



(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)



1-0029976

(51)⁸ H04W 88/08

(13) B

(21) 1-2017-02812

(22) 31/12/2014

(86) PCT/CN2014/095931 31/12/2014

(87) WO 2016/106696 07/07/2016

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/09/2017 354A

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

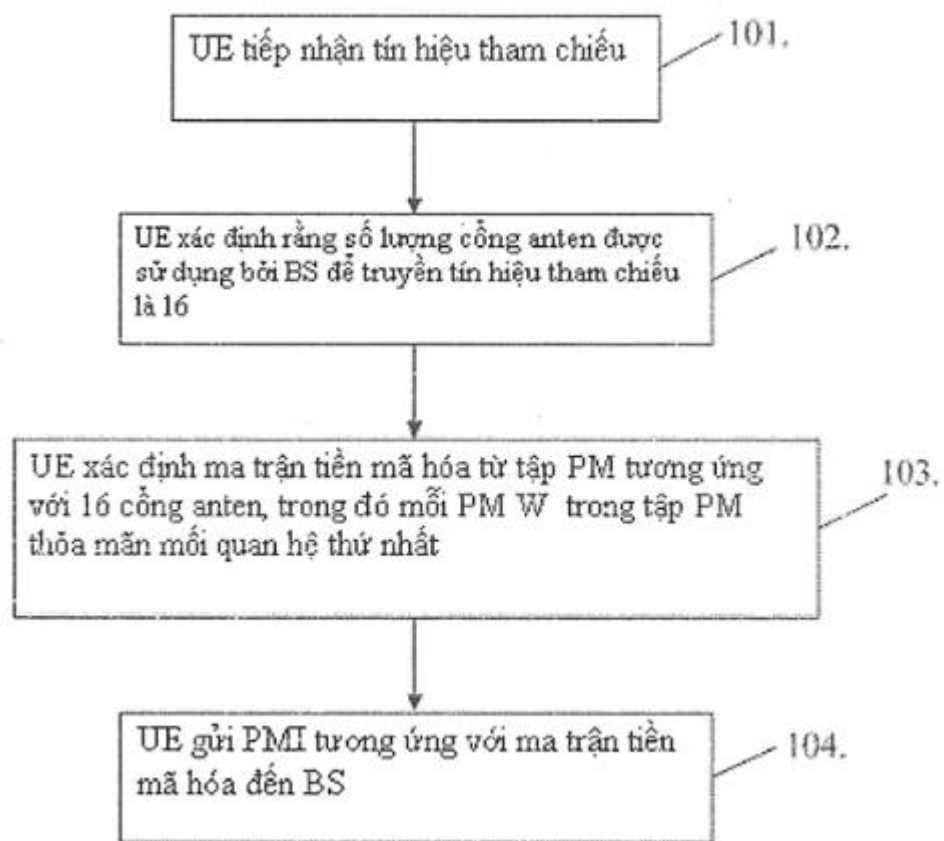
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) Wu, Qiang (CN); Zhang, Leiming (CN); LIU, Jianqin (CN); LIU, Kunpeng (CN); Liu, Jianghua (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHẢN HỒI BỘ CHỈ BÁO MA TRẬN TIỀN MÃ HÓA (PMI),
THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, VÀ TRẠM CƠ SỞ

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp phản hồi bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa, trong đó ngữ cảnh 3D MIMO (nhiều đầu vào nhiều đầu ra) có 16 cổng anten, các cổng anten có thể được mở rộng theo các hướng khác nhau do các cách thức cấu hình khác nhau của các cổng anten. Theo các phương án thực hiện sáng chế, các cách thức đếm cổng anten khác nhau được xác định theo các cấu hình khác nhau, sao cho trong tất cả các cấu hình khác nhau, ma trận có chiều bằng 8 và ma trận có chiều bằng 2 được xác định trong từ điển mã tiền mã hóa, và giá trị của PMI (bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa) được phản hồi để chỉ báo ma trận tiền mã hóa, nhờ đó đạt được hiệu quả giảm báo hiệu cấu hình và tiết kiệm các tài nguyên giao diện không gian.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực công nghệ truyền thông không dây, và cụ thể là, đến phương pháp phản hồi bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa, UE (user equipment, thiết bị người dùng), và trạm cơ sở.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE) là tiến hóa dài hạn của chuẩn công nghệ hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) được hình thành bởi tổ chức dự án hợp tác thế hệ thứ ba (The 3rd Generation Partnership Project, 3GPP). Các công nghệ truyền chính như nhiều đầu vào, nhiều đầu ra (Multi-Input & Multi-Output, MIMO) được đưa vào hệ thống LTE. Do vậy, hiệu suất phổ và tốc độ truyền dữ liệu được tăng đáng kể. Nhờ công nghệ tiền mã hóa truyền và công nghệ kết hợp tín hiệu nhận, hệ thống truyền thông không dây dựa vào MIMO có thể thu được các độ khuếch đại mảng và đa dạng. Hệ thống truyền thông không dây dựa trên MIMO cần thực hiện việc xử lý tiền mã hóa đối với tín hiệu. Chức năng truyền tín hiệu dựa trên tiền mã hóa có thể được biểu thị dưới dạng:

$$\mathbf{y} = \mathbf{H} \hat{\mathbf{V}} \mathbf{s} + \mathbf{n},$$

trong đó $\mathbf{y}$ đại diện vector tín hiệu nhận được, $\mathbf{H}$ đại diện ma trận kênh, $\hat{\mathbf{V}}$ đại diện ma trận tiền mã hóa, $\mathbf{s}$ đại diện vector tín hiệu được truyền, và $\mathbf{n}$ đại diện nhiễu đo lường. Vector tín hiệu được truyền $\mathbf{s}$ trên đầu truyền đi qua ma trận tiền mã hóa $\hat{\mathbf{V}}$ để tiền mã hóa, và thu được ma trận được tiền mã hóa. Ma trận được tiền mã hóa đi qua ma trận kênh $\mathbf{H}$, nhiễu đo lường $\mathbf{n}$ được cộng vào ma trận được tiền mã hóa, và sau đó vector tín hiệu nhận được $\mathbf{y}$ được nhận trên đầu nhận.

Để triển khai tiền mã hóa tối ưu, bộ truyền thường cần thu thập trước thông

tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI). Bộ truyền và bộ nhận có thể lần lượt là trạm cơ sở (base station, BS) hoặc thiết bị đầu cuối. Trong quá trình truyền dữ liệu liên kết xuống (downlink, DL), bộ truyền có thể là thiết bị BS, và bộ nhận có thể là thiết bị đầu cuối. Phương pháp thường được sử dụng chính là thiết bị đầu cuối lượng tử hóa CSI tức thời và báo cáo CSI cho BS.

Thông tin CSI được báo cáo bởi trạm đầu cuối gồm thông tin bộ chỉ báo xếp hạng (Rank Indicator, RI), thông tin bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, PMI), thông tin bộ chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI), và thông tin tương tự. RI có thể được sử dụng để chỉ báo số lượng lớp vận tải và ma trận tiền mã hóa (precoding matrix, PM) $\hat{V}$ được sử dụng để truyền dữ liệu. PMI có thể được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa $\hat{V}$ được sử dụng để truyền dữ liệu. Ở đây, ma trận tiền mã hóa V trước hết có thể được xác định bằng cách sử dụng PMI, và sau đó $\hat{V}$ được chỉ báo theo RI hoặc quy tắc được xác định.

Trong một vài tình huống 3D MIMO (MIMO ba chiều), trên một kênh mang, các PMI của hai PM cần được phản hồi, để lần lượt chỉ báo PM theo phương thẳng đứng và PM theo phương nằm ngang. PM có thể được chỉ báo bằng cách sử dụng tích Kronecker của PM theo phương thẳng đứng và PM theo phương nằm ngang. PM V_1 có thể được biểu diễn như sau:

$$V_1 = A \otimes B,$$

trong đó $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker. Kích thước của ma trận V_1 được xác định bởi số lượng hàng và cột của PM A theo phương thẳng đứng và số lượng hàng và cột của ma trận tiền mã hóa B theo phương nằm ngang. Ở đây, A có thể còn đại diện PM theo phương nằm ngang, và một cách tương ứng, B đại diện PM theo phương thẳng đứng.

Thông thường, các chiều của A và B được xác định bởi số lượng cổng anten. Trong quá trình lựa chọn từ điển mã, tập PM cần được xác định thêm theo trạng thái phân phối của các cổng anten. Thiết bị người dùng (user equipment, UE) và BS xác định các tập từ điển mã khác nhau cho các cách thức cấu hình cổng anten khác nhau. UE hoặc BS cần lưu trữ các tập từ điển

mã khác nhau, gây lãng phí tài nguyên lưu trữ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp phản hồi PMI, UE và BS, để giải quyết vấn đề là các từ điển mã khác nhau cần được xác định cho các cấu hình cổng anten khác nhau, và giảm tài nguyên lưu trữ.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp phản hồi PMI, gồm: tiếp nhận, bởi UE, tín hiệu tham chiếu; xác định, bởi UE, rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu là 16; xác định, bởi UE, PM từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là PM thứ nhất, W_2 là PM thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2; và gửi, bởi UE, PMI tương ứng với PM đến BS.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, việc xác định, bởi UE, ma trận tiền mã hóa từ tập PM gồm: xác định, bởi UE, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai từ tập PM; và xác định, bởi UE, PM theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba, cách thức cấu hình của 16 cổng anten gồm một trong các cổng sau:

hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang.

Dựa vào trường hợp bất kỳ trong khía cạnh thứ nhất hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

Dựa vào trường hợp bất kỳ trong các khía cạnh thứ nhất hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu, phương pháp gồm: xác định, bởi UE, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 ; và xác định, bởi UE, PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 ; và việc gửi, bởi UE, PMI tương ứng với PM đến BS gồm: gửi PMI của W_1 và PMI của W_2 đến BS.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy, việc xác định, bởi UE, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 gồm:

tiếp nhận, bởi UE, thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng

với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Theo khía cạnh thứ hai, phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp phản hồi PMI, gồm: gửi, bởi BS, tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten; tiếp nhận, bởi BS, PMI được phản hồi bởi UE; xác định, bởi BS, ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2; và gửi, bởi BS, dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, số lượng PMI ít nhất bằng 2; và việc xác định, bởi BS, PM từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten gồm: xác định, bởi BS, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai theo PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai; và xác định, bởi BS, PM theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

Dựa vào khía cạnh thứ hai hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba, cách thức cấu hình của 16 cổng anten gồm một trong các cổng sau:

hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang.

Dựa vào trường hợp bất kỳ trong khía cạnh thứ hai hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

Dựa vào trường hợp bất kỳ trong khía cạnh thứ hai hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu, phương pháp gồm: xác định, bởi BS, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 ; và tiếp nhận, bởi BS theo số lượng bit của PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy, phương pháp còn gồm:

gửi, bởi BS, thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Theo khía cạnh thứ ba, phương án thực hiện sáng chế đề xuất UE, gồm: khối tiếp nhận, được tạo cấu hình để nhận tín hiệu tham chiếu; khối xác định, được tạo cấu hình để: xác định rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS

để truyền tín hiệu tham chiếu là 16, và xác định ma trận tiền mã hóa từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó tín hiệu tham chiếu được tiếp nhận bởi khối tiếp nhận, và mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2; và khối gửi, được tạo cấu hình để gửi PMI tương ứng với PM đến BS, trong đó PM được xác định bởi khối xác định.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, khối xác định được tạo cấu hình để xác định PM từ tập PM gồm: xác định ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai từ tập PM; và xác định PM theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

Dựa vào khía cạnh thứ ba hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba, cách thức cấu hình của 16 cổng anten gồm một trong các cổng sau:

hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang.

Dựa vào trường hợp bất kỳ trong khía cạnh thứ ba hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

Dựa vào trường hợp bất kỳ trong khía cạnh thứ ba hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu, khối xác định còn được tạo cấu hình để: xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 , và xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy, khối xác định còn được tạo cấu hình để điều khiển khối tiếp nhận để nhận thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Theo khía cạnh thứ tư, phương án thực hiện sáng chế đề xuất BS, gồm:

khối gửi, được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten;

khối tiếp nhận, được tạo cấu hình để nhận PMI được phản hồi bởi UE, trong đó PMI được xác định theo tín hiệu tham chiếu được gửi bởi khối gửi; và

khối xác định, được tạo cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI được tiếp nhận bởi khối tiếp nhận từ tập PM tương ứng với 16

cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2, trong đó

khối gửi còn được tạo cấu hình để gửi dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa được xác định bởi khối xác định.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tư, số lượng PMI ít nhất bằng 2; và khối xác định được tạo cấu hình để xác định PM từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten gồm:

xác định ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai theo PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai; và xác định ma trận tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

Dựa vào khía cạnh thứ tư hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba, cách thức cấu hình của 16 cổng anten gồm một trong các cổng sau: hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc 16 cổng anten được tạo cấu hình

theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang.

Dựa vào trường hợp bất kỳ của khía cạnh thứ tư hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

Dựa vào trường hợp bất kỳ của khía cạnh thứ tư hoặc các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu, khối xác định còn được tạo cấu hình để xác định số lượng bit của PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 ; và khối tiếp nhận còn được tạo cấu hình để nhận, theo số lượng bit của PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy, khối xác định còn được tạo cấu hình để điều khiển khối gửi để gửi thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Nhờ giải pháp nêu trên, theo các phương án thực hiện sáng chế, nếu xác định được rằng tổng số lượng cổng anten được cố định bằng 16, các từ điển mã được sử dụng trong các cấu hình cổng anten khác nhau được thay đổi, để đạt hiệu quả giảm tài nguyên lưu trữ và tránh tạo cấu hình nhiều từ điển mã bằng cách thêm báo hiệu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế hoặc theo giải pháp kỹ thuật đã biết rõ ràng hơn, phần sau mô tả vắn tắt các hình vẽ đi kèm cần để mô tả các phương án thực hiện hoặc giải pháp kỹ thuật đã biết. Rõ ràng là, các hình vẽ đi kèm trong phần mô tả sau thể hiện một số phương án thực hiện sáng chế, và người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực vẫn có thể suy ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ đi kèm này mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI ở phía UE theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI ở phía UE theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2a là sơ đồ cấu trúc của cấu hình cổng anten theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2b là sơ đồ cấu trúc của cấu hình cổng anten theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2c là sơ đồ cấu trúc của cấu hình cổng anten theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2d là sơ đồ cấu trúc của cấu hình cổng anten theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI ở phía UE theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI ở phía BS theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI ở phía BS theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI ở phía BS theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ của thiết bị UE để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ của thiết bị UE để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ của thiết bị UE để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ của BS để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ của BS để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.12 là sơ đồ của BS để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.13 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI để triển khai tương tác giữa phía BS và phía UE theo phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.14 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI để triển khai tương tác giữa phía BS và phía UE theo phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thông thường, các chiều của A và B được xác định bởi số lượng cổng anten. Trong quá trình lựa chọn từ điển mã, tập PM cần được xác định thêm theo trạng thái phân phối của các cổng anten. UE và thiết bị mạng xác định các tập từ điển mã khác nhau đối với các cách thức cấu hình cổng anten khác nhau. UE hoặc BS cần lưu trữ các loại từ điển mã khác nhau, gây lãng phí tài nguyên lưu trữ. Nói cách khác, nếu cố định các tài nguyên lưu trữ, khi tất cả năm từ điển mã nêu trên được lưu trữ, UE cần tạo cấu hình, theo trường hợp độ chính xác đo lường không đủ, chẳng hạn, trong ngữ cảnh 16 anten, tập từ điển mã có năm kích thước: 1, 2, 4, 8, và 16. Trong trường hợp này, BS và/hoặc UE cần lưu trữ bốn loại từ điển mã. Nếu đảm bảo độ chính xác, UE hoặc BS cần lưu trữ các loại từ điển mã khác nhau, gây lãng phí tài nguyên lưu trữ. Tuy nhiên, nếu cố định tài nguyên lưu trữ, khi tất cả năm từ điển mã nêu trên được lưu trữ, độ chính xác đo lường của UE là không đủ.

Phần sau mô tả rõ ràng và đầy đủ các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế dựa vào các hình vẽ đi kèm theo các phương án thực hiện

sáng chế. Rõ ràng là, các phương án thực hiện được mô tả là một phần thay vì tất cả các phương án thực hiện sáng chế. Tất cả các phương án thực hiện thu được bởi người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực dựa trên các phương án thực hiện sáng chế mà không cần nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Nên hiểu rằng, BS theo sáng chế có thể là, nhưng không bị giới hạn ở, nút B (NodeB), BS, điểm truy nhập (Access Point, AP), điểm truyền (Transmission Point, TP), nút B tiến hóa (Evolved NodeB, eNB), hoặc trạm chuyển tiếp (Relay). UE theo sáng chế có thể là, nhưng không bị giới hạn ở, trạm di động (Mobile Station, MS), trạm chuyển tiếp, điện thoại di động, máy cầm tay, thiết bị mạng di động, hoặc trạm di động hoặc không di động.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế, và liên quan đến phương pháp phản hồi PMI. Phương pháp cụ thể gồm các bước sau.

Bước 101. UE tiếp nhận tín hiệu tham chiếu.

Bước 102. UE xác định rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu là 16.

Bước 103. UE xác định ma trận tiền mã hóa từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi PM W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2.

Để dễ mô tả và minh họa, mối quan hệ thỏa mãn: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, được gọi chung là mối quan hệ thứ nhất theo phương án thực hiện sáng chế.

Bước 104. UE gửi PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa đến BS.

Theo các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.1, trong cấu hình của 16 cổng anten, sau khi thực hiện đo lường theo tín hiệu tham chiếu để thu thập

kết quả đo lường, UE xác định, từ chỉ một tập từ điển mã, PM thứ nhất có chiều tương ứng là 2 và PM thứ hai có chiều là 8, nhờ đó giảm tải nguyên lưu trữ và các tài nguyên cấu hình giao diện không gian.

Fig.2 là lưu đồ của phương pháp truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế, và liên quan đến phương pháp phản hồi PMI. Phương pháp cụ thể gồm các bước sau.

Bước 201. UE tiếp nhận tín hiệu tham chiếu.

Bước 202. UE xác định rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu là 16.

Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn phương pháp cụ thể để xác định, bởi UE, rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu là 16. Phương pháp có thể được tiên cấu hình bởi UE, hoặc có thể được xác định bởi phương tiện đo lường. Theo phương án thực hiện, UE có thể xác định số lượng cổng anten theo tín hiệu tham chiếu. Quá trình xác định này có thể là phương pháp xác định ngầm. Chẳng hạn, nếu UE tiếp nhận chỉ 16 tín hiệu tham chiếu, UE có thể xác định rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu là 16. Theo phương án thực hiện khác, số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu không thể được xác định bởi UE bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu, nhưng được tạo cấu hình bằng cách sử dụng một số báo hiệu, hoặc được tiên lưu trữ trong UE nhờ thiết lập trước hoặc theo cách khác. Ngoài ra, trong trường hợp này, bước 202 có thể được thực hiện trước bước 201 hoặc bước 202 và bước 201 có thể được thực hiện cùng lúc.

Bước 203. UE xác định PM từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi PM W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2.

Theo phương án thực hiện, UE xác định ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai từ tập PM. UE xác định ma trận phụ tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Nên hiểu rằng, tập PM ở đây có thể còn là tích hợp của nhiều tập, hoặc tập từ điển mã tiền mã hóa thỏa mãn điều kiện được xác định từ tập.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM được xác định W là tích số Kronecker của PM thứ nhất W_1 và PM thứ hai W_2 :

$$W = W_1 \otimes W_2.$$

Theo đặc tính cụ thể của tích số Kronecker, nếu W_1 là ma trận của m_1 hàng và m_2 cột, và W_2 là ma trận của n_1 hàng và n_2 cột, ma trận được xác định cuối cùng W là ma trận của $m_1 \times n_1$ hàng và $m_2 \times n_2$ cột. Trong ngữ cảnh 3D MIMO với 16 cổng anten, chiều của W nên bằng 16, sao cho BS tiền mã hóa tín hiệu cần được truyền, và ở phía UE, thực hiện giải tiền mã hóa. Do vậy, giá trị của $m_1 \times n_1$ hoặc $m_2 \times n_2$ nên bằng 16. Số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8. Theo cách khác, số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8, và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2. Nên hiểu rằng, sáng chế bảo hộ tất cả các loại

biến thể của trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2$, chẳng hạn, các trường hợp

trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1 \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1^T \otimes W_2$. Đối với

trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$, như nêu trên, các chiều của cột của hai ma trận lần lượt là 2 và 8, hoặc các chiều của hàng lần lượt là 2 và 8. Một trong các chiều của PM cuối cùng được xác định W nên bằng 16. Theo cách này, W hoặc chuyển vị của W có thể được sử dụng để thực hiện tiền mã hóa hoặc giải

tiền mã hóa trên tín hiệu. Đối với các trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2^T$ và

$W = W_1^T \otimes W_2$, số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8; hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 8 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn theo cách

sao cho bước hoạt động khác được thêm vào sau khi W được xác định và trước tiền mã hóa hoặc giải mã của tiền mã hóa được thực hiện trên ma trận. Chẳng hạn, các vector có độ dài 16 được lựa chọn từ W , để tạo ma trận khác W' , và sau đó W' được sử dụng để giải tiền mã hóa. Nên hiểu rằng, các biến thể công thức có thể đại diện các ý tưởng của sáng chế đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Nên hiểu rằng, PM nên là khoảng lựa chọn cuối cùng. Tức là, nếu tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V không thỏa mãn mỗi quan hệ: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, nhưng trong quá trình xác định cuối cùng PM, V được loại trừ bằng cách sử dụng điều kiện khác bất kỳ, PM không thể là phần tử cuối cùng của $\{W\}_A$. Do vậy, đối với tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V , nếu được xác định rằng, thông qua việc sàng lọc bằng cách sử dụng điều kiện, chỉ một trong số hàng hoặc số cột của $\{W\}_A$ là 8 hoặc 2, $\{W\}_A$ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Chẳng hạn, tập $\{W\}_B$ gồm phần tử V_1 , và số hàng hoặc số cột của V_1 không bằng 2 hoặc 8. Nếu không thể xác định được rằng V_1 là W_1 hoặc W_2 trong trường hợp bất kỳ, $\{W\}_B$ không phải là PM, nhưng $\{W\}_{B'}$ là PM. Phần tử bất kỳ trong $\{W\}_{B'}$ có thể được xác định, nhờ đo lường, làm W_1 hoặc W_2 . Điều này cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Theo phương án thực hiện khác nữa, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Một ma trận tiền mã hóa có thể gồm hai ma trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, hai ma trận phụ này có thể là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Ngoài ra, ma trận tiền mã hóa có thể được tạo theo kiểu phép nhân, hoặc theo cách tương ứng với mô hình PM cổng anten của ma trận tiền mã hóa, chẳng hạn, dưới dạng tích số Kronecker. Ma trận phụ tiền mã hóa có thể có các ý nghĩa vật lý khác nhau. Các kích thước của các từ điển mã có các chiều khác nhau có thể được xác định theo các ý nghĩa vật lý của ma

trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, đối với 3D MIMO, mỗi PM có thể tương ứng với hai hướng bố trí của các cổng Anten, trong đó chiều bất kỳ có thể tương ứng với một ma trận phụ tiền mã hóa. Trong ngữ cảnh có 16 cổng Anten, các cổng Anten có thể được tạo cấu hình theo các cách khác nhau theo các hướng khác nhau. Nói theo cách khác, đối với các cách bố trí khác nhau, mỗi cách thức cấu hình có thể được xem là cấu hình. Fig.2a, Fig.2b, Fig.2c, và Fig.2d thể hiện các cách cấu hình cơ bản 16 cổng Anten. Trên Fig.2a, hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai. Trên Fig.2b, bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai. Trên Fig.2c, tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai. Trên Fig.2d, 16 cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Tức là, 16 cổng Anten được tạo cấu hình theo một trong các cách sau:

hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, ma trận phụ tiền mã hóa có thể được xác định bằng cách sử dụng PM theo hướng thứ nhất và PM theo hướng thứ hai. PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng cấu hình cổng Anten thứ nhất. PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng cấu hình cổng Anten thứ hai. Hướng cấu hình cổng Anten thứ nhất và hướng cấu hình cổng Anten thứ hai có thể là các hướng cấu hình thực vật lý. Theo cách khác, trong cổng Anten lưỡng cực 45° , góc có thể được xem là một trong hướng cấu hình nằm ngang hoặc theo phương thẳng đứng, và góc còn lại được xem là hướng còn lại trong hướng cấu hình nằm ngang hoặc thẳng đứng. PM thứ nhất và PM thứ hai có thể là các PM

riêng rẽ theo các hướng khác nhau. Chẳng hạn, PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng thứ nhất, và PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng thứ hai.

Nói chung, có bốn cấu hình cổng anten khác nhau cho 16 cổng anten. Tuy nhiên, các PM thứ nhất hoặc các PM thứ hai có chiều tương tự có thể được xác định cho bốn cấu hình theo hướng cấu hình cổng anten.

Theo phương án thực hiện, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang. Theo cách thức phân chia cho phương thẳng đứng và phương nằm ngang, việc lựa chọn có đích hơn có thể được thực hiện để cấu hình cổng anten theo phân tán người dùng trong ngữ cảnh toàn nhà cao tầng thực hoặc ngữ cảnh đồng bằng. Chẳng hạn, nếu có tương đối nhiều người dùng hơn theo phương thẳng đứng, nhiều cổng anten hơn theo phương thẳng đứng có thể được tạo cấu hình.

Theo phương án thực hiện, mô hình ma trận $W = W_1 \otimes W_2$ theo sáng chế có thể còn được phân rã. Tức là, PM thỏa mãn:

$$W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2$$

$W_1 = W_3 \otimes W_4$, trong đó $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng bằng 2 và W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột là 2 và W_2 là ma trận có số lượng cột là 8. Rõ ràng là, các chiều của $W_3 \times W_4$ và W_2 ở đây có thể còn được trao đổi. Chẳng hạn, $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng là 8 và W_2 là ma trận có số hàng là 2, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột là 8 và W_2 là ma trận có số lượng cột là 2. Tức là, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư, và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu. W_3 và W_4 có thể là hai ma trận phụ tạo ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, hoặc W_4 có thể được xem là ma trận có trọng số của W_3 . Cách thức đánh trọng số cụ thể có thể tương tự cách thức xác

định phi 3D MIMO. Chẳng hạn, W_3 có thể được sử dụng làm ma trận đặc tính băng rộng dài hạn, đại diện đặc tính băng rộng dài hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. W_4 có thể được sử dụng làm ma trận có đặc tính băng hẹp ngắn hạn, đại diện dấu hiệu băng hẹp ngắn hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. Nên hiểu rằng, do một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2, và một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8, khi một chiều của W_2 bằng 8 hoặc 2, tích số của W_3 và W_4 nên có chiều là giá trị còn lại của 8 hoặc 2. Ngoài ra, sáng chế bảo hộ cách thức triển khai khác tương tự với nó, chẳng hạn:

ở dạng mà $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$,

trong đó $W_2 = W_5 \otimes W_6$, hoặc

ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, và

khi ít nhất một trong ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể được chỉ báo ở dạng tích của hai ma trận khác, có thể có nhiều hơn hai PMI cần được phản hồi. Chẳng hạn, đối với dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2$,

PMI của W_3 , PMI của W_4 , và PMI của W_2 có thể được phản hồi. Một số trường hợp ở dạng được thể hiện bằng cách sử dụng các ví dụ sau: W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, và số hàng của W_3 bằng 2; hoặc số cột của W_2 bằng 8, và số cột của W_4 bằng 2; hoặc W_2 là ma trận có số hàng bằng 2, và số hàng của W_3 bằng 8; hoặc số cột của W_2 bằng 2, và số cột của W_4 bằng 8.

Nên hiểu rằng, dạng này còn có thể áp dụng được cho $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$: số hàng của W_1 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_1 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_1 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_1 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Một cách tương tự, ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, số hàng của W_3 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_4 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_3 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_4 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Nên hiểu rằng, theo phương án thực hiện sáng chế, PM thứ nhất có chiều tương ứng bằng 2 và PM thứ hai có chiều bằng 8 được xác định từ chỉ một tập từ điển mã. Theo cách khác, có thể có hai tập từ điển mã, trong một tập từ điển mã, các chiều đều bằng 2, và trong tập từ điển mã còn lại, các chiều đều bằng 8. Theo cách khác, có nhiều tập từ điển mã, và trong nhiều tập từ điển mã, các phần tử đều là các phần tử bằng 2 hoặc 8, nhưng cuối cùng được xác định rằng chiều của PM thứ nhất bằng 2 và chiều của PM thứ hai bằng 8. Xem xét trường hợp đặc biệt, nếu các ma trận trong tập từ điển mã gồm các từ điển mã của các chiều khác, các từ điển mã này không nên nằm trong khoảng xác định cuối cùng. Một cách tùy chọn, các phần tử trong một tập từ điển mã được đặt cùng nhau để thu thập PM thứ nhất hoặc PM thứ hai, nhưng cuối cùng xác định được rằng các chiều của PM thứ nhất và PM thứ hai tạo ma trận tiền mã hóa lần lượt bằng 2 và 8.

Bước 204. UE gửi PMI tương ứng với PM đến BS. PMI được sử dụng để chỉ báo PM.

Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn cách thức phản hồi PMI. PMI có thể là trường trong đoạn báo hiệu, hoặc có thể là đoạn báo hiệu. Theo phương án thực hiện, trong trường hợp trong đó nhiều PM cần được chỉ báo, có thể có nhiều PMI. Theo cách khác, có thể có một PMI, nhưng các phần khác của PMI chỉ báo các PM khác nhau. Chẳng hạn, ở PMI của tám bit, ba bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ nhất, và năm bit cuối được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ hai. Nên hiểu rằng, theo các phương án thực hiện sáng chế, liên quan đến PMI tương ứng với ma trận, ma trận có thể tương ứng với một trường của PMI, hoặc ma trận có thể tương ứng với một PMI.

Một cách tùy chọn, UE xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . UE xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . UE gửi PMI của W_1 và PMI của W_2 đến BS. Trong trường hợp trong đó các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO với 16 cổng anten, các cổng anten có thể được mở rộng theo các hướng khác nhau do các cách thức cấu hình khác nhau của các cổng anten. Theo phương án thực hiện, các cách thức đếm cổng anten khác nhau được xác định trong các cấu hình khác nhau, sao cho trong tất cả các cấu hình khác nhau, ma trận có chiều bằng 8 và ma trận có chiều bằng 2 được xác định trong từ điển mã tiền mã hóa, và giá trị của PMI được phản hồi để chỉ báo ma trận tiền mã hóa, nhờ đó đạt được hiệu quả giảm báo hiệu cấu hình và tiết kiệm tài nguyên giao diện không gian.

Do theo phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp 16 cổng anten, ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 và ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 trong từ điển mã được sử dụng, bên cạnh hiệu quả đếm có thể đạt được theo các phương án thực hiện nêu trên, số lượng ma trận phụ tiền mã hóa trong từ điển mã có thể còn được tăng bằng cách sử dụng các tài nguyên được lưu trữ, nhờ đó thỏa mãn chính xác hơn yêu cầu chính xác của PM.

Phần sau mô tả phương án thực hiện khác nữa của sáng chế, trong đó trong trường hợp trong đó các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Fig.3 thể hiện phương pháp phản hồi PMI. Nên hiểu rằng, phương án thực hiện có thể được áp dụng cho các phương án thực hiện khác của sáng chế. Chẳng hạn, phương án thực hiện có thể được sử dụng làm cách triển khai cụ thể hơn của bước 105 hoặc bước 205, hoặc có thể được triển khai dưới dạng một phương án thực hiện.

Bước 301. UE xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Theo phương án thực hiện, quá trình xác định có thể là quá trình tiếp nhận báo hiệu hoặc lệnh, hoặc quá trình xác định theo tín hiệu tham chiếu, hoặc quá trình thiết lập trước, hoặc quá trình xác định theo một số đặc tính khác.

Bước 302. UE xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Bước 301 và bước 302 có thể được thực hiện theo các ví dụ sau.

UE xác định các số lượng bit tương ứng với các PMI trong ma trận tiền mã hóa cần được phản hồi. UE xác định, theo PM, các PMI được phản hồi.

Chẳng hạn, từ điển mã gồm nhiều ma trận phụ tiền mã hóa, trong đó chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa bằng 2, và chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa khác bằng 8. Một số ma trận phụ có chiều bằng 2 được sử dụng làm ví dụ.

Giá trị (ba bit) của PMI	Giá trị (hai bit) của PMI	PM tương ứng (vector)
000	00	A1
001	-	A2
010	01	A3
011	-	A4
100	10	A5
101	-	A6
110	11	A7
111	-	A8

Nếu có tám ma trận (A1 đến A8) có các chiều bằng 2 trong tập từ điển mã, khi UE xác định rằng tổng cộng tám bit trong ma trận tiền mã hóa có thể được sử dụng, và ba bit của tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, chỉ báo rằng đủ bit được phân phối cho UE, hoặc UE xác định rằng UE có đủ bit, để chọn, từ tám từ điển mã từ A1 đến A8, ma trận phụ tiền mã hóa (trong đó ma trận phụ tiền mã hóa có thể tương ứng với ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất theo các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2) tương ứng với kết quả đo lường. Tuy nhiên, khi UE xác định rằng tổng cộng tám bit trong PM có thể được sử dụng, và chỉ hai bit trong tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, UE có thể chỉ báo chỉ một trong bốn ma trận dự phòng. Trong trường hợp này, phản hồi có thể được thực hiện theo luật định trước, chẳng hạn, xác định được rằng 00, 01, 10, và 11 lần lượt tương ứng với A1, A3, A5, và A7. Theo cách này, độ chính xác bị ảnh hưởng, nhưng các tài nguyên bit giao diện không gian được tiết kiệm. Trong một số trường hợp, chẳng hạn, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 cần chỉ báo

tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Một cách tương tự, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Hiện tại, do phân tán của các UE khác nhau trong các ngữ cảnh khác nhau, chẳng hạn, trong ngữ cảnh toàn nhà cao tầng, có tương đối nhiều người dùng hơn được phân tán theo chiều thẳng đứng, trong quá trình đo lường và phản hồi PMI, nếu nhiều PM hơn chính xác hơn có thể được bố trí, PM được xác định có thể phản ánh chính xác hơn đặc tính kênh, nhờ đó đạt được mục đích cải thiện cường độ tín hiệu. Do vậy, nhiều bit hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Trong ngữ cảnh đồng bằng rộng, nhiều giá trị bit chiều hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của PM có chiều bằng 8. Nên hiểu rằng, thứ tự của bước 301 và bước 302 có thể bị đảo ngược. Trước hết UE có thể xác định các PMI cần được phản hồi, và sau đó điều chỉnh độ chính xác sau khi xác định các số lượng bit của các PMI được phản hồi. Chẳng hạn, xác định được rằng PMI cần được phản hồi là 001, nhưng độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng này thấp hơn độ chính xác của ma trận phụ theo hướng khác. Có thể xác định rằng, theo luật định trước, 00 cần được phản hồi dưới dạng PMI theo hướng này, và A1 được sử dụng làm PM theo hướng này, trong đó A1 và A2 nên phản ánh tương đối xấp xỉ các đặc tính kênh. Ngoài ra, số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 có thể là các số lượng bit của các PMI của W_1 và W_2 . Nếu W_1 và W_2 ở các trường khác nhau của cùng PMI, số lượng bit này đề cập đến trường hợp phân phối bit trong trường đến W_1 và W_2 . Khi nhiều hơn hai ma trận cần được chỉ báo bởi các PMI, chẳng hạn, theo phương án thực hiện khác, nếu có thể còn xác định được rằng W_1 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, hoặc có thể còn xác định được rằng W_2 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, UE có thể xác định số lượng bit bị chiếm bởi các

PMI tương ứng với nhiều ma trận.

Nên hiểu rằng, theo sáng chế, số lượng bit bằng 8 và bảng tương ứng chỉ là ví dụ. Sáng chế còn yêu cầu bảo hộ phản hồi của các số lượng bit khác nhau và giải pháp kỹ thuật điều chỉnh theo các số lượng bit gồm dạng bảng và loại khác, chẳng hạn, loại ánh xạ hoặc loại công thức của cách thức xác định PMI.

Một cách tùy chọn, việc xác định, bởi UE, các số lượng bit tương ứng với các PMI trong PM cần được phản hồi cụ thể gồm: tiếp nhận thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi; hoặc

xác định, bởi UE theo phép đo, các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi, trong đó theo phương án thực hiện, UE gửi, đến BS, các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi, và gửi các số lượng bit tương ứng với các PMI đến BS.

Một cách tùy chọn, UE có thể còn nhận đoạn thông tin ngữ cảnh. Thông tin ngữ cảnh được sử dụng để chỉ báo các cấu hình, theo các hướng khác nhau, của UE tương ứng với truyền thông hiện tại giữa UE và BS. Ở đây, các hướng khác nhau có thể là hướng thứ nhất và hướng thứ hai, và có thể lần lượt cụ thể là phương nằm ngang và phương thẳng đứng.

Bước 303. Gửi PMI của W_1 và PMI của W_2 đến BS.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.3, UE xác định các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi, và xác định các PMI được phản hồi theo PM và các số lượng bit tương ứng với các PMI. Giải pháp kỹ thuật theo phương án thực hiện sáng chế có thể điều chỉnh linh hoạt các độ chi tiết của các bit được phản hồi của các PMI, sao cho trên cùng các tài nguyên phản hồi, mức độ chính xác chùm theo hướng được thiết lập linh hoạt, nhờ đó đạt mục đích thỏa mãn các yêu cầu của các ngữ cảnh khác nhau.

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế, và liên quan đến phương pháp phản hồi PMI. Phương pháp cụ thể gồm các bước sau.

Bước 401. BS gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten.

Bước 402. BS tiếp nhận PMI được phản hồi bởi UE.

Bước 403. BS xác định ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2.

Bước 404. BS gửi dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.4, trong cấu hình của 16 cổng anten, sau khi thực hiện đo lường bằng cách gửi tín hiệu tham chiếu, để có kết quả đo lường, BS xác định, từ chỉ một tập từ điển mã, PM thứ nhất có chiều tương ứng là 2 và PM thứ hai có chiều là 8, nhờ đó giảm tài nguyên lưu trữ và các tài nguyên cấu hình giao diện không gian.

Fig.5 là lưu đồ của phương pháp truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế, và liên quan đến phương pháp phản hồi PMI. Phương pháp cụ thể gồm các bước sau.

Bước 501. BS gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten.

Theo phương án thực hiện, trước bước 501, BS trước hết có thể xác định sử dụng ngữ cảnh có 16 cổng anten.

Theo phương án thực hiện khác, BS còn chỉ báo, cho UE, rằng số lượng cổng anten là 16. Đối với quá trình chỉ báo này, chỉ báo có thể được thực hiện trực tiếp bằng cách sử dụng đoạn báo hiệu, hoặc chỉ báo cho UE có thể được thực hiện trong quá trình gửi tín hiệu tham chiếu ở bước 501, hoặc chỉ báo có thể được thực hiện trong quá trình tạo cấu hình UE trước bước 501.

Bước 502. BS tiếp nhận PMI được phản hồi bởi UE.

Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn cách thức phản hồi PMI. PMI có thể là trường trong đoạn báo hiệu, hoặc có thể là đoạn báo hiệu. Theo phương

án thực hiện, nếu nhiều ma trận phụ tiền mã hóa cần được chỉ báo, có thể có nhiều PMI. Theo cách khác, có thể có một PMI, nhưng các phần khác của PMI chỉ báo các ma trận phụ tiền mã hóa khác nhau. Các ma trận phụ tiền mã hóa này tạo ma trận tiền mã hóa theo luật định trước. Luật định trước có thể ở dạng tích số hoặc tích số Kronecker. Chẳng hạn, trong PMI có tám bit, ba bit đầu được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ nhất, và năm bit cuối được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ hai. PM thứ nhất và PM thứ hai đều là các ma trận phụ tiền mã hóa. Nên hiểu rằng, theo các phương án thực hiện sáng chế, liên quan đến PMI tương ứng với ma trận, ma trận có thể tương ứng với một trường của PMI, hoặc ma trận có thể tương ứng với một PMI.

Một cách tùy chọn, trước khi BS tiếp nhận PMI được phản hồi bởi UE, BS xác định số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 . BS tiếp nhận, theo số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , ít nhất hai PMI được phản hồi bởi UE. Bước này có thể còn được thực hiện trước khi BS gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 công anten.

Nếu các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Bước 503. BS xác định PM tương ứng với PMI từ tập PM tương ứng với 16 công anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2.

Bước 504. BS gửi dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng PM.

Chẳng hạn, số lượng PMI ít nhất bằng 2. Việc xác định, bởi BS, ma trận tiền mã hóa tương ứng với ít nhất hai PMI từ tập PM tương ứng với 16 công anten gồm: xác định, bởi BS, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ

tiền mã hóa thứ hai theo PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai; và xác định, bởi BS, PM theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Nên hiểu rằng, tập PM ở đây có thể còn là tích hợp của nhiều tập, hoặc tập từ điển mã tiền mã hóa thỏa mãn điều kiện được xác định từ một tập.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM được xác định W là tích số Kronecker của PM thứ nhất W_1 và PM thứ hai W_2 :

$$W = W_1 \otimes W_2.$$

Theo thuộc tính cụ thể của tích số Kronecker, nếu W_1 là ma trận của m_1 hàng và m_2 cột, và W_2 là ma trận của n_1 hàng và n_2 cột, ma trận được xác định cuối cùng W là ma trận có $m_1 \times n_1$ hàng và $m_2 \times n_2$ cột. Trong ngữ cảnh 3D MIMO với 16 cổng anten, chiều của W nên bằng 16, sao cho BS tiền mã hóa tín hiệu cần được truyền, và ở phía UE, thực hiện giải tiền mã hóa. Theo các phương án thực hiện sáng chế, giải tiền mã hóa ở đây có thể còn được gọi là giải mã của tiền mã hóa. Do vậy, giá trị của $m_1 \times n_1$ hoặc $m_2 \times n_2$ nên bằng 16. Số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8. Theo cách khác, số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8, và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế yêu cầu bảo hộ tất cả các loại biết thể của trường hợp trong

đó $W = W_1 \otimes W_2$ hoặc trường hợp trong đó $W = W_2 \otimes W_1$, chẳng hạn, các

trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1 \otimes W_2^T$ hoặc

$W = W_1^T \otimes W_2$. Đối với trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$, như nêu trên,

các chiều của cột của hai ma trận lần lượt là 2 và 8, hoặc các chiều của hàng lần lượt là 2 và 8. Một trong các chiều của PM được xác định cuối cùng W nên bằng 16. Theo cách này, W hoặc chuyển vị của W có thể được sử dụng để thực

hiện tiền mã hóa trên tín hiệu. Đối với các trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2^T$

và $W = W_1^T \otimes W_2$, số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8; hoặc số cột của ma

trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 8 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn theo cách thức sao cho bước hoạt động khác được thêm vào sau khi W được xác định và trước khi thực hiện tiền mã hóa trên ma trận. Chẳng hạn, các vector có độ dài 16 được lựa chọn từ W , để tạo ma trận khác W' , và sau đó W' được sử dụng để tiền mã hóa. Nên hiểu rằng, các biến thể công thức có thể đại diện các ý tưởng của sáng chế đề nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Nên hiểu rằng, tập PM nên là khoảng lựa chọn cuối cùng. Tức là, nếu tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V không thỏa mãn mối quan hệ: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, nhưng trong quá trình xác định cuối cùng PM, V bị loại trừ bằng cách sử dụng điều kiện khác bất kỳ, tập PM không thể là phần tử cuối cùng của $\{W\}_A$. Do vậy, đối với tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V , nếu xác định được rằng, thông qua sàng lọc bằng cách sử dụng điều kiện, rằng chỉ một trong số hàng hoặc số cột của $\{W\}_A$ bằng 8 hoặc 2, $\{W\}_A$ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Chẳng hạn, tập $\{W\}_B$ gồm phần tử V_1 , và số hàng hoặc số cột của V_1 không bằng 2 hoặc 8. Nếu không thể xác định rằng V_1 là W_1 hoặc W_2 ở trường hợp bất kỳ, $\{W\}_B$ không phải là PM, nhưng $\{W\}_{B'}$ là PM. Phần tử bất kỳ trong $\{W\}_{B'}$ có thể được xác định, nhờ đo lường, như là W_1 hoặc W_2 . Điều này cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Theo phương án thực hiện khác nữa, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Một PM có thể gồm hai ma trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, hai ma trận phụ có thể là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Ngoài ra, ma trận tiền mã hóa có thể được tạo theo cách thức tích số, hoặc theo cách thức tương ứng với mô hình PM cổng anten của ma trận tiền mã hóa, chẳng hạn, ở dạng tích số Kronecker. Ma trận phụ tiền mã hóa có thể có các ý nghĩa vật lý khác nhau. Các kích thước của các từ điển mã có các chiều khác

nhau có thể được xác định theo các ý nghĩa vật lý của ma trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, đối với 3D MIMO, mỗi ma trận phụ tiền mã hóa có thể tương ứng với hai hướng bố trí của các cổng Anten, trong đó mỗi hướng có thể tương ứng với một ma trận phụ tiền mã hóa. Trong ngữ cảnh có 16 cổng Anten, các cổng Anten có thể được tạo cấu hình theo các cách khác nhau theo các hướng khác nhau. Nói cách khác, đối với các cách bố trí khác nhau, mỗi cách thức cấu hình có thể được xem là cấu hình. Dựa vào các cách thức cơ bản tạo cấu hình 16 cổng Anten được thể hiện trên Fig.2a, Fig.2b, Fig.2c, và Fig.2d. Mô tả chi tiết được thực hiện theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.2, và các mô tả không bị lặp lại thêm ở đây.

Tức là, 16 cổng Anten được tạo cấu hình theo một trong các cách sau:

hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM có thể được xác định bằng cách sử dụng PM theo hướng thứ nhất và PM theo hướng thứ hai. Ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng cấu hình cổng Anten thứ nhất. PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng cấu hình cổng Anten thứ hai. Hướng cấu hình cổng Anten thứ nhất và hướng cấu hình cổng Anten thứ hai có thể là các hướng cấu hình thực vật lý. Theo cách khác, trong cổng Anten lưỡng cực 45° , góc có thể được xem là một trong hướng cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang, và góc còn lại được xem là hướng còn lại trong hướng cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang. PM thứ nhất và PM thứ hai có thể là các PM riêng rẽ theo các hướng khác nhau. Chẳng hạn, PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng thứ nhất, và PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng thứ hai.

Nói chung, có bốn cấu hình cổng Anten khác nhau cho 16 cổng Anten. Tuy

nhiên, các PM thứ nhất hoặc các PM thứ hai có chiều tương tự có thể được xác định cho bốn cấu hình theo hướng cấu hình cổng anten.

Theo phương án thực hiện, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang. Theo cách thức phân chia cho phương thẳng đứng và phương nằm ngang, việc lựa chọn có đích hơn có thể được thực hiện đối với cấu hình cổng anten theo phân tán người dùng trong ngữ cảnh tòa nhà cao tầng thực hoặc đồng bằng. Chẳng hạn, nếu có tương đối nhiều người dùng hơn theo phương thẳng đứng, nhiều cổng anten hơn theo phương thẳng đứng có thể được tạo cấu hình.

Theo phương án thực hiện, mô hình ma trận $W = W_1 \otimes W_2$ được mô tả theo sáng chế có thể còn được phân giải. Tức là, ma trận tiền mã hóa thỏa mãn:

$$W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2$$

$W_1 = W_3 \otimes W_4$, trong đó $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng là 2 và W_2 là ma trận có số hàng là 8, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột là 2 và W_2 là ma trận có số lượng cột là 8. Rõ ràng là, các chiều của $W_3 \times W_4$ và W_2 ở đây có thể còn được trao đổi. Chẳng hạn, $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng là 8 và W_2 là ma trận có số hàng là 2, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột là 8 và W_2 là ma trận có số lượng cột là 2. Tức là, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư, và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu. W_3 và W_4 có thể là hai ma trận phụ tạo PM theo hướng thứ nhất, hoặc W_4 có thể được xem là ma trận có trọng số của W_3 . Cách thức đánh trọng số cụ thể có thể giống cách thức xác định phi 3D MIMO. Chẳng hạn, W_3 có thể được sử dụng làm ma trận có đặc tính băng rộng dài hạn, đại diện đặc tính băng rộng dài hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. W_4 có thể được sử dụng làm ma trận đặc tính băng hẹp ngắn hạn, đại diện đặc tính băng hẹp ngắn hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. Nên hiểu rằng, do một

chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2, và một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8, khi chiều của W_2 bằng 8 hoặc 2, tích của W_3 và W_4 nên có chiều bằng giá trị còn lại 8 hoặc 2. Ngoài ra, sáng chế yêu cầu bảo hộ cách thức triển khai còn lại tương tự cách thức này, chẳng hạn:

ở dạng mà $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$,

trong đó $W_2 = W_5 \otimes W_6$, hoặc

ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, và

khi ít nhất một trong ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể được chỉ báo ở dạng tích của hai ma trận khác, có thể có nhiều hơn hai PMI cần được phản hồi. Chẳng hạn, đối với dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2$,

PMI của W_3 , PMI của W_4 , và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE có thể được nhận. Một số trường hợp ở dạng này được thể hiện bằng cách sử dụng các ví dụ sau: W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, và số hàng của W_3 bằng 2; hoặc số cột của W_2 bằng 8, và số cột của W_4 bằng 2; hoặc W_2 là ma trận có số hàng bằng 2, và số hàng của W_3 bằng 8; hoặc số cột của W_2 bằng 2, và số cột của W_4 bằng 8.

Nên hiểu rằng, dạng này còn có thể áp dụng cho $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$: số hàng của W_1 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_1 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_1 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_1 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Một cách tương tự, ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, số hàng của W_3 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_4 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_3 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_4 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Nên hiểu rằng, theo phương án thực hiện sáng chế, PM thứ nhất có chiều tương ứng bằng 2 và PM thứ hai có chiều bằng 8 được xác định từ chỉ một tập từ điển mã. Theo cách khác, có thể có hai tập từ điển mã, trong một tập từ điển

mã, các chiều đều bằng 2, và trong tập từ điển mã còn lại, các chiều đều bằng 8. Theo cách khác, có nhiều tập từ điển mã, và trong nhiều tập từ điển mã, các phần tử đều là các phần tử bằng 2 hoặc 8, nhưng cuối cùng xác định rằng chiều của PM thứ nhất bằng 2 và chiều của PM thứ hai bằng 8. Xem xét trường hợp đặc biệt, nếu các ma trận trong tập từ điển mã gồm các từ điển mã của các chiều khác, các từ điển mã này sẽ không nằm trong khoảng xác định cuối cùng. Một cách tùy chọn, các phần tử trong một tập từ điển mã được đặt cùng nhau để có PM thứ nhất hoặc PM thứ hai, nhưng cuối cùng xác định rằng các chiều của PM thứ nhất và PM thứ hai tạo PM lần lượt bằng 2 và 8.

Do theo phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp 16 cổng anten, ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 và ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 trong từ điển mã được sử dụng, bên cạnh hiệu quả đếm đạt được theo các phương án thực hiện nêu trên, số lượng ma trận phụ tiền mã hóa trong từ điển mã có thể còn được tăng bằng cách sử dụng các tài nguyên bị giảm, nhờ đó thỏa mãn chính xác hơn yêu cầu độ chính xác của PM.

Phần sau mô tả phương án thực hiện khác nữa của sáng chế, trong đó nếu các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Fig.6 thể hiện phương pháp xác định PM. Nên hiểu rằng, phương án thực hiện có thể được áp dụng cho các phương án thực hiện khác của sáng chế. Chẳng hạn, phương án thực hiện có thể được sử dụng làm cách triển khai cụ thể hơn của bước 405 hoặc bước 505, hoặc có thể được triển khai dưới dạng một phương án thực hiện.

Bước 601. BS xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Theo phương án thực hiện, quá trình xác định có thể là quá trình tiếp nhận báo hiệu hoặc lệnh của thiết bị mạng khác, chẳng hạn, phần tử mạng của CN (core network, mạng lõi), hoặc BS khác, hoặc quá trình xác định theo đặc tính kênh, hoặc quá trình thiết lập trước, hoặc quá trình xác định theo một số đặc tính khác.

Bước 602. BS tiếp nhận, theo số lượng bit của PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

Bước 601 và bước 602 có thể được thực hiện theo các ví dụ sau.

BS xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . BS tiếp nhận, theo số lượng bit của PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , ít nhất hai PMI được phản hồi bởi UE.

Chẳng hạn, từ điển mã gồm nhiều ma trận phụ tiền mã hóa, trong đó chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa bằng 2, và chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa khác bằng 8. Một số ma trận phụ có chiều bằng 2 được sử dụng làm ví dụ.

Giá trị (ba bit) của PMI	Giá trị (hai bit) của PMI	PM tương ứng (vector)
000	00	A1
001	-	A2
010	01	A3
011	-	A4
100	10	A5
101	-	A6
110	11	A7
111	-	A8

Nếu có tám ma trận (A1 đến A8) có các chiều bằng 2 trong tập từ điển mã, khi BS xác định rằng tổng cộng tám bit trong ma trận tiền mã hóa có thể được sử dụng, và ba bit trong tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, chỉ báo rằng BS phân phối đủ bit đến UE, để chọn, từ tám từ điển mã A1 đến A8, ma trận phụ tiền mã hóa (trong đó ma trận phụ tiền mã hóa có thể tương ứng với ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất theo các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2) tương ứng với kết quả đo lường. Tuy nhiên, khi BS xác định rằng tổng cộng tám bit trong PM có thể được sử dụng, và chỉ hai bit trong tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, sau khi BS thông báo UE, UE có thể xác định chỉ một trong bốn ma trận dự phòng. Trong

trường hợp này, phản hồi có thể được thực hiện theo luật định trước, chẳng hạn, xác định được rằng 00, 01, 10, và 11 lần lượt tương ứng với A1, A3, A5, và A7. Theo cách này, độ chính xác bị ảnh hưởng, nhưng các tài nguyên bit giao diện không gian được giảm. Trong một số trường hợp, chẳng hạn, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Một cách tương tự, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Hiện tại, do phân phối của các UE khác nhau theo các ngữ cảnh khác nhau, chẳng hạn, ở ngữ cảnh tòa nhà cao tầng, có tương đối nhiều người dùng hơn được phân tán theo phương thẳng đứng, trong quá trình đo và phản hồi PMI, nếu nhiều PM hơn chính xác hơn có thể được bố trí, PM được xác định có thể phản ánh chính xác hơn đặc tính kênh, nhờ đó đạt được mục đích cải thiện cường độ tín hiệu. Do vậy, nhiều giá trị bit hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Trong ngữ cảnh đồng bằng rộng, nhiều giá trị bit chiều hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Nên hiểu rằng, nói chung, BS điều chỉnh số lượng bit cho UE. Tuy nhiên, theo cách khác, BS có thể nhận tin nhắn phân phối bit của UE, và UE đàm phán với BS về số lượng bit. Ngoài ra, số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 có thể là các số lượng bit của các PMI của W_1 và W_2 . Nếu W_1 và W_2 ở các trường khác nhau của cùng PMI, số lượng bit này đề cập đến trường hợp phân phối bit trong trường đến W_1 và W_2 . Khi nhiều hơn hai ma trận cần được chỉ báo bởi các PMI, chẳng hạn, theo phương án thực hiện khác, nếu có thể còn xác định được rằng W_1 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, hoặc có thể còn xác định được rằng W_2 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, BS có thể xác định số lượng bit bị chiếm

bởi PMIs tương ứng với nhiều ma trận.

Nên hiểu rằng, theo sáng chế, số lượng bit bằng 8 và bảng tương ứng chỉ là ví dụ. Sáng chế còn yêu cầu bảo hộ phản hồi các số lượng bit khác nhau và giải pháp kỹ thuật điều chỉnh theo các số lượng bit gồm dạng bảng và loại khác, chẳng hạn, loại ánh xạ hoặc loại công thức của cách thức xác định PMI.

Một cách tùy chọn, việc xác định, bởi BS, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 cụ thể gồm: tiếp nhận thông tin chỉ báo bit, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo số lượng bit tương ứng với PMI cần được phản hồi. Tin nhắn chỉ báo có thể từ UE hoặc thiết bị mạng khác. Một cách tùy chọn, BS xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Một cách tùy chọn, bước 603: BS gửi thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Một cách tùy chọn, BS có thể còn xác định đoạn thông tin ngữ cảnh. Thông tin ngữ cảnh được sử dụng để chỉ báo các số lượng bit tương ứng với các PMI, cần lần lượt được phản hồi bởi BS, của W_1 và W_2 , và các cấu hình, theo các hướng khác nhau, tương ứng với truyền thông hiện tại giữa UE và BS. Ở đây, các hướng khác nhau có thể là hướng thứ nhất và hướng thứ hai, và có thể lần lượt cụ thể là phương nằm ngang và phương thẳng đứng.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.6, BS xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 , và tiếp nhận các PMI được phản hồi. Giải pháp kỹ thuật theo phương án thực hiện sáng chế có thể điều chỉnh linh hoạt các độ chi tiết của các bit được phản hồi của các PMI, sao cho trên các tài nguyên phản hồi tương tự, mức độ chính xác chùm theo hướng được thiết lập linh hoạt, nhờ đó đạt được mục đích thỏa mãn các yêu cầu của các ngữ cảnh khác nhau.

Fig.7 là sơ đồ cấu trúc của thiết bị truyền thông theo phương án thực hiện sáng chế, và liên quan đến UE. Thiết bị cụ thể gồm:

khối tiếp nhận 701, được tạo cấu hình để nhận tín hiệu tham chiếu;

khối xác định 702, được tạo cấu hình để: xác định rằng số lượng công

anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu bằng 16, và xác định ma trận tiền mã hóa từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó tín hiệu tham chiếu được tiếp nhận bởi khối tiếp nhận, và mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2; và

khối gửi 703, được tạo cấu hình để gửi PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa đến BS, trong đó ma trận tiền mã hóa được xác định bởi khối xác định.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.7, trong cấu hình của 16 cổng anten, sau khi thực hiện đo lường theo tín hiệu tham chiếu để có kết quả đo lường, UE xác định, từ chỉ một tập từ điển mã, PM thứ nhất có chiều tương ứng bằng 2 và PM thứ hai có chiều bằng 8, nhờ đó giảm tài nguyên lưu trữ và các tài nguyên cấu hình giao diện không gian.

Fig.8 là sơ đồ thiết bị của UE để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế. Phương pháp cụ thể gồm các khối sau.

Khối tiếp nhận 801 được tạo cấu hình để nhận tín hiệu tham chiếu.

Khối xác định 802 được tạo cấu hình để: xác định rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu bằng 16, và xác định PM từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó tín hiệu tham chiếu được tiếp nhận bởi khối tiếp nhận, và mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2.

Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn phương pháp cụ thể để xác định,

bởi khối xác định, số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu bằng 16. Phương pháp có thể được tiền cấu hình bởi UE, hoặc có thể được xác định bởi phương tiện đo lường. Theo phương án thực hiện, khối xác định có thể xác định số lượng cổng anten theo tín hiệu tham chiếu. Quá trình xác định này có thể là phương pháp xác định ngầm. Chẳng hạn, nếu khối tiếp nhận thực hiện tiếp nhận chỉ 16 tín hiệu tham chiếu, khối xác định có thể xác định số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu. Theo phương án thực hiện khác, số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu không thể được xác định bởi khối xác định bằng cách sử dụng tín hiệu tham chiếu, nhưng được tạo cấu hình bằng cách sử dụng một số báo hiệu, hoặc đã được lưu trữ trước trong UE nhờ thiết lập trước hoặc theo cách khác.

Theo phương án thực hiện, khối xác định xác định ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai từ tập PM. Khối xác định xác định ma trận tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Nên hiểu rằng, tập PM ở đây còn có thể là tích hợp của nhiều tập, hoặc tập từ điển mã tiền mã hóa thỏa mãn điều kiện được xác định từ tập.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM được xác định W là tích số Kronecker của PM thứ nhất W_1 và PM thứ hai W_2 :

$$W = W_1 \otimes W_2.$$

Theo thuộc tính cụ thể của tích số Kronecker, nếu W_1 là ma trận của m_1 hàng và m_2 cột, và W_2 là ma trận của n_1 hàng và n_2 cột, ma trận được xác định cuối cùng W là ma trận của $m_1 \times n_1$ hàng và $m_2 \times n_2$ cột. Trong ngữ cảnh 3D MIMO với 16 cổng anten, chiều của W nên bằng 16, sao cho BS tiền mã hóa tín hiệu cần được truyền, và ở phía UE, giải tiền mã hóa được thực hiện. Do vậy, giá trị của $m_1 \times n_1$ hoặc $m_2 \times n_2$ nên bằng 16. Số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8. Theo cách khác, số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8, và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế yêu cầu bảo hộ tất cả các loại biến thể của trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2$, chẳng

hạn, các trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1 \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1^T \otimes W_2$. Đối với trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$, như nêu trên, các chiều của cột của hai ma trận lần lượt bằng 2 và 8, hoặc các chiều của hàng lần lượt bằng 2 và 8. Một trong các chiều của PM được xác định cuối cùng W nên bằng 16. Theo cách này, W hoặc chuyển vị của W có thể được sử dụng để thực hiện tiền mã hóa hoặc giải tiền mã hóa trên tín hiệu. Đối với các trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2^T$ và $W = W_1^T \otimes W_2$, số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8; hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 8 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn theo cách thức sau cho bước hoạt động khác được thêm vào sau khi W được xác định và trước khi tiền mã hóa hoặc giải mã tiền mã hóa được thực hiện trên ma trận. Chẳng hạn, các vector có độ dài 16 được lựa chọn từ W , để tạo ma trận khác W' , và sau đó W' được sử dụng để giải tiền mã hóa. Nên hiểu rằng, các biến thể công thức có thể đại diện các ý tưởng của sáng chế đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Nên hiểu rằng, tập PM sẽ là khoảng lựa chọn cuối cùng. Tức là, nếu tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V không thỏa mãn mọi quan hệ: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, nhưng trong quá trình xác định cuối cùng PM, V bị loại trừ bằng cách sử dụng điều kiện khác bất kỳ, tập PM không thể là phần tử cuối cùng của $\{W\}_A$. Do vậy, đối với tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V , nếu được xác định rằng, thông qua sàng lọc bằng cách sử dụng điều kiện, chỉ một trong số hàng hoặc số cột của $\{W\}_A'$ bằng 8 hoặc 2, $\{W\}_A$ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Chẳng hạn, tập $\{W\}_B$ gồm phần tử V_1 , và số hàng hoặc số cột của V_1 không bằng 2 hoặc 8. Nếu không thể xác định được rằng V_1 là W_1 hoặc W_2 trong trường hợp bất kỳ, $\{W\}_B$ không phải là PM, nhưng $\{W\}_B'$ là PM. Phần tử bất kỳ trong $\{W\}_B'$ có thể được xác định, nhờ đo lường, làm W_1 hoặc W_2 . Điều này cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Theo phương án thực hiện khác nữa, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là

ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Một PM có thể gồm hai ma trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, hai ma trận phụ có thể là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Ngoài ra, ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tạo theo cách thức tích số, hoặc theo cách thức tương ứng với mô hình PM công anten của PM, chẳng hạn, ở dạng tích số Kronecker. Ma trận phụ tiền mã hóa có thể có các ý nghĩa vật lý khác nhau. Các kích thước của các từ điển mã có các chiều khác nhau có thể được xác định theo các ý nghĩa vật lý của ma trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, đối với 3D MIMO, mỗi PM có thể tương ứng với hai hướng bố trí của các công anten, trong đó mỗi hướng có thể tương ứng với một ma trận phụ tiền mã hóa. Trong ngữ cảnh có 16 công anten, các công anten có thể được tạo cấu hình theo các cách khác nhau theo các hướng khác nhau. Nói theo cách khác, đối với các cách bố trí khác nhau, mỗi cách thức cấu hình có thể được xem là cấu hình. Fig.2a, Fig.2b, Fig.2c, và Fig.2d thể hiện các cách cấu hình cơ bản 16 công anten.

Tức là, 16 công anten được tạo cấu hình theo một trong các cách sau:

hai công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một công anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM có thể được xác định bằng cách sử dụng PM theo hướng thứ nhất và PM theo hướng thứ hai. PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng cấu hình công anten thứ nhất. PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng cấu hình công anten thứ hai. Hướng cấu hình công anten

thứ nhất và hướng cấu hình cổng Anten thứ hai có thể là các hướng cấu hình thực vật lý. Theo cách khác, trong cổng Anten lưỡng cực 45° , góc có thể được xem là một trong hướng cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang, và góc còn lại được xem là hướng còn lại của hướng cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang. PM thứ nhất và PM thứ hai có thể là các PM riêng rẽ theo các hướng khác nhau. Chẳng hạn, PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng thứ nhất, và PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng thứ hai.

Nói chung, có bốn cấu hình cổng Anten khác nhau cho 16 cổng Anten. Tuy nhiên, các PM thứ nhất hoặc các PM thứ hai có chiều tương tự có thể được xác định đối với bốn cấu hình theo hướng cấu hình cổng Anten.

Theo phương án thực hiện, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương nằm ngang. Theo cách thức phân chia cho phương thẳng đứng và phương nằm ngang, việc lựa chọn có đích hơn có thể được thực hiện cho cấu hình cổng Anten theo phân tán người dùng trong ngữ cảnh nhà cao tầng thực hoặc ngữ cảnh đồng bằng. Chẳng hạn, nếu có nhiều người dùng hơn theo phương thẳng đứng, nhiều cổng Anten hơn theo phương thẳng đứng có thể được tạo cấu hình.

Theo phương án thực hiện, mô hình ma trận $W = W_1 \otimes W_2$ được mô tả theo sáng chế có thể còn được phân rã. Tức là, PM thỏa mãn:

$$W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2.$$

$W_1 = W_3 \otimes W_4$, trong đó $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng bằng 2 và W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột bằng 2 và W_2 là ma trận có số lượng cột bằng 8. Rõ ràng là, các chiều của $W_3 \times W_4$ và W_2 ở đây có thể còn được trao đổi. Chẳng hạn, $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng bằng 8 và W_2 là ma trận có số hàng bằng 2, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột bằng 8 và W_2 là ma trận có số lượng cột bằng 2. Tức là, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền

mã hóa thứ tư, và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu. W_3 và W_4 có thể là hai ma trận phụ tạo PM theo hướng thứ nhất, hoặc W_4 có thể được xem là ma trận có trọng số của W_3 . Cách thức đánh trọng số cụ thể có thể tương tự cách thức xác định phi 3D MIMO. Chẳng hạn, W_3 có thể được sử dụng làm ma trận có đặc tính băng rộng dài hạn, đại diện đặc tính băng rộng dài hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. W_4 có thể được sử dụng làm ma trận đặc tính băng hẹp ngắn hạn, đại diện đặc tính băng hẹp ngắn hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. Nên hiểu rằng, do một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2, và một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8, khi chiều của W_2 bằng 8 hoặc 2, tích số của W_3 và W_4 nên có kích thước bằng giá trị còn lại của 8 hoặc 2. Ngoài ra, sáng chế yêu cầu bảo hộ cách thức triển khai khác tương tự cách thức này, chẳng hạn:

ở dạng mà $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$,

trong đó $W_2 = W_5 \otimes W_6$, hoặc

ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, và

khi ít nhất một trong ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể được chỉ báo ở dạng tích của hai ma trận khác, có thể có nhiều hơn hai PMI cần được phản hồi. Chẳng hạn, đối với dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2$,

PMI của W_3 , PMI của W_4 , và PMI của W_2 có thể được phản hồi. Một số trường hợp ở dạng này được thể hiện bằng cách sử dụng các ví dụ dưới đây: W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, và số hàng của W_3 bằng 2; hoặc số cột của W_2 bằng 8, và số cột của W_4 bằng 2; hoặc W_2 là ma trận có số hàng bằng 2, và số hàng của W_3 bằng 8; hoặc số cột của W_2 bằng 2, và số cột của W_4 bằng 8.

Nên hiểu rằng, dạng này còn có thể áp dụng được cho $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$: số hàng của W_1 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_1 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_1 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_1 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Một cách tương tự, ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, số hàng của W_3 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_4 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_3 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_4 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Nên hiểu rằng, theo phương án thực hiện sáng chế, PM thứ nhất có chiều tương ứng bằng 2 và PM thứ hai có chiều bằng 8 được xác định từ chỉ một tập từ điển mã. Theo cách khác, có thể có hai tập từ điển mã, trong một tập từ điển mã, các chiều đều bằng 2, và ở tập từ điển mã còn lại, các chiều đều bằng 8. Theo cách khác, có nhiều tập từ điển mã, và trong nhiều tập từ điển mã, các phần tử đều là các phần tử bằng 2 hoặc 8, nhưng cuối cùng xác định rằng chiều của PM thứ nhất bằng 2 và chiều của PM thứ hai bằng 8. Xem xét trường hợp đặc biệt, nếu các ma trận trong tập từ điển mã gồm các từ điển mã có các chiều khác, các từ điển mã này không nên nằm trong khoảng cuối cùng được xác định. Một cách tùy chọn, các phần tử trong một tập từ điển mã được đặt cùng nhau để có PM thứ nhất hoặc PM thứ hai, nhưng cuối cùng xác định rằng các chiều của PM thứ nhất và PM thứ hai tạo ma trận tiền mã hóa lần lượt bằng 2 và 8.

Khối gửi 803 được tạo cấu hình để gửi PMI tương ứng với PM đến BS. PM được xác định bởi khối xác định, và PMI được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa.

Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn cách thức phản hồi PMI. PMI có thể là trường trong đoạn báo hiệu, hoặc có thể là đoạn báo hiệu. Theo phương án thực hiện, nếu nhiều PM cần được chỉ báo, có thể có nhiều PMI. Theo cách khác, có thể có một PMI, nhưng các phần khác của PMI chỉ báo các PM khác nhau. Chẳng hạn, ở PMI của tám bit, ba bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ nhất, và năm bit cuối được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ hai. Nên hiểu rằng, theo các phương án thực hiện sáng chế, liên quan đến PMI tương ứng với ma trận, ma trận có thể tương ứng với một trường của PMI, hoặc ma trận có thể tương ứng với PMI đơn.

Một cách tùy chọn, khối xác định còn được tạo cấu hình để xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của

W_2 . UE xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Khối gửi sẽ gửi PMI của W_1 và PMI của W_2 đến BS. Nếu các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO với 16 cổng anten, các cổng anten có thể được mở rộng theo các hướng khác nhau do các cách thức cấu hình khác nhau của các cổng anten. Thiết bị UE theo phương án thực hiện xác định các cách thức đếm cổng anten khác nhau theo các cấu hình khác nhau, sao cho trong tất cả các cấu hình khác nhau, ma trận có chiều bằng 8 và ma trận có chiều bằng 2 được xác định trong từ điển mã tiền mã hóa, và giá trị của PMI được phản hồi để chỉ báo PM, nhờ đó giảm báo hiệu cấu hình và giảm các tài nguyên giao diện không gian.

Do theo phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp 16 cổng anten, ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 và ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 trong từ điển mã được sử dụng, bên cạnh hiệu ứng đếm có thể đạt được theo các phương án thực hiện nêu trên, số lượng ma trận phụ tiền mã hóa trong từ điển mã có thể còn được tăng bằng cách sử dụng các tài nguyên bị giảm, nhờ đó thỏa mãn chính xác hơn yêu cầu độ chính xác của ma trận tiền mã hóa.

Phần sau mô tả phương án thực hiện khác nữa của sáng chế, trong đó nếu các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Theo phương án thực hiện, khối xác định còn được tạo cấu hình để: xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 , và xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Theo phương án thực hiện khác, khối xác định còn được tạo cấu hình để điều khiển khối tiếp nhận để nhận thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS. Thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Fig.9 thể hiện UE để phản hồi PMI. Nên hiểu rằng, phương án thực hiện có thể được áp dụng cho các phương án thực hiện khác của sáng chế, hoặc có thể được triển khai dưới dạng một phương án thực hiện.

Khối xác định bit 901 được tạo cấu hình để xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Nên hiểu rằng, khi được kết hợp với Fig.7 hoặc Fig.8 theo phương án thực hiện, khối xác định bit ở đây có thể là khối xác định theo phương án thực hiện trên Fig.7 hoặc Fig.8.

Theo phương án thực hiện, quá trình xác định có thể là quá trình tiếp nhận báo hiệu hoặc lệnh, hoặc quá trình xác định theo tín hiệu tham chiếu, hoặc quá trình thiết lập trước, hoặc quá trình xác định theo một số thuộc tính khác.

Khối xác định bit 901 còn được tạo cấu hình để xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Khối xác định bit 901 có thể thực hiện hành động theo ví dụ sau.

Khối xác định bit xác định các số lượng bit tương ứng với các PMI trong PM cần được phản hồi. Khối xác định bit xác định, theo ma trận tiền mã hóa, các PMI được phản hồi.

Chẳng hạn, từ điển mã gồm nhiều ma trận phụ tiền mã hóa, trong đó chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa bằng 2, và chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa khác bằng 8. Một số ma trận phụ có chiều bằng 2 được sử dụng làm ví dụ.

Giá trị (ba bit) của PMI	Giá trị (hai bit) của PMI	PM tương ứng (vector)
000	00	A1
001	-	A2
010	01	A3
011	-	A4
100	10	A5
101	-	A6

110	11	A7
111	-	A8

Nếu có tám ma trận (A1 đến A8) có các chiều bằng 2 trong tập từ điển mã, khi UE xác định rằng tổng cộng tám bit trong PM có thể được sử dụng, và ba bit trong tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, chỉ báo rằng đủ bit được phân phối cho UE, hoặc UE xác định rằng UE có đủ bit, để lựa chọn, từ tám từ điển mã A1 đến A8, ma trận phụ tiền mã hóa tương ứng với kết quả đo lường, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa có thể tương ứng với ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất theo các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2. Cụ thể là, việc xác định có thể được thực hiện bởi khối xác định bit. Tuy nhiên, khi khối xác định bit xác định rằng tổng cộng tám bit trong ma trận tiền mã hóa có thể được sử dụng, và chỉ hai bit trong tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, UE có thể chỉ báo chỉ một trong bốn ma trận dự phòng. Trong trường hợp này, phản hồi có thể được thực hiện theo luật định trước, chẳng hạn, xác định được rằng 00, 01, 10, và 11 lần lượt tương ứng với A1, A3, A5, và A7. Theo cách thức này, độ chính xác bị ảnh hưởng, nhưng các tài nguyên bit giao diện không gian được giảm. Trong một số trường hợp, chẳng hạn, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Một cách tương tự, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Hiện tại, do phân tán các UE khác trong các ngữ cảnh khác nhau, chẳng hạn, ở ngữ cảnh tòa nhà cao tầng, có tương đối nhiều người dùng hơn được phân tán theo phương thẳng đứng, trong quá trình đo và phản hồi PMI, nếu nhiều PM hơn chính xác hơn có thể được bố trí, PM được xác định có thể phản ánh chính xác hơn đặc tính kênh, nhờ đó đạt được mục đích cải thiện

cường độ tín hiệu. Do vậy, nhiều giá trị bit hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Trong ngữ cảnh đồng bằng rộng, nhiều giá trị bit chiều hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Nên hiểu rằng, thứ tự của bước 301 và bước 302 có thể được đảo ngược. Khối xác định bit trước hết có thể xác định các PMI cần được phản hồi, và sau đó điều chỉnh độ chính xác sau khi xác định các số lượng bit của các PMI được phản hồi. Chẳng hạn, xác định được rằng PMI cần được phản hồi bằng 001, nhưng độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng này thấp hơn độ chính xác của ma trận phụ theo hướng khác. Có thể được xác định rằng, theo luật định trước, 00 cần được phản hồi dưới dạng PMI theo hướng này, và A1 được sử dụng làm ma trận tiền mã hóa theo hướng này, trong đó A1 và A2 nên phản ánh tương đối xấp xỉ các đặc tính kênh. Ngoài ra, số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 có thể là các số lượng bit của các PMI của W_1 và W_2 . Nếu W_1 và W_2 ở các trường khác nhau của cùng PMI, số lượng bit này đề cập đến trường hợp phân phối bit trong trường này đến W_1 và W_2 . Khi nhiều hơn hai ma trận cần được chỉ báo bởi các PMI, chẳng hạn, Theo phương án thực hiện khác, nếu có thể còn xác định được rằng W_1 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, hoặc có thể còn xác định được rằng W_2 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, khối xác định bit có thể xác định các số lượng bit bị chiếm bởi các PMI tương ứng với nhiều ma trận.

Nên hiểu rằng, theo sáng chế, số lượng bit bằng 8 và bảng tương ứng chỉ là ví dụ. Sáng chế còn yêu cầu bảo hộ phản hồi của các số lượng bit khác nhau và giải pháp kỹ thuật điều chỉnh theo các số lượng bit gồm dạng bảng và loại khác, chẳng hạn, loại ánh xạ hoặc loại công thức của cách thức xác định PM.

Một cách tùy chọn, việc xác định, bởi khối xác định bit, các số lượng bit tương ứng với các PMI trong ma trận tiền mã hóa cần được phản hồi cụ thể gồm: khối tiếp nhận bit 902, được tạo cấu hình để nhận thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi; hoặc

xác định, bởi khối xác định bit theo phép đo, các số lượng bit tương ứng

với các PMI cần được phản hồi, trong đó theo phương án thực hiện, khối gửi bit 903 được tạo cấu hình để gửi, đến BS, các các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi, và gửi các số lượng bit tương ứng với các PMI đến BS. Một cách tương tự, khi được kết hợp với phương án thực hiện trên Fig.7 hoặc Fig.8, khối tiếp nhận bit và khối gửi bit có thể lần lượt là khối tiếp nhận và khối gửi.

Một cách tùy chọn, khối tiếp nhận bit có thể còn nhận đoạn thông tin ngữ cảnh. Thông tin ngữ cảnh được sử dụng để chỉ báo các cấu hình, theo các hướng khác nhau, của UE tương ứng với truyền thông hiện tại giữa UE và BS. Ở đây, các hướng khác nhau có thể là hướng thứ nhất và hướng thứ hai, và có thể cụ thể lần lượt là phương nằm ngang và phương thẳng đứng.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.9, khối xác định bit xác định các số lượng bit tương ứng với các PMI cần được phản hồi, và xác định các PMI được phản hồi theo PM và các số lượng bit tương ứng với các PMI. Giải pháp kỹ thuật theo phương án thực hiện sáng chế có thể điều chỉnh linh hoạt các chi tiết của các bit được phản hồi của các PMI, sao cho trên các tài nguyên phản hồi tương tự, mức độ chính xác chùm theo hướng được đặt linh hoạt, nhờ đó đạt được mục đích thỏa mãn các yêu cầu của các ngữ cảnh khác nhau.

Fig.10 là sơ đồ thiết bị của BS để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế. Thiết bị cụ thể gồm:

khối gửi 1001, được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten;

khối tiếp nhận 1002, được tạo cấu hình để nhận PMI được phản hồi bởi UE, trong đó PMI được xác định theo tín hiệu tham chiếu được gửi bởi khối gửi; và

khối xác định 1003, được tạo cấu hình để xác định PM tương ứng với PMI từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi PM W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất

bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2, trong đó

khối gửi còn được tạo cấu hình để gửi dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận phụ tiền mã hóa được xác định bởi khối xác định.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.10, trong cấu hình của 16 cổng anten, sau khi khối gửi thực hiện đo lường bằng cách gửi tín hiệu tham chiếu, để có kết quả đo lường, khối xác định xác định, từ chỉ một tập từ điển mã, PM thứ nhất có chiều tương ứng bằng 2 và PM thứ hai có chiều bằng 8, nhờ đó giảm tài nguyên lưu trữ và các tài nguyên cấu hình giao diện không gian.

Fig.11 là sơ đồ thiết bị của BS để triển khai phản hồi PMI theo phương án thực hiện sáng chế. BS cụ thể gồm các khối sau.

Khối gửi 1101 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten.

Theo phương án thực hiện, trước khi khối gửi gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten, khối xác định 1103 còn được bao gồm, và được tạo cấu hình để xác định để sử dụng ngữ cảnh có 16 cổng anten.

Theo phương án thực hiện khác, khối gửi còn chỉ báo, đến UE, rằng số lượng cổng anten bằng 16. Đối với quá trình chỉ báo này, chỉ báo có thể được thực hiện trực tiếp bằng cách sử dụng đoạn báo hiệu, hoặc chỉ báo đến UE có thể được thực hiện trong quá trình gửi tín hiệu tham chiếu bởi khối gửi, hoặc chỉ báo có thể được thực hiện trong quá trình tạo cấu hình UE trước khi tín hiệu tham chiếu được gửi đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten.

Khối tiếp nhận 1102 được tạo cấu hình để nhận PMI được phản hồi bởi UE, trong đó PMI được xác định theo tín hiệu tham chiếu được gửi bởi khối gửi.

Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn cách thức phản hồi PMI. PMI có thể là trường trong đoạn báo hiệu, hoặc có thể là đoạn báo hiệu. Theo phương án thực hiện, nếu nhiều ma trận phụ tiền mã hóa cần được chỉ báo, có thể có nhiều PMI. Theo cách khác, có thể có một PMI, nhưng các phần khác của PMI chỉ báo các ma trận phụ tiền mã hóa khác nhau. Các ma trận phụ tiền mã hóa

này tạo PM theo luật định trước. Luật định trước có thể ở dạng sản phẩm của tích số Kronecker. Chẳng hạn, ở PMI có tám bit, ba bit thứ nhất được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ nhất, và năm bit cuối được sử dụng để chỉ báo PMI của PM thứ hai. PM thứ nhất và PM thứ hai đều là các ma trận phụ tiền mã hóa. Nên hiểu rằng, theo các phương án thực hiện sáng chế, liên quan đến PMI tương ứng với ma trận, ma trận có thể tương ứng với một trường của PMI, hoặc ma trận có thể tương ứng với một PMI.

Một cách tùy chọn, trước khi khối tiếp nhận tiếp nhận PMI được phản hồi bởi UE, khối xác định được tạo cấu hình để xác định số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 . Khối tiếp nhận tiếp nhận, theo số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 , ít nhất hai PMI được phản hồi bởi UE. Do vậy, nếu các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Khối xác định còn được tạo cấu hình để xác định PM tương ứng với PMI từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi PM W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là 2.

Khối gửi còn được tạo cấu hình để gửi dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận phụ tiền mã hóa được xác định bởi khối xác định.

Chẳng hạn, số lượng PMI ít nhất bằng 2. Việc xác định, bởi khối xác định, PM tương ứng với ít nhất hai PMI từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten gồm: xác định, bởi khối xác định, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai theo PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai; và xác định, bởi khối xác định, PM theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Nên hiểu

rằng, tập PM ở đây có thể còn là tích hợp của nhiều tập, hoặc tập từ điển mã tiền mã hóa thỏa mãn điều kiện được xác định từ tập.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM được xác định W là tích số Kronecker của PM thứ nhất W_1 và PM thứ hai W_2 :

$$W = W_1 \otimes W_2.$$

Theo thuộc tính cụ thể của tích số Kronecker, nếu W_1 là ma trận của m_1 hàng và m_2 cột, và W_2 là ma trận của n_1 hàng và n_2 cột, ma trận được xác định cuối cùng W là ma trận của $m_1 \times n_1$ hàng và $m_2 \times n_2$ cột. Trong ngữ cảnh 3D MIMO với 16 cổng anten, chiều của W nên bằng 16, sao cho BS tiền mã hóa tín hiệu cần được truyền, và ở phía UE, giải tiền mã hóa được thực hiện. Do vậy, giá trị của $m_1 \times n_1$ hoặc $m_2 \times n_2$ nên bằng 16. Số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8. Theo cách khác, số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8, và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế yêu cầu bảo hộ tất cả các loại biến thể của trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2$ hoặc trường hợp trong đó $W = W_2 \otimes W_1$, chẳng hạn, các trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1 \otimes W_2^T$ hoặc $W = W_1^T \otimes W_2$. Đối với trường hợp trong đó $W = W_1^T \otimes W_2^T$, như nêu trên, các chiều của cột của hai ma trận lần lượt bằng 2 và 8, hoặc các chiều của hàng lần lượt bằng 2 và 8. Một trong các chiều của PM được xác định cuối cùng W nên bằng 16. Theo cách này, W hoặc chuyển vị của W có thể được sử dụng để thực hiện tiền mã hóa trên tín hiệu. Đối với các trường hợp trong đó $W = W_1 \otimes W_2^T$ và $W = W_1^T \otimes W_2$, số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8; hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 8 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 2. Nên hiểu rằng, sáng chế không giới hạn theo cách thức sao cho bước hoạt động khác được thêm vào sau khi W được xác định và trước khi tiền mã hóa được thực hiện trên ma trận. Chẳng hạn, vector có độ dài 16 được lựa chọn từ W , để tạo ma trận khác W' , và sau đó W' được sử dụng để tiền mã hóa. Nên

hiểu rằng, các biến thể công thức có thể đại diện các ý tưởng của sáng chế đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Nên hiểu rằng, tập PM nên là khoảng lựa chọn cuối cùng. Tức là, nếu tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V không thỏa mãn mỗi quan hệ: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, nhưng trong quá trình xác định cuối cùng PM, V bị loại trừ bằng cách sử dụng điều kiện khác bất kỳ, tập PM không thể là phần tử cuối cùng của $\{W\}_A$. Do vậy, đối với tập $\{W\}_A$ gồm phần tử V , nếu được xác định, thông qua sàng lọc bằng cách sử dụng điều kiện, rằng chỉ một trong số hàng hoặc số cột của $\{W\}_A'$ bằng 8 hoặc 2, $\{W\}_A$ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Chẳng hạn, tập $\{W\}_B$ gồm phần tử V_1 , và số hàng hoặc số cột của V_1 không bằng 2 hoặc 8. Nếu không thể xác định được rằng V_1 là W_1 hoặc W_2 trong trường hợp bất kỳ, $\{W\}_B$ không phải là PM, nhưng $\{W\}_B'$ là PM. Phần tử bất kỳ trong $\{W\}_B'$ có thể được xác định, nhờ đo lường, làm W_1 hoặc W_2 . Điều này cũng nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Theo phương án thực hiện khác nữa, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

Một PM có thể gồm hai ma trận phụ tiền mã hóa. Chẳng hạn, hai ma trận phụ có thể là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai. Ngoài ra, ma trận tiền mã hóa có thể được tạo theo cách thức tích số, hoặc theo cách thức tương ứng với mô hình PM cổng anten của PM, chẳng hạn, ở dạng tích số Kronecker. Ma trận phụ tiền mã hóa có thể có các ý nghĩa vật lý khác nhau. Khó xác định có thể xác định, theo các ý nghĩa vật lý của ma trận phụ tiền mã hóa, các kích thước của các từ điển mã có các chiều khác nhau. Chẳng hạn, đối với 3D MIMO, mỗi PM có thể tương ứng với hai hướng bố trí của các cổng anten, trong đó mỗi hướng có thể tương ứng với một ma trận phụ tiền mã hóa. Trong ngữ cảnh có 16 cổng anten, các cổng anten có thể được tạo cấu hình theo các cách khác nhau theo các hướng khác nhau. Nói theo cách

khác, đối với các cách bố trí khác nhau, mỗi cách thức cấu hình có thể được xem là cấu hình. Dựa vào các cách thức cơ bản tạo cấu hình 16 cổng Anten được thể hiện trên Fig.2a, Fig.2b, Fig.2c, và Fig.2d. Thực hiện mô tả chi tiết theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.2, và các mô tả không được lặp lại thêm ở đây.

Tức là, 16 cổng Anten được tạo cấu hình theo một trong các cách sau:

hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

Trong ngữ cảnh 3D MIMO, PM có thể được xác định bằng cách sử dụng PM theo hướng thứ nhất và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai. PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng cấu hình cổng Anten thứ nhất. PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng cấu hình cổng Anten thứ hai. Hướng cấu hình cổng Anten thứ nhất và hướng cấu hình cổng Anten thứ hai có thể là các hướng cấu hình thực vật lý. Theo cách khác, ở cổng Anten lưỡng cực 45° , góc có thể được xem là một trong hướng cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang, và góc còn lại được xem là một trong hướng còn lại của hướng cấu hình thẳng đứng hoặc nằm ngang. PM thứ nhất và PM thứ hai có thể riêng rẽ là các PM theo các hướng khác nhau. Chẳng hạn, PM theo hướng thứ nhất tương ứng với hướng thứ nhất, và PM theo hướng thứ hai tương ứng với hướng thứ hai.

Nói chung, có bốn cấu hình cổng Anten khác nhau cho 16 cổng Anten. Tuy nhiên, các PM thứ nhất hoặc các PM thứ hai có chiều tương tự có thể được xác định đối với bốn cấu hình theo hướng cấu hình cổng Anten.

Theo phương án thực hiện, PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương nằm ngang, và PM theo hướng thứ hai là PM theo phương thẳng đứng, hoặc PM theo hướng thứ nhất là PM theo phương thẳng đứng, và PM theo hướng

thứ hai là PM theo phương nằm ngang. Theo cách thức phân chia cho phương thẳng đứng và phương nằm ngang, việc lựa chọn có đích hơn có thể được thực hiện cho cấu hình cổng anten theo phân tán người dùng trong ngữ cảnh nhà cao tầng thực hoặc ngữ cảnh đồng bằng. Chẳng hạn, nếu có tương đối nhiều người dùng hơn theo phương thẳng đứng, nhiều cổng anten hơn theo phương thẳng đứng có thể được tạo cấu hình.

Theo phương án thực hiện, mô hình ma trận $W = W_1 \otimes W_2$ theo sáng chế có thể còn được phân rã. Tức là, PM thỏa mãn:

$$W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2.$$

$W_1 = W_3 \otimes W_4$, trong đó $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng bằng 2 và W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột bằng 2 và W_2 là ma trận có số lượng cột bằng 8. Rõ ràng là, các chiều của $W_3 \times W_4$ và W_2 ở đây có thể còn được trao đổi. Chẳng hạn, $W_3 \times W_4$ là ma trận có số hàng bằng 8 và W_2 là ma trận có số hàng bằng 2, hoặc $W_3 \times W_4$ là ma trận có số lượng cột bằng 8 và W_2 là ma trận có số lượng cột bằng 2. Tức là, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư, và/hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu. W_3 và W_4 có thể là hai ma trận phụ tạo PM theo hướng thứ nhất, hoặc W_4 có thể được xem là ma trận có trọng số của W_3 . Cách thức đánh trọng số cụ thể có thể tương tự cách thức xác định phi 3D MIMO. Chẳng hạn, W_3 có thể được sử dụng làm ma trận có đặc tính băng rộng dài hạn, đại diện đặc tính băng rộng dài hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. W_4 có thể được sử dụng làm ma trận đặc tính băng hẹp ngắn hạn, đại diện đặc tính băng hẹp ngắn hạn của cổng anten theo hướng thứ nhất. Nên hiểu rằng, do một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất có thể bằng 2, và một chiều của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể bằng 8, khi chiều của W_2 bằng 8 hoặc 2, tích số của W_3 và W_4 nên có chiều là giá trị còn lại bằng 8 hoặc 2. Ngoài ra, sáng chế yêu cầu bảo hộ cách thức triển khai khác tương tự cách thức này, chẳng hạn:

ở dạng mà $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$,

trong đó $W_2 = W_5 \otimes W_6$, hoặc

ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, và

khi ít nhất một trong ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất hoặc ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai có thể được chỉ báo ở dạng tích của hai ma trận khác, có thể có nhiều hơn hai PMI cần được phản hồi. Chẳng hạn, đối với dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes W_2$,

khối tiếp nhận tiếp nhận PMI của W_3 , PMI của W_4 , và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE. Một số trường hợp ở dạng này được thể hiện bằng cách sử dụng các ví dụ dưới đây: W_2 là ma trận có số hàng bằng 8, và số hàng của W_3 bằng 2; hoặc số cột của W_2 bằng 8, và số cột của W_4 bằng 2; hoặc W_2 là ma trận có số hàng bằng 2, và số hàng của W_3 bằng 8; hoặc số cột của W_2 bằng 2, và số cột của W_4 bằng 8.

Nên hiểu rằng, dạng này còn có thể áp dụng cho $W = W_1 \otimes (W_5 \times W_6)$: số hàng của W_1 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_1 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_1 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_1 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Một cách tương tự, ở dạng mà $W = (W_3 \times W_4) \otimes (W_5 \times W_6)$, số hàng của W_3 bằng 8, và số hàng của W_5 bằng 2; hoặc số cột của W_4 bằng 8, và số cột của W_6 bằng 2; hoặc số hàng của W_3 bằng 2, và số hàng của W_5 bằng 8; hoặc số cột của W_4 bằng 2, và số cột của W_6 bằng 8.

Nên hiểu rằng, theo phương án thực hiện sáng chế, PM thứ nhất có chiều tương ứng bằng 2 và PM thứ hai có chiều bằng 8 được xác định từ chỉ một tập từ điển mã. Theo cách khác, có thể có hai tập từ điển mã, trong một tập từ điển mã, các chiều đều bằng 2, và trong tập từ điển mã còn lại, các chiều đều bằng 8. Theo cách khác, có nhiều tập từ điển mã, và trong nhiều tập từ điển mã, các phần tử đều là các phần tử bằng 2 hoặc 8, nhưng chiều của PM thứ nhất cuối cùng được xác định bởi khối xác định bằng 2 và chiều của PM thứ hai cuối cùng được xác định bởi khối xác định bằng 8. Xem xét trường hợp đặc biệt,

nếu các ma trận trong tập từ điển mã gồm các từ điển mã có các chiều khác, các từ điển mã này không nên nằm trong khoảng xác định cuối cùng. Một cách tùy chọn, các phần tử trong một tập từ điển mã được đặt cùng nhau để có PM thứ nhất hoặc PM thứ hai, nhưng cuối cùng xác định rằng các chiều của PM thứ nhất và PM thứ hai tạo PM lần lượt bằng 2 và 8.

Do theo phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp 16 cổng anten, ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 và ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 trong từ điển mã được sử dụng, bên cạnh hiệu quả đếm đạt được theo các phương án thực hiện nêu trên, số lượng ma trận phụ tiền mã hóa trong từ điển mã có thể còn được tăng bằng cách sử dụng các tài nguyên rút gọn, nhờ đó thỏa mãn chính xác hơn yêu cầu chính xác của PM.

Phần sau mô tả phương án thực hiện khác nữa của sáng chế, trong đó nêu các tài nguyên phản hồi của PMI được cố định, các bit của PMI được tạo cấu hình linh hoạt, sao cho số lượng phần tử trong tập ma trận phụ tiền mã hóa có thể được tăng.

Theo phương án thực hiện, khối xác định còn được tạo cấu hình để xác định số lượng bit của PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 . Khối tiếp nhận còn được tạo cấu hình để nhận, theo số lượng bit của PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

Một cách tùy chọn, khối xác định còn được tạo cấu hình để điều khiển khối gửi để gửi thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Fig.12 thể hiện BS. Nên hiểu rằng, phương án thực hiện có thể được áp dụng cho các phương án thực hiện khác, chẳng hạn, Fig.10 và FIG 11, của sáng chế, hoặc có thể được triển khai dưới dạng một phương án thực hiện.

Khối xác định bit 1201 được tạo cấu hình để xác định số lượng bit của PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 .

Theo phương án thực hiện, quá trình xác định có thể là quá trình tiếp nhận báo hiệu hoặc lệnh của thiết bị mạng khác, chẳng hạn, phần tử mạng của CN,

hoặc BS khác, hoặc quá trình xác định theo đặc tính kênh, hoặc quá trình thiết lập trước, hoặc quá trình xác định theo một số đặc tính khác.

Khối tiếp nhận bit 1202 được tạo cấu hình để nhận, theo số lượng bit PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

Nên hiểu rằng, khi phương án thực hiện được kết hợp với Fig.10 và Fig.11, khối xác định bit có thể là khối xác định, và khối tiếp nhận bit có thể là khối tiếp nhận.

Khối xác định bit xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Khối tiếp nhận bit tiếp nhận, theo số lượng bit của PMI của W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 , ít nhất hai PMI được phản hồi bởi UE.

Chẳng hạn, từ điển mã gồm nhiều ma trận phụ tiền mã hóa, trong đó chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa bằng 2, và chiều của một số ma trận phụ tiền mã hóa khác bằng 8. Một số ma trận phụ có chiều bằng 2 được sử dụng làm ví dụ.

Giá trị (ba bit) của PMI	Giá trị (hai bit) của PMI	PM tương ứng (vector)
000	00	A1
001	-	A2
010	01	A3
011	-	A4
100	10	A5
101	-	A6
110	11	A7
111	-	A8

Nếu có tám ma trận (A1 đến A8) có các chiều bằng 2 trong tập từ điển mã, khi khối xác định bit xác định rằng tổng cộng tám bit trong PM có thể được sử dụng, và ba bit trong tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, chỉ báo rằng BS phân phối đủ bit đến UE, để chọn, từ tám từ điển mã A1 đến A8, ma trận phụ tiền mã hóa tương ứng với kết quả đo lường. Quá trình phân

phối này có thể được thực hiện bởi khối xác định bit hoặc khối phân phối. Ma trận phụ tiền mã hóa có thể tương ứng với ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất theo các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2. Tuy nhiên, khi khối xác định bit xác định rằng tổng cộng tám bit trong PM có thể được sử dụng, và chỉ hai bit của tám bit được sử dụng để chỉ báo ma trận có chiều bằng 2, sau khi BS thông báo UE, UE có thể xác định chỉ một trong bốn ma trận dự phòng. Trong trường hợp này, phản hồi có thể được thực hiện theo luật định trước, chẳng hạn, xác định được rằng 00, 01, 10, và 11 lần lượt tương ứng với A1, A3, A5, và A7. Theo cách này, độ chính xác bị ảnh hưởng, nhưng các tài nguyên bit giao diện không gian được giảm. Ở đây, thông báo có thể được thực hiện bởi khối gửi bit, nhưng cùng với Fig.10 và Fig.11, thông báo có thể được thực hiện bởi khối gửi. Trong một số trường hợp, chẳng hạn, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Một cách tương tự, khi ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8 không cần chỉ báo cực kỳ chính xác, nhưng ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 cần chỉ báo tương đối chính xác, mức độ chính xác của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2 có thể được cải thiện bằng cách giảm số lượng bit bị chiếm bởi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Hiện tại, do phân phối của các UE khác nhau trong các ngữ cảnh khác nhau, chẳng hạn, ở ngữ cảnh tòa nhà cao tầng, có tương đối nhiều người dùng hơn được phân tán theo phương thẳng đứng, trong quá trình đo và phản hồi PMI, nếu nhiều PM hơn chính xác hơn có thể được bố trí, PM được xác định có thể phản ánh chính xác hơn đặc tính kênh, nhờ đó đạt được mục đích cải thiện cường độ tín hiệu. Do vậy, nhiều giá trị bit hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 2. Trong ngữ cảnh đồng bằng rộng, nhiều giá trị bit chiều hơn cần được sử dụng để xác định phản hồi PMI của ma trận phụ tiền mã hóa có chiều bằng 8. Nên hiểu rằng, nói chung, BS điều chỉnh số lượng bit cho UE. Tuy nhiên, theo cách khác, BS có thể nhận tin nhắn phân

phối bit của UE, và UE đàm phán với BS về số lượng bit. Ngoài ra, số lượng bit PMI của W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 có thể là các số lượng bit của các PMI của W_1 và W_2 . Nếu W_1 và W_2 ở các trường khác nhau của cùng PMI, số lượng bit này đề cập đến trường hợp phân phối bit trong trường này đến W_1 và W_2 . Khi nhiều hơn hai ma trận cần được chỉ báo bởi các PMI, chẳng hạn, Theo phương án thực hiện khác, nếu có thể còn xác định được rằng W_1 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, hoặc có thể còn xác định được rằng W_2 được biểu diễn bởi hai ma trận khác, khối xác định bit có thể xác định các số lượng bit bị chiếm bởi các PMI tương ứng với nhiều ma trận.

Nên hiểu rằng, theo sáng chế, số lượng bit bằng 8 và bảng tương ứng chỉ là ví dụ. Sáng chế còn yêu cầu bảo hộ phản hồi của các số lượng bit khác nhau và giải pháp kỹ thuật điều chỉnh theo các số lượng bit gồm dạng bảng và loại khác, chẳng hạn, loại ánh xạ hoặc loại công thức của cách thức xác định PM.

Một cách tùy chọn, việc xác định, bởi khối xác định bit, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 cụ thể gồm: tiếp nhận, bởi khối tiếp nhận bit, thông tin chỉ báo bit, trong đó the thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo số lượng bit tương ứng với PMI cần được phản hồi. Tin nhắn chỉ báo có thể từ UE hoặc thiết bị mạng khác. Một cách tùy chọn, khối xác định bit xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

Một cách tùy chọn, khối xác định bit có thể còn xác định đoạn thông tin ngữ cảnh. Thông tin ngữ cảnh được sử dụng để chỉ báo các số lượng bit tương ứng với các PMI, cần được lần lượt phản hồi bởi BS, của W_1 và W_2 , và các cấu hình, theo các hướng khác nhau, tương ứng với truyền thông hiện tại giữa UE và BS. Ở đây, các hướng khác nhau có thể là hướng thứ nhất và hướng thứ hai, và có thể lần lượt cụ thể là phương nằm ngang và phương thẳng đứng.

Theo phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.12, BS xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 , và tiếp nhận các PMI được phản hồi. Giải pháp kỹ thuật theo phương án thực hiện sáng chế có thể điều chỉnh linh hoạt các độ chi tiết của các bit được phản hồi của các PMI, sao that trên các tài nguyên phản hồi tương tự, mức độ chính xác

chùm theo hướng được thiết lập linh hoạt, nhờ đó đạt được mục đích thỏa mãn các yêu cầu của các ngữ cảnh khác nhau.

Phần sau đề xuất phương án thực hiện cụ thể dựa vào các phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.3, Fig.6, Fig.9, và Fig.12.

Fig.13 là lưu đồ của phương pháp phản hồi PMI theo sáng chế.

Bước 1301. BS xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Bước này có thể được thực hiện bởi khối xác định của BS.

Bước 1302. BS gửi thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Bước này có thể được thực hiện bởi khối gửi của BS.

Bước 1303. UE tiếp nhận thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Bước này có thể là bước nhận được thực hiện bởi khối nhận của UE.

Theo phương án thực hiện, ở bước 1302, BS có thể xác định chế độ gửi trước khi gửi thông tin chỉ báo bit đến UE. Chế độ gửi có thể được xác định cụ thể bằng cách sử dụng chỉ báo báo hiệu. Sau đó, đoạn thông tin chỉ báo bit được gửi. Tương ứng với các chế độ gửi khác nhau, thông tin chỉ báo bit có thể chỉ báo các PMI khác nhau ở các dạng khác nhau. Sáng chế đề xuất các phương án thực hiện sau.

Phương án thực hiện thứ nhất:

Ở chế độ gửi, tổng số lượng bit bị chiếm bởi PMI được xác định. Trong trường hợp này, thông tin chỉ báo bit có thể chỉ báo một trong số lượng bit của PMI của W_1 hoặc số lượng bit PMI của W_2 .

Phương án thực hiện thứ hai:

Ở chế độ gửi, số lượng bit cố định tương ứng với một trong số lượng bit PMI của W_1 hoặc số lượng bit PMI của W_2 được xác định. Trong trường hợp này, thông tin chỉ báo bit có thể chỉ báo số còn lại trong số lượng bit PMI của W_1 hoặc số lượng bit PMI của W_2 .

Bước 1304. UE xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Bước này có thể là bước xác định được thực hiện bởi khối xác định của UE.

Bước 1305. UE xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 . Bước này có thể là bước gửi được thực hiện bởi khối gửi của UE.

Bước 1306. BS tiếp nhận, theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE. Bước này có thể là bước nhận được thực hiện bởi khối tiếp nhận của BS.

Fig.14 thể hiện hệ thống khác nữa theo phương án thực hiện sáng chế, và liên quan đến thiết bị đầu cuối và BS. Các bước sau được bao gồm cụ thể.

1401. BS gửi tín hiệu tham chiếu đến UE, trong đó số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để gửi tín hiệu tham chiếu bằng tám.

1402. UE tiếp nhận tín hiệu tham chiếu.

1403. UE xác định giá trị của RI.

1404. Xác định rằng số lượng cổng anten bằng tám.

1405. UE xác định, theo tín hiệu tham chiếu và RI, PMI tương ứng với PM từ từ điển mã thứ nhất, trong đó từ điển mã thứ nhất như sau:

Bảng 1 RI=1

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0 – 15	$W_{2i_1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+1,3}^{(1)}$
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0 - 15	$W_{2i_1+2,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+2,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,0}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,1}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,2}^{(1)}$	$W_{2i_1+3,3}^{(1)}$
trong đó $W_{m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m \\ \phi_n v_m \end{bmatrix}$								

Bảng 2 RI=2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0 - 15	$W_{2i_1, 2i_1, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1, 1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0 - 15	$W_{2i_1+2, 2i_1}^{(2)}$	$W_{2i_1+2, 2i_1}^{(2)}$	$W_{2i_1+3, 2i_1}^{(2)}$	$W_{2i_1+3, 2i_1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0 - 15	$W_{2i_1, 2i_1+1}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1+1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0 - 15	$W_{2i_1, 2i_1+3}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1+3}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1}^{(2)}$
trong đó $W_{m, m', n}^{(2)} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$				

Bảng 3 RI=3

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0 - 3	$W_{8i_1, 8i_1, 8i_1+8}^{(3)}$	$W_{8i_1+8, 8i_1, 8i_1+8}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1, 8i_1+8, 8i_1+8}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+8, 8i_1, 8i_1}^{(3)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0 - 3	$W_{8i_1+2, 8i_1+2, 8i_1}^{(3)}$	$W_{8i_1+10, 8i_1+2, 8i_1}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+2, 8i_1+10, 8i_1}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+10, 8i_1+2, 8}^{(3)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11

0 - 3	$W_{8i_1+4,8i_1+4,8i_1}^{(3)}$	$W_{8i_1+12,8i_1+4,8i_1}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+4,8i_1+12,8i_1}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+12,8i_1+4,8i_1}^{(3)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0 - 3	$W_{8i_1+6,8i_1+6,8i_1}^{(3)}$	$W_{8i_1+14,8i_1+6,8i_1}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+6,8i_1+14,8i_1}^{(3)}$	$\widetilde{W}_{8i_1+14,8i_1+6,8i_1}^{(3)}$
trong đó				
$W_{m,m',m''}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_{m''} \\ v_m & -v_{m'} & -v_{m''} \end{bmatrix}, \quad \widetilde{W}_{m,m',m''}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_{m''} \\ v_m & v_{m'} & -v_{m''} \end{bmatrix}$				

Bảng 4 RI=4

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0 - 3	$W_{8i_1,8i_1+8,0}^{(4)}$	$W_{8i_1,8i_1+8,8i_1}^{(4)}$	$W_{8i_1+2,8i_1+8,8i_1}^{(4)}$	$W_{8i_1+2,8i_1+8,0}^{(4)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0 - 3	$W_{8i_1+4,8i_1+4,8i_1}^{(4)}$	$W_{8i_1+4,8i_1+4,8i_1}^{(4)}$	$W_{8i_1+6,8i_1+4,8i_1}^{(4)}$	$W_{8i_1+6,8i_1+4,8i_1}^{(4)}$
trong đó $W_{m,m',n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{32}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & \varphi_n v_{m'} & -\varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$				

Bảng 5 RI=5

i_1	i_2				
	0				
0 - 3	$W_{i_1}^{(5)} = \frac{1}{\sqrt{40}} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1} \end{bmatrix}$				

Bảng 6 RI=6

i_1	i_2					
	0					
0 - 3	$W_{i_1}^{(6)} = \frac{1}{\sqrt{48}} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+16} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & -v_{2i_1+16} \end{bmatrix}$					

Bảng 7 RI=7

i_1	i_2
	0
0 - 3	$W_{i_1}^{(7)} = \frac{1}{\sqrt{56}} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} & v_{2i_1+24} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & -v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} & -v_{2i_1+24} \end{bmatrix}$

Bảng 8 RI=8

i_1	i_2
	0
	$W_{i_1}^{(8)} = \frac{1}{8} \begin{bmatrix} v_{2i_1} & v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} & v_{2i_1+24} \\ v_{2i_1} & -v_{2i_1} & v_{2i_1+8} & -v_{2i_1+8} & v_{2i_1+16} & -v_{2i_1+16} & v_{2i_1+24} & -v_{2i_1+24} \end{bmatrix}$

PMI 1 có thể là i_1 , PMI 2 có thể là i_2 , W trong các bảng là mỗi từ điển mã, $\varphi_n = e^{j\pi n/2}$, $v_m = v_l \otimes v_k$, $v_k = [1 \quad e^{j2\pi k/K}]^T$, $v_l = [1 \quad e^{j2\pi l/L}]^T$, và m, l, và K thỏa mãn: $m = l \times K + k$, $k = m \text{ MOD } K$, và $l = \lfloor m / K \rfloor$.

Theo phương án thực hiện, giá trị của K bằng 8, và giá trị của L bằng 4.

1406. UE gửi PMI đến BS.

1407. BS tiếp nhận giá trị của PMI.

1408. BS xác định ma trận tiền mã hóa theo giá trị của PMI.

Một cách tùy chọn, sáng chế không giới hạn các thay đổi logic theo các thứ tự của các bước, và kết hợp, phân chia, và chỉnh sửa các thiết bị.

Nên hiểu rằng, ở thiết bị theo các phương án thực hiện sáng chế, các thiết bị có thể ở các dạng khác nhau của các thiết bị thực thể. Chẳng hạn, ở thiết bị theo các phương án thực hiện sáng chế, khối gửi có thể là bộ truyền, hoặc có thể là anten hoặc hệ thống anten. Khối tiếp nhận có thể là bộ nhận, hoặc có thể là anten hoặc hệ thống anten. Bộ truyền và bộ nhận có thể là bộ thu phát, hoặc có thể được kết hợp vào anten hoặc hệ thống anten. Khối xác định có thể là một hoặc nhiều bộ xử lý. Từ điển mã, báo hiệu, hoặc luật định trước, hoặc nội dung khác cần được lưu trữ theo sáng chế có thể được lưu trữ trong khối lưu trữ, có thể được triển khai cụ thể ở dạng bộ nhớ.

Bộ xử lý có thể là bộ xử lý đa năng, chẳng hạn, khối xử lý trung tâm (central processing unit, CPU) đa năng, bộ xử lý mạng (Network Processor, NP), hoặc bộ vi xử lý, hoặc có thể là mạch tích hợp hướng ứng dụng (application-specific integrated circuit, ASIC), hoặc một hoặc nhiều mạch tích hợp để điều khiển thực thi các chương trình của các giải pháp theo sáng chế, hoặc có thể là bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), ASIC, mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array, FPGA), hoặc thiết bị logic lập trình được khác, cổng rời rạc hoặc thiết bị logic tranzito, hoặc thành phần phần cứng rời rạc. Theo cách khác, nhiều bộ xử lý có thể triển khai các chức năng khác.

Bộ nhớ lưu trữ chương trình để thực thi các giải pháp kỹ thuật của sáng chế, và có thể còn lưu trữ hệ điều hành và chương trình ứng dụng khác. Cụ thể là, chương trình có thể gồm mã chương trình, trong đó mã chương trình gồm lệnh vận hành máy tính. Cụ thể là, bộ nhớ có thể là bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory, ROM), loại thiết bị lưu trữ tĩnh khác có thể lưu trữ thông tin tĩnh và lệnh, bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên (random access memory, RAM), loại thiết bị lưu trữ động khác có thể lưu trữ thông tin và lệnh, bộ lưu trữ đĩa từ, hoặc tương tự. Theo cách khác, các bộ nhớ khác nhau có thể được sử dụng để lưu trữ.

Với các phần mô tả các phương án thực hiện nêu trên, chuyên gia trong lĩnh vực có thể hiểu rõ rằng sáng chế có thể được triển khai bởi phần cứng, phần cứng hoặc tổ hợp của nó. Khi sáng chế được triển khai bởi phần mềm, các chức năng nêu trên có thể được lưu trữ trong vật máy tính đọc được hoặc được truyền dưới dạng một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trong vật máy tính đọc được. Vật máy tính đọc được gồm vật lưu trữ máy tính và môi trường truyền thông, trong đó môi trường truyền thông gồm vật bất kỳ có thể cho phép chương trình máy tính được truyền từ một điểm sang điểm còn lại. Vật lưu trữ có thể là vật khả dụng bất kỳ truy nhập được vào máy tính. Phần sau đề xuất ví dụ nhưng không giới hạn: Vật máy tính đọc được có thể gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM, hoặc vật lưu trữ đĩa quang khác, hoặc thiết bị lưu trữ từ tính khác, hoặc vật khác bất kỳ có thể mang hoặc lưu trữ mã chương trình kỳ vọng dưới dạng lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và có thể được truy nhập bởi máy tính. Ngoài

ra, kết nối bất kỳ có thể được định nghĩa thích hợp dưới dạng vật máy tính đọc được. Chẳng hạn, nếu chương trình được truyền từ website, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng cáp đồng trục, cáp/sợi quang, cặp xoắn, đường thuê bao số (digital subscriber line, DSL) hoặc các công nghệ không dây như tia hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng, cáp đồng trục, sợi/cáp quang, cặp xoắn, DSL hoặc các công nghệ không dây như tia hồng ngoại, vô tuyến và vi sóng được bao gồm cố định với vật có chúng. Chẳng hạn, đĩa (Disk) và disc được sử dụng bởi sáng chế gồm CD, đĩa laze, đĩa quang, DVD (digital versatile disc, đĩa đa dụng số), đĩa mềm và đĩa Blu-ray, trong đó đĩa thường sao chép dữ liệu bằng phương tiện từ tính, và đĩa sao chép dữ liệu quang học bằng phương tiện laze. Tổ hợp nêu trên còn được gồm trong phạm vi bảo hộ của vật máy tính đọc được.

Tóm lại, được mô tả trên đây chỉ là các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện lấy làm ví dụ của sáng chế, nhưng không được nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Cải biến bất kỳ, thay thế tương đương, hoặc cải tiến được thực hiện mà không xa rời bản chất và nguyên lý của sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phản hồi PMI (bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa) bao gồm các bước:

tiếp nhận, bởi thiết bị người dùng (user equipment, UE), tín hiệu tham chiếu;

xác định, bởi UE, rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi trạm cơ sở (base station, BS) để truyền tín hiệu tham chiếu bằng 16;

xác định, bởi UE, ma trận tiền mã hóa từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa (PM) W trong tập PM này thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2; và

gửi, bởi UE, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa đến BS.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc xác định, bởi UE, ma trận tiền mã hóa từ tập PM bao gồm các bước:

xác định, bởi UE, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai từ tập PM; và

xác định, bởi UE, ma trận tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó cách thức cấu hình của 16 cổng Anten bao gồm một trong các cách thức sau:

hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng Anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, hoặc

ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

xác định, bởi UE, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 ; và

xác định, bởi UE, PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 ; và

việc gửi, bởi UE, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa đến BS bao gồm bước:

gửi PMI của W_1 và PMI của W_2 đến BS.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó việc xác định, bởi UE, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 bao gồm bước:

tiếp nhận, bởi UE, thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

9. Phương pháp phản hồi PMI bao gồm các bước:

gửi, bởi BS, tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten;

tiếp nhận, bởi BS, PMI được phản hồi bởi UE;

xác định, bởi BS, ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2; và

gửi, bởi BS, dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó số lượng PMI ít nhất bằng 2; và

việc xác định, bởi BS, ma trận tiền mã hóa từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten bao gồm các bước:

xác định, bởi BS, ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai theo PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai; và

xác định, bởi BS, ma trận tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó cách thức cấu hình của 16 cổng anten bao gồm một trong các cách thức sau:

hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, hoặc

ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 13, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

xác định, bởi BS, số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 ; và

tiếp nhận, bởi BS theo số lượng bit của PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit của PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

16. Phương pháp theo điểm 15, phương pháp này còn bao gồm các bước:

gửi, bởi BS, thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

17. Thiết bị người dùng bao gồm:

khối tiếp nhận, được tạo cấu hình để nhận tín hiệu tham chiếu;

khối xác định, được tạo cấu hình để: xác định rằng số lượng cổng anten được sử dụng bởi BS để truyền tín hiệu tham chiếu bằng 16, và xác định ma trận tiền mã hóa từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó tín hiệu tham chiếu được tiếp nhận bởi khối tiếp nhận, và mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mỗi quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2; và

khối gửi, được tạo cấu hình để gửi PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa đến BS, trong đó ma trận tiền mã hóa được xác định bởi khối xác định.

18. Thiết bị người dùng theo điểm 17, trong đó khối xác định còn được tạo cấu hình để:

xác định ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ

hai từ tập PM; và

xác định ma trận tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

19. Thiết bị người dùng theo điểm 17, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

20. Thiết bị người dùng theo điểm 19, trong đó cách thức cấu hình của 16 cổng anten bao gồm một trong các cách thức sau:

hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

21. Thiết bị người dùng theo điểm 20, trong đó ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, hoặc

ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang.

22. Thiết bị người dùng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 21, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ

ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

23. Thiết bị người dùng theo điểm 17, trong đó:

khối xác định còn được tạo cấu hình để: xác định số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 , và xác định PMI của W_1 và PMI của W_2 theo số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 và số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

24. Thiết bị người dùng theo điểm 23, trong đó khối xác định còn được tạo cấu hình để điều khiển khối tiếp nhận để nhận thông tin chỉ báo bit được gửi bởi BS, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

25. Trạm cơ sở bao gồm:

khối gửi, được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu đến UE bằng cách sử dụng 16 cổng anten;

khối tiếp nhận, được tạo cấu hình để nhận PMI được phản hồi bởi UE, trong đó PMI được xác định theo tín hiệu tham chiếu được gửi bởi khối gửi; và

khối xác định, được tạo cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI được tiếp nhận bởi khối tiếp nhận từ tập PM tương ứng với 16 cổng anten, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa W trong tập PM thỏa mãn mối quan hệ sau: $W=W_1 \otimes W_2$ hoặc $W=W_2 \otimes W_1$, trong đó W_1 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất, W_2 là ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai, $\otimes$ chỉ báo tích số Kronecker, và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 2 và số hàng của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 8, hoặc số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất bằng 8 và số cột của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai bằng 2, trong đó:

khối gửi còn được tạo cấu hình để gửi dữ liệu đến UE bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa được xác định bởi khối xác định.

26. Trạm cơ sở theo điểm 25, trong đó số lượng PMI ít nhất bằng 2; và khối xác định còn được tạo cấu hình để:

xác định ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai theo PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và PMI của ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai; và

xác định ma trận tiền mã hóa theo ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai.

27. Trạm cơ sở theo điểm 25, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất, và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai, hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ hai và ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là ma trận phụ tiền mã hóa theo hướng thứ nhất.

28. Trạm cơ sở theo điểm 27, trong đó cách thức cấu hình của 16 cổng anten bao gồm một trong các cách thức sau:

hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và bốn cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai;

tám cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và hai cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai; hoặc

16 cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ nhất và một cổng anten được tạo cấu hình theo hướng thứ hai.

29. Trạm cơ sở theo điểm 28, trong đó ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang, và ma trận tiền mã hóa theo

hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, hoặc

ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ nhất là ma trận tiền mã hóa theo phương thẳng đứng, và ma trận tiền mã hóa theo hướng thứ hai là ma trận tiền mã hóa theo phương nằm ngang.

30. Trạm cơ sở theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 25 đến 29, trong đó ma trận phụ tiền mã hóa thứ nhất là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ ba và ma trận phụ tiền mã hóa thứ tư; và/hoặc

ma trận phụ tiền mã hóa thứ hai là tích số của ma trận phụ tiền mã hóa thứ năm và ma trận phụ tiền mã hóa thứ sáu.

31. Trạm cơ sở theo điểm 25, trong đó:

khối xác định còn được tạo cấu hình để xác định số lượng bit của PMI của W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 ; và

khối tiếp nhận còn được tạo cấu hình để nhận, theo số lượng bit PMI tương ứng với W_1 và số lượng bit PMI tương ứng với W_2 , PMI của W_1 và PMI của W_2 được phản hồi bởi UE.

32. Trạm cơ sở theo điểm 31, trong đó khối xác định còn được tạo cấu hình để điều khiển khối gửi để gửi thông tin chỉ báo bit đến UE, trong đó thông tin chỉ báo bit được sử dụng để chỉ báo ít nhất một trong số lượng bit tương ứng với PMI của W_1 hoặc số lượng bit tương ứng với PMI của W_2 .

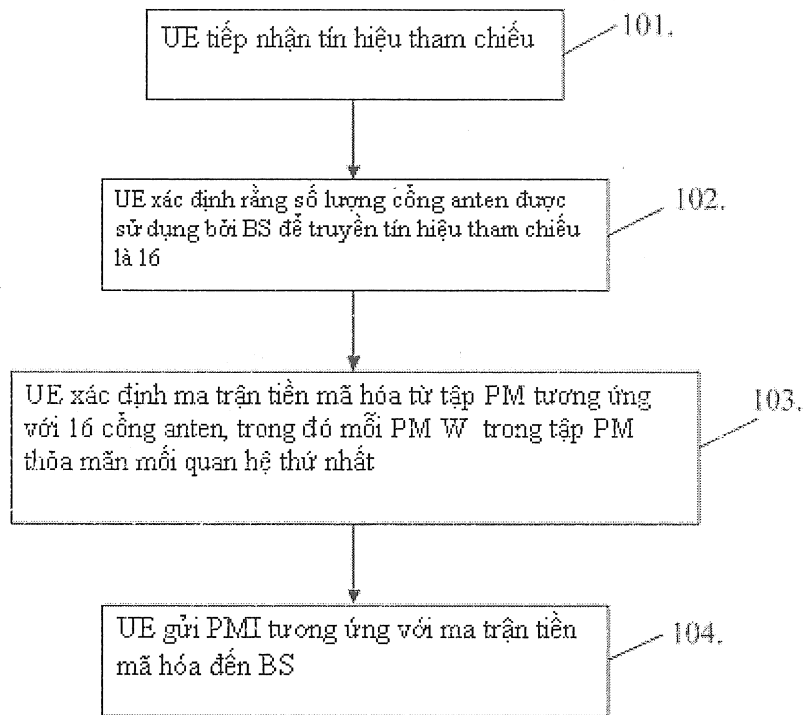


Fig. 1

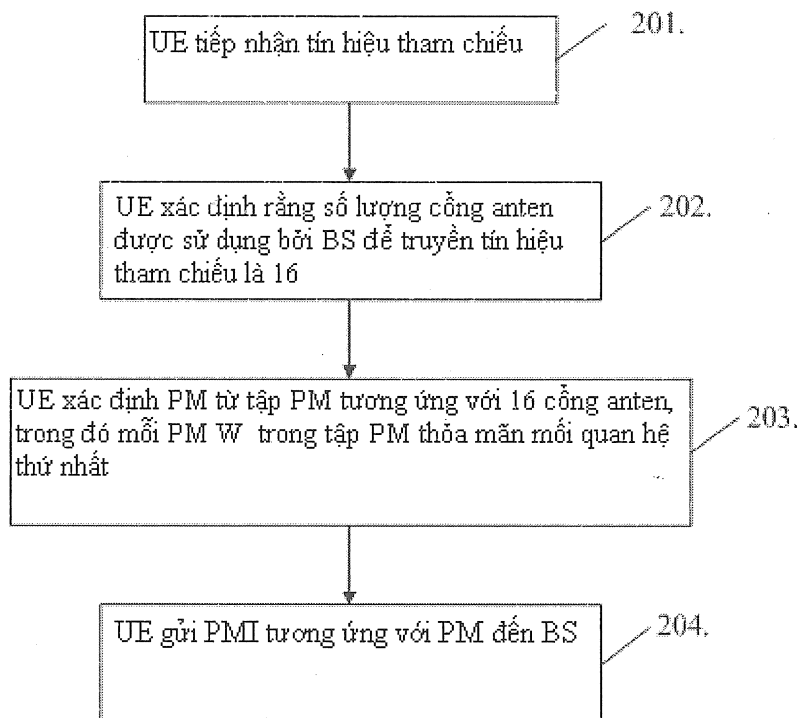


Fig. 2

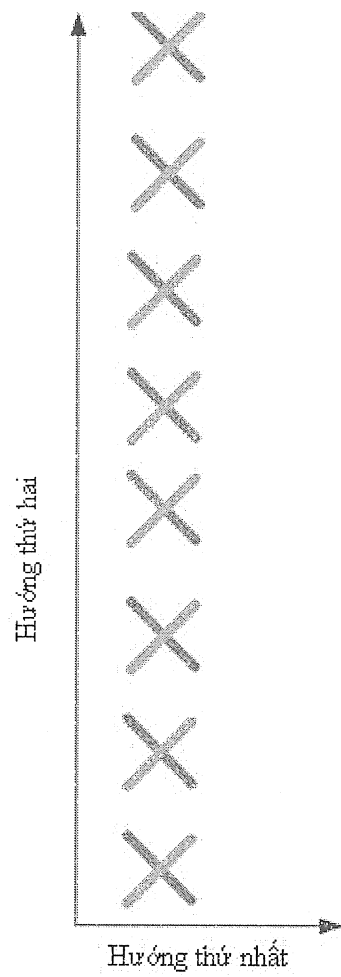


Fig.2a

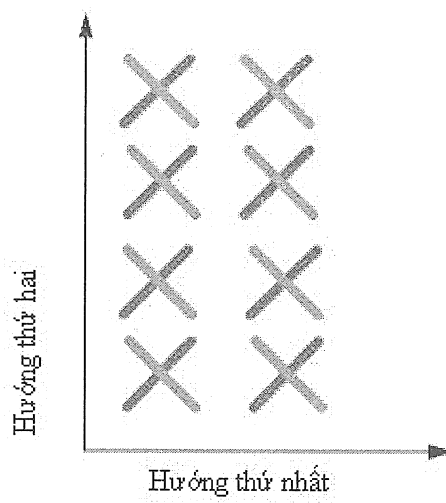


Fig.2b

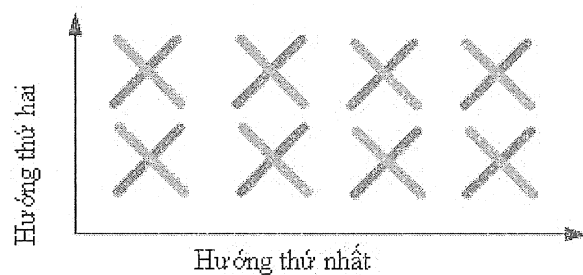


Fig 2c

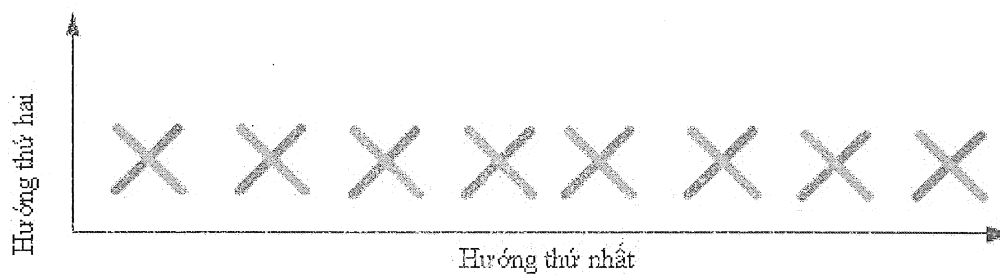


Fig 2d

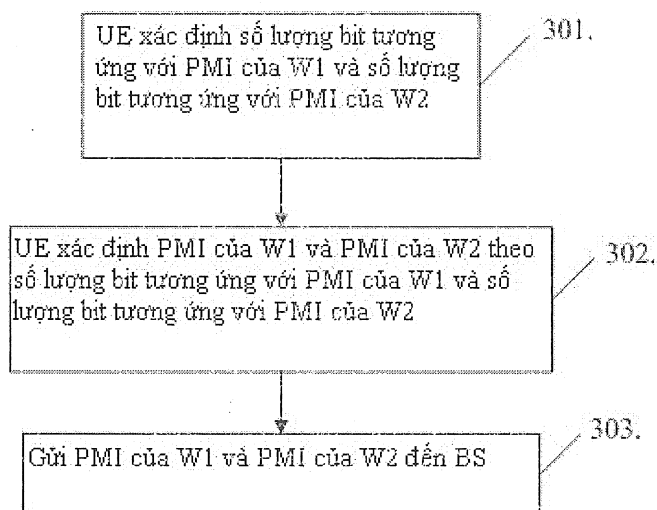


Fig.3

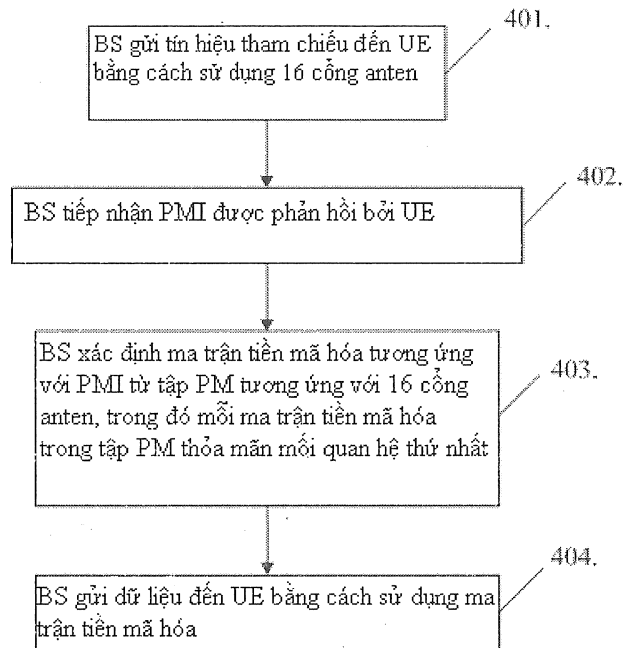


Fig.4

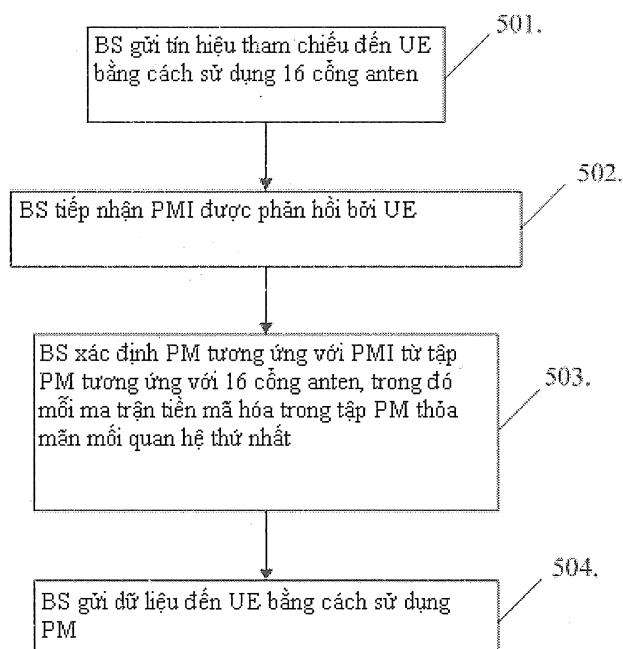


Fig.5

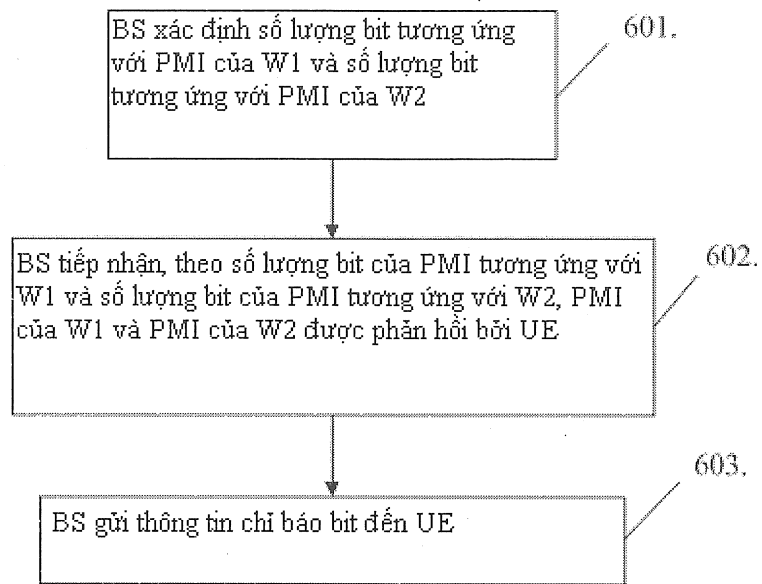


Fig. 6

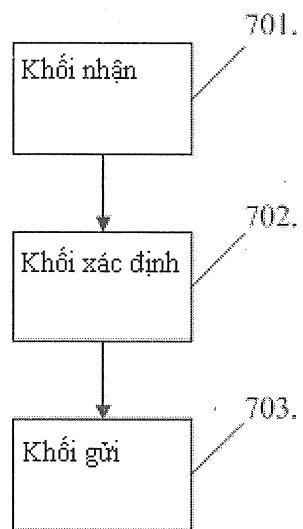


Fig. 7

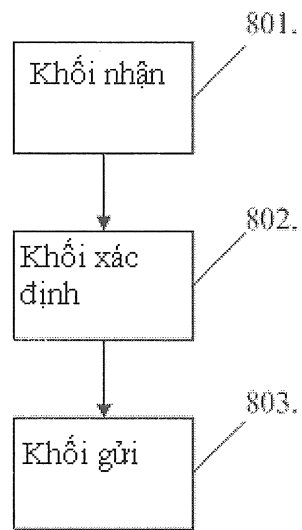


Fig. 8

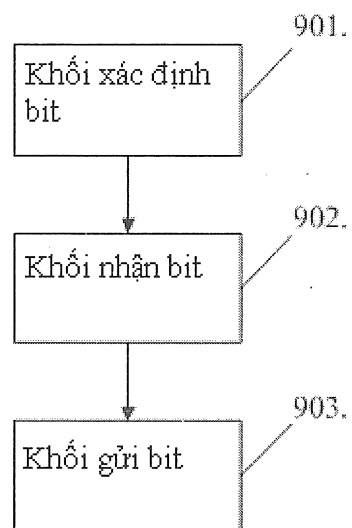


Fig. 9

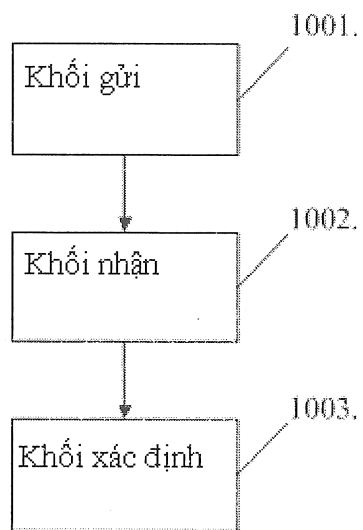


Fig 10

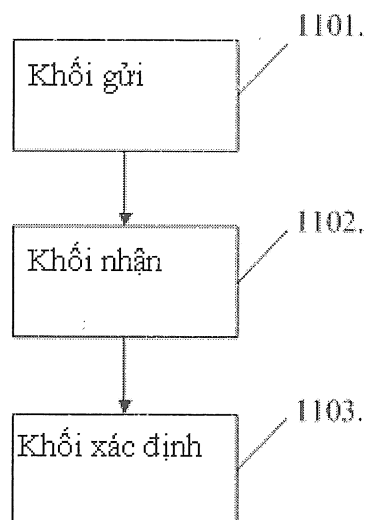


Fig 11

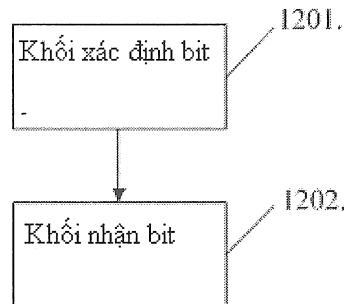


FIG 12

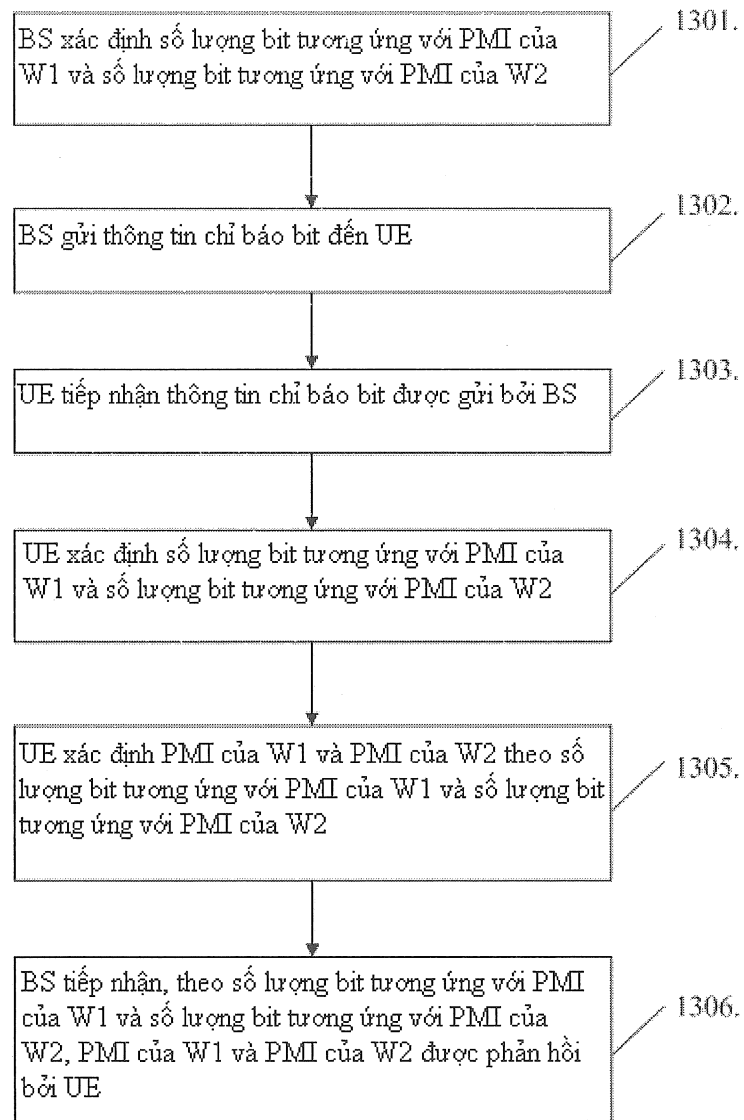


Fig.13

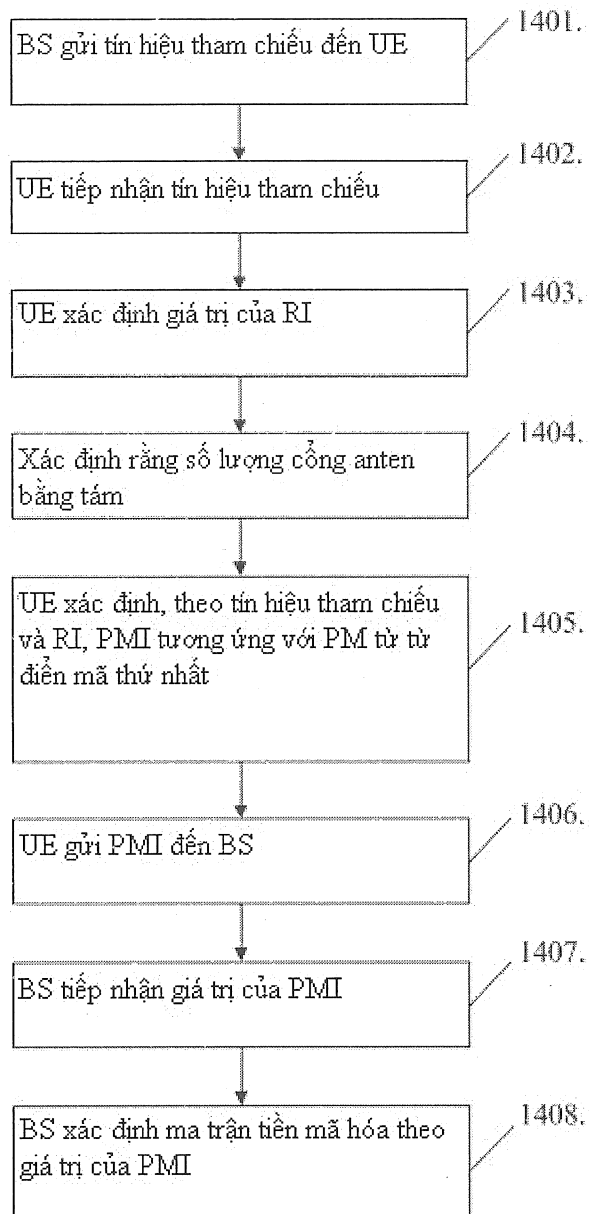


Fig.14