



(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)



1-0030735

(51)⁷ H04L 5/26

(13) B

(21) 1-2017-00593

(22) 12/08/2015

(86) PCT/CN2015/086784 12/08/2015

(87) WO/2016/023495 18/02/2016

(30) 62/038,070 15/08/2014 US; 14/822,492 10/08/2015 US

(45) 25/01/2022 406

(43) 25/04/2017 349A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

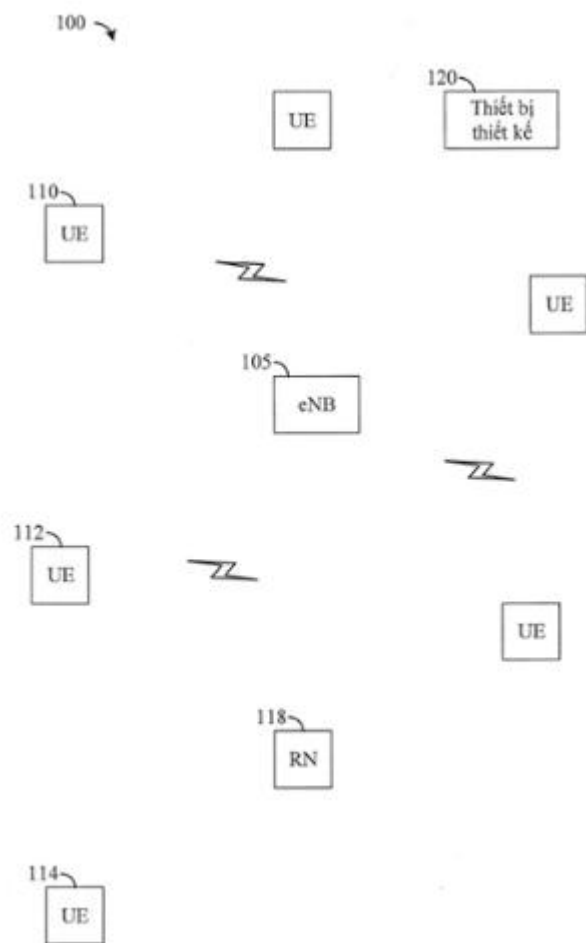
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) MA, Jianglei (CA); JIA, Ming (CA); TONG, Wen (CA); ZHU, Peiying (CA).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THIẾT BỊ TRUYỀN VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN TỪ MÃ ĐA CHIỀU

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp truyền dạng sóng, trong đó phương pháp này bao gồm bước điều chỉnh các thông số ghép kênh thứ nhất của dạng sóng đa sóng mang thứ nhất để thoả mãn các yêu cầu truyền thông của hệ thống truyền thông, tạo ra tín hiệu thứ nhất theo khối bit vào thứ nhất và bản đồ điều chế thứ nhất, đặt tín hiệu thứ nhất này vào dải con thứ nhất, trong đó dải con thứ nhất này được quy định theo các thông số ghép kênh đã được điều chỉnh thứ nhất, và truyền dải con thứ nhất này.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế liên quan đến lĩnh vực truyền thông kĩ thuật số, cụ thể là đề cập đến hệ thống và phương pháp tạo dạng sóng, và việc sử dụng hệ thống và phương pháp này.

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

SCMA (Sparse Code Multiple Access - đa truy cập mã mật độ thấp) là sơ đồ đa truy cập không trực giao mà cho phép nhiều thiết bị, người dùng, hoặc thiết bị người dùng (User Equipment - UE) dùng chung các tài nguyên kênh. Các thiết bị truyền tiềm năng được cấp phát các tài nguyên thời gian và tần số, còn được gọi là các đơn vị tài nguyên. Trong kĩ thuật SCMA, các thiết bị truyền tiềm năng cũng được gán bảng mã mật độ thấp mà cho phép chồng các hoạt động truyền của thiết bị, điều này cho phép các hệ thống SCMA hỗ trợ nhiều thiết bị được kết nối hơn.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp tạo các dạng sóng, và việc sử dụng hệ thống và phương pháp này.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp truyền dạng sóng. Phương pháp này bao gồm bước điều chỉnh, bởi thiết bị truyền, các thông số ghép kênh thứ nhất của dạng sóng đa sóng mang thứ nhất để thỏa mãn các yêu cầu truyền thông của hệ thống truyền thông, và tạo ra, bởi thiết bị truyền này, tín hiệu thứ nhất theo khối bit vào thứ nhất và bản đồ điều chế thứ nhất. Phương pháp này bao gồm bước đặt, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ nhất vào dải con thứ nhất, trong đó dải con thứ nhất này được quy định theo các thông số ghép kênh đã được điều chỉnh thứ nhất, và truyền, bởi thiết bị truyền này, dải con thứ nhất này.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp vận hành thiết bị nhận. Phương pháp này bao gồm bước xác định, bởi thiết bị nhận, các thông số ghép kênh, và nhận, bởi thiết bị nhận, dải con thứ nhất theo các thông số ghép kênh

này. Phương pháp này bao gồm bước trích xuất, bởi thiết bị nhận, tín hiệu thứ nhất từ dải con thứ nhất, và xử lý, bởi thiết bị nhận, tín hiệu thứ nhất này theo bản đồ điều chế thứ nhất được liên kết với thiết bị nhận.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị truyền. Thiết bị truyền này bao gồm bộ xử lý, và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính có chứa chương trình để thực thi bằng bộ xử lý này. Chương trình này bao gồm các lệnh để điều chỉnh các thông số ghép kênh thứ nhất của dạng sóng đa sóng mang thứ nhất để thỏa mãn các yêu cầu truyền thông của hệ thống truyền thông, tạo ra tín hiệu thứ nhất theo khối bit vào thứ nhất và bản đồ điều chế thứ nhất, đặt tín hiệu thứ nhất này vào dải con thứ nhất, trong đó dải con thứ nhất này được quy định theo các thông số ghép kênh đã được điều chỉnh thứ nhất, và truyền dải con thứ nhất này.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị nhận. Thiết bị nhận này bao gồm bộ xử lý, và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính có chứa chương trình để thực thi bằng bộ xử lý này. Chương trình này bao gồm các lệnh để xác định các thông số ghép kênh, nhận dải con thứ nhất theo các thông số ghép kênh này, trích xuất tín hiệu thứ nhất từ dải con thứ nhất này, và xử lý tín hiệu thứ nhất này theo bản đồ điều chế thứ nhất mà được liên kết với thiết bị nhận này.

Một ưu điểm của sáng chế là các dạng sóng có PAPR (Peak to Average Power Ratio - tỉ số công suất đỉnh trên trung bình) bằng không, hoặc gần như bằng không, sẽ đơn giản hoá thiết kế của bộ chuyển đổi tương tự - số và số - tương tự, cũng như làm tăng hiệu quả của những bộ khuếch đại công suất tần số vô tuyến.

Ưu điểm khác của sáng chế là cho phép sự cùng tồn tại của các dạng sóng có PAPR bằng không, hoặc gần như bằng không, và các dạng sóng có PAPR khác không, nhờ đó cho phép hỗ trợ các khoảng cách sóng mang phụ và/hoặc các thời lượng kí hiệu khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo để cho phép hiểu toàn vẹn hơn về sáng chế và các ưu điểm của sáng chế, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một hệ thống truyền thông ví dụ theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ ghép kênh SCMA ví dụ để mã hoá dữ liệu theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện dạng sóng SCMA ví dụ và tiến trình ví dụ về việc dữ liệu được điều chế với các bảng mã SCMA ví dụ để điền vào các khối SCMA theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.4a là hình vẽ thể hiện từ mã SCMA ví dụ để điều chế 4 điểm với 2 thành phần khác không và 2 thành phần bằng không, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.4b là hình vẽ thể hiện bảng mã có PAPR thấp 4 điểm ví dụ, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.4c là hình vẽ thể hiện bảng mã có PAPR thấp 8 điểm ví dụ, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện dạng sóng ví dụ thứ nhất, trong đó các bảng mã SCMA chiếm toàn bộ băng thông khả dụng của dạng sóng, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện dạng sóng ví dụ thứ hai, trong đó các bảng mã SCMA chiếm một phần băng thông khả dụng của dạng sóng, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện băng thông ví dụ, trong đó băng thông khả dụng của băng thông ví dụ 700 được phân vùng thành hai phần, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của một hệ thống xử lý ví dụ mà có thể được dùng để thực hiện các thiết bị và các phương pháp được bộc lộ ở đây;

Fig.9a là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động ví dụ diễn ra ở thiết bị truyền khi tạo ra và truyền dạng sóng có PAPR bằng không, theo các phương án ví dụ được thể hiện ở đây;

Fig.9b là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động ví dụ diễn ra ở thiết bị nhận khi nhận và xử lý dạng sóng có PAPR bằng không, theo các phương án ví dụ được thể hiện ở đây; và

Fig.10 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động ví dụ diễn ra ở thiết bị thiết kế khi tạo ra và lưu dạng sóng có PAPR bằng không, theo các phương án ví dụ được thể hiện ở đây.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Nguyên lý hoạt động và cấu trúc của thiết bị theo các phương án ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Tuy nhiên, cần hiểu rằng sáng chế có nhiều ý tưởng sáng tạo mà có thể được thực hiện trong nhiều hoàn cảnh cụ thể khác nhau. Các phương án cụ thể được bộc lộ ở đây chỉ nhằm thể hiện các cấu trúc cụ thể và cách thức hoạt động của thiết bị theo sáng chế, chứ không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Một phương án của sáng chế liên quan đến việc tạo ra các dạng sóng. Ví dụ, một thiết bị thiết kế tạo ra các bản đồ chòm điểm đa chiều với mỗi bản đồ chòm điểm đều có các điểm thuộc chòm điểm khác không và điểm thuộc chòm điểm bằng không, làm cân bằng các điểm thuộc chòm điểm khác không của các bản đồ chòm điểm đa chiều này, trong đó các điểm thuộc chòm điểm khác không này bao gồm các điểm thuộc chòm điểm không phải là điểm thuộc chòm điểm bằng không, gắn nhãn cho các điểm thuộc chòm điểm của các bản đồ chòm điểm đa chiều sao cho đối với một giá trị khối bit vào thì có một bản đồ chòm điểm đa chiều đơn với điểm thuộc chòm điểm khác không được liên kết với nó, và đề nghị sử dụng các bản đồ chòm điểm đa chiều này để truyền thông các tín hiệu trong hệ thống truyền thông.

Sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các phương án ví dụ trong hoàn cảnh cụ thể, cụ thể là các hệ thống truyền thông mà tạo ra và sử dụng các dạng sóng có PAPR bằng không hoặc gần như bằng không. Sáng chế có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông theo tiêu chuẩn, chẳng hạn các hệ thống tương thích 3GPP (Third Generation Partnership Project - dự án hợp tác thế hệ thứ ba), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineer - viện kỹ thuật điện và điện tử)

802.11, v.v., các tiêu chuẩn kĩ thuật, và các hệ thống truyền thông không theo tiêu chuẩn, mà tạo ra và sử dụng các dạng sóng có PAPR bằng không hoặc gần như bằng không. Theo một số phương án, độ dịch trong một lượng phù hợp, chẳng hạn 5%, có thể được coi là gần như bằng không.

Trong hệ thống SCMA, dữ liệu được trải phổ trên nhiều đơn vị tài nguyên thời gian - tần số, ví dụ, các tông của các tài nguyên OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo tần số trực giao) qua các từ mã đa chiều. Trong các hệ thống SCMA biến thể khác, dữ liệu có thể được trải phổ trên các đơn vị tài nguyên của các dạng sóng đơn sóng mang CDMA (Code Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo mã), FBMC (Filter Bank MultiCarrier - đa sóng mang kiểu dây bộ lọc), OFDM được lọc, OFDM được trải phổ bằng phép biến đổi Fourier rời rạc (DFT spread OFDM), v.v.. Mật độ thấp của các từ mã sẽ cho phép giảm sự phức tạp khi dò tổng hợp đối với các lớp SCMA được ghép kênh nhờ sử dụng thuật toán trao đổi thông điệp (Message Passing Algorithm - MPA). Nói chung, mỗi lớp của tín hiệu SCMA đều có nhóm bảng mã cụ thể của nó. Trải phổ mật độ thấp (Low Density Spreading - LDS) là một trường hợp đặc biệt của SCMA. LDS, dưới một dạng của CDMA đa sóng mang (MC-CDMA), được dùng để ghép kênh các lớp dữ liệu khác nhau. Ngược lại so với SCMA với các từ mã đa chiều, thì LDS sử dụng sự lặp lại của kí hiệu (QAM - Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc) giống nhau trên vị trí khác không của lớp cụ thể trong thời gian hoặc tần số. Ví dụ, trong kĩ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao LDS (LDS OFDM - LDS Orthogonal Frequency Division Multiplexing) thì điểm thuộc chòm điểm được lặp lại (có thể có những sự quay pha) trên các tông tần số khác không của khối LDS. Độ lợi tạo dạng và độ lợi mã hoá của các chòm điểm đa chiều là một trong số các ưu điểm của SCMA so với LDS. Độ lợi này có thể cao đối với những hoạt động điều chế bậc cao hơn mà ở đó kĩ thuật mã hoá lặp của LDS bộc lộ sự tổn hao lớn và hiệu suất kém.

SCMA là kĩ thuật mã hoá để mã hoá các luồng dữ liệu, chẳng hạn các luồng dữ liệu nhị phân, hay tổng quát là các luồng dữ liệu M-ary (M phân), trong đó M là

số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1 thành các từ mã đa chiều. SCMA trực tiếp mã hoá luồng dữ liệu thành các từ mã đa chiều và phá vỡ bằng ánh xạ kí hiệu QAM (Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc), điều này có thể cho phép thu được độ lợi mã hoá so với kĩ thuật mã hoá CDMA (và LDS) thông thường. Đáng chú ý, các kĩ thuật mã hoá SCMA sẽ dẫn các luồng dữ liệu nhờ sử dụng từ mã đa chiều thay vì kí hiệu QAM. SCMA sử dụng bảng mã SCMA để mã hoá luồng dữ liệu thành các từ mã đa chiều, bảng mã SCMA này là một ví dụ về chòm điểm được trải phổ. Chòm điểm được trải phổ, còn có thể được gọi là bản đồ điều chế được trải phổ, là thu được bằng cách áp dụng chuỗi trải phổ cho một chòm điểm. Chòm điểm này cũng có thể được gọi là bản đồ điều chế. Chuỗi trải phổ nêu trên cũng có thể được gọi là chữ kí.

Ngoài ra, kĩ thuật mã hoá SCMA cho phép đa truy cập nhờ việc sử dụng các bảng mã khác nhau đối với các lớp được ghép kênh khác nhau, ngược lại so với việc sử dụng các chuỗi trải phổ khác nhau đối với các lớp được ghép kênh khác nhau, ví dụ, các chữ kí LDS trong LDS, và là phổ biến trong kĩ thuật mã hoá CDMA thông thường. Ngoài ra, kĩ thuật mã hoá SCMA thường sử dụng các bảng mã với các từ mã mật độ thấp mà cho phép các bộ thu sử dụng các thuật toán ít phức tạp, chẳng hạn các thuật toán trao đổi thông điệp (Message Passing Algorithm - MPA), để dò các từ mã tương ứng từ các từ mã kết hợp mà bộ thu nhận được, nhờ đó giảm sự phức tạp xử lý ở các bộ thu.

CDMA là một kĩ thuật đa truy cập mà trong đó các kí hiệu dữ liệu được trải ra trên các chuỗi mã trực giao và/hoặc gần trực giao. Tiến trình mã hoá CDMA truyền thống là một tiến trình hai bước mà trong đó mã nhị phân được ánh xạ vào kí hiệu điều chế biên độ vuông góc (Quadrature Amplitude Modulation - QAM) trước khi chuỗi trải phổ được áp dụng. Mặc dù kĩ thuật mã hoá CDMA truyền thống có thể cung cấp tốc độ dữ liệu tương đối cao, nhưng vẫn cần có những kĩ thuật/cơ chế mới để đạt được các tốc độ dữ liệu cao hơn nữa để đáp ứng các nhu cầu ngày càng tăng của các mạng không dây thế hệ tiếp theo. Trải phổ mật độ thấp (Low Density Spreading - LDS) là một dạng CDMA được dùng để ghép kênh đối với các lớp dữ liệu khác nhau. LDS sử dụng sự lặp lại của kí hiệu giống nhau trên vị trí khác

không của lớp cụ thể theo thời gian hoặc tần số. Ví dụ, trong kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) LDS thì điểm thuộc chòm điểm được lặp lại (có thể có những sự quay pha) trên các tông tần số khác không của khối LDS. Kỹ thuật đa truy cập mã mật độ thấp (SCMA) là kỹ thuật ghép kênh không trực giao dựa trên bảng mã, được thực hiện bằng cách chồng các từ mã đa chiều được chọn từ các bảng mã SCMA, mà là các ví dụ về các bản đồ điều chế được trải phổ. Thay vì trải phổ các kí hiệu QAM như trong LDS, thì các bit đã được mã hoá sẽ được ánh xạ trực tiếp vào các từ mã phức mật độ thấp đa chiều. Lợi ích chủ yếu của các bảng mã SCMA là độ lợi tạo dạng và độ lợi mã hoá của các chòm điểm đa chiều so với kỹ thuật mã hoá lặp của kỹ thuật trải phổ LDS. SCMA được phân loại dưới dạng sơ đồ dạng sóng/điều chế và sơ đồ đa truy cập. Các từ mã SCMA được đặt trên nhiều đơn vị tài nguyên kênh, ví dụ, các tông đa sóng mang của OFDM. Trong kỹ thuật SCMA, có thể đạt được sự vượt tải với độ phức tạp của hoạt động dò là ở mức trung bình nhờ mật độ thấp của các từ mã SCMA. SCMA có thể cho thấy độ lợi đáng kể so với LDS, đặc biệt là đối với những kích thước chòm điểm lớn hơn mà trong đó độ lợi của hoạt động điều chế đa chiều có thể lớn hơn. Mặc dù LDS có thể bộc lộ hiệu suất liên kết kém đối với các bậc chòm điểm lớn hơn, nhưng nó đem lại các ưu điểm hệ thống nhờ các khả năng trải phổ và vượt tải của mình. Khả năng làm trắng nhiễu, ghép kênh người dùng vòng lặp hở và khả năng kết nối quy mô lớn là một số ví dụ về lợi ích của LDS về mặt hệ thống. SCMA là kỹ thuật trải phổ và ghép kênh có tất cả các lợi ích hệ thống của LDS, trong khi vẫn giữ được, hoặc thậm chí là cải thiện, hiệu suất liên kết so với OFDMA. Do đó, SCMA kết hợp các ưu điểm liên kết của OFDMA và các ưu điểm hệ thống của LDS với nhau.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện hệ thống truyền thông ví dụ 100. Hệ thống truyền thông 100 này có thể hỗ trợ quá trình truyền thông SCMA. Hệ thống truyền thông 100 này có thể bao gồm NodeB cải tiến (evolved NodeB - eNB) 105 hoạt động như một bộ điều khiển truyền thông. Hệ thống truyền thông 100 cũng có thể bao gồm thiết bị người dùng (User Equipment - UE), chẳng hạn UE 110, UE 112, và UE 114. eNB 105 có thể bao gồm nhiều ăng ten phát và nhiều ăng ten thu để tạo thuận lợi cho hoạt động đa đầu vào đa đầu ra (Multiple Input Multiple Output - MIMO), trong đó một eNB (hay nút truyền) có thể đồng thời truyền nhiều luồng dữ liệu đến

nhiều người dùng, hay một người dùng mà có nhiều ăng ten thu, hoặc kết hợp cả hai. Tương tự, các UE có thể có nhiều ăng ten phát và nhiều ăng ten thu để hỗ trợ hoạt động MIMO. Nói chung, eNB cũng có thể được gọi là bộ điều khiển truyền thông, NodeB, trạm gốc, bộ điều khiển, v.v.. Tương tự, UE cũng có thể được gọi là trạm di động, thiết bị di động, thiết bị đầu cuối, người dùng, thuê bao, v.v.. Hệ thống truyền thông 100 cũng có thể có nút chuyển tiếp (Relay Node - RN) 118 mà có thể tận dụng một phần trong số các tài nguyên của eNB 105 để cải thiện phạm vi phủ sóng và/hoặc hiệu suất tổng thể của hệ thống truyền thông 100.

Thiết bị thiết kế 120 có thể thiết kế các dạng sóng có PAPR bằng không hoặc gần như bằng không cho hệ thống truyền thông 100 hoặc một phần của hệ thống này. Thiết bị thiết kế 120 có thể điều chỉnh các thông số hệ thống truyền thông của hệ thống truyền thông 100, hoặc một phần của chúng, để tạo ra các dạng sóng có PAPR bằng không cho các thiết bị trong hệ thống truyền thông 100. Một dạng sóng có PAPR bằng không có thể được sử dụng bởi tất cả các thiết bị trong hệ thống truyền thông 100. Các dạng sóng có PAPR bằng không khác nhau có thể được sử dụng ở các phần khác nhau của hệ thống truyền thông 100. Các dạng sóng có PAPR bằng không khác nhau có thể được sử dụng bởi các thiết bị truyền thông khác nhau trong hệ thống truyền thông 100. Lưu ý rằng, mặc dù Fig.1 chỉ thể hiện một thiết bị độc lập, nhưng theo các phương án ví dụ khác, có thể có nhiều thiết bị thiết kế, mỗi trong số đó chịu trách nhiệm cho một phần khác nhau của hệ thống truyền thông. Theo cách khác, thiết bị thiết kế 120 có thể được đặt trong các thiết bị khác trong hệ thống truyền thông 100. Ví dụ, một số hoặc tất cả trong số các eNB trong hệ thống truyền thông 100 có thể có các thiết bị thiết kế.

Mặc dù đã biết rằng các hệ thống truyền thông có thể sử dụng nhiều eNB có khả năng truyền thông với nhiều UE, nhưng chỉ có một eNB, một RN và một số UE được minh họa trên hình vẽ cho đơn giản.

SCMA-OFDM là sơ đồ ghép kênh trong miền mã trên kỹ thuật điều chế đa sóng mang, trong đó các bảng mã trải phổ có mật độ thấp, nhờ đó mà hoạt động dò có thể được làm cho đơn giản hơn. Hệ số trải phổ, mật độ thấp của các bảng mã, và

số lượng lớp được ghép kênh SCMA tối đa, là các thông số hệ thống truyền thông cho biết độ linh hoạt của dạng sóng SCMA.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ ghép kênh SCMA 200 ví dụ để mã hoá dữ liệu. Như được thể hiện trên Fig.2, sơ đồ ghép kênh SCMA 200 này có thể sử dụng nhiều bảng mã, chẳng hạn bảng mã 210, bảng mã 220, bảng mã 230, bảng mã 240, bảng mã 250, và bảng mã 260. Mỗi bảng mã trong số các bảng mã này được gán cho một lớp được ghép kênh khác. Mỗi bảng mã bao gồm nhiều từ mã đa chiều (hay các chuỗi trái phở). Lưu ý rằng trong kỹ thuật LDS, các từ mã đa chiều suy biến thành các chữ kí chuỗi mật độ thấp. Cụ thể hơn, bảng mã 210 bao gồm các từ mã 211 - 214, bảng mã 220 bao gồm các từ mã 221 - 224, bảng mã 230 bao gồm các từ mã 231 - 234, bảng mã 240 bao gồm các từ mã 241 - 244, bảng mã 250 bao gồm các từ mã 251 - 254, và bảng mã 260 bao gồm các từ mã 261 - 264.

Mỗi từ mã của bảng mã tương ứng có thể được ánh xạ vào một giá trị dữ liệu khác, ví dụ, giá trị nhị phân. Theo một ví dụ minh hoạ, các từ mã 211, 221, 231, 241, 251, và 261 được ánh xạ vào giá trị nhị phân '00', các từ mã 212, 222, 232, 242, 252, và 262 được ánh xạ vào giá trị nhị phân '01', các từ mã 213, 223, 233, 243, 253, và 263 được ánh xạ vào giá trị nhị phân '10', và các từ mã 214, 224, 234, 244, 254, và 264 được ánh xạ vào giá trị nhị phân '11'. Lưu ý rằng, mặc dù mỗi trong số các bảng mã trên Fig.2 được thể hiện là có bốn từ mã, nhưng các bảng mã SCMA nói chung là có thể có một lượng từ mã bất kì. Ví dụ, các bảng mã SCMA có thể có 8 từ mã (ví dụ, được ánh xạ vào các giá trị nhị phân '000'... '111'), 16 từ mã (ví dụ, được ánh xạ vào các giá trị nhị phân '0000'.... '1111'), hoặc nhiều hơn.

Như được thể hiện trên Fig.2, các từ mã khác nhau được chọn từ các bảng mã khác nhau 210, 220, 230, 240, 250, và 260 tùy theo dữ liệu nhị phân được truyền trên lớp được ghép kênh. Theo ví dụ này, từ mã 214 được chọn từ bảng mã 210 bởi vì giá trị nhị phân '11' được truyền trên lớp được ghép kênh thứ nhất, từ mã 222 được chọn từ bảng mã 220 bởi vì giá trị nhị phân '01' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ hai, từ mã 233 được chọn từ bảng mã 230 bởi vì giá trị nhị phân '10' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ ba, từ mã 242 được chọn từ bảng mã 240 bởi vì giá trị nhị phân '01' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ tư, từ mã 252

được chọn từ bảng mã 250 bởi vì giá trị nhị phân '01' được truyền trên lớp được ghép kênh thứ năm, và từ mã 264 được chọn từ bảng mã 260 bởi vì giá trị nhị phân '11' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ sáu. Sau đó, các từ mã 214, 222, 233, 242, 252, và 264 có thể được ghép kênh cùng nhau để tạo thành luồng dữ liệu được ghép kênh 280, và được truyền trên các tài nguyên dùng chung của mạng. Đáng chú ý, các từ mã 214, 222, 233, 242, 252, và 264 là các từ mã mật độ thấp, do đó có thể được nhận dạng khi nhận được luồng dữ liệu được ghép kênh 280, nhờ sử dụng thuật toán ít phức tạp, chẳng hạn thuật toán trao đổi thông điệp (MPA) hoặc bộ giải mã turbo.

Tóm lại, dạng sóng SCMA cho phép đa truy cập không trực giao với hiệu quả phổ được tăng cường, thời gian chờ thấp hơn, phụ tải báo hiệu thấp hơn, v.v.. Dạng sóng SCMA cũng hỗ trợ vượt tải, trong đó dữ liệu cho nhiều người dùng được kết hợp với nhau để tăng tổng thể tốc độ dữ liệu và khả năng kết nối. Mật độ thấp của các từ mã SCMA sẽ giới hạn độ phức tạp của hoạt động dò. Trong khi đó, các từ mã đa chiều cho phép độ lợi tạo dạng và độ lợi mã hoá và hiệu quả phổ tốt hơn với khả năng trải phổ để thích ứng liên kết tốt.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 300 của dạng sóng SCMA ví dụ và tiến trình ví dụ về việc dữ liệu được điều chế với các bảng mã SCMA ví dụ để điền vào các khối SCMA. Như đã mô tả trên đây, các bảng mã SCMA là các ví dụ về các bản đồ điều chế được trải phổ. Dữ liệu cần truyền được cấp vào các bộ mã hoá sửa lỗi chuyển tiếp (Forward Error Correcting - FEC), chẳng hạn bộ mã hoá FEC 305, để tạo ra dữ liệu đã mã hoá cho những người dùng khác nhau. Dữ liệu cho những người dùng khác nhau được cấp đến các khối ánh xạ bảng mã điều chế SCMA, chẳng hạn khối ánh xạ bảng mã điều chế SCMA 310, để tạo ra các từ mã SCMA, chẳng hạn các từ mã SCMA 315. Các từ mã SCMA đầu tiên được chèn vào khối SCMA 320.

Bản chất đa sóng mang của SCMA-OFDM và LDS-OFDM, cũng như các dạng sóng đa sóng mang khác, chẳng hạn ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), v.v., sẽ dẫn đến quá trình truyền thông có PAPR cao. Quá trình truyền thông có PAPR cao thường cần các bộ phát có các bộ chuyển đổi tương tự - số

(Analog to Digital Converter - ADC) và các bộ chuyển đổi số - tương tự (Digital to Analog Converter - DAC) có độ phức tạp cao, cũng như làm giảm hiệu quả của (các) bộ khuếch đại công suất tần số vô tuyến (Radio Frequency - RF). Việc PAPR cao cũng đặt ra yêu cầu nghiêm ngặt đối với bộ khuếch đại công suất RF và làm giảm hiệu quả của chúng do cần phải có các hệ số lùi công suất vào cao hơn trước khi các đỉnh trong tín hiệu gặp phải độ méo đáng kể do tính phi tuyến của bộ khuếch đại công suất.

Vấn đề PAPR cao trở nên nghiêm trọng hơn đối với sóng milimet (mmW) và việc thực hiện đa đầu vào đa đầu ra quy mô lớn (M-MIMO), bởi vì chi phí của các ADC và DAC, cũng như các bộ khuếch đại công suất, là những mối quan tâm lớn hơn. Do đó, mong muốn là có các dạng sóng SCMA và/hoặc LDS mà có PAPR bằng không (hoặc PAPR gần như bằng không). Như đã mô tả ở đây, các dạng sóng có PAPR bằng không là các mục tiêu lý thuyết mà trên thực tế có thể gần như đạt được. Mặc dù phần mô tả tập trung vào các dạng sóng có PAPR bằng không, nhưng trên thực tế, các dạng sóng thu được có thể không thực sự có PAPR tuyệt đối bằng 0. Thay vào đó, các dạng sóng này có thể có PAPR đủ gần bằng không để cho phép giảm hoặc triệt tiêu một số hoặc tất cả trong số những vấn đề nêu trên. Do đó, việc sử dụng thuật ngữ "dạng sóng có PAPR bằng không" cũng áp dụng cho các dạng sóng có PAPR gần như bằng không (thấp hoặc rất thấp, ví dụ, trong khoảng 5% từ không).

Theo một phương án ví dụ, các dạng sóng có PAPR bằng không được tạo ra dựa trên (các) bảng mã có PAPR bằng không. Tốc độ dữ liệu tối đa được hỗ trợ được kiểm soát bằng cách chọn các thông số OFDM.

Theo một phương án ví dụ, các dạng sóng có PAPR bằng không được tạo ra đối với các mức điều chế cao hơn khoá dịch pha vuông góc (Quadrature Phase Shift Keying - QPSK).

Theo một phương án ví dụ, bảng mã SCMA có PAPR bằng không được thể hiện. Bảng mã SCMA có PAPR bằng không này có thể bao gồm các bản đồ chòm điểm đa chiều mà bao gồm điểm gốc (tức điểm thuộc chòm điểm bằng không). Nói chung, tất cả các bản đồ chòm điểm mà được liên kết với các thành phần khác

không khác nhau của từ mã SCMA đều có số lượng điểm thuộc chòm điểm bằng nhau, với tất cả các điểm thuộc chòm điểm khác không đều có biên độ bằng nhau. Các khối bit vào (ví dụ, là đầu ra của các bộ mã hoá FEC trên Fig.3) được ánh xạ vào các điểm thuộc chòm điểm khác nhau trong mỗi bản đồ chòm điểm đối với các thành phần khác không khác nhau của từ mã SCMA. Các khối bit vào ví dụ bao gồm các khối 2 bit khi điều chế 4 điểm, các khối 3 bit khi điều chế 8 điểm, các khối 4 bit khi điều chế 16 điểm, v.v.. Ngoài ra, đối với mỗi khối đầu vào thì chỉ có một bản đồ chòm điểm là có điểm thuộc chòm điểm khác không. Nói cách khác, đối với mỗi khối đầu vào, chỉ có một mặt phẳng khác không.

Fig.4a là hình vẽ thể hiện một từ mã SCMA 400 ví dụ khi điều chế 4 điểm, với 2 thành phần khác không là 405 và 407, và 2 thành phần bằng không là 410 và 412. Lưu ý rằng vị trí của các thành phần khác không và các thành phần bằng không có thể khác nhau đối với các bảng mã SCMA khác nhau (xem Fig.2 và Fig.3 đối với các cấu hình từ mã SCMA ví dụ khác khi điều chế 4 điểm). Lưu ý rằng thành phần khác không có thể là bằng không hoặc khác không, tùy theo giá trị của khối đầu vào 2 bit được ánh xạ trong các bản đồ chòm điểm khác nhau. Như được thể hiện trên Fig.4a, khối 2 bit được ánh xạ vào các điểm thuộc chòm điểm mà được đặt ở 2 thành phần khác không là 405 và 407, còn các thành phần bằng không là 410 và 412 vẫn được để bằng không.

Fig.4b là hình vẽ thể hiện một ví dụ về bảng mã có PAPR thấp 4 điểm 420. Một khối 2 bit ánh xạ vào 4 điểm khả thi. Đối với thành phần khác không thứ nhất (được đánh dấu là thành phần khác không 1, mà có thể được dùng để điền vào thành phần khác không 405 trên Fig.4a), thì các giá trị của khối 2 bit là 01 và 10 ánh xạ vào điểm gốc, còn giá trị của khối 2 bit là 11 thì ánh xạ vào điểm 422, và giá trị của khối 2 bit là 00 thì ánh xạ vào điểm 424.

Như đã nêu trên, để đạt được PAPR bằng không, thì đối với mỗi khối đầu vào, chỉ có một bản đồ chòm điểm là có điểm thuộc chòm điểm khác không. Do đó, nếu một khối đầu vào ánh xạ vào giá trị khác không trong thành phần khác không thứ nhất, thì ở các thành phần khác không khác (ví dụ, thành phần khác không thứ hai trong từ mã SCMA có 2 thành phần khác không), thì khối đầu vào này ánh xạ vào

các giá trị bằng không. Do đó, đối với thành phần khác không thứ hai (được đánh dấu là thành phần khác không 2, mà có thể được dùng để điền vào thành phần khác không 407 trên Fig.4a), thì các giá trị của khối 2 bit là 00 và 11 ánh xạ vào điểm gốc (do chúng được ánh xạ vào các giá trị khác không trong thành phần khác không 1), còn giá trị của khối 2 bit là 10 thì ánh xạ vào điểm 426, và giá trị của khối 2 bit là 01 thì ánh xạ vào điểm 428.

Fig.4c là hình vẽ thể hiện một ví dụ về bảng mã có PAPR thấp 8 điểm 440. Một khối 3 bit ánh xạ vào 8 điểm khả thi. Đối với thành phần khác không thứ nhất (được đánh dấu là thành phần khác không 1), thì các giá trị của khối 3 bit là 000, 001, 110, và 111 ánh xạ vào điểm gốc, còn các giá trị khác của khối 3 bit thì ánh xạ vào các điểm khác không. Đối với thành phần khác không thứ hai (được đánh dấu là thành phần khác không 2), thì các giá trị của khối 3 bit là 010, 011, 100, và 101 ánh xạ vào điểm gốc, còn các giá trị khác của khối 3 bit thì ánh xạ vào các điểm khác không. Lưu ý rằng các giá trị của khối 3 bit mà ánh xạ vào các điểm khác không trong thành phần khác không thứ nhất sẽ ánh xạ vào các điểm bằng không trong thành phần khác không thứ hai, và ngược lại.

Theo một phương án ví dụ, dạng sóng có PAPR bằng không được tạo ra với các bảng mã SCMA chiếm toàn bộ băng thông khả dụng. Nói cách khác, dạng sóng SCMA dựa trên OFDM đa sóng mang được sử dụng, trong đó số lượng sóng mang phụ được điều chỉnh cho bằng chiều dài của từ mã SCMA. Nói cách khác, số lượng sóng mang phụ là bằng số lượng thành phần trong các từ mã SCMA. Ngoài ra, hoạt động điều chế được thực hiện nhờ sử dụng các bảng mã SCMA có PAPR bằng không. Phương án ví dụ này đề xuất các loạt OFDM ngắn và hỗ trợ các tốc độ dữ liệu cao hơn. Do khoảng cách giữa các sóng mang phụ lớn hơn, nên thời lượng ký hiệu sẽ ngắn (tức bị giảm theo tỉ lệ khi khoảng cách giữa các sóng mang phụ được tăng lên). Phương án ví dụ này có thể được áp dụng nhất là trong các trường hợp có tiền tố vòng (Cyclic Prefix - CP) ngắn.

Lấy hệ thống truyền thông tương thích 3GPP LTE làm một ví dụ minh họa, trong đó băng thông khả dụng bao gồm 500 sóng mang phụ, khi 500 sóng mang phụ này được điều chỉnh thành 4 sóng mang phụ (là lượng sóng mang phụ cần thiết

để mang bảng mã SCMA với 4 thành phần). Do đó, một từ mã SCMA đơn mà được truyền trong một kí hiệu OFDM thì có thể được truyền trong một lượng thời gian rất ngắn nếu thời lượng kí hiệu của kí hiệu OFDM được rút ngắn, để cho phép tăng tốc độ dữ liệu. Việc điều chỉnh các thông số OFDM, chẳng hạn khoảng cách giữa các sóng mang phụ, thời lượng kí hiệu, CP, v.v., sẽ cho phép thoả mãn các yêu cầu của hệ thống truyền thông. Các ví dụ về các yêu cầu của hệ thống truyền thông có thể bao gồm tốc độ dữ liệu, thời lượng kí hiệu, khoảng cách giữa các sóng mang phụ, độ dài CP, v.v..

Fig.5 là hình vẽ thể hiện dạng sóng ví dụ thứ nhất 500, trong đó các bảng mã SCMA chiếm toàn bộ băng thông khả dụng của dạng sóng 500. Từ mã SCMA 505 là từ mã có chiều dài N , trong đó N là số nguyên dương. Một số trong số N thành phần của từ mã SCMA 505 có thể khác không, chẳng hạn thành phần 507 và thành phần 511, còn một số trong số N thành phần này luôn bằng không, chẳng hạn thành phần 509. Mỗi trong số N thành phần này đều ánh xạ vào sóng mang phụ trong dạng sóng 500. Ví dụ, thành phần 507 ánh xạ vào sóng mang phụ 515, thành phần 509 ánh xạ vào sóng mang phụ 517, và thành phần 511 ánh xạ vào sóng mang phụ 519. Mỗi sóng mang phụ tương ứng với thành phần khác không của từ mã SCMA đều được dùng để truyền điểm thuộc chòm điểm. Lưu ý rằng Fig.5 thể hiện chỉ một từ mã SCMA được truyền trong dạng sóng 500. Có thể làm vượt tải bằng cách ghép kênh nhiều từ mã SCMA, mà được dự định cho những người dùng khác, lên dạng sóng 500.

Theo một phương án ví dụ, dạng sóng có PAPR bằng không được tạo ra với các bảng mã SCMA chiếm một tập con của băng thông khả dụng. Để hỗ trợ CP dài hơn, thì khoảng cách giữa các sóng mang phụ có thể được giảm, ví dụ, số lượng sóng mang phụ được giảm nhưng vẫn lớn hơn chiều dài của từ mã SCMA. Một kĩ thuật mà có thể được dùng để giảm khoảng cách giữa các sóng mang phụ là tăng số lượng sóng mang phụ. Dạng sóng SCMA dựa trên OFDM đa sóng mang được sử dụng, trong đó số lượng sóng mang phụ là lớn hơn chiều dài của bảng mã SCMA hoặc số lượng thành phần trong bảng mã SCMA. Trong trường hợp đó, dữ liệu cho mỗi người dùng chỉ chiếm một phần của băng thông khả dụng. Theo phương án ví

dụ này, khả năng hỗ trợ đối với CP dài hơn được dịch bằng một lượng giảm của tốc độ dữ liệu tối đa.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện dạng sóng ví dụ thứ hai 600, trong đó các bảng mã SCMA chiếm một phần bằng thông khả dụng của dạng sóng 600. Từ mã SCMA 605 là từ mã có chiều dài N , trong đó N là số nguyên dương. Một số trong số N thành phần của từ mã SCMA 605 có thể khác không, chẳng hạn thành phần 607 và 609, còn một số trong số N thành phần này luôn bằng không, chẳng hạn thành phần 611. Dạng sóng 600 bao gồm M sóng mang phụ, trong đó M là số nguyên dương lớn hơn N . Mỗi trong số N thành phần này đều ánh xạ vào sóng mang phụ trong dạng sóng 600. Ví dụ, thành phần 607 ánh xạ vào sóng mang phụ 615, thành phần 609 ánh xạ vào sóng mang phụ 617, và thành phần 611 ánh xạ vào sóng mang phụ 619. Mỗi sóng mang phụ tương ứng với thành phần khác không của từ mã SCMA đều được dùng để truyền điểm thuộc chòm điểm. Mặc dù Fig.6 thể hiện N thành phần của từ mã SCMA 605 được ánh xạ vào N sóng mang phụ đầu tiên của dạng sóng 600, nhưng N thành phần này của từ mã SCMA 605 có thể được ánh xạ vào N sóng mang phụ bất kì của dạng sóng 600. Ví dụ, N thành phần của từ mã SCMA 605 có thể được ánh xạ vào N sóng mang phụ liên nhau bất kì. Ví dụ khác, N thành phần của từ mã SCMA 605 có thể được ánh xạ vào N sóng mang phụ bất kì. Lưu ý rằng Fig.6 thể hiện chỉ một từ mã SCMA được truyền trong dạng sóng 600. Có thể làm vượt tải bằng cách ghép kênh nhiều từ mã SCMA, mà được dự định cho những người dùng khác, lên dạng sóng 600.

Theo một phương án ví dụ, dạng sóng có PAPR bằng không cùng tồn tại với dạng sóng có PAPR khác không. Kết hợp với OFDM được lọc phổ (F-OFDM), thì dạng sóng có PAPR bằng không có thể cùng tồn tại với các dạng sóng có PAPR khác không. Các dạng sóng có PAPR khác không có thể được dùng để hỗ trợ truyền thông với những người dùng mà có hỗ trợ, hoặc không quá nhạy cảm với, các dạng sóng có PAPR cao, chẳng hạn các thiết bị hiện đại mà có ADC, DAC, bộ khuếch đại công suất, v.v., mạnh hơn. Tốc độ dữ liệu cao hơn có thể yêu cầu thời lượng kí hiệu ngắn hơn, kéo theo đó là phụ tải CP cao hơn. Việc để cho các dạng sóng có PAPR bằng không và các dạng sóng có PAPR khác không cùng tồn tại có

thể cho phép đánh đổi có lợi giữa tốc độ dữ liệu tối đa được hỗ trợ và hiệu quả phổ. Ngoài ra, khoảng cách khác nhau giữa các sóng mang phụ và/hoặc các thời lượng kí hiệu khác nhau có thể được hỗ trợ. Theo một ví dụ minh họa, băng thông khả dụng có thể được phân vùng thành hai phần, với dạng sóng có PAPR bằng không được sử dụng trong phần thứ nhất, và dạng sóng có PAPR khác không được sử dụng trong phần thứ hai. Lưu ý rằng băng thông khả dụng có thể được phân vùng thành nhiều phần, với tập con thứ nhất của những phần này hỗ trợ các dạng sóng có PAPR bằng không, và tập con thứ hai của những phần này hỗ trợ các dạng sóng có PAPR khác không.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện băng thông ví dụ 700, trong đó băng thông khả dụng của băng thông ví dụ 700 được phân vùng thành hai phần. Như được thể hiện trên Fig.7, băng thông ví dụ 700 bao gồm phần thứ nhất 705 và phần thứ hai 710. Phần thứ nhất 705 bị chiếm toàn bộ hoặc một phần bởi các bảng mã SCMA mà được liên kết với dạng sóng SCMA có PAPR bằng không, còn phần thứ hai 710 được dùng để hỗ trợ dạng sóng F-OFDM có PAPR khác không. Lưu ý rằng các sóng mang phụ của phần thứ nhất 705 có thể bị chiếm toàn bộ bởi các bảng mã SCMA (như đã được mô tả dựa vào Fig.5) hoặc bị chiếm một phần bởi các bảng mã SCMA (như đã được mô tả dựa vào Fig.6). Lần này cũng chỉ có một từ mã SCMA được truyền trong phần thứ nhất 705. Có thể làm vượt tải bằng cách ghép kênh nhiều từ mã SCMA, mà được dự định cho những người dùng khác, lên phần thứ nhất 705. Băng thông khả dụng có thể được phân vùng thành nhiều hơn hai phần, và các phần đó có thể được sử dụng cho các mục đích khác nhau. Theo một ví dụ minh họa, băng thông khả dụng có thể được phân vùng thành ba phần, phần thứ nhất có thể được dùng cho các dạng sóng SCMA có PAPR bằng không mà có số lượng thành phần bằng với số lượng sóng mang phụ, phần thứ hai có thể được dùng cho các dạng sóng SCMA có PAPR bằng không mà có số lượng thành phần nhỏ hơn số lượng sóng mang phụ, và phần thứ ba có thể được dùng cho các dạng sóng F-OFDM có PAPR khác không. Những phần này có thể khác nhau về các sóng mang phụ, băng thông, v.v.. Trong trường hợp đó, mỗi phần đều có thể có một bộ lọc được liên kết với nó. Theo ví dụ minh họa khác nữa, băng thông khả dụng có thể được phân vùng thành nhiều dải con. Các dạng sóng có PAPR bằng không mà có các thông số

OFDM khác nhau (chẳng hạn khoảng cách giữa các sóng mang phụ, độ dài CP, v.v.) có thể được hỗ trợ trong các dải con khác nhau. Các bộ lọc dải con có thể được dùng để phân cách các dải con khác nhau bằng các thông số OFDM khác nhau. Trong trường hợp đó, các dạng sóng có PAPR bằng không khác nhau có thể đồng thời được hỗ trợ để thỏa mãn những yêu cầu tốc độ dữ liệu khác nhau, trong khi giảm được phụ tải CP mà vốn sẽ làm giảm hiệu quả phổ.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của một hệ thống xử lý ví dụ 800 mà có thể được dùng để thực hiện các thiết bị và các phương pháp được bộc lộ ở đây. Các thiết bị cụ thể có thể tận dụng tất cả các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ một bộ phận của các thành phần này, và mức độ kết hợp có thể thay đổi từ thiết bị này đến thiết bị khác. Ngoài ra, một thiết bị có thể chứa nhiều thành phần, chẳng hạn nhiều khối xử lý, nhiều bộ xử lý, nhiều bộ nhớ, nhiều bộ phát, nhiều bộ thu, v.v.. Hệ thống xử lý này có thể bao gồm khối xử lý được trang bị một hoặc nhiều thiết bị vào/ra, chẳng hạn loa, micrô, chuột, màn hình cảm ứng, bàn phím, máy in, màn hình hiển thị, v.v.. Khối xử lý có thể bao gồm bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU), bộ nhớ, thiết bị lưu trữ dung lượng lớn, bộ điều hợp video, và giao diện I/O được kết nối với tuyến buýt.

Buýt này có thể là một hoặc nhiều buýt thuộc kiến trúc bất kì trong số các kiến trúc bao gồm buýt bộ nhớ hoặc bộ điều khiển bộ nhớ, buýt ngoại vi, buýt video, v.v.. CPU có thể bao gồm loại bộ xử lý dữ liệu điện tử bất kì. Bộ nhớ này có thể bao gồm loại hệ thống nhớ bất kì, chẳng hạn bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (Static Random Access Memory - SRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (Dynamic Random Access Memory - DRAM), DRAM đồng bộ (Synchronous DRAM - SDRAM), bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory - ROM), tổ hợp của chúng, v.v.. Theo một phương án, bộ nhớ này có thể bao gồm ROM để dùng khi khởi động, và DRAM để lưu giữ chương trình và dữ liệu để sử dụng trong lúc thực thi các chương trình.

Thiết bị lưu trữ dung lượng lớn có thể bao gồm loại thiết bị lưu trữ bất kì được tạo cấu hình để lưu dữ liệu, các chương trình và các thông tin khác, và cho phép truy cập đến dữ liệu, các chương trình và các thông tin này thông qua tuyến buýt

nêu trên. Thiết bị lưu trữ dung lượng lớn này có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều trong số ổ đĩa thể rắn, ổ đĩa cứng, ổ đĩa từ, ổ đĩa quang, v.v..

Bộ điều hợp video và giao diện I/O (vào/ra) cung cấp các giao diện để ghép các thiết bị vào và ra bên ngoài vào khối xử lý. Như được thể hiện, các ví dụ về các thiết bị vào và ra này bao gồm thiết bị hiển thị được nối vào bộ điều hợp video và chuột/bàn phím/máy in được nối với giao diện vào/ra. Các thiết bị khác có thể được ghép nối vào khối xử lý, và nhiều hoặc ít các giao tiếp hơn có thể được sử dụng. Ví dụ, giao diện nối tiếp, chẳng hạn USB (Universal Serial Bus - buýt nối tiếp vạn năng) (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được dùng để cung cấp giao diện cho máy in.

Khối xử lý còn bao gồm một hoặc nhiều giao diện mạng, mà có thể bao gồm các liên kết dùng dây, chẳng hạn cáp Ethernet, v.v., và/hoặc các liên kết không dây đến các nút truy cập hoặc các mạng khác nhau. Giao diện mạng này cho phép khối xử lý truyền thông với các khối ở xa thông qua các mạng này. Ví dụ, giao diện mạng này có thể cho phép truyền thông không dây thông qua một hoặc nhiều bộ phát/ăng ten phát và một hoặc nhiều bộ thu/ăng ten thu. Theo một phương án, khối xử lý được ghép vào mạng cục bộ hoặc mạng diện rộng để xử lý dữ liệu và truyền thông với các thiết bị ở xa, chẳng hạn các khối xử lý khác, mạng Internet, các cơ sở hạ tầng lưu trữ ở xa, v.v..

Fig.9a là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động ví dụ 900 diễn ra ở thiết bị truyền khi tạo ra và truyền dạng sóng có PAPR bằng không, theo các phương án ví dụ được thể hiện ở đây.

Các hoạt động 900 có thể bắt đầu với việc thiết bị truyền xác định băng thông truyền mà UE yêu cầu theo tốc độ dữ liệu cần thiết của nó. Thiết bị truyền có thể điều chỉnh các thông số OFDM, chẳng hạn khoảng cách giữa các sóng mang phụ, thời lượng kí hiệu, độ dài CP, v.v., theo tốc độ dữ liệu và băng thông truyền (bước 905). Theo một ví dụ minh họa, độ dài CP có thể được xác định bởi môi trường truyền, phạm vi phổ của tần số sóng mang, v.v.. Theo cách khác, thiết bị truyền có thể chọn các thông số OFDM từ tập hợp các thông số OFDM đã được tạo cấu hình trước theo tiêu chuẩn kĩ thuật, nhà điều hành của hệ thống truyền thông, v.v.. Theo

một ví dụ minh họa, các thông số OFDM (ví dụ, khoảng cách giữa các sóng mang phụ) có thể được điều chỉnh sao cho số lượng sóng mang phụ bằng với số lượng thành phần của các bảng mã SCMA. Trong trường hợp đó, mỗi hoạt động truyền SCMA diễn ra trên toàn bộ băng thông. Theo ví dụ minh họa khác, các thông số OFDM có thể được điều chỉnh sao cho số lượng sóng mang phụ lớn hơn số lượng thành phần của các bảng mã SCMA. Trong trường hợp đó, toàn bộ băng thông sẽ được dùng chung bởi nhiều thiết bị truyền. Theo ví dụ minh họa khác nữa, các thông số OFDM có thể được điều chỉnh sao cho phần thứ nhất của băng thông khả dụng được dùng để dẫn các tín hiệu SCMA, còn phần thứ hai của băng thông khả dụng thì dẫn các tín hiệu OFDM. Theo phương án ví dụ khác, thực thể trung tâm, chẳng hạn eNB, thiết bị thiết kế, v.v., có thể điều chỉnh các thông số OFDM cho các thiết bị truyền đang hoạt động trong hệ thống truyền thông.

Thiết bị truyền đó có thể tạo ra tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất từ khối bit vào thứ nhất và bảng mã SCMA có PAPR bằng không thứ nhất (bước 907). Thiết bị truyền có thể đặt các thành phần của tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất lên các sóng mang phụ của dải con SCMA thứ nhất (bước 909). Thiết bị truyền có thể truyền tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất trong dải con SCMA thứ nhất (bước 911). Có thể cần lọc dải con nếu các thông số OFDM khác nhau được sử dụng bởi các dải con khác nhau.

Fig.9b là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động ví dụ 950 diễn ra ở thiết bị nhận khi nhận và xử lý dạng sóng có PAPR bằng không, theo các phương án ví dụ được thể hiện ở đây.

Các hoạt động 950 có thể bắt đầu với việc thiết bị nhận xác định các thông số OFDM đã được điều chỉnh (bước 955). Các thông số OFDM đã được điều chỉnh này có thể được gửi đến thiết bị nhận trong một thông điệp. Các thông số OFDM đã được điều chỉnh này có thể được thiết bị nhận truy hồi từ bộ nhớ, bộ nhớ ở xa, cơ sở dữ liệu cục bộ, cơ sở dữ liệu ở xa, v.v.. Các thông số OFDM đã được điều chỉnh nêu trên có thể được tạo cấu hình trước cho thiết bị nhận theo tiêu chuẩn kỹ thuật, hay bởi nhà điều hành của hệ thống truyền thông, v.v..

Thiết bị nhận có thể nhận dải con OFDM thứ nhất (bước 957). Bước nhận dải con OFDM thứ nhất có thể bao gồm bước dò các tín hiệu tương ứng với băng thông khả dụng. Việc dò tín hiệu có thể bao gồm việc dò các tín hiệu từ nhiều thiết bị truyền trong cùng một dải con hoặc trong các dải con khác nhau. Thiết bị nhận có thể trích xuất tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất từ dải con OFDM thứ nhất (bước 959). Thiết bị nhận có thể xử lý tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất này (bước 961). Việc xử lý tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất có thể bao gồm việc giải mã tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ nhất và kết hợp các thông tin từ nhiều tín hiệu SCMA có PAPR bằng không. Thiết bị nhận có thể nhận dải con OFDM thứ hai (bước 963). Thiết bị nhận có thể trích xuất tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ hai từ dải con OFDM thứ hai (bước 965). Thiết bị nhận có thể xử lý tín hiệu SCMA có PAPR bằng không thứ hai này (bước 967). Dải con OFDM thứ nhất và dải con OFDM thứ hai có thể là một và giống nhau. Theo cách khác, dải con OFDM thứ nhất và dải con OFDM thứ hai có thể là các dải con khác nhau.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động ví dụ 1000 diễn ra trong thiết bị thiết kế khi tạo ra và lưu các bảng mã có PAPR bằng không, theo các phương án ví dụ được thể hiện ở đây.

Các hoạt động 1000 có thể bắt đầu với việc thiết bị thiết kế tạo ra các bản đồ chòm điểm đa chiều (bước 1005). Mỗi trong số các bản đồ chòm điểm đa chiều này đều bao gồm điểm gốc (tức điểm thuộc chòm điểm bằng không). Ngoài ra, các bản đồ chòm điểm đa chiều này bao gồm các điểm thuộc chòm điểm khác không. Ngoài ra, trong một số trường hợp (chẳng hạn khi có hai bản đồ chòm điểm đa chiều), thì các bản đồ chòm điểm đa chiều đó bao gồm số lượng điểm thuộc chòm điểm bằng nhau. Thiết bị thiết kế có thể cân bằng các điểm thuộc chòm điểm của các bản đồ chòm điểm đa chiều (bước 1007). Thiết bị thiết kế có thể làm cân bằng các điểm thuộc chòm điểm, sao cho các điểm thuộc chòm điểm khác không có biên độ bằng nhau. Thiết bị thiết kế có thể gán nhãn cho các điểm thuộc chòm điểm (bước 1009). Thiết bị thiết kế có thể gán nhãn cho các điểm thuộc chòm điểm sao cho đối với một khối bit vào cụ thể, thì các giá trị của khối bit vào cụ thể đó được ánh xạ vào

điểm thuộc chòm điểm khác trong mỗi bản đồ chòm điểm. Ngoài ra, đối với mỗi khối bit vào, chỉ có một bản đồ chòm điểm có điểm thuộc chòm điểm khác không, còn tất cả các bản đồ chòm điểm còn lại đều có các điểm thuộc chòm điểm bằng không. Thiết bị thiết kế có thể đề nghị sử dụng các bản đồ chòm điểm này (bước 1011). Việc đề nghị sử dụng các bản đồ chòm điểm này có thể bao gồm việc lưu các bản đồ chòm điểm này. Các bản đồ chòm điểm này có thể được lưu trong bộ nhớ cục bộ, bộ nhớ ở xa, cơ sở dữ liệu cục bộ, cơ sở dữ liệu ở xa, v.v..

Các ưu điểm của sáng chế có thể bao gồm: phương pháp tạo ra bảng mã có tỉ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak to Average Power Ratio - PAPR) bằng không. Phương pháp này bao gồm bước tạo ra, bởi thiết bị thiết kế, các bản đồ chòm điểm đa chiều với mỗi bản đồ chòm điểm đều có các điểm thuộc chòm điểm khác không và điểm thuộc chòm điểm bằng không, làm cân bằng, bởi thiết bị thiết kế này, các điểm thuộc chòm điểm khác không của các bản đồ chòm điểm đa chiều này, trong đó các điểm thuộc chòm điểm khác không này bao gồm các điểm thuộc chòm điểm không phải là điểm thuộc chòm điểm bằng không, gắn nhãn, bởi thiết bị thiết kế này, cho các điểm thuộc chòm điểm của các bản đồ chòm điểm đa chiều sao cho đối với một giá trị khối bit vào thì có một bản đồ chòm điểm đa chiều đơn với điểm thuộc chòm điểm khác không được liên kết với nó, và đề nghị sử dụng, bởi thiết bị thiết kế này, các bản đồ chòm điểm đa chiều này để truyền thông các tín hiệu trong hệ thống truyền thông. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước, trong đó bước đề nghị sử dụng các bản đồ chòm điểm đa chiều bao gồm bước lưu các bản đồ chòm điểm đa chiều đó vào bộ nhớ. Phương pháp này có thể còn bao gồm bước, trong đó bước cân bằng các điểm thuộc chòm điểm khác không bao gồm bước thiết đặt cho chòm điểm khác không thành một biên độ.

Mặc dù sáng chế và các ưu điểm của nó đã được mô tả chi tiết, nhưng cần hiểu rằng có thể có các phương án thay thế và cải biến khác nhau mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế, như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền từ mã đa chiều bao gồm các bước:

điều chỉnh, bởi thiết bị truyền, khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất của dạng sóng đa sóng mang thứ nhất để đáp ứng yêu cầu tốc độ dữ liệu của hệ thống truyền thông dựa trên bảng mã thứ nhất;

sinh ra, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ nhất theo khối bit vào thứ nhất và bảng mã thứ nhất;

đặt, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ nhất trong dải con thứ nhất, dải con thứ nhất được cụ thể hóa theo khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất đã được điều chỉnh dựa trên bảng mã thứ nhất; và

truyền, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ nhất trong dải con thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước điều chỉnh các thông số ghép kênh phân chia theo tần số (frequency division multiplexing - FDM) thứ nhất.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu thứ nhất là tín hiệu đa truy cập mã mật độ thấp (sparse code multiple access - SCMA) thứ nhất, và trong đó bảng mã thứ nhất là ở trong tương ứng với bảng mã SCMA thứ nhất.

4. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước điều chỉnh khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất để đáp ứng ít nhất một của yêu cầu thời lượng kí hiệu, hoặc yêu cầu chiều dài tiền tố vòng (cyclic prefix - CP).

5. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước điều chỉnh ít nhất một thành phần trong số thời lượng kí hiệu thứ nhất, hoặc chiều dài CP thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dạng sóng đa sóng mang thứ nhất bao gồm dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó dạng sóng đa sóng mang thứ nhất bao gồm một dạng sóng trong số dạng sóng đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (single carrier frequency division multiple access - SC-FDMA), dạng sóng đa truy cập phân chia theo mã đa sóng mang (multi-carrier code division multiple access -

MC-CDMA), dạng sóng đa sóng mang kiểu dãy bộ lọc (filter bank multicarrier - FBMC), dạng sóng OFDM được trải phổ bằng phép biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform spread OFDM - DFT spread OFDM), hoặc dạng sóng OFDM được lọc.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu thứ nhất bao gồm N thành phần và dải con thứ nhất bao gồm M sóng mang phụ, trong đó N và M là các giá trị số nguyên và M lớn hơn hoặc bằng với N .

9. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước lọc dải con thứ nhất với bộ lọc thứ nhất trước khi truyền dải con thứ nhất.

10. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm:

điều chỉnh, bởi thiết bị truyền, khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ hai của dạng sóng đa sóng mang thứ hai để đáp ứng yêu cầu tốc độ dữ liệu;

sinh ra, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ hai theo khối bit vào thứ hai và bảng mã thứ hai;

đặt, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ hai trong dải con thứ hai, dải con thứ hai được cụ thể hóa theo khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ hai đã được điều chỉnh; và

truyền, bởi thiết bị truyền, tín hiệu thứ hai trong dải con thứ hai.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó dạng sóng đa sóng mang thứ nhất và dạng sóng đa sóng mang thứ hai là các dạng sóng tỉ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak to Average Power Ratio - PAPR) bằng không.

12. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước truyền dải con thứ ba chứa dạng sóng có PAPR khác không.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó dạng sóng có PAPR khác không bao gồm dạng sóng OFDM được lọc (filtered OFDM - F-OFDM).

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu thứ nhất là dạng sóng tỉ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak to Average Power Ratio - PAPR) bằng không.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất tương ứng với điểm thuộc chòm điểm trong bảng mã thứ nhất, và khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất được điều chỉnh dựa trên số các điểm thuộc chòm điểm trong bảng mã thứ nhất.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bảng mã thứ nhất là bảng mã mật độ thấp.

17. Thiết bị truyền bao gồm:

vật ghi phi chuyển tiếp bao gồm các lệnh; và

một hoặc nhiều bộ xử lý liên lạc với vật ghi phi chuyển tiếp, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để:

điều chỉnh khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất của dạng sóng đa sóng mang thứ nhất để đáp ứng yêu cầu tốc độ dữ liệu của hệ thống truyền thông dựa trên bảng mã thứ nhất;

sinh ra tín hiệu thứ nhất theo khối bit vào thứ nhất và bảng mã thứ nhất;

đặt tín hiệu thứ nhất trong dải con thứ nhất, dải con thứ nhất được cụ thể hóa theo khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất được điều chỉnh dựa trên bảng mã thứ nhất; và

truyền tín hiệu thứ nhất trong dải con thứ nhất.

18. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để điều chỉnh các thông số ghép kênh phân chia theo tần số (frequency division multiplexing - FDM) thứ nhất.

19. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó tín hiệu thứ nhất là tín hiệu đa truy cập mã mật độ thấp (sparse code multiple access - SCMA) thứ nhất, và trong đó bảng mã thứ nhất là ở trong tương ứng với bảng mã SCMA thứ nhất.

20. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để điều chỉnh khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ nhất để đáp ứng ít nhất một thành phần trong số yêu cầu thời lượng kí hiệu, hoặc yêu cầu chiều dài tiền tố vòng (cyclic prefix - CP).

21. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để điều chỉnh ít nhất một thành phần trong số thời lượng kí hiệu thứ nhất, hoặc chiều dài CP thứ nhất.

22. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó dạng sóng đa sóng mang thứ nhất bao gồm dạng sóng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

23. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó dạng sóng đa sóng mang thứ nhất bao gồm một dạng sóng trong số của dạng sóng đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (single carrier frequency division multiple access - SC-FDMA), dạng sóng đa truy cập phân chia theo mã đa sóng mang (multi-carrier code division multiple access - MC-CDMA), dạng sóng đa sóng mang kiểu dãy bộ lọc (filter bank multicarrier - FBMC), dạng sóng OFDM được trải phổ bằng phép biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform spread OFDM - DFT spread OFDM), hoặc dạng sóng OFDM được lọc.

24. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó tín hiệu thứ nhất bao gồm N thành phần và dải con thứ nhất bao gồm M sóng mang phụ, trong đó N và M là các giá trị số nguyên và M lớn hơn hoặc bằng với N.

25. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để lọc dải con thứ nhất với bộ lọc thứ nhất trước khi truyền dải con thứ nhất.

26. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để:

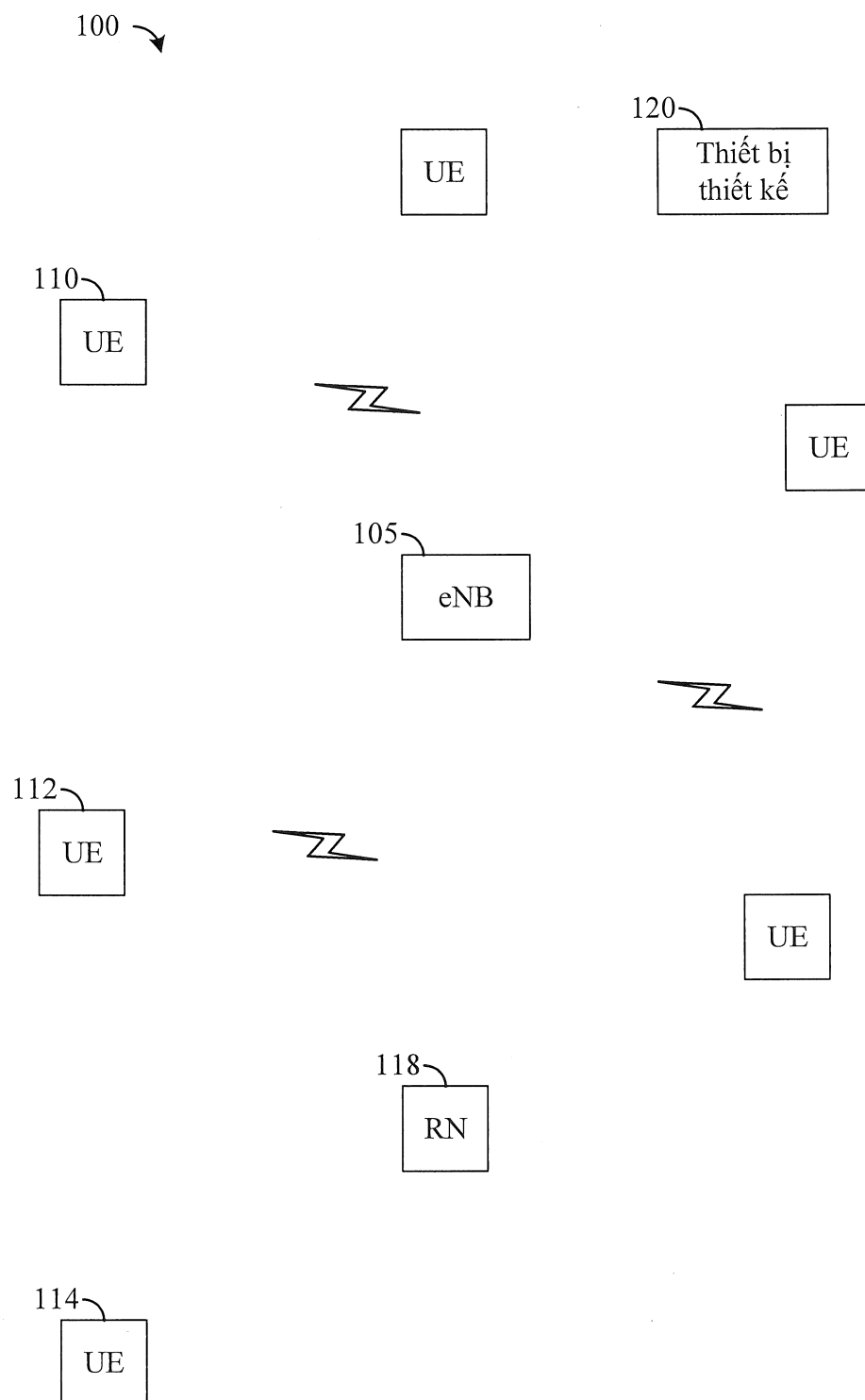
điều chỉnh khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ hai của dạng sóng đa sóng mang thứ hai để đáp ứng yêu cầu tốc độ dữ liệu;

sinh ra tín hiệu thứ hai theo khối bit vào thứ hai và bảng mã thứ hai;

đặt tín hiệu thứ hai trong dải con thứ hai, dải con thứ hai được cụ thể hóa theo khoảng cách giữa các sóng mang phụ thứ hai đã được điều chỉnh; và

truyền tín hiệu thứ hai trong dải con thứ hai.

27. Thiết bị truyền theo điểm 26, trong đó dạng sóng đa sóng mang thứ nhất và dạng sóng đa sóng mang thứ hai là các dạng sóng tỉ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak to Average Power Ratio - PAPR) bằng không.
28. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các lệnh để truyền dải con thứ ba chứa dạng sóng có PAPR khác không.
29. Thiết bị truyền theo điểm 28, trong đó dạng sóng có PAPR khác không bao gồm dạng sóng OFDM được lọc (filtered OFDM - F-OFDM).
30. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó tín hiệu thứ nhất là dạng sóng tỉ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak to Average Power Ratio - PAPR) bằng không.

**Fig.1**

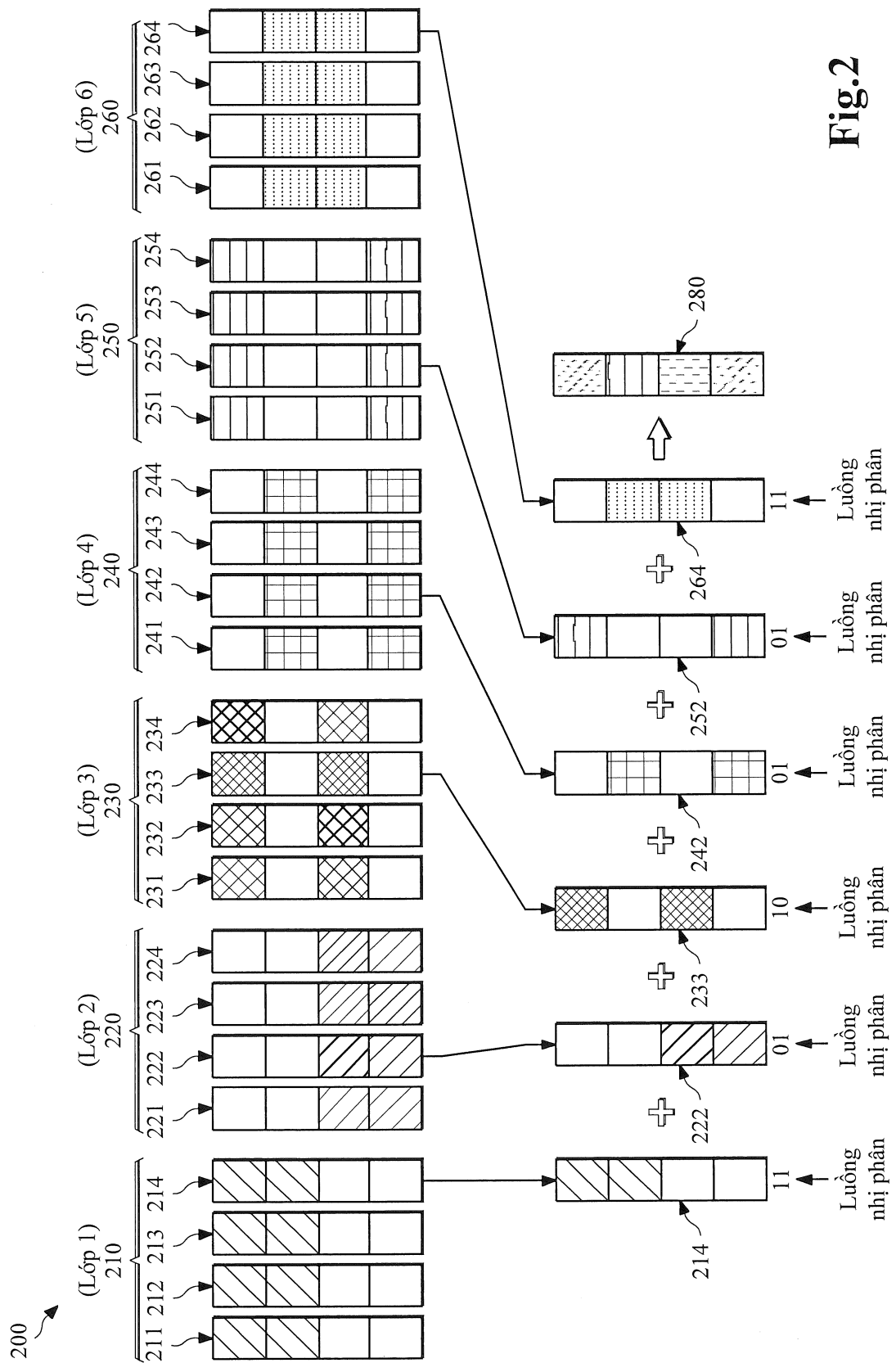


Fig.2

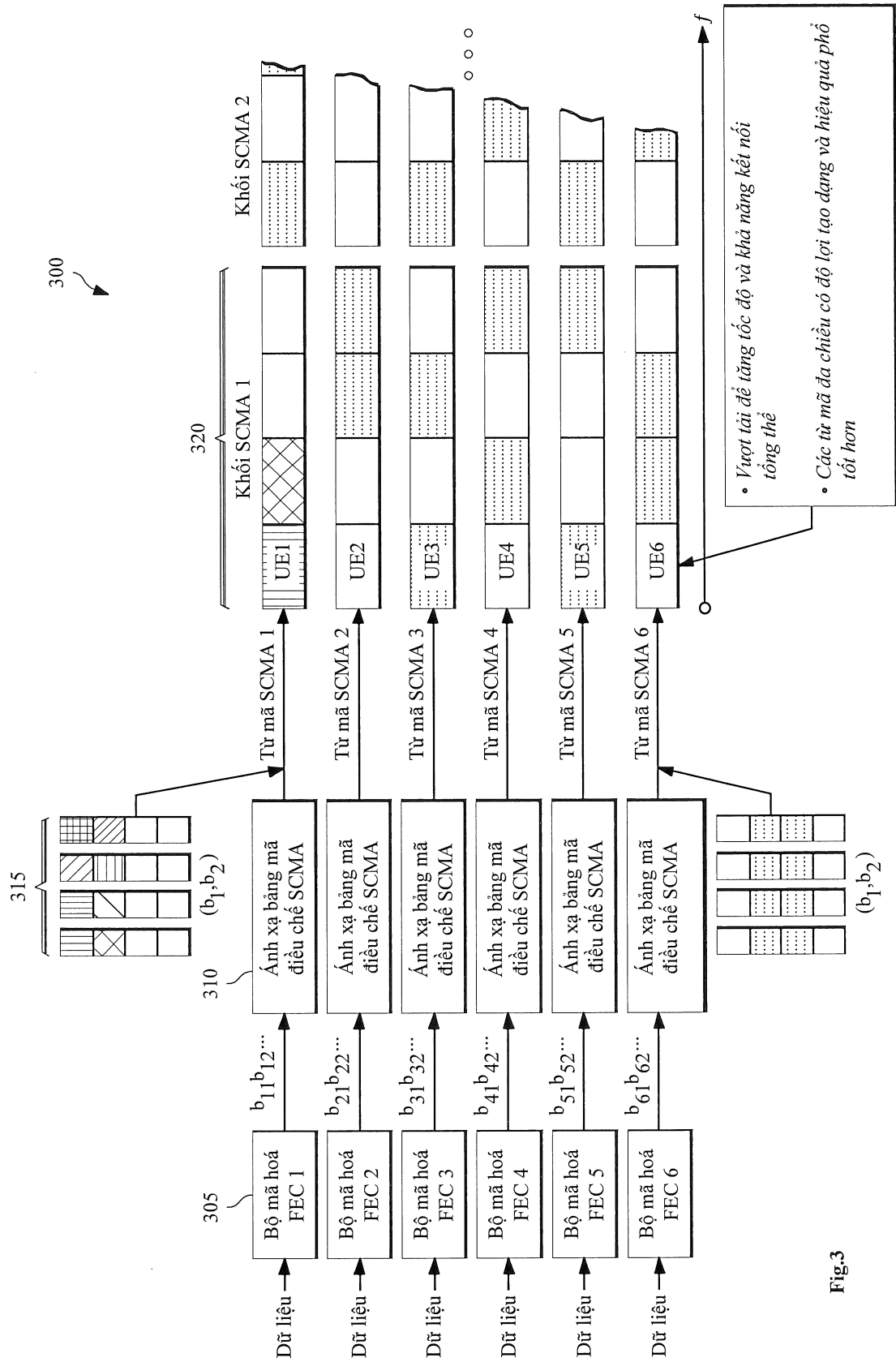


Fig.3

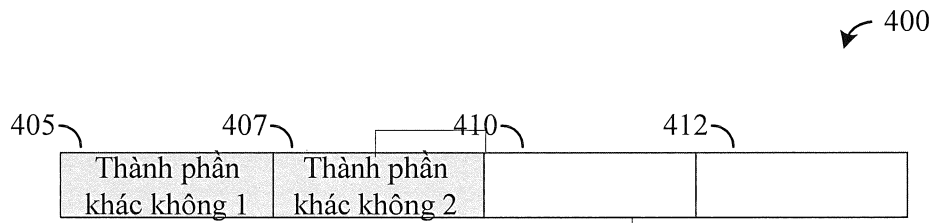


Fig.4a

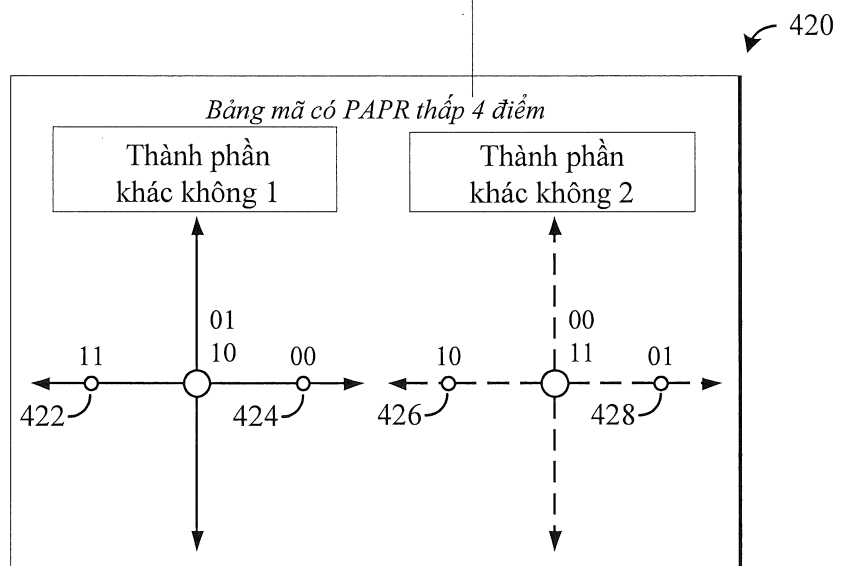


Fig.4b

440

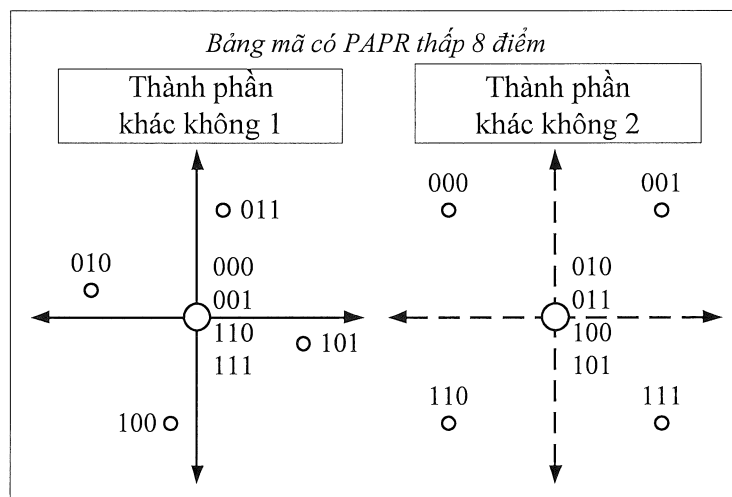


Fig.4c

500 →

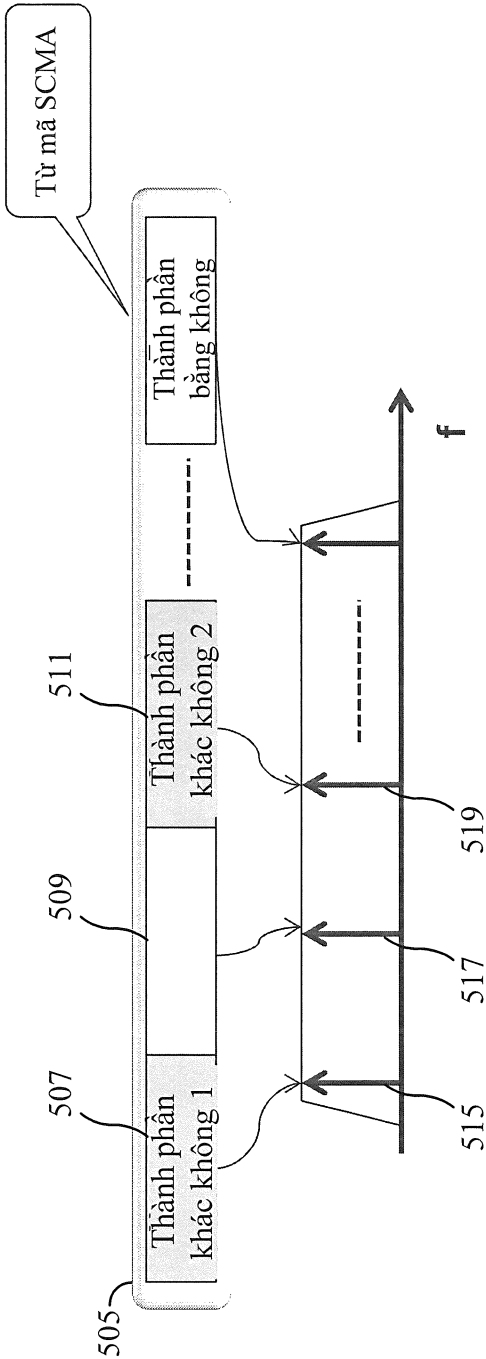


Fig.5

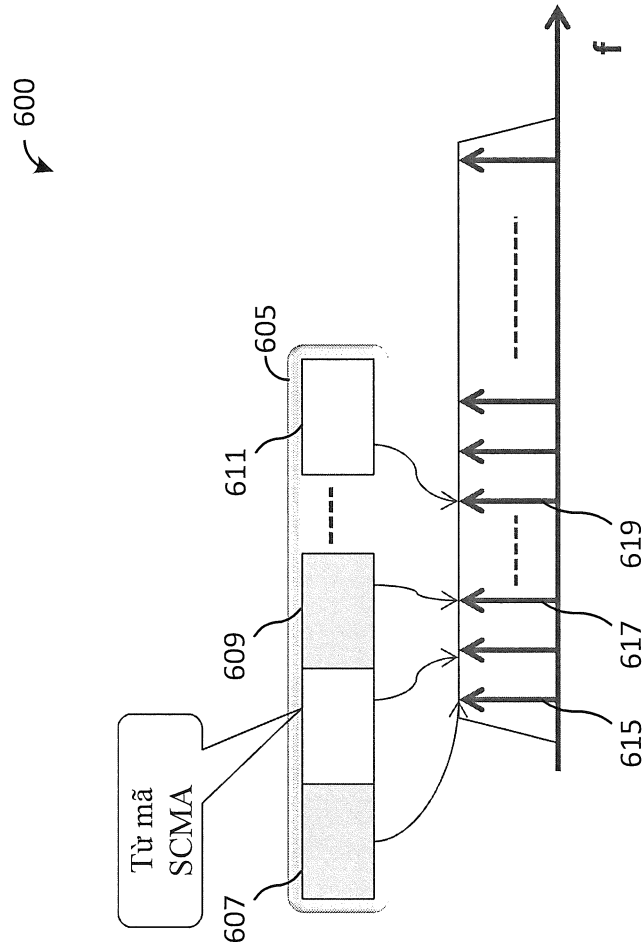


Fig.6

700 →

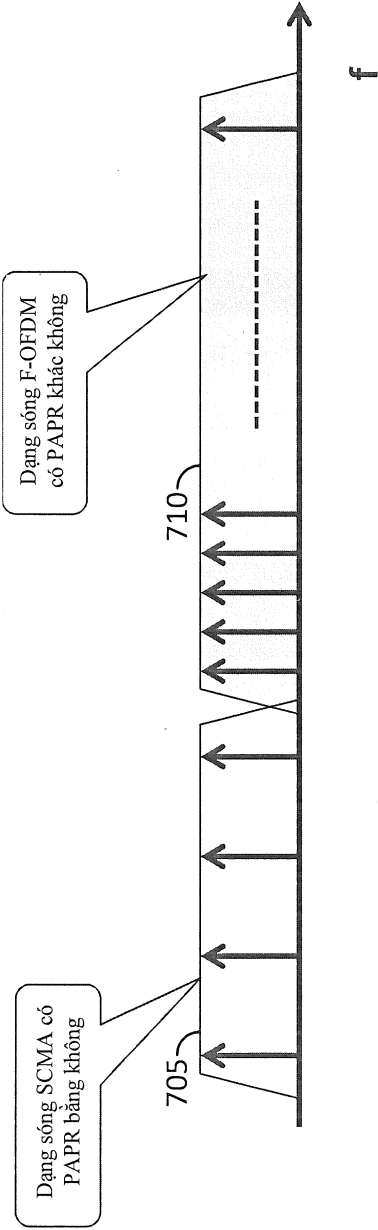


Fig.7

800 ↘

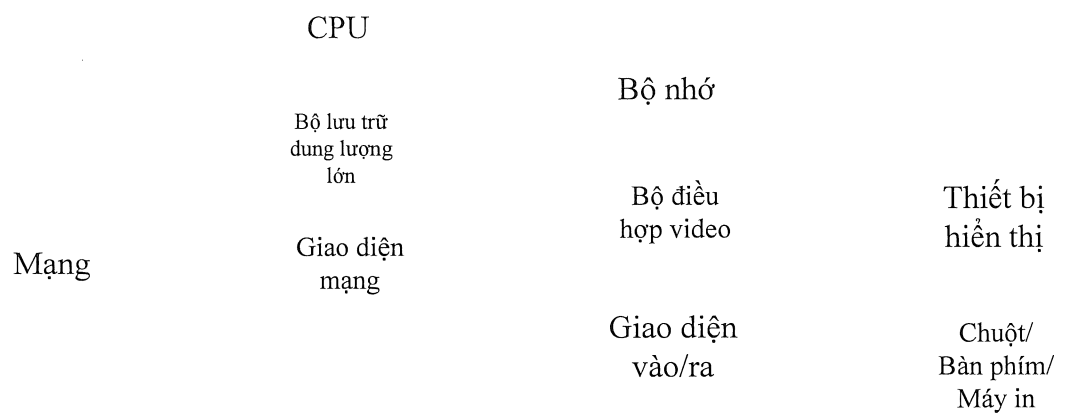


Fig.8

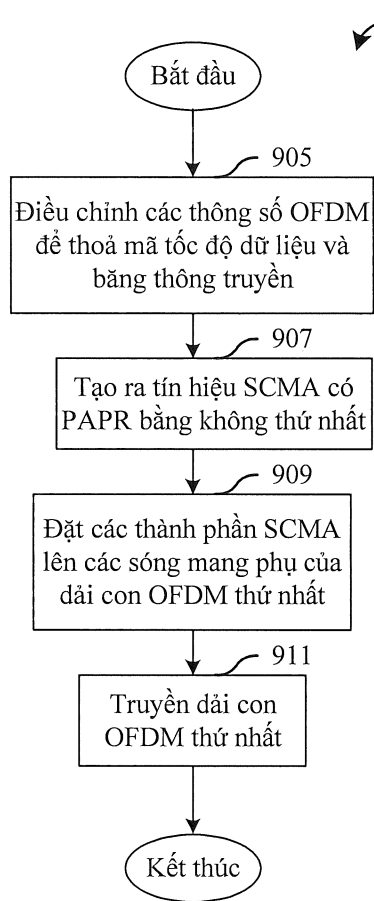


Fig.9a

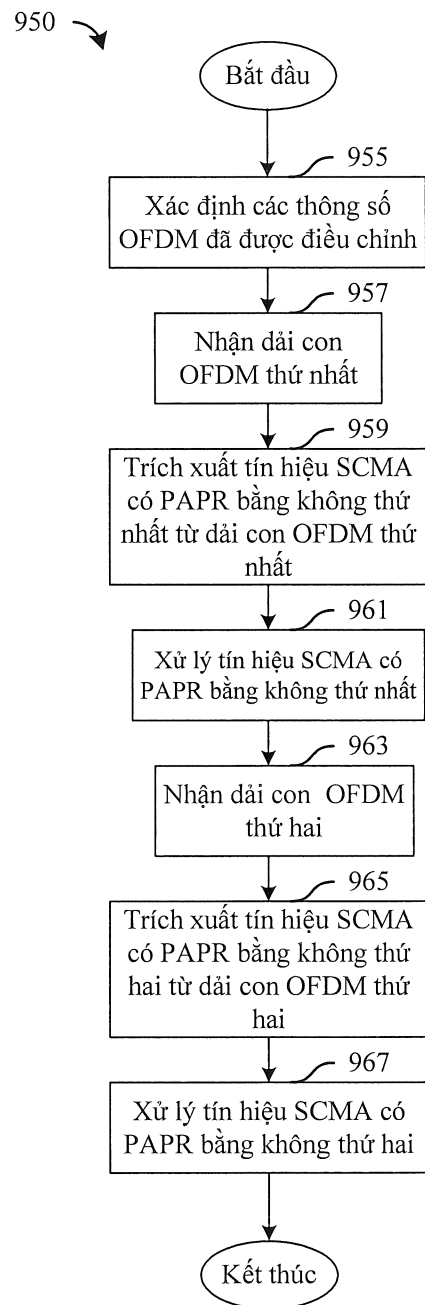


Fig.9b

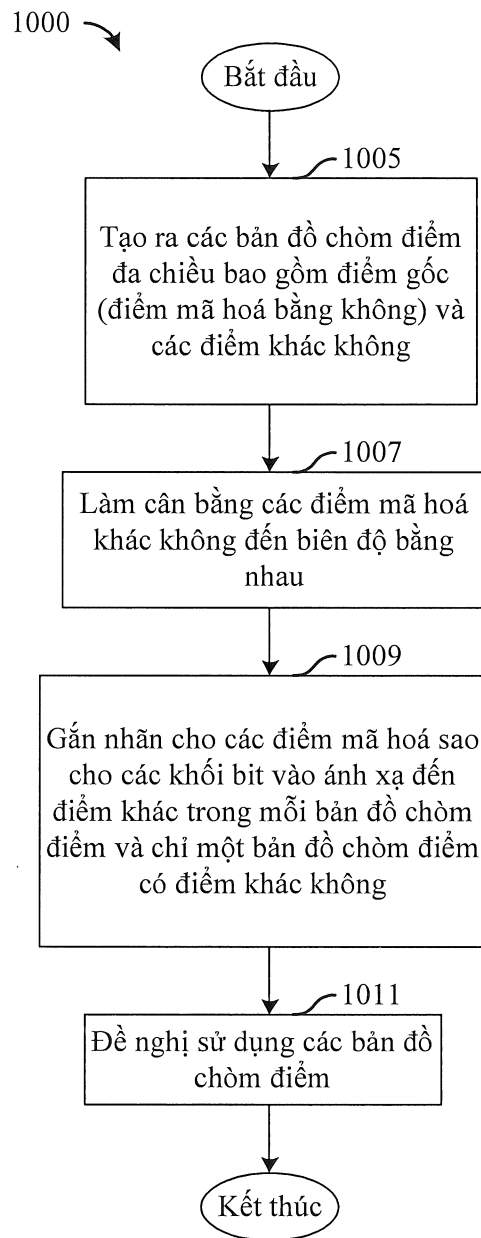


Fig.10