



(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)



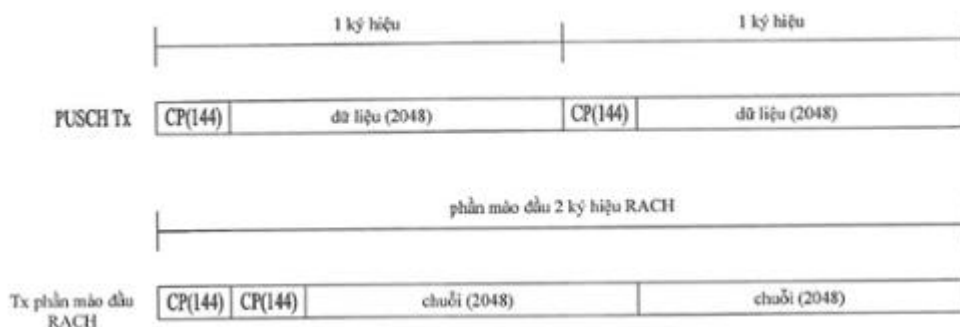
1-0037850

(51)⁷ H04L 27/26; H04W 74/08; H04J 13/00 (13) B

- (21) 1-2019-06653 (22) 27/04/2018
(86) PCT/KR2018/004959 27/04/2018 (87) WO2018/203628 08/11/2018
(30) 62/501,086 03/05/2017 US; 62/507,752 17/05/2017 US; 62/517,198 09/06/2017 US;
62/535,941 23/07/2017 US
(45) 25/12/2023 429 (43) 25/02/2020 383A
(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07336, Republic of Korea
(72) KIM, Eunsun (KR); KO, Hyunsoo (KR); KIM, Kijun (KR); YOON, Sukhyon (KR).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN PHẦN MÀO ĐẦU KÊNH TRUY CẬP NGẪU NHIÊN, THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, PHƯƠNG PHÁP NHẬN PHẦN MÀO ĐẦU KÊNH TRUY CẬP NGẪU NHIÊN VÀ TRẠM GỐC

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị người dùng để truyền tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây thu thông tin cấu hình kênh truy cập ngẫu nhiên (random access channel, viết tắt là RACH) bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo định dạng thứ nhất và truyền phần mào đầu RACH trong định dạng thứ nhất. Phần mào đầu RACH trong định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix, viết tắt là CP) và phần chuỗi trong miền thời gian. Phần mào đầu RACH trong định dạng thứ nhất thỏa mãn sau đây: độ dài CP của phần mào đầu RACH trong định dạng thứ nhất là bằng N lần độ dài CP N_{CP} của ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing, viết tắt là OFDM), trong đó N thể hiện số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần mào đầu RACH và lớn hơn 1. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp để truyền tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên, phương pháp để nhận tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên và trạm gốc để nhận tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để truyền/thu tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên (random access channel, viết tắt là RACH).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với sự xuất hiện và lan rộng của truyền thông máy đến máy (machine-to-machine, viết tắt là M2M) và nhiều thiết bị chẳng hạn như các điện thoại thông minh và các máy tính bảng và công nghệ đòi hỏi việc truyền lượng lớn dữ liệu, thông lượng dữ liệu được cần đến trong mạng di động đã tăng nhanh chóng. Để thỏa mãn việc tăng thông lượng dữ liệu nhanh chóng như vậy, công nghệ tập hợp sóng mang, công nghệ radio nhận thức, v.v. để sử dụng một cách hữu hiệu hơn các dải tần số và công nghệ đa đầu vào đa đầu ra (multiple input multiple output, viết tắt là MIMO), công nghệ hợp tác đa trạm gốc (base station, viết tắt là BS), v.v. để nâng cao dung lượng dữ liệu được truyền trên các tài nguyên tần số giới hạn đã được triển khai.

Hệ thống truyền thông không dây nói chung thực hiện việc truyền/thu dữ liệu qua một dải tần đường xuống (downlink, viết tắt là DL) và qua một dải tần đường lên (uplink, viết tắt là UL) tương ứng với dải tần DL (trong trường hợp chế độ song công phân chia theo tần số (frequency division duplex, viết tắt là FDD)), hoặc phân chia khung radio định trước thành đơn vị thời gian UL và đơn vị thời gian DL trong miền thời gian và sau đó thực hiện việc truyền/thu dữ liệu qua đơn vị thời gian UL/DL (trong trường hợp chế độ song công phân chia theo thời gian (time division duplex, viết tắt là TDD)). Trạm gốc (BS) và thiết bị người dùng (user equipment, viết tắt là UE) truyền và thu dữ liệu và/hoặc thông tin điều khiển được lập lịch trên cơ sở đơn vị thời gian định trước, ví dụ trên cơ sở khung con. Dữ liệu được truyền và được thu qua vùng dữ liệu được tạo cấu hình trong khung con UL/DL và thông tin điều khiển được truyền và được thu qua vùng điều khiển được tạo cấu hình trong khung con UL/DL. Do đó, các kênh vật lý khác nhau

mang các tín hiệu radio được tạo nên trong khung con UL/DL. Ngược lại, công nghệ tập hợp sóng mang dùng để sử dụng dải tần UL/DL rộng hơn bằng cách tập hợp các khối tần số UL/DL để sử dụng dải tần rộng hơn sao cho nhiều tín hiệu liên quan đến các tín hiệu hơn khi sóng mang đơn được sử dụng có thể được xử lý đồng thời.

Ngoài ra, môi trường truyền thông đã góp phần vào việc gia tăng mật độ của các nút có thể truy cập được bởi người dùng ở ngoại vi của các nút. Nút là để chỉ điểm cố định có khả năng truyền/thu tín hiệu radio đến/từ UE qua một hoặc nhiều anten. Hệ thống truyền thông bao gồm các nút mật độ cao có thể cung cấp dịch vụ truyền thông tốt hơn cho UE qua hợp tác giữa các nút.

Khi nhiều thiết bị truyền thông yêu cầu dung lượng truyền thông cao hơn, có nhu cầu về dải rộng di động được tăng cường (enhanced mobile broadband, viết tắt là eMBB) liên quan đến công nghệ truy cập radio (radio access technology, viết tắt là RAT) kế thừa. Ngoài ra, truyền thông loại máy cỡ lớn (massive machine type communication, viết tắt là mMTC) để cung cấp các dịch vụ khác nhau mọi lúc mọi nơi bằng cách kết nối các thiết bị và các đối tượng đến nhau là một vấn đề chính cần được xem xét trong truyền thông thế hệ tương lai.

Hơn nữa, hệ thống truyền thông cần được thiết kế xét về các dịch vụ/các UE nhạy cảm với độ tin cậy và độ trễ đang được phác thảo. Việc đưa vào RAT thế hệ tương lai đã được phác thảo bằng cách xem xét truyền thông eMBB, mMTC, truyền thông cực kỳ đáng tin cậy và độ trễ thấp (ultra-reliable and low-latency communication, viết tắt là URLLC), và tương tự.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Do việc đưa vào công nghệ truyền thông radio mới, số lượng các thiết bị người dùng (các UE) mà BS cần cung cấp dịch vụ đến trong vùng tài nguyên định trước tăng và lượng dữ liệu và thông tin điều khiển mà BS cần truyền đến các UE tăng. Vì lượng các tài nguyên khả dụng cho BS cho việc truyền thông với (các) UE bị giới hạn, phương pháp mới mà trong đó BS thu/truyền dữ liệu đường lên/đường xuống và/hoặc thông tin điều khiển đường lên/đường xuống một cách hữu hiệu nhờ sử dụng các tài nguyên radio giới hạn được yêu cầu.

Với sự phát triển của công nghệ, việc giải quyết độ chậm trễ hoặc độ trễ đã trở

thành thách thức quan trọng. Các ứng dụng mà có hiệu suất phụ thuộc căn bản vào độ chậm trễ/độ trễ đang gia tăng. Theo đó, phương pháp để giảm độ chậm trễ/độ trễ so với hệ thống kế thừa được đòi hỏi.

Ngoài ra, phương pháp để truyền/thu tín hiệu được yêu cầu trong hệ thống hỗ trợ các công nghệ truy cập radio mới nhờ sử dụng các dải tần cao.

Các đối tượng kỹ thuật mà có thể đạt được nhờ sáng chế không giới hạn ở những phần được mô tả cụ thể ở trên và các đối tượng kỹ thuật khác không được mô tả ở đây sẽ được hiểu rõ hơn bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng từ phần mô tả chi tiết dưới đây.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Theo một khía cạnh của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp để truyền tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin cấu hình RACH bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo định dạng thứ nhất; và truyền phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất. Phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix, viết tắt là CP) và phần chuỗi trong miền thời gian. Phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất thỏa mãn: độ dài CP của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất là bằng N lần độ dài CP N_{CP} của ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing, viết tắt là OFDM), trong đó N là số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần mào đầu RACH và lớn hơn 1.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, ở đây sáng chế đề xuất thiết bị người dùng để truyền tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) trong hệ thống truyền thông không dây. Thiết bị người dùng bao gồm bộ thu phát, và bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ thu phát. Bộ xử lý được tạo cấu hình để: điều khiển bộ thu phát thu thông tin cấu hình RACH bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo định dạng thứ nhất; và điều khiển bộ thu phát truyền phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất. Phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) và phần chuỗi trong miền thời gian. Phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất thỏa mãn: độ dài CP của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất là bằng N lần độ dài CP N_{CP} của ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), trong đó N là số lượng

các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần đầu RACH và lớn hơn 1.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, ở đây sáng chế đề xuất phương pháp để nhận tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) bởi trạm gốc trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm các bước: truyền thông tin cấu hình RACH bao gồm thông tin định dạng phần đầu chỉ báo định dạng thứ nhất; và phát hiện phần đầu RACH với định dạng thứ nhất. Phần đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) và phần chuỗi trong miền thời gian. Phần đầu RACH của định dạng thứ nhất thỏa mãn: độ dài CP của phần đầu RACH với định dạng thứ nhất là bằng N lần độ dài CP N_{CP} của ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), trong đó N là số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần đầu RACH và lớn hơn 1.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, ở đây sáng chế đề xuất trạm gốc để nhận tín hiệu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) trong hệ thống truyền thông không dây. Trạm gốc bao gồm bộ thu phát, và bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ thu phát. Bộ xử lý được tạo cấu hình để: điều khiển bộ thu phát truyền thông tin cấu hình RACH bao gồm thông tin định dạng phần đầu chỉ báo định dạng thứ nhất; và phát hiện phần đầu RACH với định dạng thứ nhất. Phần đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) và phần chuỗi trong miền thời gian. Phần đầu RACH với định dạng thứ nhất thỏa mãn: độ dài CP của phần đầu RACH với định dạng thứ nhất là bằng N lần độ dài CP N_{CP} của ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), trong đó N là số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần đầu RACH và lớn hơn 1.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, độ dài của phần đầu RACH với định dạng thứ nhất có thể bằng tổng độ dài của các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần đầu RACH của định dạng thứ nhất.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, định dạng thứ nhất có thể là định dạng phần đầu bao gồm phần CP có độ dài bằng $N \cdot 144 \cdot T_s$ và phần chuỗi có độ dài bằng $N \cdot 2048 \cdot T_s$, trong đó T_s là thời gian lấy mẫu.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, $144 \cdot T_s$ có thể bằng N_{CP} và $2048 \cdot T_s$ có thể bằng độ dài của phần dữ liệu trên mỗi ký hiệu OFDM.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, định dạng thứ nhất có thể là định dạng phần đầu có N là 2, 4, hoặc 6.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, phần chuỗi có thể bao gồm chuỗi Zadoff-Chu có độ dài 139, N lần.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, thông tin cấu hình RACH có thể còn bao gồm thông tin về khe được sử dụng cho RACH.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, khi thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo sự kết hợp của định dạng phần mào đầu thứ nhất và định dạng phần mào đầu thứ hai, thiết bị người dùng có thể truyền phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất trong tài nguyên RACH được kết hợp với khối tín hiệu đồng bộ hóa (synchronization signal, viết tắt là SS) được phát hiện bởi thiết bị người dùng trong số các tài nguyên RACH của khe nếu tài nguyên RACH được kết hợp không phải là tài nguyên RACH cuối cùng của khe trong miền thời gian và truyền phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai trong tài nguyên RACH được kết hợp nếu tài nguyên RACH được kết hợp là tài nguyên RACH cuối cùng của khe.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, nếu thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo sự kết hợp của định dạng phần mào đầu thứ nhất và định dạng phần mào đầu thứ hai, trạm gốc có thể cố gắng phát hiện phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất trong tài nguyên RACH khác với tài nguyên RACH cuối cùng của khe trong miền thời gian trong số các tài nguyên RACH của khe, và cố gắng phát hiện phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai trong tài nguyên RACH cuối cùng.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, định dạng thứ hai có thể là định dạng phần mào đầu bao gồm thời gian bảo vệ không có tín hiệu sau phần chuỗi trong phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai.

Các giải pháp kỹ thuật nêu trên chỉ là một số phần trong số các phương án của sáng chế và các phương án khác nhau mà trong đó các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế được kết hợp có thể được dẫn ra và được hiểu bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng từ phần mô tả chi tiết dưới đây của sáng chế.

Hiệu quả sáng chế

Theo sáng chế, kênh truy cập ngẫu nhiên phù hợp với hệ thống NR có thể được truyền bởi UE và được thu bởi BS. Kênh truy cập ngẫu nhiên có thể được truyền/được thu một cách hữu hiệu và do đó thông lượng của hệ thống NR có thể được nâng cao.

Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu

rằng các hiệu quả mà có thể đạt được từ sáng chế không giới hạn ở những phần được mô tả cụ thể ở trên và các lợi ích khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ minh họa định dạng phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa.

Fig.2 là hình vẽ minh họa cấu trúc khe khả dụng trong công nghệ truy cập radio mới (new radio access technology, viết tắt là NR).

Fig.3 là hình vẽ minh họa tóm tắt các bộ phận thu phát (transceiver unit, viết tắt là TXRU) và cấu trúc điều hướng chùm sóng lai xét theo các anten vật lý.

Fig.4 là hình vẽ minh họa ô của hệ thống công nghệ truy cập radio mới (NR).

Fig.5 là hình vẽ minh họa việc truyền khối tín hiệu đồng bộ hóa (SS) và tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS.

Fig.6 là hình vẽ minh họa cấu hình/định dạng của phần mào đầu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) và chức năng bộ thu.

Fig.7 là hình vẽ minh họa chùm sóng thu (reception, viết tắt là Rx) được tạo nên ở gNB để nhận phần mào đầu RACH.

Fig.8 là hình vẽ minh họa tín hiệu RACH và tài nguyên RACH để giải thích các thuật ngữ được sử dụng để mô tả sáng chế.

Fig.9 là hình vẽ minh họa tập tài nguyên RACH.

Fig.10 là hình vẽ minh họa sự chỉnh thẳng biên của tài nguyên RACH theo sáng chế.

Fig.11 là hình vẽ minh họa phương pháp tạo cấu hình khe nhỏ nằm trong khe RACH $SLOT_{RACH}$ khi BC duy trì.

Fig.12 là hình vẽ minh họa phương pháp khác tạo cấu hình khe nhỏ nằm trong khe RACH $SLOT_{RACH}$ khi BC duy trì.

Fig.13 là hình vẽ minh họa phương pháp tạo cấu hình khe nhỏ nằm trong khe RACH $SLOT_{RACH}$ khi tương ứng chùm sóng (beam correspondence, viết tắt là BC) không duy trì.

Fig.14 là hình vẽ minh họa phương pháp tạo cấu hình khe nhỏ nhờ sử dụng thời gian bảo vệ.

Fig.15 là hình vẽ minh họa ví dụ về việc truyền dữ liệu bằng cách thực hiện việc ghép khe nhỏ với cùng độ dài như khe bình thường khi BC duy trì.

Fig.16 và Fig.17 là các hình vẽ minh họa cấu hình tài nguyên RACH trong miền thời gian.

Fig.18 là hình vẽ minh họa thông tin tài nguyên thời gian RACH.

Fig.19 là hình vẽ minh họa ví dụ về việc cấp phát các chuỗi mã đầu RACH.

Fig.20 là hình vẽ minh họa khối tài nguyên RACH.

Fig.21 là hình vẽ minh họa khoảng thời gian cấu hình RACH theo sáng chế.

Fig.22 là hình vẽ minh họa cấu hình của mỗi tài nguyên RACH nằm trong khối tài nguyên RACH.

Fig.23 là hình vẽ minh họa cấu trúc khe.

Fig.24 là hình vẽ minh họa định dạng phần mã đầu RACH trong ký hiệu OFDM.

Fig.25 và Fig.26 là các hình vẽ minh họa việc chỉnh thẳng các phần mã đầu RACH trong khe.

Fig.27 là hình vẽ minh họa các định dạng phần mã đầu RACH để chỉnh thẳng phần mã đầu RACH và biên ký hiệu bằng cách tăng độ dài CP theo sáng chế.

Fig.28 là hình vẽ minh họa tài nguyên RACH trong khe bao gồm 7 ký hiệu và ánh xạ phần mã đầu RACH theo số lần lặp lại phần mã đầu.

Fig.29 là hình vẽ minh họa ký hiệu OFDM rỗng được định vị sau ký hiệu RACH.

Fig.30 là hình vẽ minh họa phương pháp ghép kênh các tài nguyên RACH trong khe.

Fig.31 là hình vẽ minh họa định dạng truyền của phần mã đầu RACH có độ dài 2 ký hiệu được chỉnh thẳng với hai ký hiệu.

Fig.32 là hình vẽ minh họa các định dạng phần mã đầu tương ứng với định dạng phần mã đầu 1 của bảng 9.

Các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35 là các hình vẽ minh họa các vị trí của các tài nguyên RACH trong khe theo các loại khe RACH.

Fig.36 là sơ đồ khối minh họa các bộ phận của thiết bị phát 10 và thiết bị thu 20 để thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tham chiếu sẽ được thực hiện chi tiết tới các phương án ví dụ của sáng chế, các

ví dụ của chúng được minh họa trên các hình vẽ kèm theo. Phần mô tả chi tiết, mà sẽ được đưa ra dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, được dự định để giải thích các phương án mẫu của sáng chế, thay vì để thể hiện chỉ các phương án mà có thể được thực hiện theo sáng chế. Phần mô tả chi tiết dưới đây bao gồm các chi tiết cụ thể để cung cấp sự hiểu biết thấu đáo về sáng chế. Tuy nhiên, sẽ là rõ ràng đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng, rằng sáng chế có thể được thực hiện mà không có các phần chi tiết cụ thể như vậy.

Trong một số trường hợp, các cấu trúc và các thiết bị đã biết được bỏ qua hoặc được thể hiện ở dạng sơ đồ khối, tập trung vào các dấu hiệu quan trọng của các cấu trúc và các thiết bị, để không làm phức tạp khái niệm của sáng chế. Các số chỉ dẫn tương tự sẽ được sử dụng xuyên suốt bản mô tả này để thể hiện các bộ phận giống nhau hoặc tương tự.

Các kỹ thuật, các thiết bị, và các hệ thống dưới đây có thể được áp dụng cho nhiều hệ thống đa truy cập không dây. Các ví dụ về các hệ thống đa truy cập bao gồm hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access, viết tắt là CDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số (frequency division multiple access, viết tắt là FDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access, viết tắt là TDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access, viết tắt là OFDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (single carrier frequency division multiple access, viết tắt là SC-FDMA), và hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đa sóng mang (multicarrier frequency division multiple access, viết tắt là MC-FDMA). CDMA có thể được thực hiện qua công nghệ radio chẳng hạn như truy cập radio mặt đất toàn cầu (universal terrestrial radio access, viết tắt là UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thực hiện qua công nghệ radio chẳng hạn như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (global system for mobile communications, viết tắt là GSM), dịch vụ radio gói chung (general packet radio service, viết tắt là GPRS), hoặc tốc độ dữ liệu tăng cường cho GSM phát triển (enhanced data rates for GSM evolution, viết tắt là EDGE). OFDMA có thể được thực hiện qua công nghệ radio chẳng hạn như chuẩn của viện kỹ sư điện và điện tử (institute of electrical và electronics engineers, viết tắt là IEEE) 802.11 (Wi-Fi), chuẩn IEEE 802.16 (WiMAX), chuẩn IEEE 802.20, hoặc UTRA phát triển (evolved UTRA, viết tắt là E-UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu

(universal mobile telecommunications system, viết tắt là UMTS). Dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd generation partnership project, viết tắt là 3GPP) phát triển dài hạn (long term evolution, viết tắt là LTE) là một phần của UMTS phát triển (evolved UMTS, viết tắt là E-UMTS) nhờ sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE sử dụng OFDMA trong DL và SC-FDMA trong UL. LTE cải tiến (LTE-advanced, viết tắt là LTE-A) là phiên bản phát triển của 3GPP LTE. Để thuận tiện cho phần mô tả, giả định rằng sáng chế được áp dụng cho hệ thống truyền thông dựa vào 3GPP, ví dụ LTE/LTE-A, NR. Tuy nhiên, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không giới hạn ở đó. Ví dụ, mặc dù phần mô tả chi tiết dưới đây được đưa ra dựa vào hệ thống truyền thông di động tương ứng với hệ thống 3GPP LTE/LTE-A/NR, các khía cạnh của sáng chế mà không giới hạn cụ thể ở 3GPP LTE/LTE-A/NR có thể áp dụng được vào các hệ thống truyền thông di động khác.

Ví dụ, sáng chế có thể áp dụng tới truyền thông dựa vào sự tranh chấp chẳng hạn như Wi-Fi cũng như truyền thông không dựa vào sự tranh chấp như trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A mà trong đó eNB cấp phát tài nguyên thời gian/tần số DL/UL tới UE và UE thu tín hiệu DL và truyền tín hiệu UL theo sự cấp phát tài nguyên của eNB. Trong sơ đồ truyền thông không dựa vào sự tranh chấp, nút truy cập (access point, viết tắt là AP) hoặc nút điều khiển để điều khiển AP cấp phát tài nguyên cho việc truyền thông giữa UE và AP, trong khi, trong sơ đồ truyền thông dựa vào sự tranh chấp, tài nguyên truyền thông được chiếm qua sự tranh chấp giữa các UE mà mong muốn truy cập AP. Sơ đồ truyền thông dựa vào sự tranh chấp sau đây sẽ được mô tả ngắn gọn. Một loại sơ đồ truyền thông dựa vào sự tranh chấp là đa truy cập nhận biết sóng mang (carrier sense multiple access, viết tắt là CSMA). CSMA là để chỉ giao thức điều khiển truy cập phương tiện (media access control, viết tắt là MAC) xác suất để xác nhận, trước khi nút hoặc thiết bị truyền thông truyền lưu lượng trên phương tiện truyền được chia sẻ (còn được gọi là kênh chia sẻ) chẳng hạn như dải tần, mà không có lưu lượng khác trên cùng phương tiện truyền được chia sẻ. Trong CSMA, thiết bị phát xác định xem việc truyền khác có đang được thực hiện hay không trước khi cố gắng truyền lưu lượng đến thiết bị thu. Nói cách khác, thiết bị phát cố gắng phát hiện sự có mặt của sóng mang từ thiết bị phát khác trước khi cố gắng thực hiện việc truyền. Khi nhận biết được sóng mang, thiết bị phát đợi thiết bị truyền khác mà nó đang thực hiện việc truyền hoàn thành việc truyền, trước khi thực hiện việc truyền của nó. Kết quả là, CSMA có thể là sơ đồ truyền thông dựa vào nguyên lý “nhận biết trước khi truyền” hoặc “nghe trước khi nói”. Sơ đồ để

tránh sự xung đột giữa các thiết bị phát trong hệ thống truyền thông dựa vào sự tranh chấp nhờ sử dụng CSMA bao gồm đa truy cập nhận biết sóng mang phát hiện xung đột (carrier sense multiple access with collision detection, viết tắt là CSMA/CD) và/hoặc đa truy cập nhận biết sóng mang tránh xung đột (carrier sense multiple access with collision avoidance, viết tắt là CSMA/CA). CSMA/CD là sơ đồ phát hiện xung đột trong môi trường mạng khu vực cục bộ (local area network, viết tắt là LAN) có dây. Trong CSMA/CD, máy tính cá nhân (personal computer, viết tắt là PC) hoặc máy chủ mà mong muốn thực hiện việc truyền thông trong môi trường Ethernet đầu tiên xác nhận xem truyền thông diễn ra trên mạng và, nếu thiết bị khác mang dữ liệu trên mạng, PC hoặc máy chủ đợi và sau đó truyền dữ liệu. Nghĩa là, khi hai người dùng (ví dụ các PC, các UE, v.v.) trở lên đồng thời truyền dữ liệu, sự xung đột xảy ra giữa việc truyền đồng thời và CSMA/CD là sơ đồ để truyền dữ liệu một cách linh hoạt bằng cách theo dõi các xung đột. Thiết bị phát nhờ sử dụng CSMA/CD điều chỉnh việc truyền dữ liệu của nó bằng cách nhận biết việc truyền dữ liệu được thực hiện bởi thiết bị khác nhờ sử dụng quy tắc cụ thể. CSMA/CA là giao thức MAC được định rõ theo các chuẩn IEEE 802.11. Hệ thống LAN không dây (wireless LAN, viết tắt là WLAN) thích hợp với chuẩn IEEE 802.11 không sử dụng CSMA/CD mà đã được sử dụng theo chuẩn IEEE 802.3 và sử dụng CA, nghĩa là sơ đồ tránh xung đột. Các thiết bị truyền luôn luôn nhận biết sóng mang của mạng và, nếu mạng trống, các thiết bị truyền đợi thời gian định trước theo các vị trí của nó được đăng ký trong danh mục và sau đó truyền dữ liệu. Các phương pháp khác nhau được sử dụng để xác định độ ưu tiên của các thiết bị truyền trong danh mục và để tạo cấu hình lại độ ưu tiên. Trong hệ thống theo một số phiên bản của chuẩn IEEE 802.11, xung đột có thể xảy ra và, trong trường hợp này, thủ tục nhận biết xung đột được thực hiện. Thiết bị truyền nhờ sử dụng CSMA/CA tránh xung đột giữa việc truyền dữ liệu của nó và việc truyền dữ liệu của thiết bị truyền khác nhờ sử dụng quy tắc cụ thể.

Theo các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây, thuật ngữ “giả sử” có thể có nghĩa là đối tượng để truyền kênh truyền kênh phù hợp với “giả định” tương ứng. Điều này cũng có thể có nghĩa là đối tượng để nhận kênh thu hoặc giải mã kênh ở dạng thích hợp với “giả định”, trên giả định mà kênh đã được truyền theo “giả định”.

Theo sáng chế, việc lược bỏ kênh trên tài nguyên cụ thể có nghĩa là tín hiệu của kênh được ánh xạ đến tài nguyên cụ thể trong thủ tục ánh xạ tài nguyên của kênh, nhưng một phần của tín hiệu được ánh xạ đến tài nguyên được lược bỏ được loại bỏ trong kênh

truyền. Nói cách khác, tài nguyên cụ thể mà được lược bỏ được tính là tài nguyên cho kênh trong thủ tục ánh xạ tài nguyên của kênh, tín hiệu được ánh xạ đến tài nguyên cụ thể trong số các tín hiệu của kênh không thực sự được truyền. Bộ thu của kênh thu, giải điều biến hoặc giải mã kênh, giả định rằng tín hiệu được ánh xạ đến tài nguyên cụ thể không được truyền. Mặt khác, việc khớp tốc độ của kênh trên tài nguyên cụ thể có nghĩa là kênh không bao giờ được ánh xạ đến tài nguyên cụ thể trong thủ tục ánh xạ tài nguyên của kênh, và do đó tài nguyên cụ thể không được sử dụng cho việc truyền kênh. Nói cách khác, tài nguyên được khớp tốc độ không được tính là tài nguyên cho kênh trong thủ tục ánh xạ tài nguyên của kênh. Bộ thu của kênh thu, giải điều biến, hoặc giải mã kênh, giả định rằng tài nguyên cụ thể được khớp tốc độ không được sử dụng cho việc ánh xạ và việc truyền kênh.

Theo sáng chế, thiết bị người dùng (UE) có thể là thiết bị cố định hoặc di động. Các ví dụ về UE bao gồm các thiết bị khác nhau mà nó truyền và thu dữ liệu người dùng và/hoặc các loại thông tin điều khiển khác nhau đến và từ trạm gốc (BS). UE có thể được gọi là thiết bị đầu cuối (terminal equipment, viết tắt là TE), trạm di động (mobile station, viết tắt là MS), thiết bị đầu cuối di động (mobile terminal, viết tắt là MT), thiết bị đầu cuối người dùng (user terminal, viết tắt là UT), trạm thuê bao (subscriber station, viết tắt là SS), thiết bị không dây, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant, viết tắt là PDA), môđem không dây, thiết bị cầm tay, v.v. Ngoài ra, theo sáng chế, BS đề cập chung đến trạm cố định mà nó thực hiện việc truyền thông với UE và/hoặc BS khác, và trao đổi các loại dữ liệu và thông tin điều khiển khác nhau với UE và BS khác. BS có thể được gọi là trạm gốc cải tiến (advanced base station, viết tắt là ABS), nút-B (node-B, viết tắt là NB), nút-B phát triển (evolved node-B, viết tắt là eNB), hệ thống bộ thu phát gốc (base transceiver system, viết tắt là BTS), nút truy cập (AP), máy chủ xử lý (processing server, viết tắt là PS), v.v. Cụ thể là, BS của UTRAN được gọi là nút-B, BS của E-UTRAN được gọi là eNB, và BS của mạng công nghệ truy cập radio mới được gọi là gNB. Trong khi mô tả sáng chế, BS sẽ được gọi là gNB.

Theo sáng chế, nút là để chỉ điểm cố định có khả năng truyền/thu tín hiệu radio qua sự truyền thông với UE. Các loại gNB khác nhau có thể được sử dụng như các nút bất luận các thuật ngữ của chúng. Ví dụ, BS, nút B (NB), e-nút B (eNB), ô cỡ nhỏ (pico-cell eNB, viết tắt là PeNB), eNB cỡ gia đình (home eNB, viết tắt là HeNB), gNB, bộ chuyển tiếp, bộ lặp, v.v. có thể là nút. Ngoài ra, nút có thể không phải là gNB. Ví dụ,

nút có thể là đầu từ xa radio (radio remote head, viết tắt là RRH) hoặc bộ phận từ xa radio (radio remote unit, viết tắt là RRU). RRH hoặc RRU nói chung có mức công suất thấp hơn mức công suất của gNB. Vì RRH hoặc RRU (dưới đây gọi là RRH/RRU) thường được kết nối đến gNB qua đường dây dành riêng chẳng hạn như cáp quang, sự truyền thông kết hợp giữa RRH/RRU và gNB có thể được thực hiện một cách mượt mà so với sự truyền thông kết hợp giữa các gNB được kết nối bởi đường dây radio. Ít nhất một anten được thiết đặt trên mỗi nút. Anten có thể có nghĩa là anten vật lý hoặc có nghĩa là cổng anten hoặc anten ảo.

Theo sáng chế, ô là để chỉ khu vực địa lý định trước mà một hoặc nhiều nút cung cấp dịch vụ truyền thông tới. Theo đó, theo sáng chế, việc truyền thông với ô cụ thể có thể có nghĩa là truyền thông với gNB hoặc nút mà nó cung cấp dịch vụ truyền thông tới ô cụ thể. Ngoài ra, tín hiệu DL/UL của ô cụ thể là để chỉ tín hiệu DL/UL từ/đến gNB hoặc nút mà nó cung cấp dịch vụ truyền thông tới ô cụ thể. Nút cung cấp các dịch vụ truyền thông UL/DL tới UE được gọi là nút phục vụ và ô mà các dịch vụ truyền thông UL/DL được cung cấp tới bởi nút phục vụ cụ thể được gọi là ô phục vụ. Hơn nữa, trạng thái/chất lượng kênh của ô cụ thể là để chỉ trạng thái/chất lượng kênh của kênh hoặc liên kết truyền thông được tạo nên giữa gNB hoặc nút mà nó cung cấp dịch vụ truyền thông tới ô cụ thể và UE. Trong hệ thống truyền thông dựa vào 3GPP, UE có thể đo trạng thái kênh DL được thu từ nút cụ thể nhờ sử dụng (các) tín hiệu tham chiếu ô cụ thể (cell-specific reference signal, viết tắt là CRS) được truyền trên tài nguyên CRS và/hoặc (các) tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (channel state information reference signal, viết tắt là CSI-RS) được truyền trên tài nguyên CSI-RS, được cấp phát bởi (các) cổng anten của nút cụ thể đến nút cụ thể.

Trong khi đó, hệ thống truyền thông dựa vào 3GPP sử dụng khái niệm của ô để quản lý các tài nguyên radio và ô được kết hợp với các tài nguyên radio được phân biệt với ô của vùng địa lý.

“Ô” của vùng địa lý có thể được hiểu như vùng phủ sóng trong đó nút có thể cung cấp dịch vụ nhờ sử dụng sóng mang và “ô” của tài nguyên radio được kết hợp với dải tần (bandwidth, viết tắt là BW) mà là dải tần số được tạo cấu hình bởi sóng mang. Vì vùng phủ sóng DL, mà là phạm vi trong đó nút có khả năng truyền tín hiệu hợp lệ, và vùng phủ sóng UL, mà là phạm vi trong đó nút có khả năng thu tín hiệu hợp lệ từ UE, phụ thuộc vào sóng mang mang tín hiệu, vùng phủ sóng của nút có thể được kết hợp với

vùng phủ sóng của “ô” của tài nguyên radio được sử dụng bởi nút. Theo đó, đôi lúc thuật ngữ “ô” có thể được sử dụng để chỉ báo vùng phủ sóng dịch vụ của nút, hoặc tài nguyên radio vào lúc khác, hoặc phạm vi mà tín hiệu sử dụng tài nguyên radio có thể đến với độ mạnh hợp lệ vào lúc khác.

Trong khi đó, các chuẩn truyền thông 3GPP sử dụng khái niệm của ô để quản lý các tài nguyên radio. “Ô” được kết hợp với các tài nguyên radio được định rõ bằng kết hợp của các tài nguyên đường xuống và các tài nguyên đường lên, nghĩa là, kết hợp của DL CC và UL CC. Ô có thể được tạo cấu hình bởi chỉ các tài nguyên đường xuống, hoặc có thể được tạo cấu hình bởi các tài nguyên đường xuống và các tài nguyên đường lên. Nếu tập hợp sóng mang được hỗ trợ, liên kết giữa tần số sóng mang của các tài nguyên đường xuống (hoặc DL CC) và tần số sóng mang của các tài nguyên đường lên (hoặc UL CC) có thể được chỉ báo bởi thông tin hệ thống. Ví dụ, sự kết hợp của các tài nguyên DL và các tài nguyên UL có thể được chỉ báo bằng liên kết của khối thông tin hệ thống loại 2 (system information block type 2, viết tắt là SIB2). Tần số sóng mang có nghĩa là tần số trung tâm của mỗi ô hoặc CC. Ô hoạt động trên tần số sơ cấp có thể được gọi là ô sơ cấp (primary cell, viết tắt là Pcell) hoặc PCC, và ô hoạt động trên tần số thứ cấp có thể được gọi là ô thứ cấp (secondary cell, viết tắt là Scell) hoặc SCC. Sóng mang tương ứng với Pcell trên đường xuống sẽ được gọi là CC sơ cấp đường xuống (downlink primary CC, viết tắt là DL PCC), và sóng mang tương ứng với Pcell trên đường lên sẽ được gọi là CC sơ cấp đường lên (uplink primary CC, viết tắt là UL PCC). Scell có nghĩa là ô mà có thể được tạo cấu hình sau khi hoàn thành việc thiết lập kết nối điều khiển tài nguyên radio (radio resource control, viết tắt là RRC) và được sử dụng để cung cấp các tài nguyên radio bổ sung. Scell có thể tạo nên tập hợp các ô phục vụ cho UE cùng với Pcell phù hợp với các năng lực của UE. Sóng mang tương ứng với Scell trên đường xuống sẽ được gọi là CC thứ cấp đường xuống (downlink secondary CC, viết tắt là DL SCC), và sóng mang tương ứng với Scell trên đường lên sẽ được gọi là CC thứ cấp đường lên (uplink secondary CC, viết tắt là UL SCC). Mặc dù UE ở trạng thái được kết nối RRC (RRC-CONNECTED), nếu nó không được tạo cấu hình bởi tập hợp sóng mang hoặc không hỗ trợ tập hợp sóng mang, chỉ ô phục vụ đơn được tạo cấu hình bởi Pcell tồn tại.

Các chuẩn truyền thông dựa vào 3GPP xác định các kênh vật lý DL tương ứng với các phân tử tài nguyên mang thông tin được dẫn ra từ lớp cao hơn và các tín hiệu

vật lý DL tương ứng với các phần tử tài nguyên mà được sử dụng bởi lớp vật lý nhưng không mang thông tin được dẫn ra từ lớp cao hơn. Ví dụ, kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel, viết tắt là PDSCH), kênh phát rộng vật lý (physical broadcast channel, viết tắt là PBCH), kênh phát đa điểm vật lý (physical multicast channel, viết tắt là PMCH), kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (physical control format indicator channel, viết tắt là PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel, viết tắt là PDCCH), và kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (physical hybrid ARQ indicator channel, viết tắt là PHICH) được định rõ như các kênh vật lý DL, và tín hiệu tham chiếu và tín hiệu đồng bộ hóa được định rõ như các tín hiệu vật lý DL. Tín hiệu tham chiếu (reference signal, viết tắt là RS), còn được gọi là hoa tiêu, là để chỉ dạng sóng cụ thể của tín hiệu được định rõ trước đã được biết đến bởi cả hai BS và UE. Ví dụ, RS ô cụ thể (cell-specific RS, viết tắt là CRS), RS UE cụ thể (UE-specific RS, viết tắt là UE-RS), RS định vị (positioning RS, viết tắt là PRS), và RS thông tin trạng thái kênh (channel state information RS, viết tắt là CSI-RS) có thể được định rõ như các DL RS. Trong khi đó, các chuẩn 3GPP LTE/LTE-A xác định các kênh vật lý UL tương ứng với các phần tử tài nguyên mang thông tin được dẫn ra từ lớp cao hơn và các tín hiệu vật lý UL tương ứng với các phần tử tài nguyên mà được sử dụng bởi lớp vật lý nhưng không mang thông tin được dẫn ra từ lớp cao hơn. Ví dụ, kênh chia sẻ đường lên vật lý (physical uplink shared channel, viết tắt là PUSCH), kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel, viết tắt là PUCCH), và kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel, viết tắt là PRACH) được định rõ như các kênh vật lý UL, và tín hiệu tham chiếu giải điều biến (demodulation reference signal, viết tắt là DM RS) đối với tín hiệu điều khiển/dữ liệu UL và tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal, viết tắt là SRS) được sử dụng cho việc đo kênh UL được định rõ như các tín hiệu vật lý UL.

Theo sáng chế, kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh chỉ báo yêu cầu truyền lại tự động lai vật lý (PHICH), và kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) lần lượt là để chỉ tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các phần tử tài nguyên (resource element, viết tắt là RE) mang thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, viết tắt là DCI), tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang ký hiệu chỉ báo định dạng điều khiển (control format indicator, viết tắt là CFI), tập hợp các tài nguyên thời gian-

tần số hoặc các RE mang báo nhận (acknowledgement, viết tắt là ACK)/ACK phủ định (negative ACK, viết tắt là NACK) đường xuống, và tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang dữ liệu đường xuống. Ngoài ra, kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH), kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) và kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (PRACH) lần lượt là để chỉ tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang thông tin điều khiển đường lên (uplink control information, viết tắt là UCI), tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang dữ liệu đường lên và tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang các tín hiệu truy cập ngẫu nhiên. Theo sáng chế, cụ thể là, tài nguyên thời gian-tần số hoặc RE mà được gán cho hoặc thuộc về PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH lần lượt được gọi là PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH RE hoặc tài nguyên thời gian-tần số PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH. Do đó, theo sáng chế, việc truyền PUCCH/PUSCH/PRACH của UE về khái niệm lần lượt giống hệt với việc truyền UCI/dữ liệu đường lên/tín hiệu truy cập ngẫu nhiên trên PUSCH/PUCCH/PRACH. Ngoài ra, việc truyền PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH của gNB về khái niệm lần lượt giống hệt với việc truyền dữ liệu đường xuống/DCI trên PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH.

Dưới đây, ký hiệu OFDM/sóng mang con/RE mà CRS/DMRS/CSI-RS/SRS/UE-RS/TRS được gán hoặc được tạo cấu hình cho sẽ được gọi là ký hiệu/sóng mang/sóng mang con/RE CRS/DMRS/CSI-RS/SRS/UE-RS/TRS. Ví dụ, ký hiệu OFDM mà RS theo dõi (tracking RS, viết tắt là TRS) được gán hoặc được tạo cấu hình cho được gọi là ký hiệu TRS, sóng mang con mà TRS được gán hoặc được tạo cấu hình cho được gọi là sóng mang con TRS, và RE mà TRS được gán hoặc được tạo cấu hình cho được gọi là TRS RE. Ngoài ra, khung con được tạo cấu hình cho việc truyền TRS được gọi là khung con TRS. Hơn nữa, khung con mà trong đó tín hiệu phát rộng được truyền được gọi là khung con phát rộng hoặc khung con PBCH và khung con mà trong đó tín hiệu đồng bộ hóa (ví dụ PSS và/hoặc SSS) được truyền được gọi là khung con tín hiệu đồng bộ hóa hoặc khung con PSS/SSS. Ký hiệu OFDM/sóng mang con/RE mà PSS/SSS được gán hoặc được tạo cấu hình cho lần lượt được gọi là ký hiệu/sóng mang con/RE PSS/SSS.

Theo sáng chế, cổng CRS, cổng UE-RS, cổng CSI-RS, và cổng TRS lần lượt là để chỉ cổng anten được tạo cấu hình để truyền CRS, cổng anten được tạo cấu hình để truyền UE-RS, cổng anten được tạo cấu hình để truyền CSI-RS, và cổng anten được tạo

cấu hình để truyền TRS. Các cổng Anten được tạo cấu hình để truyền các CRS có thể được phân biệt với nhau bởi các vị trí của các RE được chiếm bởi các CRS theo các cổng CRS, các cổng Anten được tạo cấu hình để truyền các UE-RS có thể được phân biệt với nhau bởi các vị trí của các RE được chiếm bởi các UE-RS theo các cổng UE-RS, và các cổng Anten được tạo cấu hình để truyền các CSI-RS có thể được phân biệt với nhau bởi các vị trí của các RE được chiếm bởi các CSI-RS theo các cổng CSI-RS. Do đó, thuật ngữ các cổng CRS/UE-RS/CSI-RS/TRS cũng có thể được sử dụng để chỉ báo mẫu của các RE được chiếm bởi các CRS/các UE-RS/các CSI-RS/các TRS trong vùng tài nguyên định trước. Theo sáng chế, cả DMRS và UE-RS là để chỉ các RS cho việc giải điều biến và, do đó, các thuật ngữ DMRS và UE-RS được sử dụng để chỉ các RS cho việc giải điều biến.

Đối với các thuật ngữ và các công nghệ mà không được mô tả chi tiết theo sáng chế, tham chiếu có thể được thực hiện đến tài liệu chuẩn của 3GPP LTE/LTE-A, ví dụ, 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.321, và 3GPP TS 36.331 và tài liệu chuẩn của 3GPP NR, ví dụ, 3GPP TS 38.211, 3GPP TS 38.212, 3GPP TS 38.213, 3GPP TS 38.214, 3GPP TS 38.215, 3GPP TS 38.321, và 3GPP TS 36.331.

Trong hệ thống LTE/LTE-A, khi UE được bật lên hoặc mong muốn truy cập ô mới, UE thực hiện thủ tục tìm kiếm ô ban đầu bao gồm các bước: thu đồng bộ hóa thời gian và tần số với ô và phát hiện nhận dạng ô lớp vật lý $N^{\text{cell}}_{\text{ID}}$ của ô. Do đó, UE có thể thu các tín hiệu đồng bộ hóa, ví dụ, tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization signal, viết tắt là PSS) và tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization signal, viết tắt là SSS), từ eNB do đó để thiết lập đồng bộ hóa với eNB và thu thông tin chẳng hạn như nhận dạng ô (identity, viết tắt là ID). Sau thủ tục tìm kiếm ô ban đầu, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên để hoàn thành truy cập đến eNB. Do đó, UE có thể truyền phần mào đầu qua kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (PRACH) và thu tín hiệu phản hồi đến phần mào đầu qua PDCCH và PDSCH. Sau khi thực hiện các thủ tục nêu trên, UE có thể thực hiện việc thu PDCCH/PDSCH và việc truyền PUSCH/PUCCH như thủ tục truyền UL/DL bình thường. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên còn được gọi là thủ tục kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH). Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được sử dụng cho các mục đích khác nhau bao gồm truy cập ban đầu, việc điều chỉnh đồng bộ hóa UL, việc gán tài nguyên, và chuyển vùng.

Sau khi truyền phần mào đầu RACH, UE cố gắng thu phản hồi truy cập ngẫu nhiên

nhân (random access response, viết tắt là RAR) nằm trong cửa sổ thời gian thiết đặt trước. Cụ thể là, UE cố gắng phát hiện PDCCH với ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio truy cập ngẫu nhiên (random access radio network temporary identifier, viết tắt là RA-RNTI) (dưới đây gọi là RA-RNTI PDCCH) (ví dụ, CRC được tạo mặt nạ với RA-RNTI trên PDCCH) trong cửa sổ thời gian. Trong quá trình phát hiện RA-RNTI PDCCH, UE kiểm tra PDSCH tương ứng với RA-RNTI PDCCH xem có sự có mặt của RAR theo chỉ đạo hay không. RAR bao gồm thông tin tạm ứng thời gian (timing advance, viết tắt là TA) chỉ báo thông tin dịch vị thời gian cho đồng bộ hóa UL, thông tin cấp phát tài nguyên UL (thông tin cấp quyền UL), và ký hiệu nhận dạng UE tạm thời (ví dụ, RNTI ô tạm thời (temporary cell-RNTI, viết tắt là TC-RNTI)). UE có thể thực hiện việc truyền UL (của Msg3, chẳng hạn) theo thông tin cấp phát tài nguyên và trị số TA trong RAR. HARQ được áp dụng cho việc truyền UL tương ứng với RAR. Theo đó, sau khi truyền Msg3, UE có thể thu báo nhận thông tin (ví dụ, PHICH) tương ứng với Msg3.

Fig.1 là hình vẽ minh họa định dạng phân mào đầu truy cập ngẫu nhiên trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa.

Trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa, phân mào đầu truy cập ngẫu nhiên, nghĩa là, phân mào đầu RACH, bao gồm tiền tố tuần hoàn có độ dài T_{CP} và phần chuỗi có độ dài T_{SEQ} trong lớp vật lý. Các trị số thông số T_{CP} và T_{SEQ} được liệt kê trong bảng dưới đây, và phụ thuộc vào cấu trúc khung và cấu hình truy cập ngẫu nhiên. Các lớp cao hơn điều khiển định dạng phân mào đầu. Trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, thông tin cấu hình PRACH được báo hiệu qua thông tin hệ thống và thông tin điều khiển di động của ô. Thông tin cấu hình PRACH chỉ báo chỉ mục chuỗi gốc, đơn vị dịch vị tuần hoàn N_{cs} của chuỗi Zadoff-Chu, độ dài của chuỗi gốc, và định dạng phân mào đầu, mà cần được sử dụng cho thủ tục RACH trong ô. Trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, cơ hội PRACH, mà là thời gian tại đó định dạng phân mào đầu và phân mào đầu RACH có thể được truyền, được chỉ báo bởi chỉ mục cấu hình PRACH, mà là một phần của thông tin cấu hình RACH (tham chiếu đến phần 5.7 của 3GPP TS 36.211 và “Cấu hình PRACH (PRACH-Config)” của 3GPP TS 36.331). Độ dài của chuỗi Zadoff-Chu được sử dụng cho phân mào đầu RACH được xác định theo định dạng phân mào đầu (tham chiếu đến bảng 4).

Bảng 1

Định dạng phần mào đầu	T_{CP}	T_{SEQ}
0	$3168 \cdot T_s$	$24576 \cdot T_s$
1	$21024 \cdot T_s$	$24576 \cdot T_s$
2	$6240 \cdot T_s$	$2 \cdot 24576 \cdot T_s$
3	$21024 \cdot T_s$	$2 \cdot 24576 \cdot T_s$
4	$448 \cdot T_s$	$4096 \cdot T_s$

Trong hệ thống LTE/LTE-A, phần mào đầu RACH được truyền trong khung con UL. Việc truyền phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên được giới hạn ở các tài nguyên thời gian và tần số nhất định. Các tài nguyên này được gọi là các tài nguyên PRACH, và được đánh số theo thứ tự tăng dần của số khung con nằm trong khung radio và các PRB trong miền tần số sao cho chỉ mục 0 tương ứng với PRB và khung con được đánh số thấp nhất nằm trong khung radio. Các tài nguyên truy cập ngẫu nhiên được định rõ theo chỉ mục cấu hình PRACH (tham chiếu đến tài liệu chuẩn của 3GPP TS 36.211). Chỉ số cấu hình PRACH được đưa ra bởi tín hiệu lớp cao hơn (được truyền bởi eNB).

Phần chuỗi của phần mào đầu RACH (dưới đây gọi là chuỗi mào đầu) sử dụng chuỗi Zadoff-Chu. Các chuỗi mào đầu cho RACH được tạo ra từ các chuỗi Zadoff-Chu với vùng tương quan bằng không, được tạo ra từ một hoặc một số chuỗi Zadoff-Chu gốc. Mạng tạo cấu hình tập hợp các chuỗi mào đầu UE được cho phép sử dụng. Trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa, có 64 phần mào đầu khả dụng trong mỗi ô. Tập hợp của 64 chuỗi mào đầu trong ô được tìm thấy bởi bao gồm đầu tiên, theo thứ tự dịch vị tuần hoàn tăng dần, tất cả các dịch vị tuần hoàn khả dụng của chuỗi Zadoff-Chu gốc với chỉ mục logic RACH_ROOT_SEQUENCE, trong đó RACH_ROOT_SEQUENCE được phát rộng như một phần của thông tin hệ thống. Các chuỗi mào đầu bổ sung, trong trường hợp 64 phần mào đầu không thể được tạo ra từ chuỗi Zadoff-Chu gốc đơn, được thu nhận từ các chuỗi gốc với các chỉ mục logic liên tiếp đến khi tất cả 64 chuỗi được tìm thấy. Thứ tự chuỗi gốc logic là tuần hoàn: chỉ mục logic 0 liên tiếp đến 837. Mối tương quan giữa chỉ mục chuỗi gốc logic và chỉ mục chuỗi gốc vật lý u lần lượt được đưa ra bởi bảng 2 và bảng 3 đối với các định dạng phần mào đầu từ 0 đến 3 và 4.

Bảng 2

Số chuỗi gốc logic	Số chuỗi gốc vật lý u (theo thứ tự tăng dần của số chuỗi logic tương ứng)
0 đến 23	129, 710, 140, 699, 120, 719, 210, 629, 168, 671, 84, 755, 105, 734, 93, 746, 70, 769, 60, 779, 2, 837, 1, 838
24 đến 29	56, 783, 112, 727, 148, 691
30 đến 35	80, 759, 42, 797, 40, 799
36 đến 41	35, 804, 73, 766, 146, 693
42 đến 51	31, 808, 28, 811, 30, 809, 27, 812, 29, 810
52 đến 63	24, 815, 48, 791, 68, 771, 74, 765, 178, 661, 136, 703
64 đến 75	86, 753, 78, 761, 43, 796, 39, 800, 20, 819, 21, 818
76 đến 89	95, 744, 202, 637, 190, 649, 181, 658, 137, 702, 125, 714, 151, 688
90 đến 115	217, 622, 128, 711, 142, 697, 122, 717, 203, 636, 118, 721, 110, 729, 89, 750, 103, 736, 61, 778, 55, 784, 15, 824, 14, 825
116 đến 135	12, 827, 23, 816, 34, 805, 37, 802, 46, 793, 207, 632, 179, 660, 145, 694, 130, 709, 223, 616
136 đến 167	228, 611, 227, 612, 132, 707, 133, 706, 143, 696, 135, 704, 161, 678, 201, 638, 173, 666, 106, 733, 83, 756, 91, 748, 66, 773, 53, 786, 10, 829, 9, 830
168 đến 203	7, 832, 8, 831, 16, 823, 47, 792, 64, 775, 57, 782, 104, 735, 101, 738, 108, 731, 208, 631, 184, 655, 197, 642, 191, 648, 121, 718, 141, 698, 149, 690, 216, 623, 218, 621
204 đến 263	152, 687, 144, 695, 134, 705, 138, 701, 199, 640, 162, 677, 176, 663, 119, 720, 158, 681, 164, 675, 174, 665, 171, 668, 170, 669, 87, 752, 169, 670, 88, 751, 107, 732, 81, 758, 82, 757, 100, 739, 98, 741, 71, 768, 59, 780, 65, 774, 50, 789, 49, 790, 26, 813, 17, 822, 13, 826, 6, 833
264 đến 327	5, 834, 33, 806, 51, 788, 75, 764, 99, 740, 96, 743, 97, 742, 166, 673, 172, 667, 175, 664, 187, 652, 163, 676, 185, 654, 200, 639, 114, 725, 189, 650, 115, 724, 194, 645, 195, 644, 192, 647, 182, 657, 157, 682, 156, 683, 211, 628, 154, 685, 123, 716, 139, 700, 212, 627, 153, 686, 213, 626, 215, 624, 150, 689
328 đến 383	225, 614, 224, 615, 221, 618, 220, 619, 127, 712, 147, 692, 124, 715, 193, 646, 205, 634, 206, 633, 116, 723, 160, 679, 186, 653, 167, 672, 79, 760, 85, 754, 77, 762, 92, 747, 58, 781, 62, 777, 69, 770, 54, 785, 36, 803, 32, 807, 25, 814, 18, 821, 11, 828, 4, 835

384 đến 455	3, 836, 19, 820, 22, 817, 41, 798, 38, 801, 44, 795, 52, 787, 45, 794, 63, 776, 67, 772, 72, 767, 76, 763, 94, 745, 102, 737, 90, 749, 109, 730, 165, 674, 111, 728, 209, 630, 204, 635, 117, 722, 188, 651, 159, 680, 198, 641, 113, 726, 183, 656, 180, 659, 177, 662, 196, 643, 155, 684, 214, 625, 126, 713, 131, 708, 219, 620, 222, 617, 226, 613
456 đến 513	230, 609, 232, 607, 262, 577, 252, 587, 418, 421, 416, 423, 413, 426, 411, 428, 376, 463, 395, 444, 283, 556, 285, 554, 379, 460, 390, 449, 363, 476, 384, 455, 388, 451, 386, 453, 361, 478, 387, 452, 360, 479, 310, 529, 354, 485, 328, 511, 315, 524, 337, 502, 349, 490, 335, 504, 324, 515
514 đến 561	323, 516, 320, 519, 334, 505, 359, 480, 295, 544, 385, 454, 292, 547, 291, 548, 381, 458, 399, 440, 380, 459, 397, 442, 369, 470, 377, 462, 410, 429, 407, 432, 281, 558, 414, 425, 247, 592, 277, 562, 271, 568, 272, 567, 264, 575, 259, 580
562 đến 629	237, 602, 239, 600, 244, 595, 243, 596, 275, 564, 278, 561, 250, 589, 246, 593, 417, 422, 248, 591, 394, 445, 393, 446, 370, 469, 365, 474, 300, 539, 299, 540, 364, 475, 362, 477, 298, 541, 312, 527, 313, 526, 314, 525, 353, 486, 352, 487, 343, 496, 327, 512, 350, 489, 326, 513, 319, 520, 332, 507, 333, 506, 348, 491, 347, 492, 322, 517
630 đến 659	330, 509, 338, 501, 341, 498, 340, 499, 342, 497, 301, 538, 366, 473, 401, 438, 371, 468, 408, 431, 375, 464, 249, 590, 269, 570, 238, 601, 234, 605
660 đến 707	257, 582, 273, 566, 255, 584, 254, 585, 245, 594, 251, 588, 412, 427, 372, 467, 282, 557, 403, 436, 396, 443, 392, 447, 391, 448, 382, 457, 389, 450, 294, 545, 297, 542, 311, 528, 344, 495, 345, 494, 318, 521, 331, 508, 325, 514, 321, 518
708 đến 729	346, 493, 339, 500, 351, 488, 306, 533, 289, 550, 400, 439, 378, 461, 374, 465, 415, 424, 270, 569, 241, 598
730 đến 751	231, 608, 260, 579, 268, 571, 276, 563, 409, 430, 398, 441, 290, 549, 304, 535, 308, 531, 358, 481, 316, 523
752 đến 765	293, 546, 288, 551, 284, 555, 368, 471, 253, 586, 256, 583, 263, 576
766 đến 777	242, 597, 274, 565, 402, 437, 383, 456, 357, 482, 329, 510
778 đến 789	317, 522, 307, 532, 286, 553, 287, 552, 266, 573, 261, 578
790 đến 795	236, 603, 303, 536, 356, 483
796 đến 803	355, 484, 405, 434, 404, 435, 406, 433
804 đến 809	235, 604, 267, 572, 302, 537

810 đến 815	309, 530, 265, 574, 233, 606
816 đến 819	367, 472, 296, 543
820 đến 837	336, 503, 305, 534, 373, 466, 280, 559, 279, 560, 419, 420, 240, 599, 258, 581, 229, 610

Bảng 3

Số chuỗi gốc logic	Số chuỗi gốc vật lý u (theo thứ tự tăng dần của số chuỗi logic tương ứng)															
0 đến 19	1	138	2	137	3	136	4	135	5	134	6	133	7	132	8	131
20 đến 39	11	128	12	127	13	126	14	125	15	124	16	123	17	122	18	121
40 đến 59	21	118	22	117	23	116	24	115	25	114	26	113	27	112	28	111
60 đến 79	31	108	32	107	33	106	34	105	35	104	36	103	37	102	38	101
80 đến 99	41	98	42	97	43	96	44	95	45	94	46	93	47	92	48	91
100 đến 119	51	88	52	87	53	86	54	85	55	84	56	83	57	82	58	81
120 đến 137	61	78	62	77	63	76	64	75	65	74	66	73	67	72	68	71
138 đến 837	N/A															

Chuỗi Zadoff-Chu gốc thứ u được định rõ bởi phương trình dưới đây.

Phương trình 1

$$x_u(n) = e^{-j \frac{\pi u n(n+1)}{N_{ZC}}}, \quad 0 \leq n \leq N_{ZC} - 1$$

Bảng 4

Định dạng phần mào đầu	N_{ZC}
0 đến 3	839
4	139

Từ chuỗi Zadoff-Chu gốc thứ u, các phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên với các vùng tương quan bằng không có độ dài $N_{ZC}-1$ được định rõ bởi các dịch vị tuần hoàn theo $x_{u,v}(n) = x_u((n+C_v) \bmod N_{ZC})$, trong đó dịch vị tuần hoàn được đưa ra bởi phương trình dưới đây.

Phương trình 2

$$C_v = \begin{cases} v N_{CS} & v = 0, 1, \dots, \lfloor N_{ZC}/N_{CS} \rfloor - 1, \quad \text{Đối với các tập hợp không giới hạn} \\ 0 & N_{CS} = 0 \quad \text{Đối với các tập hợp không giới hạn} \\ d_{\text{start}} \lfloor v/n_{\text{shift}}^{\text{RA}} \rfloor + (v \bmod n_{\text{shift}}^{\text{RA}}) N_{CS} & v = 0, 1, \dots, n_{\text{shift}}^{\text{RA}} n_{\text{group}}^{\text{RA}} + i \quad \text{Đối với các tập hợp giới hạn} \end{cases}$$

N_{CS} được đưa ra bởi bảng 5 đối với các định dạng phần mào đầu 0 đến 3 và bởi bảng 6 đối với định dạng phần mào đầu 4.

Bảng 5

zeroCorrelationZone Config	Trị số Ncs	
	Tập hợp không giới hạn	Tập hợp giới hạn
0	0	15
1	13	18
2	15	22
3	18	26
4	22	32
5	26	38
6	32	46
7	38	55
8	46	68
9	59	82
10	76	100
11	93	128
12	119	158
13	167	202
14	279	237
15	419	-

Bảng 6

zeroCorrelationZoneConfig	Trị số Ncs
0	2
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12

6	15
7	N/A
8	N/A
9	N/A
10	N/A
11	N/A
12	N/A
13	N/A
14	N/A
15	N/A

Thông số zeroCorrelationZoneConfig được cung cấp bởi các lớp cao hơn. Thông số High-speed-flag được cung cấp bởi các lớp cao hơn xác định nếu tập hợp không giới hạn hoặc tập hợp giới hạn sẽ được sử dụng.

Biến d_u là dịch vị tuần hoàn tương ứng với dịch vị Doppler có độ lớn $1/T_{\text{SEQ}}$ và được đưa ra bởi phương trình dưới đây.

Phương trình 3

$$d_u = \begin{cases} p & 0 \leq p < N_{\text{ZC}}/2 \\ N_{\text{ZC}} - p & \text{khác} \end{cases}$$

p là số nguyên không âm nhỏ nhất mà nó đáp ứng $(pu) \bmod N_{\text{ZC}} = 1$. Các thông số cho các tập hợp giới hạn của các dịch vị tuần hoàn phụ thuộc vào d_u . Đối với $N_{\text{ZC}} \leq d_u < N_{\text{ZC}}/3$, các thông số được đưa ra bởi phương trình dưới đây.

Phương trình 4

$$\begin{aligned} n_{\text{shift}}^{\text{RA}} &= \lfloor d_u / N_{\text{CS}} \rfloor \\ d_{\text{start}} &= 2d_u + n_{\text{shift}}^{\text{RA}} N_{\text{CS}} \\ n_{\text{group}}^{\text{RA}} &= \lfloor N_{\text{ZC}} / d_{\text{start}} \rfloor \\ \bar{n}_{\text{shift}}^{\text{RA}} &= \max \left(\left\lfloor (N_{\text{ZC}} - 2d_u - n_{\text{group}}^{\text{RA}} d_{\text{start}}) / N_{\text{CS}} \right\rfloor, 0 \right) \end{aligned}$$

Đối với $N_{\text{ZC}}/3 \leq d_u < (N_{\text{ZC}} - N_{\text{CS}})/2$, các thông số được đưa ra bởi phương trình dưới đây.

Phương trình 5

$$\begin{aligned}
n_{\text{shift}}^{\text{RA}} &= \lfloor (N_{\text{ZC}} - 2d_u) / N_{\text{CS}} \rfloor \\
d_{\text{start}} &= N_{\text{ZC}} - 2d_u + n_{\text{shift}}^{\text{RA}} N_{\text{CS}} \\
n_{\text{group}}^{\text{RA}} &= \lfloor d_u / d_{\text{start}} \rfloor \\
\bar{n}_{\text{shift}}^{\text{RA}} &= \min \left(\max \left(\lfloor (d_u - n_{\text{group}}^{\text{RA}} d_{\text{start}}) / N_{\text{CS}} \rfloor, 0 \right), n_{\text{shift}}^{\text{RA}} \right)
\end{aligned}$$

Đối với tất cả các trị số khác của d_u , không có dịch vị tuần hoàn nào trong tập hợp giới hạn.

Tín hiệu truy cập ngẫu nhiên thời gian liên tục $s(t)$ mà là tín hiệu dải gốc của RACH được định rõ bởi phương trình dưới đây.

Phương trình 6

$$s(t) = \beta_{\text{PRACH}} \sum_{k=0}^{N_{\text{ZC}}-1} \sum_{n=0}^{N_{\text{ZC}}-1} x_{u,v}(n) \cdot e^{-j \frac{2\pi nk}{N_{\text{ZC}}}} \cdot e^{j 2\pi (k + \varphi + K(k_0 + \frac{1}{2})) \Delta f_{\text{RA}} (t - T_{\text{CP}})}$$

Mà trong đó $0 \leq t < T_{\text{SEQ}} - T_{\text{CP}}$, β_{PRACH} là hệ số tỷ lệ biên độ để thích hợp cho công suất truyền được định rõ trong 3GPP TS 36.211, và $k_0 = n^{\text{RA}}_{\text{PRB}} N^{\text{RB}}_{\text{sc}} - N^{\text{UL}}_{\text{RB}} N^{\text{RB}}_{\text{sc}} / 2$. $N^{\text{RB}}_{\text{sc}}$ biểu thị số lượng các sóng mang con cấu thành một khối tài nguyên (resource block, viết tắt là RB). $N^{\text{UL}}_{\text{RB}}$ biểu thị số lượng các RB trong khe UL và phụ thuộc vào dải tần truyền UL. Vị trí trong miền tần số được điều khiển bởi thông số $n^{\text{RA}}_{\text{PRB}}$ được dẫn ra từ phần 5.7.1 của 3GPP TS 36.211. Hệ số $K = \Delta f / \Delta f_{\text{RA}}$ tính cho độ chênh lệch về khoảng cách sóng mang con giữa phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên và truyền dữ liệu đường lên. Biên Δf_{RA} là khoảng cách sóng mang con cho phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên, và biến φ là dịch vị cố định xác định vị trí miền tần số của phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên nằm trong các khối tài nguyên vật lý, cả hai đều được đưa ra bởi bảng dưới đây.

Bảng 7

Định dạng phần mào đầu	Δf_{RA}	φ
0 đến 3	1250Hz	7
4	7500Hz	2

Trong hệ thống LTE/LTE-A, khoảng cách sóng mang con Δf là 15 kHz hoặc 7,5 kHz. Tuy nhiên, như được đưa ra bởi bảng 7, khoảng cách sóng mang con Δf_{RA} cho

phần mào đầu truy cập ngẫu nhiên là 1,25 kHz hoặc 0,75 kHz.

Khi nhiều thiết bị truyền thông yêu cầu dung lượng truyền thông cao hơn, có nhu cầu về dải rộng di động được tăng cường liên quan đến công nghệ truy cập radio (RAT) kế thừa. Ngoài ra, truyền thông loại máy cỡ lớn để cung cấp các dịch vụ khác nhau bất luận thời gian và địa điểm bằng cách kết nối các thiết bị và các đối tượng đến nhau là một vấn đề chính cần được xem xét trong truyền thông thế hệ tương lai. Hơn nữa, thiết kế hệ thống truyền thông mà trong đó các dịch vụ/các UE nhạy cảm với độ tin cậy và độ trễ được xem xét đang được phác thảo. Việc đưa vào RAT thế hệ tương lai đã được phác thảo bằng cách xem xét truyền thông dải rộng di động được tăng cường, MTC cỡ lớn, truyền thông cực kỳ đáng tin cậy và độ trễ thấp (ultra-reliable and low-latency communication, viết tắt là URLLC), và tương tự. Trong 3GPP hiện thời, nghiên cứu về hệ thống truyền thông di động thế hệ tương lai sau EPC đang được tiến hành. Theo sáng chế, nhằm thuận tiện, công nghệ tương ứng được gọi là RAT mới (new RAT, viết tắt là NR) hoặc 5G RAT.

Hệ thống NR truyền thông yêu cầu rằng hiệu suất tốt hơn nhiều so với hệ thống thế hệ thứ tư (fourth generation, viết tắt là 4G) kế thừa được hỗ trợ xét theo tốc độ dữ liệu, dung lượng, độ trễ, tiêu thụ năng lượng, và chi phí. Theo đó, hệ thống NR cần phát triển xét theo dải tần, phổ, năng lượng, hiệu quả báo hiệu, và chi phí trên mỗi bit.

<Số hiệu OFDM>

Hệ thống RAT mới sử dụng sơ đồ truyền OFDM hoặc sơ đồ truyền tương tự. Hệ thống RAT mới có thể tuân theo các thông số OFDM khác với các thông số OFDM của hệ thống LTE. Theo cách khác, hệ thống RAT mới có thể thích hợp với số hiệu của hệ thống LTE/LTE-A kế thừa nhưng có thể có dải tần hệ thống (ví dụ, 100 MHz) rộng hơn hệ thống LTE/LTE-A kế thừa. Một ô có thể hỗ trợ các số hiệu. Nghĩa là, các UE mà nó thao tác với các số hiệu khác nhau có thể cùng tồn tại trong một ô.

<Cấu trúc khung con>

Trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, khung radio có độ dài là 10 mili giây (ms) ($307,200T_s$). Khung radio được phân chia thành 10 khung con có kích thước bằng nhau. Các số khung con có thể lần lượt được gán cho 10 khung con nằm trong một khung radio. Dưới đây, T_s biểu thị thời gian lấy mẫu mà trong đó $T_s = 1/(2048 \cdot 15\text{kHz})$. Đơn vị thời gian cơ bản cho LTE là T_s . Mỗi khung con dài 1ms và còn được phân chia thành hai khe. 20 khe được đánh số theo thứ tự từ 0 đến 19 trong một khung radio. Độ dài của

mỗi khe là 0,5ms. Khoảng thời gian mà trong đó một khung con được truyền được định rõ như khoảng thời gian truyền (transmission time interval, viết tắt là TTI). Các tài nguyên thời gian có thể được phân biệt bởi số khung radio (hoặc chỉ mục khung radio), số khung con (hoặc chỉ mục khung con), số khe (hoặc chỉ mục khe), và tương tự. TTI là để chỉ khoảng thời gian trong đó dữ liệu có thể được lập lịch. Ví dụ, trong hệ thống LTE/LTE-A hiện thời, cơ hội truyền của cấp quyền UL hoặc cấp quyền DL có mặt sau mỗi 1 ms và một vài cơ hội truyền của cấp quyền UL/DL không có mặt trong thời gian ngắn hơn 1 ms. Do đó, TTI trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa là 1 ms.

Fig.2 là hình vẽ minh họa cấu trúc khe khả dụng trong công nghệ truy cập radio mới (NR).

Để giảm thiểu độ trễ truyền dữ liệu, trong RAT mới 5G, cấu trúc khe mà trong đó kênh điều khiển và kênh dữ liệu được ghép kênh phân chia theo thời gian được xem xét.

Trên Fig.2, vùng được gạch bóng thể hiện vùng truyền của kênh điều khiển DL (ví dụ, PDCCH) mang DCI, và vùng chấm đen thể hiện vùng truyền của kênh điều khiển UL (ví dụ, PUCCH) mang UCI. Dưới đây, DCI là thông tin điều khiển mà gNB truyền đến UE. DCI có thể bao gồm thông tin về cấu hình ô mà UE cần biết, thông tin cụ thể DL chẳng hạn như lập lịch DL, và thông tin cụ thể UL chẳng hạn như cấp quyền UL. UCI là thông tin điều khiển mà UE truyền đến gNB. UCI có thể bao gồm báo cáo HARQ ACK/NACK về dữ liệu DL, báo cáo CSI về trạng thái kênh DL, và yêu cầu lập lịch (scheduling request, viết tắt là SR).

Trên Fig.2, vùng các ký hiệu từ chỉ mục ký hiệu 1 đến chỉ mục ký hiệu 12 có thể được sử dụng cho việc truyền kênh vật lý (ví dụ, PDSCH) mang dữ liệu đường xuống, hoặc có thể được sử dụng cho việc truyền kênh vật lý (ví dụ, PUSCH) mang dữ liệu đường lên. Theo cấu trúc khe của Fig.2, việc truyền DL và việc truyền UL có thể được thực hiện một cách tuần tự trong một khe, và do đó việc truyền/việc thu dữ liệu DL và việc thu/việc truyền ACK/NACK UL đối với dữ liệu DL có thể được thực hiện trong một khe. Kết quả là, thời gian thực hiện truyền lại dữ liệu khi lỗi truyền dữ liệu xảy ra có thể được giảm, bằng cách đó giảm thiểu độ trễ của việc truyền dữ liệu cuối cùng.

Trong cấu trúc khe như vậy, khoảng cách thời gian được cần đến cho quy trình chuyển đổi từ chế độ truyền đến chế độ thu hoặc từ chế độ thu đến chế độ truyền của gNB và UE. Thay cho quy trình chuyển đổi giữa chế độ truyền và chế độ thu, một số ký

hiệu OFDM tại thời điểm chuyển đổi từ DL đến UL trong cấu trúc khe được thiết đặt như chu kỳ bảo vệ (guard period, viết tắt là GP).

Trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa, kênh điều khiển DL được ghép kênh phân chia theo thời gian với kênh dữ liệu và PDCCH, mà là kênh điều khiển, được truyền trong toàn bộ dải hệ thống. Tuy nhiên, trong RAT mới, điều được mong đợi là dải tần của một hệ thống đạt xấp xỉ tối thiểu 100 MHz và rất khó để phân bổ kênh điều khiển trong toàn bộ dải cho việc truyền kênh điều khiển. Đối với việc truyền/thu dữ liệu của UE, nếu toàn bộ dải được theo dõi để nhận kênh điều khiển DL, điều này có thể gây ra tăng tiêu thụ pin của UE và suy giảm hiệu quả. Theo đó, theo sáng chế, kênh điều khiển DL có thể được truyền theo cách cục bộ hoặc được truyền theo cách phân bổ trong một phần dải tần trong dải hệ thống, nghĩa là, dải kênh.

Trong hệ thống NR, đơn vị truyền cơ bản là khe. Khoảng thời gian khe có thể bao gồm 14 ký hiệu với tiền tố tuần hoàn (CP) bình thường hoặc 12 ký hiệu với CP mở rộng. Khe được điều chỉnh theo thời gian như là chức năng của khoảng cách sóng mang con được sử dụng. Nghĩa là, nếu khoảng cách sóng mang con tăng, độ dài của khe được rút ngắn. Ví dụ, khi số lượng các ký hiệu trên mỗi khe là 14, số lượng các khe trong khung 10ms là 10 ở khoảng cách sóng mang con là 15 kHz, 20 ở khoảng cách sóng mang con là 30 kHz, và 40 ở khoảng cách sóng mang con là 60 kHz. Nếu khoảng cách sóng mang con tăng, độ dài của các ký hiệu OFDM được rút ngắn. Số lượng các ký hiệu OFDM trong khe phụ thuộc vào việc các ký hiệu OFDM có CP bình thường hoặc CP mở rộng và không thay đổi theo khoảng cách sóng mang con. Đơn vị thời gian cơ bản được sử dụng trong hệ thống LTE, T_s , được định rõ như $T_s = 1/(15000 \cdot 2048)$ giây xét về khoảng cách sóng mang con cơ bản là 15 kHz và kích thước TFT lớn nhất 2048 của hệ thống LTE và tương ứng với thời gian lấy mẫu đối với khoảng cách sóng mang con là 15 kHz. Trong hệ thống NR, các độ dài sóng mang con khác nhau ngoài khoảng cách sóng mang con là 15 kHz có thể được sử dụng. Vì khoảng cách sóng mang con và độ dài thời gian tương ứng tỷ lệ nghịch, thời gian lấy mẫu thực tế tương ứng với các khoảng cách sóng mang con lớn hơn 15 kHz ngắn hơn $T_s = 1/(15000 \cdot 2048)$ giây. Ví dụ, các thời gian lấy mẫu thực tế cho các khoảng cách sóng mang con là 30 kHz, 60 kHz, và 120 kHz lần lượt sẽ là $1/(2 \cdot 15000 \cdot 2048)$ giây, $1/(4 \cdot 15000 \cdot 2048)$ giây, và $1/(8 \cdot 15000 \cdot 2048)$ giây,.

<Điều hướng chùm sóng tương tự>

Hệ thống truyền thông di động thế hệ thứ năm (fifth generation, viết tắt là 5G) được phác thảo gần đây đang được xem xét nhờ sử dụng dải tần siêu cao, nghĩa là, dải tần milimét băng hoặc cao hơn 6 GHz, để truyền dữ liệu đến các người dùng trong dải tần rộng trong khi duy trì tốc độ truyền cao. Trong 3GPP, hệ thống này được sử dụng như NR và, theo sáng chế, hệ thống này sẽ được gọi là hệ thống NR. Vì dải tần milimét sử dụng dải tần quá cao, đặc tính tần số của nó thể hiện sự suy giảm tín hiệu rất sắc nét phụ thuộc vào khoảng cách. Do đó, để hiệu chỉnh đặc tính suy giảm lan truyền sắc nét, hệ thống NR nhờ sử dụng dải ít nhất từ 6 GHz trở lên sử dụng sơ đồ truyền chùm sóng hẹp để giải quyết vấn đề giảm vùng phủ sóng được gây ra bởi sự suy giảm lan truyền sắc nét bằng cách truyền các tín hiệu theo hướng cụ thể để tập trung năng lượng thay vì theo tất cả các hướng. Tuy nhiên, nếu dịch vụ truyền tín hiệu được cung cấp nhờ sử dụng chỉ một chùm sóng hẹp, vì phạm vi được phục vụ bởi một BS trở nên hẹp, BS cung cấp dịch vụ dải rộng bằng cách thu thập các chùm sóng hẹp.

Trong dải tần milimét, nghĩa là, dải sóng milimét (millimeter wave, viết tắt là mmW), bước sóng được rút ngắn, và do đó các phần tử anten có thể được thiết đặt trong cùng khu vực. Ví dụ, tổng cộng 100 phần tử anten có thể được thiết đặt trong bảng 5x5 cm trong dải 30 GHz với bước sóng khoảng 1 cm trong mảng 2 chiều ở các khoảng $0,5\lambda$ (bước sóng). Do đó, trong mmW, việc tăng vùng phủ sóng hoặc thông lượng bằng cách tăng điều hướng chùm sóng (beamforming, viết tắt là BF) đạt được nhờ sử dụng nhiều phần tử anten được đưa ra xem xét.

Đối với phương pháp tạo nên chùm sóng hẹp trong dải tần milimét, sơ đồ điều hướng chùm sóng được xem xét chủ yếu mà trong đó BS hoặc UE truyền cùng tín hiệu nhờ sử dụng độ lệch pha thích hợp qua số lượng lớn các anten sao cho năng lượng tăng chỉ theo hướng cụ thể. Sơ đồ điều hướng chùm sóng như vậy bao gồm điều hướng chùm sóng kỹ thuật số để truyền độ lệch pha đến tín hiệu dải gốc kỹ thuật số, điều hướng chùm sóng tương tự để truyền độ lệch pha đến tín hiệu tương tự được điều biến nhờ sử dụng độ trễ thời gian (nghĩa là, dịch vị tuần hoàn), và điều hướng chùm sóng lai nhờ sử dụng cả hai điều hướng chùm sóng kỹ thuật số và điều hướng chùm sóng tương tự. Nếu bộ phận thu phát (transceiver unit, viết tắt là TXRU) được cung cấp cho mỗi phần tử anten để cho phép điều chỉnh của công suất truyền và pha, điều hướng chùm sóng độc lập là có thể đối với mỗi tài nguyên tần số. Tuy nhiên, việc thiết đặt TXRU trong tất cả khoảng 100 phần tử anten là ít khả thi hơn xét theo chi phí. Nghĩa là, dải tần milimét cần sử

dụng nhiều anten để hiệu chỉnh đặc tính suy giảm lan truyền sắc nét. Điều hướng chùm sóng kỹ thuật số yêu cầu nhiều thành phần tần số radio (radio frequency, viết tắt là RF) (ví dụ, bộ chuyển đổi số ra tương tự (digital-to-analog converter, viết tắt là DAC), bộ trộn, bộ khuếch đại công suất, bộ khuếch đại tuyến tính, v.v.) như số lượng các anten. Do đó, nếu điều hướng chùm sóng kỹ thuật số được mong muốn được thực hiện trong dải tần milimét, chi phí của các thiết bị truyền thông tăng. Vì thế, khi số lượng lớn các anten được cần đến như trong dải tần milimét, việc sử dụng điều hướng chùm sóng tương tự hoặc điều hướng chùm sóng lai được xem xét. Theo phương pháp điều hướng chùm sóng tương tự, nhiều phần tử anten được ánh xạ đến một TXRU và hướng chùm sóng được điều chỉnh nhờ sử dụng bộ chuyển pha tương tự. Phương pháp điều hướng chùm sóng tương tự này có thể chỉ tạo ra một hướng chùm sóng trong toàn bộ dải, và do đó có thể không thực hiện điều hướng chùm sóng (BF) chọn lọc tần số, mà là bất lợi. Phương pháp BF hỗn hợp là loại trung gian của BF kỹ thuật số và BF tương tự và sử dụng B TXRU số lượng ít hơn Q phần tử anten. Trong trường hợp BF hỗn hợp, số lượng các hướng mà trong đó các chùm sóng có thể được truyền cùng một lúc bị giới hạn ở B hoặc ít hơn, mà phụ thuộc vào phương pháp để thu thập B TXRU và Q phần tử anten.

Như được nêu trên, BF kỹ thuật số có thể đồng thời truyền hoặc thu các tín hiệu theo nhiều hướng nhờ sử dụng nhiều chùm sóng bằng cách xử lý tín hiệu dải gốc kỹ thuật số cần được truyền hoặc được thu, trong khi BF tương tự không thể đồng thời truyền hoặc thu các tín hiệu theo nhiều hướng vượt quá phạm vi phủ sóng của một chùm sóng bằng cách thực hiện BF ở trạng thái mà trong đó tín hiệu tương tự cần được truyền hoặc được thu được điều biến. Thông thường, BS đồng thời thực hiện việc truyền thông với các người dùng nhờ sử dụng các đặc tính truyền dải rộng hoặc nhiều anten. Nếu BS sử dụng BF tương tự hoặc hỗn hợp và điều hướng chùm sóng tương tự theo một hướng chùm sóng, eNB truyền thông với chỉ các người dùng được bao gồm trong cùng hướng chùm sóng tương tự do đặc tính BF tương tự. Phương pháp cấp phát tài nguyên RACH và phương pháp sử dụng tài nguyên của BS theo sáng chế, mà sẽ được mô tả dưới đây, được đề xuất nhờ xem xét các hạn chế được gây ra bởi đặc tính BF tương tự hoặc BF hỗn hợp.

<Điều hướng chùm sóng lai tương tự>

Fig.3 là hình vẽ minh họa tóm tắt các TXRU và cấu trúc BF hỗn hợp xét theo các anten vật lý.

Khi các anten được sử dụng, phương pháp BF hỗn hợp mà trong đó BF kỹ thuật số và BF tương tự được kết hợp được xem xét. BF tương tự (hoặc RF BF) là để chỉ hoạt động mà trong đó bộ phận RF thực hiện tiền mã hóa (hoặc kết hợp). Trong BF hỗn hợp, mỗi trong số bộ phận dải gốc và bộ phận RF (còn được gọi là bộ thu phát) thực hiện tiền mã hóa (hoặc kết hợp) sao cho hiệu suất xấp xỉ đến BF kỹ thuật số có thể được thu nhận trong khi số lượng các chuỗi RF và số lượng các bộ chuyển đổi số ra tương tự (digital-to-analog, viết tắt là D/A) (hoặc tương tự ra số (analog-to-digital, viết tắt là A/D)) được giảm. Nhằm thuận tiện, cấu trúc BF hỗn hợp có thể được thể hiện như N TXRU và M anten vật lý. BF kỹ thuật số cho L lớp dữ liệu cần được truyền bởi bộ phát có thể được thể hiện như ma trận $N \times L$. Tiếp theo, N tín hiệu kỹ thuật số được chuyển đổi được chuyển đổi thành các tín hiệu tương tự qua các TXRU và BF tương tự được thể hiện như ma trận $M \times N$ được áp dụng cho các tín hiệu tương tự. Trên Fig.3, số lượng các chùm sóng kỹ thuật số là L và số lượng các chùm sóng tương tự là N . Trong hệ thống NR, BS được thiết kế để thay đổi BF tương tự theo các đơn vị của các ký hiệu và hỗ trợ BF hiệu quả cho UE được định vị trong vùng cụ thể được xem xét. Nếu N TXRU và M anten RF được định rõ như một mảng anten, hệ thống NR xem xét ngay cả phương pháp đưa vào nhiều mảng anten mà BF hỗn hợp độc lập có thể áp dụng tới. Theo cách này, khi BS sử dụng các chùm sóng tương tự, vì chùm sóng tương tự thuận lợi cho việc thu tín hiệu có thể khác theo mỗi UE, hoạt động quét chùm sóng được xem xét sao cho, đối với ít nhất tín hiệu đồng bộ hóa, thông tin hệ thống, và tìm gọi, tất cả các UE có thể có các cơ hội thu bằng cách thay đổi các chùm sóng tương tự, mà BS cần được áp dụng, theo các ký hiệu trong khe hoặc khung con cụ thể.

Gần đây, tổ chức tiêu chuẩn hóa 3GPP đang xem xét cấu trúc mạng để đạt được các mạng logic trong mạng vật lý đơn trong hệ thống RAT mới, nghĩa là, hệ thống NR, mà là hệ thống truyền thông không dây 5G. Các mạng logic sẽ có khả năng hỗ trợ các dịch vụ khác nhau (ví dụ, eMBB, mMTC, URLLC, v.v.) có các yêu cầu khác nhau. Hệ thống lớp vật lý của hệ thống NR xem xét phương pháp hỗ trợ sơ đồ ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) nhờ sử dụng các số hiệu biến theo các dịch vụ khác nhau. Nói cách khác, hệ thống NR có thể xem xét sơ đồ OFDM (hoặc sơ đồ đa truy cập) nhờ sử dụng các số hiệu độc lập trong các vùng tài nguyên thời gian và tần số tương ứng.

Gần đây, khi lưu lượng dữ liệu tăng một cách đáng kể với sự xuất hiện của các

thiết bị điện thoại thông minh, hệ thống NR cần hỗ trợ dung lượng truyền thông cao hơn (ví dụ, thông lượng dữ liệu). Một phương pháp được xem xét để nâng cao dung lượng truyền thông là truyền dữ liệu nhờ sử dụng các anten truyền (hoặc thu). Nếu BF kỹ thuật số được mong muốn được áp dụng cho nhiều anten, mỗi anten yêu cầu chuỗi RF (ví dụ, chuỗi bao gồm các bộ phận RF chẳng hạn như bộ khuếch đại công suất và bộ chuyển đổi xuống) và D/A hoặc bộ chuyển đổi A/D. Cấu trúc này tăng độ phức tạp phần cứng và tiêu thụ năng lượng cao mà có thể không thực tế. Theo đó, khi nhiều anten được sử dụng, hệ thống NR xem xét phương pháp BF hỗn hợp được nêu trên mà trong đó BF kỹ thuật số và BF tương tự được kết hợp.

Fig.4 là hình vẽ minh họa ô của hệ thống công nghệ truy cập radio mới (NR).

Dựa vào Fig.4, trong hệ thống NR, phương pháp mà trong đó các điểm truyền và thu (transmission and reception point, viết tắt là TRP) tạo nên một ô đang được phác thảo không giống hệ thống truyền thông không dây của LTE kế thừa mà trong đó một BS tạo nên một ô. Nếu các TRP tạo nên một ô, truyền thông liên mạch có thể được cung cấp ngay cả khi TRP mà nó cung cấp dịch vụ tới UE được thay đổi sao cho việc quản lý di động của UE được thuận tiện.

Trong hệ thống LTE/LTE-A, PSS/SSS được truyền đa hướng. Trong khi đó, phương pháp được xem xét mà trong đó gNB mà nó sử dụng sóng milimét (millimeter wave, viết tắt là mmWave) truyền tín hiệu chẳng hạn như PSS/SSS/PBCH qua BF trong khi quét các hướng chùm sóng một cách đa hướng. Việc truyền/thu tín hiệu trong khi quét các hướng chùm sóng được gọi là việc quét chùm sóng hoặc việc dò tìm chùm sóng. Theo sáng chế, “quét chùm sóng” thể hiện hoạt động của bộ phát và “dò tìm chùm sóng” thể hiện hoạt động của bộ thu. Ví dụ, giả định rằng gNB có thể có tối đa N hướng chùm sóng, gNB truyền tín hiệu chẳng hạn như PSS/SSS/PBCH theo mỗi trong số N hướng chùm sóng. Nghĩa là, gNB truyền tín hiệu đồng bộ hóa chẳng hạn như PSS/SSS/PBCH theo mỗi hướng trong khi quét các hướng mà gNB có thể có hoặc gNB mong muốn hỗ trợ. Theo cách khác, khi gNB có thể tạo nên N chùm sóng, một nhóm chùm sóng có thể được tạo cấu hình bằng cách gộp nhóm một vài chùm sóng và PSS/SSS/PBCH có thể được truyền/được thu đối với mỗi nhóm chùm sóng. Trong trường hợp này, một nhóm chùm sóng bao gồm một hoặc nhiều chùm sóng. Tín hiệu chẳng hạn như PSS/SSS/PBCH được truyền theo cùng hướng có thể được định rõ như một khối đồng bộ hóa (synchronization, viết tắt là SS) và các khối SS có thể có mặt trong một ô. Khi

các khối SS có mặt, các chỉ mục khối SS có thể được sử dụng để phân biệt giữa các khối SS. Ví dụ, nếu PSS/SSS/PBCH được truyền theo 10 hướng chùm sóng trong một hệ thống, PSS/SSS/PBCH được truyền theo cùng hướng có thể cấu tạo một khối SS và nó có thể được hiểu là 10 khối SS có mặt trong hệ thống. Theo sáng chế, chỉ mục chùm sóng có thể được hiểu là chỉ mục khối SS.

Fig.5 là hình vẽ minh họa việc truyền khối SS và tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS.

Để truyền thông với một UE, gNB sẽ thu hướng chùm sóng tối ưu giữa gNB và UE và cần theo dõi liên tục hướng chùm sóng tối ưu bởi vì hướng chùm sóng tối ưu được thay đổi khi UE di chuyển. Thủ tục thu nhận hướng chùm sóng tối ưu giữa gNB và UE được gọi là thủ tục thu nhận chùm sóng và thủ tục theo dõi liên tục hướng chùm sóng tối ưu được gọi là thủ tục theo dõi chùm sóng. Thủ tục thu nhận chùm sóng được cần đến cho 1) truy cập ban đầu mà trong đó UE đầu tiên cố gắng truy cập gNB, 2) chuyển vùng mà trong đó UE được chuyển vùng từ một gNB đến gNB khác, hoặc 3) phục hồi chùm sóng để phục hồi từ trạng thái mà trong đó UE và gNB không thể duy trì trạng thái truyền thông tối ưu hoặc đi vào trạng thái không thể truyền thông, nghĩa là, chùm sóng thất bại, như là kết quả của việc mất chùm sóng tối ưu trong khi thực hiện theo dõi chùm sóng để tìm kiếm chùm sóng tối ưu giữa UE và gNB.

Trong trường hợp hệ thống NR mà nó đang được phát triển, thủ tục thu nhận chùm sóng nhiều giai đoạn đang được phác thảo, cho việc thu nhận chùm sóng trong môi trường nhờ sử dụng nhiều chùm sóng. Trong thủ tục thu nhận chùm sóng nhiều giai đoạn, gNB và UE thực hiện việc thiết lập kết nối nhờ sử dụng chùm sóng rộng trong giai đoạn truy cập ban đầu và, sau khi thiết lập kết nối được kết thúc, gNB và UE thực hiện việc truyền thông với chất lượng tối ưu nhờ sử dụng dải hẹp. Theo sáng chế, mặc dù các phương pháp khác nhau cho việc thu nhận chùm sóng của hệ thống NR chủ yếu được phác thảo, phương pháp được phác thảo tích cực nhất hiện tại như sau.

1) gNB truyền khối SS trên mỗi chùm sóng rộng để UE tìm kiếm gNB trong thủ tục truy cập ban đầu, nghĩa là, thực hiện việc tìm kiếm ô hoặc việc thu nhận ô, và tìm kiếm chùm sóng rộng tối ưu cần được sử dụng trong giai đoạn thứ nhất của việc thu nhận chùm sóng bằng cách đo chất lượng kênh của mỗi chùm sóng rộng. 2) UE thực hiện việc tìm kiếm ô đối với khối SS trên mỗi chùm sóng và thực hiện việc thu nhận chùm sóng DL nhờ sử dụng kết quả phát hiện ô của mỗi chùm sóng. 3) UE thực hiện

thủ tục RACH để thông báo gNB mà UE sẽ truy cập gNB mà UE đã phát hiện. 4) gNB kết nối hoặc kết hợp khối SS được truyền trên mỗi chùm sóng và tài nguyên RACH cần được sử dụng cho việc truyền RACH, để khiến UE thông báo gNB về kết quả của thủ tục RACH và đồng thời kết quả của việc thu nhận chùm sóng DL (ví dụ, chỉ mục chùm sóng) ở mức chùm sóng rộng. Nếu UE thực hiện thủ tục RACH nhờ sử dụng tài nguyên RACH được kết nối đến hướng chùm sóng tối ưu mà UE đã phát hiện, gNB thu nhận thông tin về chùm sóng DL phù hợp với UE trong thủ tục thu phần mào đầu RACH.

<Tương ứng chùm sóng (Beam correspondence, viết tắt là BC)>

Trong môi trường nhiều chùm sóng, việc UE và/hoặc TRP có thể xác định một cách chính xác hướng chùm sóng truyền (transmission, viết tắt là Tx) hoặc thu (reception, viết tắt là Rx) giữa UE và TRP hay không là mơ hồ. Trong môi trường nhiều chùm sóng, việc lặp lại truyền tín hiệu hoặc quét chùm sóng cho việc thu tín hiệu có thể được xem xét theo khả năng tương hỗ Tx/Rx của TRP (ví dụ, eNB) hoặc UE. Khả năng tương hỗ Tx/Rx còn được gọi là tương ứng chùm sóng (beam correspondence, viết tắt là BC) Tx/Rx trong TRP và UE. Trong môi trường nhiều chùm sóng, nếu khả năng tương hỗ Tx/Rx trong TRP hoặc UE không duy trì, UE có thể không truyền tín hiệu UL theo hướng chùm sóng mà trong đó UE đã thu được tín hiệu DL bởi vì đường truyền tối ưu của UL có thể khác với đường truyền tối ưu của DL. Tx/Rx BC trong TRP duy trì, nếu TRP có thể xác định chùm sóng Rx TRP cho việc thu UL dựa vào việc đo DL của UE đối với một hoặc nhiều chùm sóng Tx của TRP và/hoặc nếu TRP có thể xác định chùm sóng Tx TRP cho việc truyền DL dựa vào việc đo UL đối với một hoặc nhiều chùm sóng Rx của TRP. Tx/Rx BC trong UE duy trì nếu UE có thể xác định chùm sóng Rx UE cho việc truyền UL dựa vào việc đo DL của UE đối với một hoặc nhiều chùm sóng Rx của UE và/hoặc nếu UE có thể xác định chùm sóng Tx UE cho việc thu DL theo chỉ báo của TRP dựa vào việc đo UL đối với một hoặc nhiều chùm sóng Tx của UE.

Trong hệ thống LTE và hệ thống NR, tín hiệu RACH được sử dụng cho truy cập ban đầu đến gNB, nghĩa là, truy cập ban đầu đến gNB qua ô được sử dụng bởi gNB, có thể được tạo cấu hình nhờ sử dụng các phần tử dưới đây.

* Tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix, viết tắt là CP): Phần tử này dùng để ngăn ngừa nhiễu được tạo ra từ ký hiệu ở trước/phía trước (OFDM) và nhóm các tín hiệu phần mào đầu RACH đến gNB với các thời gian trễ khác nhau vào một vùng thời gian. Nghĩa là, nếu CP được tạo cấu hình để khớp bán kính lớn nhất của ô, các phần mào đầu RACH

mà các UE trong ô đã được truyền trong cùng tài nguyên được bao gồm trong cửa sổ thu RACH tương ứng với độ dài của các phần mào đầu RACH được tạo cấu hình bởi gNB cho việc thu RACH. Độ dài CP thường được thiết đặt để bằng hoặc lớn hơn độ chậm trễ khứ hồi lớn nhất.

* Phần mào đầu: Chuỗi được sử dụng bởi gNB để phát hiện việc truyền tín hiệu được định rõ và phần mào đầu dùng để mang chuỗi này.

* Thời gian bảo vệ (guard time, viết tắt là GT): Phần tử này được định rõ để khiến tín hiệu RACH đến gNB với độ chậm trễ từ khoảng cách xa nhất từ gNB trên vùng phủ sóng RACH không tạo ra nhiễu đối với tín hiệu đến sau khoảng thời gian ký hiệu RACH. Trong khoảng GT này, UE không truyền tín hiệu sao cho GT có thể không được định rõ như tín hiệu RACH.

Fig.6 là hình vẽ minh họa cấu hình/định dạng của phần mào đầu RACH và chức năng bộ thu.

UE truyền tín hiệu RACH qua tài nguyên RACH được chỉ định tại thời điểm hệ thống của gNB thu nhận được qua SS. gNB thu các tín hiệu từ nhiều UE. Thông thường, gNB thực hiện thủ tục được minh họa trên Fig.5 cho việc thu tín hiệu RACH. Vì CP cho tín hiệu RACH được thiết đặt đến độ chậm trễ khứ hồi lớn nhất hoặc hơn, gNB có thể tạo cấu hình điểm tùy ý giữa độ chậm trễ khứ hồi lớn nhất và độ dài CP như là biên cho việc thu tín hiệu. Nếu biên được xác định như là điểm bắt đầu cho việc thu tín hiệu và nếu tương quan được áp dụng cho tín hiệu của độ dài tương ứng với độ dài chuỗi từ điểm bắt đầu, gNB có thể thu thông tin về việc tín hiệu RACH có mặt hay không và thông tin về CP.

Nếu môi trường truyền thông được thao tác bởi gNB chẳng hạn như dải milimét sử dụng nhiều chùm sóng, tín hiệu RACH đến tại eNB từ nhiều hướng và gNB cần phát hiện phần mào đầu RACH (nghĩa là, PRACH) trong khi quét các hướng chùm sóng để nhận tín hiệu RACH đến từ nhiều hướng. Như được nêu trên, khi BF tương tự được sử dụng, gNB thực hiện việc thu RACH chỉ theo một hướng tại một thời điểm. Vì lý do này, cần phải thiết kế phần mào đầu RACH và thủ tục RACH sao cho gNB có thể phát hiện đúng phần mào đầu RACH. Sáng chế đề xuất phần mào đầu RACH và/hoặc thủ tục RACH cho dải tần cao mà hệ thống NR, cụ thể, BF, có thể áp dụng được tới xét về trường hợp mà trong đó BC của gNB duy trì và trường hợp mà trong đó BC không duy trì.

Fig.7 là hình vẽ minh họa chùm sóng thu (reception, viết tắt là Rx) được tạo nên ở gNB để nhận phần mào đầu RACH.

Nếu BC không duy trì, các hướng chùm sóng có thể không được khớp ngay cả khi gNB điều hướng chùm sóng Rx theo hướng chùm sóng Tx của khối SS ở trạng thái mà trong đó tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS. Do đó, phần mào đầu RACH có thể được tạo cấu hình theo định dạng được minh họa trên Fig.7(a) sao cho gNB có thể thực hiện việc dò tìm chùm sóng để thực hiện/cố gắng thực hiện việc phát hiện phần mào đầu RACH theo nhiều hướng trong khi quét các chùm sóng Rx. Trong khi đó, nếu BC duy trì, vì tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS, gNB có thể điều hướng chùm sóng Rx theo hướng được sử dụng để truyền khối SS đối với một tài nguyên RACH và phát hiện phần mào đầu RACH chỉ theo hướng đó. Do đó, phần mào đầu RACH có thể được tạo cấu hình theo định dạng được minh họa trên Fig.7(b).

Như được mô tả ở trên, tín hiệu RACH và tài nguyên RACH cần được tạo cấu hình xét về hai mục đích của báo cáo thu nhận chùm sóng DL và báo cáo chùm sóng được ưu tiên DL của UE và dò tìm chùm sóng của gNB theo BC.

Fig.8 là hình vẽ minh họa tín hiệu RACH và tài nguyên RACH để giải thích các thuật ngữ được sử dụng để mô tả sáng chế. Theo sáng chế, tín hiệu RACH có thể được tạo cấu hình như dưới đây.

* Phần tử tài nguyên RACH: Phần tử tài nguyên RACH là đơn vị cơ bản được sử dụng khi UE truyền tín hiệu RACH. Vì các phần tử tài nguyên RACH khác nhau có thể được sử dụng cho việc truyền tín hiệu RACH lần lượt bởi các UE khác nhau, CP được đưa vào tín hiệu RACH trong mỗi phần tử tài nguyên RACH. Bảo vệ cho các tín hiệu giữa các UE đã được duy trì bởi CP và, do đó, GT không được cần đến giữa các phần tử tài nguyên RACH.

* Tài nguyên RACH: Tài nguyên RACH được định rõ như tập hợp các phần tử tài nguyên RACH được ghép được kết nối đến một khối SS. Nếu các tài nguyên RACH được cấp phát liên tiếp một cách liên kề, hai tài nguyên RACH nối tiếp có thể được sử dụng cho việc truyền tín hiệu lần lượt bởi các UE khác nhau, giống như các phần tử tài nguyên RACH. Do đó, CP có thể được đưa vào tín hiệu RACH trong mỗi tài nguyên RACH. GT là không cần thiết giữa các tài nguyên RACH bởi vì sự méo phát hiện tín hiệu được gây ra bởi thời gian trễ được ngăn ngừa bởi CP. Tuy nhiên, nếu chỉ một tài nguyên RACH được tạo cấu hình, nghĩa là, các tài nguyên RACH không được tạo cấu

hình liên tiếp, vì PUSCH/PUCCH có thể được cấp phát sau khi tài nguyên RACH, GT có thể được đưa vào ở trước PUSCH/PUCCH.

* Tập tài nguyên RACH: Tập tài nguyên RACH là tập hợp của các tài nguyên RACH được ghép. Nếu nhiều khối SS có mặt trong ô và các tài nguyên RACH lần lượt được kết nối đến nhiều khối SS được ghép, các tài nguyên RACH được ghép có thể được định rõ như một tập tài nguyên RACH. GT được đưa vào cuối cùng của tập tài nguyên RACH mà là phần mà trong đó tập tài nguyên RACH bao gồm các tài nguyên RACH và tín hiệu khác chẳng hạn như PUSCH/PUCCH có thể được gộp. Như được nêu trên, vì GT là khoảng thời gian trong đó tín hiệu không được truyền, GT có thể không được định rõ như tín hiệu. GT không được minh họa trên Fig.8.

* Lặp lại phần mào đầu RACH: Khi phần mào đầu RACH cho việc dò tìm chùm sóng Rx của gNB được tạo cấu hình, nghĩa là, khi gNB tạo cấu hình định dạng phần mào đầu RACH sao cho gNB có thể thực hiện việc dò tìm chùm sóng Rx, nếu cùng tín hiệu (nghĩa là, cùng chuỗi) được lặp lại nằm trong phần mào đầu RACH, CP không được cần đến giữa các tín hiệu được lặp lại bởi vì các tín hiệu được lặp lại phục vụ như CP. Tuy nhiên, khi các phần mào đầu được lặp lại nằm trong phần mào đầu RACH nhờ sử dụng các tín hiệu khác nhau, CP được cần đến giữa các phần mào đầu. GT không được cần đến giữa các phần mào đầu RACH. Dưới đây, sáng chế được mô tả theo giả định rằng cùng tín hiệu được lặp lại. Ví dụ, nếu phần mào đầu RACH được tạo cấu hình ở dạng ‘CP + phần mào đầu + phần mào đầu’, sáng chế được mô tả theo giả định rằng các phần mào đầu nằm trong phần mào đầu RACH được tạo cấu hình bởi cùng chuỗi.

Fig.8 là hình vẽ minh họa các tài nguyên RACH cho các khối SS và các phần mào đầu RACH trong mỗi tài nguyên RACH xét theo gNB. gNB cố gắng thu phần mào đầu RACH trong mỗi tài nguyên RACH trong vùng thời gian mà trong đó các tài nguyên RACH được tạo cấu hình. UE truyền phần mào đầu RACH của nó qua (các) tài nguyên RACH được liên kết tới (các) khối SS cụ thể (ví dụ, (các) khối SS có chất lượng Rx tốt hơn) thay vì truyền phần mào đầu RACH trong mỗi trong số các tài nguyên RACH cho tất cả các khối SS của ô. Như được nêu trên, các phần tử tài nguyên RACH khác nhau hoặc các tài nguyên RACH khác nhau có thể được sử dụng để truyền các phần mào đầu RACH bởi các UE khác nhau.

Fig.9 là hình vẽ minh họa tập tài nguyên RACH. Fig.9(a) là hình vẽ minh họa trường hợp mà trong đó hai phần tử tài nguyên RACH trên mỗi tài nguyên RACH được

tạo cấu hình trong ô của gNB mà trong đó BC duy trì. Fig.9(b) là hình vẽ minh họa trường hợp mà trong đó một phần tử tài nguyên RACH trên mỗi tài nguyên RACH được tạo cấu hình trong ô của gNB mà trong đó BC duy trì. Dựa vào Fig.9(a), hai phần mào đầu RACH có thể được truyền trong tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS. Dựa vào Fig.9(b), một phần mào đầu RACH có thể được truyền trong tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS.

Tập tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình như được minh họa trên Fig.9 để tối đa hóa hiệu suất của tài nguyên RACH nhờ sử dụng đặc tính cấu hình tín hiệu RACH được mô tả trên Fig.8. Như được minh họa trên Fig.9, để nâng cao hiệu suất sử dụng/cấp phát của tài nguyên RACH, các tài nguyên RACH hoặc các phần tử tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình để được ghép hoàn toàn mà không cấp phát khoảng thời gian trống giữa các tài nguyên RACH trong tập tài nguyên RACH.

Tuy nhiên, nếu các tài nguyên RACH được tạo cấu hình như được minh họa trên Fig.9, các vấn đề dưới đây có thể phát sinh. 1) Khi BC duy trì và gNB thu tài nguyên RACH tương ứng với khối SS #N bằng cách điều hướng chùm sóng theo hướng của khối SS #N, vì chùm sóng Rx được thay đổi ở giữa các ký hiệu OFDM (các OS) được định rõ đối với kênh dữ liệu hoặc điều khiển, gNB chỉ sử dụng một phần các tài nguyên khác với tài nguyên tần số được cấp phát như tài nguyên RACH. Nghĩa là, như được minh họa trên Fig.9(a), nếu gNB điều hướng chùm sóng Rx để nhận khối SS #1, OS #4 không thể được sử dụng cho kênh dữ liệu hoặc kênh điều khiển. 2) Khi BC không duy trì và gNB thực hiện việc dò tìm chùm sóng Rx nằm trong phần tử tài nguyên RACH, gNB có thể thực hiện việc phát hiện phần mào đầu RACH trong khi thu tín hiệu dữ liệu/điều khiển bằng cách điều hướng chùm sóng Rx trên mỗi trong số các OS ở biên của OS#1/OS#2/OS#3 đối với tài nguyên RACH tương ứng với khối SS #1. Tuy nhiên, khi gNB thực hiện việc dò tìm chùm sóng cho tài nguyên RACH tương ứng với khối SS #2, hướng chùm sóng để nhận tín hiệu dữ liệu/điều khiển và hướng chùm sóng để nhận phần mào đầu RACH không được khớp trong khoảng thời gian tương ứng với OS#4 sao cho vấn đề xảy ra trong việc phát hiện phần mào đầu RACH.

Tóm lại, nếu gNB thực hiện việc dò tìm chùm sóng trong khi thay đổi hướng của chùm sóng Rx cho việc thu tín hiệu RACH và thời gian tại đó chùm sóng Rx được thay đổi không khớp biên ký hiệu OFDM được định rõ đối với kênh dữ liệu hoặc điều khiển, có vấn đề về hạ thấp hiệu suất sử dụng/cấp phát tài nguyên của kênh dữ liệu hoặc điều

hiển được phục vụ trong vùng tần số khác với tài nguyên tần số được cấp phát như tài nguyên RACH. Để giải quyết vấn đề này, sáng chế đề xuất cấp phát tài nguyên RACH như cấu trúc được chỉnh thẳng với biên ký hiệu OFDM, để gNB thực hiện việc phát hiện phần mào đầu RACH trong khi thay đổi hướng chùm sóng trong kịch bản đa chùm sóng và đồng thời cho gNB sử dụng tất cả các tài nguyên radio khác với tài nguyên RACH cho các kênh dữ liệu và điều khiển. Khi BC duy trì, bằng cách lấy ví dụ, tài nguyên RACH hoặc phần mào đầu RACH được truyền qua tài nguyên RACH có thể được chỉnh thẳng với biên ký hiệu OFDM nhờ sử dụng hai phương pháp như được minh họa trên Fig.10.

Fig.10 là hình vẽ minh họa chỉnh thẳng biên của tài nguyên RACH theo sáng chế. Ví dụ được minh họa trên Fig.10 tương ứng với trường hợp mà trong đó BS duy trì và hai phần tử tài nguyên RACH có thể được truyền trên một tài nguyên RACH. Khi BC không duy trì, một phần mào đầu RACH có thể được tạo cấu hình bởi một CP và các phần mào đầu liên tiếp như được minh họa trên Fig.7(a) hoặc Fig.8(a). Ngay cả trong trường hợp này, sáng chế có thể áp dụng được. Chỉ một phần tử tài nguyên RACH có thể được truyền trên một tài nguyên RACH và sáng chế có thể áp dụng được tới đó.

1) Một (dưới đây gọi là phương pháp 1) trong số các phương pháp để chỉnh thẳng biên ký hiệu OFDM và biên tài nguyên RACH xác định độ dài CP và độ dài phần mào đầu của phần mào đầu RACH bằng cách xem xét khả năng phát hiện phần mào đầu RACH bởi gNB, vùng phủ sóng của gNB, và khoảng cách sóng mang con của phần mào đầu RACH và sau đó tạo cấu hình phần tử tài nguyên RACH nhờ sử dụng độ dài CP và độ dài phần mào đầu, như được minh họa trên Fig.10(a). gNB có thể tạo cấu hình tài nguyên RACH bằng cách xác định số lượng các phần tử tài nguyên RACH trên mỗi tài nguyên RACH xét về dung lượng của tài nguyên RACH. gNB tạo cấu hình (các) tài nguyên RACH sao cho biên của mỗi trong số các tài nguyên RACH mà cần được sử dụng một cách liên tiếp được chỉnh thẳng với biên của (các) ký hiệu OFDM mà cần được sử dụng cho các kênh dữ liệu và điều khiển. Trong trường hợp này, khoảng thời gian trống có thể xảy ra giữa các tài nguyên RACH. Khoảng thời gian trống có thể được tạo cấu hình như là khoảng thời gian trong đó không có tín hiệu nào được truyền. Theo cách khác, tín hiệu có thể được truyền bổ sung như là định vị sau (post-fix) chỉ đến phần tử tài nguyên RACH cuối cùng trong tài nguyên RACH. Nghĩa là, UE mà truyền phần mào đầu RACH nhờ sử dụng phần tử tài nguyên RACH cuối cùng trong miền thời gian

trong số các phần tử tài nguyên RACH trong tài nguyên RACH có thể bổ sung tín hiệu định vị sau đến phần mào đầu RACH của nó và sau đó truyền phần mào đầu RACH. UE mà truyền phần mào đầu RACH nhờ sử dụng phần tử tài nguyên RACH khác với phần tử tài nguyên RACH cuối cùng có thể truyền phần mào đầu RACH mà không bổ sung tín hiệu định vị sau.

2) Phương pháp khác (dưới đây gọi là phương pháp 2) trong số các phương pháp chỉnh thẳng biên ký hiệu OFDM và biên tài nguyên RACH tạo cấu hình độ dài CP và độ dài phần mào đầu để chỉnh thẳng biên tài nguyên RACH với biên ký hiệu OFDM như được minh họa trên Fig.10(b). Tuy nhiên, vì số lượng các phần tử tài nguyên RACH trong mỗi tài nguyên RACH có thể thay đổi, nếu độ dài của phần mào đầu RACH được thay đổi để khớp biên ký hiệu OFDM, có nguy cơ thay đổi các đặc tính của chuỗi mào đầu trong phần mào đầu RACH. Nghĩa là, độ dài của chuỗi Zadoff-Chu (Zadoff-Chu, viết tắt là ZC) được sử dụng để tạo ra phần mào đầu được xác định là 839 hoặc 130 theo định dạng phần mào đầu như được minh họa trong bảng 4. Nếu độ dài của phần mào đầu được thay đổi để chỉnh thẳng độ dài của phần mào đầu RACH với biên ký hiệu OFDM, các đặc tính của chuỗi ZC mà là chuỗi mào đầu có thể thay đổi. Do đó, nếu định dạng phần mào đầu RACH được xác định và các phần tử tài nguyên RACH trên mỗi tài nguyên RACH được xác định, độ dài của phần mào đầu RACH có thể được cố định nhưng độ dài CP có thể trở nên lớn hơn độ dài được xác định trong việc tạo cấu hình định dạng phần mào đầu RACH sao cho tài nguyên RACH được chỉnh thẳng với biên ký hiệu OFDM. Nghĩa là, phương pháp này dùng để chỉnh thẳng biên tài nguyên RACH, nghĩa là, biên phần mào đầu RACH được truyền qua tài nguyên RACH với ký hiệu OFDM được sử dụng để truyền kênh dữ liệu/điều khiển (nghĩa là, ký hiệu OFDM bình thường) bằng cách cố định độ dài của mỗi phần mào đầu trong phần mào đầu RACH và tăng độ dài CP để khớp biên ký hiệu OFDM để duy trì các đặc tính của chuỗi mào đầu. Trong trường hợp này, chỉ các độ dài CP của một số phần tử tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình để được tăng (nghĩa là, chỉ các độ dài CP của một số phần mào đầu RACH được tạo cấu hình để được tăng) hoặc các độ dài CP của tất cả các phần tử tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình để được tăng đúng (nghĩa là, độ dài CP của mỗi phần mào đầu RACH được tạo cấu hình để được tăng đúng). Ví dụ, nếu gNB tạo cấu hình tài nguyên RACH trong miền thời gian được tạo cấu hình bởi các ký hiệu OFDM, gNB tạo cấu hình định dạng phần mào đầu chỉ báo độ dài CP và độ dài phần chuỗi sao

cho độ dài phần chuỗi là bội số nguyên dương của độ dài phần mào đầu được thu nhận từ độ dài cụ thể (ví dụ, độ dài của chuỗi ZC cho RACH) theo số lượng các phần mào đầu cần được bao gồm trong phần mào đầu RACH tương ứng và độ dài CP bằng trị số được thu nhận bằng cách trừ độ dài phần chuỗi từ tổng độ dài của các ký hiệu OFDM bình thường. Nếu các độ dài của các ký hiệu OFDM đều giống nhau, định dạng phần mào đầu RACH theo sáng chế sẽ được định rõ sao cho tổng của bội số nguyên dương của độ dài phần mào đầu được xác định trước (ví dụ, độ dài phần mào đầu được thu nhận từ độ dài được xác định trước của chuỗi ZC) và độ dài CP là bội số của độ dài ký hiệu OFDM. Khi UE phát hiện khối SS của ô và tạo ra phần mào đầu RACH cần được truyền trên tài nguyên RACH được kết nối đến khối SS, UE tạo ra phần mào đầu RACH bằng cách tạo ra mỗi phần mào đầu cần được bao gồm trong phần mào đầu RACH nhờ sử dụng chuỗi có độ dài cụ thể (ví dụ, chuỗi ZC) theo định dạng phần mào đầu được tạo cấu hình bởi gNB và bổ sung CP vào phần phía trước của phần mào đầu hoặc (các) lần lặp lại của phần mào đầu.

Phương pháp 1 và phương pháp 2 có thể được áp dụng như nhau ngay cả khi gNB thực hiện việc dò tìm chùm sóng Rx bởi vì BC không duy trì. Khi BC duy trì đối với phương pháp 1 và phương pháp 2, có khả năng cao là phần mào đầu RACH được tạo cấu hình theo định dạng bao gồm một phần mào đầu. Trong khi đó, ngoại trừ có khả năng cao là phần mào đầu RACH được tạo cấu hình để bao gồm lặp lại phần mào đầu khi BC không duy trì, phương pháp 1 và phương pháp 2 được mô tả dựa vào Fig.10 có thể được áp dụng như nhau tới trường hợp mà trong đó gNB mong muốn thực hiện việc dò tìm chùm sóng Rx bởi vì BS không duy trì. Ví dụ, khi BC không duy trì sao cho gNB mong muốn thực hiện việc dò tìm chùm sóng Rx, gNB tạo cấu hình và truyền tín hiệu định dạng phần mào đầu (ví dụ, xem Fig.7(a) hoặc Fig.8(a)) ở dạng bao gồm lặp lại phần mào đầu. Dưới đây, tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình ở dạng phương pháp 1 để theo dõi (các) phần mào đầu RACH bằng cách xem xét khoảng thời gian từ đầu của một tài nguyên RACH đến phần ngay trước khi bắt đầu tài nguyên RACH tiếp theo như là khoảng thời gian trống hoặc khoảng thời gian định vị sau. Theo cách khác, tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình ở dạng phương pháp 2 để theo dõi (các) phần mào đầu RACH trong mỗi tài nguyên RACH được tạo cấu hình bởi gNB theo giả định rằng biên phần mào đầu RACH bằng biên ký hiệu OFDM.

Phương pháp cấp phát tài nguyên RACH được đề xuất theo sáng chế dùng để sử

dùng một cách hiệu quả tài nguyên tần số, khác với tài nguyên tần số được chiếm bởi tài nguyên RACH, trong một khe hoặc nhiều khe được sử dụng cho tài nguyên RACH, như là tài nguyên dữ liệu hoặc tài nguyên kênh điều khiển. Do đó, để sử dụng hiệu quả tài nguyên kênh dữ liệu/điều khiển nhờ xem xét tài nguyên RACH, gNB cần lập lịch kênh dữ liệu hoặc điều khiển nhờ sử dụng thông tin về việc đơn vị nào được sử dụng để tạo nên chùm sóng đối với khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới. UE có thể thu thông tin về việc đơn vị ký hiệu OFDM nào được sử dụng khi gNB thực hiện việc lập lịch và truyền kênh dữ liệu hoặc điều khiển dựa vào thông tin. Do đó, hai phương pháp có thể được xem xét sao cho gNB có thể lập lịch kênh dữ liệu hoặc điều khiển trong vùng thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới.

* Cấp phát khe nhỏ

Khi kênh được lập lịch trong vùng thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới, vì kênh được lập lịch cần được bao gồm trong một vùng chùm sóng, độ dài thời gian của tài nguyên mà kênh được cấp phát tới cần ngắn hơn độ dài thời gian của tài nguyên RACH và các khe có độ dài ngắn có thể được bao gồm cho một tài nguyên RACH.

Nếu gNB hoạt động bằng cách tạo cấu hình hướng chùm sóng cho mỗi tài nguyên RACH và các đơn vị thời gian mà trong đó gNB cấp phát tài nguyên tới UE không được khớp trong vùng thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới và trong vùng thời gian mà tài nguyên RACH không được cấp phát tới, gNB cần xác định khe để lập lịch trong vùng thời gian được chiếm bởi tài nguyên RACH và thông báo UE về thông tin liên quan đến khe. Dưới đây, khe được sử dụng để lập lịch trong vùng thời gian được chiếm bởi tài nguyên RACH sẽ được gọi là khe nhỏ. Trong cấu trúc này, có một số cân nhắc để truyền kênh dữ liệu hoặc điều khiển qua khe nhỏ. Ví dụ, các sự cân nhắc dưới đây được đưa ra.

1) Trường hợp mà trong đó một khe nhỏ được định rõ đối với khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới:

Fig.11 là hình vẽ minh họa phương pháp tạo cấu hình khe nhỏ nằm trong khe RACH $SLOT_{RACH}$ khi BC duy trì.

UE nhận biết được tất cả thông tin về các tài nguyên RACH mà gNB sử dụng qua thông tin hệ thống. Do đó, tập hợp các ký hiệu OFDM nhỏ nhất bao gồm toàn bộ tài nguyên RACH được cấp phát trên mỗi khối SS có thể được định rõ như một khe nhỏ. Khi gNB thực hiện việc lập lịch tại thời điểm mà tài nguyên RACH được cấp phát tới,

UE giải thích khe nhỏ như là TTI và truyền kênh dữ liệu hoặc điều khiển trong TTI. Nếu nhiều khe nhỏ được bao gồm trong một khe bình thường, UE cần xác định qua khe nhỏ nào UE sẽ truyền kênh dữ liệu/điều khiển. Phương pháp để UE xác định khe nhỏ cần được sử dụng để truyền kênh dữ liệu/điều khiển có thể bao gồm một cách rộng rãi hai sơ đồ dưới đây.

> A. Nếu gNB lập lịch việc truyền kênh dữ liệu/điều khiển UL, gNB có thể chỉ định, đối với UE, khe nhỏ nào nằm trong khe UE cần sử dụng cho việc truyền, qua DCI.

> B. UE thực hiện theo dõi liên tục chùm sóng trong lịch bản đa chùm sóng. Nếu UE thu từ trước, từ gNB, thông tin về khối SS mà chùm sóng phục vụ mà từ đó UE đang thu dịch vụ được kết nối đến, UE giải thích vùng thời gian tương tự như là vùng thời gian mà tài nguyên RACH được kết nối đến khối SS được kết hợp với chùm sóng phục vụ được cấp phát tới như là vùng thời gian mà trong đó UE cần thực hiện việc truyền. Nếu tài nguyên RACH được kết nối đến khối SS được kết hợp với chùm sóng phục vụ của UE không có mặt trong khe được lập lịch cho UE, UE có thể xác định rằng việc không khớp chùm sóng đã xảy ra.

2) Trường hợp mà trong đó nhiều khe nhỏ được định rõ trong khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới:

Fig.12 là hình vẽ minh họa phương pháp khác tạo cấu hình khe nhỏ nằm trong khe RACH $\text{SLOT}_{\text{RACH}}$ khi BC duy trì.

Khi nhiều khe nhỏ được định rõ trong khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới, điều này về cơ bản tương tự như trường hợp mà trong đó nhiều khe nhỏ được định rõ trong khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới ngoại trừ việc nhiều khe nhỏ có mặt trong khe mà một tài nguyên RACH được cấp phát tới. Hoạt động giống như phương pháp được đề xuất trên Fig.11 được thực hiện. Tuy nhiên, như được minh họa trên Fig.12, tập hợp các ký hiệu OFDM nhỏ nhất bao gồm toàn bộ tài nguyên RACH được phân chia thành một số tập con và mỗi tập con được định rõ như khe nhỏ. Trong trường hợp này, gNB đầu tiên cần thông báo UE về cách mà tập hợp của các ký hiệu OFDM nhỏ nhất bao gồm tài nguyên RACH cần được phân chia để sử dụng các khe nhỏ. Ví dụ, gNB có thể chỉ báo, ở dạng ánh xạ bit, cách các ký hiệu OFDM nhỏ nhất bao gồm tài nguyên RACH được phân chia đến UE. Theo cách khác, khi các ký hiệu OFDM nhỏ nhất bao gồm tài nguyên RACH có thể được phân chia thành các tập con bằng nhau, gNB có thể thông báo UE về số lượng các khe nhỏ được cấp phát. Ngoài ra, gNB cần chỉ báo, tới

UE được lập lịch, qua khe nhỏ nào trong số nhiều khe nhỏ UE cần truyền kênh dữ liệu/điều khiển. gNB có thể chỉ báo trực tiếp khe nhỏ qua đó kênh dữ liệu/điều khiển cần được truyền qua DCI. Theo cách khác, khi UE được lập lịch trong vùng thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới, gNB có thể thông báo UE về khe nhỏ cần được sử dụng, từ trước (ví dụ, trong khi thiết lập kết nối). Theo cách khác, có thể xác định khe nhỏ cần được sử dụng bởi quy tắc được xác định trước nhờ sử dụng thông tin, chẳng hạn như UE ID, mà được chia sẻ giữa UE và gNB.

3) Trường hợp mà trong đó BC không duy trì và, do đó, việc dò tìm chùm sóng được thực hiện trong khi lặp lại phân mào đầu:

Fig.13 là hình vẽ minh họa phương pháp tạo cấu hình khe nhỏ nằm trong khe $RACH\ SLOTRACH$ khi BC không duy trì.

Khi BC không duy trì, gNB thực hiện việc dò tìm chùm sóng trong khi quét các hướng chùm sóng của bộ thu trong khe mà một tài nguyên RACH được cấp phát tới, như được mô tả ở trên. Do đó, trường hợp này có thể thao tác tương tự như sơ đồ mà trong đó BC duy trì và nhiều khe nhỏ có mặt trong khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới. Do đó, tương tự như phương pháp được mô tả trên Fig.12, gNB truyền, đến UE, thông tin về cách dò tìm chùm sóng sẽ được thực hiện đối với tập hợp các ký hiệu OFDM nhỏ nhất bao gồm tài nguyên RACH và thông tin về khối SS nào mà mỗi chùm sóng được kết nối. Thông tin này có thể được sử dụng như thông tin về khe nhỏ nào mà có thể được lập lịch cho UE. Trong trường hợp này, tương tự như phương pháp được mô tả trên Fig.12, UE có thể thu, qua DCI, thông tin về khe nhỏ nào mà trong số nhiều khe nhỏ mà có thể được lập lịch cho UE được lập lịch để truyền kênh dữ liệu/điều khiển. Theo cách khác, thông tin có thể được lập lịch trước qua tín hiệu RRC hoặc có thể được định rõ bởi quy tắc được xác định trước nhờ sử dụng thông tin được chia sẻ giữa gNB và UE.

4) Trường hợp lập lịch cấp quyền tự do:

> A. Khi tài nguyên thời gian của kênh dữ liệu/điều khiển được truyền bởi UE trên tài nguyên cấp quyền tự do chồng lấn tài nguyên RACH, kênh dữ liệu/điều khiển có thể được truyền trong khe nhỏ được định rõ trong vùng thời gian của tài nguyên RACH. Tuy nhiên, khi lập lịch cấp quyền tự do được sử dụng và định dạng tín hiệu của kênh dữ liệu/điều khiển mà UE cần truyền qua lập lịch cấp quyền tự do, nghĩa là, qua tài nguyên cấp quyền tự do, là khe bình thường hoặc khe mà nó ngắn hơn khe bình

thường nhưng dài hơn khe nhỏ được định rõ trong vùng tài nguyên RACH và khi độ dài của khe nhỏ quá ngắn, sao cho tốc độ mã của việc truyền kênh dữ liệu/điều khiển qua khe nhỏ quá cao liên quan đến tốc độ mã chỉ định, UE có thể i) ngừng truyền, ii) thay đổi kích thước khối vận chuyển, hoặc iii) truyền kênh dữ liệu/điều khiển nhờ sử dụng nhiều khe nhỏ khi nhiều khe nhỏ khả dụng. Mặt khác, khi tốc độ mã của việc truyền kênh dữ liệu/điều khiển thấp hơn tốc độ mã được chỉ định ngay cả nếu kênh dữ liệu/điều khiển được truyền với độ dài của khe nhỏ, UE có thể truyền kênh dữ liệu/điều khiển với kích thước khối vận chuyển được chỉ định.

> B. Khi lập lịch cấp quyền tự do được sử dụng và định dạng tín hiệu của kênh dữ liệu/điều khiển mà UE cần truyền qua lập lịch cấp quyền tự do, nghĩa là, qua tài nguyên cấp quyền tự do, ngắn hơn khe nhỏ, kênh dữ liệu/điều khiển có thể được truyền một cách bình thường ở vị trí khe nhỏ được xác định trong sơ đồ nêu trên. Nghĩa là, nếu kênh dữ liệu/điều khiển qua lập lịch cấp quyền tự do yêu cầu tài nguyên có độ dài ngắn hơn khe nhỏ trong miền thời gian, UE truyền kênh dữ liệu/điều khiển qua khe nhỏ tương ứng với chùm sóng Rx gNB giống như kênh dữ liệu/điều khiển trong số các khe nhỏ được tạo cấu hình để khớp độ dài của tài nguyên RACH (nghĩa là, phần mào đầu RACH). Trong trường hợp này, kích thước khối vận chuyển có thể tăng theo quy tắc được xác định trước theo tỷ lệ tương ứng với độ dài khe nhỏ so với định dạng tín hiệu được tạo cấu hình trước. Ví dụ, nếu định dạng tín hiệu mà trong đó kênh dữ liệu/điều khiển được truyền qua lập lịch cấp quyền tự do được định rõ nhờ sử dụng hai ký hiệu OFDM và độ dài khe nhỏ trong khe RACH tương ứng với ba ký hiệu OFDM, kích thước khối vận chuyển có khả năng mang kênh dữ liệu/điều khiển của lập lịch cấp quyền tự do có thể tăng bởi 1,5 lần.

5) Cấp phát của khe nhỏ tới thời gian bảo vệ hoặc khoảng thời gian trống:

Fig.14 là hình vẽ minh họa phương pháp tạo cấu hình khe nhỏ nhờ sử dụng thời gian bảo vệ.

gNB có thể tự do tạo cấu hình chùm sóng Rx đối với một phần của khoảng thời gian được tạo cấu hình như là thời gian bảo vệ, hoặc khoảng thời gian trống trong khe còn lại sau khi tạo cấu hình tài nguyên RACH trong một khe mặc dù khoảng thời gian trống không phải cho việc sử dụng thời gian bảo vệ. Theo đó, gNB có thể thông báo UE về thông tin về khe nhỏ có khả năng được sử dụng một cách độc lập của chùm sóng cho việc thu tài nguyên RACH cùng với thông tin liên quan đến tài nguyên RACH và UE

có thể mong rằng lập lịch động sẽ được thực hiện đối với khe nhỏ được tạo cấu hình trong thời gian bảo vệ. (Các) vị trí của (các) khe nhỏ được cấp phát có thể được xác định bởi các phương pháp được mô tả ở trên (ví dụ, các phương pháp chỉ báo độ dài và các vị trí của các khe nhỏ được tạo cấu hình trong khe RACH và hướng chùm sóng).

6) Cấp phát tài nguyên PUCCH ngắn:

Trong hệ thống TDD, kênh điều khiển có thể được truyền trong một phần khoảng thời gian của một khe bằng cách tạo cấu hình kênh điều khiển với độ dài ngắn. Trong hệ thống NR, các sơ đồ mà trong đó kênh điều khiển DL được truyền trong phần phía trước của một khe, và kênh điều khiển UL được truyền trong phần cuối cùng của một khe đang được phác thảo. Cụ thể là, kênh điều khiển UL được truyền theo cách này được gọi là PUCCH ngắn. Vì PUCCH ngắn được tạo cấu hình để được truyền trên một hoặc hai ký hiệu cuối cùng, PUCCH ngắn có thể được truyền trong khe nhỏ được mô tả ở trên. Tuy nhiên, như được nêu trên, vì hướng chùm sóng có thể thay đổi trong một khe, PUCCH ngắn không thể luôn luôn được định vị ở phần cuối cùng của khe. Theo đó, khi PUCCH ngắn được lập lịch trong vùng khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới, UE truyền PUCCH ngắn trong khe nhỏ mà trong đó chùm sóng theo cùng hướng như chùm sóng mà từ đó UE thu dịch vụ (nghĩa là, chùm sóng Rx gNB, hoặc chùm sóng Tx UE tương ứng với chùm sóng Rx gNB) hoặc chùm sóng mà trong đó gNB đã điều hướng đường truyền cho PUCCH ngắn (nghĩa là, chùm sóng Rx gNB, hoặc chùm sóng Tx UE tương ứng với chùm sóng Rx gNB) có mặt. Trong trường hợp này, PUCCH có thể được truyền ở vị trí ký hiệu cuối cùng trong khe nhỏ, vị trí ký hiệu được chỉ định bởi gNB qua báo hiệu, hoặc vị trí ký hiệu được xác định bởi quy tắc. Tuy nhiên, UE có thể ngừng việc truyền PUCCH ngắn khi chùm sóng theo cùng hướng như chùm sóng mà từ đó UE thu dịch vụ hoặc chùm sóng mà trong đó gNB đã điều hướng đường truyền cho PUCCH ngắn không có mặt.

* Ghép khe nhỏ

Trong thủ tục điều hướng chùm sóng Rx cho tập tài nguyên RACH, nếu các hướng chùm sóng Rx của các tài nguyên RACH tương ứng không khác nhau nhiều, kênh dữ liệu hoặc điều khiển có thể được truyền qua khe dài để thực hiện việc truyền trong khoảng thời gian của tập tài nguyên RACH. Điều này có thể được gọi là việc ghép khe nhỏ mà trong đó các khe nhỏ được mô tả ở trên được sử dụng qua việc ghép như được mô tả ở trên.

Fig.15 là hình vẽ minh họa ví dụ về việc truyền dữ liệu bằng cách thực hiện việc ghép khe nhỏ với cùng độ dài như khe bình thường khi BC duy trì. Cụ thể là, Fig.15 là hình vẽ minh họa việc truyền các khe nhỏ được ghép và việc đưa vào tín hiệu tham chiếu trong khoảng thời gian tài nguyên RACH khi BC duy trì. Ví dụ, một gói dữ liệu có thể được truyền trong khe dài được thu nhận bằng cách ghép các khe nhỏ sao cho khe dài có thể có cùng độ dài như khe bình thường. Trong trường hợp này, một gói dữ liệu được truyền một cách phân chia trong các khe nhỏ nằm trong khe dài.

Do đó, trong trường hợp truyền dữ liệu nhờ sử dụng các khe nhỏ được ghép, vì gNB điều hướng chùm sóng Rx của mỗi tài nguyên RACH nhờ sử dụng thông tin về hướng truyền khối SS, UE mong muốn truyền tín hiệu theo hướng có khả năng thu mỗi khối SS với chất lượng tốt nhất. Do đó, gNB thông báo UE về thông tin liên quan đến điều hướng chùm sóng Rx (ví dụ, thông tin được kết hợp với khối SS) đối với mỗi ký hiệu OFDM (khi BC không duy trì) hoặc đối với mỗi tài nguyên RACH (khi BC duy trì) trong vùng thời gian tài nguyên RACH. Trong trường hợp này, việc thu kênh dữ liệu suôn sẻ có thể không được thực hiện bởi vì chùm sóng Rx của gNB được thay đổi trong quá trình truyền tín hiệu trong khi UE thực hiện việc truyền tín hiệu qua các khe nhỏ được ghép và truyền tín hiệu tham chiếu theo định dạng được định rõ đối với khe bình thường. Do đó, cần đưa vào tín hiệu tham chiếu trong đơn vị mà trong đó hướng chùm sóng Rx của gNB thay đổi xét về sự thay đổi về hướng chùm sóng Rx của gNB. Do đó, cấu trúc tín hiệu tham chiếu cho các khe nhỏ được ghép được cấp phát trong khoảng thời gian tài nguyên RACH có thể mong muốn được định rõ. UE mà kênh dữ liệu hoặc điều khiển của định dạng khe nhỏ được ghép được cấp phát trong khoảng thời gian tài nguyên RACH cần truyền tín hiệu tham chiếu của định dạng khe nhỏ được ghép.

Trong quá trình truyền PUSCH hoặc PUCCH, nếu một chùm sóng Rx gNB ổn định cho hướng chùm sóng Tx UE của PUSCH hoặc PUCCH không có mặt hoặc các chùm sóng có chất lượng như nhau, PUSCH hoặc PUCCH dài có thể được thu một cách ổn định bằng cách truyền PUSCH hoặc PUCCH qua các khe nhỏ được ghép để sử dụng đặc tính đa dạng chùm sóng. Trong trường hợp này, gNB có thể sử dụng một cách hiệu quả tài nguyên thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới bằng cách truyền PUSCH hoặc PUCCH trong vùng tài nguyên RACH.

Ngoài ra, gNB thực hiện theo dõi chùm sóng cho chùm sóng Tx hoặc chùm sóng Rx sao cho chùm sóng có chất lượng tốt nhất được duy trì như là chùm sóng phục vụ để

duy trì một cách ổn định dịch vụ trong môi trường nhiều chùm sóng. Theo đó, gNB có thể đo chất lượng của chùm sóng Rx gNB hoặc chùm sóng Tx UE và thực hiện theo dõi chùm sóng bằng cách khiến UE thực hiện truyền lặp lại PUSCH, PUCCH dài, hoặc PUCCH ngắn trong mỗi vùng tài nguyên RACH hoặc truyền RS được định rõ để theo dõi chùm sóng qua các khe nhỏ, nhờ sử dụng đặc tính mà trong đó gNB thay đổi chùm sóng Rx trong khoảng thời gian khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới. Nghĩa là, để sử dụng hiệu quả tài nguyên để theo dõi chùm sóng, gNB có thể khiến UE truyền kênh vật lý phù hợp với đặc tính cho vùng thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới và gNB có thể sử dụng kênh vật lý như là tài nguyên để theo dõi chùm sóng. Nói cách khác, để sử dụng hiệu quả tài nguyên để theo dõi chùm sóng, gNB có thể chỉ báo, đến UE, mà UE cần truyền kênh vật lý qua chùm sóng Tx UE phù hợp với mỗi trong số (các) khe nhỏ được tạo cấu hình trong vùng thời gian mà tài nguyên RACH được cấp phát tới và gNB có thể sử dụng kênh vật lý trong mỗi khe nhỏ để theo dõi chùm sóng. Để UE truyền tín hiệu một cách hiệu quả để theo dõi chùm sóng, gNB thông báo UE về thông tin về thay đổi theo hướng chùm sóng như được mô tả ở trên và UE đưa tín hiệu tham chiếu vào mỗi chùm sóng Rx của gNB theo thông tin này và quy tắc được xác định trước và truyền tín hiệu tham chiếu. gNB có thể sử dụng tín hiệu tham chiếu như tín hiệu cho việc đánh giá kênh cho khoảng thời gian chùm sóng Rx hoặc tín hiệu cho việc đo chất lượng tín hiệu để theo dõi chùm sóng.

Khi truyền PUSCH hoặc PUCCH dài mà được thu trong gNB qua đa dạng chùm sóng, vì gNB cố gắng thu tín hiệu trong mỗi khoảng thời gian chùm sóng Rx, lợi ích anten có thể có đặc tính khác nhau. Do đó, UE có thể tạo cấu hình một cách khác nhau công suất truyền của PUSCH/PUCCH đối với mỗi hướng chùm sóng Rx (ví dụ, mỗi vùng tài nguyên RACH). Do đó, gNB có thể thông báo UE rằng thông tin kênh/tín hiệu tham chiếu và thông số điều khiển công suất, cho việc tính toán tổn thất liên kết được sử dụng cho việc điều khiển công suất mở vòng, cần được tạo cấu hình riêng đối với mỗi vùng tài nguyên RACH. UE tạo cấu hình và truyền các công suất truyền khác nhau trong vùng thời gian tài nguyên RACH nhờ sử dụng thông tin này.

Không như điều này, trong quá trình truyền tín hiệu để theo dõi chùm sóng (hoặc quản lý chùm sóng) trong các vùng tài nguyên RACH, các vùng tài nguyên RACH tương ứng cần duy trì cùng công suất truyền để gNB đo chất lượng của tín hiệu được thu bởi gNB. Trong trường hợp này, chỉ một kênh/tín hiệu tham chiếu được cần đến cho việc

điều khiển một công suất. Nếu gNB thông báo UE về thông tin về kênh/tín hiệu tham chiếu hoặc thông tin được xác định trước bởi quy tắc, UE có thể xác định cường độ của công suất truyền nhờ sử dụng kênh/tín hiệu tham chiếu và truyền PUSCH/PUCCH bằng cách áp dụng như nhau công suất truyền tới tất cả các vùng.

gNB có thể thông báo UE về việc dữ liệu UL hoặc kênh điều khiển được truyền trong vùng thời gian truyền tài nguyên RACH, nghĩa là, vùng thời gian mà tài nguyên RACH được tạo cấu hình trong ô tương ứng, được sử dụng cho đa dạng chùm sóng hoặc để theo dõi chùm sóng đối với mỗi kênh UL và khiến UE thực hiện hoạt động điều khiển công suất theo cách sử dụng ở trên.

<Cấu hình PRACH>

Cấu hình PRACH bao gồm thông tin thời gian/tần số của tài nguyên RACH và có thể được bao gồm trong thông tin hệ thống nhỏ nhất còn lại (remaining minimum system information, viết tắt là RMSI). RMSI có thể được hiểu là khối thông tin hệ thống 1 (system information block 1, viết tắt là SIB1) và thể hiện thông tin hệ thống mà UE sẽ thu sau khi thu khối thông tin hệ thống chính (master system information block, viết tắt là MIB) qua kênh phát rộng vật lý (PBCH). Khi thu thông tin cấu hình PRACH, UE có thể truyền tin nhắn 1 (message 1, viết tắt là Msg1) PRACH trên tài nguyên thời gian và tần số được chỉ định nhờ sử dụng một phần mào đầu trong tập mào đầu được bao gồm trong cấu hình PRACH. Định dạng phần mào đầu trong thông tin cấu hình PRACH cũng có thể cung cấp độ dài CP, số lần lặp lại, khoảng cách sóng mang con, độ dài chuỗi, v.v.. Dưới đây, các chi tiết về cấu hình PRACH sẽ được mô tả.

1. Cấu hình tài nguyên RACH trong miền thời gian

Fig.16 và Fig.17 là các hình vẽ minh họa cấu hình tài nguyên RACH trong miền thời gian.

Cấu hình tài nguyên RACH trong miền thời gian sẽ được mô tả dưới đây dựa vào Fig.16 và Fig.17. Dưới đây, tài nguyên RACH có thể có nghĩa là tài nguyên thời gian/tần số mà trong đó PRACH Msg1 có thể được truyền. Cụ thể là, tài nguyên RACH được kết hợp với khối SS để có thể nhận dạng hướng chùm sóng truyền DL được ưu tiên. Mỗi tài nguyên RACH trong miền thời gian được kết hợp với chỉ mục khối SS.

Tập hợp các tài nguyên RACH trong miền thời gian có thể được định rõ xét theo chu kỳ mặc định của khối SS trong ô. Nhiều tài nguyên RACH trong miền thời gian được kết hợp với một khối SS có thể có mặt trong tập tài nguyên RACH. Dựa vào Fig.16,

chu kỳ khối SS và chu kỳ tập tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình như được minh họa trên Fig.16. Chu kỳ tập tài nguyên RACH có thể được xác định dựa vào chu kỳ khối SS và, nằm trong chu kỳ tập tài nguyên RACH, nhiều tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình. Trong khi đó, chu kỳ tập tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình bởi thông tin cấu hình PRACH như được mô tả ở trên và, trong trường hợp này, chu kỳ tập tài nguyên RACH có thể bằng chu kỳ cấu hình PRACH. Theo sáng chế, chu kỳ cấu hình PRACH, nghĩa là, chu kỳ cấu hình RACH, có thể có nghĩa là chu kỳ thời gian mà trong đó tập hợp (các) tài nguyên RACH xuất hiện theo cấu hình RACH.

Trên Fig.16, mỗi lần mà tài nguyên RACH được cấp phát tới được gọi là thời điểm RACH. Nghĩa là, khi chỉ miền thời gian và miền tần số được xem xét mà không xem xét miền chuỗi, một tài nguyên RACH có thể được gọi là một thời điểm RACH. Nếu chu kỳ tập tài nguyên RACH được xác định dựa vào chu kỳ khối SS, thời gian chính xác có thể được chỉ báo như độ lệch từ thời gian truyền khối SS được kết hợp với tài nguyên RACH tương ứng. Các vị trí chính xác của các thời điểm RACH nằm trong tập tài nguyên RACH được cung cấp đến UE.

Fig.17 là hình vẽ minh họa phương pháp chỉ báo sự kết hợp giữa khối SS và tài nguyên RACH. Mỗi tập tài nguyên RACH được tạo cấu hình nhờ sử dụng chu kỳ khối SS. Vị trí bắt đầu chính xác trong miền thời gian có thể khác trên mỗi tập tài nguyên RACH tương ứng với khối SS. Do đó, thời gian lệch từ mỗi khối SS đến tập tài nguyên RACH tương ứng có thể được báo hiệu.

Khoảng thời gian của tài nguyên RACH được xác định bởi định dạng phần mào đầu PRACH. Độ dài của phần mào đầu RACH bao gồm thời gian bảo vệ (ví dụ, định dạng phần mào đầu) được tạo cấu hình phụ thuộc vào vùng phủ sóng ô. Ngoài ra, số lần lặp lại phần mào đầu xác định khoảng thời gian của tài nguyên RACH. Do đó, cấu hình của tài nguyên RACH bao gồm số lần lặp lại chuỗi RACH cho việc chỉ báo độ dài phần mào đầu ngoài định dạng phần mào đầu RACH cho độ dài CP.

Như được mô tả ở trên, trong hệ thống NR nhờ sử dụng nhiều chùm sóng, thủ tục thu nhận chùm sóng DL ban đầu tốt hơn là được thực hiện qua việc phát hiện khối SS có chất lượng thu tốt nhất. Bằng cách này, UE thông báo gNB về thông tin về chùm sóng DL được ưu tiên qua thủ tục RACH ban đầu. Do đó, trong hệ thống NR, UE có thể chỉ báo gián tiếp thông tin về chỉ mục chùm sóng tương ứng với khối SS được phát hiện bằng cách đó qua vị trí tài nguyên cho việc truyền phần mào đầu RACH. Ví dụ, như

được mô tả dựa vào Fig.5, tài nguyên RACH được liên kết tới mỗi khối SS và UE thông báo gNB về thông tin về chỉ mục chùm sóng ở dạng tài nguyên RACH được kết nối đến mỗi khối SS. Nghĩa là, UE có thể thông báo gNB về chùm sóng DL được ưu tiên bởi UE, nghĩa là, khối SS, bằng cách truyền PRACH nhờ sử dụng tài nguyên RACH được kết hợp với khối SS được phát hiện bởi UE.

Do đó, vì tài nguyên thời gian/tần số của tài nguyên RACH về cơ bản được kết nối đến khối SS, điều được mong muốn là cấp phát tài nguyên RACH dựa vào chu kỳ truyền cơ bản của khối SS được sử dụng trong thủ tục truy cập ban đầu. Tuy nhiên, khi có số lượng nhỏ các UE được định vị trong ô của gNB, tài nguyên RACH có thể được cấp phát không liên tục so với chu kỳ truyền cơ bản. Do đó, sáng chế đề xuất rằng khe mà tài nguyên RACH được cấp phát tới được định rõ như khe RACH và chu kỳ của khe RACH được tạo cấu hình như là bội số của chu kỳ truyền cơ bản của khối SS. Mặc dù phần mô tả ở trên đã được đưa ra dựa vào môi trường nhiều chùm sóng, nó có thể hiệu quả ngay cả trong môi trường chùm sóng đơn để cấp phát tài nguyên RACH theo cách tương tự như cách trong môi trường nhiều chùm sóng, để duy trì cấu trúc tương tự như cấu trúc trong môi trường nhiều chùm sóng. Ngoài ra, chu kỳ của khe RACH có thể được kết hợp với chu kỳ cấu hình RACH được tạo cấu hình bởi thông tin cấu hình PRACH được mô tả ở trên. Chu kỳ của các khe RACH trong cùng vị trí hoặc có cùng chỉ mục nằm trong một chu kỳ cấu hình RACH có thể giống như chu kỳ cấu hình RACH. Thông tin về tài nguyên thời gian RACH trong số thông tin cấp phát tài nguyên RACH được truyền bởi mạng/gNB đến UE có thể bao gồm các phần tử được mô tả dưới đây.

- 1) Chỉ số khối SS được kết hợp
- 2) Vị trí của khe RACH từ khối SS
- 3) Chu kỳ khe RACH được thể hiện như bội số của chu kỳ khối SS hoặc chức năng của chu kỳ khối SS
- 4) Trị số độ lệch để chỉ báo vị trí chính xác không mơ hồ khi chu kỳ khe RACH liên quan đến chu kỳ khối SS lớn hơn 1. Trong trường hợp này, trị số độ lệch được tạo cấu hình dựa vào số khung con 0.

Theo cách này, nếu tài nguyên thời gian/tần số mà tài nguyên RACH được cấp phát tới được kết hợp với khối SS, số lượng các tài nguyên RACH, mà tương ứng với thời gian tại đó UE có thể thực hiện việc truyền RACH, có thể về cơ bản giống như số lượng các khối SS. Thông thường, mặc dù tài nguyên RACH bao gồm tất cả các tài

nguyên thời gian, tần số, và miền mã mà trong đó phần mào đầu RACH có thể được truyền, tài nguyên RACH theo sáng chế có nghĩa là khối tài nguyên thời gian/tần số mà trong đó phần mào đầu RACH có thể được truyền, để thuận tiện cho phân mô tả. Tuy nhiên, tài nguyên RACH được nêu cùng với chuỗi mào đầu về khái niệm bao gồm miền chuỗi, nghĩa là, miền mã. Ví dụ, nếu các tài nguyên RACH chia sẻ cùng tài nguyên thời gian/tần số, các tài nguyên RACH là một tài nguyên RACH xét theo tài nguyên thời gian/tần số nhưng có thể tương ứng với các tài nguyên RACH khi lên đến miền chuỗi được xem xét.

Tuy nhiên, trong môi trường mà trong đó có số lượng nhỏ các UE nằm trong gNB, nó có thể không hiệu quả để cấp phát tài nguyên RACH khác nhau tới mỗi khối SS. Do đó, nếu gNB có thể thu các phần mào đầu RACH qua cùng chùm sóng Rx hoặc có thể đồng thời thu các phần mào đầu RACH qua các chùm sóng, cùng tài nguyên thời gian/tần số có thể được cấp phát tới các tài nguyên RACH được kết nối đến các khối SS. Nghĩa là, nhiều khối SS có thể được kết hợp với một tài nguyên RACH thời gian-tần số. Trong trường hợp này, các khối SS cho tài nguyên RACH có thể được phân biệt bởi các chỉ mục phần mào đầu hoặc các tập chỉ mục phần mào đầu được sử dụng bởi các tài nguyên RACH. Nghĩa là, số lượng các tài nguyên RACH có thể được cấp phát tới bằng hoặc ít hơn số lượng các khối SS.

gNB xác định trong vùng thời gian/tần số nào tài nguyên RACH cần được cấp phát và thông báo UE về thông tin liên quan qua thông tin hệ thống. Trong hệ thống LTE, vì một hoặc hai khung con đã cấu thành khe RACH theo định dạng phần mào đầu, nếu gNB chỉ định vị trí khung con cụ thể qua thông tin cấu hình PRACH, UE có thể nhận biết được vị trí của tài nguyên RACH trong miền thời gian. Mặt khác, trong hệ thống NR, thông tin khác với thông tin trong hệ thống LTE được yêu cầu theo cấu hình và môi trường của gNB. Cụ thể là, trong hệ thống NR, phần mào đầu RACH xác định chuỗi gốc có độ dài ngắn do sự mạnh mẽ của tần số Doppler cao, việc dò tìm chùm sóng Rx, và thiết kế khớp cho TDD/FDD và tạo cấu hình chuỗi gốc ở dạng lặp lại để đảm bảo việc dò tìm chùm sóng và vùng phủ sóng. Vì thế, có khả năng cao là vị trí của tài nguyên thời gian RACH là thay đổi theo gNB hoặc môi trường. Hơn nữa, hệ thống NR có thể được tạo cấu hình bởi các ô nhỏ có kích thước rất nhỏ. Trong trường hợp này, độ dài của phần mào đầu RACH trở nên rất ngắn và khe RACH mà trong đó các phần mào đầu RACH có thể được truyền trong miền thời gian có thể được tạo cấu hình. Ví dụ, thông

tin tài nguyên thời gian RACH có thể được cung cấp đến UE như được minh họa trên Fig.18.

Fig.18 là hình vẽ minh họa thông tin tài nguyên thời gian RACH. Thông tin liên quan đến tài nguyên thời gian của tài nguyên RACH, nghĩa là, thông tin tài nguyên thời gian PRACH, có thể bao gồm thông tin dưới đây:

- 1) Vị trí tương ứng của tài nguyên/khe RACH với vị trí khối SS của tài nguyên RACH, hoặc vị trí của khe RACH với chu kỳ SS;
- 2) Vị trí của ký hiệu OFDM mà trên đó tài nguyên RACH được bắt đầu nằm trong khe RACH;
- 3) Định dạng phân mào đầu cho tài nguyên RACH (nghĩa là, độ dài CP hoặc độ dài chuỗi) và số lần lặp lại chuỗi; và/hoặc
- 4) Thông tin về việc có bao nhiêu tài nguyên RACH được định rõ như được mô tả ở trên được cấp phát trong miền thời gian. Nếu nhiều tài nguyên RACH được cấp phát và nhiều tài nguyên RACH không liên tiếp trong miền thời gian, thông tin này chỉ báo thông tin tương ứng với mỗi vị trí, ví dụ, vị trí tương ứng hoặc vị trí tuyệt đối của mỗi tài nguyên RACH.

Trong khi đó, ngay cả nếu các tài nguyên RACH được liên kết tới nhiều khối SS chia sẻ cùng tài nguyên thời gian/tần số, UE cần truyền phân mào đầu RACH bằng cách nhận thức khối SS nào mà các tài nguyên RACH của cùng tài nguyên thời gian/tần số được liên kết tới để truyền thông tin thu nhận chùm sóng đến gNB. Do đó, các chuỗi mào đầu khả dụng trong một tài nguyên RACH cần được cấp phát riêng đối với mỗi khối SS. Trong các hệ thống LTE và NR, các chuỗi mào đầu được tạo cấu hình bởi sự kết hợp của chuỗi gốc để xác định chuỗi gốc và các phiên bản được dịch vị tuần hoàn của chuỗi và các chuỗi bảo vệ trực giao có đặc tính tương quan bằng không nằm trong mỗi chuỗi gốc. Dưới đây, để nâng cao hiệu suất của các tài nguyên, nhiều chuỗi gốc có thể được cấp phát để đảm bảo số lượng lớn các chuỗi mào đầu nằm trong tài nguyên RACH. Thông thường, tương quan chéo giữa các chuỗi gốc lớn hơn tương quan chéo giữa các chuỗi có các phiên bản dịch vị tuần hoàn khác nhau hoặc các chuỗi có các bảo vệ trực giao khác nhau. Ngoài ra, vì tín hiệu được thu từ chùm sóng khác với chùm sóng phù hợp với UE yếu về cường độ thu do đặc tính chùm sóng, hiệu suất thu RACH không bị ảnh hưởng mặc dù tương quan chéo giữa các chuỗi tương ứng có trị số hơi lớn đối với hướng chùm sóng khác với hướng chùm sóng cho UE. Do đó, nếu nhiều tài nguyên

RACH chia sẻ cùng tài nguyên thời gian/tần số, điều được mong muốn là các tài nguyên RACH tương ứng được tạo cấu hình bởi các chuỗi mã đầu có tương quan chéo nhỏ nhất có thể. Theo phương án được mô tả ở trên, nếu các chuỗi mã đầu RACH được tạo cấu hình bởi sự kết hợp của chuỗi gốc và các chuỗi có các phiên bản dịch vị tuần hoàn khác nhau hoặc các bảo vệ trực giao khác nhau nằm trong chuỗi gốc, các chuỗi mã đầu có các phiên bản dịch vị tuần hoàn khác nhau nằm trong cùng chuỗi gốc hoặc các chuỗi mã đầu có các bảo vệ trực giao khác nhau nằm trong cùng chuỗi gốc có thể được cấp phát tới các tài nguyên RACH được liên kết tới cùng chùm sóng, nghĩa là, một khối SS và sau đó các chỉ mục chuỗi gốc khác nhau có thể được cấp phát. Ví dụ, các chuỗi mã đầu có thể được cấp phát tới tài nguyên thời gian/tần số RACH, như được minh họa trên Fig.19.

Fig.19 là hình vẽ minh họa ví dụ về việc cấp phát các chuỗi mã đầu RACH.

Dựa vào Fig.19, các chuỗi gốc $\{15, 27, 127, 138\}$ được cấp phát tới một tài nguyên thời gian/tần số và các bảo vệ trực giao $\{0, 1\}$ và các phiên bản dịch vị tuần hoàn $\{0, 1, 2, 3\}$ được cấp phát tới mỗi chuỗi gốc. Nếu hai tài nguyên RACH được cấp phát tới tài nguyên thời gian/tần số, chỉ mục ZC bao gồm chỉ mục OCC và phiên bản dịch vị tuần hoàn đầu tiên được cấp phát tới tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS thứ N và tập chuỗi mã đầu RACH bao gồm hai chuỗi gốc $\{15, 27\}$ được cấp phát. Tập chuỗi mã đầu RACH còn được cấp phát theo cùng thứ tự để tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS thứ N+1. Để thông báo UE về tài nguyên RACH, gNB thông báo UE về thông tin để tạo cấu hình tập chuỗi mã đầu RACH cho mỗi tài nguyên RACH và xác định thứ tự của các chuỗi mã đầu RACH nằm trong tập chuỗi mã đầu RACH bởi quy tắc được xác định trước. Theo quy tắc được xác định trước, chỉ mục chuỗi mã đầu RACH đầu tiên tăng đối với $\{\text{chỉ mục OCC, phiên bản dịch vị tuần hoàn}\}$ và chỉ mục chuỗi mã đầu RACH tiếp theo tăng dựa vào chỉ mục chuỗi gốc. Nghĩa là, chỉ mục chuỗi mã đầu RACH tốt hơn là tăng theo thứ tự của tương quan chéo thấp giữa các chuỗi.

2. Cấu hình tài nguyên RACH trong miền tần số

Cấu hình PRACH có thể cung cấp tài nguyên RACH trong miền tần số. Khi UE cố gắng truyền PRACH ở trường hợp mà trong đó UE chưa được kết nối đến ô, UE có thể không nhận biết toàn bộ dải tần hệ thống hoặc lập chỉ mục khối tài nguyên.

Trong hệ thống LTE, SS được truyền ở trung tâm của dải tần hệ thống và PBCH

cung cấp dải tần hệ thống sao cho UE có thể dễ dàng thu nhận vị trí chính xác của tài nguyên RACH. Tuy nhiên, trong hệ thống NR, SS không được đảm bảo được truyền ở trung tâm của dải tần hệ thống. Do đó, trong hệ thống NR, có thể không dễ dàng thu nhận lập chỉ mục khối tài nguyên khi UE truyền PRACH. Vì thế, phương pháp cung cấp vị trí tài nguyên RACH trong miền tần số được cần đến.

Các UE ở chế độ không tải thu đồng bộ hóa tần số dựa vào khối SS và do đó tốt hơn là thông tin về vị trí tần số của tài nguyên RACH được cung cấp xét theo dải tần khối SS. Tài nguyên RACH trong miền tần số cần được định vị nằm trong dải tần của khối SS mà trong đó UE phát hiện khối SS. Dải tần truyền của phần mào đầu RACH có trị số cố định với khoảng cách sóng mang con mặc định 15 kHz của PSS/SSS/PBCH. Ví dụ, dải tần truyền của phần mào đầu RACH có thể được cố định đến 1,08 MHz ở khoảng cách sóng mang con mặc định 15 kHz. Nếu dải tần truyền của phần mào đầu RACH là 1,08 MHz, dải tần truyền của khối SS được giả định có khoảng cách sóng mang con 15 kHz bằng bốn lần dải tần truyền của phần mào đầu RACH. Mạng cần cung cấp vị trí chính xác của tài nguyên RACH trong miền tần số nằm trong khối SS.

Nếu mạng tạo cấu hình tài nguyên RACH bên ngoài khối SS mà trong đó PSS/SSS/PBCH được truyền, thông tin về tài nguyên RACH cần được báo hiệu dựa vào dải tần của khối SS và dải tần của tài nguyên RACH. Toàn bộ dải tần hệ thống được lập chỉ mục theo các đơn vị của dải tần khối SS.

3. Số lượng các tài nguyên trong miền thời gian

Nếu chuỗi ZC ngắn được sử dụng cho phần mào đầu PRACH NR, chuỗi ZC ngắn có thể gây ra thiếu hụt chuỗi trong tài nguyên thời gian (được định rõ như CP và phần mào đầu RACH). Để giải quyết vấn đề này, nhiều tài nguyên thời gian và tần số trong RACH có thể được cấp phát cho tài nguyên RACH và gNB cần thông báo UE về bao nhiêu lần các tài nguyên được sử dụng trong khe RACH ngoài thông tin tài nguyên tần số.

4. Thông tin chuỗi

Trong hệ thống LTE, 64 chuỗi được cấp phát tới tài nguyên RACH. Nếu mã gốc (nghĩa là, chuỗi gốc) được gán, sau đó phiên bản dịch vị tuần hoàn của mã gốc đầu tiên được ánh xạ đến chỉ mục phần mào đầu trước khi sử dụng của mã gốc khác do đặc tính tương quan chéo bằng không.

NR PRACH có thể sử dụng lại cùng đặc tính. Các chuỗi với đặc tính tương quan

chéo bằng không đầu tiên có thể được cấp phát cho phần mào đầu RACH. Tương quan chéo bằng không được cung cấp bởi phiên bản dịch vị tuần hoàn và bảo vệ trực giao được xác định trước (nếu được định rõ). Nếu mã gốc được gán, sau đó bảo vệ trực giao được cấp phát bởi quy tắc được xác định trước hoặc cấu hình và phiên bản dịch vị tuần hoàn với mã gốc và bảo vệ trực giao được ánh xạ đến chỉ mục phần mào đầu.

Tóm lại, cấu hình PRACH được báo hiệu đến UE bởi gNB có thể bao gồm các thông số dưới đây:

- Cấp phát tài nguyên RACH trong miền thời gian/tần số: định dạng phần mào đầu (khoảng thời gian CP và số lần lặp lại của chuỗi ZC)
- Thông tin chuỗi: chỉ mục mã gốc, chỉ mục bảo vệ trực giao (nếu được định rõ), độ dài dịch vị tuần hoàn

5. Sự kết hợp giữa tài nguyên RACH và chỉ mục khối SS

Dưới đây, phương pháp báo hiệu thông tin liên kết giữa các hướng chùm sóng truyền của gNB và các tài nguyên RACH ở trạng thái truy cập ban đầu đến UE sẽ được mô tả chi tiết. Hướng chùm sóng truyền của gNB là để chỉ hướng chùm sóng của khối SS như được mô tả ở trên và, khi UE có thể quan sát/đo RS cụ thể ngoài khối SS ở trạng thái truy cập ban đầu, hướng chùm sóng truyền của gNB có thể đề cập thêm đến RS tương ứng. Ví dụ, RS cụ thể có thể là CSI-RS.

Trong NR, các khối SS có thể được tạo nên và được truyền theo số lượng các chùm sóng của gNB. Mỗi khối SS có thể có chỉ mục duy nhất. UE có thể dẫn ra chỉ mục của khối SS mà PSS/SSS/PBCH tương ứng thuộc về bằng cách phát hiện PSS/SSS và giải mã PBCH. Tiếp theo, thông tin hệ thống được truyền bởi gNB bao gồm thông tin cấu hình RACH. Thông tin cấu hình RACH có thể bao gồm danh mục của nhiều tài nguyên RACH, thông tin để nhận dạng nhiều tài nguyên RACH, và thông tin liên kết giữa mỗi tài nguyên RACH và mỗi khối SS.

Trong phần mô tả ở trên, tài nguyên RACH đã được giới hạn ở tài nguyên thời gian/tần số mà trong đó UE có khả năng truyền phần mào đầu PRACH. Tương tự, trong phần mô tả được đưa ra dưới đây, tài nguyên RACH cũng giới hạn ở tài nguyên thời gian/tần số. Dưới đây, phương pháp để chỉ báo vị trí RACH trong miền tần số cũng như vị trí RACH trong miền thời gian sẽ được mô tả. Như được mô tả ở trên, một tài nguyên RACH đã được liên kết tới một hoặc nhiều khối SS và các tài nguyên RACH liên tiếp trong miền thời gian đã được định rõ như tập tài nguyên RACH. Các tập tài nguyên

RACH mà liên tiếp trong miền tần số cũng như trong miền thời gian được định rõ như một khối tài nguyên RACH.

Fig.20 là hình vẽ minh họa khối tài nguyên RACH.

Như được minh họa trên Fig.20, khối tài nguyên RACH có thể được định rõ như một đoạn thời gian/tần số mà trong đó các tài nguyên RACH được thu thập. Các tài nguyên RACH tương ứng trong khối tài nguyên RACH có các chỉ mục duy nhất được xác định bởi các vị trí thời gian/tần số.

Các chỉ mục tài nguyên RACH trong khối tài nguyên RACH được ánh xạ bởi quy tắc cụ thể. Ví dụ, các chỉ mục tài nguyên RACH có thể được gán theo thứ tự tần số-thời gian hoặc thứ tự thời gian-tần số. Ví dụ, dựa vào Fig.20, trong trường hợp thứ tự tần số-thời gian, các tài nguyên RACH trong khối tài nguyên RACH có thể được lập chỉ mục như dưới đây.

- Tài nguyên RACH #0 (thời gian, tần số): (0,0),
- Tài nguyên RACH #1: (1, 0)
- Tài nguyên RACH #2: (2, 0)
-

Dưới đây, đơn vị của độ dài trục thời gian trong khối tài nguyên RACH có thể được xác định bởi định dạng phần mào đầu RACH và đơn vị của độ dài trục tần số có thể được xác định bởi đơn vị của dải tần tài nguyên RACH (ví dụ, 1,08 MHz) hoặc nhóm khối tài nguyên (resource block group, viết tắt là RBG).

Trong khi đó, khi UE yêu cầu truyền thông tin hệ thống bằng cách truyền phần mào đầu RACH cụ thể, các khối tài nguyên RACH có thể được chỉ định trong một hệ thống/ô theo số lượng các khối SS hoặc nhằm mục đích truyền thông tin hệ thống. Đặc biệt là, khi có số lượng lớn các khối SS, nếu tất cả các tài nguyên RACH tương ứng với các khối SS tương ứng được tạo cấu hình liên tiếp như được nêu trên, một vài hạn chế có thể được đặt trên dịch vụ dữ liệu UL/DL. Do đó, mạng có thể tạo cấu hình các tài nguyên RACH liên tiếp trong miền thời gian/tần số như là khối tài nguyên RACH và sắp xếp không liên tục mỗi trong số các khối tài nguyên RACH được tạo cấu hình. Do đó, các khối tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình và mỗi trong số các khối tài nguyên RACH cũng có thể có chỉ mục duy nhất.

Nói cách khác, khoảng thời gian mà trong đó (các) khối tài nguyên RACH được tạo cấu hình (dưới đây gọi là khoảng thời gian cấu hình RACH) có thể được chỉ định

trong một hệ thống/ô và một hoặc nhiều khối RACH có thể có mặt trong khoảng thời gian cấu hình RACH. Fig.21 là hình vẽ minh họa khoảng thời gian cấu hình RACH theo sáng chế. Thông tin về mạng/gNB nào cần thông báo UE có thể bao gồm độ dài của khoảng thời gian cấu hình RACH, số lượng các khối tài nguyên RACH (nghĩa là, các khối RACH), và vị trí của mỗi khối RACH. Như được minh họa trên Fig.21, các khoảng giữa các khối RACH nằm trong khoảng thời gian cấu hình RACH có thể được chỉ báo tới UE. Ví dụ, mạng/gNB có thể thông báo UE về vị trí tương ứng từ khối RACH #0, chẳng hạn như số lượng các khe hoặc thông tin độ lệch của đơn vị thời gian tuyệt đối, như thông tin vị trí khối RACH, hoặc có thể thông báo trực tiếp UE về chỉ mục khe bắt đầu của mỗi khối RACH nằm trong khoảng thời gian cấu hình RACH.

Mỗi tài nguyên RACH nằm trong mỗi khối tài nguyên RACH có thể có cấu hình duy nhất. Trong trường hợp này, tần suất xuất hiện và chu kỳ của mỗi tài nguyên RACH có thể khác nhau và mỗi tài nguyên RACH có thể được liên kết tới khối SS, CSI-RS, hoặc hướng chùm sóng DL cụ thể. Trong mỗi tương quan liên kết này, thông tin về mối tương quan liên kết được cung cấp đến UE. Fig.22 là hình vẽ minh họa cấu hình của mỗi tài nguyên RACH nằm trong khối tài nguyên RACH. Các chỉ mục khe mà có thể được dành riêng như các tài nguyên RACH trong chu kỳ tài nguyên RACH cụ thể có thể được định rõ trong tài liệu chuẩn. Như được minh họa trên Fig.22, các số cấu hình khác nhau có thể được cấp phát theo tần suất xuất hiện của tài nguyên RACH. Mạng/gNB có thể thông báo UE về tần suất xuất hiện/chu kỳ của tài nguyên RACH cụ thể bằng cách chỉ báo số cấu hình cụ thể qua thông tin hệ thống.

Mạng có thể thông báo UE về số lượng các khối tài nguyên RACH (nghĩa là, các khối RACH) và thời gian bắt đầu (ví dụ, chỉ mục khe) của mỗi khối tài nguyên RACH. Ngoài ra, khi thông báo UE về thông tin về mỗi khối tài nguyên RACH, mạng thông báo UE về số lượng N_t của các tài nguyên RACH trong miền thời gian và số lượng N_f của các tài nguyên RACH trong miền tần số. N_t và N_f có thể khác theo mỗi khối tài nguyên RACH. Mạng/gNB ánh xạ các chỉ mục tài nguyên RACH trong khối tài nguyên RACH theo các vị trí thời gian/tần số của các tài nguyên RACH và thông báo UE về thông tin chỉ báo chu kỳ/tần suất xuất hiện của mỗi tài nguyên RACH (ví dụ, số cấu hình) và thông tin về chỉ mục khối SS được liên kết hoặc CSI-RS. Trong trường hợp này, chu kỳ/tần suất xuất hiện của mỗi tài nguyên RACH có thể được chỉ báo tới UE bằng cách chỉ báo số cấu hình cụ thể mà được tạo cấu hình theo tần suất xuất hiện của

tài nguyên RACH như được mô tả ở trên.

Ngoài ra, định dạng phần mào đầu RACH có thể được tạo cấu hình đối với mỗi tài nguyên RACH. Mặc dù tất cả các định dạng phần mào đầu RACH có thể được tạo cấu hình như nhau trong hệ thống, các định dạng phần mào đầu RACH được mô tả ở trên có thể được tạo cấu hình khác nhau giữa các khối tài nguyên RACH trong khi duy trì như nhau khoảng cách sóng mang con và số lần lặp lại trong khối tài nguyên RACH trong thực tế. Đáng chú ý là, mặc dù số lần lặp lại của phần mào đầu RACH trong cùng khối tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình như nhau, các tài nguyên RACH tương ứng được bao gồm trong khối tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình để sử dụng các chuỗi mào đầu khác nhau. Ví dụ, các tài nguyên RACH tương ứng trong khối tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình để sử dụng các chỉ mục gốc khác nhau hoặc các phiên bản dịch vị tuần hoàn (cyclic shift, viết tắt là CS).

Tóm lại, xét theo báo hiệu cho cấu hình RACH, mạng thực hiện thủ tục nhận dạng tài nguyên thời gian/tần số cho việc truyền phần mào đầu RACH, nghĩa là, tài nguyên RACH. Do đó, theo sáng chế, chỉ mục tài nguyên RACH được xác định bởi chỉ mục khối tài nguyên RACH và bởi chỉ mục tài nguyên RACH nằm trong khối tài nguyên RACH và tần suất xuất hiện/chu kỳ của tài nguyên RACH của mỗi chỉ mục tài nguyên RACH có thể tương ứng với mỗi trong số các số cấu hình RACH. Ngoài ra, mạng truyền, đến UE, thông tin về phần mào đầu RACH có khả năng được sử dụng trong mỗi tài nguyên RACH và thông tin về chỉ mục khối SS được liên kết hoặc chỉ mục CSI-RS. Bằng cách này, UE có thể thu thông tin về tài nguyên thời gian/tần số RACH và tài nguyên phần mào đầu cần được sử dụng khi thực hiện thủ tục RACH cho hướng chùm sóng DL cụ thể và thực hiện thủ tục RACH nhờ sử dụng tài nguyên tương ứng.

<Các định dạng phần mào đầu RACH cho việc chỉnh thẳng biên khe/ký hiệu>

Dưới đây, định dạng phần mào đầu RACH được mô tả dựa vào Fig.10 sẽ được mô tả chi tiết. Xét về các đặc điểm và các yêu cầu của định dạng phần mào đầu RACH trong NR được mô tả trên Fig.10, mối tương quan giữa tài nguyên RACH và định dạng phần mào đầu RACH theo sáng chế được mô tả và cách các định dạng phần mào đầu RACH của sáng chế được chỉnh thẳng với khe UL và biên khe của hệ thống NR được giải thích.

Thông thường, phần chuỗi của phần mào đầu RACH trong LTE sử dụng chuỗi ZC có độ dài 839 có khoảng cách sóng mang con (subcarrier spacing, viết tắt là SCS)

1,25 kHz và phần mào đầu RACH trong LTE thường chiếm khung con 1 ms. các định dạng phần mào đầu RACH trong hệ thống LTE được liệt kê trong bảng 1. Mặc dù các phần mào đầu RACH có cùng độ dài chuỗi, nếu các phạm vi phủ sóng mà các phần mào đầu RACH mong muốn hỗ trợ khác nhau, các phần mào đầu RACH có thể có các độ dài CP khác nhau. Khi độ dài CP tăng, vùng phủ sóng mà có thể được hỗ trợ bởi ô tương ứng tăng và, khi độ dài CP giảm, vùng phủ sóng mà có thể được hỗ trợ bởi ô tương ứng giảm. Khi độ dài của chuỗi cấu thành phần mào đầu tăng, vì bộ thu có thể thu tín hiệu bằng cách thu thập nhiều năng lượng, lợi ích kết hợp có thể được thu nhận và do đó hiệu suất phát hiện của RACH có thể được nâng cao.

Trong hệ thống NR, hai loại chuỗi RACH có thể được định rõ. Tương tự như trường hợp của hệ thống LTE, chuỗi dài nhằm mục đích hỗ trợ vùng phủ sóng rộng và chuỗi ngắn cho lặp lại RACH của UE và quét chùm sóng Rx của gNB có thể được định rõ. Chuỗi ngắn không chỉ có mục đích lặp lại RACH bởi UE và quét chùm sóng Rx bởi gNB mà còn có mục đích hỗ trợ tốc độ cao và ngay lập tức cung cấp dịch vụ mà quan trọng đối với độ trễ của hệ thống truyền thông bằng cách không dành riêng tài nguyên UL quá dài.

Chuỗi RACH dài để hỗ trợ vùng phủ sóng rộng có thể được đưa vào hệ thống NR ở dạng tương tự như dạng của hệ thống LTE nhờ sử dụng chuỗi RACH của hệ thống LTE hoặc sửa đổi một phần của chuỗi RACH của hệ thống LTE. Tuy nhiên, trong chuỗi RACH ngắn, định dạng phần mào đầu cần được thiết kế để phù hợp với mục đích của chuỗi RACH ngắn và tài nguyên RACH mà trong đó phần mào đầu RACH tương ứng cần được truyền có thể khớp tốt truyền PUSCH UL.

Fig.23 là hình vẽ minh họa cấu trúc khe. Cụ thể là, Fig.23(a) là hình vẽ minh họa cấu trúc khe trong khe có 14 ký hiệu và Fig.23(b) là hình vẽ minh họa cấu trúc khe trong khe có 7 ký hiệu. Trong NR, điều được xem xét tạo cấu hình một khe như 7 ký hiệu hoặc 14 ký hiệu. Trên Fig.23, “DD/UD” có nghĩa là dữ liệu DL hoặc dữ liệu UL có thể được lập lịch trên ký hiệu tương ứng. Tương tự, trên Fig.23, “Gap/DC/DD” có nghĩa là khoảng (gap), điều khiển DL, hoặc dữ liệu DL có thể được truyền sau ký hiệu điều khiển DL (DL control, viết tắt là DC), mà là ký hiệu thứ nhất.

Sáng chế đề xuất phương pháp cho mạng để sử dụng một cách hiệu quả tài nguyên RACH và tài nguyên dữ liệu UL (ví dụ, PUSCH). Theo sáng chế, SCS của chuỗi RACH ngắn sử dụng cùng trị số như là SCS PUSCH mặc định của ô tương ứng để khớp các tốc

độ lấy mẫu của PRACH và PUSCH.

Fig.24 là hình vẽ minh họa định dạng phần mào đầu RACH trong ký hiệu OFDM. Như được minh họa trên Fig.24, nếu một phần mào đầu ký hiệu RACH được truyền nhờ sử dụng chuỗi RACH ngắn, độ dài CP trở nên quá ngắn sao cho vùng phủ sóng mà có thể được hỗ trợ bởi phần mào đầu RACH tương ứng trở nên quá hẹp. Do đó, một phần mào đầu ký hiệu RACH có thể không chức năng như phần mào đầu RACH thực tế. Theo đó, theo sáng chế, hai ký hiệu được tạo cấu hình như là đơn vị ký hiệu RACH nhỏ nhất trong quá trình truyền chuỗi RACH ngắn và, nếu cần thiết, độ dài CP có thể tăng hoặc số lần lặp lại có thể được điều chỉnh bằng cách mở rộng số lượng các ký hiệu RACH. Số lượng các ký hiệu RACH có thể được mở rộng đến bội số của đơn vị cơ bản.

Fig.25 và Fig.26 là các hình vẽ minh họa việc chỉnh thẳng các phần mào đầu RACH trong khe. Cụ thể là, Fig.25 và Fig.26 là các hình vẽ minh họa các vị trí ký hiệu mà tại đó các phần mào đầu PRACH có thể được truyền trong khe có 14 ký hiệu khi phần mào đầu RACH có độ dài 2, 4, 6, hoặc 12 ký hiệu, nghĩa là, các tài nguyên RACH trong khe. Trên Fig.25 và Fig.26, “RACH(x)” chỉ báo số lần lặp lại của phần mào đầu (nghĩa là, số lần lặp lại của chuỗi RACH). Dưới đây, “RACH(x)” được gọi là x ký hiệu RACH, x các tài nguyên ký hiệu RACH, hoặc x các phần mào đầu ký hiệu RACH.

Dựa vào Fig.25(a), trong trường hợp 14 ký hiệu RACH, nghĩa là, RACH mà trong đó phần mào đầu RACH có độ dài 1 ký hiệu được lặp lại 14 lần, phần mào đầu RACH chiếm toàn bộ khe có độ dài 1 ms. Nếu tín hiệu khác với phần mào đầu RACH được truyền, nghĩa là, nếu điều khiển/dữ liệu DL hoặc điều khiển/dữ liệu UL được truyền, trong khe liền kề ngay sau khe mà trong đó phần mào đầu RACH được truyền, tín hiệu dữ liệu/điều khiển liền kề cần được bảo vệ bằng cách đưa thời gian bảo vệ (GT) vào đầu cuối cùng của phần mào đầu RACH được lặp lại 14 lần để không truyền tín hiệu trong thời gian định trước. Tương tự, trong trường hợp RACH mà trong đó một phần mào đầu được lặp lại 12 lần, ví dụ, trong trường hợp 12 ký hiệu RACH của Fig.25(b), nếu tín hiệu dữ liệu/điều khiển khác với phần mào đầu RACH được truyền trên ký hiệu ngay sau RACH, GT được đưa vào phần phía sau của phần mào đầu RACH. Fig.25(a) là hình vẽ minh họa định dạng phần mào đầu có khả năng được sử dụng khi khe tương ứng là khe chỉ UL. Đối với điều khiển DL, nếu ký hiệu OFDM đầu tiên của khe tương ứng được sử dụng và ký hiệu thứ 14 cuối cùng được dành riêng cho việc truyền điều khiển UL, định dạng phần mào đầu RACH có độ dài dài nhất được minh họa trên Fig.25(b).

Giả định rằng một ký hiệu cho việc điều khiển DL và một ký hiệu cho việc điều khiển UL được sử dụng, các vị trí mà tại đó các phần mào đầu RACH có thể được truyền trong một khe đối với 2 ký hiệu RACH, 4 ký hiệu RACH, và 6 ký hiệu RACH được minh họa trên Fig.25 và Fig.26. Trên Fig.25, tài nguyên RACH được tạo cấu hình ở các vị trí ngoại trừ các ký hiệu thứ nhất và cuối cùng sao cho ký hiệu thứ nhất của khe có thể được sử dụng cho việc điều khiển DL và vùng điều khiển UL của ký hiệu cuối cùng có thể được bảo vệ, ngoại trừ Fig.25(a) minh họa định dạng phần mào đầu RACH có độ dài 14 ký hiệu. Trên Fig.26, tín hiệu điều khiển DL của ký hiệu thứ nhất được tránh, ký hiệu thứ hai được làm trống xét về thời gian chuyển đổi DL sang UL của gNB, và phần mào đầu RACH được truyền bắt đầu từ ký hiệu thứ ba. Nếu phần mào đầu RACH được tạo cấu hình để chiếm các ký hiệu lên đến vùng điều khiển UL mà là ký hiệu cuối cùng của khe, tín hiệu RACH được ưu tiên hơn điều khiển UL trong khoảng thời gian ký hiệu tương ứng. Nghĩa là, nếu tài nguyên thời gian/tần số cụ thể trong vùng thời gian/tần số mà trong đó UE cần truyền điều khiển UL được tạo cấu hình như tài nguyên RACH, UE ngừng việc truyền điều khiển UL trong tài nguyên thời gian/tần số tương ứng.

Như được minh họa trên Fig.25 và Fig.26(b) đến 26(e), các tài nguyên RACH có thể được tạo cấu hình trong một khe được tạo cấu hình cho RACH và các tài nguyên RACH có thể liên tiếp. Khi mạng tạo cấu hình nhiều tài nguyên RACH, nếu nhiều tài nguyên RACH được ghép trong miền thời gian, GT không cần được đưa vào giữa các tài nguyên RACH được ghép với giả định rằng độ dài CP của các phần mào đầu RACH được truyền trong các tài nguyên RACH được ghép là đủ. Nghĩa là, nếu tập hợp các tài nguyên RACH được ghép trong miền thời gian được gọi là khối RACH (hoặc nhóm RACH), GT không cần được đưa vào phần mào đầu RACH được truyền trong tài nguyên RACH nằm trong khối RACH. Dưới đây, ý nghĩa của “GT được đưa vào” là tín hiệu không được truyền trong khoảng thời gian tương ứng, nghĩa là, khoảng thời gian tương ứng là rỗng. GT được đưa vào phần mào đầu RACH được truyền trong tài nguyên RACH sau cùng trong miền thời gian nằm trong khối RACH, nghĩa là, khoảng cách thời gian mà tại đó việc truyền tín hiệu không được thực hiện trong khoảng thời gian định trước được tạo cấu hình, sao cho các tín hiệu khác được truyền sau khi phần mào đầu RACH được bảo vệ. Trong trường hợp định dạng phần mào đầu RACH bao gồm lặp lại của phần mào đầu, các tín hiệu liên tiếp được truyền trong tài nguyên RACH ngay cả nếu phần mào đầu được lặp lại.

Khi phân mào đầu RACH được truyền một cách lặp lại, nếu số lần lặp lại tăng, nghĩa là, nếu số lượng các ký hiệu được sử dụng cho việc truyền RACH tăng, độ dài CP có thể tăng. Trong trường hợp hai ký hiệu ví dụ, mặc dù định dạng truyền dữ liệu trong hai ký hiệu được tạo cấu hình ở dạng CP-dữ liệu-CP-dữ liệu, nghĩa là, mặc dù CP+dữ liệu được truyền trên một trong số hai ký hiệu và CP+dữ liệu được truyền trên một trong số hai ký hiệu còn lại, phân mào đầu RACH có thể được truyền ở dạng CP-CP-chuỗi-chuỗi-(GT) cho việc mở rộng vùng phủ sóng. Fig.27 là hình vẽ minh họa các định dạng phân mào đầu RACH để chỉnh thẳng phân mào đầu RACH và biên ký hiệu bằng cách tăng độ dài CP theo sáng chế. Cụ thể là, Fig.27 là hình vẽ minh họa tăng độ dài CP theo số lần lặp lại của phân mào đầu RACH. Sau đó, vùng phủ sóng ô được hỗ trợ bởi định dạng phân mào đầu RACH tương ứng có thể được mở rộng bằng cách lặp lại phân mào đầu RACH, nghĩa là, lặp lại chuỗi RACH. Trong định dạng phân mào đầu RACH của Fig.27, GT được định vị nằm trong tài nguyên RACH cuối cùng của khối RACH trong miền thời gian.

Fig.28 là hình vẽ minh họa tài nguyên RACH trong khe bao gồm 7 ký hiệu và ánh xạ phân mào đầu RACH theo số lần lặp lại phân mào đầu. Như được mô tả ở trên, khi các tín hiệu dữ liệu/điều khiển khác được truyền sau tài nguyên RACH, GT được đưa vào tài nguyên RACH ngay trước các tín hiệu dữ liệu/điều khiển. Nghĩa là, trong suốt GT, các tín hiệu không được truyền và được làm trống.

Fig.29 là ký hiệu OFDM rỗng được định vị sau ký hiệu RACH.

GT được đưa vào điểm mà tại đó các tài nguyên RACH được ghép được kết thúc, nghĩa là, ở vị trí cuối cùng của khối RACH, bằng cách đó bảo vệ tín hiệu tiếp theo. Phương pháp khác bảo vệ tín hiệu tiếp theo để làm trống ký hiệu sau các tài nguyên RACH, nghĩa là, ký hiệu ngay sau khối RACH. Nói cách khác, không có tín hiệu nào được truyền trên ký hiệu ngay sau khối RACH. Nếu ký hiệu sau khối RACH là rỗng, GT không cần được đưa vào ký hiệu cuối cùng của khối RACH. Ký hiệu OFDM rỗng tương ứng được sử dụng như GT bằng cách làm trống ký hiệu ngay sau khối RACH và tín hiệu được truyền sau ký hiệu OFDM rỗng có thể được bảo vệ. Để tạo ra ký hiệu OFDM cụ thể rỗng, ký hiệu OFDM cụ thể có thể được báo hiệu trước bởi gNB đến UE hoặc được chỉ định bởi các chuẩn. Ví dụ, trong quá trình truyền cấu hình PRACH đến UE, gNB có thể báo hiệu, đến UE, rằng ký hiệu cụ thể là rỗng. Theo cách khác, khi gNB tạo cấu hình các tài nguyên RACH được ghép trong miền thời gian, UE có thể thu toàn

bộ thông tin này và có thể giả định giữa UE và gNB rằng thời điểm mà tại đó các tài nguyên RACH liên tiếp được kết thúc, nghĩa là, ký hiệu ngay sau khối RACH, là rỗng. Theo cách khác, việc ký hiệu ngay sau khối RACH là rỗng hay không có thể được báo hiệu. Nếu gNB lệnh rằng ký hiệu ngay sau khối RACH là rỗng, UE có thể tạo ra ký hiệu ngay sau khối RACH rỗng và không bao gồm GT trong phần mào đầu RACH nằm trong khối RACH. Khi thu lệnh chỉ báo rằng ký hiệu ngay sau khối RACH không cần là rỗng, nếu UE truyền phần mào đầu trong tài nguyên RACH sau cùng nằm trong khối RACH trong miền thời gian, UE tạo cấu hình GT trong đó tín hiệu không được truyền sau khi truyền phần mào đầu, trong tài nguyên RACH tương ứng.

Lợi ích của phương pháp mà trong đó các tài nguyên RACH được ghép trong miền thời gian là không cần phải đưa GT vào mỗi phần mào đầu RACH. Vì độ dài CP của phần mào đầu RACH được truyền trong tài nguyên RACH được truyền ngay sau một phần mào đầu RACH là đủ dài, CP tương ứng có thể được sử dụng như GP của phần mào đầu RACH được truyền trong tài nguyên RACH trước. Do đó, sáng chế đề xuất đầu tiên lập chỉ mục các tài nguyên RACH trong miền thời gian và tiếp theo lập chỉ mục các tài nguyên RACH trong miền tần số. Nghĩa là, dựa vào Fig.20, các tài nguyên RACH đầu tiên được tạo cấu hình trong miền thời gian. Tiếp theo, nếu các tài nguyên RACH không đủ số lượng được cần đến, các tài nguyên RACH có thể còn được tạo cấu hình trong miền tần số. Theo đó, việc lập chỉ mục các tài nguyên RACH nằm trong khối RACH mong muốn được thực hiện đầu tiên trong miền thời gian.

Dưới đây, phương pháp ghép kênh các tài nguyên RACH cho các định dạng phần mào đầu RACH có các độ dài lặp lại khác nhau trong cùng khe sẽ được mô tả dựa vào Fig.30. Fig.30 là hình vẽ minh họa phương pháp ghép kênh các tài nguyên RACH trong khe. Trên Fig.30, “RACH(x)” chỉ báo số lần lặp lại của phần mào đầu (nghĩa là, số lần lặp lại của chuỗi RACH) trong tài nguyên RACH tương ứng. Dưới đây, “RACH(x)” được gọi là x ký hiệu RACH, x các tài nguyên ký hiệu RACH, hoặc x các phần mào đầu ký hiệu RACH.

Xét về nhiều chùm sóng, các hướng Rx DL đích giữa các tài nguyên RACH được định vị trong các tần số khác nhau cùng một lúc cần giống nhau. Nghĩa là, các hướng Rx của gNB cần giống nhau. Ví dụ, dựa vào Fig.30(a), hướng Rx của gNB đối với tài nguyên 6 ký hiệu RACH (“RACH(6)” trên Fig.30) bắt đầu trên ký hiệu của chỉ mục 3 cần tương đương hướng Rx của gNB của RACH(4) và RACH(2), được lồng nhau bởi

tài nguyên RACH tương ứng tại thời gian tương ứng, nghĩa là, được định vị nằm trong biên ký hiệu của RACH(6). Điều này có nghĩa là các kênh/các tín hiệu DL của gNB được kết hợp với các tài nguyên RACH cần tương đương và, thông thường, điều này có thể có nghĩa là các chỉ mục của các khối SS được kết hợp với các tài nguyên RACH tương ứng cần tương đương. Ví dụ, dựa vào Fig.30(a), RACH(6) có thể được sử dụng cho định dạng phần mào đầu RACH có chuỗi RACH được lặp lại 6 lần. RACH(4) và RACH(2) trong các tần số khác với các tần số của RACH(6) nằm trong khoảng thời gian của RACH(6), có thể được tạo nên sao cho một RACH(4) cho định dạng phần mào đầu RACH có chuỗi RACH được lặp lại 4 lần và một RACH(2) cho định dạng phần mào đầu RACH có chuỗi RACH được lặp lại hai lần được tạo cấu hình liên tiếp trong miền thời gian. Theo cách khác, 3 RACH(2) có thể được tạo cấu hình liên tiếp trong miền thời gian trong các tần số khác với các tần số của RACH(6) nằm trong khoảng thời gian của RACH(6). Do đó, phương pháp này tạo cấu hình các tài nguyên RACH khác nhau bằng cách thay đổi các độ dài của các chuỗi RACH, kết quả là, bằng cách thay đổi các định dạng phần mào đầu RACH, ngay cả khi các chuỗi RACH được kết hợp với cùng khối SS có thể được sử dụng để phân biệt giữa tài nguyên RACH dựa vào tranh chấp và tài nguyên RACH tranh chấp tự do hoặc để tạo cấu hình tài nguyên RACH bổ sung để yêu cầu thông tin hệ thống khi truyền RACH được sử dụng cho yêu cầu thông tin hệ thống. Thông thường, tài nguyên RACH cho truy cập ban đầu dựa vào tranh chấp có thể chiếm độ dài dài (nghĩa là, số lượng lớn) của các ký hiệu và tài nguyên RACH có mục đích chuyển vùng có khả năng cao là UE nhận thức vùng phủ sóng của ô đích đến một mức độ nào đó hoặc yêu cầu thông tin hệ thống có thể chiếm độ dài tương đối ngắn (nghĩa là, số lượng nhỏ) của các ký hiệu.

Dưới đây, định dạng phần mào đầu RACH trong hệ thống NR sẽ được mô tả chi tiết dựa vào phần mô tả ở trên của sáng chế. Liên quan đến định dạng phần mào đầu RACH cho hệ thống NR, sáng chế đã được giả định rằng độ dài ký hiệu dữ liệu (nghĩa là, khoảng thời gian ký hiệu hiệu lực tương ứng với tín hiệu dữ liệu/thông tin thuần) trong một ký hiệu OFDM là $2048 \cdot T_s$ và độ dài CP trong một ký hiệu OFDM là $144 \cdot T_s$. Do đó, độ dài của một ký hiệu OFDM khả dụng cho việc truyền dữ liệu là $(2048+144) \cdot T_s$, trong đó T_s là thời gian lấy mẫu. Dưới đây, để thuận tiện cho phần mô tả, T_s sẽ được bỏ qua khi nhắc đến độ dài ký hiệu. Bảng 8 liệt kê các số hiệu dựa vào độ dài của một ký hiệu OFDM của phần mào đầu có SCS 15 kHz và độ dài chuỗi RACH

139. Trong bảng 8, độ dài ký hiệu hiệu lực 2048 là độ dài khác với CP trong khoảng thời gian ký hiệu OFDM. Cụ thể là, bảng 8 thể hiện các số hiệu của ký hiệu OFDM cấu thành khe khi tần số lấy mẫu là 30,72 MHz và đơn vị lấy mẫu thời gian là $T_s = 1/(15000 \cdot 2048)$ dựa vào SCS 15 kHz và FFT 2048. Trong trường hợp này, cấu hình đa đường truyền được hỗ trợ bởi CP độ dài 144 là tối đa 4,68 micro giây (μsec).

Bảng 8

Độ dài ký hiệu hiệu lực (T_s)	2048
Độ dài CP (T_s)	144
Độ dài chuỗi	139
Khoảng cách sóng mang con (kHz)	15
Cấu hình đa đường truyền (micro giây (μsec))	4,69
Tần số lấy mẫu (MHz)	30,72

Theo các số hiệu đối với các SCS 30 kHz, 60 kHz, và 120 kHz, T_s được điều chỉnh để tỷ lệ nghịch với T_s đối với 15 kHz phụ thuộc vào số lần 15 kHz của SCS. Tuy nhiên, độ dài ký hiệu hiệu lực và độ dài CP của ký hiệu OFDM về cơ bản lần lượt được duy trì ở 2048 và 144.

Các bảng dưới đây thể hiện các định dạng phân mào đầu theo sáng chế. Cụ thể là, bảng 9 thể hiện các định dạng phân mào đầu trong trường hợp chuỗi mào đầu với SCS 15 kHz, bảng 10 thể hiện các định dạng phân mào đầu trong trường hợp chuỗi mào đầu với SCS 30 kHz, bảng 11 thể hiện các định dạng phân mào đầu trong trường hợp chuỗi mào đầu với SCS 60 kHz, và bảng 12 thể hiện các định dạng phân mào đầu trong trường hợp chuỗi mào đầu với SCS 120 kHz. Trong các bảng từ 9 đến 11, chu kỳ bảo vệ được tạo cấu hình trên ký hiệu OFDM sau đầu của nhóm RACH đối với định dạng phân mào đầu A1 hoặc A2.

Bảng 9

	Định dạng phần mào đầu	Khoảng thời gian ký hiệu	Độ dài CP	Số lần lặp lại chuỗi	Độ dài ký hiệu hiệu lực	Chu kỳ bảo vệ	Bán kính ô (mét)
1	A1	2	288	2	4096	2048	703
	A2	2	2336	1	2048	2048	9297
	B	2	1240	1	2048	1096	5352
2	A1	4	576	4	8192	2048	2109
	A2	4	2624	3	6144	2048	9297
	B	4	1384	3	6144	1240	6055
3	A1	6	864	6	12288	2048	3516
	A2	6	2912	5	10240	2048	9297
	B	6	1528	5	10240	1384	6758
4	A1	12	1728	12	24576	2048	7734
	A2	12	3776	11	22528	2048	9297
	B	12	1960	11	22528	1816	8867
5	A1	14	2016	14	28672	2048	9141
	A2	14	4064	13	26624	2048	9297
	B	14	2104	13	26624	1960	9297

Bảng 10

	Định dạng phần mào đầu	Khoảng thời gian ký hiệu	Độ dài CP	Số lần lặp lại chuỗi	Độ dài ký hiệu hiệu lực	Chu kỳ bảo vệ	Bán kính ô (mét)
1	A1	2	288	2	4096	2048	352
	A2	2	2336	1	2048	2048	4648
	B	2	1240	1	2048	1096	2676
2	A1	4	576	4	8192	2048	1055
	A2	4	2624	3	6144	2048	4648
	B	4	1384	3	6144	1240	3027
3	A1	6	864	6	12288	2048	1758
	A2	6	2912	5	10240	2048	4648
	B	6	1528	5	10240	1384	3379
4	A1	12	1728	12	24576	2048	3867
	A2	12	3776	11	22528	2048	4648
	B	12	1960	11	22528	1816	4434
5	A1	14	2016	14	28672	2048	4570
	A2	14	4064	13	26624	2048	4648
	B	14	2104	13	26624	1960	4648

Bảng 11

Định dạng phần mào đầu		Khoảng thời gian ký hiệu	Độ dài CP	Số lần lặp lại chuỗi	Độ dài ký hiệu hiệu lực	Chu kỳ bảo vệ	Bán kính ô (mét)
1	A1	2	288	2	4096	2048	176
	A2	2	2336	1	2048	2048	2324
	B	2	1240	1	2048	1096	1338
2	A1	4	576	4	8192	2048	527
	A2	4	2624	3	6144	2048	2324
	B	4	1384	3	6144	1240	1514
3	A1	6	864	6	12288	2048	879
	A2	6	2912	5	10240	2048	2324
	B	6	1528	5	10240	1384	1689
4	A1	12	1728	12	24576	2048	1934
	A2	12	3776	11	22528	2048	2324
	B	12	1960	11	22528	1816	2217
5	A1	14	2016	14	28672	2048	2285
	A2	14	4064	13	26624	2048	2324
	B	14	2104	13	26624	1960	2324

Bảng 12

Định dạng phần mào đầu		Khoảng thời gian ký hiệu	Độ dài CP	Số lần lặp lại chuỗi	Độ dài ký hiệu hiệu lực	Chu kỳ bảo vệ	Bán kính ô (mét)
1	A1	2	288	2	4096	2048	88
	A2	2	2336	1	2048	2048	1162
	B	2	1240	1	2048	1096	669
2	A1	4	576	4	8192	2048	264
	A2	4	2624	3	6144	2048	1162
	B	4	1384	3	6144	1240	757
3	A1	6	864	6	12288	2048	439
	A2	6	2912	5	10240	2048	1162
	B	6	1528	5	10240	1384	845
4	A1	12	1728	12	24576	2048	967
	A2	12	3776	11	22528	2048	1162
	B	12	1960	11	22528	1816	1108
5	A1	14	2016	14	28672	2048	1143
	A2	14	4064	13	26624	2048	1162
	B	14	2104	13	26624	1960	1162

Trong bảng 9 đến bảng 12, độ dài ký hiệu hiệu lực là độ dài của phần khác với CP trong phần mào đầu RACH, nghĩa là, độ dài T_{SEQ} của phần chuỗi.

Định dạng các phần mào đầu cho hệ thống NR được đề xuất theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào định dạng phần mào đầu 1 của bảng 9. Định dạng phần mào

đầu 1 tương ứng với trường hợp mà trong đó phần mào đầu RACH có độ dài hai ký hiệu và cùng phần mào đầu được lặp lại hai lần trên hai ký hiệu. Fig.31 là hình vẽ minh họa định dạng truyền của phần mào đầu RACH có độ dài 2 ký hiệu (dưới đây gọi là phần mào đầu 2 ký hiệu RACH) được chỉnh thẳng với hai ký hiệu. Nếu tài nguyên RACH có độ dài 2 ký hiệu được tạo cấu hình cho UE mà truyền phần mào đầu RACH và định dạng phần mào đầu RACH phù hợp với tài nguyên RACH được chỉ báo, UE truyền phần mào đầu có độ dài mẫu 2048 bằng cách lặp lại hai lần sau khi CP có độ dài mẫu 288 như được minh họa trên Fig.31. Tuy nhiên, khi gNB thu phần mào đầu RACH như được minh họa trên Fig.31, vùng phủ sóng ô có khả năng được hỗ trợ bởi phần mào đầu RACH khác với theo sơ đồ mà gNB sử dụng khi thu phần mào đầu RACH.

Fig.32 là hình vẽ minh họa các định dạng phần mào đầu tương ứng với định dạng phần mào đầu 1 của bảng 9. Cụ thể là, Fig.32(a) là hình vẽ minh họa A2 của định dạng phần mào đầu 1 (dưới đây gọi là định dạng phần mào đầu 1-A2) của bảng 9, Fig.32(b) là hình vẽ minh họa A1 của định dạng phần mào đầu 1 (dưới đây gọi là định dạng phần mào đầu 1-A1) của bảng 9, và Fig.32(c) là hình vẽ minh họa B của định dạng phần mào đầu 1 (dưới đây gọi là định dạng phần mào đầu 1-B) của bảng 9.

Dựa vào Fig.32(a), ví dụ, trong định dạng phần mào đầu 1-A2 của bảng 9, gNB thu phần mào đầu RACH theo giả định rằng phần mào đầu RACH là tín hiệu được lặp lại một lần. Trong trường hợp này, gNB giả sử rằng phần khác với chuỗi có độ dài 2048 bao gồm CP và chu kỳ bảo vệ (GP) (mà là giống như GT). Đáng chú ý là, gNB thu phần mào đầu RACH theo giả định rằng tối đa 2048 mẫu sau khi chuỗi của phần mào đầu RACH là GP theo định dạng phần mào đầu 1-A2. Khi các tài nguyên RACH được ghép, vì độ dài CP của các tài nguyên RACH được ghép là đủ, không có vấn đề nào trong việc thu phần mào đầu RACH khác trong tài nguyên RACH liền kề ngay cả nếu gNB thu phần mào đầu RACH theo giả định rằng khoảng thời gian CP của phần mào đầu RACH tiếp theo là GP. Do đó, trong định dạng phần mào đầu 1-A2 của bảng 9, xét theo việc thu bởi gNB, độ dài CP có thể được coi như 2336, độ dài GP có thể được coi như 2048, và số lần lặp lại của phần mào đầu RACH là 1. Do độ dài GP đủ, định dạng tương ứng có thể hỗ trợ bán kính ô lớn nhất lên đến 9297 m.

Không như điều này, trong ô có bán kính ô nhỏ, gNB có thể thu phần mào đầu RACH mà UE đã được truyền ở dạng được minh họa trên Fig.31 nhờ liên quan đến phần mào đầu RACH là tín hiệu chuỗi mào đầu được lặp lại hai lần. Nghĩa là, dựa vào

Fig.32(b), có thể giả định rằng độ dài CP là 288 và độ dài phần chuỗi là 4096. Phần chuỗi của phần mào đầu RACH có thể được hiểu như tín hiệu được thu nhận bằng cách lặp lại chuỗi có độ dài 2048 hai lần. Điều này tương ứng với định dạng phần mào đầu 1-A1. Rõ ràng, GP có thể được đảm bảo bằng cách tạo ra ký hiệu sau tài nguyên RACH tương ứng, nghĩa là, ký hiệu tiếp theo tài nguyên RACH, rỗng. Theo cách khác, nếu GP nằm trong độ dài CP của ký hiệu tiếp theo, độ dài GP thực tế bị giới hạn bởi độ dài của CP tiếp theo. Nghĩa là, trong trường hợp GP của phần mào đầu RACH, ký hiệu sau phần mào đầu RACH có thể rỗng và CP của tín hiệu được truyền trên ký hiệu tiếp theo có thể được sử dụng như GP. Trong trường hợp sau, tuy nhiên, vì CP của tín hiệu tiếp theo được sử dụng như GP, độ dài GP không thể lớn hơn độ dài CP. Nói cách khác, khi các tài nguyên RACH liên tiếp trong miền thời gian, nếu tín hiệu tiếp theo một tài nguyên RACH tùy ý khác với tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH liên tiếp là phần mào đầu RACH và phần mào đầu RACH liền kề với tài nguyên RACH là định dạng phần mào đầu 1-A1, độ dài CP của phần mào đầu RACH trở thành 288. Kết quả là, trong định dạng phần mào đầu 1-A1, bán kính tối đa có khả năng được hỗ trợ bởi định dạng phần mào đầu tương ứng bị giới hạn bởi độ dài CP và độ dài GP. Như được thể hiện trong bảng 9, nếu phần mào đầu RACH là 15 kHz, bán kính ô lớn nhất được hỗ trợ bởi định dạng phần mào đầu 1-A1 là 703 m.

Không như điều này, trong định dạng phần mào đầu 1-B, toàn bộ CP, chuỗi, và GP có thể được thiết kế cần được bao gồm trong một tài nguyên RACH. Nghĩa là, mặc dù UE truyền chuỗi qua hai lần lặp lại như được minh họa trên Fig.31, gNB phát hiện chuỗi bằng cách đảm bảo cả hai CP và GP nằm trong khoảng thời gian truyền phần mào đầu RACH tương ứng. Trong trường hợp này, dựa vào Fig.32(c), nếu một phần mào đầu RACH chiếm hai ký hiệu, gNB có thể coi số lượng lớn nhất các lần lặp lại của chuỗi như một. Nếu một phần mào đầu RACH chiếm N ký hiệu, gNB có thể coi số lần lặp lại chuỗi như N-1.

Để khái quát sáng chế, trường hợp mà trong đó 6 ký hiệu được sử dụng để truyền phần mào đầu RACH sẽ được mô tả dưới đây, bằng cách lấy ví dụ, dựa vào bảng 9 mà trong đó SCS của phần mào đầu RACH là 15 kHz. Nếu định dạng phần mào đầu RACH nhờ sử dụng 6 ký hiệu cho việc truyền phần mào đầu RACH được gọi là định dạng phần mào đầu 3, trong định dạng phần mào đầu 3-B, UE truyền CP có độ dài tương ứng với 6 lần độ dài CP dữ liệu trong khoảng thời gian tài nguyên RACH tương ứng, nghĩa là,

trong khoảng thời gian 6 ký hiệu OFDM, và truyền cùng phần mào đầu qua 6 lần lặp lại, như được mô tả đối với định dạng phần mào đầu 1-B. Tuy nhiên, khi thu phần mào đầu, gNB giả sử rằng phần mào đầu đã được lặp lại năm lần để đảm bảo GP nằm trong tài nguyên RACH tương ứng và gNB thu nhận 5 khác với 6 như lợi ích lặp lại cho phần mào đầu RACH tương ứng. Vì UE truyền cùng phần mào đầu qua 6 lần lặp lại, khi gNB mong muốn thu nhận lợi ích lặp lại của 6 lần (định dạng phần mào đầu 3-A1), bán kính ô lớn nhất được hỗ trợ bởi chuỗi mào đầu tương ứng là 3516 m và, khi gNB mong muốn thu nhận lợi ích lặp lại của năm lần (định dạng phần mào đầu 3-A2), bán kính ô lớn nhất được hỗ trợ bởi chuỗi mào đầu tương ứng là 9297 m. Nói cách khác, khi gNB lệnh cho UE truyền phần mào đầu RACH với định dạng phần mào đầu có phần mào đầu được lặp lại 6 lần, nếu bán kính ô của gNB ít hơn 3516 m, gNB có thể thu nhận lợi ích lặp lại của 6 lần từ phần mào đầu RACH. Tuy nhiên, nếu gNB hỗ trợ bán kính ô lớn hơn 3516 m, lợi ích lặp lại mà có thể được thu nhận bởi gNB là chỉ 5 lần.

Nói cách khác, trong bảng 9 đến bảng 12, các số trong các định dạng phần mào đầu 1, 2, 3, 4, và 5 là các trị số chỉ báo số lần phần mào đầu RACH được truyền một cách lặp lại trong khoảng thời gian của các ký hiệu tương ứng bởi UE. Định dạng phần mào đầu 1 có nghĩa là hai lần lặp lại (hoặc 2 ký hiệu), định dạng phần mào đầu 2 có nghĩa là bốn lần lặp lại (hoặc 4 ký hiệu), định dạng phần mào đầu 3 có nghĩa là 6 lần lặp lại (hoặc 6 ký hiệu), định dạng phần mào đầu 4 có nghĩa là 12 lần lặp lại (hoặc 12 ký hiệu), và định dạng phần mào đầu 5 có nghĩa là 14 lần lặp lại (hoặc 14 ký hiệu). Trong bảng 9 đến bảng 12, A1, A2, và B chỉ báo sơ đồ mà trong đó gNB phát hiện tín hiệu tương ứng theo bán kính ô. Mà trong đó cách gNB phát hiện phần mào đầu RACH có thể là vấn đề thực hiện nhưng trị số dịch vị tuần hoàn (nghĩa là, N_{cs}) của chuỗi RACH mà UE có thể sử dụng hoặc gNB có thể phát hiện có thể khác phụ thuộc vào cách gNB thực hiện việc phát hiện. Nghĩa là, khi bán kính ô lớn, nếu các CS liên kế được sử dụng đối với các chuỗi ZC có cùng chỉ mục gốc, điều này có thể làm giảm hiệu suất RACH. Do đó, trong trường hợp này, điều được mong muốn là sử dụng/cấp phát các CS có độ chênh lệch lớn.

Trong bảng 9 đến bảng 12, các định dạng phần mào đầu 4 và 5 là các định dạng mà trong đó phần mào đầu lần lượt được lặp lại 12 lần và 14 lần. Như trái ngược với các định dạng phần mào đầu 1, 2, và 3, nó có thể được hiểu là định dạng A1 hoặc A2 khó thu nhận lợi ích liên quan đến định dạng B. Trong các định dạng phần mào đầu 1, 2, và

3, lợi ích của định dạng A1 hoặc A2 liên quan đến định dạng B là hỗ trợ về bán kính ô rộng, trong khi, trong các định dạng phần mào đầu 4 và 5, khó xem xét rằng các tài nguyên RACH có độ dài tương ứng trong khe có mặt liên tiếp. Cụ thể là, trong trường hợp định dạng phần mào đầu 5, vì toàn bộ 14 ký hiệu được sử dụng như tài nguyên RACH, một ký hiệu sau 14 ký hiệu cần là rỗng cho việc mở rộng bán kính ô. Tuy nhiên, vì nó là gánh nặng để tạo ra ký hiệu mà trên đó kênh điều khiển DL của khe tiếp theo cần được truyền rỗng, định dạng phần mào đầu 5 chắc chắn sử dụng chỉ GP có khả năng được chiếm trong tài nguyên RACH. Do đó, trong định dạng phần mào đầu 5, bán kính ô lớn nhất được xác định bởi GP mà có thể được đảm bảo nằm trong 14 ký hiệu thay vì GP có thể được đảm bảo bổ sung. Tương tự như định dạng phần mào đầu 5, trong định dạng phần mào đầu 4, bán kính ô lớn nhất được xác định bởi GP mà có thể được đảm bảo trong tài nguyên RACH. Theo đó, các định dạng phần mào đầu 4 và 5 mong muốn hỗ trợ chỉ định dạng B thay vì định dạng A1 và/hoặc A2.

Mặt khác, trong các định dạng phần mào đầu 1, 2, và 3, định dạng A2 và định dạng B có thể thu nhận cùng lợi ích lặp lại, trong khi bán kính ô được hỗ trợ bởi định dạng B nhỏ hơn bán kính ô được hỗ trợ bởi định dạng A2. Do đó, điều được mong muốn đối với các định dạng phần mào đầu 1, 2, và 3 là hỗ trợ chỉ định dạng A1 và/hoặc A2 và không hỗ trợ định dạng B.

Trong tài liệu chuẩn NR, việc phân biệt giữa các định dạng A1 và A2 và định dạng B có thể là vô nghĩa. Tuy nhiên, khi định dạng phần mào đầu RACH được định rõ, vì bán kính ô được hỗ trợ bởi định dạng phần mào đầu RACH cần xác định, các định dạng tương ứng có thể được định rõ riêng đối với mục đích trên. Cụ thể là, trong các định dạng A1 và A2, CS của phần mào đầu PRACH trở nên khác nhau do độ chênh lệch giữa các bán kính ô mà có thể được hỗ trợ bởi các định dạng tương ứng và do đó tập hợp các trị số CS mà UE có thể lựa chọn trở nên khác nhau. Rõ ràng, mạng có thể chỉ báo cùng định dạng phần mào đầu RACH, ví dụ, chỉ định định dạng phần mào đầu chỉ bởi số lượng các định dạng phần mào đầu 1/2/3/4/5 trong bảng 9 đến bảng 12, và chỉ định một cách khác nhau và báo hiệu trị số CS của mỗi định dạng theo vùng phủ sóng được hỗ trợ bởi gNB.

Trong phần mô tả ở trên của các định dạng phần mào đầu RACH của sáng chế đã được đưa ra tập trung vào SCS 15 kHz của bảng 9, phần mô tả ở trên của sáng chế được áp dụng như nhau tới các định dạng phần mào đầu có các SCS khác của bảng 10

đến bảng 12. Rõ ràng, bán kính ô được hỗ trợ được điều chỉnh xuống bởi độ dài của SCS.

Định dạng phần mào đầu được đề xuất bởi sáng chế có thể được sửa đổi nhờ sử dụng một số phương pháp được mô tả dưới đây.

* Phương pháp 1) Phần mào đầu RACH dựa vào chuỗi ngắn được tạo cấu hình để khớp N lần (mà trong đó N là số tự nhiên lớn hơn 1) độ dài của các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền dữ liệu. Nếu chuỗi được lặp lại tối đa M lần, phần mào đầu RACH có thể được tạo cấu hình để bằng hoặc ngắn hơn độ dài tương ứng với M lần độ dài của các ký hiệu OFDM. Trong khi đó, nếu chuỗi được lặp lại tối đa K (mà trong đó K là số tự nhiên lớn hơn M), phần mào đầu RACH được tạo cấu hình để ngắn hơn K lần độ dài của các ký hiệu OFDM. Ví dụ, nếu phần mào đầu RACH được truyền trong khe bao gồm 14 ký hiệu OFDM, phần mào đầu RACH dựa vào chuỗi ngắn được tạo cấu hình sao cho chuỗi được lặp lại M lần (ví dụ, $M = 2, 4, 6, 12, 14$) và CP cũng được bổ sung vào phần mào đầu. Trong trường hợp này, phần mào đầu RACH được phân chia thành các tài nguyên trong khe theo thời gian theo độ dài của phần mào đầu RACH. Ví dụ, trong khe bao gồm 14 ký hiệu OFDM, phần mào đầu RACH mà trong đó chuỗi được lặp lại 6 lần có thể được phân chia thành hai tài nguyên RACH nằm trong khe theo thời gian. Mặt khác, đối với phần mào đầu RACH mà trong đó chuỗi được lặp lại 12 lần, một tài nguyên RACH được phân chia nằm trong khe theo thời gian có thể có mặt. Khi $M = 12$ và 14, phần mào đầu RACH có độ dài ngắn hơn M lần độ dài của các ký hiệu OFDM được định rõ. Mặt khác, khi $M = 2, 4$, và 6, phần mào đầu RACH có độ dài giống như độ dài của các ký hiệu OFDM cũng như phần mào đầu RACH có độ dài ngắn hơn M lần độ dài của các ký hiệu OFDM có thể được định rõ.

* Phương pháp 2) Tài nguyên của khoảng thời gian và tần số có thể được định rõ đối với phần mào đầu RACH dựa vào chuỗi ngắn. Nếu M tài nguyên RACH được tạo cấu hình nhờ sử dụng các tài nguyên thời gian/tần số, các tài nguyên RACH tốt hơn là được tạo cấu hình theo thời gian.

Trong môi trường nhiều chùm sóng của NR, các tài nguyên thời gian/tần số vật lý được cần đến để truyền phần mào đầu RACH. Trong khe cụ thể, vị trí mà tại đó tài nguyên RACH được tạo cấu hình được kết hợp với số lần lặp lại của phần mào đầu RACH. Vị trí chính xác của tài nguyên RACH, nghĩa là, số ký hiệu, được xác định dựa vào định dạng khe trong khe mà trong đó tài nguyên RACH được tạo cấu hình. Nếu khe

mà trong đó tài nguyên RACH được tạo cấu hình được gọi là khe RACH, vị trí tài nguyên chính xác mà tại đó phần mào đầu RACH có thể được truyền được xác định đối với mỗi định dạng phần mào đầu RACH theo loại khe của khe RACH. Loại khe RACH có thể được chỉ báo tới UE qua cấu hình RACH và được cố định một cách bán tĩnh. Dưới đây, chỉ báo về loại khe RACH có nghĩa là chỉ báo số lượng và các vị trí của các ký hiệu mà trên đó kênh điều khiển DL và kênh điều khiển UL có thể được truyền trong khe tương ứng và có thể được hiểu như chỉ báo của định dạng khe. Các vị trí và số lượng các tài nguyên RACH trong khe được xác định bởi cấu hình RACH.

Các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35 là các hình vẽ minh họa các vị trí của các tài nguyên RACH trong khe theo các loại khe RACH. Các loại khe RACH được mô tả trên các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35 chỉ là ví dụ và các tài nguyên RACH có thể được bắt đầu tại các thời điểm bất kỳ của khe tương ứng, được chỉ định bởi hệ thống, ngoài các vị trí bắt đầu được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35.

Dựa vào các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35, khi báo hiệu các tài nguyên RACH đến UE, gNB cung cấp UE với thông tin về loại khe của khe mà mỗi tài nguyên RACH thuộc về, vị trí của mỗi tài nguyên RACH trong khe, và số lượng các ký hiệu OFDM. Mạng cần tạo cấu hình một hoặc nhiều tài nguyên RACH (nghĩa là, các tài nguyên thời gian/tần số RACH) và thông báo UE rằng các tài nguyên RACH được tạo cấu hình. Dưới đây, tài nguyên RACH là để chỉ tài nguyên thời gian/tần số mà trong đó một định dạng phần mào đầu RACH có thể được truyền. Định dạng phần mào đầu RACH được sử dụng đối với mỗi tài nguyên RACH cần được chỉ định và được báo hiệu. Như có thể được hiểu từ bảng 9 đến bảng 12, độ dài ký hiệu OFDM của tài nguyên RACH được xác định bởi định dạng phần mào đầu RACH và UE có thể nhận biết độ dài ký hiệu (nghĩa là, số lượng các ký hiệu OFDM) của tài nguyên RACH nhờ sử dụng thông tin về định dạng phần mào đầu RACH được chỉ định theo mỗi tài nguyên RACH. Trong bảng 9 đến bảng 12 minh họa các định dạng phần mào đầu theo sáng chế, khoảng thời gian ký hiệu của mỗi định dạng phần mào đầu có nghĩa là độ dài của phần mào đầu, chính xác hơn, số lượng các ký hiệu OFDM được chiếm bởi định dạng phần mào đầu tương ứng qua việc lặp lại phần mào đầu. Tuy nhiên, không có lý do mà khoảng thời gian của phần mào đầu RACH được sử dụng ở trạng thái không tải cho truy cập ban đầu được tạo cấu hình khác nhau theo mỗi tài nguyên RACH ngay cả nếu mạng tạo cấu hình các tài nguyên RACH. Đó là bởi vì, vì vùng phủ sóng ô lớn nhất được hỗ trợ bởi ô tương

ứng cần được hỗ trợ, không có lý do mà khoảng thời gian phần mào đầu trong tài nguyên RACH bất kỳ được tạo cấu hình để dài và khoảng thời gian phần mào đầu trong tài nguyên RACH khác được tạo cấu hình để ngắn. Do đó, nếu khoảng thời gian phần mào đầu được tạo cấu hình để tương đương đối với mỗi tài nguyên RACH, gNB có thể chỉ định chung định dạng phần mào đầu cho các tài nguyên RACH mà không chỉ định định dạng phần mào đầu cho mỗi tài nguyên RACH. Theo cách khác, các tài nguyên RACH có thể được phân chia thành các nhóm tài nguyên RACH (ví dụ, nhóm phần mào đầu RACH dài và nhóm phần mào đầu RACH ngắn) và định dạng phần mào đầu có thể được chỉ định đối với mỗi nhóm tài nguyên RACH. Khi định dạng phần mào đầu được chỉ định chung đối với các tài nguyên RACH hoặc được chỉ định đối với mỗi nhóm tài nguyên RACH, mạng có thể báo hiệu một trong số các định dạng phần mào đầu 1, 2, 3, 4, và 5, như được mô tả dựa vào bảng 9 đến bảng 12. Ví dụ, nếu định dạng phần mào đầu được báo hiệu bởi mạng là 2, một tài nguyên RACH bao gồm 4 ký hiệu. Nếu ba tài nguyên RACH đều có độ dài ký hiệu OFDM 4 được dành riêng, định dạng phần mào đầu trong các tài nguyên RACH thứ nhất và thứ hai trước trong số ba tài nguyên RACH mà liên tiếp trải qua việc ghép kênh phân chia theo thời gian (time division multiplexing, viết tắt là TDM) có thể bắt buộc áp dụng tới phần mào đầu A (A1 hoặc A2) và định dạng phần mào đầu trong tài nguyên RACH cuối cùng của khối RACH có thể bắt buộc áp dụng tới định dạng B. Nghĩa là, khi phần mào đầu RACH được truyền trong tài nguyên RACH cuối cùng của khối RACH, gNB khiến UE cần đưa vào khoảng cách thời gian.

Theo cách khác, khi các tài nguyên RACH có mặt liên tiếp, mạng có thể báo hiệu tập hợp các định dạng phần mào đầu RACH đối với các tài nguyên RACH được tạo cấu hình liên tiếp. Ví dụ, khi định dạng phần mào đầu 1 được sử dụng và ba tài nguyên RACH liên tiếp được tạo cấu hình, định dạng phần mào đầu RACH có khả năng được áp dụng cho khối tài nguyên RACH ở dạng tập hợp các định dạng phần mào đầu RACH, ví dụ, {A1, B}, {A1, A1}, {A2, A2}, hoặc {A2, B}, có thể được báo hiệu để được áp dụng như nhau tới mỗi khối tài nguyên RACH hoặc tất cả các khối tài nguyên RACH. Nếu mạng báo hiệu kết hợp của {A1, B}, UE sử dụng định dạng phần mào đầu 1-B trong tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH liên tiếp và sử dụng định dạng phần mào đầu 1-A1 trong (các) tài nguyên RACH khác ngoại trừ tài nguyên RACH cuối cùng. Nghĩa là, trong trường hợp mà trong đó mạng báo hiệu sự kết hợp của các định dạng, ví dụ, kết hợp của {A1, B}, nếu tài nguyên RACH được kết hợp với

khối SS được phát hiện không phải là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe RACH trong miền thời gian, UE truyền phần mào đầu RACH của định dạng phần mào đầu A1 trong tài nguyên RACH được kết hợp và, nếu tài nguyên RACH được kết hợp là tài nguyên RACH cuối cùng của khe RACH, UE truyền phần mào đầu RACH của định dạng phần mào đầu B.

Khi một hoặc nhiều tài nguyên RACH được tạo cấu hình bởi mạng có mặt, chỉ mục duy nhất có thể được gán cho mỗi tài nguyên RACH để nhận dạng mỗi tài nguyên RACH. Thông tin mà cần được định rõ đối với mỗi chỉ mục tài nguyên RACH như dưới đây.

> Chỉ mục (hoặc các chỉ mục) khối SS được kết hợp: khi có nhiều chỉ mục khối SS được kết hợp, các tài nguyên chuỗi mào đầu được báo hiệu riêng đối với các khối SS tương ứng.

> Các tài nguyên chuỗi (ví dụ, chỉ mục gốc, các CS, v.v.) cho phần mào đầu RACH: thông tin chỉ mục gốc và thông tin CS của phần mào đầu RACH có khả năng được sử dụng trong tài nguyên RACH tương ứng được báo hiệu.

> Định dạng phần mào đầu RACH: định dạng phần mào đầu được sử dụng trong tài nguyên RACH tương ứng và độ dài của tài nguyên RACH (ví dụ, số lượng các ký hiệu) được chỉ báo.

> Thông tin miền thời gian: thông tin thời gian của tài nguyên RACH tương ứng. Thông tin miền thời gian có thể bao gồm các phần tử dưới đây:

- i. Chỉ mục khe, và số khung mà tài nguyên RACH tương ứng thuộc về;
- ii. Thông tin loại khe mà tài nguyên RACH tương ứng thuộc về, nghĩa là, thông tin loại khe RACH; và/hoặc

iii. Vị trí ký hiệu trong khe mà tài nguyên RACH tương ứng thuộc về. Thông tin chỉ báo vị trí ký hiệu trong khe mà tài nguyên RACH thuộc về có thể là thông tin về số ký hiệu mà tại đó tài nguyên RACH được bắt đầu và khoảng thời gian của tài nguyên RACH (ví dụ, số lượng các ký hiệu). Theo cách khác, thông tin chỉ báo vị trí ký hiệu trong khe mà tài nguyên RACH thuộc về có thể là thông tin chỉ báo vị trí của tài nguyên RACH theo thứ tự nằm trong khe RACH. Số lượng các tài nguyên RACH và số lượng các ký hiệu nằm trong khe RACH có thể được suy ra bởi UE qua định dạng phần mào đầu RACH và UE có thể nhận dạng, qua thông tin loại khe RACH nêu trên, vị trí của ký hiệu mà tại đó tài nguyên RACH được bắt đầu trong khe. Thông tin này, ví dụ, số

đơn vị tài nguyên RACH trong khe (nghĩa là tài nguyên RACH trong khe RACH) dựa vào các hình vẽ từ Fig.33 đến Fig.35, có thể được báo hiệu như dưới đây theo độ dài (nghĩa là, khoảng thời gian) của định dạng phần mào đầu RACH:

- (a) có thể bỏ qua được trong trường hợp định dạng phần mào đầu 12 ký hiệu
- (b) 1 bit (0 hoặc 1) trong trường hợp định dạng phần mào đầu 6 ký hiệu
- (c) 2 bit trong trường hợp định dạng phần mào đầu 4 ký hiệu
- (d) 2 bit trong trường hợp định dạng phần mào đầu 3 ký hiệu
- (e) 3 bit trong trường hợp định dạng phần mào đầu 2 ký hiệu
- (f) 4 bit trong trường hợp định dạng phần mào đầu 1 ký hiệu

> Thông tin miền tần số: thông tin vị trí tần số của tài nguyên RACH tương ứng.

Nhằm mục đích chỉ báo điểm tham chiếu của vị trí tần số của tài nguyên RACH, thông tin về vị trí tần số thấp nhất (hoặc cao nhất) mà tại đó tài nguyên RACH có thể được định vị có thể được báo hiệu. Ví dụ, vị trí tần số được mô tả ở trên mà tại đó khối tài nguyên RACH được bắt đầu được báo hiệu. Thông tin vị trí tần số của tài nguyên RACH có thể được báo hiệu như thông tin chung tài nguyên RACH nằm trong cấu hình RACH. Dải tần của tài nguyên RACH, nghĩa là, dải tần RACH, được báo hiệu. Theo cách khác, kích thước dải con của tài nguyên RACH, nghĩa là, dải tần RACH, có thể được xác định phụ thuộc vào định dạng phần mào đầu RACH. Dải tần RACH khi phần mào đầu dựa vào chuỗi dài được sử dụng và dải tần RACH khi phần mào đầu dựa vào chuỗi ngắn được sử dụng có thể được xác định một cách khác nhau. Nghĩa là, nếu định dạng phần mào đầu được báo hiệu đối với mỗi tài nguyên RACH hoặc mỗi nhóm tài nguyên RACH, UE có thể dễ dàng nhận dạng dải tần RACH của phần mào đầu dựa vào chuỗi dài và dải tần RACH của phần mào đầu dựa vào chuỗi ngắn, xét về SCS.

Fig.36 là sơ đồ khối minh họa các bộ phận của thiết bị phát 10 và thiết bị thu 20 để thực hiện sáng chế.

Thiết bị phát 10 và thiết bị thu 20 lần lượt bao gồm các bộ phận tần số radio (Radio Frequency, viết tắt là RF) 13 và 23 có khả năng truyền và thu các tín hiệu radio mang thông tin, dữ liệu, các tín hiệu, và/hoặc các tin nhắn, các bộ nhớ 12 và 22 để lưu trữ thông tin liên quan đến sự truyền thông trong hệ thống truyền thông không dây, và các bộ xử lý 11 và 21 được kết nối theo cách hoạt động đến các phần tử chẳng hạn như các bộ phận RF 13 và 23 và các bộ nhớ 12 và 22 để điều khiển các phần tử và được tạo cấu hình để điều khiển các bộ nhớ 12 và 22 và/hoặc các bộ phận RF 13 và 23 sao cho

thiết bị tương ứng có thể thực hiện ít nhất một trong số các phương án được mô tả ở trên của sáng chế.

Các bộ nhớ 12 và 22 có thể lưu trữ các chương trình để xử lý và điều khiển các bộ xử lý 11 và 21 và có thể lưu trữ tạm thời thông tin đầu vào/đầu ra. Các bộ nhớ 12 và 22 có thể được sử dụng như các bộ đệm.

Các bộ xử lý 11 và 21 thường điều khiển toàn bộ hoạt động của các môđun khác nhau trong thiết bị phát và thiết bị thu. Đặc biệt là, các bộ xử lý 11 và 21 có thể thực hiện các chức năng điều khiển khác nhau để thực hiện sáng chế. Các bộ xử lý 11 và 21 có thể được gọi là các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, các bộ vi xử lý, hoặc các vi máy tính. Các bộ xử lý 11 và 21 có thể được thực hiện bởi phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc sự kết hợp của nó. Trong cấu hình phần cứng, các mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit, viết tắt là ASIC), các bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (digital signal processor, viết tắt là DSP), các thiết bị xử lý tín hiệu kỹ thuật số (digital signal processing device, viết tắt là DSPD), các thiết bị logic có thể lập trình được (programmable logic device, viết tắt là PLD), hoặc các mảng cổng có thể lập trình được dạng trường (field programmable gate array, viết tắt là FPGA) có thể được bao gồm trong các bộ xử lý 11 và 21. Trong khi đó, nếu sáng chế được thực hiện nhờ sử dụng phần sụn hoặc phần mềm, phần sụn hoặc phần mềm có thể được tạo cấu hình để bao gồm các môđun, các thủ tục, các chức năng, v.v. thực hiện các chức năng hoặc các thao tác của sáng chế. Phần sụn hoặc phần mềm được tạo cấu hình để thực hiện sáng chế có thể được bao gồm trong các bộ xử lý 11 và 21 hoặc được lưu trữ trong các bộ nhớ 12 và 22 để được điều khiển bởi các bộ xử lý 11 và 21.

Bộ xử lý 11 của thiết bị phát 10 thực hiện việc mã hóa được xác định trước và điều biến cho tín hiệu và/hoặc dữ liệu được lập lịch cần được truyền đến bên ngoài bởi bộ xử lý 11 hoặc bộ lập lịch được kết nối với bộ xử lý 11, và sau đó chuyển dữ liệu được mã hóa và được điều biến đến bộ phận RF 13. Ví dụ, bộ xử lý 11 chuyển đổi luồng dữ liệu cần được truyền vào các lớp K qua việc giải ghép kênh, mã hóa kênh, xáo trộn, và điều biến. Luồng dữ liệu được mã hóa còn được gọi là từ mã và tương đương với khối vận chuyển mà là khối dữ liệu được cung cấp bởi lớp MAC. Một khối vận chuyển (transport block, viết tắt là TB) được mã hóa thành một từ mã và mỗi từ mã được truyền đến thiết bị thu ở dạng một hoặc nhiều lớp. Đối với việc chuyển đổi tần số, bộ phận RF 13 có thể bao gồm bộ dao động. Bộ phận RF 13 có thể bao gồm N_t (mà trong đó N_t

là số nguyên dương) anten truyền.

Quy trình xử lý tín hiệu của thiết bị thu 20 là nghịch đảo của quy trình xử lý tín hiệu của thiết bị phát 10. Dưới sự điều khiển của bộ xử lý 21, bộ phận RF 23 của thiết bị thu 20 thu các tín hiệu radio được truyền bởi thiết bị phát 10. Bộ phận RF 23 có thể bao gồm N_r (mà trong đó N_r là số nguyên dương) anten thu và chuyển đổi giảm tần số mỗi tín hiệu được thu qua các anten thu thành tín hiệu dải gốc. Bộ xử lý 21 giải mã và giải điều biến các tín hiệu radio được thu qua các anten thu và khôi phục dữ liệu mà thiết bị phát 10 được dự định để truyền.

Các bộ phận RF 13 và 23 bao gồm một hoặc nhiều anten. Anten thực hiện chức năng để truyền các tín hiệu được xử lý bởi các bộ phận RF 13 và 23 đến bên ngoài hoặc thu các tín hiệu radio từ bên ngoài để chuyển các tín hiệu radio đến các bộ phận RF 13 và 23. Anten cũng có thể được gọi là cổng anten. Mỗi anten có thể tương ứng với một anten vật lý hoặc có thể được tạo cấu hình bởi sự kết hợp của nhiều hơn một phần tử anten vật lý. Tín hiệu được truyền từ mỗi anten không thể được giải mã thêm bởi thiết bị thu 20. RS được truyền qua anten tương ứng xác định anten xét về thiết bị thu 20 và cho phép thiết bị thu 20 dẫn ra đánh giá kênh cho anten, bất luận việc kênh thể hiện kênh radio đơn từ một anten vật lý hay kênh hỗn hợp từ các phần tử anten vật lý bao gồm anten. Nghĩa là, anten được định rõ sao cho kênh mang ký hiệu của anten có thể được thu nhận từ kênh mang ký hiệu khác của cùng anten. Bộ phận RF hỗ trợ chức năng MIMO truyền và thu dữ liệu nhờ sử dụng các anten có thể được kết nối đến hai anten trở lên. Theo sáng chế, bộ phận RF còn được gọi là bộ thu phát.

Theo sáng chế, các bộ phận RF 13 và 23 có thể hỗ trợ Rx BF và Tx BF. Ví dụ, theo sáng chế, các bộ phận RF 13 và 23 có thể được tạo cấu hình để thực hiện chức năng được minh họa trên Fig.3.

Theo các phương án của sáng chế, UE hoạt động như thiết bị phát 10 trong UL và như thiết bị thu 20 trong DL. Theo các phương án của sáng chế, gNB hoạt động như thiết bị thu 20 trong UL và như thiết bị phát 10 trong DL. Dưới đây, bộ xử lý, bộ thu phát, và bộ nhớ được bao gồm trong UE sẽ lần lượt được gọi là bộ xử lý UE, bộ thu phát UE, và bộ nhớ UE, và bộ xử lý, bộ thu phát, và bộ nhớ được bao gồm trong gNB sẽ lần lượt được gọi là bộ xử lý gNB, bộ thu phát gNB, và bộ nhớ gNB.

Bộ xử lý gNB của sáng chế điều khiển bộ thu phát gNB để truyền thông tin cấu hình RACH theo sáng chế. Thông tin cấu hình RACH có thể chỉ báo định dạng phần

mào đầu. Định dạng phần mào đầu là một trong số các định dạng phần mào đầu theo sáng chế. Thông tin cấu hình RACH có thể bao gồm thông tin chỉ báo khe mà trong đó phần mào đầu RACH có thể được truyền, nghĩa là, khe mà trong đó tài nguyên RACH được tạo cấu hình (dưới đây gọi là khe RACH). Thông tin khe RACH có thể bao gồm thông tin chỉ báo số lượng các tài nguyên thời gian RACH nằm trong khe RACH. Thông tin cấu hình RACH có thể bao gồm thông tin chuỗi mào đầu có khả năng được sử dụng trong tài nguyên RACH. Bộ xử lý gNB có thể điều khiển bộ thu phát gNB để nhận tín hiệu trong tài nguyên RACH nằm trong khe RACH. Bộ xử lý gNB có thể cố gắng phát hiện phần mào đầu RACH theo định dạng phần mào đầu tương ứng với tài nguyên RACH. Ví dụ, nếu thông tin cấu hình RACH chỉ báo định dạng phần mào đầu 1-A1 (từ bảng 9 đến bảng 12), bộ xử lý gNB có thể cố gắng phát hiện phần mào đầu RACH tương ứng với định dạng phần mào đầu 1-A1. Đối với ví dụ khác, nếu thông tin cấu hình RACH chỉ báo định dạng phần mào đầu mà là sự kết hợp của các định dạng phần mào đầu A1 và B được đề xuất theo sáng chế, bộ xử lý gNB có thể cố gắng phát hiện phần mào đầu RACH theo định dạng phần mào đầu A1 trong tài nguyên RACH khác với tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH liên tiếp trong khe RACH và cố gắng phát hiện phần mào đầu RACH theo phần mào đầu B trong tài nguyên RACH cuối cùng.

Bộ thu phát UE của sáng chế thu thông tin cấu hình RACH và bộ xử lý UE điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH dựa vào thông tin cấu hình RACH. Ví dụ, nếu bộ thu phát UE thu thông tin cấu hình RACH bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo định dạng phần mào đầu A1 được đề xuất theo sáng chế, bộ xử lý UE điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH của định dạng phần mào đầu A1. Phần mào đầu RACH bao gồm phần CP và phần chuỗi trong miền thời gian. Bộ xử lý UE tạo ra phần mào đầu RACH để khớp định dạng phần mào đầu theo thông tin định dạng phần mào đầu trong thông tin cấu hình RACH và điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH. Ví dụ, nếu định dạng phần mào đầu được chỉ báo bởi thông tin cấu hình RACH là định dạng phần mào đầu A1, bộ xử lý UE có thể tạo ra phần mào đầu RACH sao cho độ dài CP của phần mào đầu RACH bằng N lần độ dài CP N_{CP} của ký hiệu OFDM cho dữ liệu nhờ sử dụng SCS giống như SCS được sử dụng cho phần mào đầu RACH. Dưới đây, N có thể là trị số lớn hơn 1, chỉ báo số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền phần mào đầu RACH. Ví dụ, xem bảng 9 đến bảng 12, bộ xử lý UE có thể tạo ra phần mào đầu RACH sao cho $N = 2$ khi

thu thông tin cấu hình RACH chỉ báo định dạng phần mào đầu 1-A1, $N = 4$ khi thu thông tin cấu hình RACH chỉ báo định dạng phần mào đầu 2-A1, và $N = 6$ khi thu thông tin cấu hình RACH chỉ báo định dạng phần mào đầu 3-A1. Độ dài của phần chuỗi của phần mào đầu RACH tăng theo tỷ lệ tương ứng với N . Bộ xử lý UE có thể tạo ra phần chuỗi mào đầu gồm N lần chuỗi ZC độ dài 139. Trong trường hợp định dạng phần mào đầu A1 hoặc A2 theo sáng chế, bộ xử lý UE có thể tạo ra phần mào đầu RACH sao cho độ dài của phần mào đầu RACH bằng N lần độ dài của ký hiệu OFDM được sử dụng cho dữ liệu có SCS giống như SCS được sử dụng cho phần mào đầu RACH. Bộ xử lý UE có thể điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH được chỉnh thẳng với biên của N ký hiệu OFDM được sử dụng cho dữ liệu. Ví dụ, bộ xử lý UE có thể tạo ra phần mào đầu RACH sao cho phần mào đầu RACH của định dạng phần mào đầu A1 bằng tổng độ dài của N ký hiệu OFDM được sử dụng để truyền phần mào đầu RACH và điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH tại thời điểm mà tại đó tập hợp của N ký hiệu OFDM được bắt đầu.

Thông tin phần mào đầu trong thông tin cấu hình RACH có thể chỉ báo sự kết hợp của định dạng phần mào đầu A1 hoặc A2 và định dạng phần mào đầu B. Ví dụ, nếu kết hợp của định dạng phần mào đầu 1-A1 và định dạng phần mào đầu 1-B được chỉ báo, UE tạo ra phần mào đầu RACH theo định dạng phần mào đầu 1-A1 khi tài nguyên RACH cần được sử dụng cho việc truyền RACH không phải là tài nguyên RACH cuối cùng trong miền thời gian của khe RACH và điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH trong tài nguyên RACH. Ngược lại, UE tạo ra phần mào đầu RACH theo định dạng phần mào đầu 1-B khi tài nguyên RACH được sử dụng cho việc truyền RACH là tài nguyên RACH cuối cùng trong miền thời gian của khe RACH và điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH trong tài nguyên RACH. Bộ xử lý UE điều khiển bộ thu phát UE để truyền phần mào đầu RACH trong tài nguyên RACH được liên kết tới khối SS được phát hiện trong ô. Các khối SS có thể được truyền trong ô. Bộ xử lý UE có thể lựa chọn khối SS theo tiêu chí cụ thể từ trong số (các) khối SS được phát hiện và sử dụng tài nguyên RACH được kết hợp với khối SS được lựa chọn cho việc truyền phần mào đầu RACH.

Như được mô tả ở trên, phần mô tả chi tiết của các phương án được ưu tiên của sáng chế đã được đưa ra để cho phép những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng thực hiện và thực hành sáng chế. Mặc dù sáng chế đã được mô tả

dựa vào các phương án mẫu, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các sự sửa đổi và các sự thay đổi khác nhau có thể được thực hiện theo sáng chế mà không trệtch khỏi tinh thần hoặc phạm vi bảo hộ của sáng chế được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Theo đó, sáng chế sẽ không bị giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả ở đây, mà sáng chế sẽ phù hợp với phạm vi bảo hộ rộng nhất theo các nguyên lý và các dấu hiệu kỹ thuật mới được bộc lộ ở đây.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Trong khi phương pháp để truyền RACH và thiết bị đã được mô tả tập trung vào ví dụ được áp dụng cho hệ thống NewRAT 5G, phương pháp và thiết bị có thể áp dụng được vào các hệ thống truyền thông không dây khác nhau ngoài hệ thống NewRAT 5G.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền phần mào đầu kênh truy cập ngẫu nhiên (random access channel - RACH) bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

nhận thông tin cấu hình mà bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu; và

truyền, trong tài nguyên RACH trong khe, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất hoặc phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai, dựa trên thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo việc kết hợp của định dạng thứ nhất và định dạng thứ hai,

trong đó tài nguyên RACH có độ dài N ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) trong miền thời gian, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix - CP) đơn và phần chuỗi đơn trong miền thời gian,

trong đó phần chuỗi đơn được sắp xếp trong miền thời gian sau khi toàn bộ phần CP đơn trong phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được truyền sao cho: độ dài của phần CP đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất cộng độ dài của phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng tổng độ dài của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó điểm bắt đầu và điểm kết thúc của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được chỉnh thẳng, một cách lần lượt, với điểm bắt đầu và điểm kết thúc của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai bao gồm phần CP và phần chuỗi trong miền thời gian, và phần chuỗi của phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được theo sau bởi thời gian bảo vệ không có tín hiệu,

trong đó dựa trên tài nguyên RACH không phải là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được truyền, và

trong đó dựa trên tài nguyên RACH là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được truyền.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó định dạng thứ nhất xác định độ dài của phần CP đơn và độ dài của phần chuỗi đơn.
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó định dạng thứ nhất là một trong số nhiều định dạng phần mào đầu, và
trong đó nhiều định dạng phần mào đầu xác định các độ dài khác nhau của phần CP đơn và các độ dài khác nhau của phần chuỗi đơn.
4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ dài của phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng $N \cdot N_S$, trong đó N_S bằng độ dài của phần dữ liệu của mỗi ký hiệu OFDM trong miền thời gian, và
trong đó độ dài của phần CP đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng tổng độ dài của N ký hiệu OFDM trừ $N \cdot N_S$.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng thời gian của phần CP đơn bằng $N \cdot 144 \cdot T$, và khoảng thời gian của phần chuỗi đơn bằng $N \cdot 2048 \cdot T$, trong đó T là thời gian lấy mẫu dựa trên khoảng cách sóng mang con.
6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó $144 \cdot T$ bằng N_{CP} , trong đó N_{CP} là độ dài của phần CP của ký hiệu OFDM, và
trong đó $2048 \cdot T$ bằng độ dài của phần dữ liệu của mỗi ký hiệu OFDM.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó N bằng một trong số 2, 4, hoặc 6.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm chuỗi mào đầu mà có độ dài chuỗi bằng $N \cdot 139$.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin cấu hình còn bao gồm thông tin liên quan đến khe mà được sử dụng cho phần mào đầu RACH.
10. Thiết bị người dùng (UE) bao gồm:

ít nhất một bộ thu phát;

ít nhất một bộ xử lý; và

ít nhất một bộ nhớ máy vi tính có thể nối được về mặt hoạt động với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

nhận, qua ít nhất một bộ thu phát, thông tin cấu hình mà bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu;

truyền, trong tài nguyên kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) trong khe, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất hoặc phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai, dựa trên thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo việc kết hợp của định dạng thứ nhất và định dạng thứ hai,

trong đó tài nguyên RACH có độ dài N ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) trong miền thời gian, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix - CP) đơn và phần chuỗi đơn trong miền thời gian,

trong đó phần chuỗi đơn được sắp xếp trong miền thời gian sau khi toàn bộ phần CP đơn trong phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất, và

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được truyền sao cho: độ dài của phần CP đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất cộng độ dài của phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng tổng độ dài của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó điểm bắt đầu và điểm kết thúc của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được chỉnh thẳng, một cách lần lượt, với điểm bắt đầu và điểm kết thúc của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai bao gồm phần CP và phần chuỗi trong miền thời gian, và phần chuỗi của phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được theo sau bởi thời gian bảo vệ không có tín hiệu,

trong đó dựa trên tài nguyên RACH không phải là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được truyền, và

trong đó dựa trên tài nguyên RACH là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các

tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được truyền.

11. Thiết bị người dùng theo điểm 10, trong đó định dạng thứ nhất xác định độ dài của phần CP đơn và độ dài của phần chuỗi đơn.

12. Thiết bị người dùng theo điểm 10, trong đó định dạng thứ nhất là một trong số nhiều định dạng phần mào đầu, và
trong đó nhiều định dạng phần mào đầu xác định các độ dài khác nhau của phần CP đơn và các độ dài khác nhau của phần chuỗi đơn.

13. Thiết bị người dùng theo điểm 10, trong đó độ dài của phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng $N \cdot N_s$, trong đó N_s bằng độ dài của phần dữ liệu của mỗi ký hiệu OFDM trong miền thời gian, và
trong đó độ dài của phần CP đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng tổng độ dài của N ký hiệu OFDM trừ $N \cdot N_s$.

14. Thiết bị người dùng theo điểm 10, trong đó khoảng thời gian của phần CP đơn bằng $N \cdot 144 \cdot T$, và khoảng thời gian của phần chuỗi đơn bằng $N \cdot 2048 \cdot T$, trong đó T là thời gian lấy mẫu dựa trên khoảng cách sóng mang con.

15. Thiết bị người dùng theo điểm 14, trong đó $144 \cdot T$ bằng N_{CP} , trong đó N_{CP} là độ dài của phần CP của ký hiệu OFDM, và
trong đó $2048 \cdot T$ bằng độ dài của phần dữ liệu của mỗi ký hiệu OFDM.

16. Thiết bị người dùng theo điểm 10, trong đó N bằng một trong số 2, 4, hoặc 6.

17. Phương pháp nhận phần mào đầu kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) bởi trạm gốc (base station - BS) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền thông tin cấu hình mà bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu;

cố gắng phát hiện, trong tài nguyên RACH trong khe, phần mào đầu RACH với

định dạng thứ nhất hoặc phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai, dựa trên thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo việc kết hợp của định dạng thứ nhất và định dạng thứ hai,

trong đó tài nguyên RACH có độ dài N ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) trong miền thời gian, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix - CP) đơn và phần chuỗi đơn trong miền thời gian,

trong đó phần chuỗi đơn được sắp xếp trong miền thời gian sau khi toàn bộ phần CP đơn trong phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được phát hiện dựa trên: độ dài của phần CP đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất cộng độ dài của phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng tổng độ dài của N ký hiệu ghép kênh phân chia tần số trực giao (OFDM) trong miền thời gian,

trong đó điểm bắt đầu và điểm kết thúc của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được chỉnh thẳng, một cách lần lượt, với điểm bắt đầu và điểm kết thúc của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai bao gồm phần CP và phần chuỗi trong miền thời gian, và phần chuỗi của phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được theo sau bởi thời gian bảo vệ không có tín hiệu,

trong đó dựa trên tài nguyên RACH không phải là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được cố gắng cần phải được phát hiện, và

trong đó dựa trên tài nguyên RACH là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được cố gắng cần phải được phát hiện.

18. Trạm gốc (BS) bao gồm:

ít nhất một bộ thu phát;

ít nhất một bộ xử lý; và

ít nhất một bộ nhớ máy vi tính có thể nối được về mặt hoạt động với ít nhất một bộ xử lý và lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi, khiến ít nhất một bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

truyền thông tin cấu hình mà bao gồm thông tin định dạng phần mào đầu; và cố gắng phát hiện, trong tài nguyên kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) trong khe, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất hoặc phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai, dựa trên thông tin định dạng phần mào đầu chỉ báo việc kết hợp của định dạng thứ nhất và định dạng thứ hai,

trong đó tài nguyên RACH có độ dài N ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) trong miền thời gian, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix - CP) đơn và phần chuỗi đơn trong miền thời gian,

trong đó phần chuỗi đơn được sắp xếp trong miền thời gian sau khi toàn bộ phần CP đơn trong phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất, và

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được phát hiện dựa trên: độ dài của phần CP đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất cộng độ dài của phần chuỗi đơn của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất bằng tổng độ dài của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó điểm bắt đầu và điểm kết thúc của phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được chỉnh thẳng, một cách lần lượt, với điểm bắt đầu và điểm kết thúc của N ký hiệu OFDM trong miền thời gian,

trong đó phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai bao gồm phần CP và phần chuỗi trong miền thời gian, và phần chuỗi của phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được theo sau bởi thời gian bảo vệ không có tín hiệu,

trong đó dựa trên tài nguyên RACH không phải là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ nhất được cố gắng cần phải được phát hiện, và

trong đó dựa trên tài nguyên RACH là tài nguyên RACH cuối cùng trong số các tài nguyên RACH của khe trong miền thời gian, phần mào đầu RACH với định dạng thứ hai được cố gắng cần phải được phát hiện.

FIG. 1

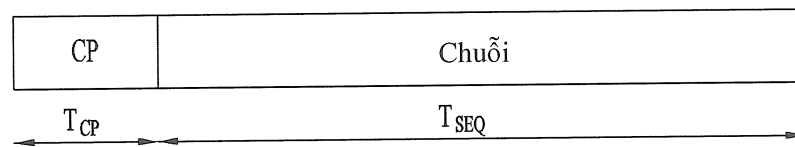


FIG. 2

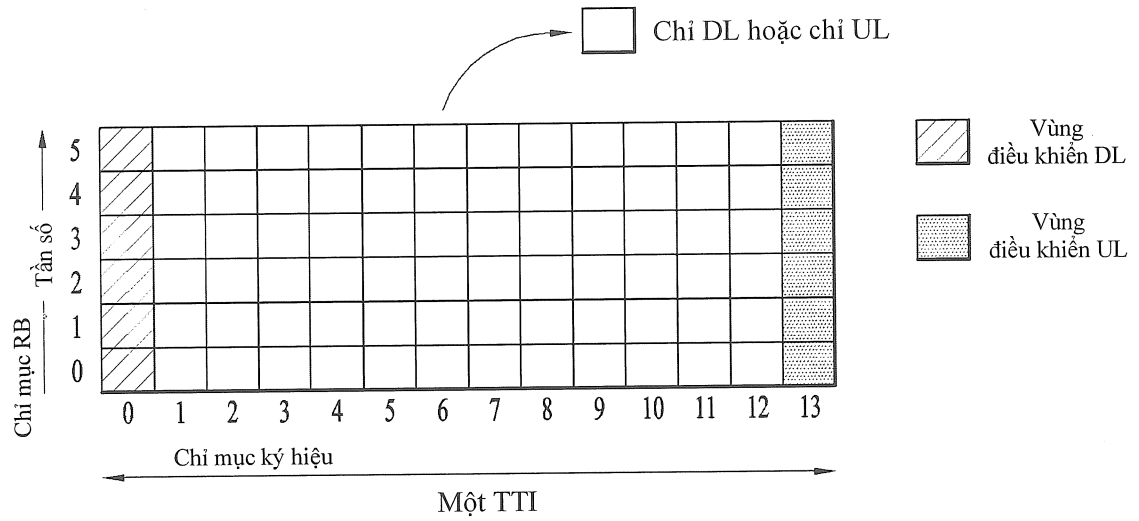


FIG. 3

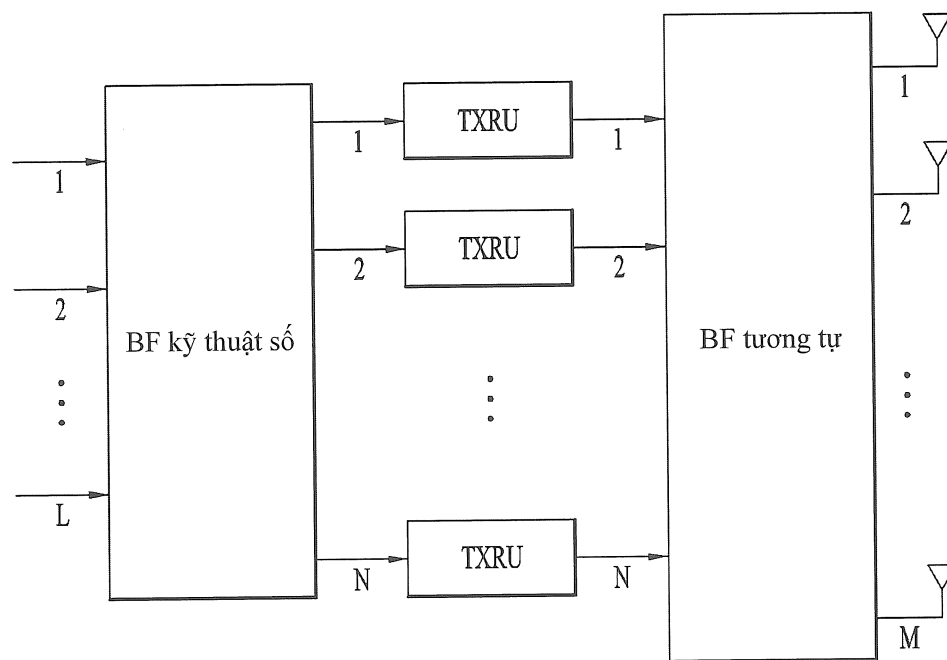


FIG. 4

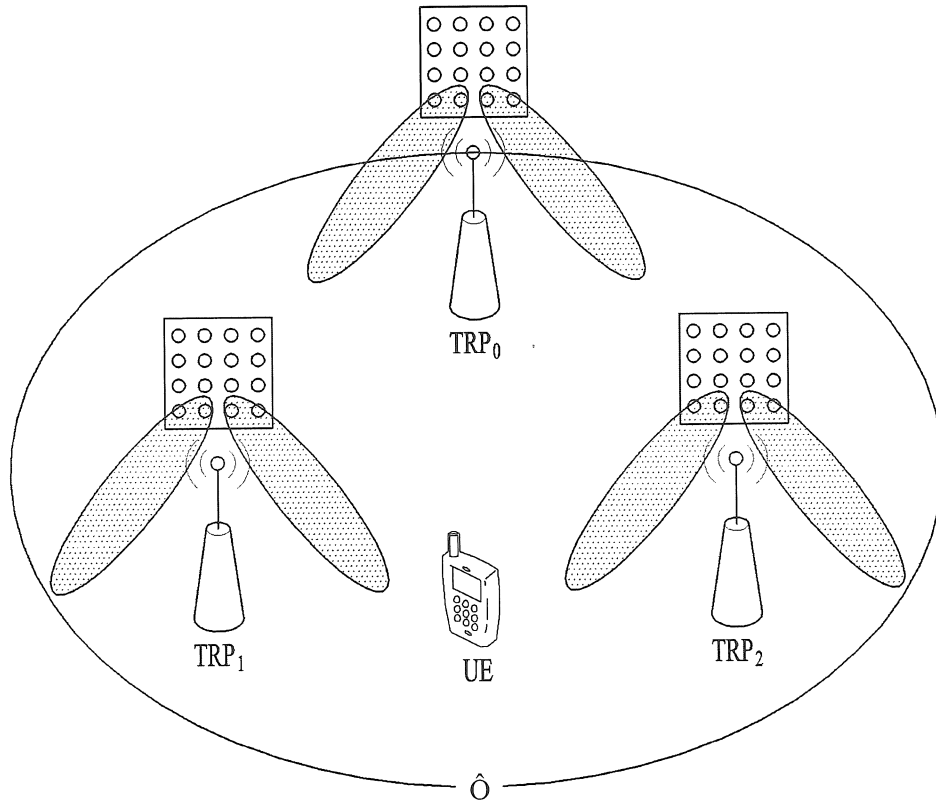


FIG. 5

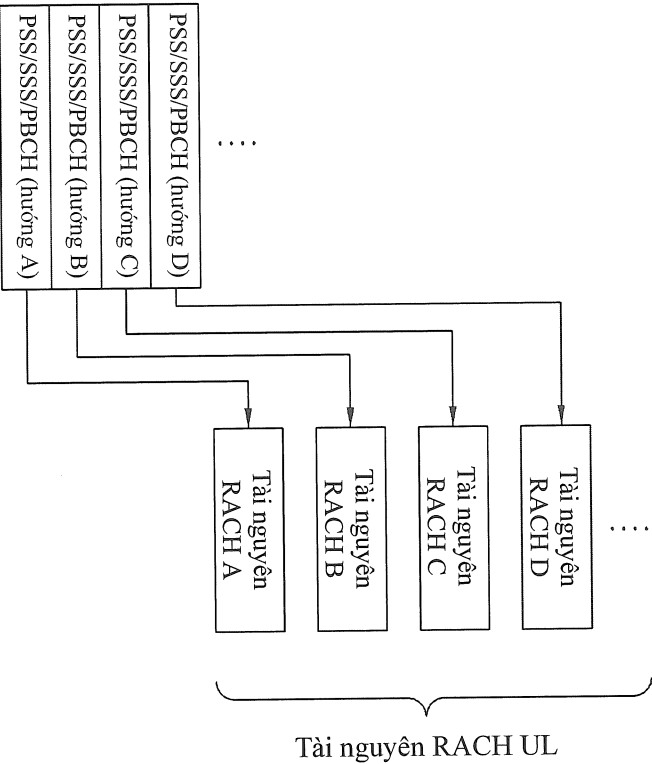


FIG. 6

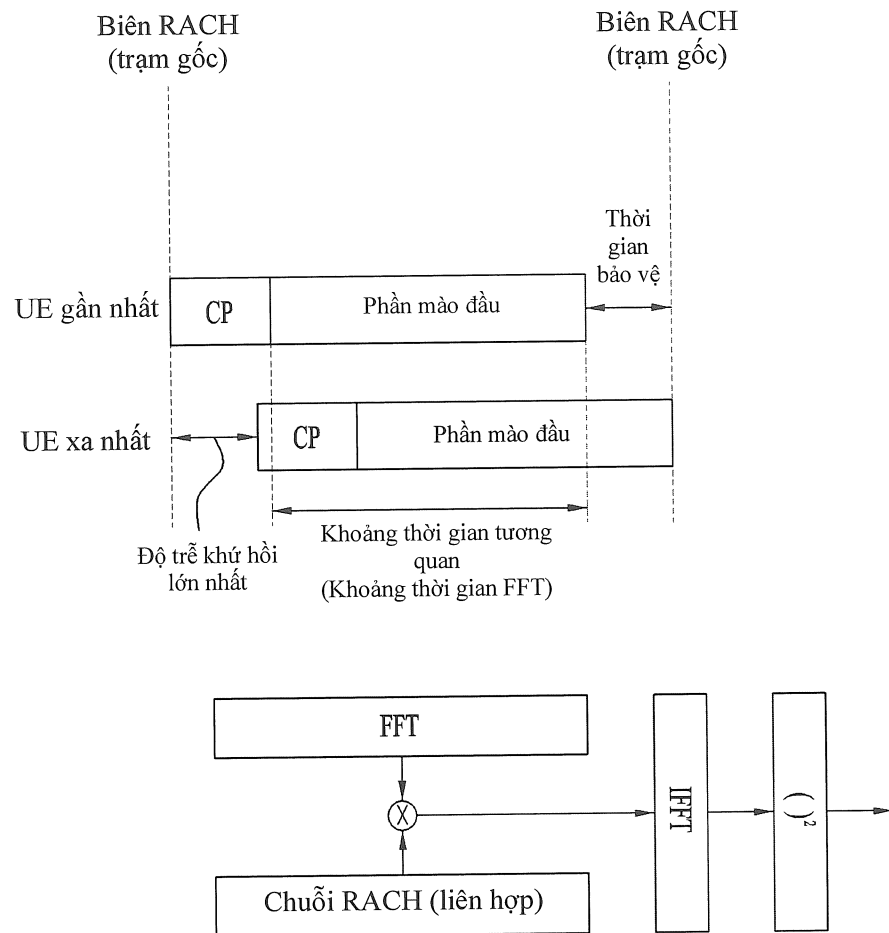


FIG. 7

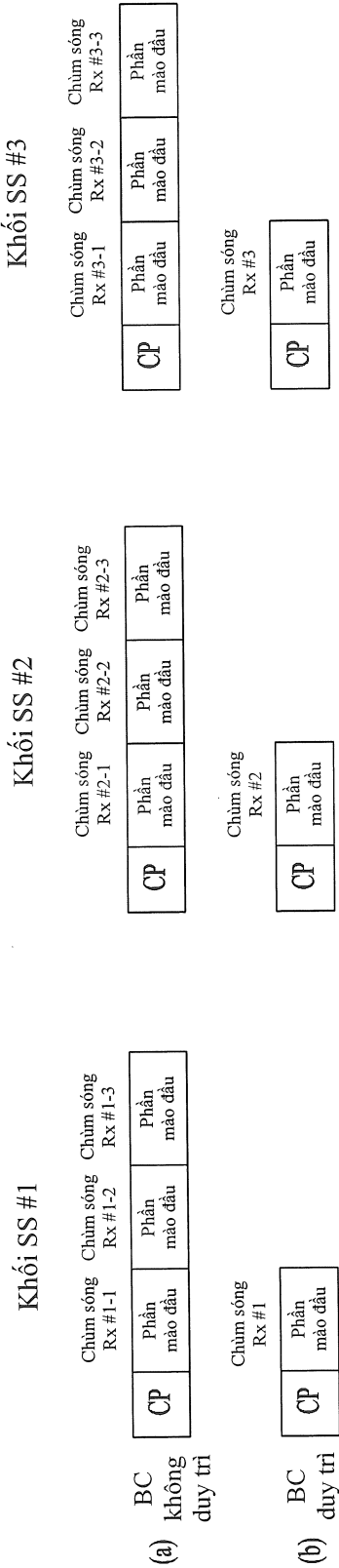
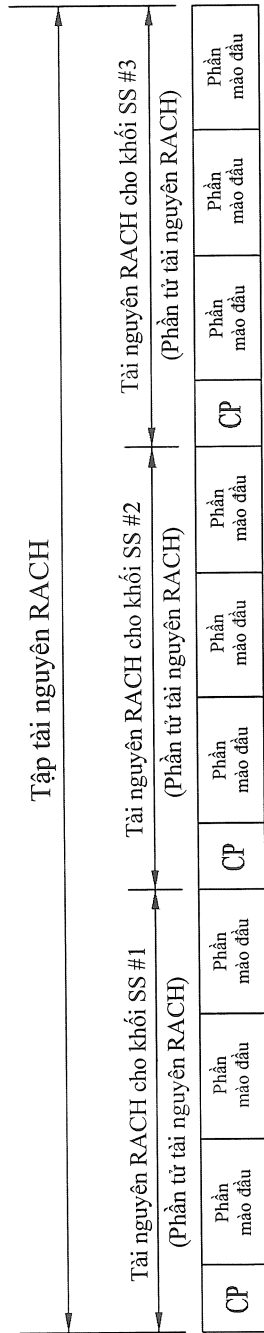
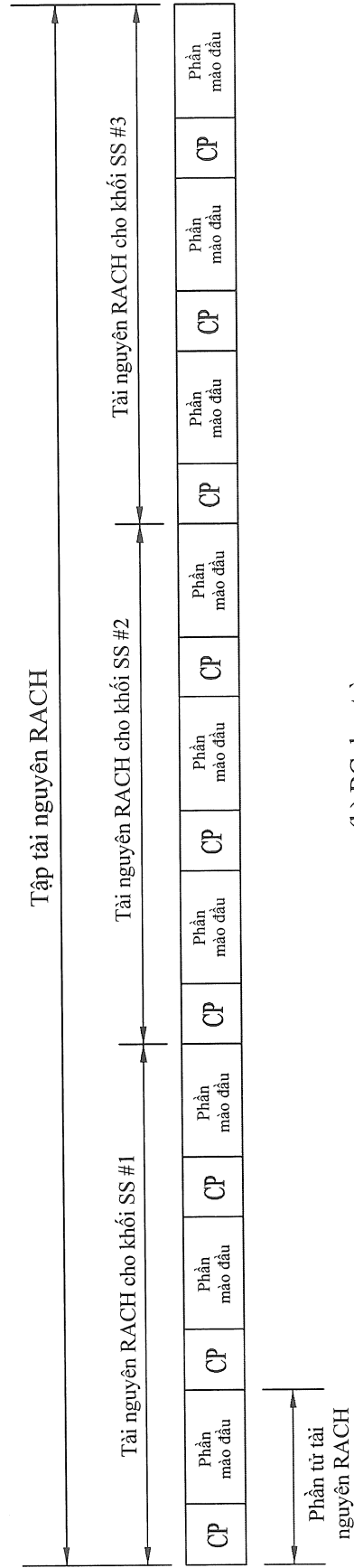


FIG. 8



(a) BC không duy trì



(b) BC duy trì

FIG. 9

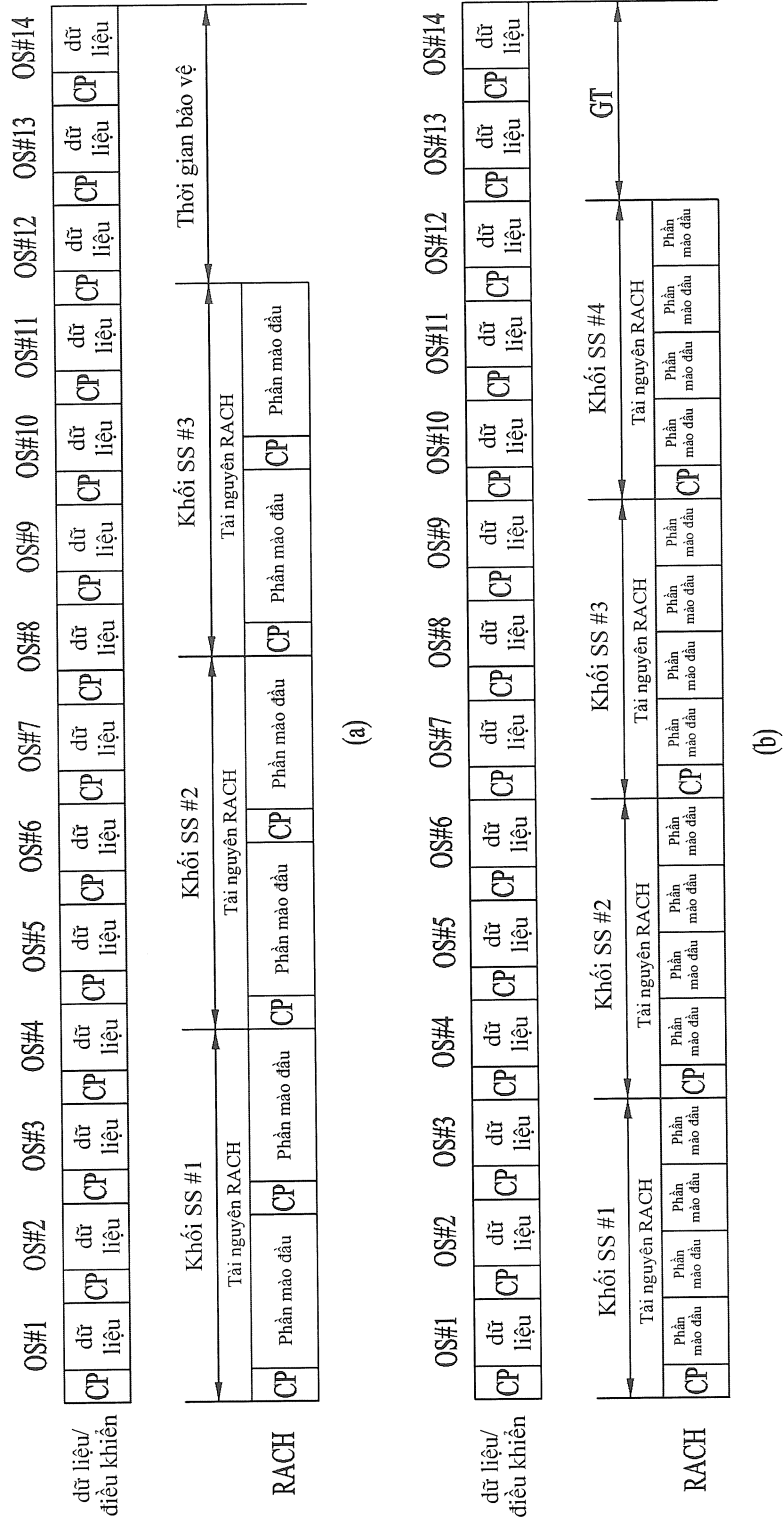


FIG. 10

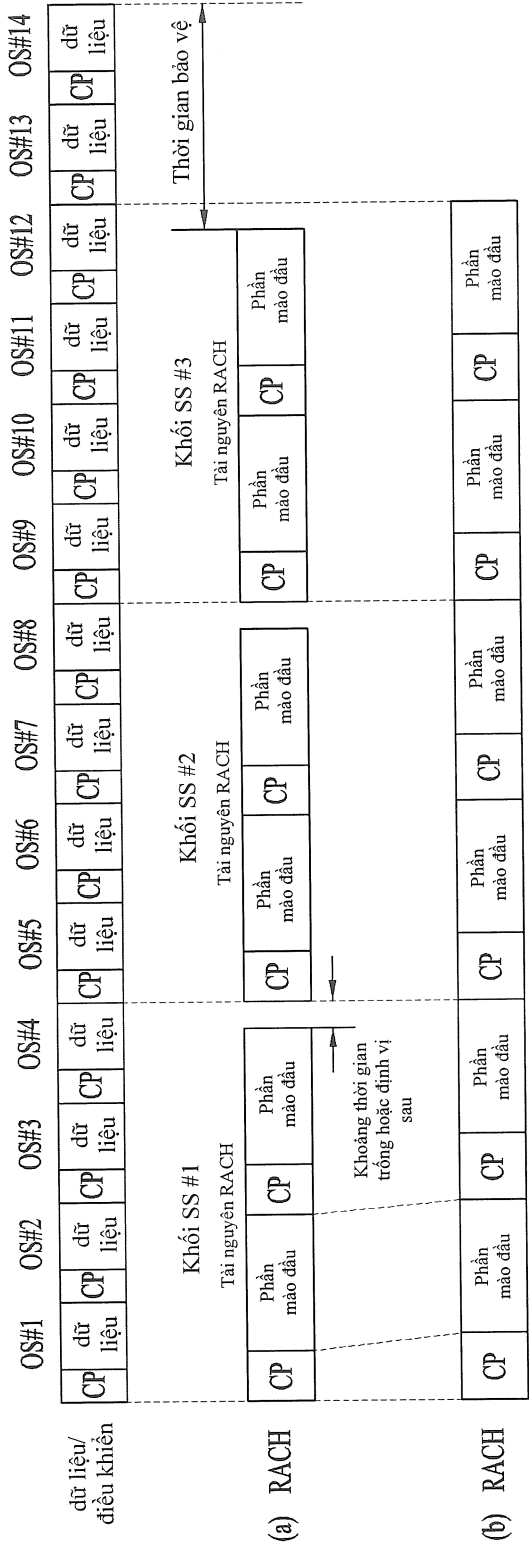


FIG. 12

KHE BÌNH THUẬN																							
Khe nhỏ #1-1				Khe nhỏ #1-2				Khe nhỏ #2-1				Khe nhỏ #2-2				Khe nhỏ #3-1				Khe nhỏ #3-2			
OS#1	OS#2	OS#3	OS#4	OS#5	OS#6	OS#7	OS#8	OS#9	OS#10	OS#11	OS#12	OS#13	OS#14										
CP	dữ liệu	CP	dữ liệu	CP	dữ liệu	CP	dữ liệu	CP	dữ liệu	CP	dữ liệu	CP	dữ liệu										
Khối SS #1 Tài nguyên RACH				Khối SS #2 Tài nguyên RACH				Khối SS #3 Tài nguyên RACH						Thời gian bảo vệ									
CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu	CP	Phần mào đầu						

dữ liệu/
điều khiển

RACH

FIG. 13

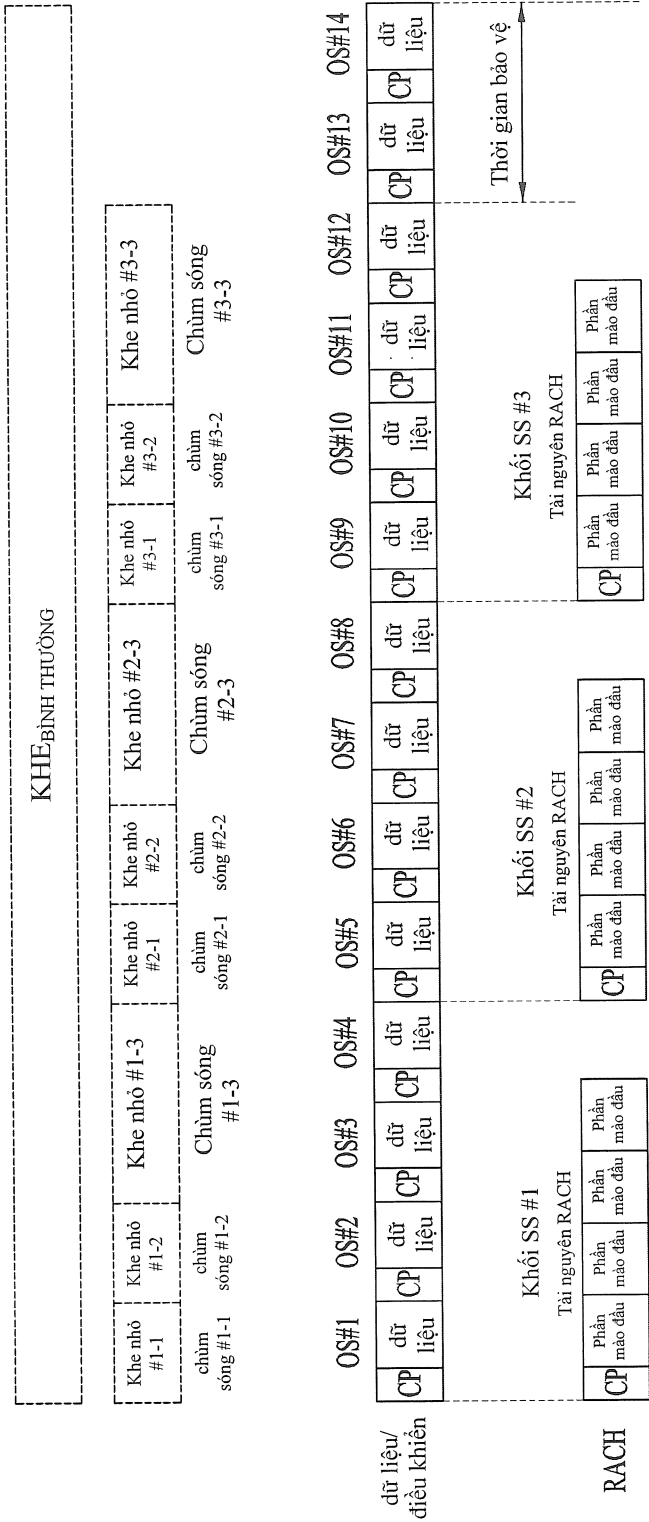


FIG. 14

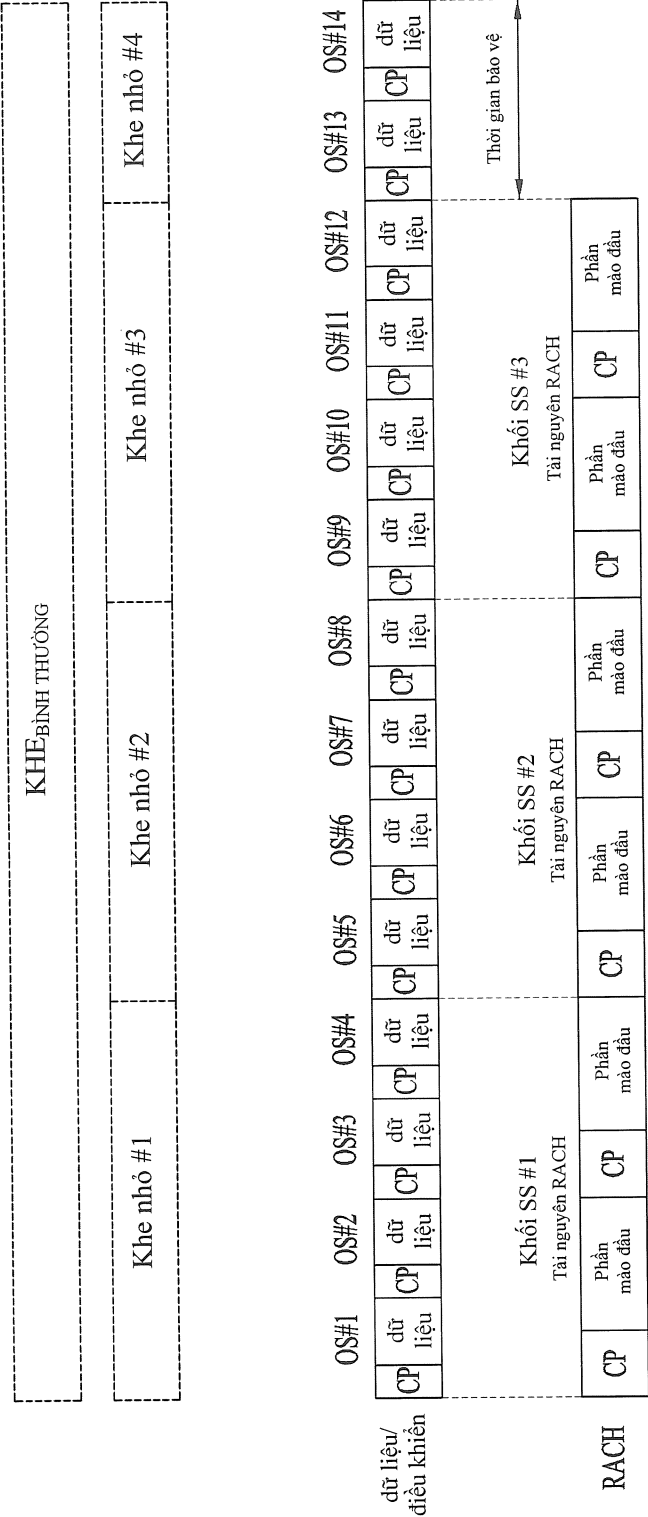


FIG. 15

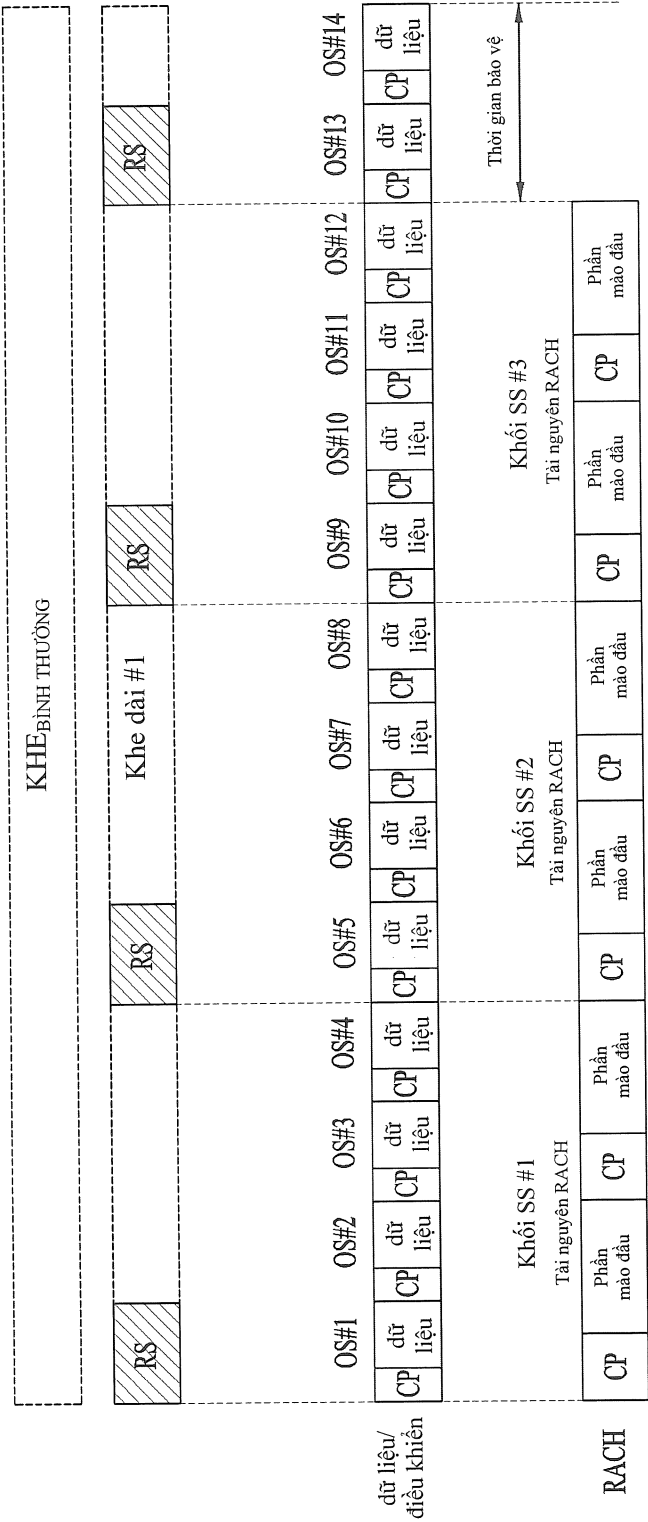


FIG. 16

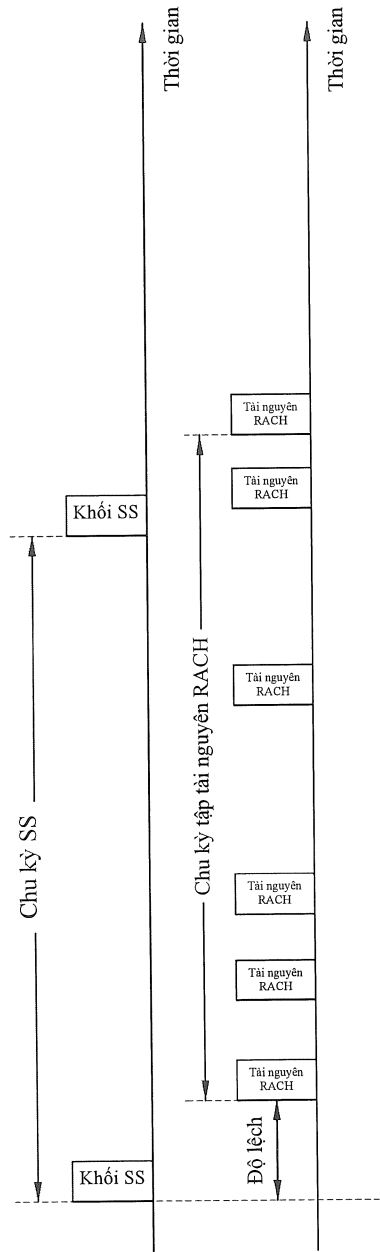


FIG. 17

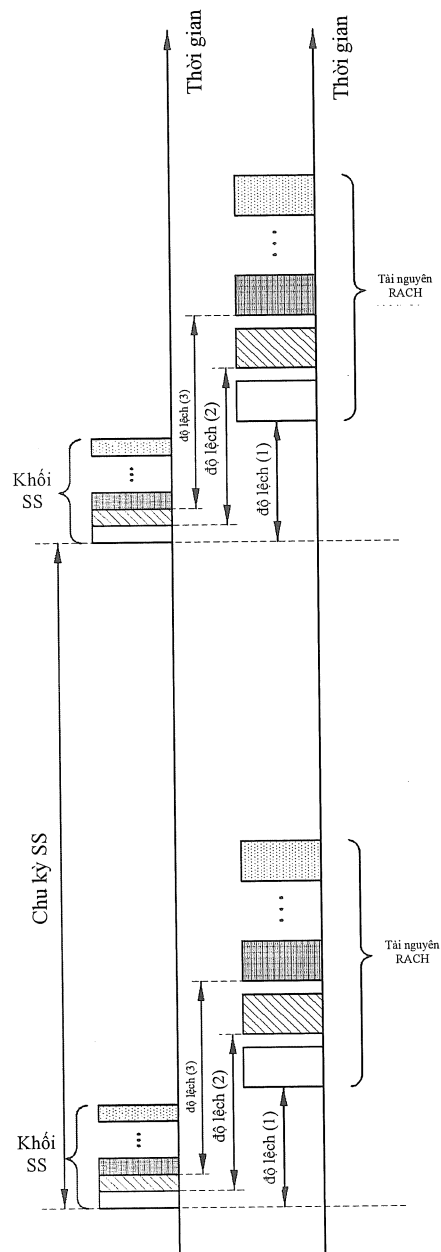


FIG. 18

(Vị trí khe, vị trí ký hiệu OFDM bắt đầu cho phần mào đầu, định dạng phần mào đầu #X, số lần lặp lại chuỗi, # của phần mào đầu

Khe thứ N (N = 0,...,19, chu kỳ khối SS = 20)													
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C	SEQ	SEQ	SEQ	SEQ	C	SEQ	SEQ	SEQ	SEQ				
P					P								
Khe RACH					Khe RACH								

{N, 0, định dạng phần mào đầu #1, 4, 1} {N, 5, định dạng phần mào đầu #1, 4, 1}

FIG. 19

		Chỉ mục ZC (chỉ mục OCC, phiên bản dịch vị tuần hoàn)								
		(0,0)	(0,1)	(0,2)	(0,3)	(1,0)	(1,1)	(1,2)	(1,3)	
chỉ mục mã gốc	15	Khối SS #N		----->						
	27	----->								
	127	Khối SS #N+1		----->						
	138	----->								

FIG. 20

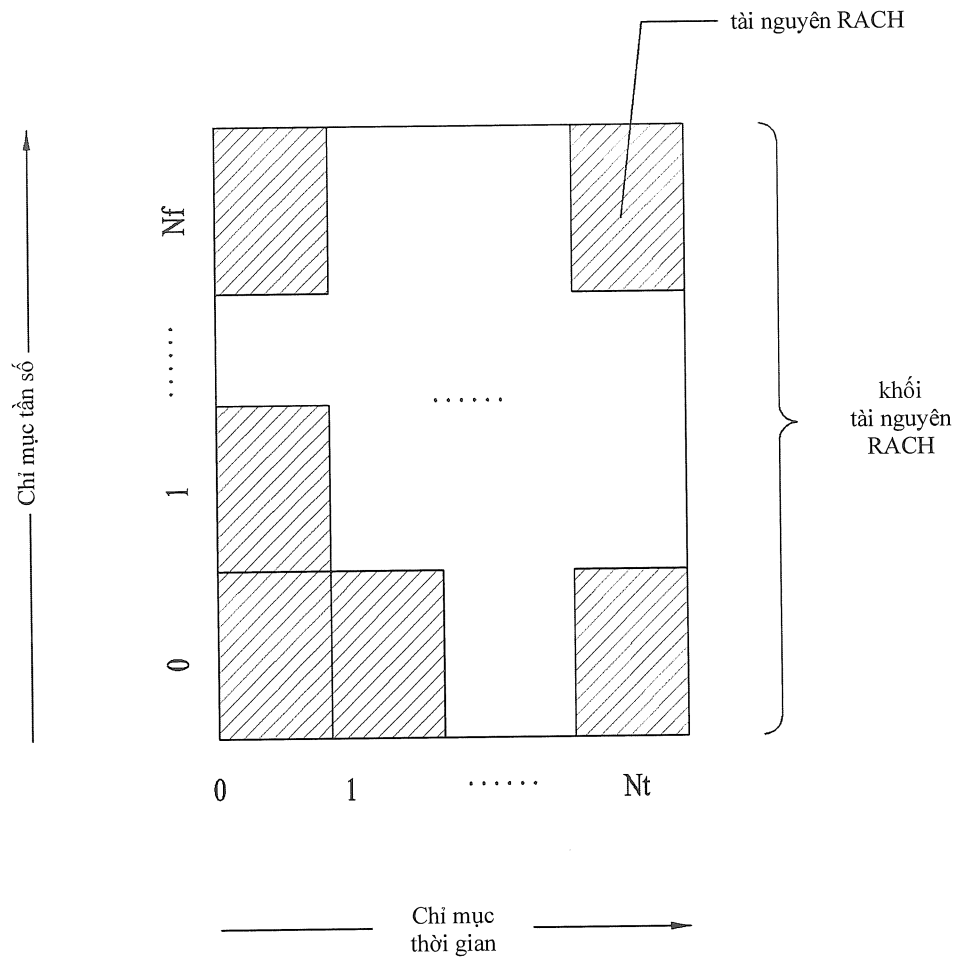


FIG. 21

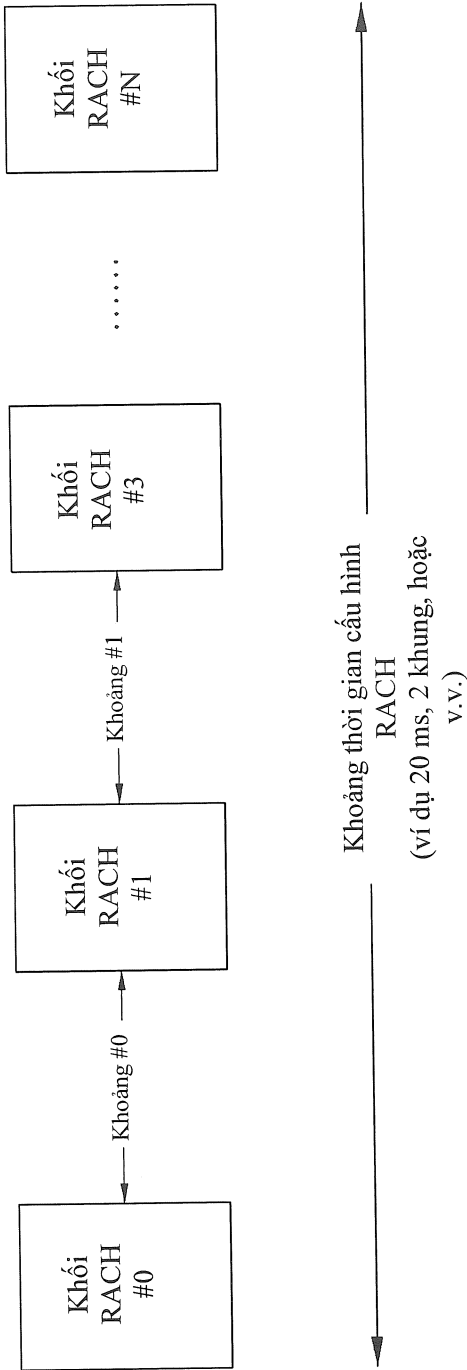


FIG. 22

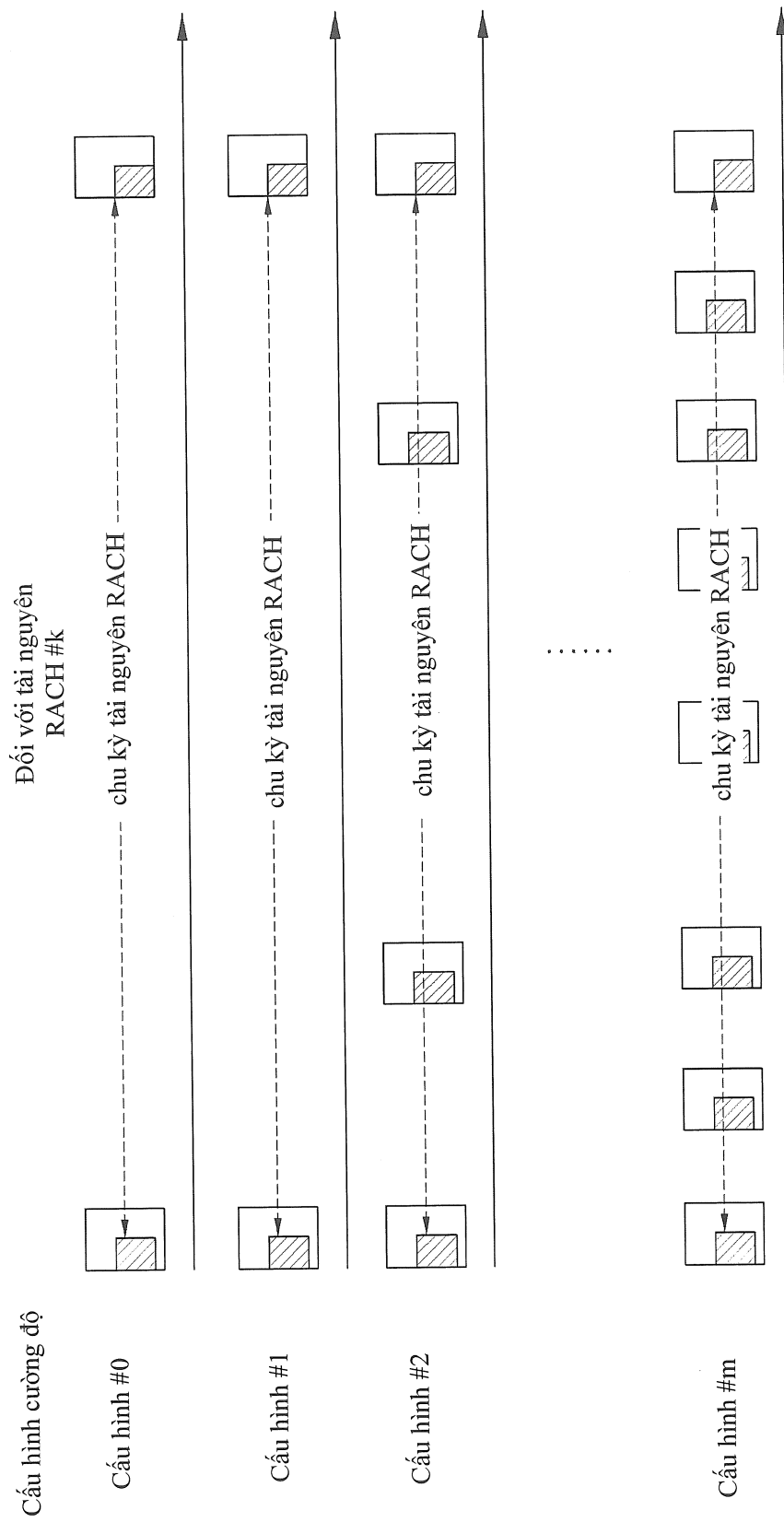


FIG. 23

chỉ mục ký hiệu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DC	khoảng/ DC/DD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	UC/UD

(a)

DC: điều khiển DL
DD: dữ liệu DL
UD: dữ liệu UL
UC: điều khiển UL

chỉ mục ký hiệu	0	1	2	3	4	5	6
DC	khoảng/ DC/DD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	DD/UD	UC/UD

(b)

DC: điều khiển DL
DD: dữ liệu DL
UD: dữ liệu UL
UC: điều khiển UL

FIG. 24

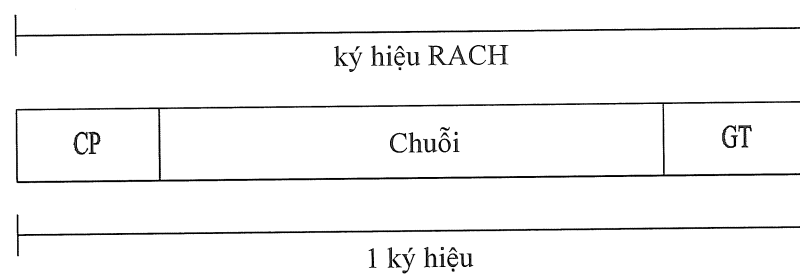


FIG. 25

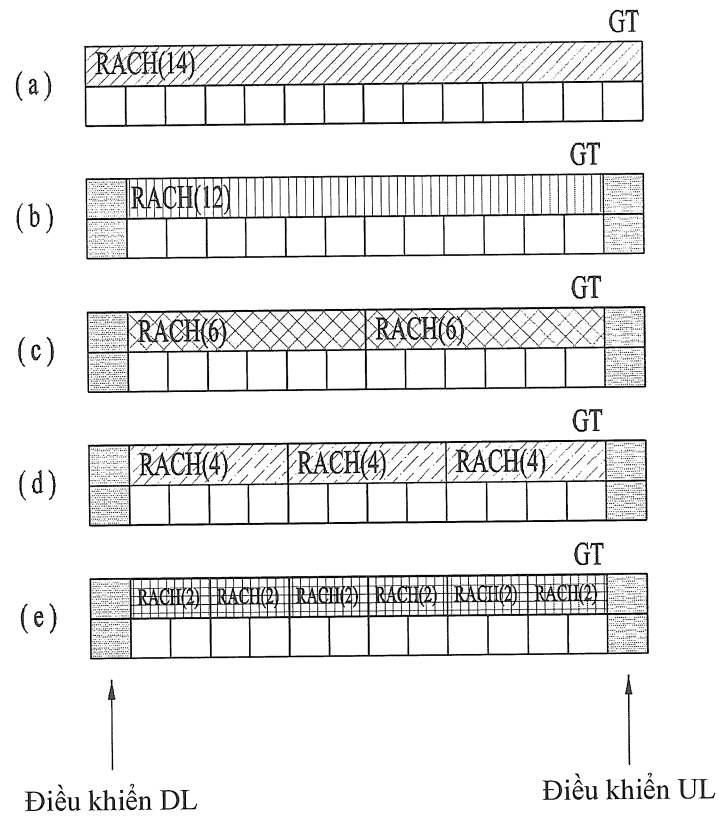


FIG. 26

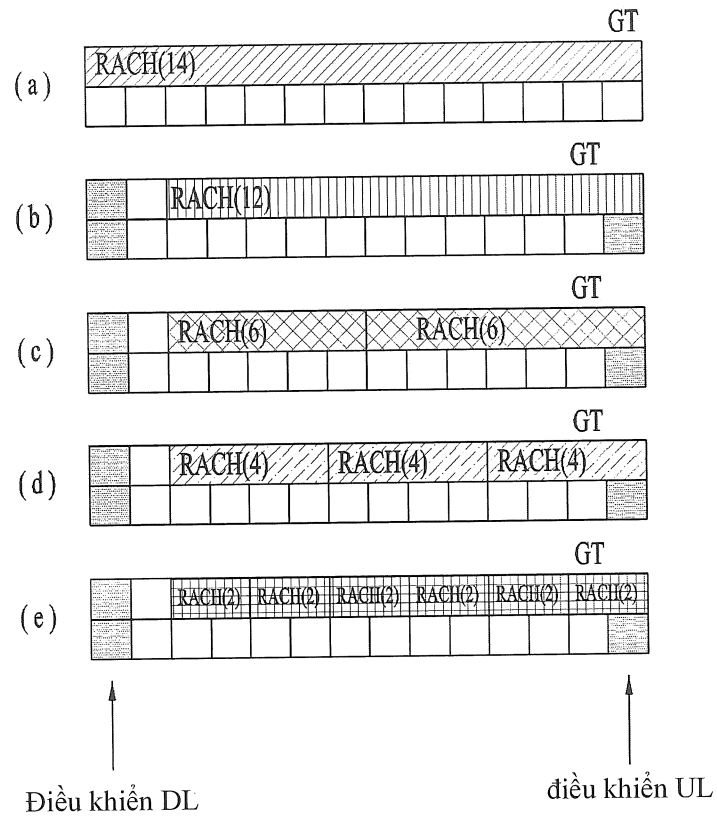


FIG. 27

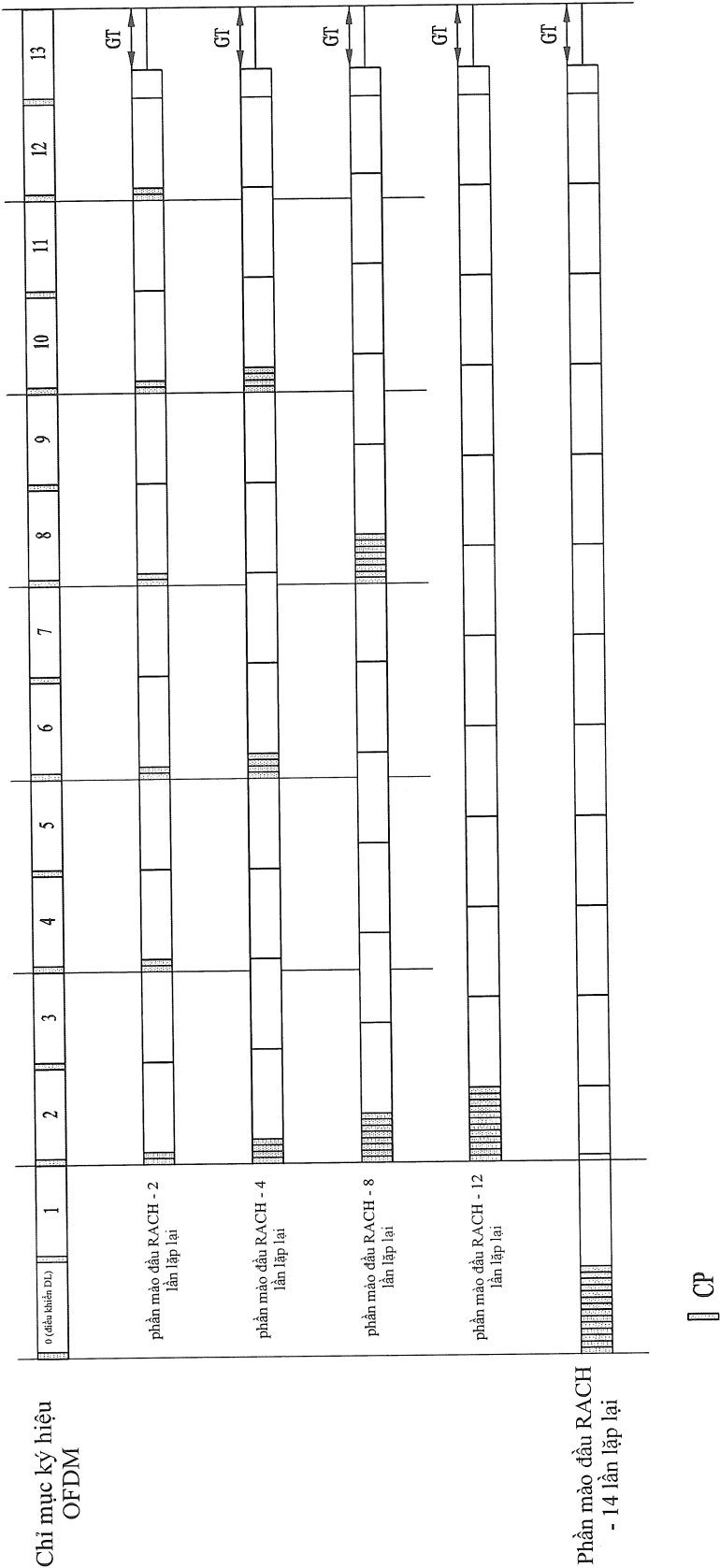


FIG. 28

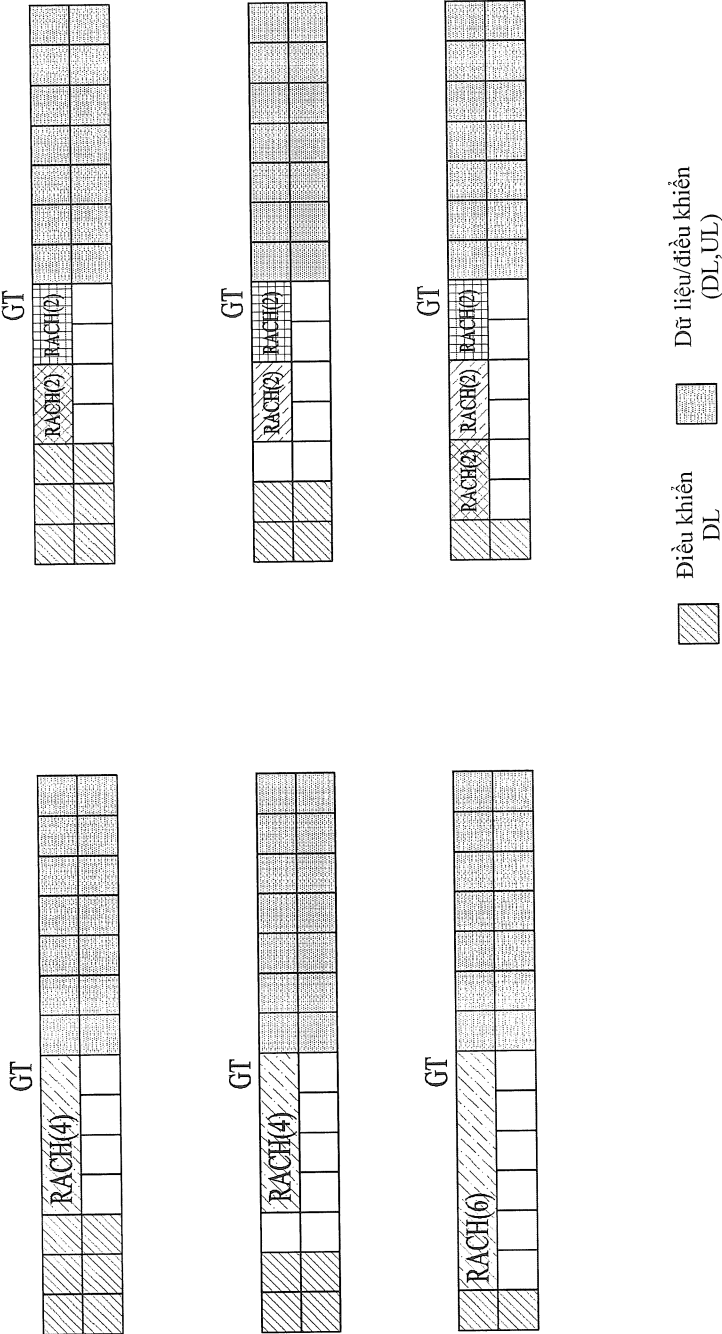


FIG. 29

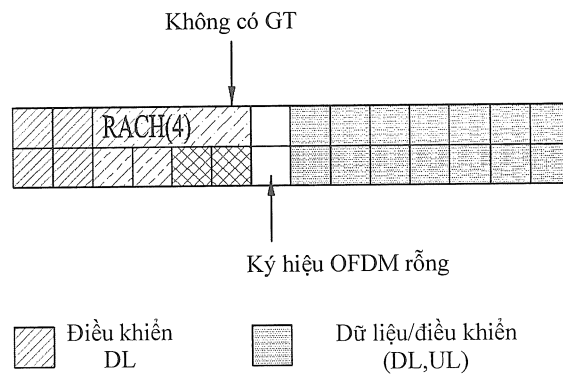
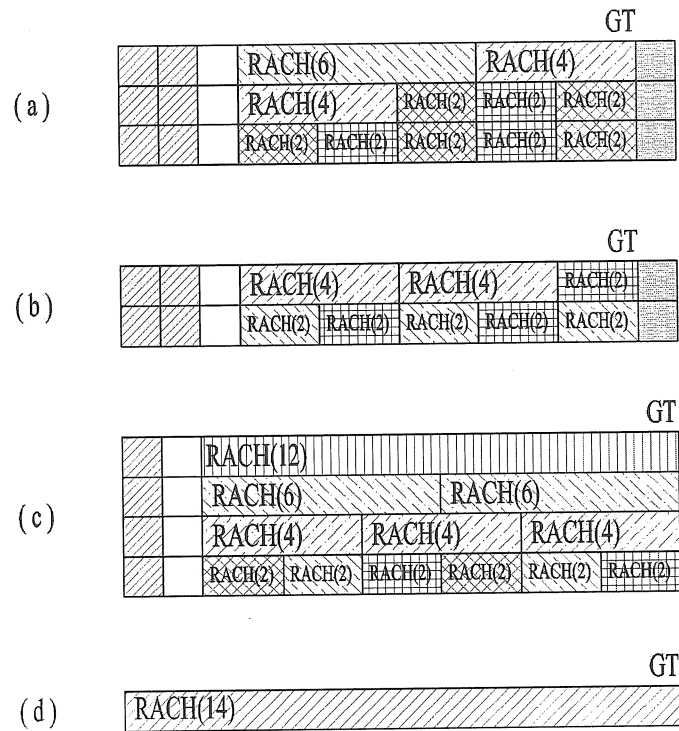


FIG. 30



Chỉ mục ký hiệu

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

1 khe

Điều khiển
DL

FIG. 31

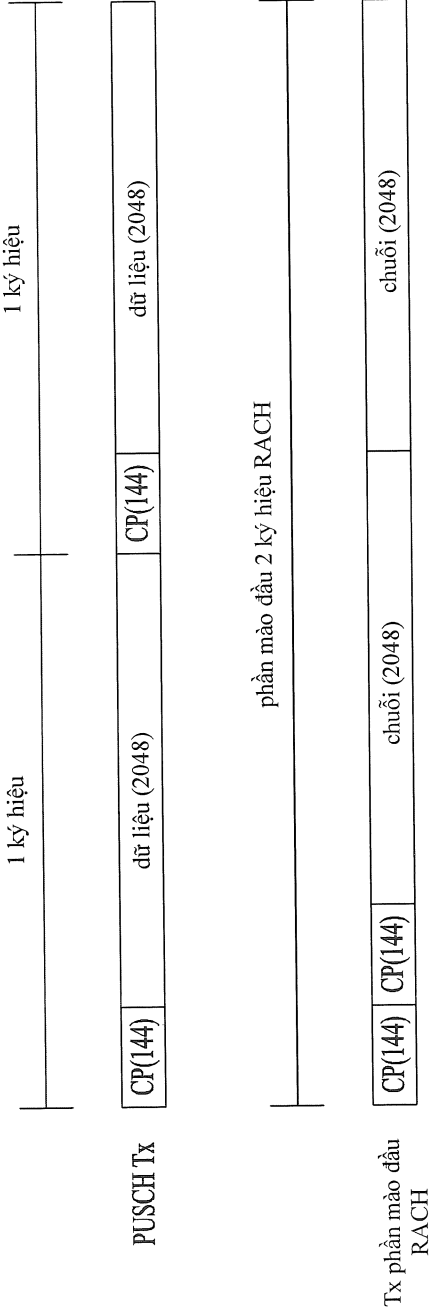


FIG. 32

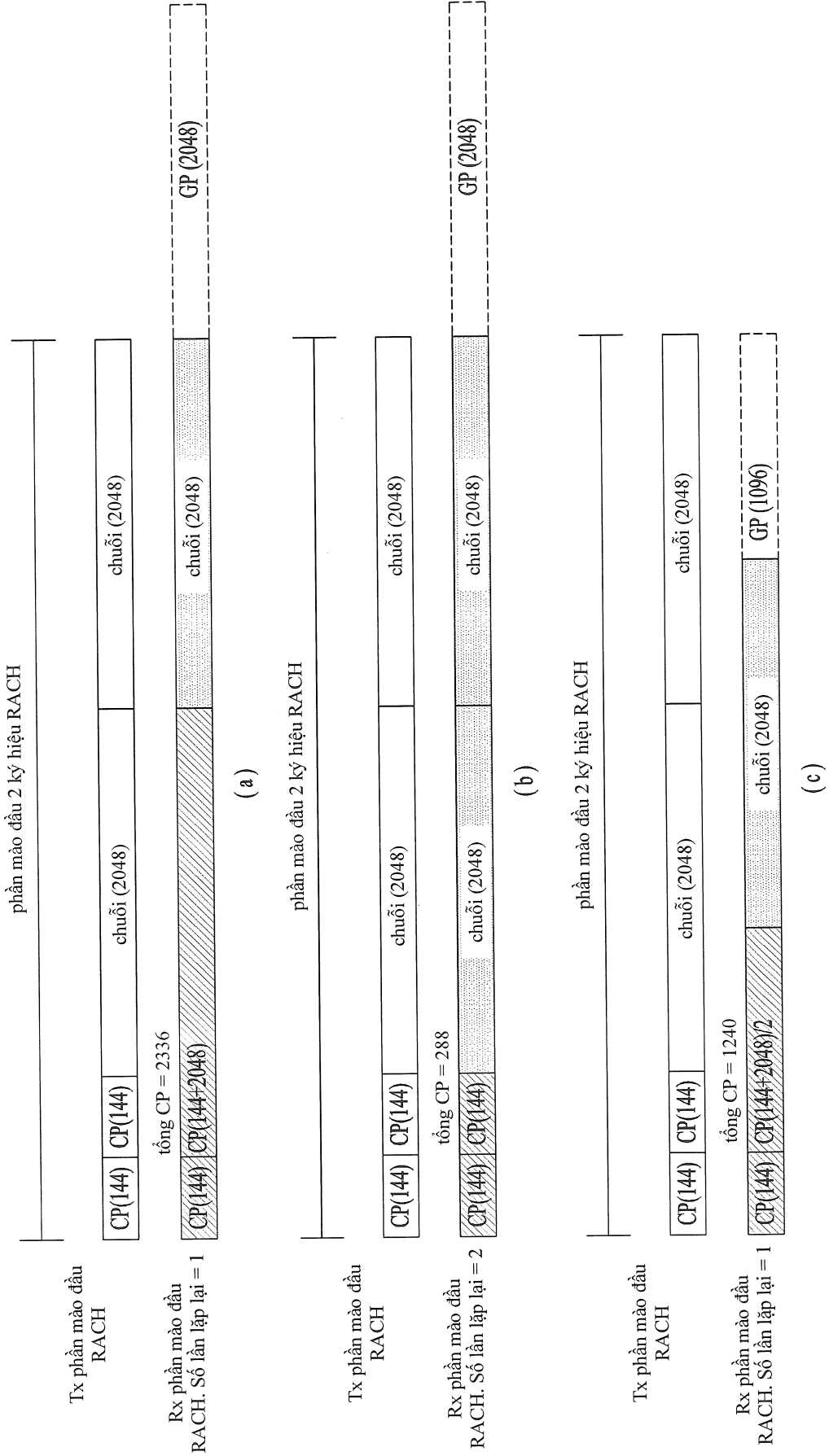


FIG. 33

<Khe loại A>

(a) định dạng phần mào đầu với 12 ký hiệu

RACH(12)													

(b) định dạng phần mào đầu với 6 ký hiệu

RACH(6)						RACH(6)							

(c) định dạng phần mào đầu với 4 ký hiệu

RACH(4)				RACH(4)				RACH(4)					

(d) định dạng phần mào đầu với 3 ký hiệu

RACH(3)			RACH(3)			RACH(3)			RACH(3)				

(e) định dạng phần mào đầu với 2 ký hiệu

RACH(2)		RACH(2)		RACH(2)		RACH(2)		RACH(2)		RACH(2)			

(f) định dạng phần mào đầu với 1 ký hiệu

FIG. 34

<Khe loại B>

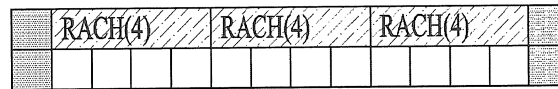
(a) định dạng phần mào đầu với 12 ký hiệu



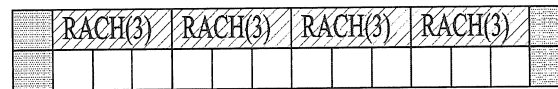
(b) định dạng phần mào đầu với 6 ký hiệu



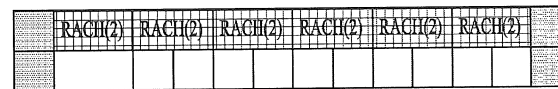
(c) định dạng phần mào đầu với 4 ký hiệu



(d) định dạng phần mào đầu với 3 ký hiệu



(e) định dạng phần mào đầu với 2 ký hiệu



(f) định dạng phần mào đầu với 1 ký hiệu

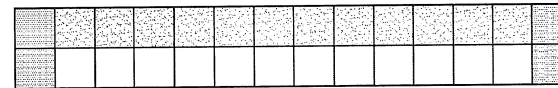


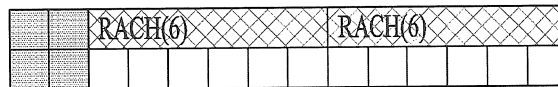
FIG. 35

<Khe loại C>

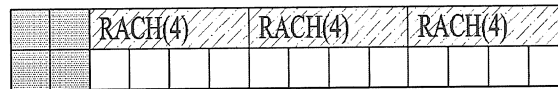
(a) định dạng phần mào đầu với 12 ký hiệu



(b) định dạng phần mào đầu với 6 ký hiệu



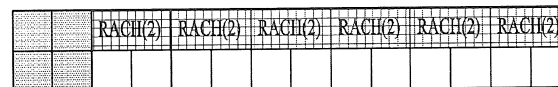
(c) định dạng phần mào đầu với 4 ký hiệu



(d) định dạng phần mào đầu với 3 ký hiệu



(e) định dạng phần mào đầu với 2 ký hiệu



(f) định dạng phần mào đầu với 1 ký hiệu



FIG. 36

