



(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)



1-0038927

(51)⁸ H04B 7/04; H04W 72/04

(13) B

(21) 1-2019-03272

(22) 12/04/2018

(86) PCT/CN2018/082858 12/04/2018

(87) WO 2019/095620 A1 23/05/2019

(30) 201711149083.0 17/11/2017 CN

(45) 26/02/2024 431

(43) 26/08/2019 377A

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

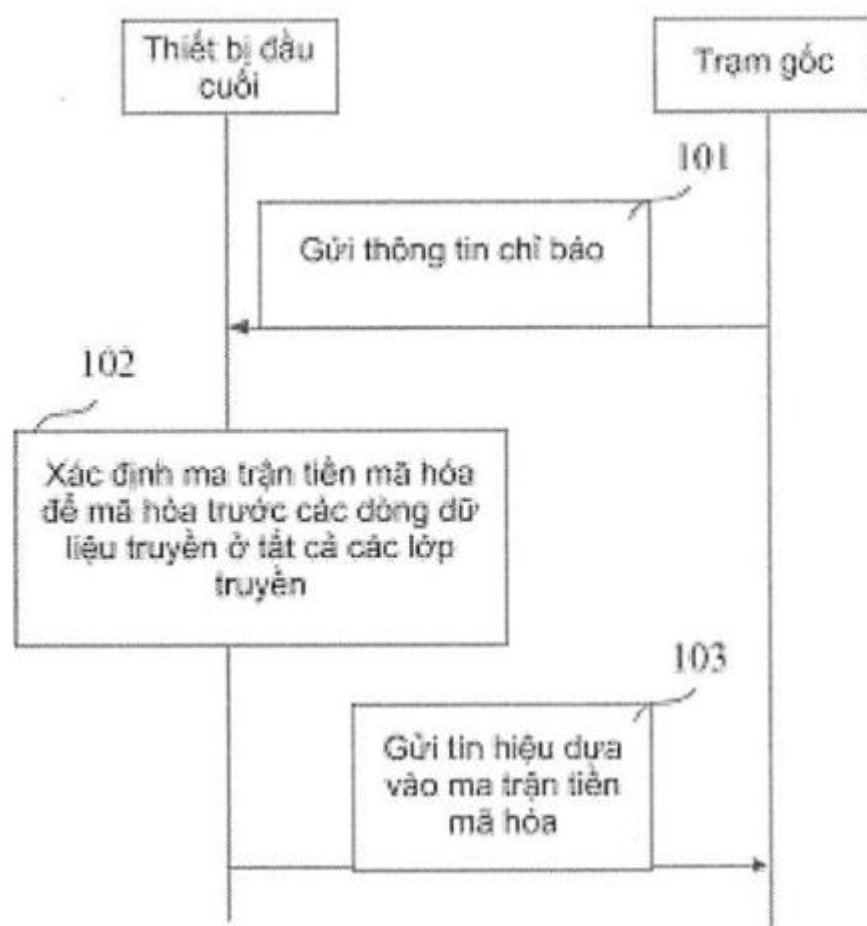
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, P. R. China

(72) SUN, Yanliang (CN); XU, Kai (CN).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG VÀ THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI TRUYỀN THÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền thông, và thiết bị đầu cuối truyền thông. Phương pháp bao gồm các bước: thu, bởi thiết bị đầu cuối, thông tin chỉ báo được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin chỉ báo chỉ báo ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và xác định, bởi thiết bị đầu cuối dựa vào thông tin chỉ báo, ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền. Ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là lớn hơn 1 nhận được bằng cách ghép các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, sao cho độ phức tạp thực hiện của thiết bị đầu cuối có thể được giảm, và các tổn hao chỉ báo báo hiệu đường xuống thấp và hiệu suất truyền tốt hơn có thể được đảm bảo.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

[0001] Sáng chế đề cập đến lĩnh vực công nghệ truyền thông di động, và cụ thể là đến phương pháp truyền thông, thiết bị đầu cuối, và trạm gốc.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

[0002] Trong các nghiên cứu về radio mới (New Radio access technology, viết tắt là NR) của dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd generation partnership project, viết tắt là 3GPP), xác định được rằng việc truyền đa anten đường lên hiện đang được hỗ trợ. Cơ chế cho việc truyền đa anten đường lên là tương tự với cơ chế truyền đa anten đường xuống. Thiết bị đầu cuối đầu tiên gửi tín hiệu chuẩn thăm dò (sounding reference signal, viết tắt là SRS), và trạm gốc thu SRS, nhận biết trạng thái kênh đường lên nhờ sự đánh giá kênh, và còn lập lịch truyền đường lên bằng cách gửi thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, viết tắt là DCI). Dựa vào kết luận về các nghiên cứu NR hiện thời, tối đa bốn cổng SRS đường lên có thể được hỗ trợ. Ngoài ra, khi xét đến truyền đường lên dựa vào số mã, khi lệnh cho thiết bị đầu cuối thực hiện việc truyền đường lên, trạm gốc có thể chỉ báo ma trận tiền mã hóa cho việc truyền đa anten đường lên nhờ sử dụng số mã định trước. Cụ thể là, số mã bao gồm N ma trận tiền mã hóa khả dụng. Trạm gốc lựa chọn một trong số N ma trận tiền mã hóa dựa vào SRS được gửi bởi thiết bị đầu cuối, xác định ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa mà cần được sử dụng trên các cổng SRS, và gửi chỉ báo ma trận tiền mã hóa (transmit precoding matrix indication, viết tắt là TPMI) để chỉ báo ma trận tiền mã hóa mà cần được sử dụng trên các cổng SRS. Sau khi thu DCI dùng cho việc lập lịch đường lên, thiết bị đầu cuối nhận biết, bằng cách đọc bit chỉ báo TPMI, ma trận tiền mã hóa mà cần được sử dụng cho việc truyền đường lên.

[0003] Theo LTE-A (long term evolution-advanced (tiến hóa dài hạn nâng cao)), số mã đường lên sử dụng dạng sóng đa hợp phân chia bước sóng trải rộng biến đổi sóng mang đơn (discrete fourier transform spread orthogonal frequency

divided multiplexing, viết tắt là DFT-S-OFDM) bị hạn chế lớn bởi tỉ số đỉnh trên trung bình thấp của dạng sóng mang đơn DFT-S-OFDM. Để đáp ứng yêu cầu về tỉ số đỉnh trên trung bình thấp, các khoảng cách ma trận tiền mã hóa giữa các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó lớn hơn 1 là không đồng nhất. Khi hạng mục là lớn hơn 1, dạng sóng đa hợp phân chia bước sóng tiền định vị tuần hoàn (cyclic prefixed orthogonal frequency divided multiplexing, viết tắt là CP-OFDM) được xác định cho việc sử dụng trong truyền đường lên NR. Do đó, số mã đường lên là không giới hạn bởi tỉ số đỉnh trên trung bình thấp. Trong trường hợp này, việc sử dụng trực tiếp ma trận tiền mã hóa LTE-A mà hạng của nó là lớn hơn 1 làm suy giảm hiệu suất. Xét về điều này, số mã đường lên được cải thiện. Các nhóm cổng được xét đến, và ma trận tiền mã hóa số mã đường lên được thiết kế dựa vào các nhóm cổng khác nhau. Có tổng số 64 hoặc 128 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, và cũng có 64 hoặc 128 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2. Số mã đường lên được thiết kế là rất lớn, và tạo ra ma trận tiền mã hóa dựa vào các nhóm cổng khác nhau khiến cho chuẩn phức tạp hơn, khiến việc thực hiện phức tạp hơn, và làm tăng các sự tổn thất. Do đó, thiết kế này không phải giải pháp tối ưu.

[0004] Tóm lại, số mã đa năng được đơn giản hóa cần được thiết kế đối với yêu cầu trong việc xác định để sử dụng dạng sóng CP-OFDM trong truyền đường lên NR khi hạng mục là lớn hơn 1.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

[0005] Sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, thiết bị đầu cuối, và trạm gốc, nhằm đáp ứng yêu cầu nêu trên.

[0006] Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, trong đó phương pháp bao gồm các bước:

thu, bởi thiết bị đầu cuối, thông tin chỉ báo được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để

nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và xác định, bởi thiết bị đầu cuối dựa vào thông tin chỉ báo, ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0007] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp (coherent transmission) có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận

tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0008] Theo một cách thực hiện có thể, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùng sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0009] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

[0010] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm

bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0011] Theo một cách thực hiện có thể, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất

và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất, và công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ hai.

[0012] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các công truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó

là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0013] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 7 bit hoặc 6 bit.

[0014] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trường bit thứ nhất chiếm 6 bit hoặc 5 bit.

[0015] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 4 bit.

[0016] Theo một cách thực hiện có thể, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số $1, -1, j$, và $-j$.

[0017] Theo một cách thực hiện có thể, định chuẩn 2 (2-norm) của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0018] Theo một cách thực hiện có thể, hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với một cặp anten phân cực kép, hoặc hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0019] Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, trong đó phương pháp bao gồm các bước: xác định, bởi trạm gốc, thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp

truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và gửi, bởi trạm gốc, thông tin chỉ báo tới thiết bị đầu cuối, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối để xác định ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0020] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma

trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0021] Theo một cách thực hiện có thể, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùng sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0022] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

[0023] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong

nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0024] Theo một cách thực hiện có thể, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa,

hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất, và công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ hai.

[0025] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các công truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận

tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0026] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 7 bit hoặc 6 bit.

[0027] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trường bit thứ nhất chiếm 6 bit hoặc 5 bit.

[0028] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 4 bit.

[0029] Theo một cách thực hiện có thể, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số 1, -1 , j , và $-j$.

[0030] Theo một cách thực hiện có thể, định chuẩn 2 của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0031] Theo một cách thực hiện có thể, hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với một cặp anten phân cực kép, hoặc hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0032] Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất thiết bị đầu cuối, bao gồm bộ xử lý và giao diện truyền thông. Bộ xử lý được tạo cấu hình để hỗ trợ trạm gốc trong khi thực hiện chức năng trạm gốc tương ứng trong phương pháp nêu trên. Giao diện truyền thông được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền thông giữa thiết bị đầu cuối và trạm gốc, để gửi thông tin hoặc lệnh được sử dụng trong phương pháp nêu trên tới trạm gốc. Thiết bị đầu cuối có thể còn bao gồm bộ nhớ. Bộ nhớ được tạo cấu hình để được ghép với bộ xử lý và lưu trữ dữ liệu và lệnh chương trình mà cần cho trạm gốc.

[0033] Giao diện truyền thông được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo từ trạm gốc, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma

trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định, dựa vào thông tin chỉ báo, ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0034] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn

từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0035] Theo một cách thực hiện có thể, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0036] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

[0037] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất hoặc nhóm công thứ hai, công suất truyền của công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0038] Theo một cách thực hiện có thể, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các

hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất, và công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ hai.

[0039] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các công truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa,

và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0040] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 7 bit hoặc 6 bit.

[0041] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trường bit thứ nhất chiếm 6 bit hoặc 5 bit.

[0042] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 4 bit.

[0043] Theo một cách thực hiện có thể, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số 1, -1 , j , và $-j$.

[0044] Theo một cách thực hiện có thể, định chuẩn 2 của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0045] Theo một cách thực hiện có thể, hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với một cặp anten phân cực kép, hoặc hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0046] Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất trạm gốc, trạm gốc này bao gồm bộ xử lý và giao diện truyền thông. Bộ xử lý được tạo cấu hình để hỗ trợ trạm gốc trong khi thực hiện chức năng trạm gốc tương ứng trong phương pháp nêu trên. Giao diện truyền thông được tạo cấu hình để hỗ trợ truyền thông giữa trạm gốc và thiết bị đầu cuối, để gửi thông tin hoặc lệnh được sử dụng trong phương pháp nêu trên tới thiết bị đầu cuối. Trạm gốc có thể còn bao gồm bộ nhớ.

Bộ nhớ được tạo cấu hình để được ghép với bộ xử lý và lưu trữ dữ liệu và lệnh chương trình mà cần cho trạm gốc.

[0047] Bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và giao diện truyền thông được tạo cấu hình để gửi thông tin chỉ báo tới thiết bị đầu cuối, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối để xác định ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0048] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0049] Theo một cách thực hiện có thể, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0050] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

[0051] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0052] Theo một cách thực hiện có thể, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất, và công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ hai.

[0053] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các công truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập

con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0054] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 7 bit hoặc 6 bit.

[0055] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trường bit thứ nhất chiếm 6 bit hoặc 5 bit.

[0056] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 4 bit.

[0057] Theo một cách thực hiện có thể, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số 1, -1 , j , và $-j$.

[0058] Theo một cách thực hiện có thể, định chuẩn 2 của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0059] Theo một cách thực hiện có thể, hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với một cặp anten phân cực kép, hoặc hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0060] Theo khía cạnh thứ năm, để đạt được mục đích sáng chế nêu trên, sáng

chế đề xuất hệ thống mạch, trong đó hệ thống mạch bao gồm bộ phận giao diện, bộ phận điều khiển và thao tác, và bộ phận lưu trữ. Bộ phận giao diện được tạo cấu hình để kết nối tới thành phần khác của trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối, bộ phận lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính hoặc lệnh, và bộ phận điều khiển và thao tác được tạo cấu hình để giải mã và chạy chương trình máy tính hoặc lệnh. Chương trình máy tính hoặc lệnh được chạy để thực hiện bất kỳ một trong số khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện có thể của khía cạnh thứ nhất, hoặc thực hiện bất kỳ một trong số khía cạnh thứ hai và các cách thực hiện có thể của khía cạnh thứ hai.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

[0061] Fig.1 là sơ đồ kiến trúc giản lược của hệ thống truyền thông không dây theo sáng chế;

[0062] Fig.2 là sơ đồ cấu trúc giản lược của cặp anten phân cực kép giả định theo sáng chế;

[0063] Fig.3 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị theo sáng chế;

[0064] Fig.4 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị khác theo sáng chế;

[0065] Fig.5 là sơ đồ cấu trúc giản lược của hệ thống mạch theo sáng chế;

[0066] Fig.6 là sơ đồ cấu trúc giản lược của hệ thống mạch khác theo sáng chế; và

[0067] Fig.7 là hình vẽ giản lược của các bước thực hiện của phương pháp truyền thông theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

[0068] Phần dưới đây mô tả chi tiết hơn sáng chế dựa vào các hình vẽ kèm theo.

[0069] Phần dưới đây mô tả môi trường thao tác hệ thống của sáng chế. Công nghệ được mô tả trong sáng chế có thể áp dụng được tới hệ thống LTE, chẳng hạn như hệ thống LTE/LTE-A/eLTE, hoặc hệ thống truyền thông không dây khác mà sử dụng các công nghệ truy cập không dây khác nhau, chẳng hạn như hệ thống sử dụng các công nghệ truy cập sau đây: đa truy cập phân mã (code division multiple access, viết tắt là CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số

(frequency division multiple access, viết tắt là FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (time division multiple access, viết tắt là TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access, viết tắt là OFDMA), đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (single carrier-frequency division multiple access, viết tắt là SC-FDMA), và tương tự, còn có thể áp dụng được tới hệ thống cải tiến tiếp theo, chẳng hạn như hệ thống thế hệ thứ năm 5G (mà có thể cũng được gọi là radio mới (new radio, viết tắt là NR)), và cũng áp dụng được tới hệ thống truyền thông không dây tương tự, chẳng hạn như các hệ thống tế bào liên quan đến WiFi, WiMAX, và 3GPP.

[0070] Fig.1 thể hiện hình vẽ giản lược của hệ thống truyền thông. Hệ thống truyền thông có thể bao gồm ít nhất một trạm gốc 100 (chỉ một trạm gốc được thể hiện) và một hoặc nhiều thiết bị đầu cuối 200 được kết nối tới trạm gốc 100.

[0071] Trạm gốc 100 có thể là thiết bị mà có thể truyền thông với thiết bị đầu cuối 200. Trạm gốc 100 có thể là thiết bị bất kỳ có chức năng thu phát không dây, và bao gồm nhưng không giới hạn ở NodeB (NodeB), NodeB cải tiến (eNodeB), trạm gốc trong hệ thống truyền thông thế hệ thứ năm (fifth generation, viết tắt là 5G), trạm gốc hoặc trạm gốc trong hệ thống truyền thông tương lai, nút truy cập trong hệ thống WiFi, nút chuyển tiếp không dây, nút đường trục không dây, và tương tự. Theo cách khác, trạm gốc 100 có thể là bộ điều khiển radio trong bối cảnh mạng truy cập radio đám mây (cloud radio access network, viết tắt là CRAN). Trạm gốc 100 có thể là trạm gốc trong mạng 5G hoặc trạm gốc trong mạng cải tiến tương lai, hoặc có thể là thiết bị đeo được hoặc thiết bị trên xe. Trạm gốc 100 có thể là ô nhỏ, nút truyền (transmission reference point, viết tắt là TRP), hoặc tương tự. Hiển nhiên là, điều này không giới hạn ở sáng chế.

[0072] Thiết bị đầu cuối 200 là thiết bị có chức năng thu phát không dây, và có thể được triển khai trên đất liền, trong đó thiết bị được triển khai trên đất liền bao gồm thiết bị trong nhà, ngoài trời, cầm tay, đeo được, hoặc trên xe, hoặc có thể được triển khai trên mặt nước (ví dụ, trên tàu thủy), hoặc có thể được triển khai trong không gian (ví dụ, trên máy bay, kính khí cầu, hoặc vệ tinh). Thiết bị đầu cuối có thể là điện thoại di động (mobile phone), máy tính bảng (Pad), máy

tính có chức năng thu phát không dây, thiết bị đầu cuối thực tế ảo (virtual reality, viết tắt là VR), thiết bị đầu cuối thực tế tăng cường (augmented reality, viết tắt là AR), thiết bị đầu cuối không dây trong điều khiển công nghiệp (industrial control), thiết bị đầu cuối không dây trong xe tự hành (self driving), thiết bị đầu cuối không dây trong điều trị bệnh từ xa (remote medical), thiết bị đầu cuối không dây trong mạng lưới thông minh (smart grid), thiết bị đầu cuối không dây trong an toàn vận chuyển (transportation safety), thiết bị đầu cuối không dây trong thành phố thông minh (smart city), thiết bị đầu cuối không dây trong nhà thông minh (smart home), hoặc tương tự. Bối cảnh ứng dụng là không giới hạn ở các phương án của sáng chế. Thiết bị đầu cuối đôi khi có thể cũng được gọi là thiết bị người dùng (user equipment, viết tắt là UE), thiết bị đầu cuối truy cập, bộ phận UE, trạm UE, trạm di động, thiết bị đầu cuối từ xa, thiết bị di động, đầu cuối UE, thiết bị đầu cuối, thiết bị truyền thông không dây, đại diện UE, bộ phận UE, hoặc tương tự.

[0073] Cần lưu ý rằng, thuật ngữ "hệ thống" và "mạng" có thể được sử dụng hoán đổi theo các phương án của sáng chế. "Các" nghĩa là hai hoặc nhiều hơn hai. Dựa vào điều này, "các" theo các phương án của sáng chế có thể được hiểu là "ít nhất hai". Thuật ngữ "và/hoặc" mô tả mối tương quan kết hợp để mô tả các đối tượng được kết hợp và cho biết rằng ba mối tương quan có thể tồn tại. Ví dụ, A và/hoặc B có thể thể hiện ba trường hợp sau: Chỉ A tồn tại, cả A và B tồn tại, và chỉ B tồn tại. Ngoài ra, ký tự "/" nói chung chỉ báo mối tương quan "hoặc" giữa các đối tượng được kết hợp ngoại trừ được định rõ theo cách khác. Trong sáng chế, "TPMI" và "số thứ tự ma trận tiền mã hóa" có thể được sử dụng hoán đổi, "TRI" và "số lượng của các hạng truyền" có thể được sử dụng hoán đổi, "hạng truyền" và "hạng" có thể được sử dụng hoán đổi, và "dòng dữ liệu truyền (transmit data stream)" và "dòng dữ liệu truyền (transmission data stream)" có thể được sử dụng hoán đổi.

[0074] Công nghệ đa đầu vào đa đầu ra (multiple-input multiple-output, viết tắt là MIMO) sử dụng nhiều anten để gửi đồng thời các đường truyền dữ liệu, để nhận được độ khuếch đại theo không gian vượt mức. Để sử dụng tốt hơn đặc

tính theo không gian kênh phức hợp, dòng dữ liệu truyền thường được mã hóa trước, và tín hiệu được xử lý trước ở đầu truyền nhờ sử dụng thông tin trạng thái kênh, để nâng cao chất lượng truyền tín hiệu.

[0075] Trong công nghệ mã hóa trước, vectơ thu có thể được biểu diễn là $y = \mathbf{H}\mathbf{W}\mathbf{x} + \mathbf{n}$, trong đó $\mathbf{H}$ thể hiện ma trận kênh không gian, $\mathbf{W}$ là ma trận tiền mã hóa, $\mathbf{x}$ là vectơ tín hiệu truyền, và $\mathbf{n}$ là vectơ nhiễu. Ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W}$ là ma trận $I \times N_{\text{layer}}$. I là số lượng của các cổng truyền, và N_{layer} là số lượng của các dòng ký hiệu, và thường được gọi là hạng truyền hoặc số lượng của các lớp truyền. Ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W}$ có thể được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu trên N_{layer} các lớp truyền, và ánh xạ các dòng dữ liệu tới I cổng truyền, và $N_{\text{layer}} \leq I$. $\mathbf{W}$ thường được lựa chọn dựa vào một sở mã, nói cách khác, một tập ma trận tiền mã hóa. Sở mã được ghi theo chuẩn truyền thông, và được biến đến bởi cả bên thu và bên truyền trong truyền thông không dây. Chỉ số của ma trận trong sở mã được chỉ báo khi báo hiệu, để chỉ báo thông tin ma trận tiền mã hóa tương ứng với bên thu hoặc bên truyền. Nói chung, trong truyền thông không dây đa anten, ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W}$ được lựa chọn, sao cho dung lượng kênh đa anten có thể được tối đa hóa, hoặc tỉ lệ lỗi bit có thể được tối thiểu hóa dựa vào thuật toán giải điều biến.

[0076] Công nghệ MIMO đường lên được giới thiệu trong LTE-A. Trong hệ thống MIMO đường lên LTE-A, hai hoặc bốn cổng truyền có thể được tạo cấu hình cho thiết bị đầu cuối. Trong truyền dữ liệu đường lên LTE-A, dòng dữ liệu được mã hóa trước nhờ sử dụng sở mã đơn.

[0077] Fig.2 là mảng phân cực kép bốn cổng truyền của thiết bị đầu cuối. Cổng 1 và cổng 3 thuộc về cùng cặp anten phân cực kép, và cổng 2 và cổng 4 thuộc về cùng cặp anten phân cực kép. Cổng 1 và cổng 2 thể hiện cùng chiều phân cực, và cổng 3 và cổng 4 thể hiện cùng chiều phân cực.

[0078] Dựa vào mảng được phân cực kép được thể hiện trên Fig.2, quy tắc thiết kế của sở mã đường lên mà sử dụng dạng sóng DFT-S-OFDM và được áp dụng tới LTE-A là như sau:

[0079] Khi có một dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 1, các ma trận

tiền mã hóa được sử dụng cho sự kết hợp công, cụ thể là, các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự từ 0 đến 15 trong Bảng 1, được tạo ra dựa vào các cơ sở không lệch nhau (mutually unbiased bases, viết tắt là MUB) trong không gian phức hợp bốn chiều. Cụ thể là, các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự của nó là 0, 2, 8, và 10 tương ứng với một cơ sở trực giao, và các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự của nó là 1, 3, 9, và 11 tương ứng với một cơ sở trực giao, các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự của nó là 4, 6, 12, và 14 tương ứng với một cơ sở trực giao, và các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự của nó là 5, 7, 13, và 15 tương ứng với một cơ sở trực giao. Các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự từ 16 đến 23 trong Bảng 1 chỉ báo chức năng sau: Khi cặp anten phân cực kép bất kỳ bị bị chặn, công tương ứng có thể vô hiệu. Trong trường hợp này, công suất truyền của công là 0.

[0080] Khi có hai dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 2, để duy trì đặc tính sóng mang đơn, mã hóa trước tương ứng với mỗi lớp truyền không được tạo ra nhờ sử dụng ma trận tiền mã hóa được sử dụng cho sự kết hợp bốn công, mà thay vào đó, hai công truyền tương ứng được lựa chọn đối với mỗi dòng dữ liệu truyền, và được đảm bảo rằng công bất kỳ không được sử dụng đối với hai dòng dữ liệu. Cụ thể là, khi hai lớp truyền lần lượt tương ứng với hai chùm sóng có các chiều phân cực khác nhau, cách thức kết hợp cặp anten phân cực kép mà trong đó công 1 và công 2 được kết hợp thành một nhóm công, và công 3 và công 4 được kết hợp thành nhóm công khác được sử dụng, lượng tử hóa chùm sóng tương ứng với pha khóa dịch pha nhị phân (Binary Phase Shift Keying, viết tắt là BPSK) được định rõ, pha khóa dịch pha một phần tư (Quadri Phase Shift Keying, viết tắt là QPSK) được sử dụng, và tám ma trận tiền mã hóa được sử dụng, để nhận được các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự từ 0 đến 7 trong Bảng 2. Do đó, cách thức kết hợp cặp anten phân cực kép mà trong đó công 1 và công 3 được kết hợp thành một nhóm công, và công 2 và công 4 được kết hợp thành nhóm công khác được sử dụng, để nhận được các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự từ 8 đến 11 trong Bảng 2. Do đó, cách thức kết hợp cặp anten phân cực kép mà trong đó công 1 và công 4 được kết hợp

thành một nhóm cổng, và cổng 2 và cổng 3 được kết hợp thành nhóm cổng khác được sử dụng, để nhận được các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự từ 12 đến 15 trong Bảng 2.

[0081] Khi có ba dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 3, để duy trì đặc tính sóng mang đơn, quy tắc tương tự được sử dụng: cổng truyền tương ứng được lựa chọn đối với mỗi dòng dữ liệu truyền, và được đảm bảo rằng cổng bất kỳ không được sử dụng cho hai dòng dữ liệu. Xét thấy rằng việc phân loại của các dòng dữ liệu truyền không ảnh hưởng đến đặc tính giải mã, chỉ trường hợp mà trong đó hai cổng truyền được lựa chọn và được sử dụng cho dòng dữ liệu thứ nhất (nói cách khác, cột thứ nhất của ma trận tiền mã hóa) được thiết kế. Ngoài ra, chỉ pha BPSK được sử dụng xét thấy rằng độ khuếch đại không lớn nhận được nhờ sự kết hợp cổng chính xác hơn khi hạng mục là 3.

[0082] Khi có bốn dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 4, mỗi dòng dữ liệu truyền tương ứng với chỉ một cổng truyền.

[0083] Dựa vào DFT-S-OFDM, đối với thiết kế của sổ mã LTE-A đường lên trong trường hợp một dòng dữ liệu truyền, tham chiếu tới Bảng 1, đối với thiết kế của sổ mã LTE-A đường lên trong trường hợp hai dòng dữ liệu truyền, tham chiếu tới Bảng 2, đối với thiết kế của sổ mã LTE-A đường lên trong trường hợp ba dòng dữ liệu truyền, tham chiếu tới Bảng 3, và đối với thiết kế của sổ mã LTE-A đường lên trong trường hợp bốn dòng dữ liệu truyền, tham chiếu tới Bảng 4.

Bảng 1

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Một dòng dữ liệu truyền							
0-7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$
8-15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$
16-23	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$

Bảng 2

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Hai dòng dữ liệu truyền			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
4-7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
8-11	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
12-15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$

Bảng 3

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Ba dòng dữ liệu truyền			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
4-7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
8-11	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Bảng 4

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Bốn dòng dữ liệu truyền
0	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

[0084] Thiết kế của sổ mã LTE-A đường lên bị hạn chế lớn bởi tỉ số đỉnh trên trung bình thấp của dạng sóng mang đơn DFT-S-OFDM. Để đáp ứng yêu cầu về tỉ số đỉnh trên trung bình thấp, khi hạng mục là lớn hơn 1, một vài khoảng cách ma trận tiền mã hóa được lược bỏ, nói cách khác, tính đồng nhất và mật độ thực hiện việc lấy mẫu trên ma trận tiền mã hóa trong không gian phức hợp Grassmannian (Grassmannian) $G(4, n)$ được lược bỏ. Khi hạng mục là lớn hơn 1, dạng sóng CP-OFDM được xác định để sử dụng trong truyền đường lên NR. Do đó, sổ mã đường lên là không giới hạn bởi tỉ số đỉnh trên trung bình thấp. Trong trường hợp này, việc sử dụng trực tiếp ma trận tiền mã hóa LTE-A mà hạng của nó là lớn hơn 1 làm suy giảm hiệu suất.

[0085] Dựa vào mảng được phân cực kép được thể hiện trên Fig.2, quy tắc

thiết kế của sổ mã đường lên mà sử dụng dạng sóng DFT-S-OFDM và được áp dụng tới NR là như sau:

[0086] Đối với mảng tuyến tính không đồng nhất (uniform linear array, viết tắt là ULA), ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là lớn hơn 1 được xây dựng dựa vào cơ sở MUB được sử dụng bởi ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 1 trong sổ mã LTE-A. Nếu khoảng cách sợi dây theo không gian (chordal distance) giữa hai ma trận tiền mã hóa là 0, cả hai ma trận tiền mã hóa không cần được đưa vào sổ mã. Dựa vào quy tắc thiết kế, sổ mã lớn trên cơ sở pha 8PSK có thể nhận được, trong đó sổ mã đang tồn tại có thể được coi là tập con của sổ mã lớn. Trong sổ mã, có tổng số 64 hoặc 128 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, và cũng có 64 hoặc 128 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2. Tập con sổ mã khác nhau có thể được tạo cấu hình đối với mỗi người dùng nhờ cấu hình của tập giới hạn sổ mã (code book subset restriction, viết tắt là CBSR), sao cho các tổn hao của báo hiệu chỉ báo TPMI trong thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information, viết tắt là DCI) có thể được giảm.

[0087] Tuy nhiên, sổ mã đường lên được thiết kế là rất lớn. Có thể không thích hợp để ứng dụng 8PSK đối với thiết bị đầu cuối với khả năng điều biến thấp. Ngoài ra, các nhóm công được xem xét trong thiết kế sổ mã của MTK, và ma trận tiền mã hóa được tạo ra dựa vào các nhóm công khác nhau. Tuy nhiên, thực tế là các công có thể được phân loại nhờ việc giải thích lại công anten trong thời gian thực hiện. Có nhiều thiết kế dư thừa tương tự. Sổ mã lớn được tạo ra dựa vào quy tắc thiết kế khiến cho chuẩn phức tạp hơn. Thiết kế dường như để làm cho linh hoạt hơn, nhưng thực tế là khiến cho việc thực hiện phức tạp hơn và làm tăng các sự tổn hao. Do đó, thiết kế không phải giải pháp tối ưu. Ví dụ, trong thiết kế, tập con sổ mã cần được tạo cấu hình dựa vào CBSR, và các sự tổn hao cấu hình RRC là không thể tránh khỏi cùng với các thiết kế dư thừa.

[0088] Xét về các nhược điểm của hai thiết kế sổ mã đường lên nêu trên, sáng chế đề xuất thiết kế của sổ mã đường lên mà sử dụng dạng sóng CP-OFDM và nó được áp dụng tới NR, để thiết kế sổ mã phổ dụng đơn giản hóa. Ý tưởng thiết kế của sổ mã đường lên được đề xuất trong sáng chế là như sau:

[0089] Sáng chế đầu tiên đưa ra các sự giải thích liên quan sau đây về cặp anten phân cực kép được thể hiện trên Fig.2.

[0090] Dựa vào sự xem xét về thành phần mảng anten tương ứng với cổng truyền, như được thể hiện trên Fig.2, cổng 1 và cổng 2 có thể được coi là các thành phần mảng anten hoặc các thành phần mảng anten truyền (transmit radio frequency unit, viết tắt là TXRU) với cùng chiều phân cực hoặc các chiều phân cực như nhau, và cổng 3 và cổng 4 có thể được coi là các thành phần mảng anten hoặc các TXRU có cùng chiều phân cực hoặc các chiều phân cực như nhau. Trong trường hợp này, cổng 1 và cổng 2 tạo ra các chùm sóng dạng số tương ứng với chiều phân cực thứ nhất, và cổng 3 và cổng 4 tạo ra các chùm sóng dạng số tương ứng với chiều phân cực thứ hai. Dựa vào cách hiểu như vậy, các cơ sở trực giao tương ứng với tập ma trận tiền mã hóa $\{0, 2, 8, 10\}$ và tập ma trận tiền mã hóa $\{5, 7, 13, 15\}$ là trường hợp mà trong đó các chùm sóng dạng số tương ứng với hai nhóm cổng chiều đồng phân cực là trực giao, và các cơ sở trực giao tương ứng với tập ma trận tiền mã hóa $\{1, 3, 9, 11\}$ và tập ma trận tiền mã hóa $\{4, 6, 12, 14\}$ là trường hợp mà trong đó các chùm sóng dạng số tương ứng với hai nhóm cổng chiều đồng phân cực là như nhau. Giả định về mảng được phân cực kép được thể hiện trên Fig.2 thực tế là giả định chung. Điểm này chủ yếu được mô tả dưới đây. Đầu tiên, bất kỳ hệ thống truyền thông không dây nào cũng cần có khả năng gửi/thu các sóng điện từ theo hai chiều phân cực, nhưng anten hoặc TXRU bất kỳ có thể gửi/thu chỉ một chiều phân cực. Do đó, đặc biệt là đối với đầu truyền, khi số lượng của các thành phần mảng anten là lớn hơn hoặc bằng 2, sử dụng anten phân cực kép để gửi tín hiệu một cách phù hợp để đạt được hiệu quả tốt hơn ở trạng thái kênh ngẫu nhiên chung. Khi có bốn thành phần mảng anten, hai cặp anten phân cực kép thường được sử dụng để gửi tín hiệu ở trạng thái kênh ngẫu nhiên chung. Bất luận khoảng cách giữa hai cặp anten phân cực kép lớn như thế nào và mối tương quan giữa hai cặp anten phân cực kép khăng khít ra sao, hệ số pha cụ thể có thể được thấy đối với một cặp anten với cùng chiều phân cực hoặc các chiều phân cực như nhau ở một tần số hoặc ở trạng thái kênh. Có thể thấy rằng hai cặp anten phân cực được kết

hợp nhờ sử dụng hệ số pha. Do đó, mảng được phân cực kép là chung, nhưng không phải dạng anten tương ứng với UE cụ thể. Thứ hai, việc phân loại cổng được thể hiện trên Fig.2 là chung đối với cặp anten phân cực kép bất kỳ. Trong thời gian thực hiện, mỗi nhà sản xuất thiết bị đầu cuối có thể gửi, bằng cách ngầm định, tín hiệu tham chiếu dựa vào việc phân loại cổng được thể hiện trên Fig.2.

[0091] Sáng chế sau đó đưa ra các sự giải thích liên quan của ma trận tiền mã hóa dựa vào nội dung liên quan của cặp anten phân cực kép.

[0092] Cụ thể là, ma trận tiền mã hóa N cổng mà hạng của nó là r có thể được sử dụng để thực hiện mã hóa trước ở r lớp truyền dữ liệu và thu nhận các tín hiệu gửi đường lên trên N cổng anten. Nói cách khác, mỗi cột của ma trận tiền mã hóa tương ứng với một dòng dữ liệu, và mỗi hàng của ma trận tiền mã hóa tương ứng với một cổng anten. Hạng của ma trận tiền mã hóa, nói cách khác, số lượng các cột, là số lượng của các dòng dữ liệu đa hợp theo không gian. Số lượng các cổng của ma trận tiền mã hóa, nói cách khác, số lượng các hàng, là số lượng của các cổng anten cho việc gửi tín hiệu. Cổng anten là khái niệm trừu tượng, và có thể tương ứng với anten vật lý cụ thể, hoặc có thể tương ứng với chùm sóng (thường được gọi là anten ảo) nhận được qua việc tạo chùm sóng.

[0093] Dựa vào điều này, ma trận tiền mã hóa $\mathbf{P}$ bất kỳ có thể được viết theo dạng sau:

$$\mathbf{P} = \eta \mathbf{A} = \eta \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1R} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2R} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{N1} & \alpha_{N2} & \dots & \alpha_{NR} \end{bmatrix}, \text{ trong đó}$$

η là thành phần vô hướng của ma trận tiền mã hóa, $\mathbf{A}$ là thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa, và mỗi thành phần α_{nr} trong ma trận tiền mã hóa có thể chỉ là 0 hoặc số phức hợp mà môđun của nó là 1, trong đó $n = 1, 2, \dots, N, r = 1, 2, \dots, R$.

[0094] Nói chung, khi $N=4$, bốn cổng dùng cho việc truyền đường lên có thể được coi là hai nhóm cổng, và mỗi nhóm cổng tương ứng với một cặp anten

phân cực kép hoặc một cặp của hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các chiều phân cực khác nhau. Ví dụ, giả sử rằng bốn cổng anten được đánh số lần lượt là 1, 2, 3, và 4, theo thiết kế của LTE số mã đường lên, cổng 1 và cổng 3 tương ứng với cùng nhóm cổng, và cổng 2 và cổng 4 tương ứng với cùng nhóm cổng. Nói chung, cổng 1 và cổng 2 có cùng chiều phân cực, và việc tạo chùm sóng có thể được thực hiện bằng cách tạo ra độ lệch pha truyền; và cổng 3 và cổng 4 có cùng chiều phân cực, và việc tạo chùm sóng có thể được thực hiện bằng cách tạo ra độ lệch pha truyền. Trong trường hợp này, trong thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa bốn cổng, mỗi cột thực tế là chỉ báo thông tin chùm tia một cách tách biệt tương ứng với hai chiều phân cực trong mã hóa trước tương ứng với lớp truyền, nói cách khác, chỉ báo không gian chùm sóng của bốn cổng. Nếu đối với một cột, độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 1 và cổng 2 là giống như độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 3 và cổng 4, cùng không gian chùm sóng tồn tại. Nếu đối với một cột, độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 1 và cổng 2 đối ngược với độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 3 và cổng 4, không gian chùm sóng đối nhau tồn tại. Nếu đối với hai cột, các độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 1 và cổng 2 là như nhau, và các độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 3 và cổng 4 cũng là như nhau, hai cột có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau. Nếu đối với hai cột, các độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 1 và cổng 2 là đối ngược, và các độ lệch pha truyền tương ứng với cổng 3 và cổng 4 cũng là đối ngược, hai cột có không gian chùm sóng đối nhau hoàn toàn. Dựa vào điều này, độ lệch pha truyền giữa cổng 1 và cổng 3 thực tế là độ lệch pha giữa các chùm sóng tương ứng theo hai chiều phân cực, và thường được gọi là pha phân cực chéo.

[0095] Ví dụ, đối với ma trận tiền mã hóa 0 trong Bảng 1, không gian chùm sóng tương ứng với hai cặp anten phân cực kép là đối ngược, không gian chùm sóng tương ứng với nhóm cổng mà nó bao gồm cổng 1 và cổng 2 là [1, 1], không gian chùm sóng tương ứng với nhóm cổng mà nó bao gồm cổng 3 và cổng 4 là [1, -1], và pha phân cực chéo của hai nhóm cổng là [1, 1]. Với ví dụ khác, đối với ma trận tiền mã hóa 6 trong Bảng 1, không gian chùm sóng tương

ứng với hai cặp anten phân cực kép là như nhau, cả hai không gian chùm sóng tương ứng với nhóm cổng mà nó bao gồm cổng 1 và cổng 2 và không gian chùm sóng tương ứng với nhóm cổng mà nó bao gồm cổng 3 và cổng 4 là $[1, j]$, và pha phân cực chéo tương ứng là $[1, -1]$.

[0096] Ngoài ra, định chuẩn 2 $\|\mathbf{a}\|_2$ của vectơ được định rõ như sau (a có thể là vectơ hàng hoặc vectơ cột, trong đó một ví dụ mà trong đó a là vectơ cột được sử dụng dưới đây, phương pháp tính vectơ hàng là hoàn toàn phù hợp với phương pháp tính vectơ cột, và N là số lượng của các thành phần được bao gồm trong a):

$$\|\mathbf{a}\|_2 = \left\| \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_N \end{bmatrix} \right\|_2 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_N^2}$$

[0097] Tiếp theo, các bối cảnh ứng dụng chung của bốn cổng truyền (cụ thể là, bốn cổng anten tương ứng với cặp anten phân cực kép trên Fig.2) đối với thiết bị đầu cuối được phân tích như sau:

[0098] Bối cảnh 1: Truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa bốn cổng truyền.

[0100] Bối cảnh 2: Bốn cổng truyền có thể được phân loại thành hai nhóm, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các nhóm.

[0101] Bối cảnh 3: Chỉ truyền không kết hợp có thể được thực hiện giữa bốn cổng truyền, nói cách khác, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa bốn cổng truyền.

[0102] Dựa vào phân tích và giả thiết nêu trên, các quy tắc đối với thiết kế sơ đồ mã đường lên trong sáng chế được tóm lược như sau:

[0103] Đầu tiên, để đảm bảo rằng mã hóa trước đa anten của thiết bị đầu cuối không bị ảnh hưởng bởi việc chuyển mạch dạng sóng khi hạng mục là 1, trong sáng chế, ma trận tiền mã hóa trong trường hợp dạng sóng DFT-S-OFDM vẫn được sử dụng như ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 1 trong trường hợp

dạng sóng CP-OFDM. Chi tiết, tham chiếu tới Bảng 5.

[0104] Thứ hai, để làm cho thiết bị đầu cuối ít phức tạp hơn, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là lớn hơn 1 nhận được bằng cách kết hợp các thành phần có hướng của các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1.

[0105] Thứ ba, các đặc tính ma trận tiền mã hóa tương ứng với các bối cảnh được mô tả như sau: đặc tính ma trận tiền mã hóa tương ứng với Bối cảnh 1 là như sau: Cột bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa bất kỳ mà hạng của nó là lớn hơn 1 bao gồm tối đa bốn phần tử khác không. Đặc tính ma trận tiền mã hóa tương ứng với Bối cảnh 2 là như sau: Véc tơ bất kỳ của ma trận tiền mã hóa bất kỳ mà hạng của nó là lớn hơn 1 bao gồm tối đa hai phần tử khác không. Đặc tính ma trận tiền mã hóa tương ứng với Bối cảnh 3 là như sau: Véc tơ bất kỳ của ma trận tiền mã hóa bất kỳ mà hạng của nó là lớn hơn 1 bao gồm tối đa một phần tử khác không.

[0106] Dựa vào các nhóm công và giả thiết hiện thời, các ma trận tiền mã hóa được thiết kế tách biệt đối với bối cảnh kết hợp, bối cảnh kết hợp một phần, và bối cảnh không kết hợp. Các số mã được thiết kế là phổ dụng, và số lượng của các ma trận tiền mã hóa có thể được tối thiểu hóa, sao cho hiệu quả truyền của hệ thống có thể được tối ưu hóa trong điều kiện hạn chế mà số lượng của các bit chỉ báo cần nhỏ hơn sáu trong khi mã hóa lai của TPMI và TRI trong báo hiệu điều khiển.

[0107] Ngoài ra, đối với bốn cổng truyền, sáng chế còn đề xuất giải pháp tương ứng với vấn đề gây ra bởi sự mất cân bằng độ khuếch đại anten (Anten Gain Imbalance, viết tắt là AGI) bởi vì sự trục trặc (ví dụ, một vài cổng truyền có thể bị chặn bởi sự kiểm soát của người dùng): ma trận tiền mã hóa với chức năng chỉ dẫn để vô hiệu hóa một vài liên kết tần số radio được bổ sung tới các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là lớn hơn 1, và ma trận tiền mã hóa như vậy được sử dụng để thiết đặt công suất truyền của cổng truyền bị chặn tới 0.

[0108] Dựa vào ý tưởng thiết kế của số mã đường lên trong ba bối cảnh nêu

trên, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông. Như được thể hiện trên Fig.7, phương pháp chủ yếu bao gồm các bước sau.

[0109] Bước 101: Trạm gốc xác định thông tin chỉ báo, và gửi thông tin chỉ báo tới thiết bị đầu cuối, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, và trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa.

[0110] Ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối. Số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$. Số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền.

[0111] Khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1.

[0112] Đối với các phần mô tả chi tiết của ma trận tiền mã hóa, tham chiếu tới các sự giải thích nêu trên liên quan của ma trận tiền mã hóa.

[0113] Bước 102: Thiết bị đầu cuối thu thông tin chỉ báo được gửi bởi trạm gốc, và xác định ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0114] Bước 103: Thiết bị đầu cuối mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền dựa vào ma trận tiền mã hóa để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền, và gửi các tín hiệu được gửi tới trạm gốc.

[0115] Trong sáng chế, khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn

từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1. Nói cách khác, có thể thấy rằng ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là lớn hơn 1 trong số mã đường lên nhận được bằng cách ghép các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1. Do đó, độ phức tạp thực hiện của thiết bị đầu cuối có thể được giảm, và số mã đường lên với các tổn hao chỉ báo hiệu đường xuống thấp và hiệu quả tốt hơn có thể được đảm bảo. So với số mã đường lên theo kỹ thuật đã biết mà sử dụng dạng sóng DFT-S-OFDM và nó được áp dụng tới LTE-A, theo các thiết kế số mã trong các trường hợp hạng 2 và hạng 3, ma trận tiền mã hóa được tạo ra nhờ thực hiện việc trích cột trên các MUB, để tối ưu hóa khoảng trống ma trận tiền mã hóa nhỏ nhất và nâng cao hiệu suất.

[0116] Một cách tùy chọn, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số 1, -1 , j , và $-j$.

[0117] Một cách tùy chọn, định chuẩn 2 của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0118] Một cách tùy chọn, bốn cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và hai cổng truyền được bao gồm trong mỗi trong số nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai tương ứng với một cặp anten phân cực kép hoặc tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng. Ví dụ, theo giả thiết cặp anten phân cực kép được thể hiện trên Fig.2, hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất là cổng 1 và cổng 3, và hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ hai là cổng 2 và cổng 4. Cổng 1 và cổng 3 tương ứng với một cặp anten phân cực kép, và cổng 2 và cổng 4 tương ứng với cặp anten phân cực kép khác. Theo cách khác, cổng 1 và cổng 3 tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng, và cổng 2 và cổng 4 tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0119] Bối cảnh truyền đường lên phổ dụng được xem xét trong sáng chế, sao

cho khoảng trống ma trận tiền mã hóa nhỏ nhất có thể được tối đa hóa, và các tổn hao chỉ báo hiệu DCI có thể được giảm.

[0120] Một cách tùy chọn, trong bối cảnh thực hiện thứ nhất theo phương án nêu trên, thiết bị đầu cuối hỗ trợ trạng thái truyền kết hợp hoàn toàn của bốn cổng truyền, nói cách khác, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai. Do đó, tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là sở mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 1.

[0121] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là sở mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 1, do đó, ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 1 và ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là lớn hơn 1 mà được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 có các đặc tính sau:

[0122] Tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết

hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0123] Cụ thể là, sáng chế đề xuất giải pháp sau đối với sơ đồ mã đường lên được thiết kế trong Bối cảnh 1:

[0124] Khi có một dòng dữ liệu truyền, để đảm bảo rằng quy trình tiền mã hóa cho việc truyền đa anten của thiết bị đầu cuối không bị ảnh hưởng bởi việc chuyển mạch dạng sóng khi hạng mục là 1, sáng chế đề xuất ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 1, mà sử dụng dạng sóng CP-OFDM, và nó được áp dụng tới NR, như được thể hiện trong Bảng 5. Ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 1 và được thể hiện trong Bảng 5 là giống như ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 1, mà sử dụng dạng sóng DFT-S-OFDM, và nó được áp dụng tới NR. Khác với sơ đồ mã LTE-A ở chỗ các ma trận tiền mã hóa với chức năng lựa chọn chùm sóng đơn công, cụ thể là, các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 24 đến 27 trong Bảng 5 được bổ sung tới các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, mà sử dụng dạng sóng CP-OFDM, và nó được áp dụng tới NR.

[0125] Như được thể hiện trong Bảng 5, có 28 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1: các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 27.

[0126] Ví dụ, các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 15 trong Bảng 5, và các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 24 đến 27 trong Bảng 5.

Bảng 5

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Một dòng dữ liệu truyền							
0–7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ j \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ -j \\ -1 \end{bmatrix}$
8–15	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ j \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ -j \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ j \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -1 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ -j \\ 1 \end{bmatrix}$
16–23	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -j \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -j \end{bmatrix}$
24–27	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$	-	-	-	-

[0127] Đối với việc truyền kết hợp toàn bộ khi hạng mục là 2, xét thấy rằng đặc tính tỉ số đỉnh trên trung bình thấp là không còn yêu cầu thiết kế chính, khoảng trống ma trận tiền mã hóa nhỏ nhất cần được tối đa hóa để tối ưu hóa việc lấy mẫu trong không gian phức hợp bốn chiều đến mức cao nhất có thể. Do đó, theo giải pháp này, phương pháp lựa chọn cột dựa trên cơ sở MUB được sử dụng để nhận được ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 2.

[0128] Khi có hai dòng dữ liệu truyền, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai cột, và hai cột bao gồm các cột của hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0129] Nói cách khác, để xác định thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa bất kỳ mà hạng truyền của nó là 2, hai ma trận tiền mã hóa trực giao có thể được lựa chọn từ các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa

của nó là từ 0 đến 15 trong Bảng 5, và các cột của hai ma trận tiền mã hóa trực giao được kết hợp để nhận được thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 2. Sự kết hợp cột ở đây là đặt các cột đơn của hai ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1 cùng hàng, để nhận được hai cột. Bởi vì mã hóa lai được thực hiện trên số thứ tự ma trận tiền mã hóa và số thứ tự hạng truyền, việc phân loại của hai cột đơn là không giới hạn.

[0130] Các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 15 trong Bảng 5 hoàn toàn giống như các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 15 trong Bảng 1. Có thể thấy rằng, từ các sự giải thích của các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 15 và nó được thể hiện trong Bảng 1, mà nó có bốn nhóm các cơ sở trực giao đối với các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 15, mỗi nhóm các cơ sở trực giao bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa là trực giao lẫn nhau. Nhằm mô tả đơn giản, các tập số thứ tự ma trận tiền mã hóa được sử dụng để thể hiện các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong bốn nhóm các cơ sở trực giao. Chi tiết là như sau:

 cơ sở trực giao 1: [0, 2, 8, 10]

 cơ sở trực giao 2: [1, 3, 9, 11]

 cơ sở trực giao 3: [4, 6, 12, 14]

 cơ sở trực giao 4: [5, 7, 13, 15]

[0131] Dựa vào cách hiểu trên Fig.2 trong sáng chế, sáng chế đề xuất ba phương pháp để lựa chọn hai ma trận tiền mã hóa trực giao từ bốn cơ sở trực giao và sau đó tạo ra ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 2.

[0132] Phương pháp 1: Sự kết hợp cột được thực hiện trên các ma trận tiền mã hóa với cùng không gian chùm sóng nhưng các pha phân cực chéo khác nhau trong bốn nhóm các cơ sở trực giao, để nhận được ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 2. Do đó, các cột sau đây được bao gồm trong các thành phần có hướng của tám ma trận tiền mã hóa có thể nhận được: [0, 2], [8, 10], [1, 3], [9, 11], [4, 6], [12, 14], [5, 7], và [13, 15].

[0133] Cần lưu ý rằng, khi ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi các sự thay đổi TPMI, tổng công suất trung bình của cổng truyền tương ứng giữ nguyên không thay đổi ngoại trừ cổng là vô hiệu (thành phần tương ứng là 0). Đặc tính như vậy cũng sẽ được sử dụng theo thiết kế số mã khi hạng mục là lớn hơn 1. Do đó, để đảm bảo rằng tổng công suất trung bình của cổng truyền tương ứng giữ nguyên không thay đổi khi ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi các sự thay đổi TPMI, bao gồm sự thay đổi hạng, hệ số chuẩn hóa của mỗi ma trận tiền mã

hóa mà hạng của nó là 2 cần là $\frac{1}{\sqrt{8}}$. Hệ số chuẩn hóa là thành phần vô hướng của ma trận tiền mã hóa.

[0134] Do đó, tám ma trận tiền mã hóa sau đây có thể nhận được dựa vào hệ

số chuẩn hóa $\frac{1}{\sqrt{8}}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa trong [0, 2], [8, 10], [1, 3], [9, 11], [4, 6], [12, 14], [5, 7], và [13, 15]:

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ j & -j \\ j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ j & -j \\ -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & j \\ 1 & -1 \\ j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -j & -j \\ 1 & -1 \\ -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & j \\ j & -j \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -j & -j \\ j & -j \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0135] Tám ma trận tiền mã hóa được đề cập đến là các ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất trong các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2. Cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau.

[0136] Phương pháp 2: Sự kết hợp cột được thực hiện trên các ma trận tiền mã hóa với không gian chùm sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau trong bốn nhóm các cơ sở trực giao, để nhận được ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 2. Do đó, các cột sau đây được bao gồm trong các thành phần có hướng của tám ma trận tiền mã hóa có thể nhận được: [0, 8], [2, 10], [1, 9], [3, 11], [4, 12], [6, 14], [5, 13], và [7, 15]. Do đó, tám ma trận tiền mã hóa sau đây

có thể nhận được dựa vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{\sqrt{8}}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận

tiền mã hóa trong [0, 8], [2, 10], [1, 9], [3, 11], [4, 12], [6, 14], [5, 13], và [7, 15]:

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ j & j \\ j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -j & -j \\ -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ -1 & -1 \\ -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ j & j \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ -j & -j \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

[0137] Tám ma trận tiền mã hóa được đề cập đến là các ma trận tiền mã hóa loại thứ hai trong các ma trận tiền mã hóa mà các hàng của nó là 2. Cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau.

[0138] Phương pháp 3: Sự kết hợp cột được thực hiện trên các ma trận tiền mã hóa với không gian chùng sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau trong bốn nhóm các cơ sở trực giao, để nhận được ma trận tiền mã hóa mà hàng của nó là 2. Do đó, các cột sau đây được bao gồm trong các thành phần có hướng của tám ma trận tiền mã hóa có thể nhận được: [0, 10], [2, 8], [1, 11], [3, 9], [4, 14], [6, 12], [5, 15], và [7, 13].

[0139] Do đó, tám ma trận tiền mã hóa sau đây có thể nhận được dựa vào hệ

số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{\sqrt{8}}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa trong [0, 10], [2, 8], [1, 11], [3, 9], [4, 14], [6, 12], [5, 15], và [7, 13]:

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ j & j \\ j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -j & -j \\ -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ 1 & -1 \\ j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ -1 & 1 \\ -j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ j & j \\ 1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ -j & -j \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

[0140] Tám ma trận tiền mã hóa được đề cập đến là các ma trận tiền mã hóa loại thứ ba trong các ma trận tiền mã hóa mà các hàng của nó là 2. Cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0141] Theo phương án tùy chọn, nếu tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm tám ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và tám ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm 24 ma trận tiền mã hóa. Do đó, khoảng cách định chuẩn 2 nhỏ nhất có thể được tối đa hóa. Ở đây khoảng cách định chuẩn 2 nhỏ nhất là một trong số

các khoảng cách không gian Grassmannian. Tài liệu [1] chứng minh rằng việc tối đa hóa khoảng cách định chuẩn 2 nhô ra nhỏ nhất giữa các ma trận tiền mã hóa có thể đạt được hiệu quả giải mã MSE tối ưu ([1] D. J. Love và R. W. Heath, "Limited feedback unitary precoding for spatial multiplexing systems (Tiền mã hóa đơn nhất phản hồi giới hạn đối với các hệ thống đa hợp theo không gian)," trong IEEE Transactions on Information Theory (các ấn phẩm của IEEE về lý thuyết thông tin), quyển 51, số 8, các trang từ 2967 đến 2976, tháng Tám 2005. doi: 10.1109/TIT.2005.850152).

[0142] Khi có ba dòng dữ liệu truyền, đối với truyền kết hợp toàn bộ khi hạng mục là 3, quy tắc tương tự với quy tắc đối với hạng 2 được sử dụng: Ba trong số bốn suy luận được thực hiện tách biệt trên bốn nhóm các cơ sở trực giao, để tạo ra 16 ma trận tiền mã hóa. Các cột được bao gồm trong các thành phần có hướng của 16 ma trận tiền mã hóa có thể được biểu diễn như sau:

[0, 2, 8], [8, 10, 2], [1, 3, 9], [9, 11, 3], [4, 6, 12], [12, 14, 6], [5, 7, 13], [13, 15, 7], [0, 8, 10], [2, 10, 0], [1, 9, 11], [3, 11, 1], [4, 12, 14], [6, 14, 4], [5, 13, 15], và [7, 15, 5].

[0143] Để đảm bảo rằng tổng công suất trung bình của công truyền tương ứng giữ nguyên không thay đổi khi ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi các sự thay đổi TPMI, bao gồm sự thay đổi hạng, hệ số chuẩn hóa của mỗi ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 3 cần là $\frac{1}{\sqrt{12}}$. Hệ số chuẩn hóa là thành phần vô hướng của ma trận tiền mã hóa.

[0144] 16 ma trận tiền mã hóa sau đây có thể nhận được dựa vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{\sqrt{12}}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ j & -j & j \\ j & -j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ j & -j & -j \\ -j & j & -j \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j \\ 1 & -1 & 1 \\ j & -j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -j & -j & j \\ 1 & -1 & -1 \\ -j & j & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j \\ j & -j & j \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -j & -j & j \\ j & -j & -j \\ -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ j & j & -j \\ j & -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -j & -j & j \\ -j & j & j \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -j & -j \\ 1 & 1 & -1 \\ j & -j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -j & j \\ -1 & -1 & 1 \\ -j & j & j \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -j & -j \\ j & j & -j \\ 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -j & j \\ -j & -j & j \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix},
\end{aligned}$$

[0145] Theo phương án tùy chọn, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư có thể bao gồm 16 ma trận tiền mã hóa.

[0146] Khi có bốn dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 4, bởi vì ma trận tiền mã hóa của bốn hàng và bốn cột là ma trận đầy đủ hạng, khoảng cách định chuẩn 2 nhô ra giữa hai cơ sở trực giao bất kỳ là 0. Do đó, khi hạng mục là 4, chỉ một ma trận tiền mã hóa được thiết kế, mà phù hợp với thiết kế của sơ mã LTE-A. Thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa bao gồm bốn cột, và bốn cột bao gồm các cột trong số tất cả các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, và có thể được biểu diễn là [24, 25, 26, 27].

[0147] Để đảm bảo rằng tổng công suất trung bình của công truyền tương ứng giữ nguyên không thay đổi khi ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi các sự thay đổi TPMI, bao gồm sự thay đổi hạng, hệ số chuẩn hóa của ma trận tiền mã hóa

mà hạng của nó là 4 cần là $\frac{1}{2}$.

[0148] Ma trận tiền mã hóa sau mà hạng của nó là 4 có thể nhận được dựa vào

hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{2}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0149] Ngoài ra, khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 1, giả sử rằng anten bị chặn trên bốn cổng anten, nói cách khác, AGI xảy ra, AGI có khả năng xảy ra trên một cặp anten phân cực kép (nói cách khác, một nhóm cổng). Dựa vào giả thiết, việc truyền hạng 2 có thể vẫn được thực hiện trên cặp anten phân cực kép khác. Dựa vào điều này, trong sáng chế, hai ma trận tiền mã hóa còn được bổ sung tới tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2, để chỉ dẫn nhằm vô hiệu hóa các cổng truyền được bao gồm trong cùng nhóm cổng.

[0150] Một cách tùy chọn, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất, và cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ hai. Hai ma trận tiền mã hóa được bổ sung tới các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, để vô hiệu hóa liên kết tần số radio của cổng truyền bị chặn.

[0151] Cụ thể là, xét đến giả thiết cặp anten phân cực kép tương ứng với Fig.2, hai ma trận tiền mã hóa được sử dụng cho sự lựa chọn cổng có thể được bổ sung tới các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, và các cột được bao gồm trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa có thể được biểu diễn là [24, 26] và [25, 27]. Hai ma trận tiền mã hóa sau có thể nhận được dựa

vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{2}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

[0152] Giống như trường hợp đối với hạng 4, bởi vì việc truyền hạng 2 được thực hiện trên nhóm công được phép, ma trận con mà nó bao gồm các hàng bao gồm các phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai là ma trận đầy đủ hạng. Bởi vì khoảng cách định chuẩn 2 nhô ra giữa bất kỳ hai trong số tất cả các cơ sở trực giao đối với ma trận đầy đủ hạng là 0, chỉ một từ mã cần được thiết kế đối với mỗi nhóm công được phép.

[0153] Có thể thấy rằng, dựa vào thiết kế, đối với việc truyền kết hợp toàn bộ, nếu các trường bit thứ nhất được phép để chỉ báo các TRI và các TPMI trong số tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là từ 1 đến 4,

có tổng số 28 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1: các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 27 và nó được thể hiện trong Bảng 5;

có tổng số 26 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, và 26 ma trận tiền mã hóa bao gồm 24 ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba và hai ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám;

có tổng số 16 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là ba: 16 ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư; và

có một ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 4.

[0154] Do đó, có tổng số $28+26+16+1=71$ ma trận tiền mã hóa. Nếu mã hóa lai được thực hiện trên TPMI và chỉ báo hạng truyền (Transmit Rank Indication, viết tắt là TRI), nói cách khác, khi thông tin chỉ báo ở bước 101 bao gồm trường bit thứ nhất và trường bit thứ nhất chỉ báo ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, 7 bit được yêu cầu trong trường bit thứ nhất cho sự chỉ báo.

[0155] Thông tin chỉ báo ở bước 101 được chỉ báo tới thiết bị đầu cuối nhờ sử dụng DCI. Xét thấy rằng sẽ có đến một vài bit DCI chỉ báo có thể đảm bảo việc giải mã tin cậy cao trên kênh điều khiển đường xuống, việc loại bỏ tám ma trận tiền mã hóa từ 71 ma trận tiền mã hóa cần được xét đến để nhận được số mã đường lên bao gồm 63 ma trận tiền mã hóa. Trong trường hợp này, chỉ 6 bit được yêu cầu để chỉ báo TPMI và TRI.

[0156] Một cách thực hiện, được đề xuất trong sáng chế, việc loại bỏ tám ma trận tiền mã hóa từ 71 ma trận tiền mã hóa bao gồm các tùy chọn thực hiện sau:

[0157] Tùy chọn thực hiện 1: Tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba hạng 2 vẫn bao gồm hai loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba.

[0158] Ví dụ, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba hạng 2 được loại bỏ, nói cách khác, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ hai và tám ma trận tiền mã hóa loại thứ ba còn lại trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba.

[0159] Ví dụ, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ hai trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba hạng 2 được loại bỏ, nói cách khác, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất và tám ma trận tiền mã hóa loại thứ ba còn lại trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba.

[0160] Ví dụ, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ ba trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba hạng 2 được loại bỏ, nói cách khác, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất và tám ma trận tiền mã hóa loại thứ hai còn lại trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba.

[0161] Xét thấy rằng đó là độ cần thiết thấp để lựa chọn các pha phân cực chéo đối nhau khi không gian chùm sóng là đối ngược, tám ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất và tám ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có thể còn lại trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba.

[0162] Tùy chọn thực hiện 2: Tám ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, bốn ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và bốn ma trận tiền mã hóa loại thứ ba còn lại trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba hạng 2.

[0163] Các ma trận tiền mã hóa loại thứ hai và các ma trận tiền mã hóa loại thứ ba mà các hạng của nó là 2 bao gồm các ma trận tiền mã hóa với không gian chòm sóng đôi nhau. Nếu bốn ma trận tiền mã hóa loại thứ hai và bốn ma trận tiền mã hóa loại thứ ba được loại bỏ, việc lấy mẫu đồng đều có thể được đảm bảo đối với pha phân cực chéo giống nhau và các pha phân cực chéo khác nhau. Cần lưu ý rằng, cần được đảm bảo rằng tất cả các ma trận tiền mã hóa còn lại được bao gồm trong bốn nhóm các cơ sở trực giao, và hai ma trận tiền mã hóa trực giao trong cùng nhóm các cơ sở trực giao cần được xóa cùng nhau trong khi xóa ma trận tiền mã hóa.

[0164] Ví dụ, trong số các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, bốn ma trận tiền mã hóa [1, 9], [3, 11], [4, 12], và [6, 14] được loại bỏ từ tám ma trận tiền mã hóa loại thứ hai [0, 8], [2, 10], [1, 9], [3, 11], [4, 12], [6, 14], [5, 13], và [7, 15], và bốn ma trận tiền mã hóa [0, 10], [2, 8], [5, 15], và [7, 13] được loại bỏ từ tám ma trận tiền mã hóa loại thứ ba [0, 10], [2, 8], [1, 11], [3, 9], [4, 14], [6, 12], [5, 15], và [7, 13].

[0165] Tùy chọn thực hiện 3: Bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba hạng 2, trong đó các cột của bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm các cột của các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1 trong cơ sở trực giao 1 và cơ sở trực giao 4; và bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư hạng 3, trong đó các cột của bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm các cột của các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1 trong cơ sở trực giao 1 và cơ sở trực giao 4.

[0166] Tùy chọn thực hiện này là để tối ưu hóa số lượng của các ma trận tiền mã hóa khi không gian chòm sóng lần lượt tương ứng với hai chiều phân cực có sự tương quan cao. Khi hai nhóm cổng truyền có sự tương quan cao (ví dụ, khi không gian giữa các cặp anten phân cực kép tương ứng với hai nhóm cổng truyền là bước sóng $0,5\lambda$), và khi hạng mục là lớn hơn 1, cơ sở trực giao 1 và cơ sở trực giao 4 có khả năng xảy ra thấp so với cơ sở trực giao 2 và cơ sở trực giao 3. Do đó, bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ các ma trận tiền mã hóa

mà các hạng của nó là 1 trong cơ sở trực giao 1 và cơ sở trực giao 4 trong mỗi trường hợp của hạng 2 và hạng 3. Ví dụ, khi hạng mục là 2, bốn ma trận tiền mã hóa sau được loại bỏ từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba: [5, 13], [7, 15], [0, 8], và [2, 10]. Khi hạng mục là 3, bốn ma trận tiền mã hóa sau được loại bỏ từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư: [0, 8, 10], [2, 10, 0], [5, 13, 15], và [7, 15, 5].

Bảng 6

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Hai dòng dữ liệu truyền			
0–3	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ j & -j \\ j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ j & -j \\ -j & j \end{bmatrix}$
4–7	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & j \\ 1 & -1 \\ j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -j & -j \\ 1 & -1 \\ -j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & j \\ j & -j \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -j & -j \\ j & -j \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$
8–11	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ j & j \\ j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -j & -j \\ -j & j \end{bmatrix}$
12–15	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ -1 & -1 \\ -j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ j & -j \\ j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -j & j \\ -j & -j \end{bmatrix}$
16–19	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ 1 & -1 \\ j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ -1 & 1 \\ -j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ j & -j \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ j & -j \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$
20–21	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	-	-

Bảng 7

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Ba dòng dữ liệu truyền			
0–3	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j \\ j & -j & j \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j \\ j & -j & j \\ 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
4–7	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & j & -j \\ 1 & -1 & 1 \\ j & -j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -j & -j & j \\ 1 & -1 & -1 \\ -j & j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \\ j & -j & j \\ j & -j & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & 1 \\ j & -j & -j \\ -j & j & -j \end{bmatrix}$
8–11	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -j & -j \\ 1 & 1 & -1 \\ j & -j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ j & -j & j \\ -1 & -1 & 1 \\ -j & j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 \\ j & j & -j \\ j & -j & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 \\ -j & -j & j \\ -j & j & j \end{bmatrix}$

Bảng 8

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Bốn dòng dữ liệu truyền
0	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

[0167] Tùy chọn thực hiện 4: Tám ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư hạng 3. Các cột của tám ma trận tiền mã hóa bao gồm các cột của các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1 trong cơ sở trực giao 1, cơ sở trực giao 2, cơ sở trực giao 3, và cơ sở trực giao 4. Ví dụ, khi hạng mục là 3, tám ma trận tiền mã hóa sau đây được loại bỏ từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư: [0, 8, 10], [2, 10, 0], [1, 9, 11], [3, 11, 1], [4, 12, 14], [6, 14, 4], [5, 13, 15], và [7, 15, 5].

[0168] Đối với giải pháp của tùy chọn thực hiện 3 để tối ưu hóa số lượng của các ma trận tiền mã hóa, sáng chế đề xuất tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất được tối ưu hóa.

[0169] Đối với 28 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, tham chiếu tới Bảng 5.

[0170] Đối với 22 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, tham chiếu tới Bảng 6. 22 ma trận tiền mã hóa bao gồm 20 ma trận tiền mã hóa (mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 19 trong Bảng 6) trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba và hai ma trận tiền mã hóa (mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là 20 và 21 trong Bảng 6) trong ma trận tiền mã hóa thứ tám.

[0171] Đối với 12 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là ba, tham chiếu tới Bảng 7. 12 ma trận tiền mã hóa bao gồm 12 ma trận tiền mã hóa (mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 11 trong Bảng 7) trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư.

[0172] Đối với một ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 4, tham chiếu tới Bảng 8.

[0173] Dựa vào thiết kế, có tổng số $28+22+12+1=63$ ma trận tiền mã hóa trong sổ mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 1, và chỉ 6 bit được yêu cầu cho sự chỉ báo nếu mã hóa lai được thực hiện trên TPMI và TRI.

[0174] Một cách tùy chọn, khi bốn cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trong bối cảnh thực hiện thứ hai theo phương án nêu trên, thiết bị đầu cuối hỗ trợ trường hợp truyền kết hợp một phần của bốn cổng truyền, cụ thể là, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai. Do đó, tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là sổ mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2.

[0175] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là sổ mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 1, do đó, ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 1 và ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là lớn hơn 1 mà được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 có các đặc tính sau:

[0176] Tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng

với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0177] Cụ thể là, sáng chế đề xuất giải pháp sau đối với số mã đường lên được thiết kế trong bối cảnh 2:

[0178] Khác với các ma trận tiền mã hóa LTE-A mà các hạng của nó là 2 và 3 là ở chỗ đối với việc truyền kết hợp một phần, UE có thể nhận biết hai cổng truyền giữa việc truyền kết hợp nào có thể được thực hiện, và do đó, khác với

LTE, không cần liệt kê đầy đủ tất cả các sự kết hợp công có thể. Khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa cổng 1 và cổng 3 trong nhóm cổng thứ nhất, và/hoặc khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa cổng 2 và cổng 4 trong nhóm cổng thứ hai, sáng chế đề xuất giải pháp đối với số mã đường lên được thiết kế trong Bối cảnh 2.

[0179] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2, khi hạng mục là 1, tổng số 12 ma trận tiền mã hóa: các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 16 đến 27 trong Bảng 5 được sử dụng như tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1.

[0180] Tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai dựa vào số lượng của các phần tử khác không được bao gồm trong các cột của các ma trận tiền mã hóa. Tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 16 đến 23 trong Bảng 5, và một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa bao gồm hai phần tử khác không. Tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 24 đến 27 trong Bảng 5, và một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không. Dựa vào Bảng 5, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 24 đến 27 được bố trí trong các hàng khác nhau.

[0181] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2, khi hạng mục là 2, dựa vào giả sử về hai cặp anten phân cực kép trên Fig.2, các pha QPSK của mỗi cặp anten phân cực kép có thể được liệt kê đầy đủ. Cụ thể là, các cột sau đây được bao gồm trong các thành phần có hướng của 16 ma trận tiền mã hóa có thể nhận được từ các cột của hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm: [16, 20], [16, 21], [16, 22], [16, 23], [17, 20], [17, 21], [17, 22], [17, 23], [18, 20], [18, 21], [18, 22], [18, 23], [19, 20], [19, 21], [19, 22], và [19, 23].

[0182] Để đảm bảo rằng tổng công suất trung bình của cổng truyền tương ứng giữ nguyên không thay đổi khi ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi các sự thay đổi TPMT, bao gồm sự thay đổi hạng, hệ số chuẩn hóa của ma trận tiền mã hóa

mà hạng của nó là 2 cần là $\frac{1}{2}$.

[0183] Các ma trận tiền mã hóa sau mà các hạng của nó là 2 có thể nhận được

dựa vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{2}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

[0184] Tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu hạng 2 bao gồm 16 ma trận tiền mã hóa.

[0185] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2, khi hạng mục là 3, bởi vì hai lớp truyền được truyền trên một trong số các nhóm công, ma trận con mà nó bao gồm các cột tương ứng với hai lớp truyền tương ứng với nhóm công và các hàng bao gồm các phần tử khác không trong hai cột là ma trận đầy đủ hạng. Bởi vì khoảng cách định chuẩn 2 nhô ra giữa bất kỳ hai trong số tất cả các cơ sở trực giao đối với ma trận đầy đủ hạng là 0, chỉ một ma trận tiền mã hóa cần được định rõ đối với nhóm công cho việc truyền hai lớp truyền. Do đó, trong ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 3, một cột là cột của ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai cột còn lại bao gồm các cột của hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai. Do đó, các cột sau đây được bao gồm trong các thành phần có hướng của tám ma trận tiền mã hóa có thể nhận được: [16, 25, 27], [17, 25, 27], [18, 25, 27], [19, 25, 27], [20, 24, 26], [21, 24, 26], [22, 24, 26], và [23, 24, 26].

[0186] Để đảm bảo rằng tổng công suất trung bình của cổng truyền tương ứng giữ nguyên không thay đổi khi ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi các sự thay đổi TPMI, bao gồm sự thay đổi hạng, hệ số chuẩn hóa của ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 3 cần là $\frac{1}{2}$.

[0187] Tám ma trận tiền mã hóa sau đây mà các hạng của nó là ba có thể nhận được dựa vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{2}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ & \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ j & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -j & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

[0188] Tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy hạng 3 bao gồm tám ma trận tiền mã hóa.

[0189] Ngoài ra, khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2, giả sử rằng anten bị chặn trên bốn cổng anten, nói cách khác, AGI xảy ra, AGI có khả năng xảy ra trên một cặp anten phân cực kép (nói cách khác, một nhóm cổng). Dựa vào giả thiết này, việc truyền hạng 2 có thể vẫn được thực hiện trên cặp anten phân cực kép khác. Dựa vào điều này, trong sáng chế, hai ma trận tiền mã hóa còn được bổ sung tới tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2, để chỉ dẫn nhằm vô hiệu hóa các cổng truyền được bao gồm trong cùng nhóm cổng.

[0190] Cụ thể là, xét đến giả thiết cặp anten phân cực kép tương ứng với Fig.2, hai ma trận tiền mã hóa được sử dụng cho sự lựa chọn cổng có thể được bổ sung tới các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, và các cột được bao gồm trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa có thể được biểu diễn là [24, 26] và [25, 27]. Hai ma trận tiền mã hóa sau có thể nhận được dựa

vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{2}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix},$$

[0191] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2, rõ ràng là, ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 4 cũng sẽ hoàn toàn giống như ma trận tiền mã hóa trong bối cảnh. Do đó, có một ma trận tiền mã hóa, và một cột được bao gồm trong thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa được biểu diễn là [24, 25, 26, 27]. Ma trận tiền mã hóa sau

mà hạng của nó là 4 nhận được dựa vào hệ số chuẩn hóa được xác định $\frac{1}{2}$ và các cột của các ma trận tiền mã hóa trong Bảng 5 mà tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa này:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0192] Có thể thấy rằng, dựa vào thiết kế, đối với trường hợp trong Bối cảnh 2 mà trong đó việc truyền kết hợp có thể được thực hiện chỉ trong nhóm công, nếu các trường bit thứ nhất được phép chỉ báo các TRI và các TPMI trong số tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là từ 1 đến 4,

có tổng số 12 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1: các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 16 đến 27 và nó được thể hiện trong Bảng 5;

có tổng số 18 các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, và 18 các ma trận tiền mã hóa bao gồm 16 ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu và hai ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám;

có tổng số tám ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là ba: tám ma

trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy; và

có một ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 4.

[0193] Do đó, có tổng số $12+18+8+1=39$ ma trận tiền mã hóa. Nếu mã hóa lai được thực hiện trên TPMI và TRI, nói cách khác, khi thông tin chỉ báo ở bước 101 bao gồm trường bit thứ nhất và trường bit thứ nhất chỉ báo ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, 6 bit được yêu cầu trong trường bit thứ nhất cho sự chỉ báo.

[0194] Thông tin chỉ báo ở bước 101 được chỉ báo tới thiết bị đầu cuối nhờ sử dụng DCI. Xét thấy rằng sẽ có đến một vài bit chỉ báo DCI có thể đảm bảo việc giải mã tin cậy cao trên kênh điều khiển đường xuống, việc loại bỏ tám ma trận tiền mã hóa từ 39 ma trận tiền mã hóa cần được xét đến để nhận được số mã đường lên bao gồm 31 ma trận tiền mã hóa. Trong trường hợp này, chỉ 5 bit được yêu cầu để chỉ báo TPMI và TRI.

[0195] Một cách thực hiện, được đề xuất trong sáng chế, việc loại bỏ tám ma trận tiền mã hóa từ 39 ma trận tiền mã hóa bao gồm các tùy chọn thực hiện sau:

[0196] Tùy chọn thực hiện 1: Tám ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ 16 ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu hạng 2.

[0197] Xét thấy rằng việc đưa ra trong số tất cả các sự kết hợp pha tạo nên sự tổn hao cao khi hạng mục là 2, tám ma trận tiền mã hóa có thể được loại bỏ từ 16 ma trận tiền mã hóa.

[0198] Một cách tùy chọn, để giữ phù hợp với số mã LTE-A đường lên, các pha của hai cặp phân cực kép hình thành từ các sự kết hợp pha trực giao khác nhau đối với mỗi ma trận tiền mã hóa còn lại từ 16 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2.

[0199] Do đó, các cột được bao gồm trong các thành phần có hướng của tám ma trận tiền mã hóa còn lại có thể được biểu diễn là [16, 22], [16, 23], [17, 22], [17, 23], [18, 20], [18, 21], [19, 20], và [19, 21]. Tám ma trận tiền mã hóa còn lại là như sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix},$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix},$$

[0200] được sử dụng như một ví dụ. Độ lệch pha truyền giữa cổng 1 và cổng 3 là khác với độ lệch pha truyền giữa cổng 2 và cổng 4, và do đó, pha của cặp phân cực kép tương ứng với cổng 1 và cổng 3 và pha của cặp phân cực kép tương ứng với cổng 2 và cổng 4 hình thành từ các sự kết hợp pha trực giao khác nhau.

[0201] Do đó, các pha của hai cặp phân cực kép tương ứng với mỗi trong số tám ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ 16 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2 hình thành từ sự kết hợp pha trực giao như nhau.

[0202] Ví dụ, các cột được bao gồm trong các thành phần có hướng của tám ma trận tiền mã hóa được loại bỏ có thể được biểu diễn là [16, 20], [16, 21], [17, 20], [17, 21], [18, 22], [18, 23], [19, 22], và [19, 23], và tám ma trận tiền mã hóa được loại bỏ là như sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

[0203] Tùy chọn thực hiện 2: Bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ 16 ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu hạng 2, và bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ tám ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy hạng 3.

[0204] Ví dụ, bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ ma trận tiền mã hóa thứ sáu hạng 2 là bốn ma trận tiền mã hóa mà đáp ứng các điều kiện sau: Các pha của hai cặp phân cực kép hình thành từ sự kết hợp pha trực giao như nhau, và độ lệch pha truyền không phải độ lệch pha BPSK. Bốn ma trận tiền mã hóa có thể được biểu diễn là [18, 22], [18, 23], [19, 22], và [19, 23]. Bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ là như sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix} \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix} \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix} \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$$

[0205] Bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ từ ma trận tiền mã hóa thứ bảy hạng 3 là bốn ma trận tiền mã hóa mà đáp ứng các điều kiện sau: Đối với các lớp truyền của hai cổng trong một cổng truyền, nói cách khác, đối với các cột trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, độ lệch pha truyền không phải độ lệch pha BPSK. Bốn ma trận tiền mã hóa có thể được biểu diễn là [18, 25, 27], [19, 25, 27], [22, 24, 26], và [23, 24, 26]. Bốn ma trận tiền mã hóa được loại bỏ là như sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ j & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -j & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0206] Đối với giải pháp của tùy chọn thực hiện 1 nhằm tối ưu hóa số lượng của các ma trận tiền mã hóa, sáng chế đề xuất tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất được tối ưu hóa trong Bối cảnh 2, bao gồm như sau:

[0207] Khi có một dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 1, đối với 12 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, tham chiếu tới các ma trận tiền mã hóa mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 16 đến 27 trong Bảng 5.

[0208] Khi có hai dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 2, đối với 10 ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, tham chiếu tới Bảng 9. 10 ma trận tiền mã hóa bao gồm tám ma trận tiền mã hóa (mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 7 trong Bảng 9) trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu và hai ma trận tiền mã hóa (mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là 8 và 9 trong Bảng 9) trong ma trận tiền mã hóa thứ tám.

[0209] Khi có ba dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 3, đối với tám ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là ba, tham chiếu tới Bảng 10. Tám ma trận tiền mã hóa bao gồm các ma trận tiền mã hóa thứ tám (mà các số thứ tự ma trận tiền mã hóa của nó là từ 0 đến 7 trong Bảng 10) trong tập con ma trận tiền mã

hóa thứ bảy.

[0210] Khi có bốn dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 4, đối với một ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 4, tham chiếu tới Bảng 8.

[0211] Dựa vào thiết kế, có tổng số $12+10+8+1=31$ ma trận tiền mã hóa trong số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 2, và chỉ 5 bit được yêu cầu cho sự chỉ báo nếu mã hóa lai được thực hiện trên TPMI và TRI.

Bảng 9

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Hai dòng dữ liệu truyền			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -j \end{bmatrix}$
4-7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -j & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
8-9	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	-	-

Bảng 10

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Ba dòng dữ liệu truyền			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
4-7	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ j & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -j & 0 & 0 \end{bmatrix}$

[0212] Một cách tùy chọn, khi bốn cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trong bối cảnh thực hiện thứ ba theo phương án nêu trên, thiết bị đầu cuối hỗ trợ trạng thái không truyền kết hợp của bốn cổng truyền, cụ thể là, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, hoặc giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai. Do đó, tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 3.

[0213] Khi tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 là số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 3, do đó, ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 1 và ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là lớn hơn 1 mà được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất ở bước 101 có các đặc tính sau:

[0214] Tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ

tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0215] Sáng chế đề xuất giải pháp sau đối với số mã đường lên được thiết kế trong Bối cảnh 3:

[0216] Khi có một dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 1, tổng số bốn ma trận tiền mã hóa: các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa từ 24 đến 27 trong Bảng 5 được sử dụng như các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1. Một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0.

[0217] Khi có hai dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 2, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 2 bao gồm hai cột, và hai cột bao gồm tất cả các sự kết hợp của các cột của hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ bốn ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1. Sáu ma trận tiền mã hóa nhận được có thể được biểu diễn là [24, 26], [25, 27], [24, 25], [26, 27], [24, 27], và [25, 26]. Đối với sáu ma trận tiền mã hóa nhận được, tham chiếu tới các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã hóa từ 0 đến 5 trong Bảng 11.

[0218] Khi có ba dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 3, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 3 bao gồm ba cột, và ba cột bao gồm tất cả các sự kết hợp của các cột của ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ bốn ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1. Bốn ma trận tiền mã hóa nhận được có thể được biểu diễn là [24, 25, 26], [24, 25, 27], [24, 26, 27], và [25, 26, 27]. Đối với bốn ma trận tiền mã hóa nhận được, tham chiếu tới các ma trận tiền mã hóa tương ứng với các số thứ tự ma trận tiền mã

hóa từ 0 đến 3 trong Bảng 12.

[0219] Khi có bốn dòng dữ liệu truyền, nghĩa là, hạng mục là 4, đối với một ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là 4, tham chiếu tới Bảng 8.

[0220] Dựa vào thiết kế, có tổng số $4+6+4+1=15$ ma trận tiền mã hóa trong số mã đường lên tương ứng với Bối cảnh 3, và chỉ 4 bit được yêu cầu cho sự chỉ báo nếu mã hóa lai được thực hiện trên TPMI và TRI.

[0221] Ngoài ra, theo phương án tùy chọn, thành phần vô hướng của mỗi trong số các ma trận tiền mã hóa trong tất cả các bảng trong tất cả các phương án nêu trên có thể là 1. Trong trường hợp này, trạm gốc thu báo cáo thông khoảng công suất (power headroom, viết tắt là PHR) để nhận biết thông khoảng điều khiển công suất của thiết bị đầu cuối.

[0222] Trong sáng chế, đối với ba bối cảnh khác nhau liên quan đến truyền kết hợp, số mã đường lên được đơn giản hóa mà có thể đảm bảo các tổn hao chỉ báo báo hiệu đường xuống thấp và hiệu quả tốt hơn được thiết kế. Ma trận tiền mã hóa mà hạng của nó là lớn hơn 1 trong số mã đường lên có thể nhận được bằng cách ghép các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 1, sao cho độ phức tạp thực hiện của thiết bị đầu cuối có thể được giảm. So với kỹ thuật đã biết, không có các tổn hao báo hiệu RRC bổ sung được yêu cầu để chỉ báo CBSR.

[0223] So với số mã đường lên theo kỹ thuật đã biết mà sử dụng dạng sóng DFT-S-OFDM và nó được áp dụng tới LTE-A, theo các thiết kế số mã trong các trường hợp hạng 2 và hạng 3 trong sáng chế, ba bối cảnh khác nhau được xét đến, và ma trận tiền mã hóa được tạo ra nhờ thực hiện việc trích cột trên các MUB, để tối ưu hóa khoảng trống ma trận tiền mã hóa nhỏ nhất và nâng cao hiệu suất.

[0224] So với số mã đường lên theo kỹ thuật đã biết mà sử dụng dạng sóng DFT-S-OFDM và nó được áp dụng tới NR, thiết kế ma trận tiền mã hóa trong sáng chế được đơn giản hóa và rút gọn, sao cho các sự tổn hao chỉ báo DCI có thể được tối thiểu hóa, và không có các sự tổn hao báo hiệu RRC được yêu cầu để chỉ báo CBSR.

[0225] Bối cảnh truyền đường lên phổ dụng được xem xét trong sáng chế, sao cho khoảng trống ma trận tiền mã hóa nhỏ nhất có thể được tối đa hóa, và các tổn hao chỉ báo báo hiệu DCI có thể được giảm. Ngoài ra, đối với tất cả các bối cảnh, khi anten bị chặn, hai ma trận tiền mã hóa được bổ sung tới các ma trận tiền mã hóa mà các hạng của nó là 2, để vô hiệu hóa liên kết tần số radio của công truyền bị chặn.

Bảng 11

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Hai dòng dữ liệu truyền			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$
4-5	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	-	-

Bảng 12

Số thứ tự ma trận tiền mã hóa	Ba dòng dữ liệu truyền			
0-3	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

[0226] Dựa vào cùng khái niệm sáng chế, như được thể hiện trên Fig.3, phương án của sáng chế đề xuất thiết bị 20, bao gồm ít nhất một bộ xử lý 21, bus truyền thông 22, bộ nhớ 23, và ít nhất một giao diện truyền thông 24.

[0227] Ví dụ, thiết bị đầu cuối 200 trên Fig.2 có thể là thiết bị 20 được thể hiện trên Fig.3. Thiết bị 20 có thể thực hiện các bước liên quan đến thiết bị đầu cuối trong phương pháp truyền thông theo các phương án của sáng chế nhờ sử dụng bộ xử lý 21.

[0228] Ví dụ, trạm gốc 100 trên Fig.2 có thể là thiết bị 20 được thể hiện trên Fig.3. Thiết bị 20 có thể thực hiện các bước liên quan đến trạm gốc trong phương pháp truyền thông theo các phương án của sáng chế nhờ sử dụng bộ xử lý 21.

[0229] Bộ xử lý 21 có thể là bộ xử lý trung tâm đa năng (CPU), bộ vi xử lý, mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit, ASIC), hoặc một hoặc nhiều mạch tích hợp để điều khiển việc thực hiện chương trình theo giải pháp trong sáng chế.

[0230] Bus truyền thông 22 có thể bao gồm đường truyền để truyền thông tin giữa các thành phần nêu trên. Giao diện truyền thông 24 được tạo cấu hình để sử dụng thiết bị thu phát bất kỳ để truyền thông với thiết bị khác hoặc mạng truyền thông, chẳng hạn như Ethernet, mạng truy cập radio (RAN), hoặc WALN.

[0231] Bộ nhớ 23 có thể là bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, viết tắt là ROM) hoặc loại thiết bị lưu trữ tĩnh khác mà có thể lưu trữ thông tin tĩnh và lệnh, hoặc bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory, viết tắt là RAM) hoặc loại thiết bị lưu trữ động khác mà có thể lưu trữ thông tin và lệnh; hoặc có thể là bộ nhớ chỉ đọc khả lập trình xóa được bằng điện (electrically erasable programmable read-only memory, viết tắt là EEPROM), bộ nhớ chỉ đọc dạng đĩa compac (compact disc read-only memory, viết tắt là CD-ROM), hoặc bộ lưu trữ dạng đĩa compac khác, bộ lưu trữ dạng đĩa quang (bao gồm đĩa compac, đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số, đĩa Blu-ray, hoặc tương tự), hoặc phương tiện lưu trữ dạng đĩa hoặc thiết bị lưu trữ dạng từ khác, hoặc phương tiện bất kỳ khác mà có thể được sử dụng để mang hoặc lưu trữ mã chương trình dự tính ở dạng cấu trúc dữ liệu hoặc lệnh và mà có thể được truy cập bởi thiết bị. Tuy nhiên, điều này là không giới hạn ở đây. Bộ nhớ có thể tồn tại độc lập và được kết nối tới bộ xử lý nhờ sử dụng bus. Theo cách khác, bộ nhớ có thể được tích hợp với bộ xử lý.

[0232] Bộ nhớ 23 được tạo cấu hình để lưu trữ mã chương trình ứng dụng để thực hiện giải pháp của sáng chế, và việc thực hiện của mã chương trình ứng dụng được điều khiển bởi bộ xử lý 21. Bộ xử lý 21 được tạo cấu hình để thực

hiện mã chương trình ứng dụng được lưu trữ trong bộ nhớ 23.

[0233] Trong khi thực hiện cụ thể, theo một phương án, bộ xử lý 21 có thể bao gồm một hoặc nhiều CPU chẳng hạn như CPU 0 và CPU 1 trên Fig.3.

[0234] Trong khi thực hiện cụ thể, theo một phương án, thiết bị 20 có thể bao gồm các bộ xử lý chẳng hạn như bộ xử lý 21 và bộ xử lý 28 trên Fig.28. Mỗi trong số các bộ xử lý có thể là bộ xử lý đơn lõi (single-CPU), hoặc có thể là bộ xử lý đa lõi (multi-CPU). Bộ xử lý ở đây có thể là một hoặc nhiều thiết bị, các mạch, và/hoặc các lõi xử lý được tạo cấu hình để xử lý dữ liệu (ví dụ, lệnh chương trình máy tính).

[0235] Theo phương án này của sáng chế, các môđun chức năng của thiết bị được thể hiện trên Fig.3 có thể nhận được nhờ sự phân chia dựa vào các ví dụ về phương pháp nêu trên. Ví dụ, mỗi môđun chức năng có thể nhận được nhờ sự phân chia dựa vào mỗi chức năng, hoặc hai hoặc nhiều chức năng có thể được tích hợp trong một môđun xử lý. Môđun được tích hợp có thể được thực hiện ở dạng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện ở dạng môđun chức năng phần mềm. Cần lưu ý rằng sự phân chia môđun theo phương án này của sáng chế là một ví dụ, và chỉ đơn thuần là sự phân chia chức năng logic và có thể là cách thức phân chia khác trong khi thực hiện thực tế.

[0236] Theo phương án này, thiết bị được thể hiện trên Fig.3 được biểu diễn bằng cách thu nhận, nhờ sự phân chia, mỗi môđun chức năng tương ứng với mỗi chức năng, hoặc thiết bị được biểu diễn bằng cách thu nhận mỗi môđun chức năng nhờ sự phân chia theo cách tích hợp. "Môđun" ở đây có thể là mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit, viết tắt là ASIC), mạch, bộ xử lý mà nó thực hiện một hoặc nhiều chương trình phần mềm hoặc các chương trình phần sụn, bộ nhớ, mạch logic tích hợp, và/hoặc thành phần khác mà có thể tạo nên chức năng nêu trên.

[0237] Ví dụ, nếu mỗi môđun chức năng nhận được nhờ sự phân chia dựa vào mỗi chức năng, Fig.4 là sơ đồ cấu trúc giản lược khả thi của thiết bị theo phương án nêu trên. Thiết bị 900 có thể là thiết bị đầu cuối hoặc trạm gốc theo phương án nêu trên. Thiết bị 900 bao gồm bộ phận xử lý 901 và bộ phận thu phát 902.

Bộ phận thu phát 902 được sử dụng bởi bộ phận xử lý 901 để thu và gửi tín hiệu. Phương pháp được thực hiện bởi bộ phận xử lý 901 trên Fig.4 có thể được thực hiện nhờ sử dụng bộ xử lý 21 (và/hoặc bộ xử lý 28) và bộ nhớ 23 trên Fig.3. Cụ thể là, phương pháp được thực hiện bởi bộ phận xử lý 901 có thể được thực hiện nhờ sử dụng bộ xử lý 21 (và/hoặc bộ xử lý 28) trên Fig.3 nhờ truy vấn mã chương trình ứng dụng được lưu trữ trong bộ nhớ 23. Điều này không giới hạn ở phương án này của sáng chế.

[0238] Trong khi thực hiện cụ thể, khi thiết bị 900 có thể là thiết bị đầu cuối theo phương án nêu trên, bộ phận thu phát 902 được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo từ trạm gốc, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và bộ phận xử lý 901 được tạo cấu hình để xác định, dựa vào thông tin chỉ báo, ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0239] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai

bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0240] Theo một cách thực hiện có thể, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0241] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

[0242] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết

hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0243] Theo một cách thực hiện có thể, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất, và cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ hai.

[0244] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0245] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 7 bit hoặc 6 bit.

[0246] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trường bit thứ nhất chiếm 6 bit hoặc 5 bit.

[0247] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 4 bit.

[0248] Theo một cách thực hiện có thể, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số 1, -1 , j , và $-j$.

[0249] Theo một cách thực hiện có thể, định chuẩn 2 của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0250] Theo một cách thực hiện có thể, hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với một cặp anten phân cực kép, hoặc hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0251] Trong khi thực hiện cụ thể, khi thiết bị 900 có thể là trạm gốc theo phương án nêu trên, bộ phận xử lý 901 được tạo cấu hình để xác định thông tin chỉ báo, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và

bộ phận thu phát 902 được tạo cấu hình để gửi thông tin chỉ báo tới thiết bị đầu cuối, trong đó thông tin chỉ báo được sử dụng bởi thiết bị đầu cuối để xác định ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

[0252] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã

hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0253] Theo một cách thực hiện có thể, tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

[0254] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành

nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

[0255] Theo một cách thực hiện có thể, các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một

trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0256] Theo một cách thực hiện có thể, tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất, và cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ hai.

[0257] Theo một cách thực hiện có thể, việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao

gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

[0258] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 7 bit hoặc 6 bit.

[0259] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, trường bit thứ nhất chiếm 6 bit hoặc 5 bit.

[0260] Theo một cách thực hiện có thể, khi việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các cổng truyền, trường bit thứ nhất chiếm 4 bit.

[0261] Theo một cách thực hiện có thể, các phần tử khác không được bao gồm trong mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm một vài hoặc tất cả trong số 1, -1 , j , và $-j$.

[0262] Theo một cách thực hiện có thể, định chuẩn 2 của một hàng bao gồm phần tử khác không luôn là $1/2$ trong tất cả các ma trận tiền mã hóa trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất.

[0263] Theo một cách thực hiện có thể, hai cổng truyền được bao gồm trong

nhóm cổng thứ nhất tương ứng với một cặp anten phân cực kép, hoặc hai cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất tương ứng với hai chùm sóng có cùng hướng chùm sóng nhưng các hướng phân cực thẳng đứng.

[0264] Cách thực hiện cụ thể theo phương án về thiết bị nêu trên tương ứng với cách thực hiện cụ thể của phương án về phương pháp. Đối với cách thực hiện cụ thể và các hiệu quả có lợi theo phương án về thiết bị, tham chiếu tới các phần mô tả liên quan trong phương án về phương pháp.

[0265] Dựa vào cùng khái niệm sáng chế, phương án của sáng chế còn đề xuất hệ thống mạch. Fig.5 là sơ đồ cấu trúc giản lược của hệ thống mạch (ví dụ, thiết bị truyền thông chẳng hạn như điểm truy cập, trạm gốc, vị trí, hoặc thiết bị đầu cuối) theo cách thực hiện của sáng chế.

[0266] Như được thể hiện trên Fig.5, hệ thống mạch 1200 có thể được thực hiện nhờ sử dụng bus 1201 như kiến trúc bus chung. Bus 1201 có thể bao gồm số lượng bất kỳ của các bus và các cầu kết nối lẫn nhau và dựa vào ứng dụng chung và toàn bộ điều kiện ràng buộc về thiết kế của hệ thống mạch 1200. Bus 1201 kết nối các mạch khác nhau với nhau, và các mạch này bao gồm bộ xử lý 1202, phương tiện lưu trữ 1203, và giao diện bus 1204. Một cách tùy chọn, trong hệ thống mạch 1200, bộ điều hợp mạng 1205 và tương tự được kết nối nhờ sử dụng bus 1201 và nhờ sử dụng giao diện bus 1204. Bộ điều hợp mạng 1205 có thể được tạo cấu hình để thực hiện chức năng xử lý tín hiệu của lớp vật lý trong mạng truyền thông không dây, và gửi và thu tín hiệu tần số radio nhờ sử dụng anten 1207. Giao diện người dùng 1206 có thể được kết nối tới thiết bị đầu cuối người dùng chẳng hạn như bàn phím, màn hình, chuột, hoặc cần điều khiển. Bus 1201 có thể còn kết nối các mạch khác nhau chẳng hạn như nguồn định thời, thiết bị ngoại vi, bộ điều chỉnh điện áp, hoặc mạch quản lý công suất. Các mạch này đã được biết đến trong kỹ thuật, và không được mô tả chi tiết ở đây.

[0267] Theo cách khác, hệ thống mạch 1200 có thể được tạo cấu hình dưới dạng chip hoặc hệ thống trên chip. Chip hoặc hệ thống trên chip bao gồm một hoặc nhiều bộ vi xử lý mà nó cung cấp chức năng xử lý, và bộ nhớ ngoài mà nó cung cấp ít nhất một phần của phương tiện lưu trữ 1203. Tất cả các thành phần

được kết nối tới mạch hỗ trợ khác nhờ sử dụng kiến trúc bus ngoại vi.

[0268] Theo cách khác, hệ thống mạch 1200 có thể được thực hiện nhờ sử dụng ASIC (mạch tích hợp chuyên dụng) mà nó bao gồm bộ xử lý 1202, giao diện bus 1204, và giao diện người dùng 1206, và ít nhất một phần mà là của phương tiện lưu trữ 1203 và nó được tích hợp trong chip đơn. Theo cách khác, hệ thống mạch 1200 có thể được thực hiện nhờ sử dụng một hoặc nhiều FPGA (field programmable gate array – mảng cổng lập trình được dạng trường), PLD (programmable logic device - thiết bị logic khả lập trình), bộ điều khiển, máy trạng thái, cổng logic, thành phần phần cứng rời rạc, mạch thích hợp bất kỳ khác, hoặc sự kết hợp bất kỳ của các mạch mà có thể thực hiện các chức năng khác nhau được mô tả trong sáng chế.

[0269] Bộ xử lý 1202 chịu trách nhiệm quản lý bus và việc xử lý chung (bao gồm chạy phần mềm được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ 1203). Bộ xử lý 1202 có thể được thực hiện nhờ sử dụng một hoặc nhiều bộ xử lý đa năng và/hoặc các bộ xử lý chuyên dụng. Các ví dụ về các bộ xử lý bao gồm bộ vi xử lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý DSP, và các mạch khác có thể thực hiện phần mềm. Phần mềm sẽ được hiểu một cách rộng là sự biểu diễn của các lệnh, dữ liệu hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng mà không quan tâm đến việc phần mềm có được đề cập đến là phần mềm, phần sụn, phần trung gian, vi mã, ngôn ngữ mô tả phần cứng, hoặc các loại khác hay không.

[0270] Trên hình vẽ dưới đây, phương tiện lưu trữ 1203 được tách khỏi bộ xử lý 1202. Tuy nhiên, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng dễ dàng hiểu rằng phương tiện lưu trữ 1203 hoặc bộ phận bất kỳ của nó có thể được bố trí bên ngoài hệ thống mạch 1200. Ví dụ, phương tiện lưu trữ 1203 có thể bao gồm đường truyền, dạng sóng mang được điều biến nhờ sử dụng dữ liệu, và/hoặc sản phẩm máy tính được tách biệt với nút không dây. Các phương tiện này có thể truy cập được bởi bộ xử lý 1202 nhờ sử dụng giao diện bus 1204. Theo cách khác, phương tiện lưu trữ 1203 hoặc bộ phận bất kỳ của nó có thể được tích hợp trong bộ xử lý 1202, ví dụ, có thể là bộ nhớ đệm (cache) và/hoặc thanh ghi đa năng.

[0271] Bộ xử lý 1202 có thể thực hiện phương pháp chỉ báo ma trận tiền mã hóa dải con đường lên theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên của sáng chế, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

[0272] Fig.6 là sơ đồ cấu trúc giản lược khác của hệ thống mạch theo phương án của sáng chế. Hệ thống mạch có thể là bộ xử lý. Bộ xử lý có thể được biểu diễn là chip hoặc hệ thống trên chip (system on chip, viết tắt là SOC), và được bố trí trong trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây trong các phương án của sáng chế, sao cho trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối thực hiện phương pháp truyền thông theo các phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.6, hệ thống mạch 60 bao gồm bộ phận giao diện 601, bộ phận điều khiển và thao tác 602, và bộ phận lưu trữ 603. Bộ phận giao diện được tạo cấu hình để kết nối tới thành phần khác của trạm gốc hoặc thiết bị đầu cuối, bộ phận lưu trữ 603 được tạo cấu hình để lưu trữ chương trình máy tính hoặc lệnh, và bộ phận điều khiển và thao tác 602 được tạo cấu hình để giải mã và chạy chương trình máy tính hoặc lệnh. Cần hiểu rằng chương trình máy tính hoặc lệnh có thể bao gồm chương trình chức năng thiết bị đầu cuối nêu trên, hoặc có thể bao gồm chương trình chức năng trạm gốc nêu trên. Khi chương trình chức năng thiết bị đầu cuối được giải mã và được thực hiện bởi bộ phận điều khiển và thao tác 602, thiết bị đầu cuối có thể thực hiện các chức năng của thiết bị đầu cuối trong phương pháp chỉ báo ma trận tiền mã hóa dải con đường lên theo các phương án của sáng chế. Khi chương trình chức năng trạm gốc được giải mã và được thực hiện bởi bộ phận điều khiển và thao tác 602, trạm gốc có thể thực hiện các chức năng của trạm gốc trong phương pháp chỉ báo ma trận tiền mã hóa dải con đường lên theo các phương án của sáng chế.

[0273] Theo một cách thực hiện có thể, chương trình chức năng thiết bị đầu cuối hoặc chương trình chức năng trạm gốc được lưu trữ trong bộ nhớ bên ngoài hệ thống mạch 60. Khi chương trình chức năng thiết bị đầu cuối hoặc chương trình chức năng trạm gốc được giải mã và được thực hiện bởi bộ phận điều khiển và thao tác 602, bộ phận lưu trữ 603 lưu trữ tạm thời một vài hoặc tất cả nội dung của chương trình chức năng thiết bị đầu cuối, hoặc lưu trữ tạm thời

một vài hoặc tất cả nội dung của chương trình chức năng trạm gốc.

[0274] Theo cách thực hiện tùy chọn khác, chương trình chức năng thiết bị đầu cuối hoặc chương trình chức năng trạm gốc là tập hợp được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ 603 trong hệ thống mạch 60. Khi bộ phận lưu trữ 603 trong hệ thống mạch 60 lưu trữ chương trình chức năng thiết bị đầu cuối, hệ thống mạch 60 có thể được bố trí trong thiết bị đầu cuối 200 trong hệ thống truyền thông không dây trong các phương án của sáng chế. Khi bộ phận lưu trữ 603 trong hệ thống mạch 60 lưu trữ chương trình chức năng trạm gốc, hệ thống mạch 60 có thể được bố trí trong trạm gốc 100 trong hệ thống truyền thông không dây trong các phương án của sáng chế.

[0275] Vẫn theo cách thực hiện tùy chọn khác, một vài nội dung của chương trình chức năng thiết bị đầu cuối hoặc chương trình chức năng trạm gốc được lưu trữ trong bộ nhớ bên ngoài hệ thống mạch 60, và nội dung khác của chương trình chức năng thiết bị đầu cuối hoặc chương trình chức năng trạm gốc được lưu trữ trong bộ phận lưu trữ 603 trong hệ thống mạch 60.

[0276] Dựa vào cùng khái niệm, sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính lưu trữ lệnh, và khi lệnh chạy trên máy tính, máy tính thực hiện các bước phương pháp liên quan đến thiết bị đầu cuối theo các phương án khác nhau của sáng chế.

[0277] Dựa vào cùng khái niệm, sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính lưu trữ lệnh, và khi lệnh chạy trên máy tính, máy tính thực hiện các bước phương pháp liên quan đến trạm gốc theo các phương án khác nhau của sáng chế.

[0278] Dựa vào cùng khái niệm, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính mà nó bao gồm lệnh, và khi lệnh chạy trên máy tính, máy tính thực hiện các bước phương pháp liên quan đến thiết bị đầu cuối theo các phương án khác nhau của sáng chế.

[0279] Dựa vào cùng khái niệm, sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính mà nó bao gồm lệnh, và khi lệnh chạy trên máy tính, máy tính thực hiện các bước phương pháp liên quan đến trạm gốc theo các phương án khác nhau của

sáng chế.

[0280] Tất cả hoặc một vài trong số các phương án nêu trên có thể được thực hiện nhờ phần mềm, phần cứng, phần sụn, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Khi phần mềm được sử dụng để thực hiện các phương án, các phương án có thể được thực hiện hoàn toàn hoặc một phần ở dạng sản phẩm chương trình máy tính. Sản phẩm chương trình máy tính bao gồm một hoặc nhiều lệnh máy tính. Khi các lệnh chương trình máy tính được tải và được thực hiện trên máy tính, các thủ tục hoặc các chức năng được mô tả theo các phương án của sáng chế được tạo ra toàn bộ hoặc một phần. Máy tính có thể là máy tính đa năng, máy tính chuyên dụng, máy tính mạng, hoặc thiết bị lập trình được khác. Các lệnh máy tính có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc có thể được truyền từ phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính tới phương tiện khác. Ví dụ, các lệnh máy tính có thể được truyền từ trang mạng, máy tính, máy chủ, hoặc trung tâm dữ liệu tới trang mạng khác, máy tính, máy chủ, hoặc trung tâm dữ liệu theo cách nối dây (ví dụ, cáp đồng trục, sợi quang, hoặc đường dây thuê bao số (DSL)) hoặc không dây (ví dụ, sóng hồng ngoại, radio, hoặc sóng vi ba). Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ có thể truy cập được bởi máy tính, hoặc thiết bị lưu trữ dữ liệu, chẳng hạn như máy chủ hoặc trung tâm dữ liệu, tích hợp một hoặc nhiều phương tiện khả dụng. Phương tiện khả dụng có thể là phương tiện từ (ví dụ, đĩa mềm, đĩa cứng, hoặc băng từ), phương tiện quang (ví dụ, DVD), phương tiện bán dẫn (ví dụ, ổ đĩa trạng thái rắn (SSD)), hoặc tương tự.

[0281] Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể hiểu rõ rằng, đối với các phần mô tả của các phương án được đề xuất bởi sáng chế, cần tham chiếu lẫn nhau. Nhằm đơn giản và ngắn gọn phần mô tả, đối với các chức năng của các thiết bị và các bộ phận và các bước được thực hiện được đề xuất theo các phương án của sáng chế, tham chiếu tới các phần mô tả liên quan trong các phương án về phương pháp của sáng chế, và chi tiết không được mô tả lại ở đây.

[0282] Mặc dù sáng chế được mô tả dựa vào các phương án, trong quy trình

thực hiện sáng chế mà yêu cầu bảo hộ, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể hiểu và thực hiện sự thay đổi khác của các phương án được bộc lộ nhờ xem các hình vẽ kèm theo, nội dung được bộc lộ, và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Trong các điểm yêu cầu bảo hộ, "bao gồm" (comprising) không loại trừ thành phần khác hoặc bước khác, và "một" không loại trừ trường hợp là "các". Bộ xử lý đơn hoặc bộ phận đơn nhất khác có thể thực hiện một vài chức năng được liệt kê trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Thực tế là một vài biện pháp được đưa ra trong các điểm yêu cầu bảo hộ phục thuộc khác với nhau không chỉ báo rằng sự kết hợp của các biện pháp này không thể mang lại các hiệu quả tốt hơn.

[0283] Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng các phương án của sáng chế có thể được đề xuất dưới dạng phương pháp, thiết bị (device), hoặc sản phẩm chương trình máy tính. Do đó, sáng chế có thể sử dụng dạng của chỉ các phương án về phần cứng, chỉ các phương án về phần mềm, hoặc các phương án với sự kết hợp của phần mềm và phần cứng. Chúng được gọi chung ở đây là các "môđun" hoặc các "hệ thống". Hơn nữa, sáng chế có thể sử dụng dạng của sản phẩm chương trình máy tính mà được thực hiện trên một hoặc nhiều phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính (bao gồm nhưng không giới hạn ở bộ nhớ dạng đĩa, CD-ROM, bộ nhớ quang học, và tương tự) mà nó bao gồm mã chương trình đọc được bởi máy tính. Chương trình máy tính được lưu trữ/được phân phối trong phương tiện thích hợp và được cung cấp dưới dạng hoặc được sử dụng như một phần của phần cứng cùng với phần cứng khác, hoặc có thể được phân phối ở dạng khác, ví dụ, nhờ sử dụng Internet hoặc hệ thống viễn thông không dây hoặc nối dây khác.

[0284] Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể còn hiểu rằng, các khối logic minh họa khác nhau (illustrative logical block) và các bước (step) được liệt kê trong các phương án của sáng chế có thể được thực hiện qua thư điện tử, phần mềm máy tính, hoặc sự kết hợp của cả hai. Để thể hiện rõ ràng tính hoán đổi (interchangeability) giữa phần cứng và phần mềm, các chức năng của các thành phần minh họa khác nhau nêu trên (illustrative

components) và các bước đã được mô tả chung. Việc các chức năng được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng hay phần mềm tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể và yêu cầu thiết kế của toàn bộ hệ thống. Đối với mỗi ứng dụng cụ thể, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng. Tuy nhiên, sự thực hiện này sẽ không được hiểu là vượt quá phạm vi bảo hộ của các phương án của sáng chế.

[0285] Các khối logic, các môđun, và các mạch minh họa khác nhau được mô tả theo các phương án của sáng chế có thể thực hiện hoặc thao tác các chức năng được mô tả nhờ sử dụng bộ phận xử lý đa năng, bộ phận xử lý tín hiệu số, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA) hoặc thiết bị logic lập trình được khác, cổng riêng biệt hoặc logic tranzisto, thành phần phần cứng riêng biệt, hoặc thiết kế của sự kết hợp bất kỳ của nó. Bộ phận xử lý đa năng có thể là bộ vi xử lý. Một cách tùy chọn, bộ phận xử lý đa năng có thể là bộ phận xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, hoặc máy trạng thái thông thường bất kỳ. Bộ phận xử lý có thể được thực hiện bởi sự kết hợp của các thiết bị tính toán, chẳng hạn như bộ xử lý tín hiệu số và bộ vi xử lý, các bộ vi xử lý, một hoặc nhiều bộ vi xử lý với lõi bộ xử lý tín hiệu số, hoặc cấu hình tương tự bất kỳ khác.

[0286] Theo một hoặc nhiều thiết kế ví dụ, các chức năng được mô tả theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc sự kết hợp bất kỳ của nó. Nếu sáng chế được thực hiện bởi phần mềm, các chức năng này có thể được lưu trữ trong vật ghi đọc được bởi máy tính hoặc được truyền tới vật ghi đọc được bởi máy tính ở dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã. Vật ghi đọc được bởi máy tính là phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc phương tiện truyền thông mà nó cho phép chương trình máy tính chuyển từ một vị trí này đến vị trí khác. Phương tiện lưu trữ có thể là phương tiện khả dụng mà có thể được truy cập bởi bất kỳ máy tính đa năng hoặc chuyên dụng. Ví dụ, vật ghi đọc được bởi máy tính như vậy có thể bao gồm nhưng không giới hạn ở RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, hoặc bộ lưu trữ dạng đĩa quang khác, thiết bị lưu trữ dạng đĩa hoặc lưu trữ dạng từ khác, hoặc

phương tiện bất kỳ khác mà có thể được sử dụng để mang hoặc lưu trữ mã chương trình, trong đó mã chương trình là ở dạng lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu hoặc ở dạng mà có thể được đọc bởi máy tính đa năng hoặc chuyên dụng hoặc bộ phận xử lý đa năng hoặc chuyên dụng. Ngoài ra, sự kết nối bất kỳ có thể được định rõ một cách thích hợp như vật ghi đọc được bởi máy tính. Ví dụ, nếu phần mềm được truyền từ trang mạng, máy chủ, hoặc tài nguyên từ xa khác nhờ sử dụng cáp đồng trục, sợi quang máy tính, cáp xoắn đôi, đường dây thuê bao số (DSL) hoặc theo cách không dây, chẳng hạn như sóng hồng ngoại, radio, hoặc sóng vi ba, phần mềm được bao gồm trong vật ghi đọc được bởi máy tính xác định. Đĩa (disk) và dạng đĩa (disc) bao gồm đĩa nén, đĩa laze, đĩa quang, DVD, đĩa mềm, và đĩa Blu-ray. Nói chung đĩa sao chép dữ liệu bởi phương tiện từ, và nói chung đĩa sao chép dữ liệu dưới dạng quang bởi phương tiện laze. Sự kết hợp nêu trên có thể cũng được bao gồm trong vật ghi đọc được bởi máy tính.

[0287] Theo phần mô tả nêu trên của bản mô tả này trong sáng chế, các công nghệ trong kỹ thuật có thể sử dụng hoặc thực hiện nội dung của sáng chế. Bất kỳ sự sửa đổi nào dựa vào nội dung được bộc lộ sẽ được xét đến là hiển nhiên trong kỹ thuật. Các nguyên lý cơ bản được mô tả trong sáng chế có thể được áp dụng tới các sự thay đổi khác nhau mà không trệch khỏi bản chất và phạm vi của sáng chế. Do đó, nội dung được bộc lộ trong sáng chế là không giới hạn ở các phương án và và thiết kế được mô tả nhưng có thể cũng được mở rộng tới phạm vi rộng nhất mà phù hợp với các nguyên lý và các dấu hiệu mới được bộc lộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông, trong đó phương pháp bao gồm các bước:

thu, bởi thiết bị đầu cuối, thông tin chỉ báo được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và

xác định, bởi thiết bị đầu cuối dựa vào thông tin chỉ báo, ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập

con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó

tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùm sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

4. Phương pháp theo điểm 2 hoặc 3, trong đó các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các cổng truyền được phân loại

thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma

trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

6. Phương pháp theo điểm 4 hoặc 5, trong đó

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất, và công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ hai.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các công truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập

con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

8. Thiết bị đầu cuối truyền thông, bao gồm bộ xử lý và giao diện truyền thông, trong đó

giao diện truyền thông được tạo cấu hình để thu thông tin chỉ báo từ trạm gốc, trong đó thông tin chỉ báo bao gồm trường bit thứ nhất, trường bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất và hạng truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa, và ma trận tiền mã hóa được sử dụng để mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở r lớp truyền để nhận được các tín hiệu được gửi trên N cổng truyền của thiết bị đầu cuối; số lượng các hàng của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng N cổng truyền, và $N=4$; số lượng các cột của ma trận tiền mã hóa là bằng số lượng r các lớp truyền, $1 \leq r \leq N$, và trị số của hạng truyền là bằng số lượng r các lớp truyền; và khi $r > 1$, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là r trong tập ma trận tiền mã hóa thứ nhất nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của r các ma trận tiền mã hóa, và r các ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định, dựa vào thông tin chỉ báo, ma trận tiền mã hóa cho việc mã hóa trước các dòng dữ liệu truyền ở tất cả các lớp truyền.

9. Thiết bị đầu cuối theo điểm 8, trong đó việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm ít nhất tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất bao gồm bốn phần tử khác không, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, phần tử không chỉ báo rằng công suất truyền của cổng truyền tương ứng là 0, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa trực giao lẫn nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ tư nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa trực giao với nhau được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ nhất; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

10. Thiết bị đầu cuối theo điểm 9, trong đó

tập con ma trận tiền mã hóa thứ ba bao gồm hai hoặc ba loại bất kỳ trong số ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất, ma trận tiền mã hóa loại thứ hai, và ma trận tiền mã hóa loại thứ ba, trong đó cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ nhất có không gian chùm sóng hoàn toàn giống nhau nhưng các pha

phân cực chéo khác nhau, cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau nhưng pha phân cực chéo giống nhau, và cột thứ nhất và cột thứ hai của ma trận tiền mã hóa loại thứ hai có không gian chùng sóng đối nhau và các pha phân cực chéo khác nhau.

11. Thiết bị đầu cuối theo điểm 9 hoặc 10, trong đó các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, việc truyền kết hợp có thể được thực hiện giữa các cổng truyền, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất, trong nhóm cổng thứ hai, và giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai.

12. Thiết bị đầu cuối theo điểm 8, trong đó các cổng truyền được phân loại thành nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai, và việc truyền kết hợp có thể được thực hiện trong nhóm cổng thứ nhất và trong nhóm cổng thứ hai, nhưng việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa nhóm cổng thứ nhất và nhóm cổng thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm và tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, một cột của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm bao gồm hai phần tử khác không và hai phần tử không, cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không là cổng truyền được bao gồm trong nhóm cổng thứ nhất hoặc nhóm cổng thứ hai, công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, và các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ sáu nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã

hóa thứ năm;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ bảy nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, một trong số ba ma trận tiền mã hóa là ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ năm, và hai ma trận khác trong số ba ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

13. Thiết bị đầu cuối theo điểm 11 hoặc 12, trong đó

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 còn bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám, tập con ma trận tiền mã hóa thứ tám bao gồm ma trận tiền mã hóa thứ nhất và ma trận tiền mã hóa thứ hai, thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ nhất và thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa thứ hai đều nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, hai ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ nhất là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ nhất, và công truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử khác không trong ma trận tiền mã hóa thứ hai là công truyền được bao gồm trong nhóm công thứ hai.

14. Thiết bị đầu cuối theo điểm 8, trong đó việc truyền kết hợp không thể được thực hiện giữa các công truyền; và tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 1 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai, tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai bao gồm bốn ma trận tiền mã hóa, một cột của mỗi trong số bốn ma trận tiền mã hóa bao gồm một phần tử khác không và ba phần tử không, các phần tử khác không được bao gồm trong tất cả bốn ma trận tiền

mã hóa được bố trí trong các hàng khác nhau, và công suất truyền của cổng truyền tương ứng với một hàng bao gồm phần tử không là 0;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là 2 bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ chín nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của hai ma trận tiền mã hóa, và hai ma trận tiền mã hóa là hai ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai;

tất cả các ma trận tiền mã hóa mà các hạng truyền của nó là ba bao gồm tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười, thành phần có hướng của mỗi ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ mười nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của ba ma trận tiền mã hóa, và ba ma trận tiền mã hóa là ba ma trận tiền mã hóa được lựa chọn ngẫu nhiên từ tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai; và

thành phần có hướng của ma trận tiền mã hóa mà hạng truyền của nó là 4 nhận được bằng cách kết hợp các cột trong các thành phần có hướng của bốn ma trận tiền mã hóa, và bốn ma trận tiền mã hóa tất cả đều là các ma trận tiền mã hóa trong tập con ma trận tiền mã hóa thứ hai.

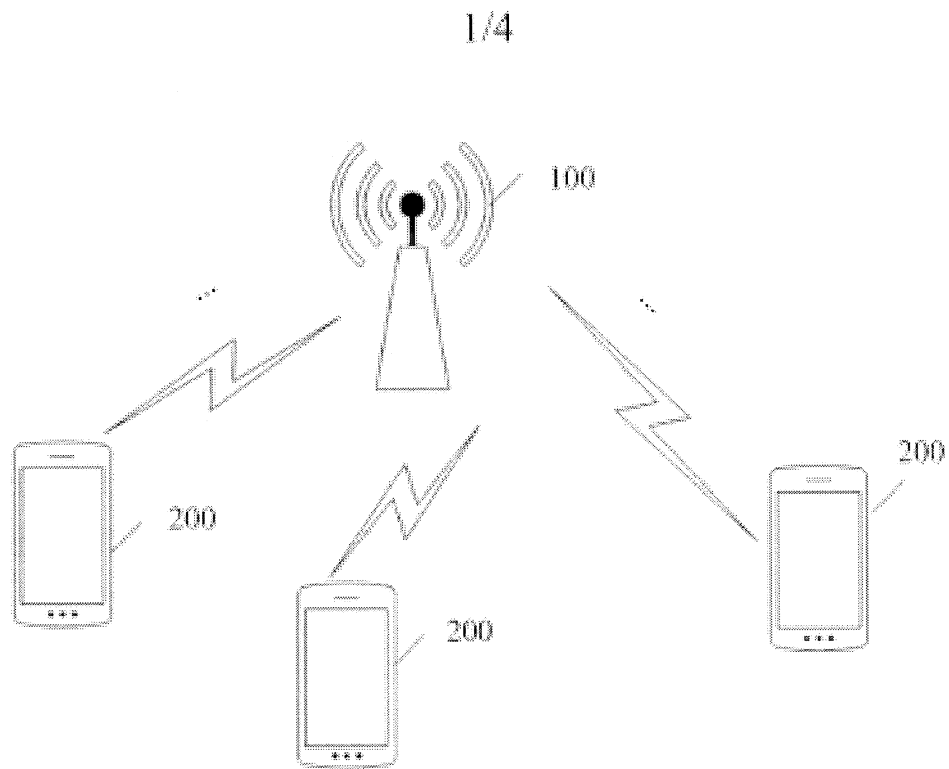


FIG. 1

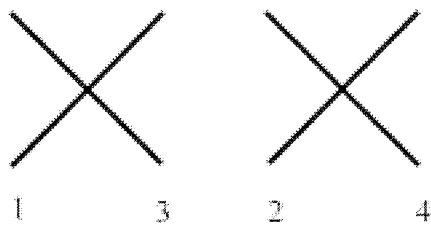


FIG. 2

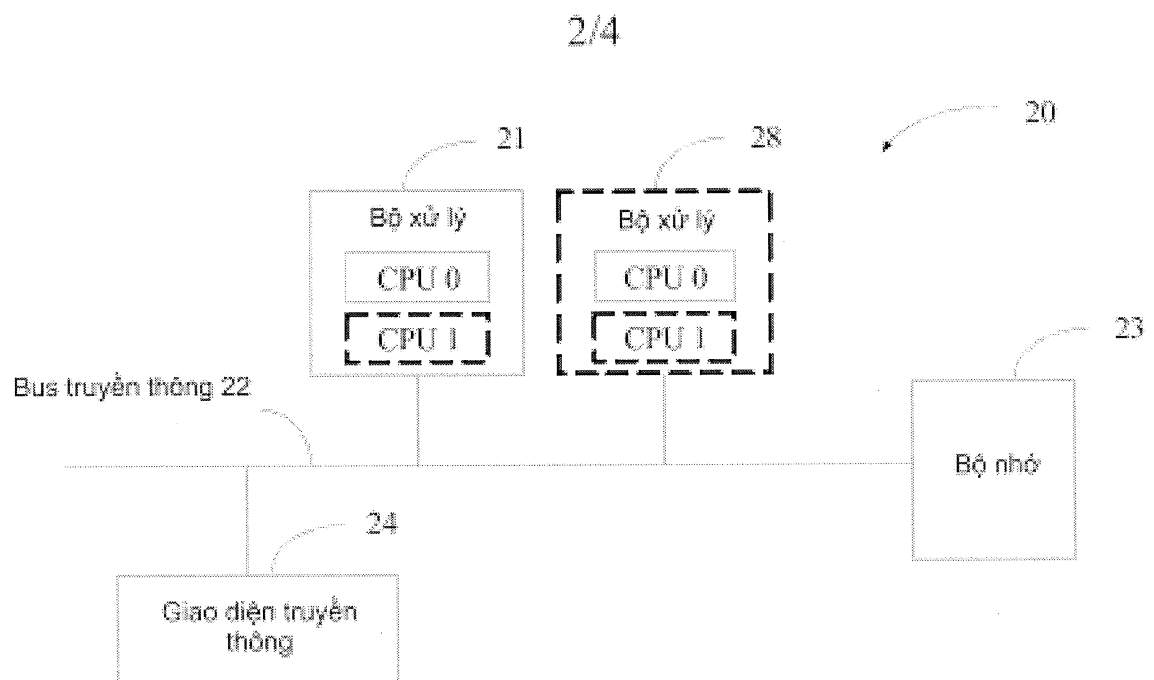


FIG. 3

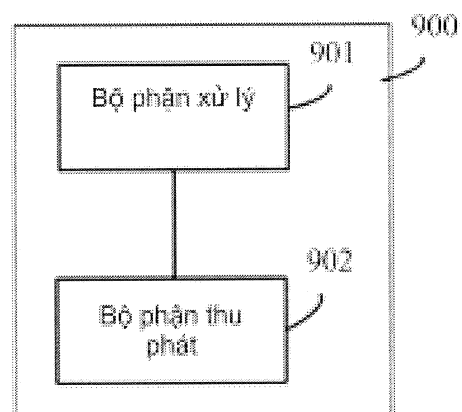


FIG. 4

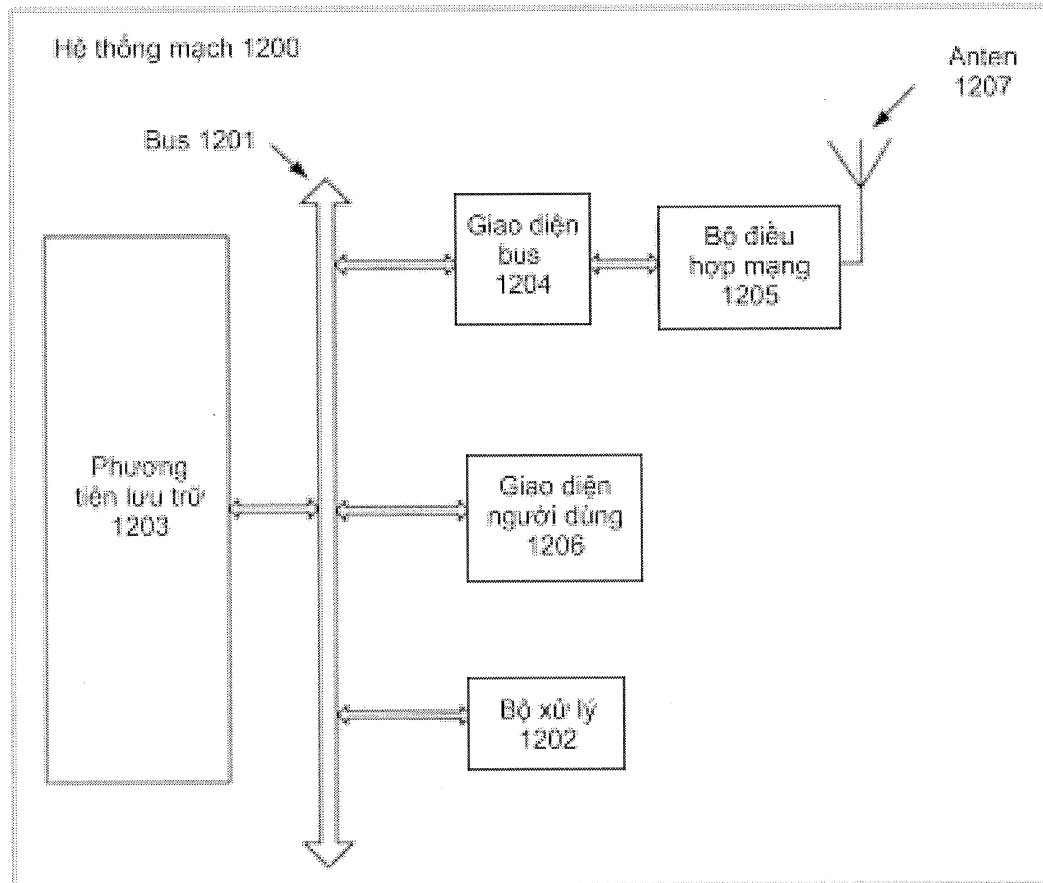


FIG. 5

4/4

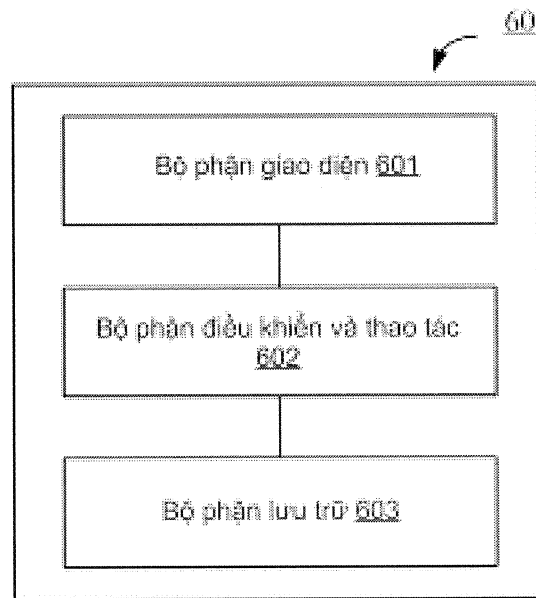


FIG. 6

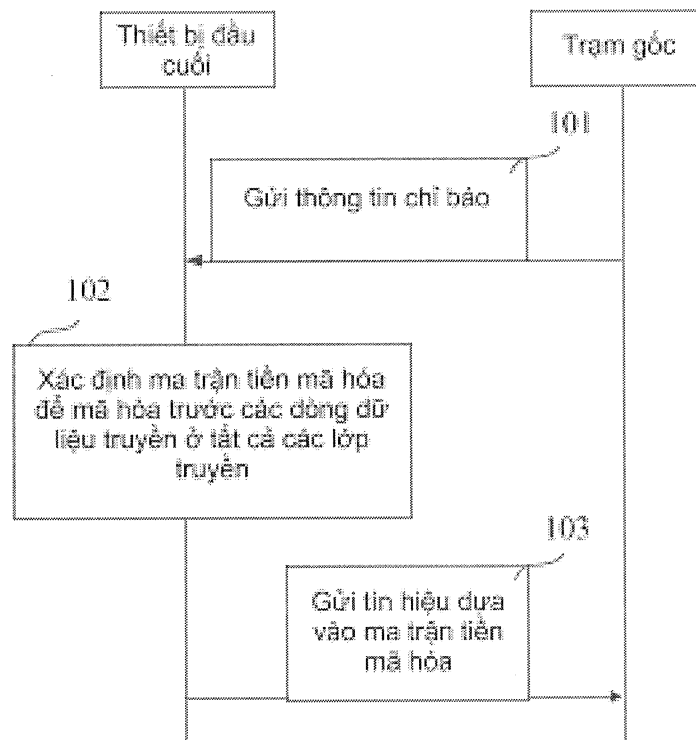


FIG. 7