa trên mối tương quan giữa chùm truyền mới của trạm cơ sở và chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối có trong thông tin đo chùm.

Các hiệu quả có lợi của sáng chế

Do đó, một khía cạnh của sáng chế là đề xuất hệ thống, phương pháp, và thiết bị để thực hiện trong hệ thống trên cơ sở kỹ thuật tạo chùm.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống, phương pháp, và thiết bị để thực hiện các hoạt động theo dõi chùm và hồi đáp trong hệ thống trên cơ sở kỹ thuật tạo chùm.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp hồi đáp và quản lý chùm trong hệ thống truyền thông không dây có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối đều sử dụng nhiều anten.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp hồi đáp và theo dõi chùm mà nhờ đó thiết bị đầu cuối thông báo thông tin đo chùm tới trạm cơ sở nhờ phần tử chỉ báo trong hệ thống và môi trường sử dụng kỹ thuật tạo chùm dựa trên nhiều anten.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp hồi đáp và quản lý chùm trong hệ thống truyền thông không dây có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối đều sử dụng nhiều anten.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống có ít nhất một trạm cơ sở và ít nhất một thiết bị đầu cuối, trong đó thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, và trạm cơ sở nhận dạng và nhận biết một thiết bị đầu cuối riêng biệt và truyền tín hiệu nhấn tin tới thiết bị đầu cuối này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh, dấu hiệu và ưu điểm như nêu trên và khác nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả chi tiết tiếp theo có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1A là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thủ tục nhắn tin RAN theo một phương án của sáng chế;

Fig.1B là lưu đồ thể hiện phương pháp thu tín hiệu nhắn tin của thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng theo một phương án của sáng chế;

Fig.1C là lưu đồ thể hiện phương pháp sử dụng phần tử nhận dạng tạm thời mạng vô tuyến mới (RNTI) đối với thông tin nhắn tin RAN theo một phương án của sáng chế;

Fig.1D thể hiện các phương pháp khác nhau để xây dựng thông tin nhắn tin RAN - dấu hiệu nhận dạng thuê bao di động tạm thời (RP-TMSI) (hoặc TMSI mới) theo một phương án của sáng chế;

Fig.1E là lưu đồ thể hiện thủ tục nhắn tin RAN và mạng lõi (CN) và các hoạt động của các thiết bị đầu cuối tương ứng khi RP-TMSI được bổ sung theo một phương án của sáng chế;

Fig.1F là lưu đồ thể hiện phương pháp sử dụng cả RP-RNTI và RP-TMSI theo một phương án của sáng chế;

Fig.1G là lưu đồ thể hiện phương pháp trong đó trạm cơ sở phục vụ sau cùng đơn giản hóa nhắn tin bằng cách sử dụng phần tử nhận dạng tạm thời mạng vô tuyến di động (C-RNTI) theo một phương án của sáng chế;

Fig.1HA và Fig.1HB là lưu đồ thể hiện phương pháp trong đó trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền C-RNTI có trong tin nhắn nhắn tin theo một phương án của sáng chế;

Fig.1I thể hiện môi trường trong đó thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có các chu kỳ khác nhau và các dịp nhắn tin cùng tồn tại theo một phương án của sáng chế;

Fig.1J thể hiện môi trường trong đó thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có cùng chu kỳ và dịp nhắn tin cùng tồn tại theo một phương án của sáng chế;

Fig.1K thể hiện hoạt động chu kỳ sửa đổi thông tin hệ thống (SI) tối thiểu/bổ sung theo một phương án của sáng chế;

Fig.1L thể hiện hoạt động cập nhật để cập nhật thông tin hệ thống (SIU) theo một phương án của sáng chế;

Fig.1M thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong kênh điều khiển liên kết xuống vật lý nhấn tin (PDCCH) để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.1N thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.1O thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.1P là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng cấu hình kênh nhấn tin (PCH) có (kênh chia sẻ liên kết lên) UL-SCH theo một phương án của sáng chế;

Fig.1Q thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.1R thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.1S thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế;

Fig.1T là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng cấu hình PCH nhấn tin có UL-SCH và phần tử chỉ báo theo một phương án của sáng chế;

Fig.1U là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện RNTI truyền theo một phương án của sáng chế;

Fig.1V là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng cấu hình PCH nhấn tin có phần mở đầu kênh truy nhập ngẫu nhiên chuyên dụng (RACH) theo một phương án của sáng chế;

Fig.1W là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện trạng thái truyền tin nhấn nhấn tin và phần mở đầu theo một phương án của sáng chế;

Fig.1X là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng tin nhấn nhấn tin có phần mở đầu RACH chuyên dụng theo một phương án của sáng chế;

Fig.1Y là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế;

Fig.1Z là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện trạm cơ sở theo một phương án của sáng chế;

Fig.2A là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống đa chùm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2B là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc khung để hồi đáp ID đa chùm và trị số phép đo chùm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2C là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc khung để hồi đáp ID đa chùm và trị số phép đo chùm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2D là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc khung để hồi đáp ID đa chùm và trị số phép đo chùm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2E là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thay đổi chùm nhờ hồi đáp chùm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2F và Fig.2G là các hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các cấu trúc khung để truyền hồi đáp chùm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2H là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối để thay đổi chùm trạm cơ sở hiện được dùng thành chùm trạm cơ sở với phần tử chỉ báo được bật theo một phương án của sáng chế;

Fig.2I là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối trong trường hợp phần tử chỉ báo xác định rằng trạm cơ sở có thể thay đổi tự do mà không gửi chỉ báo thay đổi chùm (BCI) tới thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế;

Fig.2J là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối theo phương pháp truyền hồi đáp chùm thứ nhất để chọn chùm được sử dụng ở kết nối ban đầu theo một phương án của sáng chế; và

Fig.2K tới Fig.2P là các lưu đồ thể hiện các phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi một điều kiện nhất định được thỏa mãn kết hợp với hoạt động sự cố liên kết vô tuyến (RLF) theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế được mô tả chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn tương tự có thể được sử dụng để biểu thị các phần tử tương tự. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng không có dự kiến giới hạn sáng chế ở các phương án cụ thể được mô tả ở đây; trái lại, sáng chế còn bao hàm các phương án cải biến, các phương án tương đương, và/hoặc các phương án thay thế khác nhau của các phương án thực hiện theo sáng chế.

Theo sáng chế, thuật ngữ “trạm cơ sở” được sử dụng thay thế được với thuật ngữ “eNB”. Ngoài ra, thuật ngữ “thiết bị đầu cuối” được sử dụng thay thế được với thuật ngữ “thiết bị người dùng (UE)”.

Phương án A: ID UE INACTIVE (không hoạt động)

Với sự ra đời của các điện thoại thông minh, việc sử dụng các điện thoại thông minh đang gia tăng theo hàm mũ và có nhu cầu ngày càng tăng về khả năng kéo dài bộ pin để sử dụng các điện thoại thông minh trong thời gian dài. Điều này nghĩa là công nghệ tiết kiệm năng lượng hữu hiệu được yêu cầu, và thiết bị đầu cuối cũng được yêu cầu phải vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng. Để tiết kiệm hữu hiệu năng lượng của thiết bị đầu cuối, thiết bị đầu cuối cần phải vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng thường xuyên hơn, và để tái thiết lập theo cách nhanh chóng hơn kết nối với một mạng, nhiều kỹ thuật khác nhau đã được đề xuất và được chuẩn hoá.

Các kỹ thuật cụ thể để tiết kiệm năng lượng trong các điện thoại thông minh là vận hành UE ở trạng thái tiết kiệm năng lượng ở trạng thái phụ của trạng thái kết nối RRC, vận hành UE ở trạng thái tiết kiệm năng lượng ở trạng thái phụ của trạng

thái RRC IDLE, hoặc vận hành UE ở trạng thái tiết kiệm năng lượng ở trạng thái RRC mới, vận hành trạng thái kết nối nhẹ LTE, vận hành trạng thái 5G NR RRC_INACTIVE, và vận hành chế độ tiết kiệm năng lượng WLAN (IEEE 802.11).

Nếu không có thông tin truyền/thu trong khoảng thời gian nhất định, hoặc nếu một điều kiện khác được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối thực hiện chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng (LC: trạng thái kết nối nhẹ, INACTIVE: trạng thái RRC_INACTIVE). Trạng thái này khác với trạng thái IDLE ở chỗ trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối duy trì thông tin thiết bị đầu cuối và thông tin kết nối mạng (thông tin S1) của thiết bị đầu cuối, và mạng lõi giả định rằng thiết bị đầu cuối vẫn ở trạng thái kết nối (RRC_Connected). Lý do để duy trì thông tin S1 theo cách này là mạng có thể thực hiện tái kết nối đối với thiết bị đầu cuối theo cách rất nhanh. Thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng sẽ tự thức dậy và tái kết nối với mạng nếu có thông tin cần được truyền, và sẽ thức dậy nhờ thông tin nhắn tin của trạm cơ sở và tái kết nối với mạng nếu trạm cơ sở tiếp nhận thông tin liên kết xuống từ mạng.

Đối với thông tin nhắn tin của trạm cơ sở (thông tin nhắn tin trên cơ sở RAN), nhóm các trạm cơ sở truyền thông tin nhắn tin được xác định là vùng nhắn tin RAN, và thông tin tương ứng được cung cấp tới thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối biết thông tin vùng nhắn tin RAN sẽ thức dậy định kỳ trong hoạt động trạng thái tiết kiệm năng lượng và xác định xem thiết bị đầu cuối có còn ở vùng nhắn tin RAN đã biết hay không. Nếu đúng, thiết bị đầu cuối sẽ kiểm tra khung con tiềm năng để xác định xem có thông tin nhắn tin liên kết xuống hay không. Nếu thiết bị đầu cuối không ở vùng nhắn tin RAN trong khi ngủ, thiết bị đầu cuối sẽ tái thiết lập kết nối với trạm cơ sở lân cận và thực hiện cập nhật vùng nhắn tin RAN.

Fig.1A là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc để truyền thông tin nhắn tin RAN có mạng lõi, trạm cơ sở, và thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế.

Để truyền thông tin nhắn tin tới thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối để nhận dạng thiết bị đầu

cuối được yêu cầu, và thủ tục để truyền tin nhắn tin có phần tử nhận dạng có thể được yêu cầu.

Đối với nhắn tin chế độ IDLE (nghĩa là, thông tin nhắn tin CN) được truyền bởi thực thể quản lý di động (MME), phần tử nhận dạng tạm thời nhắn tin-mạng vô tuyến (P-RNTI) được sử dụng để xác định khung con trong đó thông tin nhắn tin có mặt.

Nếu có thiết bị đầu cuối để tiếp nhận thông tin nhắn tin bất kỳ, giá trị P-RNTI được truyền trong khi có mặt trong kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (PDCCH) của khung con nhận được ở dịp nhắn tin nhất định bởi thiết bị đầu cuối thức dậy định kỳ.

Fig.1B là lưu đồ thể hiện phương pháp thu tín hiệu nhắn tin của thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1B, ở bước 1b-05, trạm cơ sở tiếp nhận tin nhắn tin đối với thiết bị đầu cuối từ MME.

Ở bước 1b-10, trạm cơ sở truyền P-RNTI trên PDCCH của khung con nhận được ở dịp nhắn tin nhất định bởi thiết bị đầu cuối thức dậy định kỳ.

Ở bước 1b-15, thiết bị đầu cuối tiếp nhận P-RNTI và xác định rằng khung con tương ứng có tin nhắn tin cần được truyền.

Ở bước 1b-20, trạm cơ sở truyền tin nhắn tin nhờ kênh chia sẻ liên kết xuống vật lý (PDSCH) của cùng khung con hoặc PDSCH của khung con được biểu thị bằng PDCCH. Tin nhắn tin có thể có dấu hiệu nhận dạng thuê bao di động tạm thời (S-TMSI) hoặc nhận dạng thuê bao di động quốc tế (IMSI) theo tiến hóa kiến trúc hệ thống (SAE) là ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong MME.

Ở bước 1b-25, thiết bị đầu cuối kiểm tra xem S-TMSI hay IMSI, là phần tử nhận dạng tương ứng với thiết bị đầu cuối, có mặt trong khung con tương ứng. Nếu có mặt, bước 1b-30 được thực hiện. Nếu không có mặt, bước 1b-35 được thực hiện. Ở bước 1b-30, thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1b-35, thiết bị đầu cuối bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối có thể thực hiện hoạt động ngủ cho đến dịp nhắn tin tiếp theo.

Phương pháp để xác định khung con nhắn tin RAN bằng cách định nghĩa RNTI mới sẽ được mô tả tiếp theo.

Phương pháp này để định nghĩa một RNTI mới (thông tin nhắn tin RAN RNTI: RP-RNTI) khác với P-RNTI và để cho phép trạm cơ sở có thể thực hiện nhắn tin đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng RP-RNTI.

Trạm cơ sở có thể truyền P-RNTI và/hoặc RP-RNTI nhờ PDCCH của khung con nhận được ở dịp nhắn tin nhất định bởi thiết bị đầu cuối thức dậy định kỳ. Phương pháp truyền này có thể là phương pháp để xáo trộn kiểm tra độ dư vòng (CRC) của thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) được truyền. Thiết bị đầu cuối tiếp nhận PDCCH trong một khung con có khả năng phân biệt giữa thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN nhờ P-RNTI và RP-RNTI, và các thiết bị đầu cuối tương ứng với thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có thể được phân biệt nhờ P-RNTI và RP-RNTI. Lúc này, chỉ các thiết bị đầu cuối tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI riêng của chúng có thể giải mã thêm PDSCH, và các thiết bị đầu cuối khác có thể nhanh chóng quay về chế độ ngủ.

Bảng 1 thể hiện giá trị RNTI mới, và Bảng 2 thể hiện một ví dụ về việc sử dụng RNTI mới.

Ngoài ra, Fig.1C là lưu đồ thể hiện phương pháp sử dụng RNTI mới đối với thông tin nhắn tin RAN theo một phương án của sáng chế.

Bảng 1

Giá trị (hệ thập lục phân)	RNTI
...	...
FFFC	RP-RNTI
FFFE	P-RNTI
...	...

Bảng 2

RNTI	Sử dụng	Kênh vận chuyển	Kênh logic
RP-RNTI	Nhắn tin trên cơ sở RAN và thông báo thay đổi thông tin hệ thống	PCH	PDCCH

Theo Fig.1C, trạm cơ sở, thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN, và thiết bị đầu cuối IDLE có mặt.

Ở bước 1c-05, trạm cơ sở tiếp nhận tin nhắn nhấn tin đối với thiết bị đầu cuối từ MME, hoặc tiếp nhận yêu cầu nhấn tin có thông tin ID thiết bị đầu cuối và tin nhắn nhấn tin đối với thiết bị đầu cuối từ trạm cơ sở trong vùng nhấn tin RAN.

Ở bước 1c-10, trạm cơ sở truyền RP-RNTI nhờ PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể truyền RP-RNTI tới thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN và/hoặc thiết bị đầu cuối IDLE trên PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối tương ứng.

Ở bước 1c-15, thiết bị đầu cuối IDLE tiếp nhận RP-RNTI nhận biết rằng RP-RNTI khác với P-RNTI, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối IDLE có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Ở bước 1c-20, thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN tiếp nhận RP-RNTI nhận biết rằng khung con tiếp nhận RP-RNTI có tin nhắn nhấn tin được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định.

Ở bước 1c-25, trạm cơ sở truyền tin nhắn nhấn tin nhờ PDSCH của khung con giống như khung con truyền RP-RNTI hoặc của khung con được biểu thị bằng PDCCH có RP-RNTI. Tin nhắn nhấn tin có thể có S-TMSI hoặc IMSI là ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong MME. Bước 1c-25 có thể được thực hiện đồng thời với bước 1c-10. Nghĩa là, thông tin tương ứng với bước 1c-10 có thể được truyền trên PDCCH của cùng khung con, và thông tin tương ứng với bước 1c-25 có thể được truyền trên PDSCH. Nội dung này có thể được áp dụng cho các phương án khác của sáng chế.

Ở bước 1c-30, thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN kiểm tra xem S-TMSI hay IMSI của riêng nó có trong tin nhắn nhấn tin. Nếu tin nhắn nhấn tin có S-TMSI hay IMSI tương ứng với thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN, bước 1c-40 được thực hiện. Nếu tin nhắn nhấn tin không có S-TMSI hay IMSI tương ứng với thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN, bước 1c-45 được thực hiện.

Ở bước 1c-40, thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1c-45, thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin không dành cho chính

nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối nhận tin RAN có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhận tin tiếp theo.

Phương pháp phân biệt thông tin nhận tin RAN bằng cách định nghĩa ID xác định UE mới sẽ được mô tả tiếp theo.

Phương pháp này để định nghĩa ID xác định UE mới (thông tin nhận tin RAN TMSI: RP-TMSI) khác với S-TMSI và IMSI, và cho phép trạm cơ sở có thể thực hiện nhận tin đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng RP-TMSI.

Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn nhận tin nhờ PDSCH trong một khung con có thể nhận biết rằng tin nhắn nhận tin tương ứng xác định chính thiết bị đầu cuối này để vận hành khi nhận tin RAN.

Bảng 3 thể hiện giá trị trường nhận dạng UE nhận tin có ID UE mới.

Bảng 3

Table 3

PagingUE-Identity ::= CHOICE {	
s-TMSI	S-TMSI,
rp-TMSI	RP-TMSI,
imsi	IMSI,
...	
}	

RP-TMSI có thể là ID UE duy nhất theo MME, ID UE duy nhất trong vùng nhận tin RAN, hoặc ID UE duy nhất trong eNB.

Fig.1D thể hiện các phương pháp khác nhau để xây dựng RP-TMSI (hoặc TMSI mới) theo một phương án của sáng chế.

Fig.1E là lưu đồ thể hiện thủ tục nhận tin RAN và CN và các hoạt động của các thiết bị đầu cuối tương ứng khi RP-TMSI được bổ sung theo một phương án của sáng chế.

Thủ tục trong đó hệ thống sử dụng RNTI (P-RNTI) giống như RNTI để nhận tin CN và nhận tin RAN, và sử dụng phương pháp phân biệt UE với ID cụ thể của UE được thể hiện trên Fig.1E.

Theo Fig.1E, ở bước 1e-05, trạm cơ sở tiếp nhận tin nhắn nhận tin đối với thiết bị đầu cuối từ MME, hoặc tiếp nhận yêu cầu nhận tin có thông tin ID thiết bị

đầu cuối và thiết bị đầu cuối tin nhắn tin từ trạm cơ sở trong vùng nhắn tin RAN.

Ở bước 1e-10, trạm cơ sở truyền P-RNTI nhờ PDCCH của khung con là dịp nhắn tin của thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể truyền P-RNTI tới thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN và/hoặc thiết bị đầu cuối IDLE trên PDCCH của khung con, là dịp nhắn tin của thiết bị đầu cuối tương ứng.

Ở bước 1e-15, thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN tiếp nhận P-RNTI nhận biết rằng khung con tiếp nhận P-RNTI có tin nhắn nhắn tin cần được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định. Ở bước 1e-20, thiết bị đầu cuối IDLE tiếp nhận P-RNTI nhận biết rằng khung con tiếp nhận P-RNTI có tin nhắn nhắn tin cần được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định.

Ở bước 1e-25, trạm cơ sở truyền tin nhắn nhắn tin nhờ PDSCH của khung con giống như khung con truyền P-RNTI hoặc khung con được biểu thị bằng PDCCH có P-RNTI. Tin nhắn nhắn tin có thể có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI là ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong MME.

Ở bước 1e-30, thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN kiểm tra xem tin nhắn nhắn tin có RP-TMSI hoặc IMSI của riêng nó hay không. Nếu RP-TMSI hoặc IMSI tương ứng với thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN có trong tin nhắn nhắn tin, bước 1e-35 được thực hiện. Nếu tin nhắn nhắn tin không có RP-TMSI hoặc IMSI tương ứng với thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN, bước 1e-40 được thực hiện.

Ở bước 1e-35, thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN nhận biết rằng tin nhắn nhắn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1e-40, thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN nhận biết rằng tin nhắn nhắn tin không dành cho chính nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối nhắn tin RAN có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhắn tin tiếp theo.

Ở bước 1e-45, thiết bị đầu cuối IDLE kiểm tra xem tin nhắn nhắn tin có S-TMSI hay IMSI của riêng nó hay không. Nếu tin nhắn nhắn tin có S-TMSI hay IMSI tương ứng với chính thiết bị đầu cuối IDLE, bước 1e-50 được thực hiện. Nếu tin nhắn nhắn tin không có S-TMSI hay IMSI tương ứng với chính thiết bị đầu cuối IDLE, bước 1e-55 được thực hiện.

Ở bước 1e-50, thiết bị đầu cuối IDLE nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1e-55, thiết bị đầu cuối IDLE nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin không dành cho chính nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối IDLE có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Phương pháp sử dụng cả RNTI mới và ID xác định UE mới sẽ được mô tả tiếp theo.

Fig.1F là lưu đồ thể hiện phương pháp sử dụng cả RP-RNTI và RP-TMSI theo một phương án của sáng chế.

Thủ tục hoạt động của thiết bị đầu cuối khi thông tin nhấn tin RAN được thực hiện bằng cách sử dụng đồng thời RNTI mới (RP-RNTI) và ID xác định UE mới (RP-TMSI) như nêu trên được thể hiện trên Fig.1F.

Theo Fig.1F, ở bước 1f-05, trạm cơ sở tiếp nhận tin nhắn nhấn tin đối với thiết bị đầu cuối từ MME, hoặc tiếp nhận yêu cầu nhấn tin có thông tin ID thiết bị đầu cuối và thiết bị đầu cuối tin nhắn nhấn tin từ trạm cơ sở trong vùng nhấn tin RAN.

Ở bước 1f-10, trạm cơ sở truyền RP-RNTI nhờ PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể truyền RP-RNTI tới thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN và/hoặc thiết bị đầu cuối IDLE trên PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối tương ứng.

Ở bước 1f-20, thiết bị đầu cuối IDLE tiếp nhận RP-RNTI nhận biết rằng RP-RNTI khác với P-RNTI, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối IDLE có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Ở bước 1f-15, thiết bị đầu cuối nhấn tin RAN tiếp nhận RP-RNTI nhận biết rằng khung con tiếp nhận RP-RNTI có tin nhắn nhấn tin được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định.

Ở bước 1f-25, trạm cơ sở truyền tin nhắn nhấn tin nhờ PDSCH của khung con giống như khung con truyền RP-RNTI hoặc của khung con được biểu thị bằng PDCCH có RP-RNTI. Tin nhắn nhấn tin có thể có RP-TMSI hoặc IMSI là ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong MME.

Ở bước 1f-30, thiết bị đầu cuối nhận tin RAN kiểm tra xem tin nhắn tin có RP-TMSI hoặc IMSI của riêng nó hay không. Nếu RP-TMSI hoặc IMSI tương ứng với thiết bị đầu cuối nhận tin RAN có trong tin nhắn tin, bước 1f-40 được thực hiện. Nếu tin nhắn tin không có RP-TMSI hoặc IMSI tương ứng với thiết bị đầu cuối nhận tin RAN, bước 1f-45 được thực hiện.

Ở bước 1f-40, thiết bị đầu cuối nhận tin RAN nhận biết rằng tin nhắn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1f-45, thiết bị đầu cuối nhận tin RAN nhận biết rằng tin nhắn tin không dành cho chính nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối nhận tin RAN có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhận tin tiếp theo.

Phương pháp để cấp phát một ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong vùng nhận tin RAN nhờ các trạm cơ sở trong vùng nhận tin RAN có thể có các hoạt động (1)-(4) sau đây.

(1). Phương pháp cấp phát được thực hiện bởi đối tượng quản lý có các bước:

(A) lựa chọn một trạm cơ sở; và

(B) cấp phát MME.

(2). Phương pháp cấp phát tùy ý không có đối tượng quản lý.

(3). Phương pháp cấp phát bên trong một vùng ID duy nhất của từng trạm cơ sở.

(4). Phương pháp để thông báo qua lại các ID phân tán được cấp phát bởi các trạm cơ sở.

Phương pháp để nhận tin thiết bị đầu cuối bởi trạm cơ sở phục vụ sau cùng và trạm cơ sở lân cận sử dụng các RNTI khác nhau sẽ được mô tả tiếp theo.

Trạm cơ sở phục vụ sau cùng mà thiết bị đầu cuối đã truy nhập trước khi thực hiện chuyển tiếp sang trạng thái tiết kiệm năng lượng có C-RNTI của thiết bị đầu cuối và cũng duy trì kết nối S1 để trao đổi thông tin giữa thiết bị đầu cuối và mạng lõi. Nhờ dấu hiệu này, trạm cơ sở phục vụ sau cùng có thể thực hiện nhận tin hữu hiệu hơn bằng cách áp dụng một phương pháp khác từ các trạm cơ sở khác trong vùng nhận tin RAN của thiết bị đầu cuối tương ứng.

Các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối như sau. Thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng thức dậy định kỳ và kiểm tra khung con tiềm năng ở thời điểm đã hẹn để kiểm tra xem thông tin nhắn tin có nhận được hay không. Vì lý do này, thiết bị đầu cuối thức dậy định kỳ, tái thiết lập đồng bộ hoá liên kết xuống trước khi tiếp nhận khung con, và chọn ô cầm trại bằng cách chọn ô để tiếp nhận khung con (giống hoặc tương tự với hoạt động chọn lại ô ở chế độ IDLE).

Fig.1G là lưu đồ thể hiện phương pháp trong đó trạm cơ sở phục vụ sau cùng đơn giản hóa nhắn tin bằng cách sử dụng C-RNTI theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1G, các trạm cơ sở trong vùng nhắn tin RAN khác với trạm cơ sở phục vụ sau cùng mà thiết bị đầu cuối được kết nối vào có thể không sử dụng C-RNTI của thiết bị đầu cuối tương ứng và vì thế sẽ thực hiện nhắn tin đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng P-RNTI hoặc RP-RNTI. Tuy nhiên, trạm cơ sở phục vụ sau cùng có thể thực hiện nhắn tin bằng cách sử dụng C-RNTI biết thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, C-RNTI có thể được truyền trong khi có mặt trong PDCCH (bằng cách xáo trộn CRC của DCI), và kích thước lập kế hoạch tài nguyên (RB) trong PDCCH có C-RNTI có thể được thiết lập bằng 0. Nếu có tin nhắn PDCCH có C-RNTI (được xáo trộn với C-RNTI) trong khung con ở dịp nhắn tin được tiếp nhận bởi thiết bị đầu cuối thức dậy định kỳ, thiết bị đầu cuối có thể nhận biết rằng có dữ liệu liên kết xuống cần được tiếp nhận (xác định rằng thông tin nhắn tin đã được tiếp nhận thành công) và cố gắng tái kết nối với mạng. Lúc này, nếu kích thước lập kế hoạch tài nguyên bằng không bổ sung vào C-RNTI, thiết bị đầu cuối có thể thực hiện hoạt động nêu trên.

Theo Fig.1G, ở bước 1g-05, trạm cơ sở phục vụ sau cùng tiếp nhận tin nhắn nhắn tin đối với thiết bị đầu cuối từ MME.

Ở bước 1g-10, trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền yêu cầu nhắn tin có thông tin ID thiết bị đầu cuối và tin nhắn tin nhắn thiết bị đầu cuối tới trạm cơ sở trong vùng nhắn tin RAN (RAN PA).

Ở bước 1g-15, trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền C-RNTI tới thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở phục vụ sau cùng nhờ PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối. Lúc này, kích thước RB trong PDCCH có C-RNTI tương ứng có thể được thiết lập bằng 0.

Ở bước 1g-20, trạm cơ sở trong RAN PA có thể truyền P-RNTI hoặc RP-RNTI tới thiết bị đầu cuối trong vùng của nó. Trạm cơ sở trong RAN PA có thể truyền RP-RNTI hoặc P-RNTI tới PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối.

Ở bước 1g-25, thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở phục vụ sau cùng để tiếp nhận tin nhắn trong PDCCH có C-RNTI hoặc C-RNTI với kích thước RB được thiết lập bằng 0 nhận biết rằng thông tin nhấn tin đối với chính thiết bị đầu cuối này trong khung con tương ứng. Khi có tin nhắn PDCCH có C-RNTI (được xáo trộn với C-RNTI), thiết bị đầu cuối có thể nhận biết rằng có dữ liệu liên kết xuống cần được tiếp nhận (xác định rằng thông tin nhấn tin đã được tiếp nhận thành công), và có thể cố gắng tái kết nối với mạng ở bước 1g-40.

Ở bước 1g-30, thiết bị đầu cuối tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI xác nhận rằng khung con tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI có tin nhắn nhấn tin CN hoặc tin nhắn nhấn tin RAN được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định.

Ở bước 1g-35, trạm cơ sở truyền tin nhắn nhấn tin nhờ PDSCH của khung con giống như khung con truyền P-RNTI hoặc RP-RNTI hoặc của khung con được biểu thị bằng PDCCH có P-RNTI hoặc RP-RNTI. Tin nhắn nhấn tin có thể có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI là ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong MME.

Ở bước 1g-45, thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở trong RAN PA kiểm tra xem tin nhắn nhấn tin có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI của nó hay không. Nếu tin nhắn nhấn tin có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI tương ứng với chính thiết bị đầu cuối, bước 1g-50 được thực hiện. Nếu tin nhắn nhấn tin không có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI tương ứng với chính thiết bị đầu cuối, bước 1g-55 được thực hiện.

Ở bước 1g-50, thiết bị đầu cuối nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1g-55, thiết bị đầu cuối

nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin không dành cho chính nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Fig.1HA và Fig.1HB là lưu đồ thể hiện phương pháp trong đó trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền C-RNTI có trong tin nhắn nhấn tin theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1HA và Fig.1HB, khi các trạm cơ sở trong vùng nhấn tin RAN thực hiện nhấn tin đối với thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng P-RNTI và RP-RNTI, và truyền tin nhắn nhấn tin của PDSCH để xác định thiết bị đầu cuối, trạm cơ sở phục vụ sau cùng có thể truyền C-RNTI biết thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, các trạm cơ sở khác trong vùng nhấn tin RAN có thể sử dụng RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI để thay thế C-RNTI.

Ở bước 1h-05, trạm cơ sở phục vụ sau cùng tiếp nhận tin nhắn nhấn tin đối với thiết bị đầu cuối từ MME.

Ở bước 1h-10, trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền yêu cầu nhấn tin có thông tin ID thiết bị đầu cuối và tin nhắn thiết bị đầu cuối tới trạm cơ sở trong vùng nhấn tin RAN (RAN PA).

Ở bước 1h-15, trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền P-RNTI hoặc RP-RNTI tới thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở phục vụ sau cùng nhờ PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối. Ở bước 1h-20, trạm cơ sở trong RAN PA truyền P-RNTI hoặc RP-RNTI tới thiết bị đầu cuối trong vùng của nó. Trạm cơ sở trong RAN PA có thể truyền RP-RNTI hoặc P-RNTI tới PDCCH của khung con là dịp nhấn tin của thiết bị đầu cuối. Ở bước 1h-25, thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở phục vụ sau cùng để tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI nhận biết rằng khung con tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI có tin nhắn nhấn tin CN hoặc tin nhắn nhấn tin RAN được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định. Ở bước 1h-30, thiết bị đầu cuối tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI nhận biết rằng khung con tiếp nhận P-RNTI hoặc RP-RNTI có tin nhắn nhấn tin CN hoặc tin nhắn nhấn tin RAN được truyền tới một thiết bị đầu cuối nhất định.

Ở bước 1h-35, trạm cơ sở phục vụ sau cùng truyền tin nhắn nhấn tin nhờ PDSCH của khung con giống như khung con truyền P-RNTI hoặc RP-RNTI, hoặc

của khung con được biểu thị bằng PDCCH có P-RNTI hoặc RP-RNTI. Tin nhắn nhấn tin có thể có C-RNTI.

Ở bước 1h-45, thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở phục vụ sau cùng kiểm tra xem C-RNTI là ID thiết bị đầu cuối có trong tin nhắn nhấn tin hay không. Nếu C-RNTI có trong tin nhắn nhấn tin, bước 1h-50 được thực hiện. Trái lại, bước 1h-55 được thực hiện. Ở bước 1h-50, thiết bị đầu cuối nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1h-55, thiết bị đầu cuối nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin không dành cho chính nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Ở bước 1h-40, trạm cơ sở trong RAN PA truyền tin nhắn nhấn tin nhờ PDSCH của khung con giống như khung con truyền P-RNTI hoặc RP-RNTI, hoặc của khung con được biểu thị bằng PDCCH có P-RNTI hoặc RP-RNTI. Tin nhắn nhấn tin có thể có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI là ID thiết bị đầu cuối duy nhất trong MME.

Ở bước 1h-60, thiết bị đầu cuối trong vùng trạm cơ sở trong RAN PA kiểm tra xem tin nhắn nhấn tin có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI của nó hay không. Nếu tin nhắn nhấn tin có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI tương ứng với chính thiết bị đầu cuối, bước 1h-65 được thực hiện. Nếu tin nhắn nhấn tin không có RP-TMSI, S-TMSI, hoặc IMSI tương ứng với chính thiết bị đầu cuối, bước 1h-70 được thực hiện.

Ở bước 1h-65, thiết bị đầu cuối nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin dành cho chính nó, và thực hiện hoạt động tái kết nối mạng. Ở bước 1h-70, thiết bị đầu cuối nhận biết rằng tin nhắn nhấn tin không dành cho chính nó, và bắt đầu lại hoạt động ngủ. Thiết bị đầu cuối có thể duy trì trạng thái ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Phương pháp phân biệt thông tin nhấn tin trên cơ sở RAN bằng cách bổ sung phân tử chỉ báo sẽ được mô tả tiếp theo.

Có thể sử dụng phương pháp phân biệt thông tin nhấn tin bằng cách sử dụng RNTI và TMSI để thay thế việc sử dụng RNTI mới và TMSI, và cũng bằng cách bổ sung phân tử chỉ báo vào trường khác.

Phương pháp để bổ sung phần tử chỉ báo 1 bit vào DCI trong PDCCH như sau.

Bảng 4 thể hiện phần tử chỉ báo nhấn tin RAN 1 bit đối với định dạng DCI 1A/1C, và Bảng 5 thể hiện phần tử chỉ báo nhấn tin RAN 2 bit đối với định dạng DCI 1A/1C.

Bảng 4 và Bảng 5

Table 4

- RAN paging indicator – 1 bit
 - If the format 1A(1C) CRC is scrambled by P-RNTI, C-RNTI, or RP-RNTI:
 - the RAN paging indicator bit indicates the RAN paging, where value 0 indicates CN paging and value 1 indicates RAN paging
 - Else the RAN paging indicator bit is reserved.

Table 5

- RAN paging indicator – 2 bits
 - If the format 1A(1C) CRC is scrambled by P-RNTI, C-RNTI, or RP-RNTI:
 - the RAN paging indicator bit indicates the RAN paging, where value 00 indicates CN paging, value 01 indicates RAN paging, value 10/11 indicates both CN and RAN paging
 - Else the RAN paging indicator bit is reserved.

Phương pháp phân biệt giữa thông tin nhấn tin RAN và thông tin nhấn tin CN bằng cách bổ sung phần tử chỉ báo 1 bit bổ sung vào nhận dạng UE trong PDSCH như sau. Bảng 6 thể hiện phần tử chỉ báo nhấn tin RAN 1 bit sau nhận dạng UE nhấn tin.

Bảng 6

Table 6

PagingUE-Identity ::= CHOICE {
s-TMSI S-TMSI,
imsi IMSI,
...
},
CN-RNA Paging Ind ::= BOOLEAN,

Thiết bị đầu cuối tiếp nhận phần tử chỉ báo nêu trên có thể phân biệt xem nhận dạng UE nhấn tin và tin nhấn nhấn tin tương ứng có phải là thông tin nhấn tin

RAN hoặc thông tin nhấn tin CN hay không, thực hiện hoạt động theo trạng thái của nó, và bỏ qua nhấn tin được truyền đối với các mục đích trạng thái khác.

Cấu trúc thu không liên tục (DRX) thông tin nhấn tin RAN mới sẽ được mô tả tiếp theo.

Ở trạng thái tiết kiệm năng lượng mới, thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động ngủ và thức dậy theo quy tắc nhất định, chẳng hạn vận hành chế độ IDLE. Hoạt động thu không liên tục như vậy của thiết bị đầu cuối được gọi là hoạt động DRX, và hoạt động DRX thiết bị đầu cuối ở trạng thái tiết kiệm năng lượng sẽ được báo hiệu và được kiểm soát bởi trạm cơ sở.

Chu kỳ DRX của thiết bị đầu cuối có thể được báo hiệu và được kiểm soát theo cách sau đây.

Bảng 7 thể hiện chu kỳ nhấn tin INACTIVE ở cấu hình DRX, và Bảng 8 thể hiện chu kỳ nhấn tin INACTIVE ở cấu hình PDCCH.

Bảng 7 và Bảng 8

Table 7

DRX-Config ::= CHOICE {	
release	NULL,
setup	SEQUENCE {
...	
inactiveDRX-CycleStartOffset	CHOICE {
sf10	INTEGER(0..9),
sf20	INTEGER(0..19),
...	
}	,
...	
}}	

Table 8

PDCCH-Config	::=	SEQUENCE {
defaultPagingCycle		ENUMERATED {
		rf32, rf64, rf128, rf256},
inactivePagingCycle		ENUMERATED {
		rf32, rf64, rf128, rf256},
nB		ENUMERATED {
		fourT, twoT, oneT, halfT, quarterT, oneEighthT,
		oneSixteenthT, oneThirtySecondT
		}

Khi thông tin nhắn tin RAN được định nghĩa mới như nêu trên và được báo hiệu trong môi trường trong đó hai loại thông tin nhắn tin như thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN cùng tồn tại, hệ thống (trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối) có thể thiết lập cấu hình và sử dụng thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có các dịp nhắn tin và các chu kỳ nhắn tin khác nhau. Trong trường hợp này, thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng có thể chỉ sử dụng chu kỳ nhắn tin RAN, và thiết bị đầu cuối vận hành ở chế độ IDLE có thể chỉ sử dụng chu kỳ nhắn tin CN. Ngoài ra, thiết bị đầu cuối mong muốn tiếp nhận thông tin nhắn tin thường xuyên hơn và nhanh hơn như cập nhật SI hoặc phục hồi sự cố liên kết vô tuyến (chọn lại ô mạng) có thể kiểm tra cả hai dịp nhắn tin bất kể trạng thái của thiết bị đầu cuối. Hiển nhiên là, trong trường hợp này, mức tiêu thụ năng lượng có thể được gia tăng do việc nhắn tin thường xuyên của thiết bị đầu cuối khi so sánh với trường hợp tiếp nhận duy nhất một loại nhắn tin.

Fig.1I thể hiện môi trường trong đó thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có các chu kỳ khác nhau và các dịp nhắn tin cùng tồn tại theo một phương án của sáng chế.

Một ví dụ về thiết bị đầu cuối được thiết lập cấu hình đối với thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN sao cho có các chu kỳ khác nhau được thể hiện trên Fig.1I.

Mặt khác, các thiết bị đầu cuối được thiết lập cấu hình đối với thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có cùng chu kỳ và có các trạng thái khác nhau (IDLE và tiết kiệm năng lượng) có thể thức dậy đồng thời. Trong trường hợp

này, nếu có cấu trúc DRX thông tin nhắn tin RAN mới, giá trị tương ứng có thể được thiết lập sao cho bằng giá trị của thông tin nhắn tin CN và có thể được báo hiệu. Ngoài ra, cấu hình nhắn tin CN có thể được sử dụng đối với thông tin nhắn tin RAN mà không cần bổ sung cấu trúc DRX mới.

Một ví dụ về cấu trúc để tái sử dụng thông tin nhắn tin CN khi nhắn tin RAN được thể hiện trên Fig.1J và Bảng 9.

Fig.1J thể hiện môi trường trong đó thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN có cùng chu kỳ và dịp nhắn tin cùng tồn tại, và Bảng 9 thể hiện các mô tả trường RadioResourceConfigCommon.

Bảng 9

Các mô tả trường RadioResourceConfigCommon	
defaultPagingCycle (chu kỳ nhắn tin mặc định)	
chu kỳ nhắn tin mặc định được sử dụng để thu được 'T' theo TS 36.304 [4]. Giá trị rf32 tương ứng với 32 khung vô tuyến, rf64 tương ứng với 64 khung vô tuyến và v.v..	
Các UE hoạt động ở trạng thái INACTIVE (không kích hoạt) sử dụng chu kỳ nhắn tin mặc định để thu được chu kỳ nhắn tin RAN. Giá trị rf32 tương ứng với 32 khung vô tuyến, rf64 tương ứng với 64 khung vô tuyến và v.v..	

Theo cách khác, phần tử chỉ báo có thể được sử dụng để thông báo cho thiết bị đầu cuối biết thông tin nhắn tin CN và thông tin nhắn tin RAN trong cấu trúc PCCH là giống nhau.

Bảng 10 thể hiện chu kỳ nhắn tin INACTIVE ở cấu hình PDCCH với phần tử chỉ báo, và Bảng 11 thể hiện các mô tả trường RadioResourceConfigCommon.

Bảng 10 và Bảng 11

Table 10

PCCH-Config ::= SEQUENCE {	
defaultPagingCycle	ENUMERATED { rf32, rf64, rf128, rf256},
inactive Ind	BOOLEAN,
nB	ENUMERATED { fourT, twoT, oneT, quarterT, oneEighthT, oneSixteenthT, oneThirtySecondT}
}	

Table 11

RadioResourceConfigCommon field descriptions
defaultPagingCycle
Default paging cycle, used to derive 'T' in TS 36.304[4]. Value rf32 corresponds to 32 radio frames, rf64 corresponds to 64 radio frames and so on.
inactive Ind
if the inactive IND is true, the Default paging cycle is used to derive the RAN paging cycle.

Phương pháp để xóa bỏ thông tin thiết bị đầu cuối ở thiết bị đầu cuối, trạm cơ sở, và mạng sẽ được mô tả tiếp theo.

Thông tin duy nhất và thông tin kết nối mạng của thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng cần được xóa bỏ ra khỏi thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở khi thiết bị đầu cuối thực hiện chuyển tiếp sang trạng thái IDLE hoặc không thể sử dụng mạng do thay đổi không tránh khỏi. Thời điểm xóa bỏ thông tin của thiết bị đầu cuối và mạng có thể là những trường hợp thỏa mãn các điều kiện khác nhau, và các điều kiện này như sau.

Khi UE được tái kết nối với ô mạng khác có thể được thỏa mãn khi (a) chính UE được tái kết nối với ô mạng khác và được tái thiết lập cấu hình, hoặc (b) ô mạng khác đã truyền tín hiệu tới ô mạng phục vụ sau cùng mà UE được tái kết nối.

Khi vùng nhắn tin được cập nhật UE có thể được thỏa mãn khi (a) chính UE được di chuyển ra khỏi vùng nhắn tin RAN và vùng nhắn tin được cập nhật thành công, hoặc (b) ô mạng khác đã truyền tín hiệu tới ô mạng phục vụ sau cùng có UE là vùng nhắn tin RAN được cập nhật.

Khi trạng thái UE thay đổi thành chế độ IDLE (hoạt động UE) có thể được thỏa mãn khi tín hiệu chỉ báo eNB (tín nhắn RRC, tín nhắn MAC, ...) nhờ suy giảm chất lượng kênh được đo nếu (a) công suất thu tín hiệu chuẩn (RSRP), chất lượng thu tín hiệu chuẩn (RSRQ), phần tử chỉ báo chất lượng kênh (CQI), tỷ số tín hiệu/nhiều và tạp âm (SINR), tỷ số tín hiệu/tạp âm (SNR), của kênh đang phục vụ < threshold1, hoặc (b) RSRP, RSRQ, CQI, SINR, SNR đo được hiện tại, của kênh đang phục vụ < RSRP, RSRQ, CQI, SINR, SNR đo được sau cùng, của kênh đang phục vụ - threshold2. Hoặc, trạng thái UE thay đổi thành chế độ IDLE (hoạt động UE) có thể được thỏa mãn bởi trạng thái kết thúc bộ định thời khi bộ định thời

được bắt đầu ở lần truyền/thu (tx/rx) dữ liệu thành công sau cùng, ở lần đo kênh sau cùng, ở kết quả đo kênh sau cùng > Ngưỡng, v.v..

Khi eNB phát hiện UE không còn ở trạng thái tiết kiệm năng lượng có thể được thỏa mãn (a) khi số lần truyền lại tín hiệu nhấn tin đạt tới threshold3 cực đại, (b) khi suy giảm chất lượng kênh được đo nếu (i) RSRP, RSRQ, CQI, SINR, SNR, của kênh đang phục vụ < threshold1, hoặc (ii) RSRP, RSRQ, CQI, SINR, SNR đo được hiện tại, của kênh đang phục vụ < RSRP, RSRQ, CQI, SINR, SNR đo được sau cùng, của kênh đang phục vụ - threshold2, (c) bởi trạng thái kết thúc bộ định thời, hoặc (d) bởi số tín hiệu đáp NACK (hoặc Non ACK) đạt tới threshold4 cực đại.

Phương pháp để truyền nhấn tin nhằm cập nhật thông tin hệ thống sẽ được mô tả tiếp theo.

Theo công nghệ 5G, thông tin hệ thống có thể được chia thành hai hoặc nhiều thành phần hơn. Giữa các thành phần này, thông tin hệ thống tối thiểu được truyền định kỳ để kết nối mạng có thể được gọi là SI tối thiểu, và thông tin hệ thống khác được truyền bằng cách phát rộng hoặc phát đơn hướng (theo yêu cầu) có thể được gọi là SI bổ sung. Trong trường hợp này, SI tối thiểu và SI bổ sung có thể được cập nhật được cập nhật đồng thời, hoặc duy nhất một thông tin trong số SI tối thiểu và SI bổ sung có thể được cập nhật.

Để cập nhật các loại khác nhau của thông tin hệ thống, tiêu chuẩn tiếp theo có thể thiết lập chu kỳ cập nhật thông tin hệ thống theo hai hoặc nhiều chu kỳ khác nhau hơn. Trong trường hợp này như vậy, các chu kỳ cập nhật thông tin hệ thống khác nhau có thể như sau.

Bảng 12 thể hiện các chu kỳ cập nhật SI tối thiểu/bổ sung theo tiêu chuẩn TS36.331 (theo đánh số mô tả tiêu chuẩn 3gpp), và Bảng 13 thể hiện các chu kỳ cập nhật SI tối thiểu/bổ sung theo tiêu chuẩn TS36.331.

Bảng 12 và Bảng 13

Table 12

BCCH-Config ::=	SEQUENCE {
modificationPeriodCoeff	ENUMERATED {n2, n4, n8, n16, n32, n64, n128},
minSIModificationPeriodCoeff	ENUMERATED {n2, n4, n8, n16, n32, n64, n128},
addSIModificationPeriodCoeff	ENUMERATED {n2, n4, n8, n16, n32, n64, n128}
}	}

Table 13

RadioResourceConfigCommon field descriptions
modificationPeriodCoeff Actual modification period, expressed in number of radio frames = $\text{modificationPeriodCoeff} * \text{defaultPagingCycle}$. n2 corresponds to value 2, n4 corresponds to value 4, n8 corresponds to value 8, n16 corresponds to value 16, and n64 corresponds to value 64.
minSImodificationPeriodCoeff Actual modification period for minimum SI update, expressed in number of radio frames = $\text{modificationPeriodCoeff} * \text{defaultPagingCycle}$. n2 corresponds value 2, n4 corresponds to value 4, n8 corresponds to value 8, n16 corresponds to value 16, and n64 corresponds to value 64.
addSImodificationPeriodCoeff Actual modification period for additional SI update, expressed in number of radio frames = $\text{modificationPeriodCoeff} * \text{defaultPagingCycle}$. n2 corresponds to value 2, n4 corresponds to value 4, n8 corresponds to value 8, n16 corresponds to value 16, and n64 corresponds to value 64.

Fig.1K thể hiện hoạt động chu kỳ sửa đổi SI tối thiểu/bổ sung theo một phương án của sáng chế.

Các chu kỳ để cập nhật các loại khác nhau của thông tin hệ thống có thể được gán riêng biệt cho các thời điểm khác nhau sao cho không xếp chồng với nhau, như được thể hiện trên Fig.1K. Khi cập nhật thông tin hệ thống và thông báo thay đổi cho nó được thực hiện ở thời điểm không xếp chồng như vậy, thiết bị đầu cuối có thể chỉ cập nhật thông tin tương ứng trong chu kỳ tương ứng sau khi tiếp nhận thông báo thay đổi cụ thể. Do đó, thiết bị đầu cuối có thể không cần phải cập nhật tất cả thông tin hệ thống. Theo cách khác, có thể gán các chu kỳ khác nhau cho cùng thời điểm sao cho xếp chồng với nhau.

Để cập nhật các loại khác nhau của thông tin hệ thống, hệ thống có thể truyền các tin nhắn nhấn tin có thông báo thay đổi trong một chu kỳ ngay trước khi chu kỳ sửa đổi trong đó thông tin hệ thống được cập nhật thực tế. Tin nhắn nhấn tin này có thể là thông tin nhấn tin CN, thông tin nhấn tin RAN, hoặc cả hai thông tin này.

Các thiết bị đầu cuối kết nối với mạng, vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng trong mạng, hoặc có mặt trong mạng tiếp nhận thông tin nhắn tin như vậy và cập nhật thông tin hệ thống trong chu kỳ sửa đổi tiếp theo.

Lúc này, các thông báo cập nhật (thay đổi) thông tin hệ thống có trong tin nhắn nhắn tin có thể được phân loại thành SI tối thiểu và SI bổ sung. Điều này có thể được phản ánh trong hoạt động thiết bị đầu cuối như sau.

Bảng 14 thể hiện cập nhật SI tối thiểu/bổ sung của UE theo tiêu chuẩn TS36.331.

Table 14

5.3.2.3 Reception of the Paging message by the UE Upon receiving the Paging message, the UE shall: 1> if in RRC_IDLE, for each of the PagingRecord, If any, included in the Paging message: 2> if the ue-Identity included in the PagingRecord matches one of the UE identities allocated by upper layers: 3> forward the ue-Identity and, except for NB-IoT, the cn-Domain to the upper layers; 1> if the systemInfoModification is included; or 1> if the UE is configured with a DRX cycle longer than the modification period and the systemInfoModification-eDRX is included; or 1> if the systemInfoModification-minimumSI is included; or 1> if the systemInfoModification-additionalSI is included: 2> re-acquire the required system information using the system information acquisition procedure as specified in 5.2.2.
--

Theo cách khác, trường hợp trong đó việc tiếp nhận SI bổ sung thông tin được thực hiện trên cơ sở yêu cầu theo yêu cầu UE như sau:

Bảng 15 thể hiện cập nhật SI tối thiểu/bổ sung của UE theo tiêu chuẩn TS36.331.

Bảng 15

Table 15

5.3.2.3 Reception of the Paging message by the UE. Upon receiving the Paging message, the UE shall; 1> if in RRC_IDLE, for each of the PagingRecord, if any, included in the Paging message; 2> if the ue-Identity included in the PagingRecord matches one of the UE identities allocated by upper layers: 3> forward the ue-Identity and, except for NB-IoT, the cn-domain to the upper layers; 1> if the systemInfoModification is included; or 1> if the UE is configured with a DRX cycle longer than the modification period and the systemInfoModification-eDRX is included; or 1> if the systemInfoModification-minimumSI is included: 2> re-acquire the required system information using the system information acquisition procedure as specified in 5.2.2. 1> if the systemInfoModification-additionalSI is included: 2> re-acquire the required system information using the system information acquisition procedure as: figure examaple: UE transmits Additional SI request to E-UTRAN. E-UTRAN transmits one or more Additional SI to UE.

Khi tiếp nhận thông tin nhắn tin có thông báo thay đổi chỉ bảo rằng thông tin hệ thống sẽ được thay đổi sớm, có thể đánh giá rằng từng chu trình tiếp nhận thông tin nhắn tin nhỏ hơn so với chu kỳ sửa đổi trong đó thông báo thay đổi được truyền liên tục (chu trình nhắn tin < chu kỳ sửa đổi). Trong trường hợp này, thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn tin có cùng thông báo thay đổi ở mọi thời điểm, và thông tin này không những dư thừa mà còn tạo ra tiêu thụ năng lượng của thiết bị đầu cuối. Do đó, nếu duy nhất tin nhắn tin có thông báo thứ nhất được giải mã bởi thiết bị đầu cuối, và nếu các tin nhắn tin chỉ có cùng thông báo thay đổi cập nhật SI giữa các tin nhắn tin được truyền trong cùng chu kỳ sửa đổi có thể được bỏ qua rõ ràng, mức tiêu thụ năng lượng của thiết bị đầu cuối có thể được giảm bớt.

Nhằm mục đích này, một phương án của sáng chế đề xuất phân tử nhận dạng thông tin nhắn tin mới (SIU-RNTI) như sau.

SIU-RNTI được sử dụng nếu thông tin nhắn tin chỉ dùng cho thông báo cập nhật SI. Nếu thông tin nhắn tin chứa thông tin khác, chẳng hạn dữ liệu nhắn tin, thì SIU-RNTI không thể được sử dụng (P-RNTI có thể được sử dụng). UE đã tiếp nhận cập nhật SI một lần có thể bỏ qua SIU-RNTI khác trong cùng chu kỳ sửa đổi BCCH.

Bảng 16 thể hiện giá trị RNTI mới nhằm cập nhật SI, và Fig.1L thể hiện một phương án của hoạt động cập nhật SIU theo sáng chế.

Bảng 16

Table 16

Value (hexa-decimal)	RNTI
...	...
FFFB	SIU-RNTI
FFFE	P-RNTI
...	...

Phương pháp mà nhờ đó thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng để nhanh chóng kết nối lại với mạng sẽ được mô tả tiếp theo.

Có thể có các phương pháp khác nhau mà nhờ đó thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhanh chóng kết nối lại với mạng. Các phương pháp được xem xét bởi sáng chế được sử dụng khi các kênh liên kết lên và liên kết xuống có các đặc tính tương tự vì khoảng cách ngắn hơn giữa các đầu truyền và thu và cũng vì trạng thái đồng bộ hóa là tương tự. Theo phương pháp này, các tài nguyên liên kết lên bị chiếm giữ trong thông tin nhắn tin liên kết xuống, và thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động truyền liên kết lên tức thì mà không có hoạt động đồng bộ hóa liên kết lên đặc biệt (ví dụ, RACH). Thủ tục chi tiết để cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong PDCCH nhắn tin để tái kết nối nhanh như sau.

Trạm cơ sở truyền thông tin dành trước tài nguyên UL-SCH đối với tín hiệu đáp từ thiết bị đầu cuối (hoặc để truyền yêu cầu bắt đầu lại của thiết bị đầu cuối) có trong PDCCH nhắn tin, và thiết bị đầu cuối tiếp nhận thông tin này nhận biết rằng tin nhắn nhắn tin tương ứng là yêu cầu để tái kết nối mạng của thiết bị đầu cuối (chỉ báo ẩn nhờ cấu hình UL-SCH).

Theo một phương án của sáng chế, cấu hình C-RNTI + PCH nhắn tin + UL SCH có thể được sử dụng.

Fig.1M thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong PDCCH nhắn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở (ví dụ, eNB phục vụ sau cùng) có C-RNTI được dùng trước đây (hoặc được giao ước) với thiết bị đầu cuối truyền PDCCH nhắn tin bằng cách sử

dụng C-RNTI để yêu cầu thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhằm tái kết nối với mạng (bắt đầu lại kết nối). Lúc này, tài nguyên cấu hình UL-SCH cần được cấp phát nhiều hơn 3 khoảng thời gian truyền (TTI) chậm hơn theo thời gian so với tài nguyên truyền tin nhắn nhấn tin được cấp phát bởi cấu hình PCH nhấn tin. Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn nhấn tin thông tin nhấn tin thông qua PCH nhấn tin và truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối trên UL-SCH. Khi hoàn tất thành công việc truyền/thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối, mạng và thiết bị đầu cuối nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Theo một phương án của sáng chế, cấu hình C-RNTI + UL SCH có thể được sử dụng.

Fig.1N thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở (ví dụ, eNB phục vụ sau cùng) có C-RNTI được dùng trước đây (hoặc được giao ước) với thiết bị đầu cuối truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng C-RNTI để yêu cầu thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhằm tái kết nối với mạng (bắt đầu lại kết nối). Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối trên UL-SCH. Khi hoàn tất thành công việc truyền/thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối, mạng và thiết bị đầu cuối nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Theo một phương án của sáng chế, cấu hình RNTI + PCH nhấn tin + UL SCH có thể được sử dụng.

Fig.1O thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng RNTI để yêu cầu thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhằm tái kết nối với mạng (bắt đầu lại kết nối). Lúc này, tài nguyên cấu hình UL-SCH cần được cấp phát chậm hơn 3 TTI theo thời gian so với tài nguyên truyền tin nhắn nhấn tin được cấp phát bởi cấu hình PCH nhấn tin. Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn nhấn tin

nhận thông tin nhắn tin thông qua PCH nhắn tin và truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối trên UL-SCH nếu thông tin nhận được chứa ID riêng đối với UE của nó. Khi hoàn tất thành công việc truyền/thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối, mạng và thiết bị đầu cuối nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Fig.1P là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng cấu hình PCH nhắn tin có UL-SCH theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1P, hệ thống có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể ở trạng thái kết nối nhẹ (LC) hoặc ở trạng thái không hoạt động.

Ở bước 1p-05, trạm cơ sở truyền PDCCH nhắn tin bằng cách sử dụng RNTI tới thiết bị đầu cuối. RNTI có thể là ít nhất một trong số P-RNTI, C-RNTI, hoặc RP-RNTI. PDCCH nhắn tin có thể có cấu hình PCH nhắn tin và cũng có cấu hình UL-SCH. Tài nguyên cấu hình UL-SCH có thể được cấp phát cho khung con hoặc TTI chậm hơn theo thời gian so với tài nguyên truyền tin nhắn nhắn tin được cấp phát bởi cấu hình PCH nhắn tin. Tài nguyên UL-SCH có thể được cấp phát chậm nhiều hơn 3 TTI so với tài nguyên truyền tin nhắn nhắn tin.

Ở bước 1p-10, trạm cơ sở truyền tin nhắn nhắn tin tới thiết bị đầu cuối. Tin nhắn nhắn tin có thể có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối, phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối này có thể có ít nhất một trong số IMSI, S-TMSI, C-RNTI, và RP-TMSI.

Ở bước 1p-15, thiết bị đầu cuối tiếp nhận thông tin nhắn tin thông qua PCH nhắn tin và kiểm tra xem thông tin nhận được có chứa phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó hay không.

Nếu không có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1p-20. Ở bước 1p-20, thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động ngủ cho đến dịp nhắn tin tiếp theo.

Nếu có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1p-25. Ở bước 1p-25, thiết bị đầu cuối truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC thông qua UL-SCH. Tài nguyên truyền UL-SCH có thể sử dụng tài nguyên UL-SCH được cấp phát ở bước 1p-10.

Ở bước 1p-30, trạm cơ sở có thể truyền tín hiệu đáp truy nhập ngẫu nhiên (RAR) và bắt đầu lại kết nối RRC tới thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận RAR nhờ PDSCH. Nếu việc truyền và thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC và tín hiệu bắt đầu lại kết nối RRC được thực hiện thành công, mạng và thiết bị đầu cuối có thể nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và có thể thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Phương pháp để cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh sẽ được mô tả tiếp theo.

Trạm cơ sở truyền thông tin dành trước tài nguyên UL-SCH đối với tín hiệu đáp từ thiết bị đầu cuối (hoặc để truyền yêu cầu bắt đầu lại của thiết bị đầu cuối) có trong PDCCH nhấn tin, và cũng truyền, bằng cách sử dụng tài nguyên, phần tử chỉ báo để yêu cầu thiết bị đầu cuối thực hiện tái kết nối. Thiết bị đầu cuối nhận biết rằng tín hiệu nhấn tương ứng là yêu cầu để tái kết nối mạng của thiết bị đầu cuối (chỉ báo rõ). Lúc này, phần tử chỉ báo có thể có trong cấu hình UL-SCH.

Theo một phương án của sáng chế, cấu hình C-RNTI + PCH nhấn tin + UL SCH có thể được sử dụng.

Fig.1Q thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở (ví dụ, eNB phục vụ sau cùng) có C-RNTI được dùng trước đây (hoặc được giao ước) với thiết bị đầu cuối truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng C-RNTI để yêu cầu thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhằm tái kết nối với mạng (bắt đầu lại kết nối). Lúc này, tài nguyên cấu hình UL-SCH cần được cấp phát chậm nhiều hơn 3 TTI so với tài nguyên truyền tin nhấn nhấn tin được cấp phát bởi cấu hình PCH nhấn tin. Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhấn tiếp nhận thông tin nhấn tin thông qua PCH nhấn tin và truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối trên UL-SCH nếu phần tử chỉ báo yêu cầu tái kết nối có giá trị định trước (thường bằng 1). Khi hoàn tất thành công việc truyền/thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối, mạng và thiết bị đầu cuối nhận biết rằng khả năng kết nối được

hoàn thành, và thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Theo một phương án của sáng chế, cấu hình C-RNTI + UL SCH có thể được sử dụng.

Fig.1R thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở (ví dụ, eNB phục vụ sau cùng) có C-RNTI được dùng trước đây (hoặc được giao ước) với thiết bị đầu cuối truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng C-RNTI để yêu cầu thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhằm tái kết nối với mạng (bắt đầu lại kết nối). Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối trên UL-SCH nếu phần tử chỉ báo yêu cầu tái kết nối có giá trị định trước (thường bằng 1). Khi hoàn tất thành công việc truyền/thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối, mạng và thiết bị đầu cuối nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Theo một phương án của sáng chế, cấu hình RNTI + PCH nhấn tin + UL SCH có thể được sử dụng.

Fig.1S thể hiện trạng thái cấp phát tài nguyên truyền liên kết lên và bổ sung phần tử chỉ báo trong PDCCH nhấn tin để tái kết nối nhanh theo một phương án của sáng chế.

Trạm cơ sở truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng RNTI để yêu cầu thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng nhằm tái kết nối với mạng (bắt đầu lại kết nối). Lúc này, tài nguyên cấu hình UL-SCH cần được cấp phát chậm hơn 3 TTI theo thời gian so với tài nguyên truyền tin nhắn nhấn tin được cấp phát bởi cấu hình PCH nhấn tin. Thiết bị đầu cuối tiếp nhận tin nhắn nhấn tin trên PCH nhấn tin và truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối trên UL-SCH nếu phần tử chỉ báo yêu cầu tái kết nối có giá trị định trước (thường bằng 1) và nếu thông tin nhận được chứa ID riêng đối với UE của nó. Khi hoàn tất thành công việc truyền/thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối, mạng và thiết bị đầu cuối nhận

biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Fig.1T là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng cấu hình PCH nhấn tin có UL-SCH và phần tử chỉ báo.

Theo Fig.1T, hệ thống có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể ở trạng thái kết nối nhẹ (LC) hoặc ở trạng thái không hoạt động.

Ở bước 1t-05, trạm cơ sở truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng RNTI tới thiết bị đầu cuối. RNTI có thể là ít nhất một trong số P-RNTI, C-RNTI, hoặc RP-RNTI. PDCCH nhấn tin có thể có cấu hình PCH nhấn tin và cũng có cấu hình UL-SCH và phần tử chỉ báo yêu cầu kết nối (hoặc phần tử chỉ báo yêu cầu bắt đầu lại kết nối). Tài nguyên cấu hình UL-SCH có thể được cấp phát cho khung con hoặc TTI chậm hơn theo thời gian so với tài nguyên truyền tin nhấn nhấn tin được cấp phát bởi cấu hình PCH nhấn tin. Ví dụ, tài nguyên UL-SCH có thể được cấp phát chậm nhiều hơn 3 TTI so với tài nguyên truyền tin nhấn nhấn tin.

Ở bước 1t-10, trạm cơ sở truyền tin nhấn nhấn tin tới thiết bị đầu cuối. Tin nhấn nhấn tin có thể có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối có thể có ít nhất một trong số IMSI, S-TMSI, C-RNTI, và RP-TMSI.

Ở bước 1t-15, thiết bị đầu cuối tiếp nhận thông tin nhấn tin thông qua PCH nhấn tin và kiểm tra xem thông tin nhận được có chứa phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó hay không.

Nếu không có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1t-20. Ở bước 1t-20, thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động ngủ cho đến dịp nhấn tin tiếp theo.

Nếu có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1t-25. Ở bước 1t-25, thiết bị đầu cuối truyền yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC thông qua UL-SCH nếu phần tử chỉ báo yêu cầu tái kết nối có giá trị định trước (thường bằng 1). Tài nguyên truyền UL-SCH có thể sử dụng tài nguyên UL-SCH được cấp phát ở bước 1t-10.

Ở bước 1t-30, trạm cơ sở truyền tín hiệu đáp truy nhập ngẫu nhiên (RAR) và bắt đầu lại kết nối RRC tới thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận

RAR nhờ PDSCH. Nếu việc truyền và thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC và bắt đầu lại kết nối RRC được thực hiện thành công, mạng và thiết bị đầu cuối có thể nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và có thể thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Phương pháp cấp phát các tài nguyên chuyên dụng (thời gian, tần số, mã (phần mở đầu)) có khả năng được sử dụng nhằm mục đích yêu cầu truy nhập liên kết lên hạn chế để cho phép thiết bị đầu cuối tương ứng có thể thực hiện kết nối mạng nhanh có thể là phương pháp truyền RNTI + phần mở đầu.

Fig.1U là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện trạng thái truyền RNTI và phần mở đầu.

Các thiết bị đầu cuối thu RNTI bắt đầu RACH bằng cách sử dụng phần mở đầu chuyên dụng khi nhận dạng riêng đối với UE của chúng có trong thông tin nhận được, và chỉ báo rằng RACH tương ứng là RACH dùng cho yêu cầu kết nối lại liên kết lên. Trạm cơ sở tiếp nhận phần mở đầu RACH chuyên dụng nhận biết rằng thiết bị đầu cuối thực hiện yêu cầu kết nối lại mạng, và nhờ đó tái thiết lập cấu hình và bắt đầu lại kết nối.

Fig.1V là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng cấu hình PCH nhấn tin có phần mở đầu RACH chuyên dụng.

Theo Fig.1V, hệ thống có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể ở trạng thái kết nối nhẹ (LC) hoặc ở trạng thái không hoạt động.

Ở bước 1v-05, trạm cơ sở truyền PDCCH nhấn tin bằng cách sử dụng RNTI tới thiết bị đầu cuối. RNTI có thể là ít nhất một trong số P-RNTI, C-RNTI, hoặc RP-RNTI. PDCCH nhấn tin có thể có cấu hình PCH nhấn tin và cũng có phần mở đầu RACH chuyên dụng.

Ở bước 1v-10, trạm cơ sở truyền tin nhấn nhấn tin tới thiết bị đầu cuối. Tin nhấn nhấn tin có thể có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối có thể có ít nhất một trong số IMSI, S-TMSI, C-RNTI, và RP-TMSI.

Ở bước 1v-15, thiết bị đầu cuối tiếp nhận thông tin nhấn tin thông qua PCH nhấn tin và kiểm tra xem thông tin nhận được có chứa phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó hay không.

Nếu không có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1v-20. Ở bước 1v-20, thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động ngủ cho đến dịp nhận tin tiếp theo.

Nếu có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1v-25. Ở bước 1v-25, thiết bị đầu cuối khởi hoạt RACH bằng cách sử dụng phần mở đầu chuyên dụng, nhờ đó chỉ báo rằng RACH tương ứng là RACH dùng cho yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC.

Trạm cơ sở tiếp nhận phần mở đầu RACH chuyên dụng nhận biết rằng thiết bị đầu cuối thực hiện yêu cầu kết nối lại mạng. Tiếp đó, ở bước 1v-30, trạm cơ sở thiết lập lại và bắt đầu lại kết nối với thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể truyền RAR và bắt đầu lại kết nối RRC tới thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận RAR nhờ PDSCH. Nếu việc truyền và thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC và bắt đầu lại kết nối RRC được thực hiện thành công, mạng và thiết bị đầu cuối có thể nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và có thể thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Phương pháp truyền tin nhắn nhận tin + tài nguyên (thời gian, tần số, mã (phần mở đầu)) sẽ được mô tả tiếp theo.

Fig.1W là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương pháp truyền tin nhắn nhận tin và phần mở đầu.

Các thiết bị đầu cuối để tiếp nhận các tin nhắn nhận tin tương ứng trên PCH nhận tin bắt đầu RACH bằng cách sử dụng tài nguyên chuyên dụng khi nhận dạng riêng đối với UE của chúng có trong thông tin nhận được, và chỉ báo rằng RACH tương ứng là RACH dùng cho yêu cầu kết nối lại liên kết lên. Trạm cơ sở tiếp nhận phần mở đầu RACH chuyên dụng nhận biết rằng thiết bị đầu cuối thực hiện yêu cầu kết nối lại mạng, và nhờ đó tái thiết lập cấu hình và bắt đầu lại kết nối.

Fig.1X là lưu đồ thể hiện phương pháp tái kết nối mạng nhanh sử dụng tin nhắn nhận tin có phần mở đầu RACH chuyên dụng.

Theo Fig.1X, hệ thống có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể ở trạng thái kết nối nhẹ (LC) hoặc ở trạng thái không hoạt động.

Ở bước 1x-05, trạm cơ sở truyền PDCCH nhắn tin bằng cách sử dụng RNTI tới thiết bị đầu cuối. RNTI có thể là ít nhất một trong số P-RNTI, C-RNTI, hoặc RP-RNTI. PDCCH nhắn tin có thể có cấu hình PCH nhắn tin.

Ở bước 1x-10, trạm cơ sở truyền tin nhắn tin tới thiết bị đầu cuối. Tin nhắn tin có thể có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối có thể có ít nhất một trong số IMSI, S-TMSI, và C-RNTI, RP-TMSI. Tin nhắn tin có thể có phần mở đầu chuyên dụng, hoặc có phần mở đầu chuyên dụng cùng với tin nhắn tin.

Ở bước 1x-15, thiết bị đầu cuối tiếp nhận thông tin nhắn tin thông qua PCH nhắn tin và kiểm tra xem thông tin nhận được có chứa phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó hay không.

Nếu không có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1x-20. Ở bước 1x-20, thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động ngủ cho đến dịp nhắn tin tiếp theo.

Nếu có phần tử nhận dạng thiết bị đầu cuối của chính nó, thiết bị đầu cuối tiến hành bước 1x-25. Ở bước 1x-25, thiết bị đầu cuối khởi hoạt RACH bằng cách sử dụng phần mở đầu chuyên dụng, nhờ đó chỉ bảo rằng RACH tương ứng là RACH dùng cho yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC.

Trạm cơ sở tiếp nhận phần mở đầu RACH chuyên dụng nhận biết rằng thiết bị đầu cuối thực hiện yêu cầu kết nối lại mạng. Tiếp đó, ở bước 1x-30, trạm cơ sở thiết lập lại và bắt đầu lại kết nối với thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể truyền RAR và bắt đầu lại kết nối RRC tới thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận RAR nhờ PDSCH. Nếu việc truyền và thu yêu cầu bắt đầu lại kết nối RRC và bắt đầu lại kết nối RRC được thực hiện thành công, mạng và thiết bị đầu cuối có thể nhận biết rằng khả năng kết nối được hoàn thành, và có thể thực hiện chuyển tiếp trạng thái thiết bị đầu cuối sang trạng thái RRC_CONNECTED.

Phương pháp để truyền trực tiếp dữ liệu liên kết xuống bằng cách sử dụng RNTI sẽ được mô tả tiếp theo.

Khi muốn truyền thông tin ngắn trong liên kết xuống tới thiết bị đầu cuối vận hành ở trạng thái tiết kiệm năng lượng, mạng có thể nhận dạng thiết bị đầu

cuối bằng cách sử dụng C-RNTI đã biết (hoặc RNTI mới khác) và cấp phát các tài nguyên liên kết xuống cho thiết bị đầu cuối để truyền thông tin.

Trong trường hợp này, nếu thiết bị đầu cuối không cần phải thực hiện đồng bộ hóa liên kết lên bằng truy nhập ngẫu nhiên, trạm cơ sở có thể cấp phát các tài nguyên ACK/NACK liên kết lên để truyền liên kết xuống, tiếp nhận tín hiệu đáp từ thiết bị đầu cuối, và thực hiện hoạt động truyền lại và HARQ để làm tăng tỷ lệ thành công của việc truyền liên kết xuống (DL).

Trong trường hợp này, nếu thiết bị đầu cuối cần phải thực hiện đồng bộ hóa liên kết lên bằng truy nhập ngẫu nhiên, trạm cơ sở có thể thực hiện lặp lại việc truyền liên kết xuống nhiều hơn hoặc bằng số lần nhất định bằng cách sử dụng kỹ thuật lặp để làm tăng tỷ lệ thành công.

Fig.1Y là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1Y, thiết bị đầu cuối có thể có bộ thu-phát 1y-10 để truyền và thu tín hiệu và bộ điều khiển 1y-30. Thiết bị đầu cuối có thể truyền và/hoặc thu các tín hiệu, thông tin, và các tin nhắn nhờ bộ thu-phát 1y-10. Bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển hoạt động chung của thiết bị đầu cuối. Bộ điều khiển 1y-30 có thể có ít nhất một bộ xử lý. Bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển hoạt động của thiết bị đầu cuối được mô tả có dựa vào Fig.1A tới Fig.1X.

Bộ điều khiển 1y-30 có thể tiếp nhận điều kiện khởi động hồi đáp chùm và xác định xem điều kiện khởi động hồi đáp chùm này có được thỏa mãn hay không. Nếu xác định được rằng điều kiện khởi động hồi đáp chùm được thỏa mãn, bộ điều khiển 1y-30 có thể khởi động hồi đáp chùm trên tầng điều khiển truy nhập môi trường (MAC) của thiết bị đầu cuối và, dựa trên khởi động hồi đáp chùm, điều khiển việc truyền phần tử điều khiển MAC (MAC CE) có thông tin hồi đáp chùm. Điều kiện khởi động hồi đáp chùm có thể có trường hợp trong đó giá trị đo kênh của ít nhất một chùm lớn hơn so với tổng của giá trị ngưỡng định trước và giá trị đo kênh của chùm phục vụ hiện tại.

Ngoài ra, nếu liên kết lên của thiết bị đầu cuối được đồng bộ hóa, bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển việc truyền thông tin hồi đáp chùm bằng cách sử

dụng các tài nguyên cấp phát liên kết lên nhận được nhờ thủ tục yêu cầu lập lịch biểu (SR). Thiết bị đầu cuối có thể truyền yêu cầu SR và tiếp nhận thông tin về các tài nguyên được cấp phát cho hồi đáp chùm nhằm đáp lại việc truyền yêu cầu SR. Việc cấp phát tài nguyên có thể được thực hiện theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ.

Nếu liên kết lên của thiết bị đầu cuối không được đồng bộ hóa, bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển việc truyền thông tin hồi đáp chùm nhờ thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Khi hồi đáp chùm được khởi hoạt, bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, thu tín hiệu đáp truy nhập ngẫu nhiên nhằm đáp lại việc truyền phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, truyền thông tin hồi đáp chùm nhằm đáp lại việc thu tín hiệu đáp truy nhập ngẫu nhiên, và tiếp nhận kết quả tranh chấp truy nhập ngẫu nhiên nhằm đáp lại việc truyền thông tin hồi đáp chùm. Tin nhắn truyền thông tin hồi đáp chùm có thể là tin nhắn 3(MSG3) trong thủ tục truy nhập ngẫu nhiên.

Ngoài ra, bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển việc tiếp nhận chỉ báo thay đổi chùm thông tin và, khi tiếp nhận chỉ báo thay đổi chùm thông tin, điều khiển thay đổi của chùm, dựa trên thông tin hồi đáp chùm, sau khoảng thời gian định trước.

Fig.1Z là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện trạm cơ sở theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.1Z, trạm cơ sở này có thể có bộ thu-phát 1z-10 để truyền và thu tín hiệu và bộ điều khiển 1z-30. Trạm cơ sở có thể truyền và/hoặc thu các tín hiệu và thông tin, các tin nhắn nhờ bộ thu-phát 1z-10. Bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển hoạt động chung của trạm cơ sở. Bộ điều khiển 1z-30 có thể có ít nhất một bộ xử lý. Bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển hoạt động của trạm cơ sở được mô tả có dựa vào Fig.1A tới Fig.1X.

Ngoài ra, bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển việc truyền điều kiện khởi động hồi đáp chùm tới thiết bị đầu cuối và cũng điều khiển việc tiếp nhận MAC CE có thông tin hồi đáp chùm từ thiết bị đầu cuối. Thông tin hồi đáp chùm có thể được khởi hoạt khi xác định được rằng điều kiện hồi đáp chùm được thỏa mãn trên

tầng MAC của thiết bị đầu cuối. Nghĩa là, điều kiện hồi đáp chùm có thể được khởi hoạt theo kết quả xác định tầng MAC của thiết bị đầu cuối. Điều kiện khởi động hồi đáp chùm có thể có trường hợp trong đó giá trị đo kênh của ít nhất một chùm lớn hơn so với tổng của giá trị ngưỡng định trước và giá trị đo kênh của chùm phục vụ hiện tại.

Nếu liên kết lên của thiết bị đầu cuối được đồng bộ hóa, bộ điều khiển 1z-30 có thể cấp phát các tài nguyên liên kết lên tới thiết bị đầu cuối nhờ thủ tục SR và điều khiển việc tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm từ các tài nguyên liên kết lên đã cấp phát.

Ngoài ra, nếu liên kết lên của thiết bị đầu cuối không được đồng bộ hóa, bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển việc tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm nhờ thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển việc tiếp nhận phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, truyền tín hiệu đáp truy nhập ngẫu nhiên nhằm đáp lại việc tiếp nhận phần mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm nhằm đáp lại việc truyền tín hiệu đáp truy nhập ngẫu nhiên, và truyền kết quả tranh chấp truy nhập ngẫu nhiên nhằm đáp lại việc tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm. Tín nhắn tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm có thể là tín nhắn MSG3 trong thủ tục truy nhập ngẫu nhiên.

Hơn nữa, bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển việc truyền chỉ báo thay đổi chùm thông tin nhằm đáp lại việc tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm và tiếp đó điều khiển thay đổi của chùm, dựa trên thông tin hồi đáp chùm, sau khoảng thời gian định trước.

[Phương án B: tạo nhóm chùm]

Theo một phương án của sáng chế, phương pháp quản lý chùm đối với thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở có thể được đề xuất bao gồm các bước: truyền thông tin đo chùm tới trạm cơ sở ở thiết bị đầu cuối, chọn chùm sẽ được sử dụng, dựa trên thông tin đo chùm của thiết bị đầu cuối ở trạm cơ sở, thông báo thông tin về chùm đã chọn tới thiết bị đầu cuối ở trạm cơ sở, và thay đổi chùm hiện được dùng thành chùm mới ở trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối.

Ngoài ra, theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp mà nhờ đó thiết bị đầu cuối chèn phần tử chỉ báo trong thông tin đo chùm cần được truyền tới trạm cơ sở để chỉ báo xem tin nhắn thay đổi chùm có cần được truyền hay không khi trạm cơ sở thay đổi chùm. Ngoài ra, phương pháp thay đổi chùm của trạm cơ sở bằng cách sử dụng phần tử chỉ báo này có thể được đề xuất.

Hệ thống truyền thông không dây xem xét cấu trúc trong đó một trạm cơ sở có nhiều đầu truyền/thu hỗ trợ một khu vực vật lý rộng để cải thiện độ trễ do trao đổi thông tin thường xuyên và thực hiện sử dụng tài nguyên hữu hiệu.

Hệ anten phân tán (DAS) thực hiện truyền hoặc thu cùng tín hiệu bằng cách thực hiện, ở dạng các anten vật lý, các đầu truyền/thu khác nhau dưới sự điều khiển của một trạm cơ sở duy nhất.

Hệ thống đầu vô tuyến từ xa (RRH) có khả năng truyền hoặc thu các tín hiệu khác nhau bằng cách thực hiện các đầu truyền/thu khác nhau dưới sự điều khiển của một trạm cơ sở duy nhất ở dạng cấu trúc có anten và một đầu tần số vô tuyến (RF) đơn giản.

Hệ thống truyền/thu nhiều điểm phối hợp (CoMP) là hệ thống trong đó các đầu truyền/thu khác nhau dưới sự điều khiển của một hoặc nhiều trạm cơ sở đồng thời truyền hoặc thu cùng tín hiệu được đồng bộ hóa thông tin tới hoặc từ một người dùng hoặc khi một đầu truyền/thu thực hiện truyền hoặc thu thông tin, các đầu truyền/thu khác ở trạng thái im lặng.

Kỹ thuật tạo chùm tương tự để tạo ra các chùm có đặc tính định hướng vật lý theo một hướng nhất định và thu được độ tăng ích anten bằng cách truyền các công suất truyền và các pha khác nhau với nhiều anten mảng và các đồ thị phát xạ chồng nhau của các anten.

Kỹ thuật tạo chùm tương tự có khả năng thiết lập một chùm từ nhiều anten theo hướng mong muốn mà không có thông tin thu của đầu thu mục tiêu và chỉ cho phép truyền/thu theo một hướng ở một thời điểm (các đồ thị phát xạ theo các hướng khác được làm lệch) để tạo ra một chùm đi xa hơn với cùng công suất và có độ tăng ích anten cao (các độ rộng/độ dài chùm khác nhau theo số lượng của các anten).

Kỹ thuật tạo chùm số là kỹ thuật tạo ra nhiều chùm trực giao để dịch chuyển nhiều liên kênh mong muốn bằng cách áp dụng kỹ thuật mã hóa khác nhau cho từng tập hợp thông tin trước khi truyền đối với từng anten bằng cách sử dụng thông tin đa kênh giữa các anten có các cường độ khác nhau trong môi trường truyền/thu nhiều anten.

Kỹ thuật tạo chùm số sử dụng các đặc tính kênh khác nhau càng nhiều càng tốt bằng cách sử dụng kỹ thuật tiền mã hóa đối với dữ liệu được truyền nhờ từng anten.

Ngoài ra, kỹ thuật tạo chùm số hỗ trợ MIMO một người dùng và MIMO nhiều người dùng.

Kỹ thuật tạo chùm lai là kỹ thuật sử dụng đồng thời kỹ thuật tạo chùm tương tự và kỹ thuật tạo chùm số.

Kỹ thuật tạo chùm lai sử dụng kỹ thuật tạo chùm số bằng cách sử dụng các kỹ thuật tiền mã hóa khác nhau lần lượt đối với các anten truyền và các chùm được tạo ra bằng kỹ thuật tạo chùm tương tự.

Kỹ thuật được mô tả theo các phương án của sáng chế có thể sử dụng một kỹ thuật trong số kỹ thuật tạo chùm tương tự, kỹ thuật tạo chùm số, và kỹ thuật tạo chùm lai. Ngoài ra, phương pháp giữ và truyền các tài nguyên có thể được phân biệt về mặt vật lý hoặc nhờ tần số, thời gian, mã, hoặc tín hiệu để truyền thông tin được gọi là kỹ thuật tạo chùm và có thể được áp dụng cho tất cả các hệ thống trong đó các tài nguyên bị chiếm giữ được gọi là các chùm.

Ngoài ra, các đặc trưng của các công nghệ liên quan được sử dụng trong các công nghệ truyền thông không dây phù hợp với các tiêu chuẩn 3GPP như sau.

Hoạt động truyền liên kết lên (từ thiết bị đầu cuối tới trạm cơ sở) cần được thực hiện bằng cách sử dụng tài nguyên đã đặt trước bằng cách cấp phát tài nguyên nhờ trạm cơ sở.

Thiết bị đầu cuối đòi hỏi hoạt động truyền liên kết lên cần được cấp phát tài nguyên đối với hoạt động truyền liên kết lên bằng cách truyền yêu cầu cấp phát tài nguyên (nghĩa là, SR) được cấp phát từ trước bởi trạm cơ sở. Thiết bị đầu cuối truyền SR, tiếp đó truyền báo cáo trạng thái đệm (BSR) để thông báo lượng dữ liệu

cần được truyền trong liên kết lên, tiếp nhận thông tin cấp phát tài nguyên, và thực hiện hoạt động truyền liên kết lên. Theo cách khác, thiết bị đầu cuối có thể thực hiện hoạt động truyền liên kết lên nhờ kênh truy nhập ngẫu nhiên (RACH) có khả năng truyền dựa trên tranh chấp.

Thông tin hồi đáp đo kênh bao gồm các kỹ thuật để thông báo cho trạm cơ sở về thông tin kênh đo được nhờ thiết bị đầu cuối, cũng như thông tin đo kênh và hồi đáp được thực hiện trên tầng vật lý. Các ví dụ về thông tin như vậy có công suất thu tín hiệu chuẩn (RSRP), chất lượng thu tín hiệu chuẩn (RSRQ), tỷ lệ tín hiệu-nhiều (SNR), tỷ lệ tín hiệu-nhiều và tạp nhiễu (SINR), phần tử chỉ báo chất lượng kênh (CQI), và thông tin trạng thái kênh-tín hiệu chuẩn (CSI-RS). Thiết bị đầu cuối có thể thu thập thông tin như vậy bằng cách đo một tín hiệu nhất định (tín hiệu chuẩn ô mạng cụ thể hoặc tín hiệu chuẩn chung (CRS), tín hiệu chuẩn chuyên dụng (DRS), tín hiệu CSI-RS, hoặc tín hiệu chuẩn điều biến (DMRS)) được truyền bởi trạm cơ sở.

Thiết bị đầu cuối có thể truyền thông tin thu thập được bằng cách sử dụng các tài nguyên được cấp phát bởi trạm cơ sở theo quy tắc truyền liên kết lên. Không có các tài nguyên được cấp phát bởi trạm cơ sở, công nghệ truyền thông không dây không có phương pháp hoặc không cần cung cấp thông tin như vậy tới trạm cơ sở.

Để cải thiện hiệu quả, hệ thống truyền thông không dây truyền các tín hiệu để duy trì khả năng kết nối như tín hiệu điều khiển và tín hiệu chuẩn bằng cách sử dụng các kênh tần số và các tài nguyên thời gian có thể được tiếp nhận chung bởi tất cả các người dùng.

Mặt khác, đối với hệ thống tạo chùm nhiều anten trong đó các tài nguyên khác nhau như các kênh tần số, thời gian, chùm, và mã được cấp phát và được sử dụng khác nhau đối với các chùm khác nhau, không thể sử dụng các tài nguyên do thay đổi về các đặc tính chùm (nghĩa là, hướng hoặc kênh) được tạo ra giữa thời điểm dành trước tài nguyên và thời điểm sử dụng.

Ví dụ, trong hệ thống sử dụng nhiều chùm tương tự để truyền/thu, thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở truyền và thu thông tin bằng cách chọn một chùm cụ thể

được dự kiến là tốt. Lúc này, trạm cơ sở dành trước tài nguyên chùm tốt nhất (hoặc ít vấn đề nhất), đã biết ở thời điểm dành trước tài nguyên, đối với hoạt động truyền liên kết lên của thiết bị đầu cuối. Tuy nhiên, thay đổi ở kênh của các tài nguyên chùm đã dành trước có thể xảy ra do chuyển động của thiết bị đầu cuối hoặc các biến thay đổi khác (ví dụ, các trở ngại lưu lượng đột ngột hoặc thay đổi khí hậu). Khi hoạt động truyền thông tin liên kết lên không thành công do thay đổi về các đặc tính của tài nguyên chùm đã dành trước, không có cách nào cho phép giải quyết vấn đề này với kỹ thuật đã biết.

Do đó, đối với hệ thống tạo chùm nhiều anten trong đó các tài nguyên khác nhau như các kênh tần số, thời gian, chùm, và mã được cấp phát và được sử dụng khác nhau đối với các chùm khác nhau, kỹ thuật quản lý chùm để trao đổi thông tin trạng thái chùm giữa thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở và để theo dõi và áp dụng nhanh chóng thay đổi chùm được yêu cầu.

Ngoài ra, đối với kỹ thuật đã biết để truyền các tín hiệu để duy trì khả năng kết nối như tín hiệu điều khiển và tín hiệu chuẩn bằng cách sử dụng các kênh tần số và các tài nguyên thời gian có thể được tiếp nhận chung bởi tất cả các người dùng, nếu trạng thái kênh trở nên kém, chỉ có phương pháp để thay đổi kênh này sang một kênh khác có tần số khác hoặc nỗ lực nhằm tái kết nối với mạng sau khi tuyên bố sự cố khi điều kiện sự cố liên kết vô tuyến được thỏa mãn.

Tuy nhiên, đối với hệ thống tạo chùm nhiều anten trong đó các tài nguyên khác nhau như các kênh tần số, thời gian, chùm, và mã được cấp phát và được sử dụng khác nhau đối với các chùm khác nhau, có khả năng cao là một chùm hữu dụng khác có mặt ở cùng vị trí mặc dù các đặc tính chùm trở nên kém. Do đó, vì thiết bị đầu cuối có cơ hội duy trì khả năng kết nối, kỹ thuật có thể sử dụng đặc tính này là cần thiết.

Cụ thể hơn, thiết bị đầu cuối thông báo thay đổi trạng thái kênh tới trạm cơ sở nhờ thông tin hồi đáp kênh chỉ được phép trên tầng vật lý. Cụ thể là, thiết bị đầu cuối có thể biết trạng thái kênh bằng cách tiếp nhận tín hiệu cụ thể (CRS, DRS, RS, RS chùm, hoặc CSI-RS) từ trạm cơ sở, xử lý và đóng gói thông tin trạng thái kênh ở dạng thông tin hồi đáp (ví dụ, CQI, phần tử chỉ báo hạng (RI), hoặc phần tử

chỉ báo ma trận mã hóa sơ bộ (PMI)), và truyền thông tin này tới trạm cơ sở nhờ những tài nguyên có khả năng truyền liên kết lên được cấp phát bởi trạm cơ sở (ví dụ, kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) hoặc kênh chia sẻ liên kết lên vật lý (PUSCH)), hoặc thiết bị đầu cuối có thể truyền yêu cầu truyền liên kết lên tới trạm cơ sở (hoặc yêu cầu cấp phát tài nguyên đối với hoạt động truyền liên kết lên), tiếp nhận cấp phát tài nguyên, và truyền thông tin trạng thái kênh.

Tuy nhiên, đối với hệ thống tạo chùm nhiều anten trong đó các tài nguyên khác nhau như các kênh tần số, thời gian, chùm, và mã được cấp phát và được sử dụng khác nhau đối với các chùm khác nhau, nếu tính năng của các tài nguyên đặc biệt (ví dụ, các chùm tương tự hoặc các chùm lai) đã được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở, một thủ tục mới được yêu cầu để thông báo cho trạm cơ sở về thông tin tài nguyên khả dụng khác và tiếp đó sử dụng các tài nguyên tương ứng được cấp phát sau đó.

Fig.2A là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống đa chùm theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2A, hệ thống có trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối tạo ra các chùm tương tự có các hướng khác nhau. Ở đây, chùm tương tự được sử dụng bởi trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối có thể được tạo bởi nhiều mảng anten nhỏ, và có thể thực hiện truyền/thu không dây theo một hướng bằng cách sử dụng một nhóm mảng anten ở một thời điểm. Nếu một hoặc nhiều nhóm mảng anten có thể hoạt động đồng thời, có thể thực hiện truyền/thu không dây theo một hoặc nhiều hướng ở một thời điểm.

Một phương án của sáng chế đề xuất môi trường trong đó trạm cơ sở (hoặc các đầu truyền/thu) và thiết bị đầu cuối sử dụng một hoặc nhiều chùm để truyền/thu bằng cách sử dụng hai chùm ở một thời điểm trong hệ thống tạo chùm nhiều anten trong đó các tài nguyên khác nhau như các kênh tần số, thời gian, chùm, và mã được cấp phát và được sử dụng khác nhau đối với các chùm khác nhau.

Ngoài ra, phương pháp trao đổi thông tin chùm được đề xuất có thể được áp dụng cho trường hợp trong đó trạm cơ sở hoặc thiết bị đầu cuối không sử dụng

nhiều chùm, chẳng hạn trường hợp trong đó trạm cơ sở sử dụng một hoặc nhiều chùm và thiết bị đầu cuối sử dụng một chùm, hoặc trường hợp trong đó trạm cơ sở sử dụng một chùm và thiết bị đầu cuối sử dụng một hoặc nhiều chùm.

Cụ thể là, thiết bị đầu cuối tìm và sử dụng chùm phù hợp bằng cách trao đổi và thay đổi thông tin về các chùm được sử dụng trong cùng trạm cơ sở đo thông tin chùm, cung cấp thông tin chùm, và thay đổi chùm đang được sử dụng. Trong hệ thống tạo chùm nhiều anten trong đó các tài nguyên khác nhau như các kênh tần số, thời gian, chùm, và mã được cấp phát và được sử dụng khác nhau đối với các chùm khác nhau, trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối cần phải có thể phát hiện và theo dõi trạng thái kênh của chùm phát/thu theo thời gian thực và duy trì và thay đổi chùm được sử dụng.

Phép đo chùm được thực hiện để đo kênh của các cặp chùm thu được từ kết hợp của các chùm khác nhau giữa thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở lân cận. Phép đo chùm có thể được thực hiện theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ bởi thiết bị đầu cuối hoặc trạm cơ sở.

Các phương án của sáng chế không bị giới hạn bởi phương pháp đo chùm bất kỳ, và giả sử rằng thiết bị đầu cuối hoặc trạm cơ sở có thể đo trạng thái kênh của các cặp chùm. Ngoài ra, giả sử rằng thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động đo thông tin chùm theo cách nhất định và thực hiện hoạt động cập nhật và nhận biết giá trị đo được theo từng phép đo thông tin chùm.

Hồi đáp chùm là hoạt động thông báo cho trạm cơ sở biết về thông tin chùm đo được nhờ thiết bị đầu cuối. Hồi đáp từ thiết bị đầu cuối (hoặc trạm cơ sở) là cần thiết vì trạm cơ sở (hoặc thiết bị đầu cuối) là đầu truyền không thể biết thông tin chùm liên kết xuống (hoặc liên kết lên). Hồi đáp thông tin chùm có thể được thực hiện theo chu kỳ hoặc không theo chu kỳ bởi thiết bị đầu cuối hoặc trạm cơ sở.

Một phương án của sáng chế đề xuất hoạt động truyền thông tin chùm đo được bởi thiết bị đầu cuối tới trạm cơ sở. Tuy nhiên, phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở kỹ thuật hồi đáp hoặc báo cáo chùm của thiết bị đầu cuối, và hoạt động truyền thông tin chùm đo được bởi trạm cơ sở tới thiết bị đầu cuối cũng có thể dự kiến. Do đó, thủ tục sau đây đề hồi đáp chùm và thay đổi chùm của thiết bị

đầu cuối có thể được áp dụng theo cách tương đương hoặc tương tự cho hoạt động của trạm cơ sở.

Theo một phương án của sáng chế, thông tin hồi đáp chùm có thể là thông tin trạng thái chùm (BSI) và/hoặc thông tin tinh chỉnh chùm (BRI).

Để thực hiện thay đổi chùm, trạm cơ sở hoặc thiết bị đầu cuối có thể xác định cặp chùm sẽ được sử dụng trong tương lai dựa trên thông tin hồi đáp chùm nhận được. Trạm cơ sở hoặc thiết bị đầu cuối có thể thực hiện các hoạt động khác nhau để sử dụng cặp chùm đã xác định.

Thiết bị đầu cuối tham khảo thực thể đo chùm để thực hiện phép đo chùm, và trạm cơ sở tham khảo thực thể sử dụng chùm để truyền tín hiệu chuẩn để đo chùm, cấp phát tài nguyên cho thực thể đo chùm, và sử dụng thông tin chùm nhờ phép đo khi thực thể đo chùm thông báo thông tin chùm thông qua hồi đáp.

Mặc dù thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở được sử dụng lần lượt làm thực thể để thực hiện phép đo chùm và hồi đáp và thực thể để truyền tín hiệu chuẩn chùm và cấp phát tài nguyên, vai trò của chúng không bị giới hạn như vậy. Theo cách khác, trạm cơ sở có thể là thực thể để thực hiện phép đo chùm và hồi đáp, và thiết bị đầu cuối có thể là thực thể để truyền tín hiệu chuẩn chùm và cấp phát tài nguyên.

Chùm tốt nhất là một cặp chùm hoặc hai chùm của cặp chùm này khi một chùm của thực thể đo chùm và một chùm của thực thể sử dụng chùm được giả định là có đặc tính tốt nhất trong số các chùm tương tự có thể sử dụng bởi thực thể đo chùm và thực thể sử dụng chùm được xác định. Ngoài ra, chùm tốt nhất có thể thường là, nhưng không bị giới hạn như vậy, chùm có đặc tính tốt nhất được sử dụng bởi thực thể sử dụng chùm (trạm cơ sở) để truyền thông với thực thể đo chùm (thiết bị đầu cuối) trong cặp chùm tốt nhất đo được theo tín hiệu chuẩn được truyền bởi thực thể sử dụng chùm.

Thực thể đo chùm có thể thông báo thông tin về cặp chùm tốt nhất cho thực thể sử dụng chùm thông qua hồi đáp, hoặc thực thể sử dụng chùm có thể thông báo thông tin về duy nhất một chùm sẽ được sử dụng cho thực thể đo chùm tương ứng.

Ví dụ, thiết bị đầu cuối có thể thông báo cho trạm cơ sở thông tin về duy nhất một chùm thuộc về trạm cơ sở sẽ được sử dụng để truyền/thu thông tin.

Fig.2B là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc khung đề hồi đáp ID đa chùm và trị số phép đo chùm theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2B, một phương án về cấu trúc MAC-CE để truyền thông tin chùm N (ID 9 bit, BRSRP 7 bit) được thể hiện. BI (9-bit) là một trường chỉ báo chỉ số chùm. BRSRP (7-bit) là một trường chỉ báo RSRP của một chùm.

Mặc dù Fig.2B thể hiện BI có 9 bit và BRSRP có 7 bit, các trường này có thể có các kích thước bit khác nhau.

Fig.2C là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc khung đề hồi đáp ID đa chùm và trị số phép đo chùm theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2C, cấu trúc MAC-CE để truyền thông tin chùm N (eNB ID chùm 3 bit, BRSRP 7 bit) được thể hiện. RBI (3-bit) là một trường chỉ báo chỉ số chùm. RB-RSRP (7-bit) là một trường chỉ báo RSRP thu của một chùm. R là bit dự trữ, được thiết lập bằng “0”.

Mặc dù Fig.2C thể hiện RBI có 9 bit và RB-RSRP có 7 bit, các trường này có thể có các kích thước bit khác nhau.

Fig.2D là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc khung đề hồi đáp ID đa chùm và trị số phép đo chùm theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2D, cấu trúc MAC-CE để truyền thông tin chùm N (eNB ID 9 bit, ID UE 5 bit, BRSRP 7 bit) được thể hiện. BI_1 (9-bit) là một trường chỉ báo chỉ số chùm của một trạm cơ sở. BI_2 (9-bit) là một trường chỉ báo chỉ số chùm của thiết bị đầu cuối. BRSRP (7-bit) là một trường chỉ báo RSRP của một chùm.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp để cải thiện hiệu quả trao đổi thông tin với trạm cơ sở trong khi giảm tới mức tối thiểu thông tin được truyền tới trạm cơ sở nhờ thiết bị đầu cuối.

Phương pháp bổ sung phần tử chỉ báo để truyền yêu cầu thay đổi chùm thông tin sẽ được mô tả sau đây.

Fig.2E là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thay đổi chùm nhờ hồi đáp chùm, và Fig.2F và Fig.2G là các hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các cấu trúc khung để truyền hồi đáp chùm.

Thiết bị đầu cuối có các giá trị đo kênh/liên kết đối với cả chùm truyền của từng trạm cơ sở lẫn chùm thu của thiết bị đầu cuối nhờ thông tin quan sát được và đo được. Dựa trên các giá trị đo kênh này, thiết bị đầu cuối hồi đáp các giá trị đo của các chùm hạng cao nhất hoặc tốt nhất của trạm cơ sở và thông tin ID chùm của chúng. Khi thiết bị đầu cuối chỉ cung cấp thông tin về chùm trạm cơ sở tới trạm cơ sở, và khi trạm cơ sở tiếp nhận thông tin sử dụng một chùm nhất định, thiết bị đầu cuối không có thông tin về chùm nào được sử dụng. Nói cách khác, nếu trạm cơ sở mong muốn thay đổi chùm hiện được dùng thành chùm mới ở thời điểm tiếp nhận thông tin hồi đáp chùm, trạm cơ sở cần phải thông báo cho thiết bị đầu cuối về chùm sẽ được thay đổi. Tiếp đó, trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối cần phải chờ cho đến thời điểm đã hẹn và tiếp đó thay đổi chùm.

Khi tin nhắn yêu cầu thay đổi chùm là tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm (BCI), một ví dụ về thủ tục hoạt động tương ứng được thể hiện trên Fig.2E.

Như được thể hiện trên Fig.2E, khi duy nhất thông tin chùm của trạm cơ sở được hồi đáp mà không có thông tin chùm của thiết bị đầu cuối, tin nhắn yêu cầu thay đổi chùm được truyền/thu ở từng thay đổi chùm, và chùm được thay đổi bằng cách chờ cho đến thời điểm đã hẹn. Tuy nhiên, nếu chùm trạm cơ sở cần phải được thay đổi nhưng thiết bị đầu cuối không cần phải thay đổi chùm, thời gian chờ để truyền tin nhắn yêu cầu thay đổi chùm và thay đổi chùm bị lãng phí.

Trong môi trường hệ thống có xem xét các điểm truyền thu nhiều đường dẫn và tách rời, thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận nhiều chùm của cùng ô mạng bằng cách sử dụng một chùm Rx. Trong trường hợp này, nếu thông tin chùm Rx của thiết bị đầu cuối tương ứng không có trong thông tin đo chùm được hồi đáp tới trạm cơ sở, không thể phân biệt trường hợp không cần phải truyền tin nhắn BCI như đã mô tả trên đây. Do đó, mạng có thể truyền tin nhắn BCI ở mọi thời điểm và thực hiện thay đổi chùm sau thời gian nhất định.

Để loại bỏ lãng phí như vậy, sáng chế đề xuất phương pháp truyền hồi đáp chùm bằng cách bổ sung phần tử chỉ báo bằng 1 bit vào thông tin chùm của trạm cơ sở như được thể hiện trên Fig.2F và Fig.2G.

Fig.2F và Fig.2G thể hiện các cấu trúc để truyền hồi đáp chùm trạm cơ sở với phần tử chỉ báo 1 bit được bổ sung theo một phương án của sáng chế.

Phần tử chỉ báo có thể cung cấp thông tin chùm thiết bị đầu cuối tới trạm cơ sở và được sử dụng theo cách sau đây.

Khi trạm cơ sở thay đổi chùm được sử dụng thành chùm tương ứng, phần tử chỉ báo được thiết lập để chỉ báo cần phải truyền tin nhắn yêu cầu thay đổi chùm tới thiết bị đầu cuối. Thiết bị đầu cuối có thể quản lý thông tin cặp chùm đo được theo Bảng 17.

Bảng 17 là bảng quản lý thông tin đo cặp chùm của thiết bị đầu cuối.

Table 17

Cell(or gNB, TRP) Tx beam ID	UE Rx beam ID	Beam quality (RSRP)
1	1	RSRP _{1,1}
1	2	RSRP _{1,2}
...	...	...
1	NR _x	RSRP _{1,N_{Rx}}
2	1	RSRP _{2,1}
2	2	RSRP _{2,2}
...	...	...
2	NR _x	RSRP _{2,N_{Rx}}
...	...	...
NT _x	NR _x	RSRP _{N_{Tx},N_{Rx}}

Thiết bị đầu cuối tạo ra thông tin hồi đáp chùm cần được truyền tới mạng theo trình tự giảm dần của các cặp chùm có đặc tính tốt nhất (nghĩa là, chất lượng tốt nhất, RSRP, RSRQ, CQI, SNR, hoặc SINR tốt nhất).

Bảng 18 thể hiện một ví dụ về hồi đáp thông tin đo K cặp chùm của thiết bị đầu cuối.

Table 18

Cell(or gNB, TRP) Tx bema ID	UE Rx beam ID	Beam quality (RSRP)
2	1	$RSRP_{2,1}$
4	4	$RSRP_{4,4}$
...	...	...
1	1	$RSRP_{1,1}$

Nếu ID chùm thu của UE của Bảng hồi đáp thông tin đo chùm trùng với ID chùm đang phục vụ hiện được dùng (ID chùm cuối cùng), phần tử chỉ báo được thiết lập bằng 0, và trong các trường hợp khác, phần tử chỉ báo được thiết lập bằng 1.

Theo cách khác, nếu ID chùm thu của UE của Bảng hồi đáp thông tin đo chùm dùng cho các chùm thu có thể được tiếp nhận đồng thời bởi thiết bị đầu cuối, cùng phần tử chỉ báo có thể được cấp phát, và nếu ID chùm thu của UE dùng cho các chùm thu không thể được tiếp nhận đồng thời, các phần tử chỉ báo khác nhau có thể được cấp phát.

Bảng 19 thể hiện ví dụ trong đó phần tử chỉ báo có trong hồi đáp thông tin đo K cặp chùm của thiết bị đầu cuối khi ID chùm đang phục vụ hiện được dùng bởi thiết bị đầu cuối là 1.

Table 19

Cell (or gNB, TRP) Tx beam ID	UE Rx beam ID	Indicator	beam quality (RSRP)
2	1	0	$RSRP_{2,1}$
4	4	1	$RSRP_{4,4}$
...	...	...	...
1	1	0	$RSRP_{1,1}$

Việc loại bỏ ID chùm thu của UE ra khỏi thông tin nêu trên hoàn thành thông tin hồi đáp chùm.

Bảng 20 thể hiện một ví dụ về hồi đáp thông tin đo K cặp chùm của thiết bị đầu cuối khi ID chùm đang phục vụ hiện được dùng bởi thiết bị đầu cuối là 1.

Table 20

Cell(or gNB, TRP) Tx beam ID	Indicator	Beam quality (RSRP)
2	0	RSRP _{2,1}
4	1	RSRP _{4,4}
...	...	...
1	0	RSRP _{1,1}

Fig.2H là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối để thay đổi chùm trạm cơ sở hiện được dùng thành chùm trạm cơ sở với phần tử chỉ báo được bật theo một phương án của sáng chế.

Trong trường hợp này, phần tử chỉ báo tương ứng được bật (1) chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối cần phải sử dụng chùm thiết bị đầu cuối khác với chùm thiết bị đầu cuối hiện được dùng để thực hiện truyền thông.

Lúc này, khi chùm trạm cơ sở hiện được dùng được thay đổi thành chùm trạm cơ sở với phần tử chỉ báo được tắt (0), trạm cơ sở có thể thay đổi tùy ý chùm mà không cung cấp thông tin bất kỳ tới thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, mức tiêu thụ thời gian, chẳng hạn giao ước và chờ tín hiệu truyền tin nhắn BCI và thay đổi chùm, được giảm bớt và vì thế việc thay đổi chùm hiệu quả và nhanh chóng có thể được thực hiện.

Theo các phương án khác nhau của sáng chế, còn có thể áp dụng ngược lại các giá trị của phần tử chỉ báo, nghĩa là 0 và 1, và phần tử chỉ báo không bị giới hạn ở thông tin 1 bit.

Ngoài ra, nếu phần tử chỉ báo có cùng giá trị, có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở. Trong trường hợp này, phần tử chỉ báo có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng với cùng chùm thu (hoặc đồng thời với các chùm thu có thể thu được và khả dụng). Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể sử dụng đồng thời hai hoặc nhiều hơn chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo để thực hiện truyền tới thiết bị đầu cuối.

Fig.2H là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối để thay đổi chùm trạm cơ sở hiện được dùng thành chùm trạm cơ sở với phần tử chỉ báo được bật theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2H, ở bước 2h-05, thiết bị đầu cuối gửi thông tin báo cáo phép đo chùm tới trạm cơ sở. Thiết bị đầu cuối có thể đo chất lượng kênh giữa chùm thu của thiết bị đầu cuối và chùm truyền của trạm cơ sở và tạo ra thông tin báo cáo phép đo chùm. Thông tin báo cáo phép đo chùm có thể có thông tin được mô tả trên Bảng 17 tới Bảng 20. Ngoài ra, thông tin báo cáo phép đo chùm có thể có ID chùm truyền của trạm cơ sở, RSRP chùm, RSRQ, CQI, SNR, SINR, và phần tử chỉ báo.

Ở bước 2h-10, trạm cơ sở thay đổi chùm hiện được dùng đối với thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể thay đổi chùm, dựa trên thông tin báo cáo phép đo chùm thu được từ thiết bị đầu cuối.

Ở bước 2h-15, trạm cơ sở nhận dạng phần tử chỉ báo có trong thông tin báo cáo phép đo chùm. Trạm cơ sở có thể xác định xem có cần phải truyền tin nhắn BCI hay không dựa trên phần tử chỉ báo hoặc có cần phải chờ khoảng thời gian nhất định hay không khi thay đổi chùm. Ví dụ, có thể kiểm tra xem phần tử chỉ báo đối với chùm cần thay đổi có phải là 1 hay không. Nếu phần tử chỉ báo là 0, bước 2h-20 được thực hiện. Nếu phần tử chỉ báo là 1, bước 2h-25 được thực hiện. Trạm cơ sở có thể nhận biết các cặp chùm có phần tử chỉ báo 0 làm một nhóm và cũng nhận biết các cặp chùm có phần tử chỉ báo 1 làm một nhóm.

Nếu phần tử chỉ báo là 0, trạm cơ sở thay đổi chùm ở bước 2h-20 mà không truyền tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối. Phần tử chỉ báo 0 có thể chỉ báo chùm truyền của trạm cơ sở có thể được tiếp nhận với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối.

Nếu phần tử chỉ báo là 1, trạm cơ sở truyền tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối ở bước 2h-25. Tin nhắn BCI có thể có thông tin nhận dạng (ví dụ, ID chùm) đối với chùm mà trạm cơ sở muốn thay đổi. Phần tử chỉ báo 1 có thể chỉ báo chùm truyền của trạm cơ sở không thể thu được với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu

cuối. Trong trường hợp này, khi trạm cơ sở thay đổi thành chùm truyền tương ứng, thiết bị đầu cuối cần phải thay đổi chùm thu.

Ở bước 2h-30, trạm cơ sở chờ khoảng thời gian nhất định (hoặc TTI cụ thể, khung con) sau khi truyền tin nhắn BCI và tiếp đó sử dụng một chùm mới. Ở bước 2h-35, thiết bị đầu cuối chờ khoảng thời gian nhất định (hoặc TTI cụ thể, khung con) sau khi nhận tin nhắn BCI và tiếp đó sử dụng một chùm mới. Trạm cơ sở có thể sử dụng chùm truyền đã thay đổi, và thiết bị đầu cuối có thể sử dụng chùm thu đã thay đổi.

Trạm cơ sở có thể truyền thông tin liên kết xuống bằng cách sử dụng chùm truyền đã thay đổi, và thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận thông tin liên kết xuống, được truyền bởi trạm cơ sở, bằng cách sử dụng chùm thu đã thay đổi hoặc chùm thu hiện tại khi việc thay đổi chùm thu là không cần thiết.

Trong trường hợp thay đổi thành chùm có phần tử chỉ báo khác với 1, việc truyền tin nhắn BCI và thời gian chờ có thể được loại bỏ, nhờ đó giảm bớt độ trễ.

Ngoài ra, phần tử chỉ báo có thể chỉ báo các chùm trạm cơ sở mà thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận đồng thời. Trong trường hợp này, có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng bằng cách sử dụng cùng chùm thu (hoặc các chùm thu). Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể sử dụng đồng thời hai hoặc nhiều hơn chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo để thực hiện truyền tới thiết bị đầu cuối.

Khi trạm cơ sở thay đổi chùm được dùng thành chùm tương ứng, phần tử chỉ báo chỉ báo rằng chùm có thể được thay đổi tự do ở thời điểm bất kỳ mà không tạo ra tin nhắn đặc biệt bất kỳ.

Fig.2I là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối trong trường hợp trong đó phần tử chỉ báo xác định rằng trạm cơ sở có thể thay đổi tự do mà không gửi tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối theo một phương án của sáng chế.

Trái với Fig.2H, phần tử chỉ báo theo Fig.2I có thể chỉ báo rằng trạm cơ sở có thể thay đổi tự do mà không gửi tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối.

Các chùm truyền trạm cơ sở có phần tử chỉ báo bằng 0 có thể được sử dụng đồng thời dưới sự xác định của trạm cơ sở và để truyền MIMO tới thiết bị đầu cuối.

Theo Fig.2I, ở bước 2i-05, thiết bị đầu cuối truyền thông tin báo cáo phép đo chùm tới trạm cơ sở. Thiết bị đầu cuối có thể đo chất lượng kênh giữa chùm thu của thiết bị đầu cuối và chùm truyền của trạm cơ sở và tiếp đó tạo ra báo cáo phép đo chùm. Báo cáo phép đo chùm có thể có thông tin được mô tả trên Bảng 17 tới Bảng 20. Ngoài ra, báo cáo phép đo chùm không bị giới hạn như vậy và có thể có một hồi đáp thông tin đo cặp chùm. Ví dụ, thông tin này có thể có ID chùm truyền của trạm cơ sở, RSRP chùm, RSRQ, CQI, SNR, SINR, và phần tử chỉ báo. Phần tử chỉ báo có thể chỉ báo rằng trạm cơ sở có thể thay đổi tự do mà không gửi tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối.

Ở bước 2i-10, trạm cơ sở xác định sẽ thay đổi chùm hiện được dùng đối với thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể xác định xem có thay đổi chùm hay không dựa trên báo cáo phép đo chùm thu được từ thiết bị đầu cuối.

Ở bước 2i-15, trạm cơ sở nhận dạng phần tử chỉ báo có trong báo cáo phép đo chùm. Trạm cơ sở có thể xác định xem có cần phải truyền tin nhắn BCI hay không dựa trên phần tử chỉ báo hoặc có cần phải chờ khoảng thời gian nhất định hay không khi thay đổi chùm. Ví dụ, có thể kiểm tra xem phần tử chỉ báo đối với chùm cần thay đổi là 1 hay 0. Nếu phần tử chỉ báo là 0, bước 2i-20 được thực hiện. Nếu phần tử chỉ báo là 1, bước 2i-25 được thực hiện. Trạm cơ sở có thể nhận biết các cặp chùm có phần tử chỉ báo 0 làm một nhóm, và cũng nhận biết các cặp chùm có phần tử chỉ báo 1 làm một nhóm.

Nếu phần tử chỉ báo là 0, trạm cơ sở thay đổi chùm ở bước 2i-20 mà không truyền tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối. Phần tử chỉ báo 0 có thể chỉ báo chùm truyền của trạm cơ sở có thể được tiếp nhận với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối.

Nếu phần tử chỉ báo là 1, trạm cơ sở truyền tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối ở bước 2i-25. Tin nhắn BCI có thể có thông tin nhận dạng (ví dụ, ID chùm) đối với chùm mà trạm cơ sở muốn thay đổi. Phần tử chỉ báo 1 có thể chỉ báo chùm truyền

của trạm cơ sở không thể thu được với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, khi trạm cơ sở thay đổi thành chùm truyền tương ứng, thiết bị đầu cuối cần phải thay đổi chùm thu.

Ở bước 2i-30, trạm cơ sở chờ khoảng thời gian nhất định (hoặc TTI cụ thể, khung con) sau khi truyền tin nhắn BCI và tiếp đó sử dụng một chùm mới. Ở bước 2i-35, thiết bị đầu cuối chờ khoảng thời gian nhất định (hoặc TTI cụ thể, khung con) sau khi thu BCI và tiếp đó sử dụng một chùm mới. Trạm cơ sở sử dụng chùm truyền đã thay đổi, và thiết bị đầu cuối có thể sử dụng chùm thu đã thay đổi.

Trạm cơ sở có thể truyền thông tin liên kết xuống bằng cách sử dụng chùm truyền đã thay đổi, và thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận thông tin liên kết xuống, được truyền bởi trạm cơ sở, bằng cách sử dụng chùm thu đã thay đổi hoặc chùm thu hiện tại khi việc thay đổi chùm thu là không cần thiết.

Phần tử chỉ báo có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận thông tin đồng thời thậm chí nếu trạm cơ sở đồng thời sử dụng chùm truyền.

Khi phần tử chỉ báo chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận thông tin, phần tử chỉ báo có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng bằng cách sử dụng cùng chùm thu (hoặc các chùm thu). Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể đồng thời sử dụng hai hoặc nhiều hơn chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng để thực hiện truyền đồng thời tới thiết bị đầu cuối.

Ngoài ra, phần tử chỉ báo không nhất thiết phải là 1 bit, và phần tử chỉ báo có cùng giá trị có thể chỉ báo các chùm có thể được truyền đồng thời.

Ngoài ra, phần tử chỉ báo có thể được sử dụng khi ID nhóm chùm tùy ý bất kỳ được thiết lập nhờ thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể nhận biết rằng thiết bị đầu cuối chia các chùm trạm cơ sở thành các nhóm, nhận dạng các nhóm khác nhau, và chỉ báo một hoạt động cụ thể (ví dụ, phép đo chùm và báo cáo).

Nếu thiết bị đầu cuối có thể vận hành một chùm thu ở một thời điểm và nếu tín hiệu truyền chùm của các trạm cơ sở khác nhau có thể được tiếp nhận đồng thời

bằng cách sử dụng chùm thu tương ứng, phương pháp tạo ra thông tin hồi đáp có chỉ báo chùm của thiết bị đầu cuối như sau.

Bảng 21 là bảng quản lý thông tin đo cặp chùm của thiết bị đầu cuối.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Nhận dạng chùm thu UE	Chất lượng chùm (RSRP)
1	1	$RSRP_{1,1}$
1	2	$RSRP_{1,2}$
...	...	...
1	NRx	$RSRP_{1,N-Rx}$
2	1	$RSRP_{2,1}$
2	2	$RSRP_{2,2}$
...	...	...
2	NRx	$RSRP_{2,N-Rx}$
...	...	...
NTx	NRx	$RSRP_{N-Tx,N-Rx}$

Thiết bị đầu cuối tạo ra thông tin hồi đáp chùm cần được truyền tới mạng theo trình tự giảm dần của các cặp chùm có đặc tính tốt nhất (nghĩa là, chất lượng tốt nhất, RSRP, RSRQ, CQI, SNR, hoặc SINR tốt nhất).

Bảng 22 thể hiện một ví dụ về hồi đáp thông tin đo K cặp chùm của thiết bị đầu cuối.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Nhận dạng chùm thu UE	Chất lượng chùm (RSRP)
2	1	$RSRP_{2,1}$
4	4	$RSRP_{4,4}$
3	4	$RSRP_{3,4}$
6	5	$RSRP_{6,5}$
...	...	...
1	1	$RSRP_{1,1}$

Bảng 22 là bảng trong đó thông tin đo được được phân nhóm thành các cặp chùm truyền trạm cơ sở và chùm thu thiết bị đầu cuối được bố trí theo thứ tự tính năng. Ví dụ, trên Bảng 22, đặc tính kênh (RSRP) của chùm truyền trạm cơ sở thứ hai và chùm thu thiết bị đầu cuối thứ nhất là tốt nhất, và đặc tính kênh (RSRP) của chùm truyền trạm cơ sở thứ tư và chùm thu thiết bị đầu cuối thứ tư là tốt thứ hai.

Sau khi hoàn thành thiết lập thứ tự theo cường độ tín hiệu nhận được của các cặp chùm, thiết bị đầu cuối có thể cấp phát các phần tử chỉ báo bằng cách tạo nhóm các cặp chùm có thể thu được đồng thời với cùng phần tử chỉ báo.

Bảng 23a thể hiện bảng để cấp phát các phần tử chỉ báo bằng cách tạo nhóm các chùm có thể thu được đồng thời theo thứ tự tính năng.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Nhận dạng chùm thu UE	Phần tử chỉ báo	Chất lượng chùm (RSRP)
2	1	0	$RSRP_{2,1}$
4	4	1	$RSRP_{4,4}$
3	4	1	$RSRP_{3,4}$
6	5	2	$RSRP_{6,5}$
...	...	...	...
1	1	0	$RSRP_{1,1}$

Trên Bảng 23a, thiết bị đầu cuối cấp phát các nhóm theo thứ tự của các ID chùm thu giống nhau, phân biệt các cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối thuộc về nhóm tương ứng, và cấp phát chúng cho các phần tử chỉ báo giống nhau.

Trên Bảng 23a, thiết bị đầu cuối cấp phát phần tử chỉ báo bằng 0 cho nhóm mà cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối tốt nhất thuộc về, và tiếp đó cấp phát phần tử chỉ báo nhóm mới bằng 1 cho cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối tốt thứ hai. Vì cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối tốt thứ ba có chùm thu giống như cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối tốt thứ hai và có thể được tiếp nhận đồng thời, phần tử chỉ báo nhóm bằng 1 giống như phần tử chỉ báo của cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối tốt thứ hai được cấp phát. Theo quy tắc này, thiết bị đầu cuối có thể lần lượt phân nhóm thông tin của các cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối cần được truyền tới mạng.

Ở đây, cột ID chùm thu thiết bị đầu cuối có thể được loại bỏ ra khỏi thông tin mà thiết bị đầu cuối hồi đáp thực tế tới trạm cơ sở. Hiển nhiên là, còn có thể xem xét một trường hợp khác có ID chùm thu thiết bị đầu cuối.

Bảng 23b là bảng để cấp phát các phần tử chỉ báo bằng cách tạo nhóm các chùm có thể thu được đồng thời theo thứ tự của chùm thu thiết bị đầu cuối.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Nhận dạng chùm thu UE	Phần tử chỉ báo	Chất lượng chùm (RSRP)
2	1	1	$RSRP_{2,1}$
4	4	4	$RSRP_{4,4}$
3	4	4	$RSRP_{3,4}$
6	5	5	$RSRP_{6,5}$
...	...	...	...
1	1	1	$RSRP_{1,1}$

Trên Bảng 23b, thiết bị đầu cuối cấp phát các nhóm theo thứ tự của các ID chùm thu giống nhau, phân biệt các cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối thuộc về nhóm tương ứng, và cấp phát chúng cho các phần tử chỉ báo giống nhau.

Trên Bảng 23b, thiết bị đầu cuối cấp phát phần tử chỉ báo của từng nhóm cặp chùm bằng cách sử dụng ID chùm thu của nó. Ví dụ, trong trường hợp một cặp chùm trạm cơ sở-thiết bị đầu cuối có ID chùm thu thiết bị đầu cuối bằng 4, phần tử chỉ báo cũng được cấp phát là 4. Nhược điểm của phương pháp này là, bất kể lượng thông tin chùm được truyền trong hồi đáp nhờ thiết bị đầu cuối, số lượng bit để truyền phần tử chỉ báo cần phải được đảm bảo bởi số lượng của các chùm thu của thiết bị đầu cuối. Ví dụ, nếu thiết bị đầu cuối nhất định có mười hai chùm thu và chỉ truyền bốn chi tiết của thông tin đo chùm ở từng thời điểm, số lượng bit trong tín hiệu đối với phần tử chỉ báo cần phải là 4 bit sao cho số lượng bit trong tín hiệu có thể tối đa bằng mười hai.

Ở đây, cột ID chùm thu thiết bị đầu cuối có thể được loại bỏ ra khỏi thông tin mà thiết bị đầu cuối hồi đáp thực tế tới trạm cơ sở. Hiển nhiên là, còn có thể xem xét một trường hợp khác có ID chùm thu thiết bị đầu cuối.

Bảng 23c là bảng để thiết lập tín hiệu truyền hồi đáp bằng cách tạo nhóm các chùm có thể thu được đồng thời với cùng số.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Nhận dạng chùm thu UE	Phần tử chỉ báo	Chất lượng chùm (RSRP)
2	1	0	$RSRP_{2,1}$
1	1	0	$RSRP_{1,1}$
4	4	1	$RSRP_{4,4}$
3	4	1	$RSRP_{3,4}$
6	5	2	$RSRP_{6,5}$

5	5	2	RSRP _{5,5}
...	...	...	...

Trên Bảng 23c, thiết bị đầu cuối cấp phát các phần tử chỉ báo nhóm cho các cặp chùm có cùng ID chùm thu theo thứ tự của đặc tính theo cách giống như trên Bảng 23a, và tiếp đó tái thiết lập các nhóm chứa thông tin về cùng số lượng các cặp chùm.

Mặc dù phần tử chỉ báo nhóm của thiết bị đầu cuối được cấp phát theo thứ tự của đặc tính, Bảng 23c cấp phát phần tử chỉ báo nhóm như được thể hiện trên Bảng 23b (hoặc sử dụng phương pháp bất kỳ khác) và tiếp đó sắp xếp lại số lượng của các cặp chùm, thuộc về nhóm tương ứng và sẽ được hồi đáp tới trạm cơ sở là hai trị số giống nhau.

Nếu cùng số lượng tập hợp thông tin chùm có trong từng nhóm và được cung cấp tới mạng, mạng có thể phân phối số lượng của các cặp chùm cần được truyền đối với từng nhóm bởi thiết bị đầu cuối tới thiết bị đầu cuối nhờ tín hiệu liên kết xuống.

Ví dụ, như được thể hiện trên Bảng 23c, trạm cơ sở muốn tiếp nhận thông tin về hai cặp chùm đối với từng nhóm có thể phân phối số lượng của các cặp chùm đối với mỗi nhóm tới thiết bị đầu cuối bằng cách sử dụng một trong số các phương pháp sau.

Tổng số của các cặp chùm cần được báo cáo tín hiệu cấu hình báo cáo đo quản lý tài nguyên vô tuyến (RRM), số lượng của các cặp chùm cần được báo cáo đối với mỗi nhóm, và số lượng của các nhóm cần được báo cáo có thể được truyền. Trong trường hợp này, thiết bị đầu cuối truyền báo cáo đo RRM, cần được truyền liên kết lên theo một điều kiện, sao cho có nhóm và số lượng của các cặp chùm cần được báo cáo đối với mỗi nhóm. Ví dụ, nếu tổng số của các cặp chùm cần được báo cáo là K, số lượng của các cặp chùm cần được báo cáo đối với mỗi nhóm là L, và số lượng của các nhóm cần được báo cáo là M, thiết bị đầu cuối có thể báo cáo theo cách sau đây.

Nếu $K > L \times M$, thiết bị đầu cuối cung cấp tổng $L \times M$ thông tin cặp chùm tới mạng với L đối với M nhóm.

Nếu $K < L \times M$, thiết bị đầu cuối sắp xếp các cặp chùm theo thứ tự tính năng của các cặp chùm tương ứng, và cung cấp thông tin tới mạng bằng cách thiết lập tín hiệu báo cáo sao cho từng nhóm có tối đa L chùm trong phạm vi không vượt quá giá trị cực đại của M nhóm chùm và vì thế tổng số của các cặp chùm là K .

Nếu $L = 0$ và $M = 0$, hoặc nếu $L = \infty$ và $M = \infty$, thiết bị đầu cuối không quan tâm đến số lượng của các chùm đối với mỗi nhóm chùm, và cung cấp thông tin tới mạng bằng cách thiết lập tín hiệu báo cáo sao cho các cặp chùm trở thành K theo thứ tự của đặc tính như được thể hiện trên Bảng 23a và Bảng 23b.

Thông tin đo chùm được cung cấp bởi thiết bị đầu cuối có thể có thông tin về ID chùm truyền trạm cơ sở, ID chùm thu thiết bị đầu cuối, giá trị phép đo chùm, RSRP, RSRQ, SNR, SINR, CQI, và phân tử chỉ báo nhóm.

Tổng số của các cặp chùm cần được báo cáo trong tín hiệu điều khiển tăng vật lý liên kết xuống (DCI trên PDCCH) hoặc tín hiệu MAC-CE, số lượng của các cặp chùm cần được báo cáo đối với mỗi nhóm, và số lượng của các nhóm cần được báo cáo có thể được truyền. Trong trường hợp này, thiết bị đầu cuối truyền tín hiệu điều khiển liên kết lên (UCI trên PUCCH), tín hiệu dữ liệu liên kết lên (dữ liệu trên PUSCH), hoặc MAC-CE liên kết lên, cần được truyền liên kết lên theo một điều kiện, sao cho có nhóm và số lượng của các cặp chùm cần được báo cáo đối với mỗi nhóm. Ví dụ, nếu tổng số của các cặp chùm cần được báo cáo là K , số lượng của các cặp chùm cần được báo cáo đối với mỗi nhóm là L , và số lượng của các nhóm cần được báo cáo là M , thiết bị đầu cuối có thể báo cáo theo cách sau đây.

Nếu $K > L \times M$, thiết bị đầu cuối cung cấp tổng $L \times M$ thông tin cặp chùm tới mạng với L đối với M nhóm.

Nếu $K < L \times M$, thiết bị đầu cuối sắp xếp các cặp chùm theo thứ tự tính năng của các cặp chùm tương ứng, và cung cấp thông tin tới mạng bằng cách thiết lập tín hiệu báo cáo sao cho từng nhóm có tối đa L chùm trong phạm vi không vượt quá giá trị cực đại của M nhóm chùm và vì thế tổng số của các cặp chùm là K .

Nếu $L = 0$ và $M = 0$, hoặc nếu $L = \infty$ và $M = \infty$, thiết bị đầu cuối không quan tâm đến số lượng của các chùm đối với mỗi nhóm chùm, và cung cấp thông tin tới

mạng bằng cách thiết lập tín hiệu báo cáo sao cho các cặp chùm trở thành K theo thứ tự của đặc tính như được thể hiện trên Bảng 23a và Bảng 23b.

Thông tin đo chùm được cung cấp bởi thiết bị đầu cuối có thể có thông tin về ID chùm truyền trạm cơ sở, ID chùm thu thiết bị đầu cuối, giá trị phép đo chùm, RSRP, RSRQ, SNR, SINR, CQI, và phần tử chỉ báo nhóm.

Mặt khác, cột ID chùm thu thiết bị đầu cuối có thể được loại bỏ ra khỏi thông tin mà thiết bị đầu cuối hồi đáp thực tế tới trạm cơ sở. Hiển nhiên là, còn có thể xem xét một trường hợp khác có ID chùm thu thiết bị đầu cuối.

Phương pháp bổ sung phần tử chỉ báo để truyền yêu cầu thay đổi chùm thông tin của thiết bị đầu cuối có khả năng sử dụng đồng thời nhiều chùm thu sẽ được mô tả tiếp theo.

Thiết bị đầu cuối có các giá trị đo kênh/liên kết đối với cặp gồm chùm truyền của từng trạm cơ sở và chùm thu của thiết bị đầu cuối nhờ thông tin quan sát được và đo được.

Dựa trên các giá trị đo kênh này, thiết bị đầu cuối hồi đáp các giá trị đo của chùm hạng cao nhất hoặc chùm tốt nhất của trạm cơ sở và thông tin ID chùm của chúng cùng với việc bổ sung phần tử chỉ báo.

Theo phương pháp này, để cung cấp thông tin hồi đáp chùm tới trạm cơ sở với phần tử chỉ báo được bổ sung, khi thiết bị đầu cuối có thể đồng thời vận hành hai hoặc nhiều hơn các chùm thu khác nhau, phần tử chỉ báo và thông tin hồi đáp chùm có thể được thiết lập cấu hình theo cách sau đây.

Khi thiết bị đầu cuối cần phải thay đổi thành chùm thu khác với hai hoặc nhiều hơn chùm thu hiện được dùng để truyền thông không dây, phương pháp được đề xuất để truyền hồi đáp chùm với phần tử chỉ báo được biểu thị là ON (1, đúng).

Phần tử chỉ báo của chùm truyền của trạm cơ sở có thể được tiếp nhận bằng cách sử dụng chùm đang được dùng bởi thiết bị đầu cuối được biểu thị là 0 và được truyền. Đối với các chùm khác, phần tử chỉ báo được biểu thị là 1 và được truyền.

Bảng 24 là bảng thể hiện các phần tử chỉ báo trong hồi đáp thông tin đo K cặp chùm của thiết bị đầu cuối khi các ID chùm thu của UE hiện được dùng bởi thiết bị đầu cuối là 1 và 2.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Nhận dạng chùm thu UE	Phần tử chỉ báo	Chất lượng chùm (RSRP)
2	1	0	$RSRP_{2,1}$
4	4	1	$RSRP_{4,4}$
3	2	0	$RSRP_{3,2}$
5	3	1	$RSRP_{5,3}$
...	...	...	...
1	1	0	$RSRP_{1,1}$

Khi ID chùm thu của UE được loại bỏ ra khỏi thông tin nêu trên, thông tin hồi đáp chùm được hoàn thành như sau.

Bảng 25 là bảng thể hiện các phần tử chỉ báo trong hồi đáp chùm hoàn thành khi các ID chùm thu của UE hiện được dùng bởi thiết bị đầu cuối là 1 và 2.

Nhận dạng chùm truyền ô mạng (hoặc gNB, TRP)	Phần tử chỉ báo	Chất lượng chùm (RSRP)
2	0	$RSRP_{2,1}$
4	1	$RSRP_{4,4}$
3	0	$RSRP_{3,2}$
5	1	$RSRP_{5,3}$
...	...	...
1	0	$RSRP_{1,1}$

Để thay đổi từ chùm trạm cơ sở hiện được dùng với phần tử chỉ báo tương ứng được bật (1), trạm cơ sở cần phải thay đổi chùm nhờ thủ tục truyền tin nhắn BCI tới thiết bị đầu cuối.

Trong trường hợp này, phần tử chỉ báo tương ứng được bật (1) để chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối cần phải sử dụng chùm thiết bị đầu cuối khác với chùm thiết bị đầu cuối hiện được dùng để thực hiện truyền thông.

Lúc này, khi chùm trạm cơ sở hiện được dùng được thay đổi thành chùm trạm cơ sở với phần tử chỉ báo được tắt (0), trạm cơ sở có thể thay đổi tùy ý chùm mà không cung cấp thông tin bất kỳ tới thiết bị đầu cuối. Trong trường hợp này, mức tiêu thụ thời gian, chẳng hạn thời gian giao ước và chờ tín hiệu truyền tin

nhấn BCI và thay đổi chùm, được giảm bớt và vì thế việc thay đổi chùm hiệu quả và nhanh chóng có thể được thực hiện.

Ngoài ra, phần tử chỉ báo có thể chỉ báo các chùm trạm cơ sở mà thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận đồng thời. Trong trường hợp này, có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng với cùng chùm thu (hoặc đồng thời với các chùm thu có thể thu được và khả dụng). Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể sử dụng đồng thời hai hoặc nhiều hơn chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo để thực hiện truyền tới thiết bị đầu cuối.

Mặt khác, cột ID chùm thu thiết bị đầu cuối có thể được loại bỏ ra khỏi thông tin mà thiết bị đầu cuối hồi đáp thực tế tới trạm cơ sở. Hiển nhiên là, còn có thể xem xét một trường hợp khác có ID chùm thu thiết bị đầu cuối.

Phương pháp để thay đổi chùm/sử dụng đồng thời chùm nhờ phần tử chỉ báo của một trạm cơ sở sẽ được mô tả tiếp theo.

Trạm cơ sở (eNB, gNB, hoặc điểm truyền và thu (TRP)) có thể chọn và thay đổi chùm sẽ được sử dụng để truyền thông với thiết bị đầu cuối nhờ thông tin nhận được như đã mô tả trên đây. Lúc này, trong trường hợp sử dụng chùm với phần tử chỉ báo để chỉ báo cần phải truyền tin nhắn BCI để thay đổi chùm, chùm tương ứng được sử dụng sau khi truyền tin nhắn yêu cầu thay đổi chùm và thủ tục thay đổi chùm được thực hiện.

Mặt khác, trong trường hợp sử dụng chùm không đòi hỏi truyền tin nhắn BCI để thay đổi chùm vì phần tử chỉ báo chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận bằng cách sử dụng cùng chùm thu, chùm tương ứng có thể được sử dụng tự do mà không đòi hỏi truyền tin nhắn yêu cầu thay đổi chùm và thủ tục thay đổi chùm.

Ngoài ra, phần tử chỉ báo có thể chỉ báo các chùm trạm cơ sở mà thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận đồng thời. Trong trường hợp này, có thể chỉ báo rằng thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng bằng cách sử dụng cùng chùm thu (hoặc các chùm thu). Trong trường hợp này, trạm cơ sở có thể sử dụng đồng thời hai hoặc nhiều hơn

chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo để thực hiện truyền tới thiết bị đầu cuối.

Phương pháp sử dụng khi phần tử chỉ báo để chỉ báo khi hoạt động thu đồng thời không thực hiện được sẽ được mô tả tiếp theo.

Phần tử chỉ báo có thể chỉ báo các chùm trạm cơ sở mà thiết bị đầu cuối không thể thu đồng thời. Trong trường hợp này, phần tử chỉ báo có thể chỉ báo rằng các chùm trạm cơ sở được chỉ báo bằng phần tử chỉ báo tương ứng bằng cách sử dụng cùng chùm thu (hoặc các chùm thu) có thể không được tiếp nhận đồng thời nhờ thiết bị đầu cuối. Trạm cơ sở có thể sử dụng hai hoặc nhiều hơn chùm trạm cơ sở có trong các nhóm phần tử chỉ báo khác nhau để thực hiện truyền tới thiết bị đầu cuối.

Nếu thiết bị đầu cuối có thể sử dụng nhiều chùm thu đồng thời, có thể tạo nhóm và chỉ báo các chùm trạm cơ sở không thể được sử dụng đồng thời để thu được độ tăng ích do phân tập bằng cách sử dụng các chùm thu khác nhau này dựa trên cùng chùm thu hoặc để tăng tối đa độ tăng ích do phân tập.

Ví dụ, theo Bảng 23a, thiết bị đầu cuối chỉ báo thông tin có thể được tiếp nhận bằng cách sử dụng cùng chùm thu tới mạng bằng cách tạo nhóm các chùm truyền của mạng. Trong trường hợp này, nếu thiết bị đầu cuối có thể tiếp nhận đồng thời các chùm thu khác nhau, các chùm có thể được truyền bằng cách sử dụng đồng thời thông tin này cần phải được chọn từ các chùm trạm cơ sở thuộc về các phần tử chỉ báo nhóm khác nhau thay vì cùng phần tử chỉ báo nhóm. Do đó, thiết bị đầu cuối có thể đồng thời tiếp nhận các chùm trạm cơ sở này bằng cách sử dụng các chùm thu khác nhau.

Kỹ thuật truyền hồi đáp chùm thứ nhất theo lựa chọn chùm ở kết nối ban đầu sẽ được mô tả tiếp theo

Fig.2J là lưu đồ thể hiện các hoạt động của trạm cơ sở và thiết bị đầu cuối theo phương pháp truyền hồi đáp chùm thứ nhất để chọn chùm được sử dụng ở kết nối ban đầu theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2J, để thiết bị đầu cuối chọn phần tử chỉ báo có trong hồi đáp chùm, cần phải nhận biết chùm thu hiện được dùng. Để thực hiện điều này, chùm

thu thứ nhất được chọn khi thiết bị đầu cuối kết nối trước với mạng, và tiếp đó phần tử chỉ báo trong hồi đáp chùm cần được truyền được chọn.

Thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở xác định một chùm khả dụng chùm khả dụng bằng cách sử dụng phương pháp khác với hồi đáp chùm. Thiết bị đầu cuối chọn cặp chùm có tỷ lệ thành công cao nhất nhờ kết quả đo chùm sơ bộ và thực hiện thành công việc truy nhập ngẫu nhiên bằng cách sử dụng cặp chùm tương ứng. Thiết bị đầu cuối thực hiện truy nhập ngẫu nhiên theo cách bất kỳ và tiếp nhận thành công RAR từ trạm cơ sở bằng cách sử dụng một chùm cụ thể. Thiết bị đầu cuối tiếp nhận thành công tin nhắn cụ thể UE từ trạm cơ sở theo cách bất kỳ.

Khi thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở xác định một chùm khả dụng bằng cách sử dụng hồi đáp chùm, thiết bị đầu cuối truyền tất cả các phần tử chỉ báo trong hồi đáp chùm cần được gửi trước khi chùm được xác định, nhờ đó chỉ bảo rằng tin nhắn thay đổi chùm được yêu cầu (ví dụ, 1).

Kỹ thuật truyền sử dụng thông tin nhóm chùm trong chỉ báo thay đổi chùm của một trạm cơ sở sẽ được mô tả tiếp theo.

Nếu thiết bị đầu cuối thiết lập nhóm của thông tin chùm và truyền thông tin này tới trạm cơ sở, trạm cơ sở có thể chọn các phương pháp sau đây khi truyền chỉ báo thay đổi chùm nhằm sử dụng một chùm mới tới thiết bị đầu cuối tương ứng trong liên kết xuống.

Trạm cơ sở có thể chọn phương pháp để truyền ID chùm cần thay đổi và ID nhóm chùm mà chùm cần thay đổi thuộc về.

Mạng có thể truyền ID chùm và ID nhóm chùm cần thay đổi tới thiết bị đầu cuối. Ví dụ, nếu ID nhóm chùm là ID chỉ báo nhóm của các chùm có thể được tiếp nhận đồng thời nhờ thiết bị đầu cuối, và nếu trạm cơ sở truyền ID nhóm chùm như vậy, thiết bị đầu cuối biết ID nhóm chùm và nhờ đó biết chùm thu nào cần dùng để tiếp nhận tín hiệu truyền trạm cơ sở. Trong cấu trúc nhiều anten truyền/thu trong đó một chùm trạm cơ sở có thể được tiếp nhận với hai hoặc nhiều hơn chùm thiết bị đầu cuối, vì cùng chùm trạm cơ sở có thể thuộc về hai hoặc nhiều hơn các nhóm chùm thiết bị đầu cuối khác nhau, hoạt động của thiết bị đầu cuối có thể được đơn giản hóa khi trạm cơ sở đưa ra một tin nhắn rõ ràng để chỉ báo thiết bị đầu cuối thu

phân loại chùm như vậy bằng cách sử dụng một nhóm chùm nhất định. Mặt khác, trạm cơ sở có chi phí nhằm thực hiện các hoạt động bổ sung để nhận dạng và chọn các nhóm thiết bị đầu cuối như vậy. Khi xem xét thiết bị đầu cuối vận hành bằng bộ pin, hoạt động này được thực hiện bằng mạng thay cho thiết bị đầu cuối có thể làm tăng thời gian sử dụng bộ pin của thiết bị đầu cuối.

Mạng có thể chỉ truyền ID nhóm chùm mà không truyền ID chùm cần thay đổi tới thiết bị đầu cuối. Ví dụ, nếu ID nhóm chùm là ID chỉ báo nhóm của các chùm có thể được tiếp nhận đồng thời nhờ thiết bị đầu cuối, và nếu trạm cơ sở truyền ID nhóm chùm như vậy, thiết bị đầu cuối biết ID nhóm chùm và nhờ đó biết chùm thu nào cần dùng để tiếp nhận tín hiệu truyền trạm cơ sở. Thiết bị đầu cuối chỉ cần tiếp nhận thành công thông tin từ trạm cơ sở và truyền thông tin của riêng nó, vì thế thông tin có thể được cung cấp để chỉ chọn phù hợp chùm thiết bị đầu cuối. Phương pháp này có ưu điểm là đơn giản hóa hoạt động của thiết bị đầu cuối bằng cách đưa ra tín hiệu rõ ràng để chỉ báo thiết bị đầu cuối thu bằng cách sử dụng một nhóm chùm nhất định. Ngoài ra, phương pháp này có ưu điểm là trạm cơ sở có thể sử dụng chùm theo cách chồng phủ hoặc thay đổi được ở thời điểm bất kỳ trong nhóm.

Sau khi tiếp nhận ID nhóm chùm, thiết bị đầu cuối thực hiện truyền thông bằng cách sử dụng chùm thu thiết bị đầu cuối (hoặc các chùm thu) có khả năng thu thông tin trạm cơ sở được truyền với ID nhóm chùm tương ứng. Hoạt động này có thể giống như hoạt động thay đổi chùm theo Fig.2E, và có thể truyền tín hiệu có ID nhóm chùm để thay thế ID chùm trong thông tin liên kết xuống cần được truyền để thay đổi chùm.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị đầu cuối có thể đo sự giảm sút của chùm hoặc các chùm đang sử dụng và khởi động thủ tục phục hồi chùm để phục hồi chùm hoặc các chùm thành một chùm khác. Thủ tục để xác định suy giảm đặc tính của chùm đang sử dụng được gọi là thủ tục phát hiện sự cố chùm, và điều kiện để khởi động thủ tục phục hồi chùm là có thể thực hiện thủ tục phát hiện sự cố chùm bằng phương pháp sau đây.

Theo phương pháp phát hiện sự cố chùm, chùm có thể là chùm bất kỳ (chùm trạm cơ sở, chùm thiết bị đầu cuối, hoặc một cặp các chùm như vậy) được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở, hoặc nhóm chùm bất kỳ (tập hợp gồm các chùm) được sử dụng theo cách rõ ràng (hoặc ngầm hiểu) bởi thiết bị đầu cuối và trạm cơ sở.

Trong trường hợp này, chùm có thể là thiết lập anten vật lý, hoặc có thể là đơn vị đo của thiết bị đầu cuối (ví dụ, khối tín hiệu đồng bộ hóa (SS), truyền từng khối SS, thiết lập truyền từng khối SS, khối CSI-RS, truyền từng khối CSI-RS, hoặc thiết lập truyền từng khối CSI-RS).

Cấu hình tài nguyên/RS có thể được hoàn thành bằng cấp phát tài nguyên truyền phục hồi chùm (nghĩa là, RACH thời gian/tần số/trình tự, hoặc tài nguyên chuyên dụng/chung bất kỳ). Thông tin chùm (hoặc các chùm) mà thiết bị đầu cuối so sánh điều kiện 1 có thể là ID chùm, vị trí RS, tần số, và thời gian. Các giá trị như ngưỡng hoặc độ lệch có thể được yêu cầu nhờ thiết bị đầu cuối.

Phát hiện L1 có thể được thực hiện. Nếu (các) chùm đo được nhờ tầng vật lý thỏa mãn điều kiện 1, sự cố chùm được xác định. Tầng vật lý truyền chỉ báo tương ứng tới tầng trên để hoạt động sau. Tầng trên khởi hoạt thủ tục phục hồi chùm sau khi tiếp nhận chỉ báo.

Phát hiện L2 với chỉ báo L1 có thể được thực hiện. Nếu (các) chùm đo được nhờ tầng vật lý thỏa mãn điều kiện 1, chỉ báo được truyền tới tầng trên. Tầng L2 tiếp nhận một hoặc nhiều chỉ báo từ tầng vật lý và, nếu việc tiếp nhận các chỉ báo thỏa mãn điều kiện 2, tầng L2 xác định sự cố chùm và/hoặc kích hoạt phục hồi chùm. Tầng L2 khởi hoạt thủ tục phục hồi chùm.

Phát hiện L3 với chỉ báo L1 có thể được thực hiện. Nếu (các) chùm đo được nhờ tầng vật lý thỏa mãn điều kiện 1, chỉ báo được truyền tới tầng trên. Tầng L3 tiếp nhận một hoặc nhiều chỉ báo từ tầng vật lý và, nếu việc tiếp nhận các chỉ báo thỏa mãn điều kiện 2, xác định sự cố chùm và/hoặc kích hoạt phục hồi chùm. Tầng L3 khởi hoạt thủ tục phục hồi chùm.

Phát hiện L2 với chỉ báo L1 có thể được thực hiện. Nếu (các) chùm đo được nhờ tầng vật lý thỏa mãn điều kiện 1, chỉ báo được truyền tới tầng trên. Nếu thiết

bị đầu cuối tiếp nhận một hoặc nhiều chỉ báo từ tầng vật lý và, nếu việc tiếp nhận các chỉ báo thỏa mãn điều kiện 2, thiết bị đầu cuối thử truyền hồi đáp chùm UL bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước (hồi đáp L1 và/hoặc hồi đáp L2).

Nếu điều kiện 3 được thỏa mãn, tầng L2 xác định sự cố chùm và/hoặc kích hoạt phục hồi chùm. Tầng L2 khởi hoạt thủ tục phục hồi chùm.

Phát hiện L3 với chỉ báo L1 có thể được thực hiện. Nếu (các) chùm đo được nhờ tầng vật lý thỏa mãn điều kiện 1, chỉ báo được truyền tới tầng trên. Nếu thiết bị đầu cuối tiếp nhận một hoặc nhiều chỉ báo từ tầng vật lý và, nếu việc tiếp nhận các chỉ báo thỏa mãn điều kiện 2, thiết bị đầu cuối thử truyền hồi đáp chùm UL bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước (hồi đáp L1 và/hoặc hồi đáp L2 và/hoặc báo cáo L3).

Nếu điều kiện 3 được thỏa mãn, tầng L3 xác định sự cố chùm và/hoặc kích hoạt phục hồi chùm. Tầng L3 khởi hoạt thủ tục phục hồi chùm.

Điều kiện 1 có thể là giá trị đo của (các) chùm với kênh điều khiển trạm cơ sở có thể đo được bằng thiết bị đầu cuối $<$ Ngưỡng 1.

Điều kiện 1 có thể là xác suất lỗi thu tín hiệu DL ước lượng $>$ N1%.

Điều kiện 1 có thể là giá trị đo của (các) chùm $<$ Ngưỡng 1 và một trị số phép đo chùm bất kỳ $>$ Ngưỡng 2.

Điều kiện 1 có thể là giá trị đo của tập hợp chùm 1 được giao ước từ trước với trạm cơ sở (hoặc được thiết lập cấu hình từ trạm cơ sở) $<$ Ngưỡng 1.

Điều kiện 1 có thể là điều kiện bất kỳ được tạo bởi kết hợp của các điều kiện nêu trên.

Điều kiện 2 có thể giống như điều kiện 1 nêu trên hoặc N2 lần liên tục thu các chỉ báo (nghĩa là, L1 OOS).

Điều kiện 2 có thể là N3 lần thu hoặc nhiều hơn các chỉ báo trong khoảng thời gian nhất định (bộ định thời 2) (nghĩa là, L1 OOS).

Điều kiện 2 có thể là một trị số phép đo chùm bất kỳ $>$ Ngưỡng 2.

Điều kiện 2 có thể là giá trị đo của chùm nhất định trong tập hợp chùm 2 được giao ước từ trước với trạm cơ sở (hoặc được thiết lập cấu hình từ trạm cơ sở) < Ngưỡng 2.

Nếu bộ định thời 1 bất kỳ được khởi hoạt ngay sau khi điều kiện 1 được thỏa mãn đã hết thời gian thì bộ định thời 1 có thể là giá trị được thiết lập khi thực hiện thiết bị đầu cuối trong trường hợp không thể tiếp nhận IS từ L1 trong bộ định thời 1, trong trường hợp không thể thành công khi truyền tín hiệu UL trong bộ định thời 1, hoặc trong trường hợp duy trì điều kiện 1 trong bộ định thời 1. Ngoài ra, bộ định thời 1 có thể là giá trị được thiết lập bằng trạm cơ sở, bộ định thời 1 có thể được hủy bỏ khi chỉ báo bất kỳ (nghĩa là, trong phần tử chỉ báo đồng bộ hóa) được tiếp nhận từ tầng dưới, bộ định thời 1 có thể được hủy bỏ khi chỉ báo bất kỳ (nghĩa là, chỉ báo kích hoạt RLF, chỉ báo khai báo RLF) được tiếp nhận từ tầng trên, hoặc điều kiện bất kỳ được tạo bởi kết hợp của các điều kiện nêu trên.

Điều kiện 3 có thể là N4 lần liên tục thu các chỉ báo (nghĩa là, L1 ngoài dịch vụ (OOS)) hoặc N5 lần thu hoặc nhiều hơn các chỉ báo trong khoảng thời gian nhất định (bộ định thời 2) (nghĩa là, L1 OOS).

Điều kiện 3 có thể là một trị số phép đo chùm bất kỳ > Ngưỡng 3.

Điều kiện 3 có thể là giá trị đo của chùm nhất định trong tập hợp chùm 2 được giao ước từ trước với trạm cơ sở (hoặc được thiết lập cấu hình từ trạm cơ sở) < Ngưỡng 3.

Nếu bộ định thời 2 bất kỳ được khởi hoạt ngay sau khi điều kiện 2 được thỏa mãn đã hết thời gian thì bộ định thời 2 có thể là giá trị được thiết lập khi thực hiện thiết bị đầu cuối hoặc bộ định thời 2 có thể là giá trị được thiết lập bởi trạm cơ sở trong trường hợp không thể tiếp nhận IS từ L1 trong bộ định thời 2, trường hợp không thể thành công khi truyền tín hiệu UL trong bộ định thời 2 hoặc trường hợp duy trì điều kiện 1 và/hoặc điều kiện 2 trong bộ định thời 2. Bộ định thời 2 có thể là giá trị được thiết lập bằng trạm cơ sở, hoặc bộ định thời 2 có thể là giá trị thời gian lớn hơn ngưỡng nhất định 4 và bộ định thời chỉ báo vị trí của tài nguyên có thể truyền liên kết lên (PRACH, hoặc tài nguyên SR) sao cho nằm bên trong khoảng thời gian vượt quá ngưỡng 4 hoặc hơn nữa. Ngoài ra, bộ định thời 2 có thể

được hủy bỏ khi chỉ báo bất kỳ (nghĩa là, trong phần tử chỉ báo đồng bộ hóa) được tiếp nhận từ tầng dưới, khi chỉ báo bất kỳ (nghĩa là, chỉ báo kích hoạt RLF hoặc chỉ báo khai báo RLF) được tiếp nhận từ tầng trên, hoặc khi điều kiện bất kỳ được tạo bởi kết hợp của các điều kiện nêu trên được thỏa mãn.

Phương pháp truyền tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm sẽ được mô tả tiếp theo. Thiết bị đầu cuối có thể thực hiện hoạt động phục hồi chùm khi điều kiện sự cố chùm được thỏa mãn. Cụ thể là, thiết bị đầu cuối có thể truyền tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm liên kết lên (UL) để phục hồi chùm. Nhằm mục đích này, thiết bị đầu cuối có thể khởi động tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm UL tức thì nếu điều kiện sự cố chùm 2 được đáp ứng.

Fig.2K thể hiện phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi điều kiện 2 được thỏa mãn, kết hợp với hoạt động RLF theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2K, nếu điều kiện 2 được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối tức thì khởi hoạt truyền tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm liên kết lên sao cho nằm trong thời gian gần nhất. Lúc này, nếu có chênh lệch lớn giữa tài nguyên đối với hoạt động truyền liên kết lên và thời điểm được khởi hoạt, thiết bị đầu cuối chờ thời điểm tương ứng và xác định xem điều kiện khởi hoạt được thỏa mãn hay được hủy bỏ.

Ngoài ra, giữa thời điểm khởi hoạt và thời điểm truyền thực tế, thiết bị đầu cuối liên tục truyền tín hiệu UL bằng cách sử dụng tài nguyên liên kết lên được cấp phát từ trước. Lúc này, nếu giá trị đo được của tài nguyên nhỏ hơn giá trị ngưỡng nhất định (điều kiện 1), cố gắng có thể được tạo ra để thực hiện hoạt động truyền liên kết lên (khôi phục chùm: hồi đáp liên kết lên bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước).

Nếu điều kiện khởi hoạt 1 được hủy bỏ (hoặc nếu điều kiện này không còn được thỏa mãn) mặc dù vẫn chưa đến được thời điểm truyền tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm (BRR) liên kết lên được khởi hoạt, thiết bị đầu cuối có thể hủy bỏ tất cả các thủ tục đang diễn ra. Ví dụ, nếu cường độ tín hiệu nhận được của chùm nhất định thấp hơn ngưỡng nhất định sao để truyền tín hiệu BRR liên kết lên tương ứng được khởi hoạt, và nếu cường độ tín hiệu nhận được của chùm tương ứng được

quan sát một lần nữa cao hơn ngưỡng trước khi tiến đến thời điểm truyền, việc truyền tín hiệu BRR liên kết lên có thể được hủy bỏ.

Tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm UL khởi động sau khi điều kiện 3 được đáp ứng sau khi điều kiện sự cố chùm được đáp ứng có thể có thể được tạo ra.

Fig.2L thể hiện phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi điều kiện nhất định 2 được thỏa mãn, kết hợp với hoạt động RLF theo một phương án của sáng chế. Fig.2L thể hiện một ví dụ về thực hiện hoạt động chờ cho đến khi PRACH tiến đến cuối bộ định thời cố định.

Theo Fig.2L, thiết bị đầu cuối thiết lập điều kiện 3 (ví dụ, một bộ định thời) khi điều kiện 2 được thỏa mãn, và liên tục truyền tín hiệu UL bằng cách sử dụng tài nguyên liên kết lên được cấp phát từ trước trong khi chờ điều kiện này được thỏa mãn. Lúc này, thậm chí nếu giá trị đo được của tài nguyên nhỏ hơn giá trị ngưỡng nhất định (điều kiện 1), hoạt động truyền liên kết lên có thể cố gắng làm tăng tỷ lệ thành công.

Nếu điều kiện 3 được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối tức thì kích hoạt việc truyền tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm liên kết lên sao cho nằm trong thời gian ngắn nhất.

Lúc này, nếu có chênh lệch giữa thời điểm mà điều kiện 3 được thỏa mãn và tài nguyên để thực hiện yêu cầu phục hồi chùm UL, thiết bị đầu cuối có thể thực hiện hoạt động cần thực hiện khi điều kiện 2 được thỏa mãn (khôi phục chùm: hồi đáp liên kết lên bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước), và có thể xác định xem điều kiện 1 có được hủy bỏ hay không.

Nếu điều kiện khởi hoạt tương ứng 1 được hủy bỏ (hoặc nếu điều kiện này không còn được thỏa mãn) mặc dù điều kiện 3 không được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối có thể hủy bỏ tất cả các thủ tục đang diễn ra. Ví dụ, nếu cường độ tín hiệu nhận được của chùm nhất định thấp hơn ngưỡng nhất định sao để truyền tín hiệu BRR liên kết lên tương ứng được khởi hoạt, và nếu cường độ tín hiệu nhận được của chùm tương ứng được quan sát một lần nữa cao hơn ngưỡng trước khi tiến đến thời điểm truyền, việc truyền tín hiệu BRR liên kết lên có thể được hủy bỏ. Nếu điều kiện khởi hoạt 1 được hủy bỏ (hoặc nếu điều kiện này không còn được thỏa

mãn) mặc dù vẫn chưa đến thời điểm tài nguyên thực hiện UL truyền yêu cầu phục hồi chùm, thiết bị đầu cuối có thể hủy bỏ tất cả các thủ tục đang diễn ra.

Ngoài ra, nếu sự cố liên kết vô tuyến (RLF) được thực hiện trước mặc dù điều kiện 3 không được thỏa mãn, hoặc nếu RLF được khai báo trước khi đến thời điểm đến PRACH gần nhất mặc dù điều kiện 3 được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối có thể hủy bỏ tất cả các hoạt động phục hồi chùm và thực hiện hoạt động theo RLF.

Fig.2M thể hiện phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi điều kiện nhất định 2 được thỏa mãn, kết hợp với hoạt động RLF theo một phương án của sáng chế.

Fig.2M thể hiện một ví dụ trong đó BRT được khai báo bằng điều kiện 1 hoặc 2 và thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động khôi phục chùm (nghĩa là, hồi đáp liên kết lên bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước) cho đến khi điều kiện nhất định 3 được thỏa mãn (nghĩa là, kết thúc bộ định thời cố định), và tiếp đó, khi điều kiện 3 được thỏa mãn, thực hiện hoạt động khôi phục chùm (nghĩa là, hồi đáp liên kết lên bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước) trong khi nỗ lực phục hồi chùm bằng cách sử dụng PRACH. Trong trường hợp này, phục hồi chùm bằng cách sử dụng PRACH có thể được thực hiện liên tục khi điều kiện 1 được thỏa mãn, được cố gắng chỉ đối với bộ định thời tương ứng với bộ định thời_br nhất định, hoặc được cố gắng cho đến khi sự cố liên tiếp (hoặc không liên tục) N_max_br xảy ra.

Fig.2N thể hiện phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi điều kiện nhất định 2 được thỏa mãn, kết hợp với hoạt động RLF theo một phương án của sáng chế.

Fig.2N thể hiện ví dụ trong đó BRT được khai báo nhờ điều kiện 1 hoặc 2 và thiết bị đầu cuối thực hiện hoạt động khôi phục chùm (nghĩa là, hồi đáp liên kết lên bằng cách sử dụng tài nguyên được cấp phát từ trước) trong khi nỗ lực phục hồi chùm bằng cách sử dụng PRACH. Trong trường hợp này, phục hồi chùm bằng cách sử dụng PRACH có thể được thực hiện liên tục khi điều kiện 1 được thỏa mãn, được cố gắng chỉ đối với bộ định thời tương ứng với bộ định thời_br nhất

định, hoặc được cố gắng cho đến khi sự cố liên tiếp (hoặc không liên tục) N_{max_br} xảy ra.

Fig.2O thể hiện phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi điều kiện nhất định 2 được thỏa mãn, kết hợp với hoạt động RLF theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2O, thiết bị đầu cuối thiết lập điều kiện nhất định 3 (ví dụ, bộ định thời), chờ điều kiện cần được thỏa mãn, và truyền tín hiệu UL bằng cách sử dụng tài nguyên liên kết lên được cấp phát từ trước (khôi phục chùm). Lúc này, hoạt động truyền liên kết lên có thể cố gắng làm tăng tỷ lệ thành công mặc dù giá trị đo được của tài nguyên nhỏ hơn giá trị ngưỡng nhất định (điều kiện 1).

Mặc dù bộ định thời cố định được chấm dứt, thiết bị đầu cuối có thể tiếp tục thực hiện hoạt động khôi phục chùm cho đến thời điểm đến PRACH hoặc thời điểm khai báo RLF. Nếu điều kiện 3 được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối tức thì kích hoạt việc truyền tín hiệu yêu cầu phục hồi chùm liên kết lên sao cho nằm trong thời gian ngắn nhất.

Ngoài ra, nếu RLF được thực hiện trước mặc dù điều kiện 3 không được thỏa mãn, hoặc nếu RLF được khai báo trước khi đến thời điểm đến PRACH gần nhất mặc dù điều kiện 3 được thỏa mãn, thiết bị đầu cuối có thể hủy bỏ tất cả các hoạt động phục hồi chùm và thực hiện hoạt động theo RLF.

Fig.2P thể hiện phương pháp để thiết bị đầu cuối cố gắng truyền yêu cầu phục hồi chùm khi điều kiện nhất định 2 được thỏa mãn, kết hợp với hoạt động RLF theo một phương án của sáng chế.

Theo Fig.2P, khi bộ định thời T310 đối với RLF được khởi hoạt, thiết bị đầu cuối có thể khởi động yêu cầu phục hồi chùm đồng thời. Theo ví dụ này, thiết bị đầu cuối có thể truyền yêu cầu phục hồi chùm khởi động tin nhắn từ tầng RRC tới tầng MAC/PHY hoặc từ tầng MAC tới tầng PHY.

Trái lại, nếu vấn đề chùm được phát hiện nhờ điều kiện 1 hoặc 2, thiết bị đầu cuối có thể truyền thông tin này tới tầng trên để khởi động bộ định thời T310. Vì lý do này, thiết bị đầu cuối có thể truyền tin nhắn khởi động T310 từ tầng PHY tới tầng MAC/RRC hoặc từ tầng MAC tới tầng RRC.

Các kênh điều khiển được sử dụng để khai báo sự cố chùm và các tín hiệu chuẩn (RS) để đo từng kênh có thể là các RS và các kênh được lập lịch biểu từ trước bởi trạm cơ sở.

Các phân tử dự bị đối với các RS phát hiện sự cố chùm tương ứng có thể có tài nguyên UE cụ thể được lập lịch biểu CSI-RS với tín hiệu chuyên dụng được thiết lập có CSI-RS với các đặc tính/các tài nguyên được cấp phát cho duy nhất thiết bị đầu cuối này, tài nguyên ô mạng cụ thể được lập lịch biểu CSI-RS với tín hiệu chuyên dụng được thiết lập có CSI-RS với các đặc tính/các tài nguyên được cấp phát cho nhiều thiết bị đầu cuối chưa xác định và tín hiệu NR-Sync (PSS, SSS, PBCH) có tín hiệu đồng bộ hóa và tín hiệu kênh phát rộng với các đặc tính/các tài nguyên được cấp phát cho nhiều thiết bị đầu cuối chưa xác định.

Các chùm (chẳng hạn một chùm dự bị mới hoặc chùm đã thực hiện RACH) được sử dụng để thực hiện phục hồi chùm có thể là các RS được lập lịch biểu từ trước bởi trạm cơ sở hoặc các RS có khả năng tự đo nhờ thiết bị đầu cuối.

Các phân tử dự bị đối với các RS nhận dạng phục hồi chùm tương ứng có thể có tài nguyên UE cụ thể được lập lịch biểu CSI-RS với tín hiệu chuyên dụng được thiết lập có CSI-RS với các đặc tính/các tài nguyên được cấp phát cho duy nhất thiết bị đầu cuối này, tài nguyên ô mạng cụ thể được lập lịch biểu CSI-RS với tín hiệu chuyên dụng được thiết lập có CSI-RS với các đặc tính/các tài nguyên được cấp phát cho nhiều thiết bị đầu cuối chưa xác định và tín hiệu NR-Sync (PSS, SSS, PBCH) có tín hiệu đồng bộ hóa và tín hiệu kênh phát rộng với các đặc tính/các tài nguyên được cấp phát cho nhiều thiết bị đầu cuối chưa xác định.

Các tín hiệu chuẩn (các RS) được sử dụng để thực hiện phát hiện vấn đề cấp ô mạng có thể là các RS được lập lịch biểu từ trước bởi trạm cơ sở hoặc các RS đo được bởi chính thiết bị đầu cuối.

Phương pháp khai báo RLF do sự cố phục hồi chùm sẽ được mô tả tiếp theo.

Theo một phương án của sáng chế, thiết bị đầu cuối có thể khai báo RLF khi các hoạt động phục hồi chùm được thực hiện liên tục gặp sự cố. Cụ thể là, thiết bị đầu cuối có thể khai báo RLF khi phục hồi chùm không thành công N_RLF1 liên tục (số đếm NACK hoặc số đếm chỉ báo sự cố, trong trường hợp sự cố trong phạm

vi bộ định thời_RLF1, khi N_RLF2 lần không thành công trong bộ định thời_RLF2 (bất kể hoạt động này có không liên tục hay không), khi tín hiệu DL yêu cầu khai báo RLF được tiếp nhận từ mạng (hoặc từ Node-B) nhằm đáp lại cố gắng phục hồi, hoặc trong trường hợp không thể cố gắng phục hồi chùm dài hơn bộ định thời_RLF3 (khi điều kiện 3 không được thỏa mãn) sau khi khai báo sự cố chùm (điều kiện 1 hoặc 2).

Theo Fig.1Y, bộ thu-phát 1y-10 của thiết bị đầu cuối có thể truyền và thu một tín hiệu. Bộ thu-phát 1y-10 có thể truyền và thu một tín hiệu dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 1y-30. Bộ điều khiển 1y-30 của thiết bị đầu cuối có thể điều khiển hoạt động chung của thiết bị đầu cuối. Bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển thiết bị đầu cuối để thực hiện các hoạt động được mô tả có dựa vào Fig.2A tới Fig.2P.

Ví dụ, bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển thực hiện phép đo chùm đối với ít nhất một chùm truyền của trạm cơ sở và ít nhất một chùm của thiết bị đầu cuối, truyền thông tin đo chùm tới trạm cơ sở, dựa trên phép đo chùm, và tiếp nhận thông tin liên kết xuống nhờ chùm truyền mới của trạm cơ sở. chùm truyền mới của trạm cơ sở có thể được thay đổi dựa trên mối tương quan giữa chùm truyền mới của trạm cơ sở và chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối có trong thông tin đo chùm.

Nếu chùm truyền mới của trạm cơ sở tương ứng với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối, chùm truyền của trạm cơ sở có thể được thay đổi mà không tiếp nhận tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm từ trạm cơ sở. Nếu chùm truyền mới của trạm cơ sở không tương ứng với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối, bộ điều khiển 1y-30 có thể điều khiển tiếp nhận tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm từ trạm cơ sở.

Ngoài ra, chùm thu của thiết bị đầu cuối và chùm truyền của trạm cơ sở có thể được thay đổi sau khi tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm được truyền và sau khoảng thời gian định trước. Thông tin đo chùm có thể có phần tử chỉ báo, và phần tử chỉ báo có thể chỉ báo xem thiết bị đầu cuối có khả năng thu hay không chùm truyền của trạm cơ sở trong chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối.

Bộ thu-phát 1z-10 của trạm cơ sở 1z-00 có thể truyền và thu một tín hiệu. Bộ thu-phát 1z-10 có thể truyền và thu một tín hiệu dưới sự điều khiển của bộ điều khiển 1z-30. Bộ điều khiển 1z-30 của trạm cơ sở có thể điều khiển hoạt động chung của trạm cơ sở. Bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển trạm cơ sở để thực hiện các hoạt động được mô tả có dựa vào Fig.2A tới Fig.2P.

Ví dụ, bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển tiếp nhận thông tin đo chùm từ thiết bị đầu cuối, xác định thay đổi chùm truyền của trạm cơ sở đối với thiết bị đầu cuối dựa trên thông tin đo chùm, và thay đổi chùm truyền của trạm cơ sở dựa trên mối tương quan giữa chùm truyền mới của trạm cơ sở và chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối có trong thông tin đo chùm.

Ngoài ra, khi chùm truyền mới của trạm cơ sở tương ứng với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối, chùm truyền của trạm cơ sở có thể được thay đổi mà không truyền tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm. Ngoài ra, khi chùm truyền mới của trạm cơ sở không tương ứng với chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối, bộ điều khiển 1z-30 có thể điều khiển truyền tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm tới thiết bị đầu cuối. và ngoài ra, chùm truyền của trạm cơ sở có thể được thay đổi sau khi tin nhắn chỉ báo thay đổi chùm được truyền và sau khoảng thời gian định trước.

Hơn nữa, thông tin đo chùm có thể có phần tử chỉ báo, và phần tử chỉ báo có thể chỉ báo xem thiết bị đầu cuối có khả năng thu hay không chùm truyền của trạm cơ sở trong chùm thu hiện tại của thiết bị đầu cuối.

Mặc dù sáng chế đã được thể hiện và mô tả có dựa vào các phương án nhất định, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng các thay đổi khác nhau về hình thức và chi tiết có thể được tạo ra ở đây mà không nằm ngoài tinh thần và phạm vi của sáng chế như được xác định, không phải bằng phần mô tả chi tiết và các phương án cụ thể, mà bằng các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền, tới thiết bị đầu cuối, cấu hình báo cáo có thông tin liên quan tới báo cáo chùm trên cơ sở nhóm và số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm;

truyền, tới thiết bị đầu cuối, ít nhất một tín hiệu chuẩn để đo các chùm; và

tiếp nhận, từ thiết bị đầu cuối, dựa trên cấu hình báo cáo, báo cáo đo có N nhóm của hai công suất thu tín hiệu chuẩn (RSRP) tương ứng với hai chùm, từ các chùm đo được, liên quan tới một nhóm chùm, trong đó N chỉ báo số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm,

trong đó hai chùm liên quan tới một nhóm chùm tương ứng với các tín hiệu chuẩn được tiếp nhận đồng thời bởi thiết bị đầu cuối.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ dài của một trong các báo cáo RSRP là 7 bit.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cấu hình báo cáo được truyền nhờ tín hiệu kiểm soát tài nguyên vô tuyến (RRC), và

trong đó ít nhất một tín hiệu chuẩn có ít nhất một tín hiệu chuẩn thông tin trạng thái kênh (CSI-RS).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó báo cáo đo có hai phần tử nhận dạng liên quan tới hai chùm.

5. Phương pháp vận hành thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

tiếp nhận, từ trạm cơ sở, cấu hình báo cáo có thông tin liên quan tới báo cáo chùm trên cơ sở nhóm và số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm;

tiếp nhận, từ trạm cơ sở, ít nhất một tín hiệu chuẩn để đo các chùm;

nhận dạng hai chùm, liên quan tới một nhóm chùm, tương ứng với các tín hiệu chuẩn được tiếp nhận đồng thời; và

báo cáo, tới trạm cơ sở, dựa trên cấu hình báo cáo, báo cáo đo có N nhóm

của hai công suất thu tín hiệu chuẩn (RSRP) tương ứng với hai chùm, từ các chùm đo được, liên quan tới một nhóm chùm, trong đó N chỉ báo số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó độ dài của một trong các báo cáo RSRP là 7 bit.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó cấu hình báo cáo được tiếp nhận nhờ tín hiệu kiểm soát tài nguyên vô tuyến (RRC), và

trong đó ít nhất một tín hiệu chuẩn có ít nhất một tín hiệu chuẩn thông tin trạng thái kênh (CSI-RS).

8. Phương pháp theo điểm 5, trong đó báo cáo đo có hai phần tử nhận dạng liên quan tới hai chùm.

9. Trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông không dây, trạm cơ sở này bao gồm:

bộ thu-phát; và

bộ điều khiển được làm thích ứng để:

truyền, nhờ bộ thu-phát tới thiết bị đầu cuối, cấu hình báo cáo có thông tin liên quan tới báo cáo chùm trên cơ sở nhóm và số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm,

truyền, nhờ bộ thu-phát tới thiết bị đầu cuối, ít nhất một tín hiệu chuẩn để đo các chùm, và

tiếp nhận, nhờ bộ thu-phát từ thiết bị đầu cuối, dựa trên cấu hình báo cáo, báo cáo đo có N nhóm của hai công suất thu tín hiệu chuẩn (RSRP) tương ứng với hai chùm, từ các chùm đo được, liên quan tới một nhóm chùm, trong đó N chỉ báo số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm,

trong đó hai chùm liên quan tới một nhóm chùm tương ứng với các tín hiệu chuẩn được tiếp nhận đồng thời bởi thiết bị đầu cuối.

10. Trạm cơ sở theo điểm 9, trong đó độ dài của một trong các báo cáo RSRP là 7 bit.

11. Trạm cơ sở theo điểm 9, trong đó cấu hình báo cáo được truyền nhờ tín hiệu kiểm soát tài nguyên vô tuyến (RRC), và

trong đó ít nhất một tín hiệu chuẩn có ít nhất một tín hiệu chuẩn thông tin

trạng thái kênh (CSI-RS).

12. Trạm cơ sở theo điểm 9, trong đó báo cáo đo có hai phần tử nhận dạng liên quan tới hai chùm.

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

bộ thu-phát; và

bộ điều khiển được làm thích ứng để:

tiếp nhận, nhờ bộ thu-phát từ trạm cơ sở, cấu hình báo cáo có thông tin liên quan tới báo cáo chùm trên cơ sở nhóm và số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm,

tiếp nhận, nhờ bộ thu-phát từ trạm cơ sở, ít nhất một tín hiệu chuẩn để đo các chùm,

nhận dạng hai chùm, liên quan tới một nhóm chùm, tương ứng với các tín hiệu chuẩn được tiếp nhận đồng thời, và

báo cáo, nhờ bộ thu-phát tới trạm cơ sở, dựa trên cấu hình báo cáo, báo cáo đo có N nhóm của hai công suất thu tín hiệu chuẩn (RSRP) tương ứng với hai chùm, từ các chùm đo được, liên quan tới một nhóm chùm, trong đó N chỉ báo số lượng của các nhóm đối với báo cáo chùm trên cơ sở nhóm.

14. Thiết bị đầu cuối theo điểm 13, trong đó độ dài của một trong các báo cáo RSRP là 7 bit.

15. Thiết bị đầu cuối theo điểm 13, trong đó cấu hình báo cáo được tiếp nhận nhờ tín hiệu kiểm soát tài nguyên vô tuyến (RRC),

trong đó ít nhất một tín hiệu chuẩn có ít nhất một tín hiệu chuẩn thông tin trạng thái kênh (CSI-RS), và

trong đó báo cáo đo có hai phần tử nhận dạng liên quan tới hai chùm.

1/43
FIG. 1A

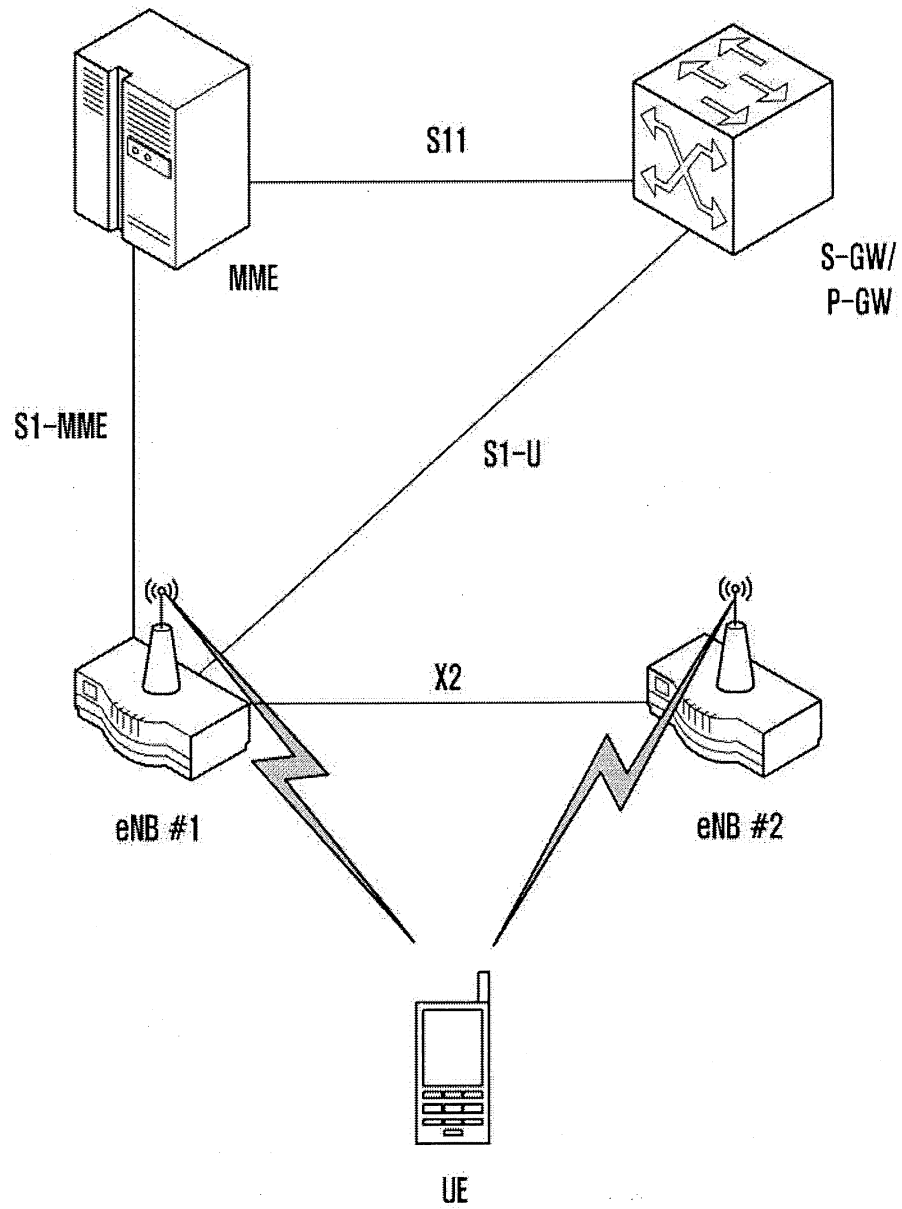


FIG. 1B

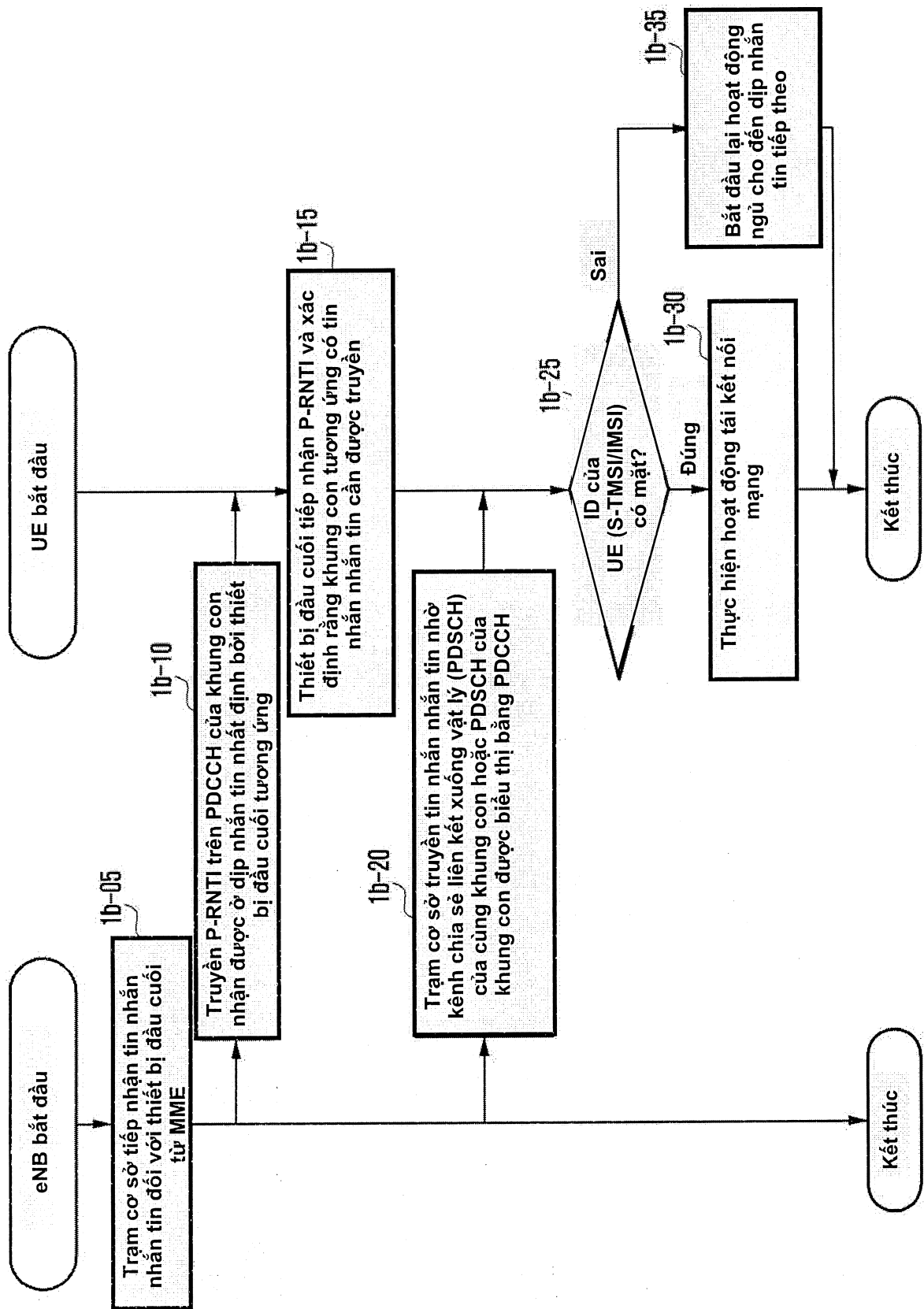


FIG. 1C

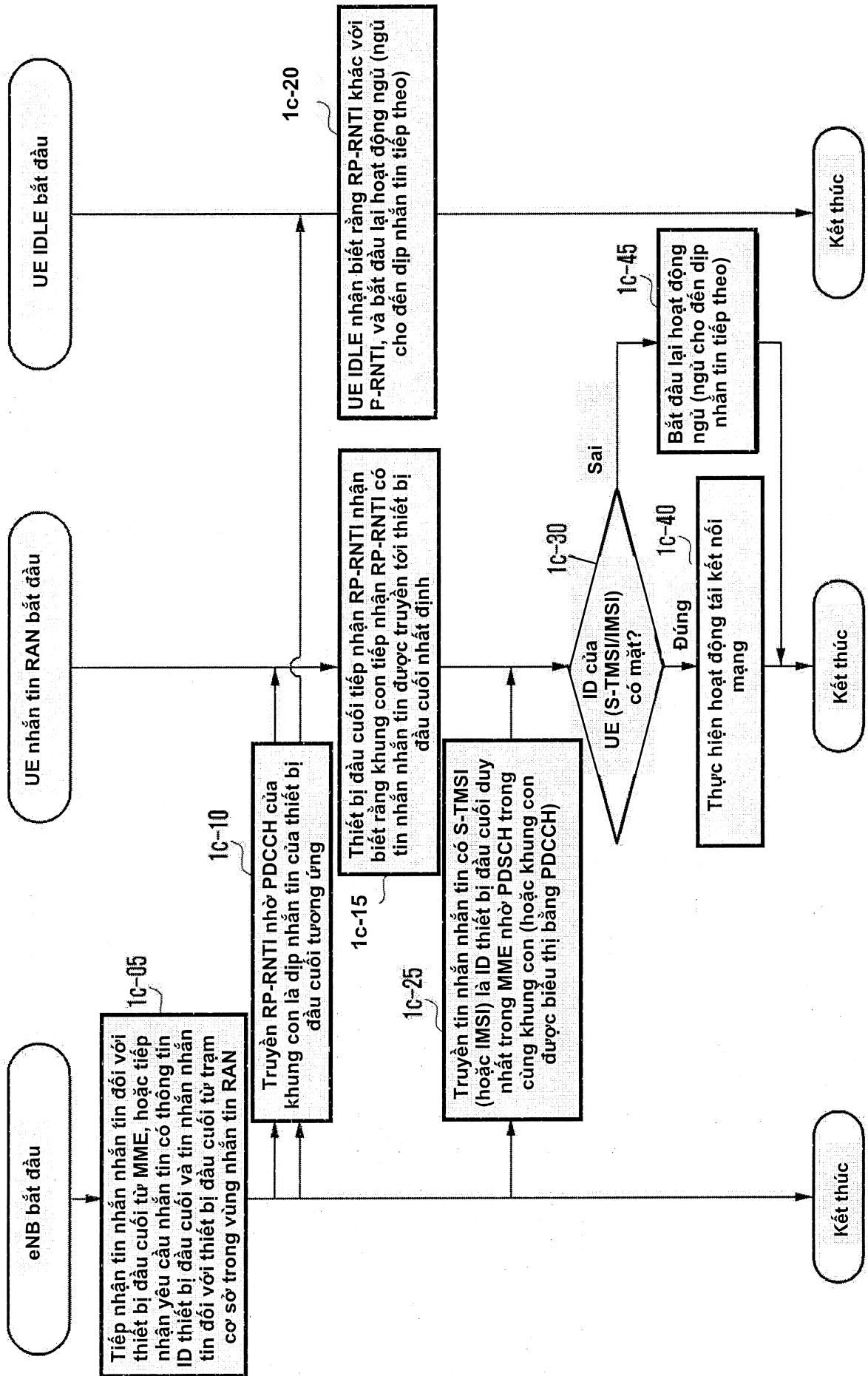


FIG. 1D

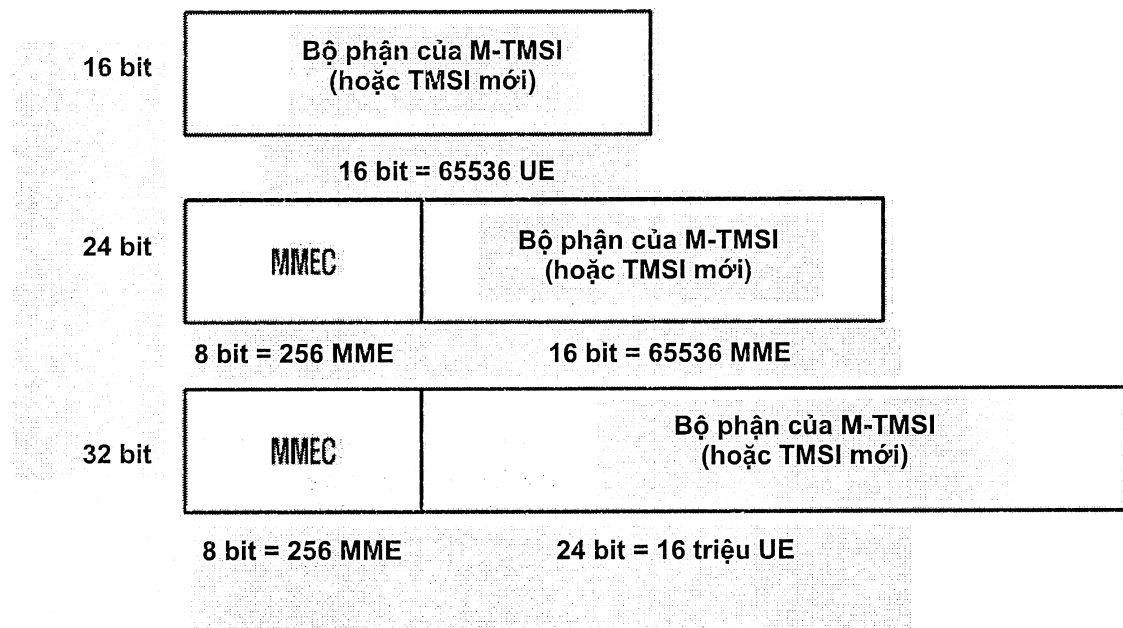


FIG. 1E

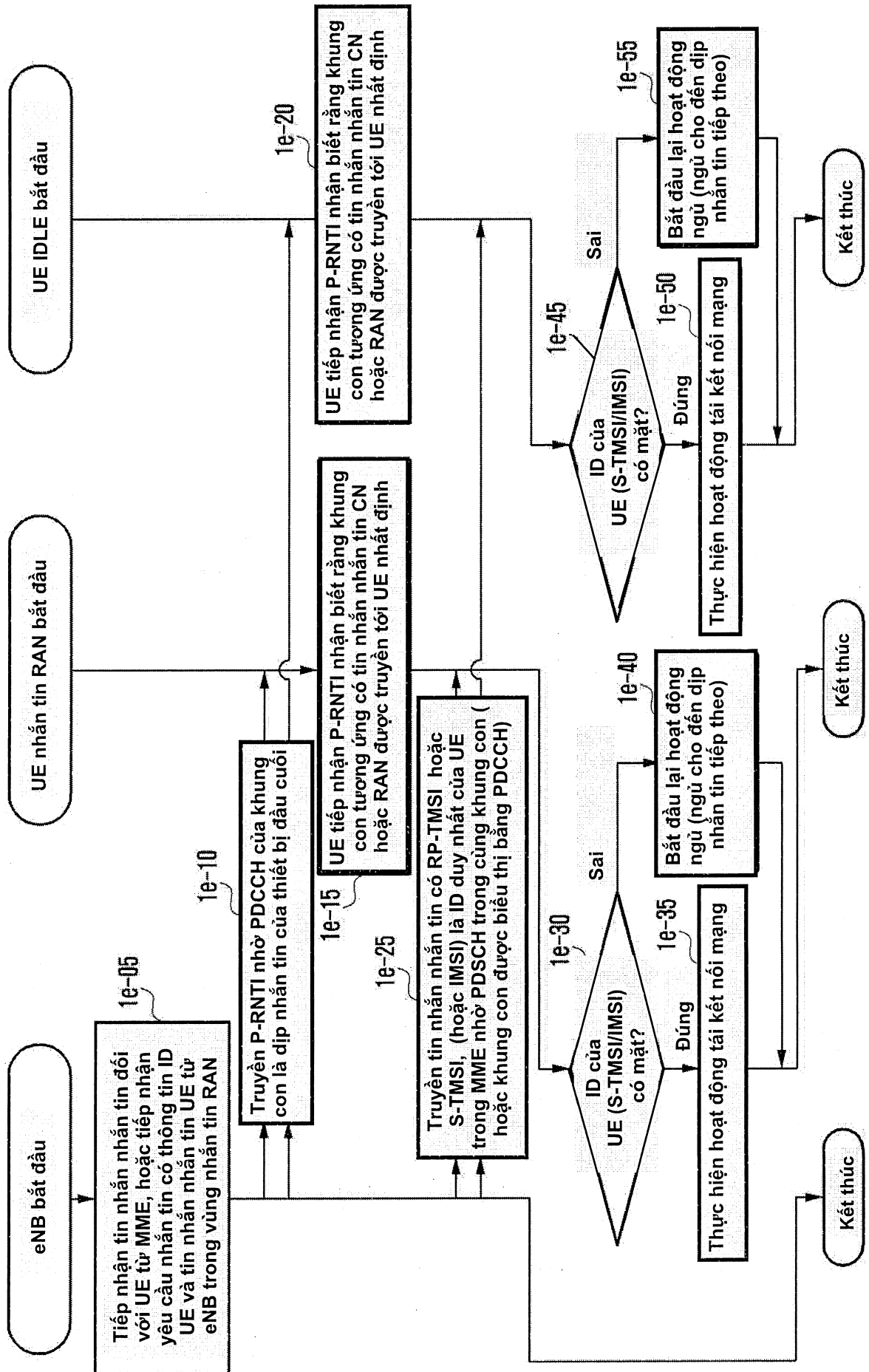


FIG. 1F

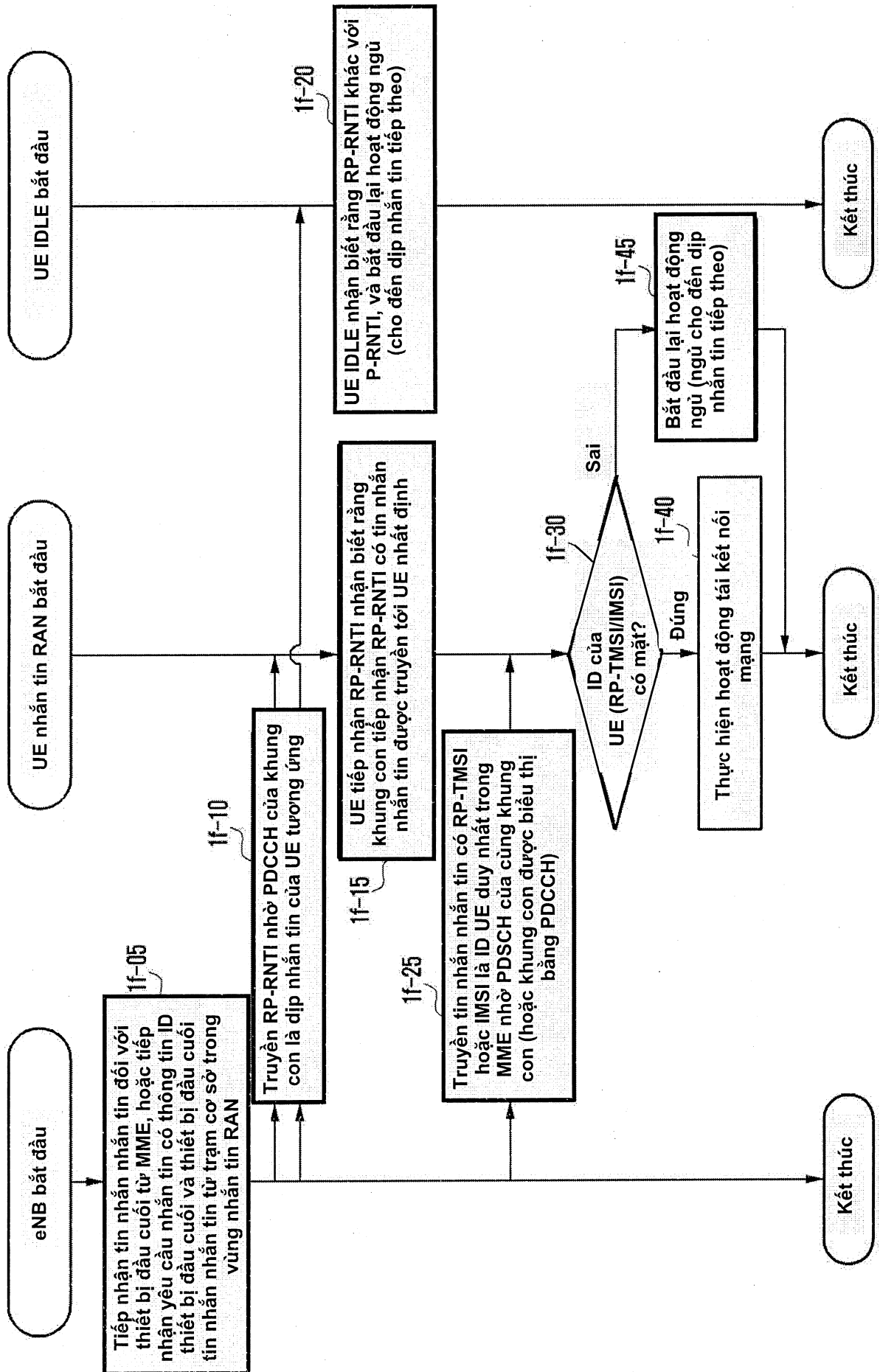
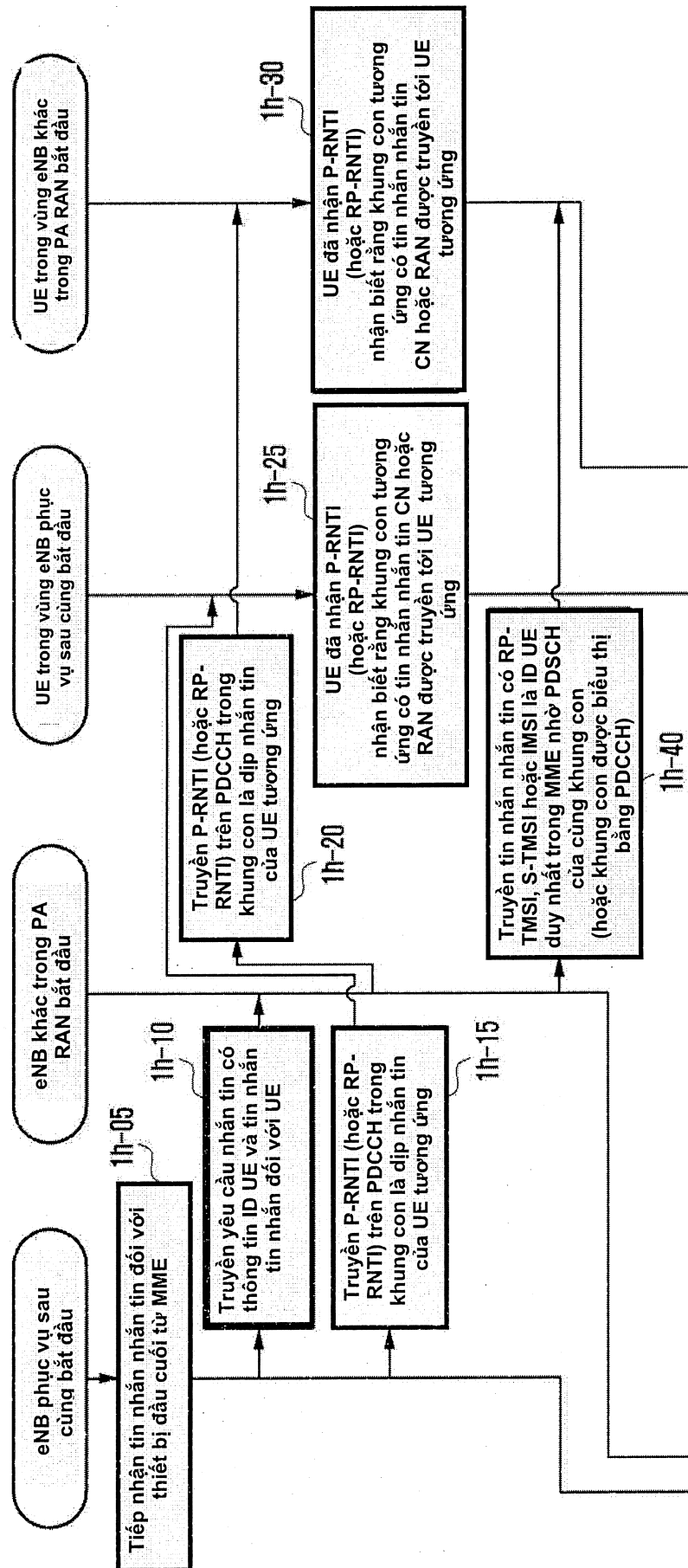


FIG. 1HA



tiếp tục

FIG. 1HB

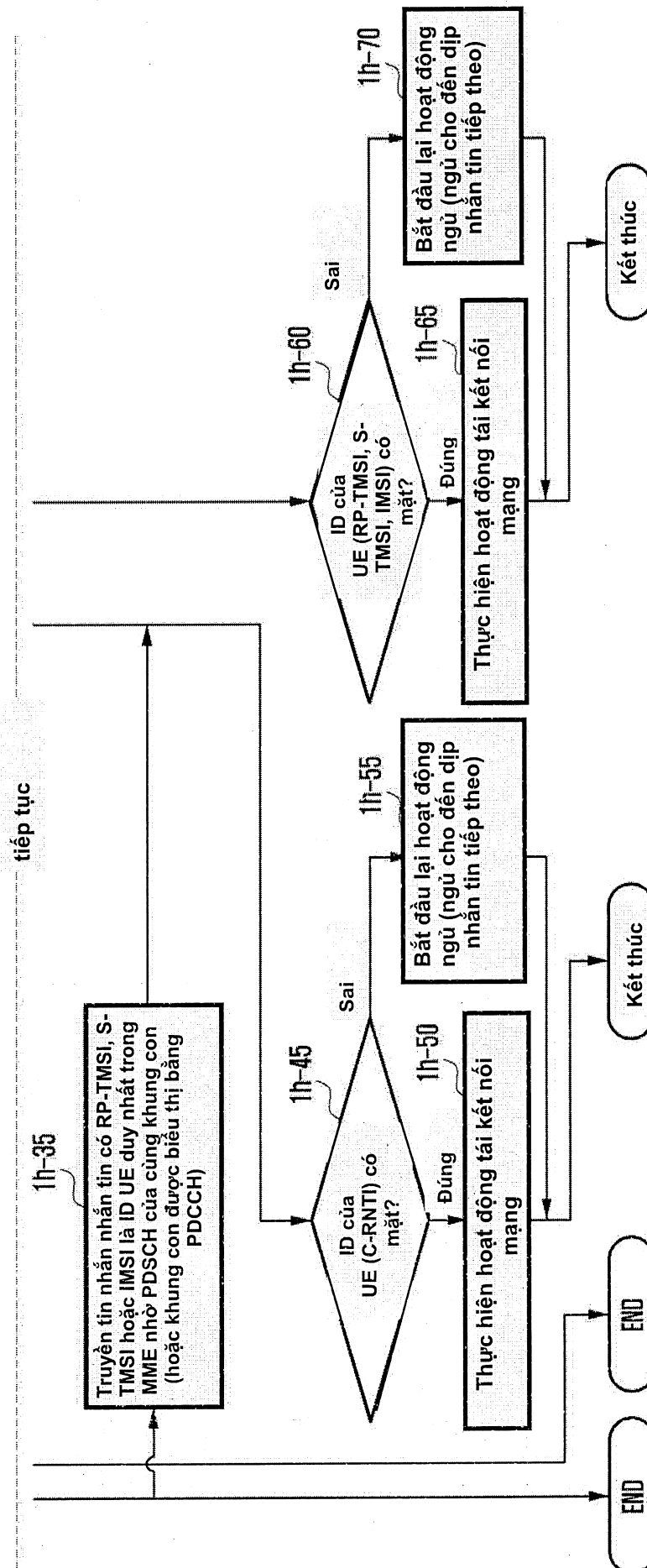
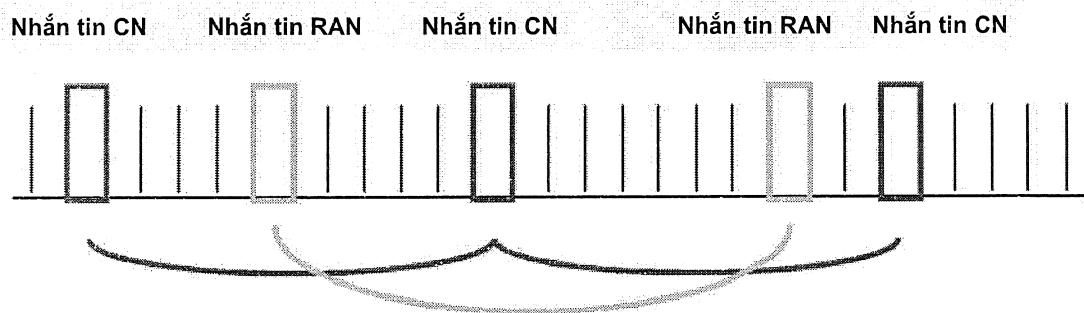
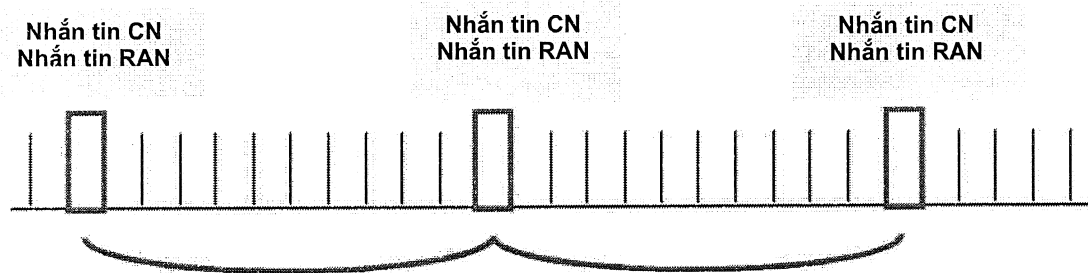


FIG. 1I



11/43

FIG. 1J



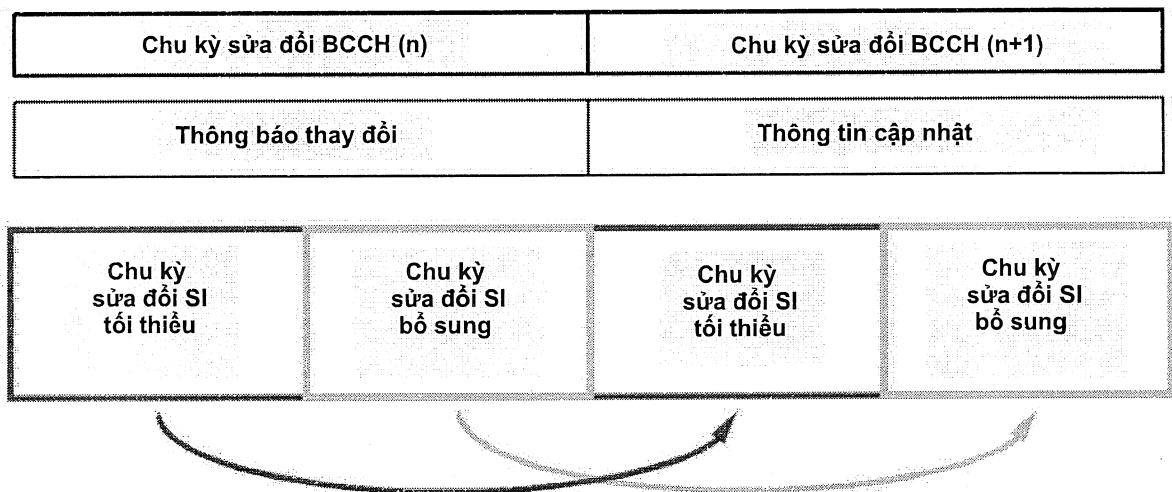
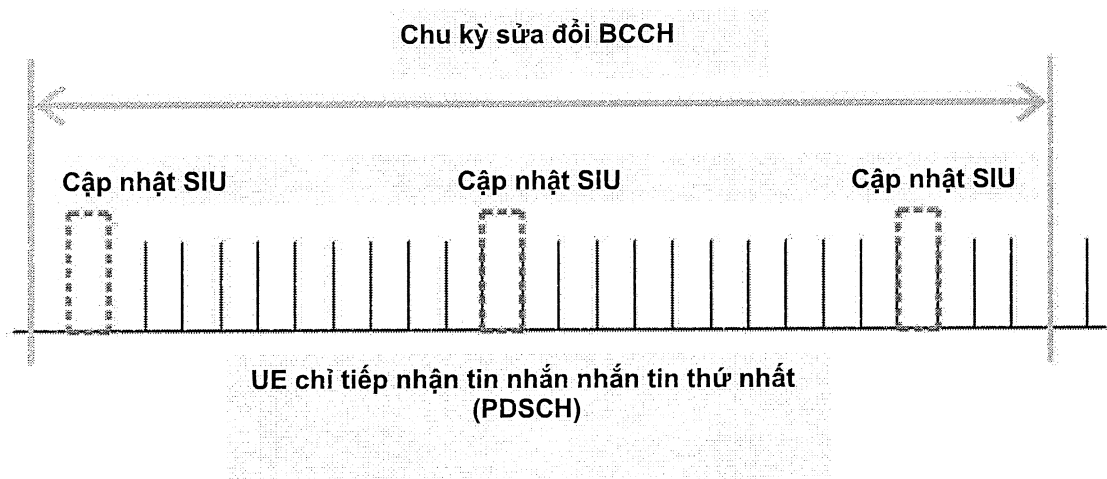
12/43
FIG. 1K

FIG. 1L



14/43

FIG. 1M

C-RNTI	Cấu hình PCH nhận tin	Cấu hình UL-SCH
--------	-----------------------	-----------------

15/43

FIG. 1N

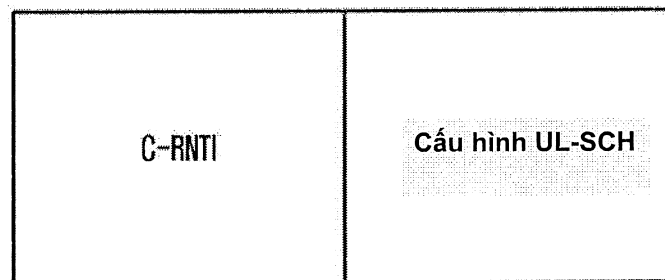
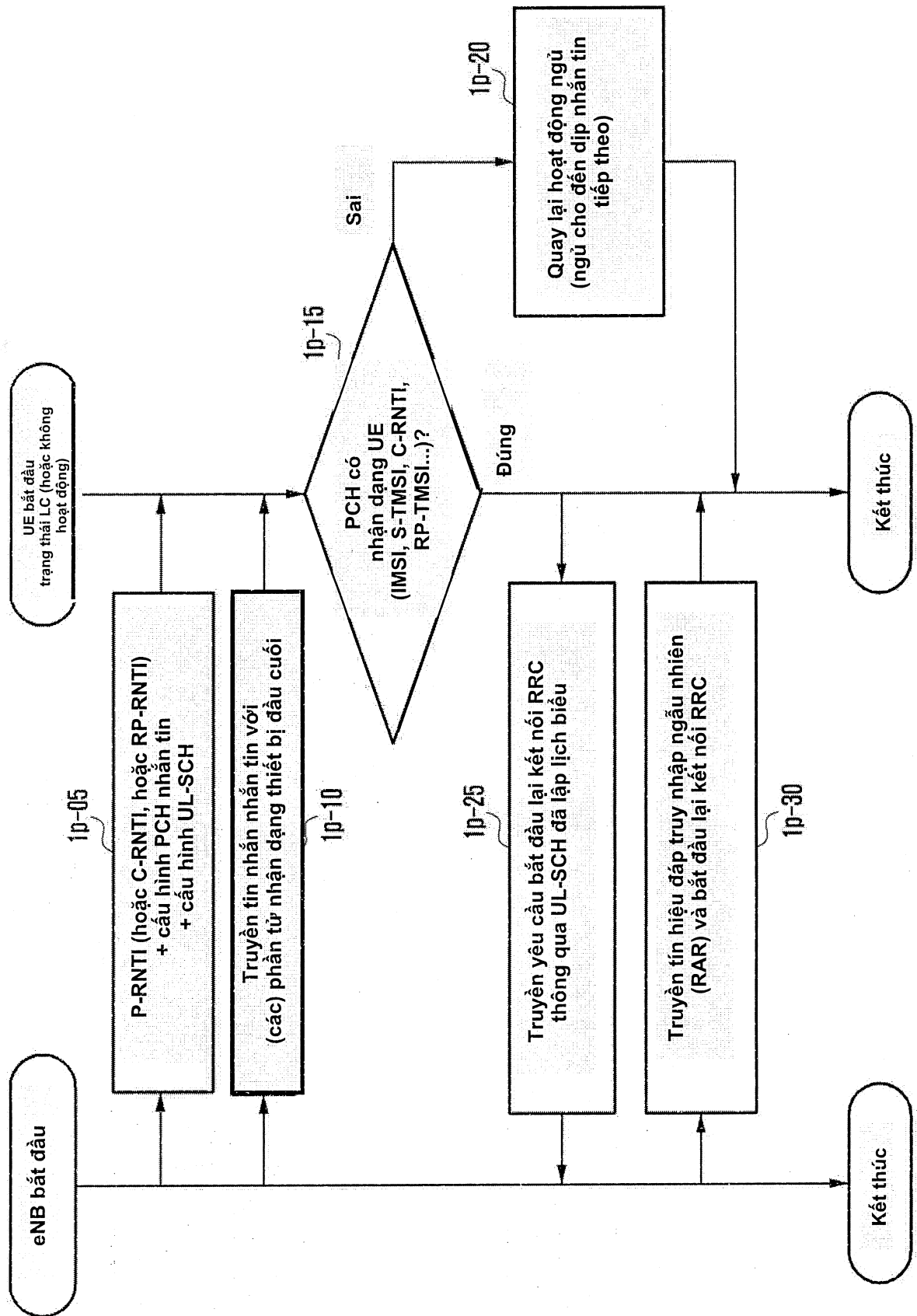


FIG. 10

P-RNTI (hoặc RNTI khác)	Cấu hình PCH nhắn tin	Cấu hình UL-SCH
--------------------------------	------------------------------	------------------------

FIG. 1P



18/43

FIG. 1Q

C-RNTI	Cấu hình PCH nhận tin	Cấu hình UL-SCH	Phần tử chỉ báo yêu cầu kết nối
--------	--------------------------	--------------------	---------------------------------------

19/43

FIG. 1R

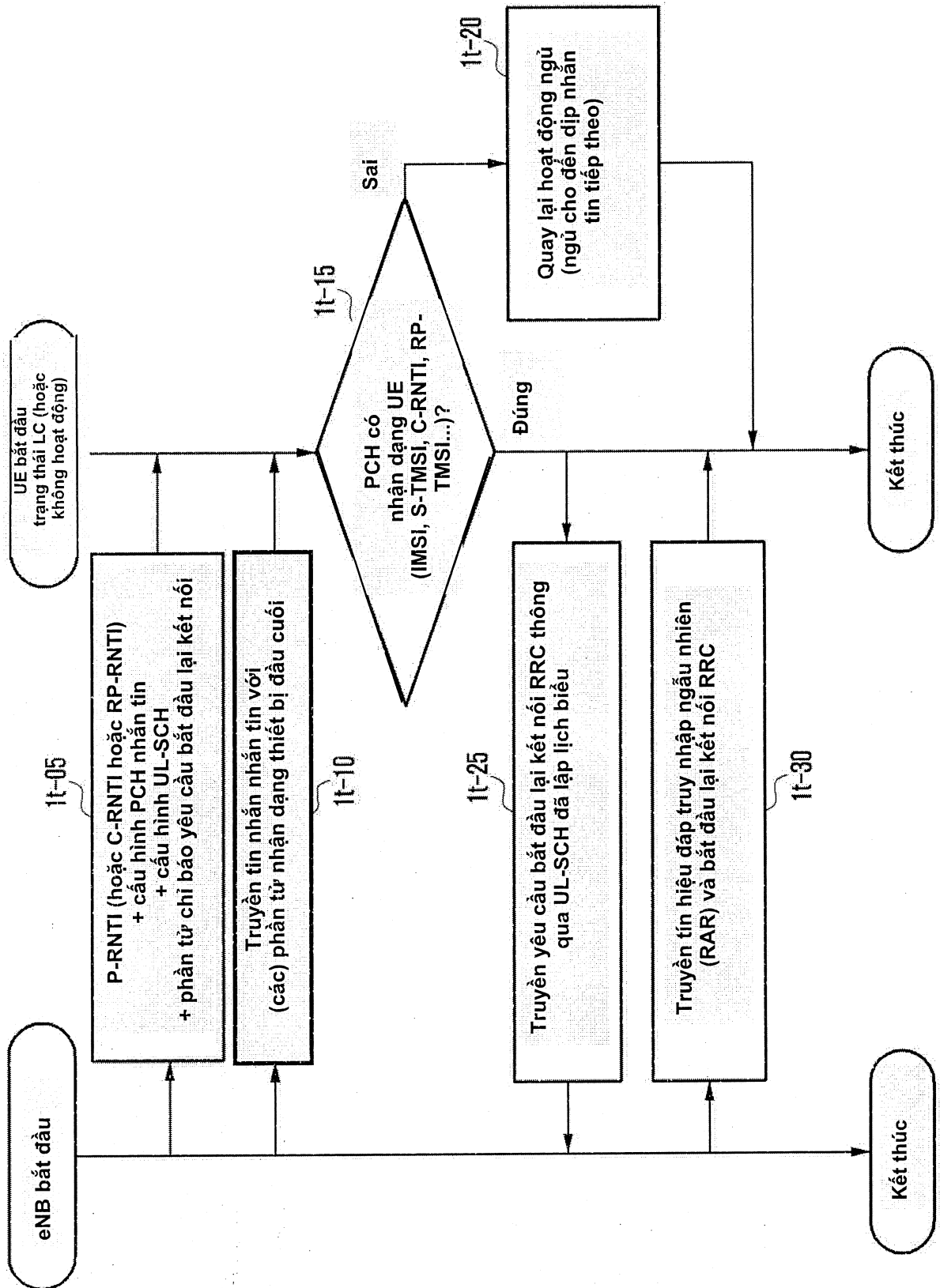
C-RNTI	Cấu hình UL-SCH	Phần tử chỉ báo yêu cầu kết nối
--------	--------------------	--

20/43

FIG. 1S

P-RNTI (hoặc RNTI khác)	Cấu hình PCH nhận tin	Cấu hình UL-SCH	Phần tử chỉ báo yêu cầu kết nối
--	----------------------------------	----------------------------	--

FIG. 1T

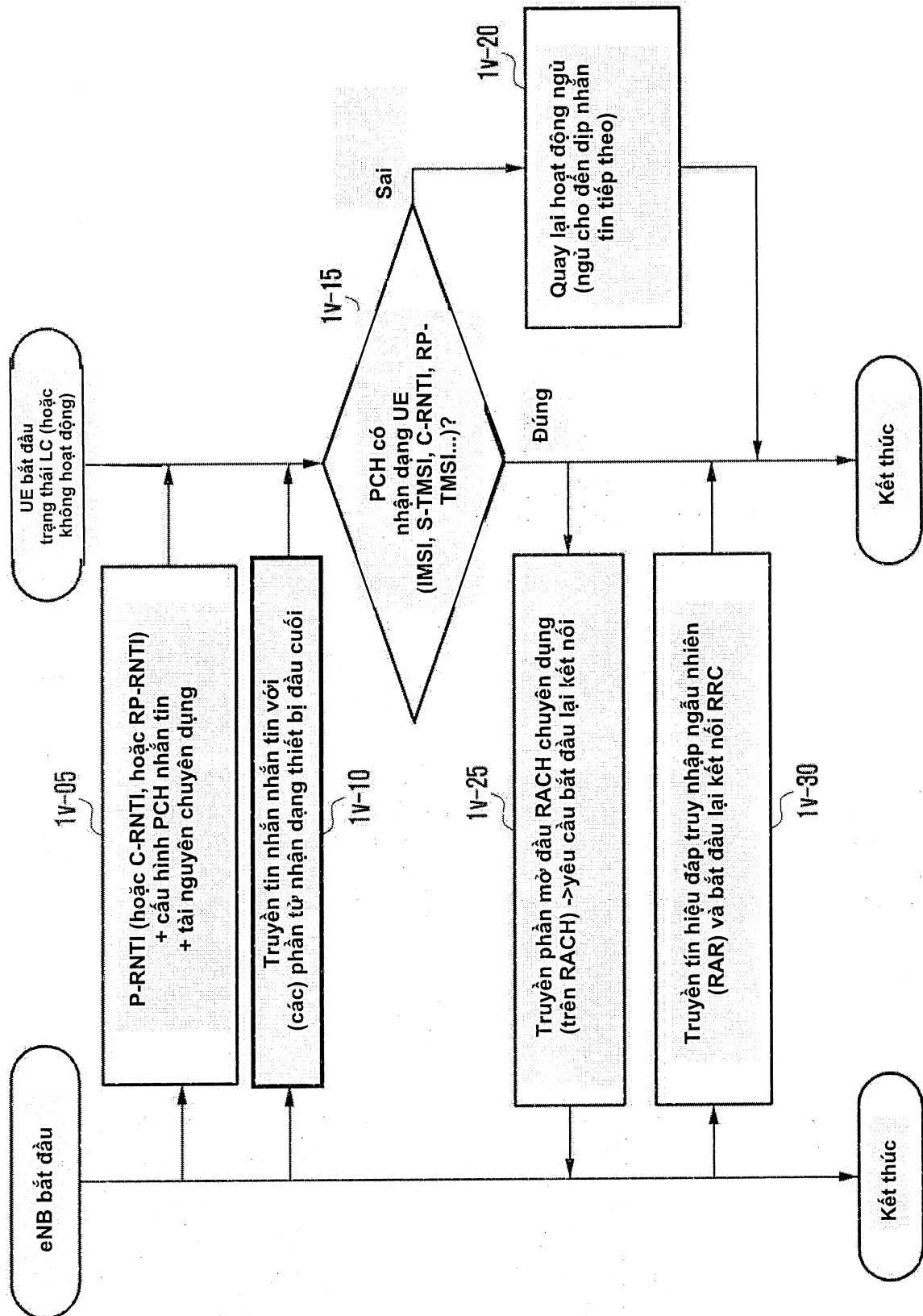


22/43

FIG. 1U

P-RNTI (hoặc RNTI khác)	Cấu hình PCH nhắn tin	(Các) phần mở đầu RACH chuyên dụng
--	----------------------------------	---

FIG. 1V

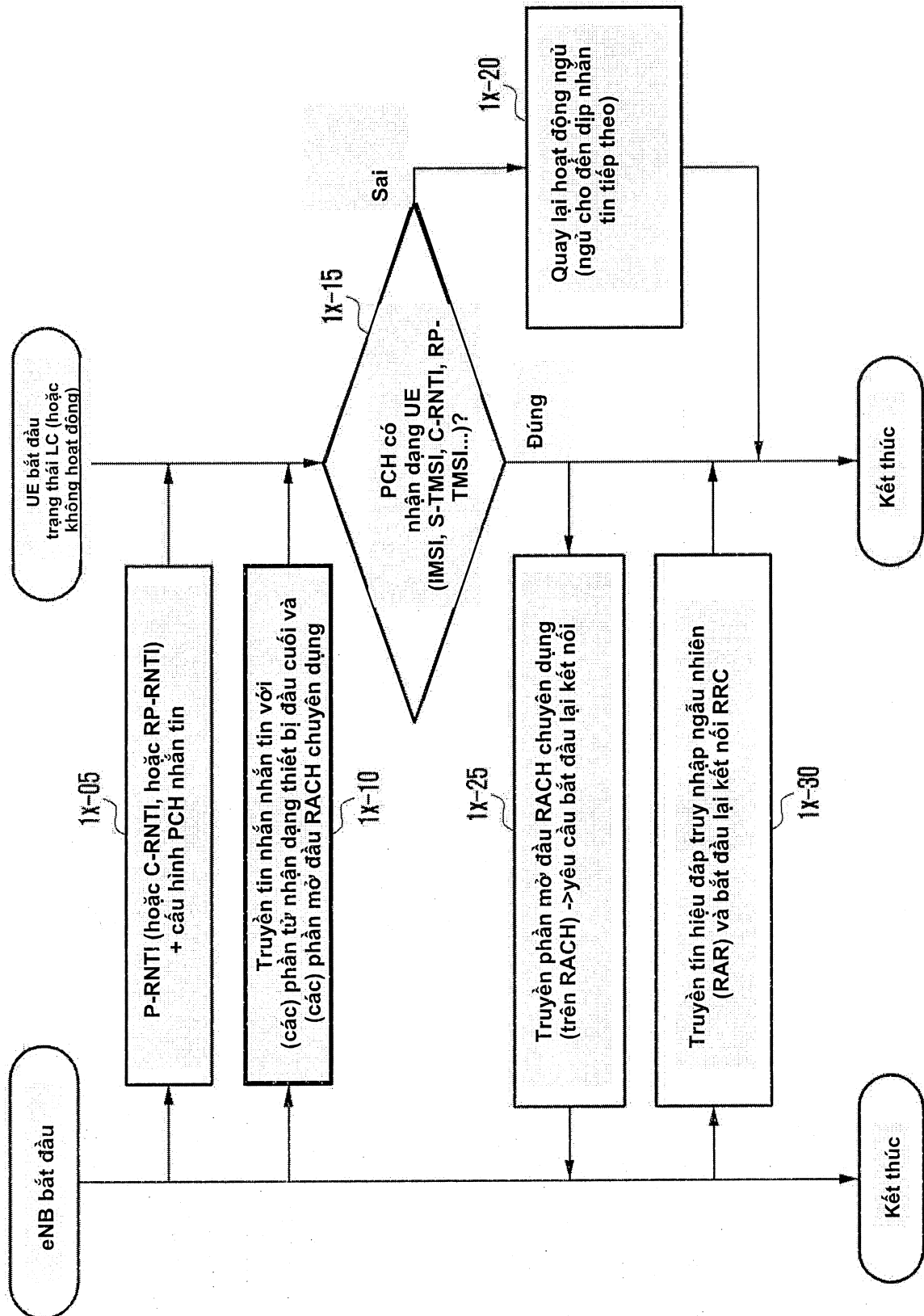


24/43

FIG. 1W

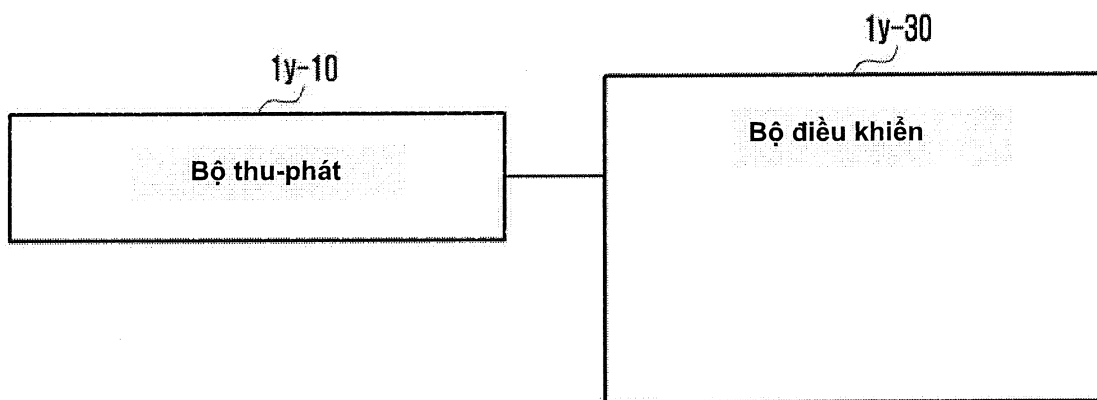
UE ID (S-TMSI, IMSI, C-RNTI, RNTI)	(Các) phần mở đầu RACH chuyên dụng
--	--

FIG. 1X



26/43

FIG. 1Y



27/43
FIG. 1Z

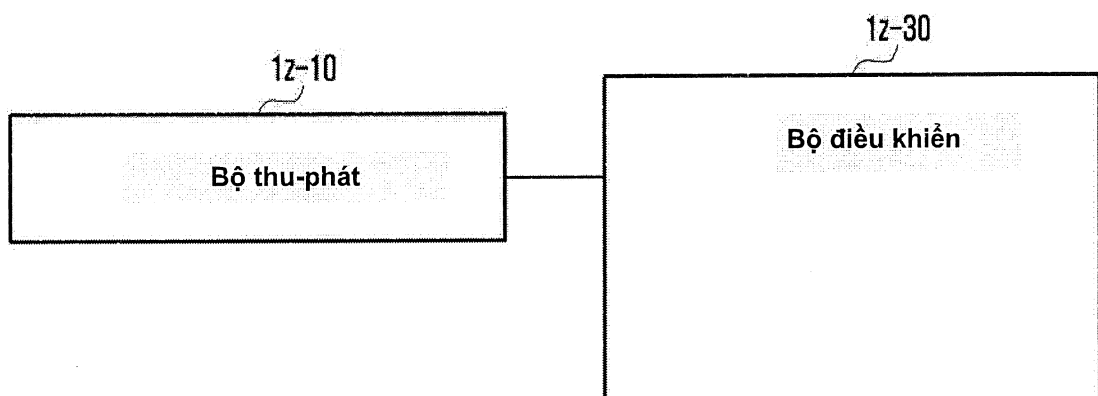
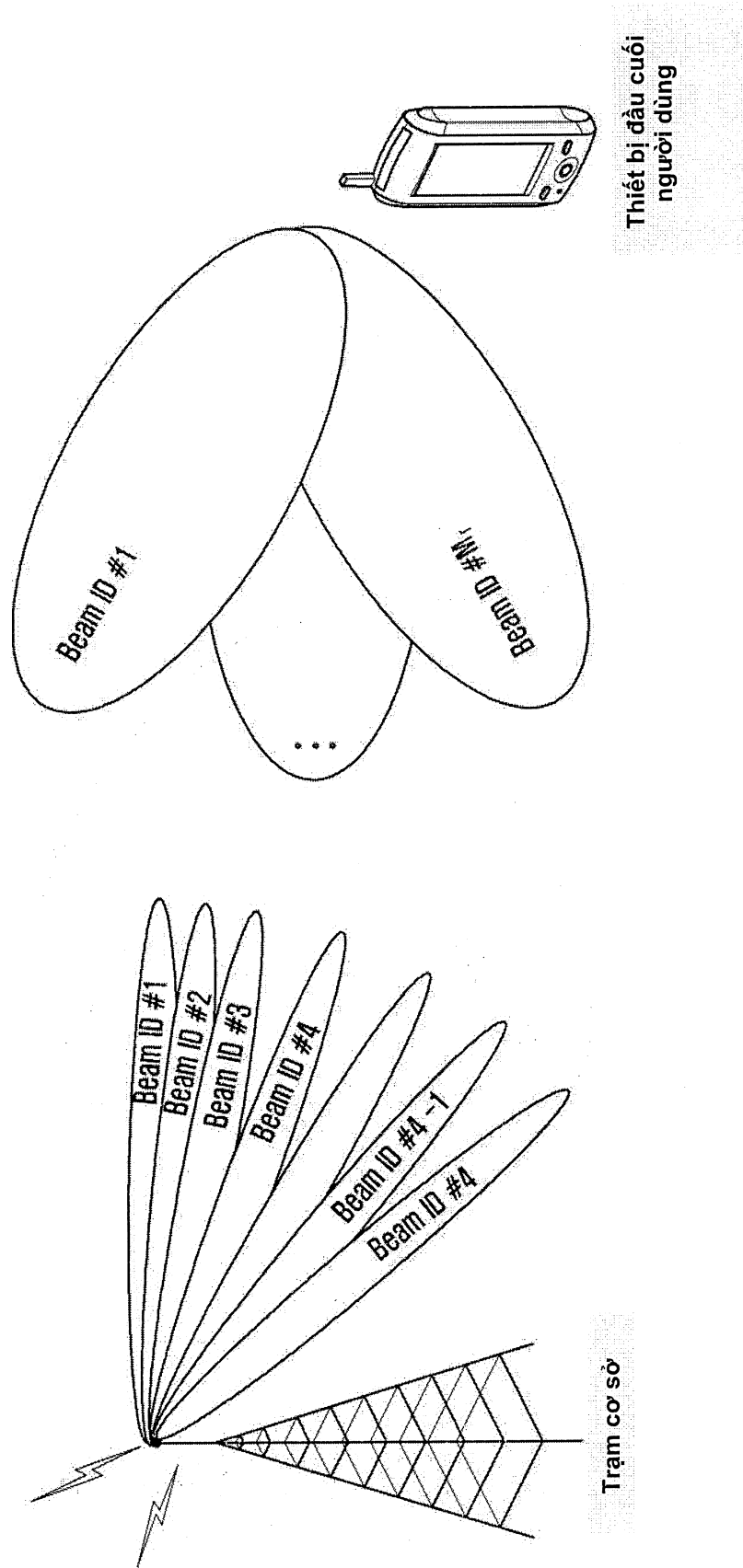
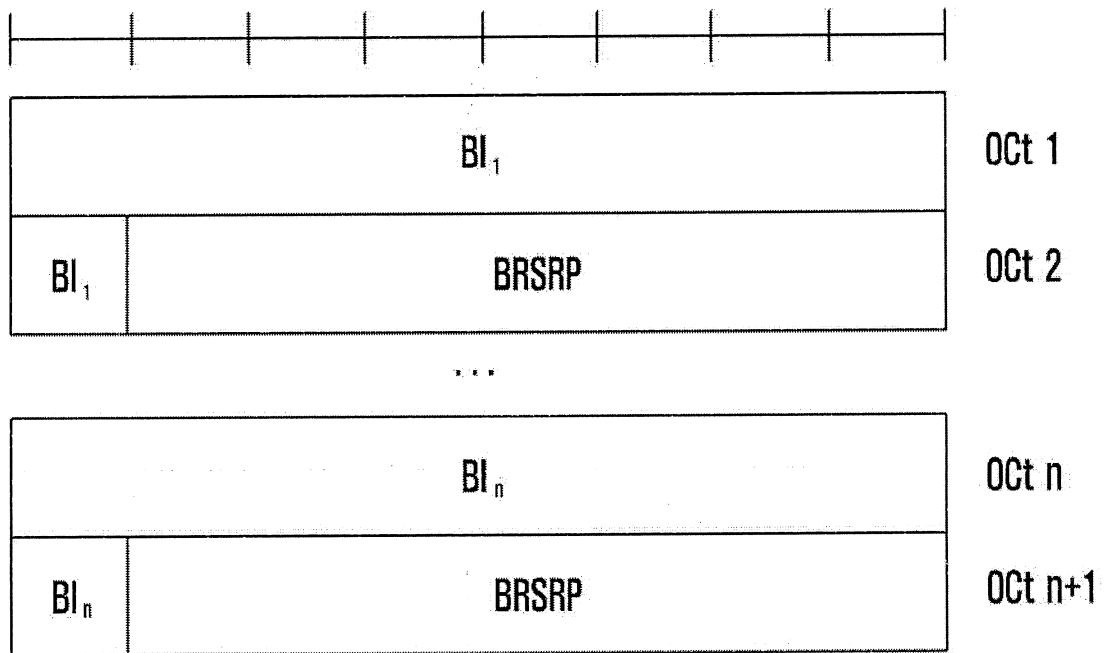


FIG. 2A

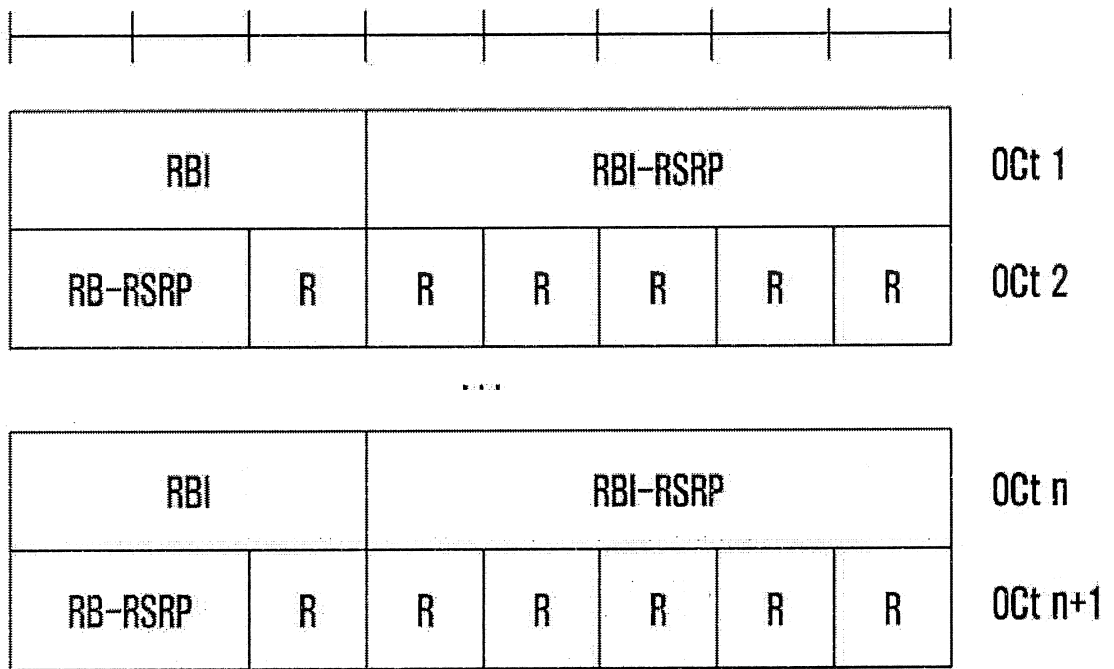


Beam ID: phần tử nhận dạng chùm

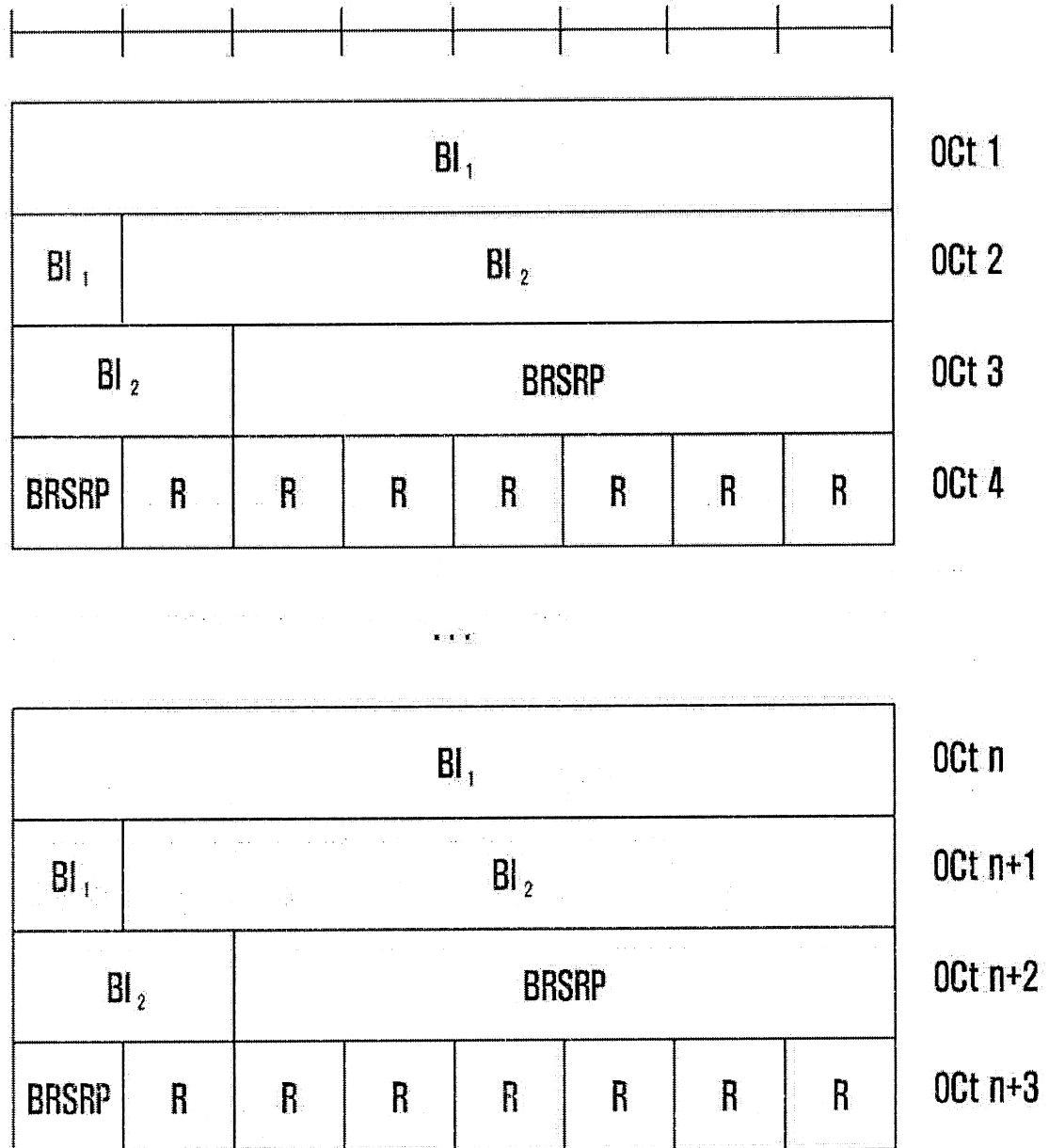
FIG. 2B

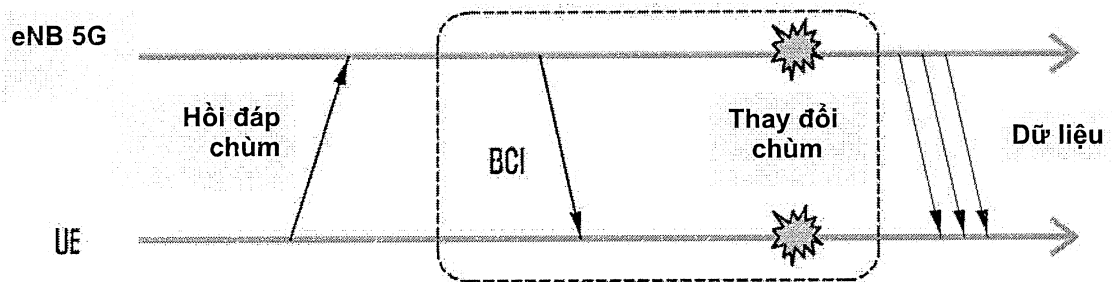


30/43
FIG. 2C



31/43
FIG. 2D





33/43

FIG. 2F

BI ₁								OCt 1
BI ₁	RSRP ₁							OCt 2
Ind ₁	R	R	R	R	R	R	R	OCt 3
BI _n								OCt 3n-2
BI _n	RSRP _n							OCt 3n-1
Ind _n	R	R	R	R	R	R	R	OCt 3n

34/43

FIG. 2G

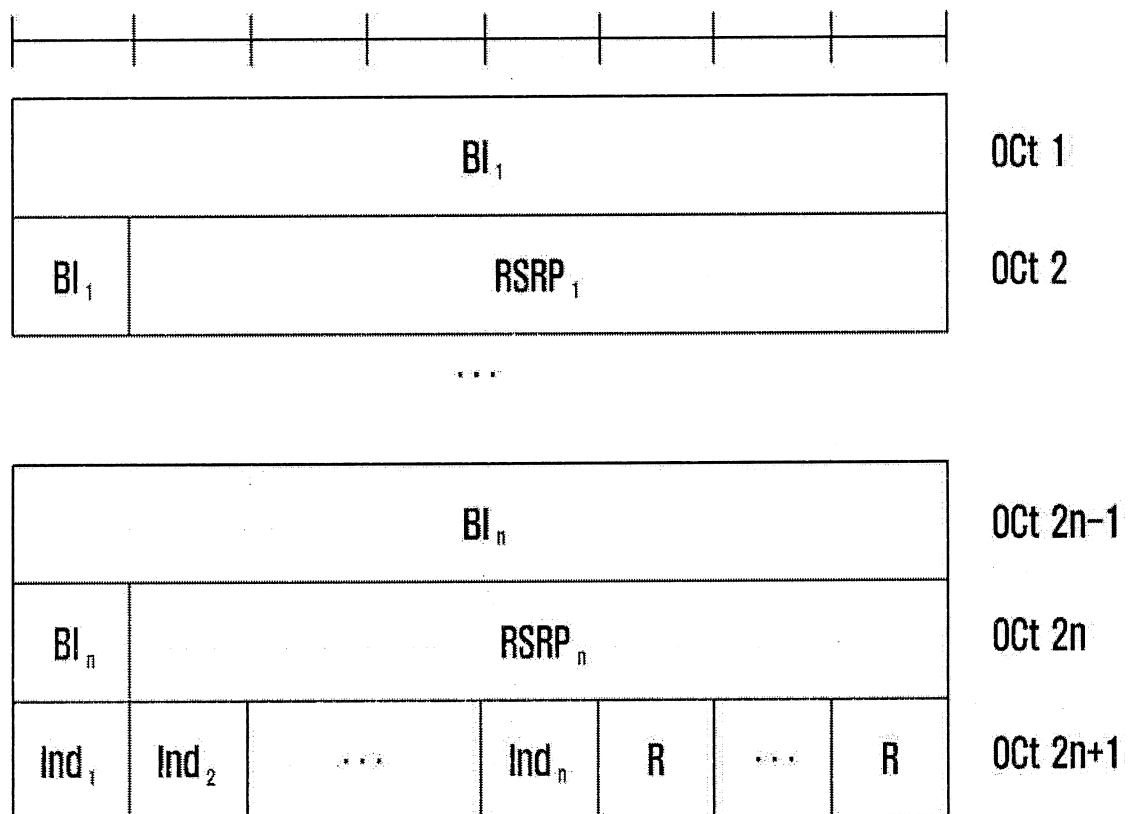


FIG. 2H

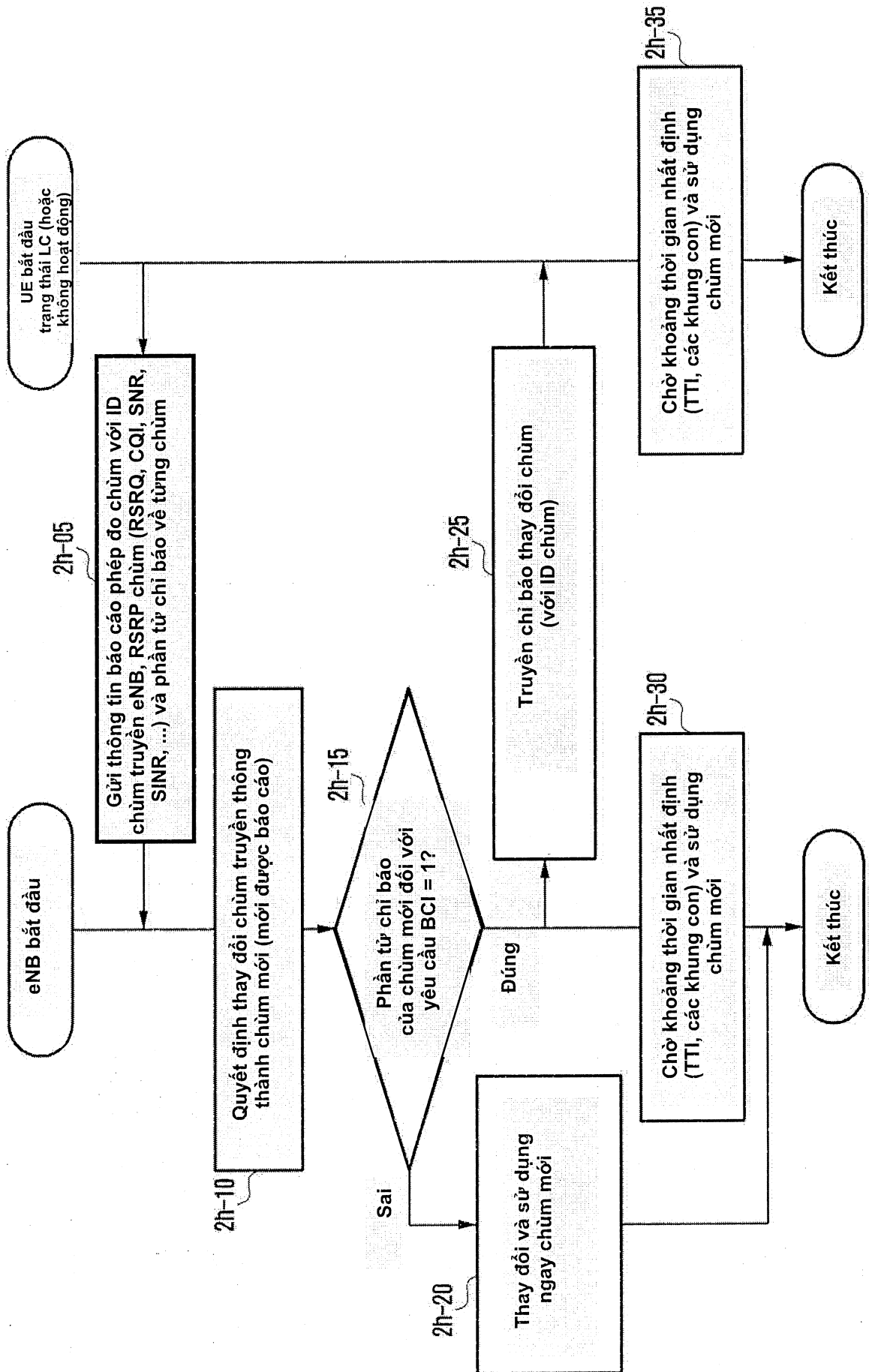
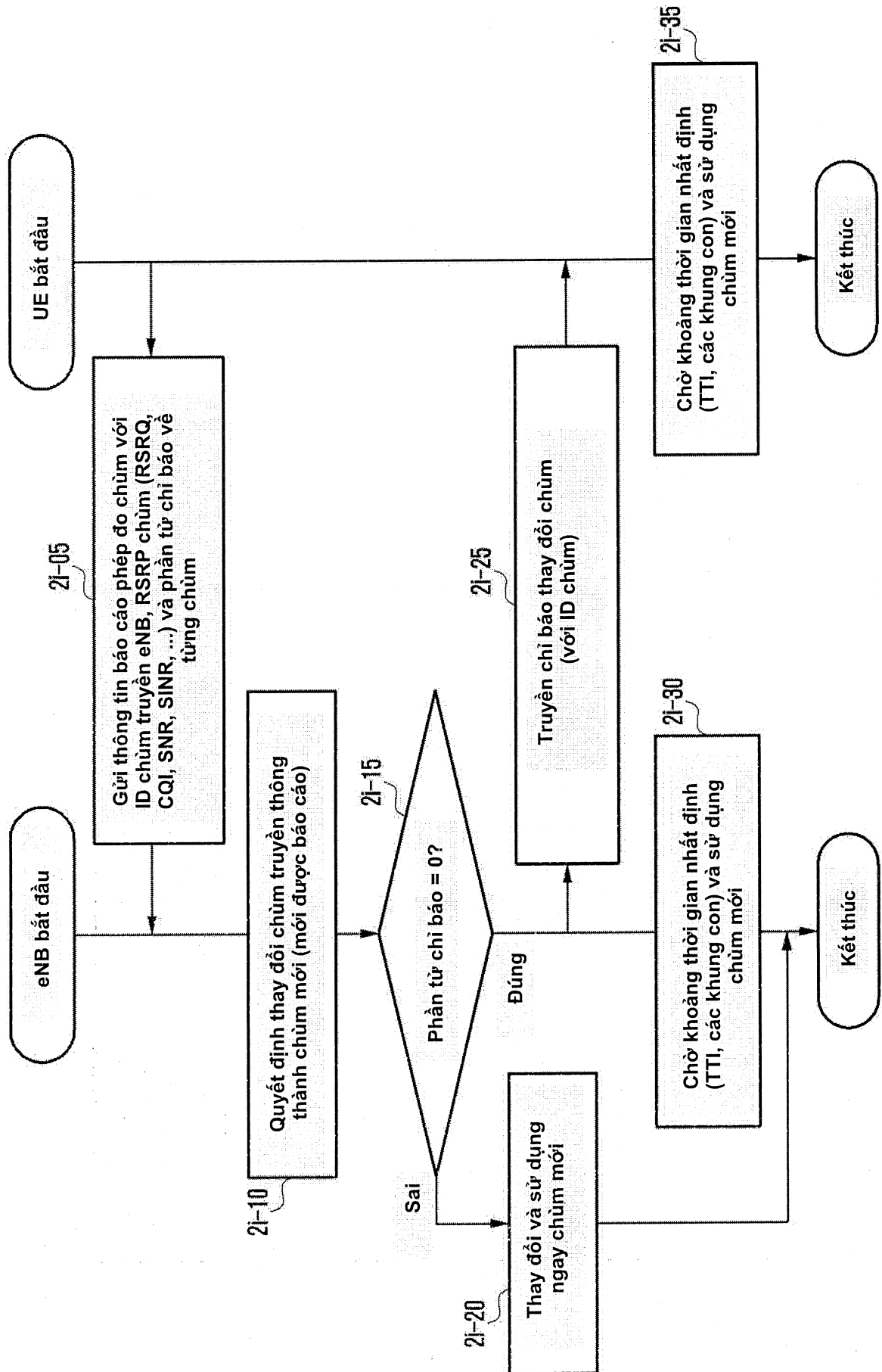


FIG. 2I



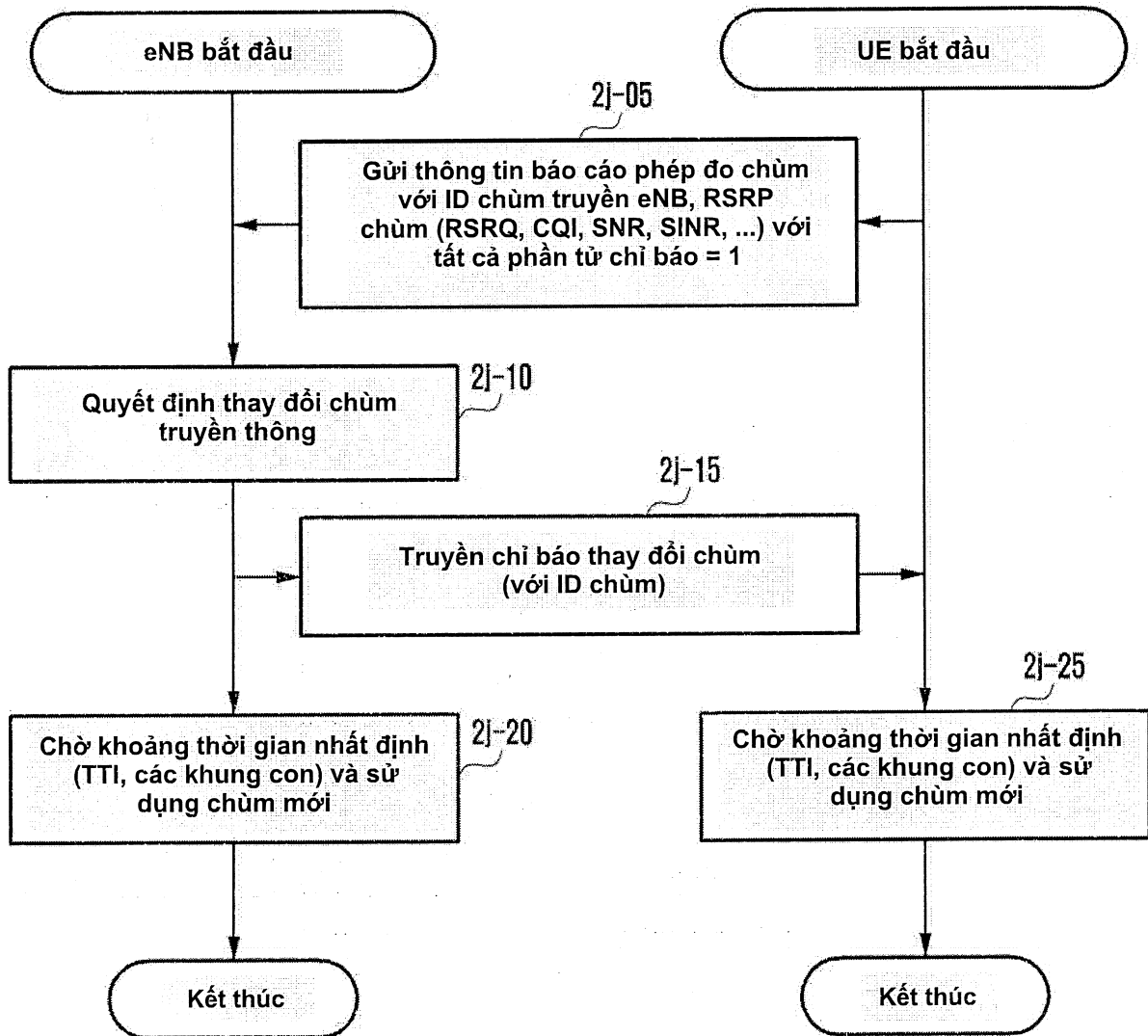
37/43
FIG. 2J

FIG. 2K

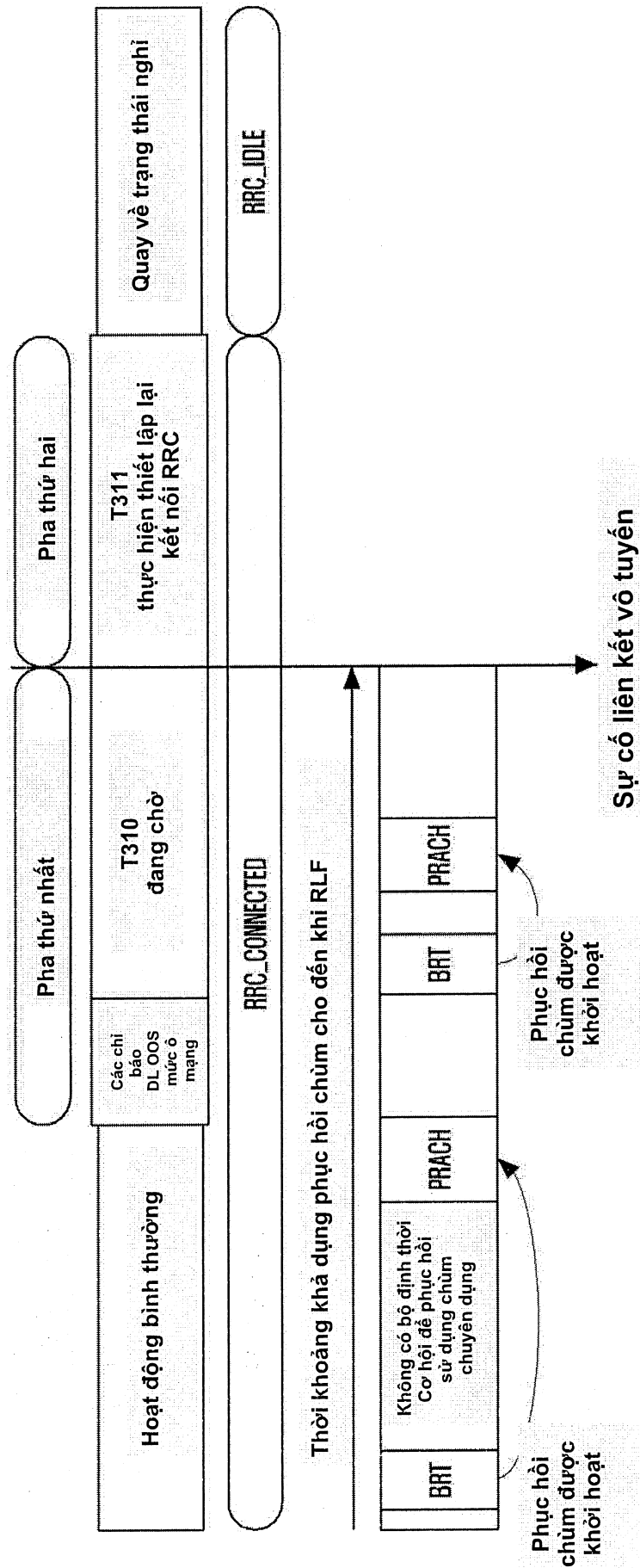


FIG. 2L

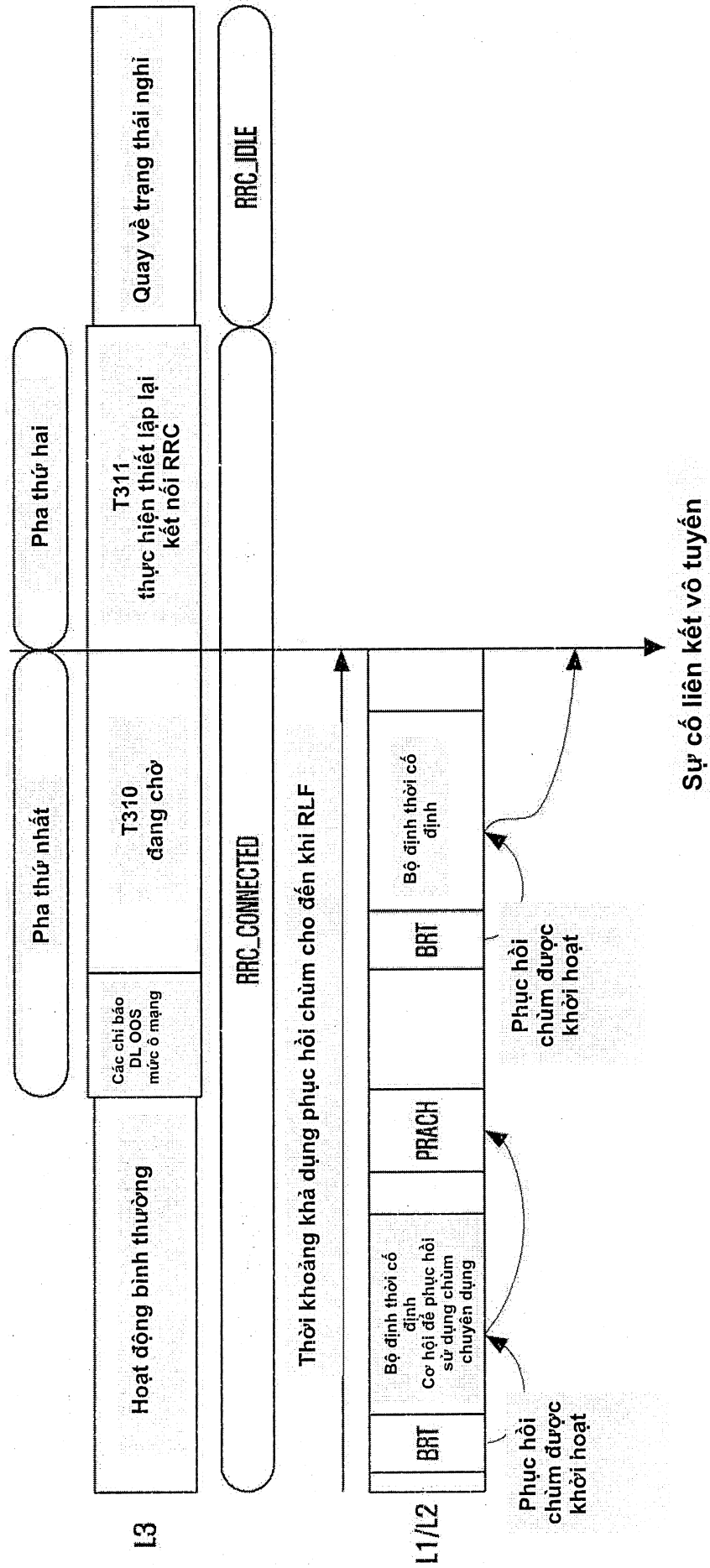


FIG. 2M

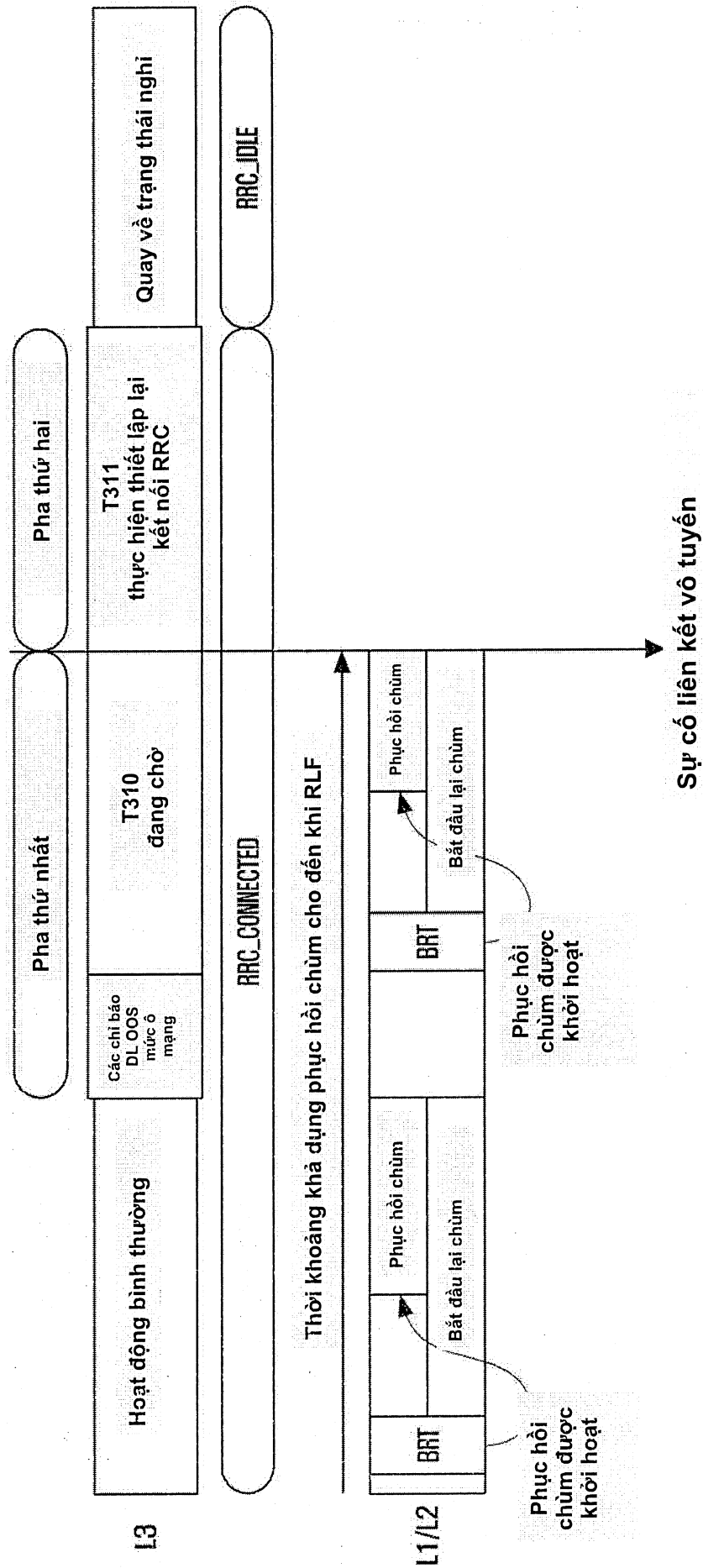


FIG. 2N

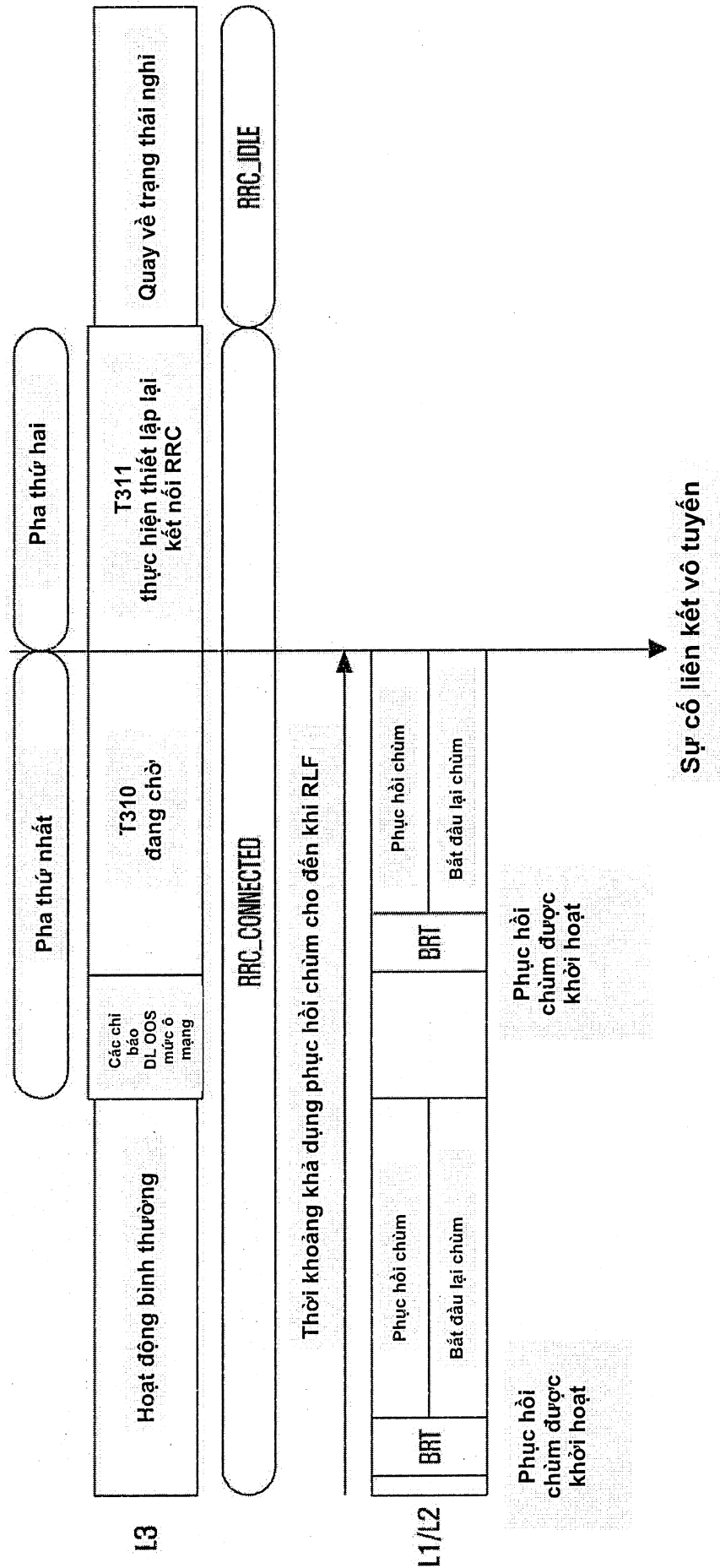


FIG. 20

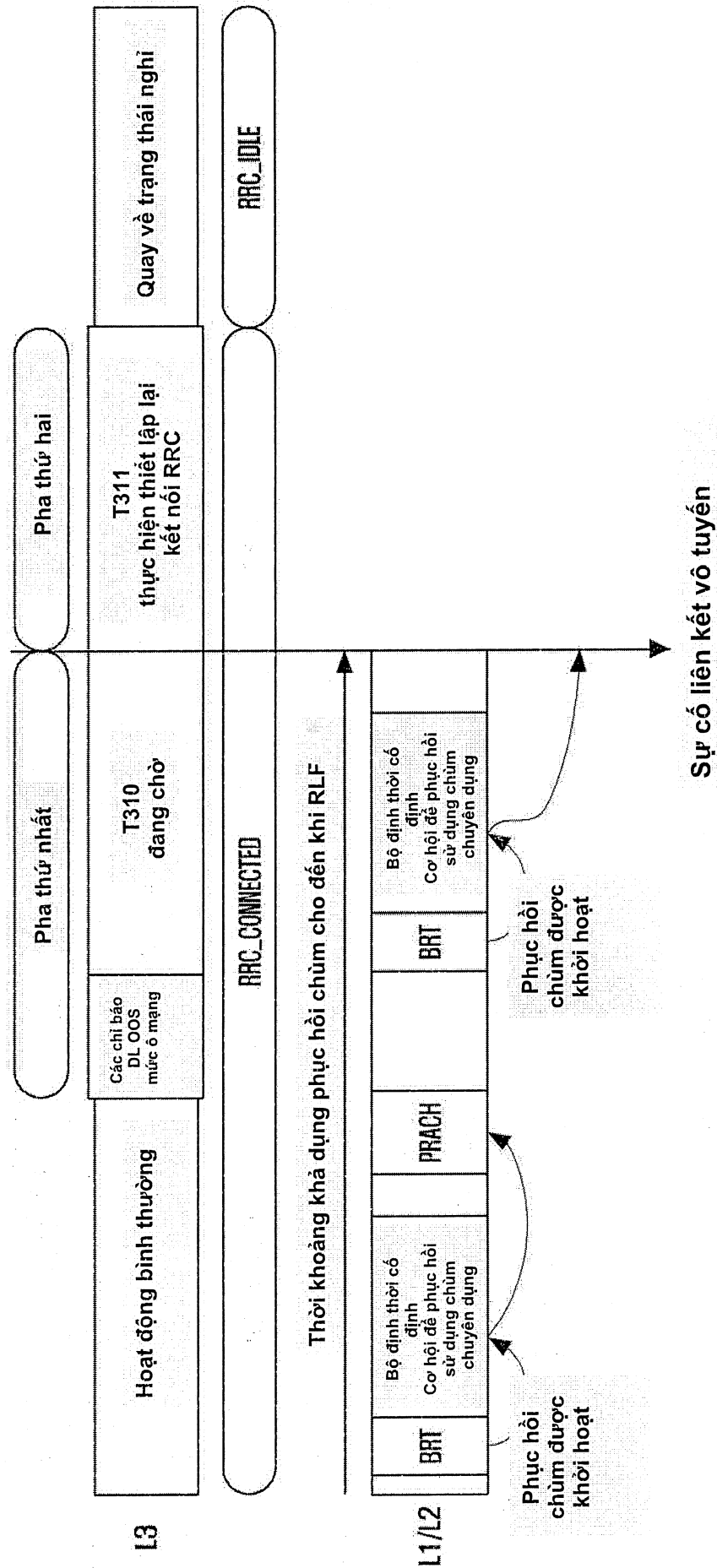


FIG. 2P

