



(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)



1-0029747

(51)⁷ H04L 1/06

(13) B

(21) 1-2016-03696

(22) 02/04/2014

(86) PCT/CN2014/074672 02/04/2014

(87) WO 2015/149312 A1 08/10/2015

(45) 25/10/2021 403

(43) 26/12/2016 345A

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

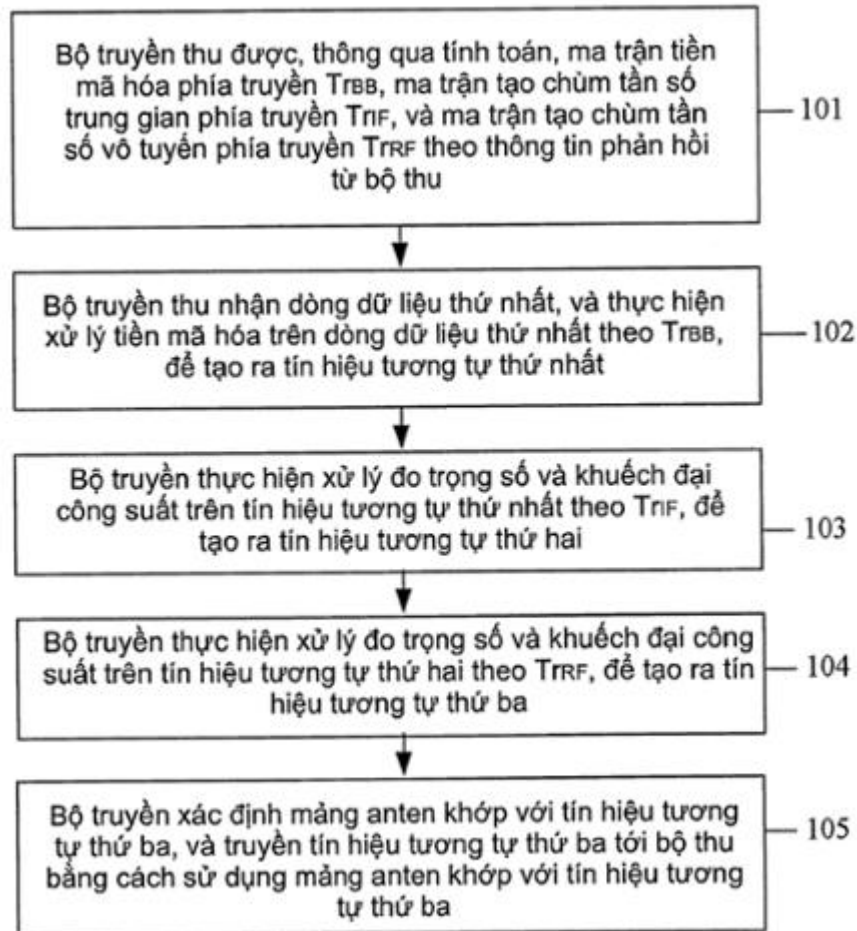
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) WANG, Guangjian (CN); ZHANG, Miaomiao (CN); CHENG, Jingjing (CN).

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

(54) BỘ TRUYỀN, BỘ THU VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG DỰA TRÊN TẠO CHÙM

(57) Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông, và đề xuất thiết bị và phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm, trong đó cấu trúc ba mức được sử dụng để điều khiển hướng chùm và độ rộng chùm trong khi làm giảm việc sử dụng phần cứng. Phương pháp theo sáng chế bao gồm: thu, bởi bộ truyền, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu; thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất; thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai; thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và xác định mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba, và truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông, và cụ thể, đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền thông dựa trên tạo chùm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với sự phát triển của các kỹ thuật và khoa học cũng như xã hội, số lượng dịch vụ di động và không dây tăng lên nhanh chóng. Theo kỹ thuật đã biết, rất khó thỏa mãn yêu cầu này bằng cách cải thiện hiệu quả phổ, và việc sử dụng băng tần số cao trở thành xu hướng bắt buộc. Để thỏa mãn các yêu cầu tương lai về việc gia tăng nhanh chóng của tốc độ dữ liệu di động, băng sóng milimet đã thu hút được sự quan tâm của lượng lớn người dùng do các đặc tính như bước sóng ngắn và độ rộng của băng sóng milimet. Tuy nhiên, so với truyền thông sóng viba hiện tại, sóng milimet nhạy cảm hơn với mưa, không khí, và loại tương tự và do đó bị hấp thụ bởi khí quyển, gây ra vấn đề như làm tăng suy hao truyền. Để tối thiểu suy hao truyền, việc sử dụng hệ thống anten mảng được định pha có mảng lớn để cải thiện độ tăng ích truyền để cải thiện hơn nữa độ chính xác của hướng truyền đã trở thành vấn đề cần được giải quyết khẩn cấp trong công nghiệp.

Kỹ thuật tạo chùm mảng lớn cần được sử dụng trong hệ thống anten mảng định pha có mảng lớn. Hiện tại, các phương pháp thực hiện kỹ thuật tạo chùm mảng lớn về cơ bản có thể được phân loại thành ba loại: phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, phương pháp tạo chùm dựa trên các bộ dịch pha, và phương pháp tạo chùm lai dựa trên bộ điều khiển hai mức tương tự và số. Tuy nhiên, phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số yêu cầu số lượng rất lớn của các ADC/DAC liên kết tần số vô tuyến, gây ra chi phí tương đối cao và tiêu thụ công suất trong thực hiện phần cứng; phương pháp tạo chùm dựa trên các bộ dịch pha tương tự làm cho tính linh động của việc điều khiển chùm bị làm giảm; đối với phương pháp tạo chùm lai dựa trên bộ điều khiển hai mức số và tương tự,

độ lệch sự chính xác cụ thể của hướng chùm tồn tại trong phương pháp này. Do đó, làm thế nào để thực hiện một cách hiệu quả truyền thông dựa trên tạo chùm khi các chi phí được kiểm soát theo cách thích hợp đã trở thành vấn đề cần được giải quyết khẩn cấp trong công nghiệp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm, mà điều khiển một cách đồng thời hướng chùm và độ rộng chùm bằng cách sử dụng cấu trúc ba mức, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian

Để đạt được các mục đích nêu trên, các giải pháp kỹ thuật sau đây được sử dụng trong các phương án của sáng chế:

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án của sáng chế đề xuất bộ truyền, trong đó bộ truyền bao gồm môđun tiền mã hóa phía truyền, môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền, môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền, môđun mảng anten, và môđun phản hồi phía truyền, trong đó

môđun phản hồi phía truyền có cấu trúc để thu được, bởi bộ truyền, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H và thông tin vector AOD;

môđun tiền mã hóa phía truyền có cấu trúc để thu nhận, bởi bộ truyền, dòng dữ liệu thứ nhất, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit cần được gửi được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp;

môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu

tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và

môđun mảng anten có cấu trúc để xác định, bởi bộ truyền, mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba, và truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

Theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ nhất,

môđun tiền mã hóa phía truyền có cấu trúc cụ thể để thực hiện tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để thu được tín hiệu tiền mã hóa; và thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên tín hiệu tiền mã hóa, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ nhất hoặc theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ nhất,

môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất; thực hiện theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ nhất hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ nhất,

môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai; thực hiện theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự

thứ ba.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ nhất hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ nhất,

môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền có cấu trúc cụ thể để thực hiện theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên, trong đó cách thức xử lý đo trọng số là bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ nhất hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ nhất,

môđun phản hồi phía truyền có cấu trúc cụ thể để thu nhận ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát theo thông tin phản hồi; và xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Theo khía cạnh thứ hai, phương án của sáng chế đề xuất bộ thu, trong đó bộ thu bao gồm môđun tiền mã hóa phía thu, môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu, môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía thu, và môđun phản hồi phía thu, trong đó

môđun phản hồi phía thu có cấu trúc để thu được, bởi bộ thu thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H, thông tin vector AOA, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} ;

môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía thu có cấu trúc để thu nhận, bởi bộ thu, tín hiệu tương tự thứ nhất, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch

đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ tư theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và

môđun tiền mã hóa phía thu có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ thu, xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

Theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ hai,

môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía thu có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ tư theo $R_{X_{RF}}$; thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ tư mà được trải qua xử lý đo trọng số; và thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ tư mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ năm.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ hai hoặc theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ hai,

môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ năm theo $R_{X_{IF}}$; thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ năm mà được trải qua xử lý đo trọng số; và thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ năm mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ sáu.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ hai hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ hai,

môđun tiền mã hóa phía thu có cấu trúc cụ thể để chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ sáu thành tín hiệu số; và thực hiện theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên

tín hiệu tương tự thứ sáu được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ hai hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ hai,

môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ năm theo $R_{X_{IF}}$, trong đó cách thức xử lý đo trọng số là bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ hai hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ hai, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ hai,

môđun phản hồi phía thu có cấu trúc cụ thể để thu nhận ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và xử lý ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$.

Theo khía cạnh thứ ba, phương án của sáng chế đề xuất bộ truyền, trong đó bộ truyền bao gồm bộ xử lý thứ nhất, bộ xử lý thứ hai, bộ thu phát thứ nhất, bộ thu phát thứ hai, bộ chuyển đổi DAC, bộ trộn tần số thứ nhất, bộ trộn tần số thứ hai, bộ dịch pha thứ nhất, bộ dịch pha thứ hai, bộ khuếch đại công suất thứ nhất, và bộ khuếch đại công suất thứ hai, trong đó

bộ thu phát thứ nhất được kết nối tới bộ xử lý thứ nhất, và bộ xử lý thứ nhất được kết nối tới bộ chuyển đổi DAC để tạo thành nhánh xử lý tiền mã hóa phía truyền, trong đó bộ thu phát thứ nhất có cấu trúc để thu dòng dữ liệu thứ nhất và gửi dòng dữ liệu thứ nhất tới bộ xử lý thứ nhất; bộ xử lý thứ nhất có cấu trúc để nhân dòng dữ liệu thứ nhất với Tr_{BB} ; bộ chuyển đổi DAC thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên dòng dữ liệu thứ nhất mà thu được sau khi được nhân với Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit cần được gửi được xáo trộn và trải qua

xử lý ánh xạ lớp;

bộ trộn tần số thứ nhất được kết nối tới bộ dịch pha thứ nhất, và bộ dịch pha thứ nhất được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ nhất để tạo thành nhánh xử lý tần số trung gian phía truyền, trong đó bộ trộn tần số thứ nhất có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất; bộ dịch pha thứ nhất có cấu trúc để thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ khuếch đại công suất thứ nhất có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

bộ trộn tần số thứ hai được kết nối tới bộ dịch pha thứ hai, và bộ dịch pha thứ hai được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ hai để tạo thành nhánh xử lý tần số vô tuyến phía truyền, trong đó bộ trộn tần số thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai; bộ dịch pha thứ hai có cấu trúc để thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ khuếch đại công suất thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và

bộ thu phát thứ hai được kết nối tới bộ xử lý thứ hai để tạo thành nhánh phản hồi phía truyền, trong đó bộ thu phát thứ hai có cấu trúc để thu nhận ma trận kênh H theo thông tin phản hồi; bộ xử lý thứ hai có cấu trúc để tính toán thông tin vector góc thoát theo ma trận kênh H và thông tin phản hồi, và xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ ba,

bộ dịch pha thứ nhất có cấu trúc cụ thể để thực hiện bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên.

Theo khía cạnh thứ tư, phương án của sáng chế đề xuất bộ thu, trong đó bộ thu bao gồm bộ dịch pha thứ nhất, bộ dịch pha thứ hai, bộ khuếch đại công suất thứ nhất, bộ khuếch đại công suất thứ hai, bộ trộn tần số thứ nhất, bộ trộn tần số thứ hai, bộ chuyển đổi DAC, bộ xử lý thứ nhất, bộ xử lý thứ hai, và bộ thu phát thứ nhất, trong đó

bộ dịch pha thứ nhất được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ nhất, và bộ khuếch đại công suất thứ nhất được kết nối tới bộ trộn tần số thứ nhất để tạo thành nhánh xử lý tần số vô tuyến phía thu, trong đó bộ dịch pha thứ nhất có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$; bộ khuếch đại công suất thứ nhất có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ trộn tần số thứ nhất có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

bộ dịch pha thứ hai được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ hai, và bộ khuếch đại công suất thứ hai được kết nối tới bộ trộn tần số thứ hai để tạo thành nhánh xử lý tần số trung gian phía thu, trong đó bộ dịch pha thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; bộ khuếch đại công suất thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ trộn tần số thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba;

bộ chuyển đổi DAC được kết nối tới bộ xử lý thứ nhất để tạo thành nhánh xử lý tiền mã hóa phía thu, trong đó bộ chuyển đổi DAC có cấu trúc để chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và bộ xử lý thứ nhất có cấu trúc để thực hiện, theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp; và

bộ thu phát thứ nhất được kết nối tới bộ xử lý thứ hai để tạo thành

nhánh phản hồi phía thu, trong đó bộ thu phát thứ nhất có cấu trúc để thu nhận ma trận kênh H, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và bộ xử lý thứ hai có cấu trúc để tính toán thông tin vector góc tới theo thông tin phản hồi và ma trận kênh H, và xử lý ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được R_{XBB} , R_{XIF} , và R_{XRF} .

Theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ tư,

bộ dịch pha thứ hai có cấu trúc cụ thể để thực hiện, bởi bộ thu, bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ hai theo R_{XIF} .

Theo khía cạnh thứ năm, phương án của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm, bao gồm:

thu, bởi bộ truyền thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H và thông tin vector AOD;

thu nhận, bởi bộ truyền, dòng dữ liệu thứ nhất, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit cần được gửi được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp;

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và

xác định, bởi bộ truyền, mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba, và truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

Theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ năm, bước thực

hiện xử lý tiền mã hóa theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất bao gồm:

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để thu được tín hiệu tiền mã hóa; và

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên tín hiệu tiền mã hóa, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ năm hoặc theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ năm, bước thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai bao gồm:

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất;

thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ năm hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ năm, bước thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba bao gồm:

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai;

thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ năm hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ năm, bộ truyền thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên, trong đó cách thức xử lý đo trọng số là bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ năm hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ năm, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ năm, bước thu, bởi bộ truyền thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu bao gồm:

thu nhận, bởi bộ truyền, ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát theo thông tin phản hồi; và

xử lý, bởi bộ truyền, ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Theo khía cạnh thứ sáu, phương án của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm, bao gồm:

thu, bởi bộ thu thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía thu Rx_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu Rx_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu Rx_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H , thông tin vector AOA, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} ;

thu nhận, bởi bộ thu, tín hiệu tương tự thứ tư, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ tư theo Rx_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ năm;

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên

tín hiệu tương tự thứ năm theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ sáu; và

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ sáu theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

Theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ sáu, bước thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ tư theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ năm bao gồm:

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ tư theo $R_{X_{RF}}$;

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ tư mà được trải qua xử lý đo trọng số; và

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý chuyển đổi xuống phía tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ tư mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ năm.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ sáu hoặc theo cách thức thực hiện có thể thứ nhất của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ hai của khía cạnh thứ sáu, bước thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ năm theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ sáu bao gồm:

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ năm theo $R_{X_{IF}}$;

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ năm mà được trải qua xử lý đo trọng số; và

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ năm mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ sáu.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ sáu hoặc cách thức thực hiện có thể thứ nhất hoặc thứ hai của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ ba của khía cạnh thứ sáu, bước thực hiện, bởi bộ thu, xử lý mã hóa trên tín hiệu tương

tự thứ sáu theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai bao gồm:

chuyển đổi, bởi bộ thu, tín hiệu tương tự thứ sáu thành tín hiệu số; và thực hiện, bởi bộ thu theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ sáu được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ sáu hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ ba của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ tư của khía cạnh thứ sáu, bộ thu thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ năm theo $R_{X_{IF}}$, trong đó cách thức xử lý đo trọng số là bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

Viện dẫn tới khía cạnh thứ sáu hoặc bất kỳ trong số các cách thức thực hiện có thể thứ nhất đến thứ tư của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức thực hiện có thể thứ năm của khía cạnh thứ sáu, bước thu, bởi bộ thu thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền bao gồm:

thu nhận, bởi bộ thu, ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và

xử lý, bởi bộ thu, ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$.

Theo phương pháp và thiết bị truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong các phương án của sáng chế, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế hoặc theo kỹ thuật đã biết một cách rõ ràng hơn, phần sau đây mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo được yêu cầu để mô tả các phương án hoặc kỹ thuật đã biết. Rõ ràng, các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả sau đây chỉ thể hiện một vài phương án của sáng chế, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật vẫn có thể suy ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ kèm theo này mà không cần mất công sáng tạo.

FIG.1 là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền theo phương án của sáng chế;

FIG.2 là sơ đồ cấu trúc của bộ thu theo phương án của sáng chế;

FIG.3 là sơ đồ phần cứng 1 của bộ truyền theo phương án của sáng chế;

FIG.4 là sơ đồ phần cứng của bộ thu theo phương án của sáng chế;

FIG.5 là lưu đồ 1 của phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm theo phương án của sáng chế;

FIG.6 là sơ đồ cấu trúc 1 của phương pháp tạo chùm theo kỹ thuật đã biết;

FIG.7 là sơ đồ cấu trúc 2 của phương pháp tạo chùm theo kỹ thuật đã biết;

FIG.8a là sơ đồ cấu trúc 3 của phương pháp tạo chùm theo kỹ thuật đã biết;

FIG.8b là sơ đồ cấu trúc 4 của phương pháp tạo chùm theo kỹ thuật đã biết;

FIG.9 là sơ đồ phần cứng 2 của bộ truyền theo phương án của sáng chế;

FIG.10 là lưu đồ 2 của phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm theo phương án của sáng chế;

FIG.11 là lưu đồ 3 của phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm theo phương án của sáng chế;

FIG.12 là lưu đồ 4 của phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm theo phương án của sáng chế; và

FIG.13 là lưu đồ 5 của phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả rõ ràng và toàn bộ các giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế có viện dẫn tới các hình vẽ kèm theo trong các phương án của sáng chế. Rõ ràng, các phương án được mô tả chỉ là một vài phương án của sáng chế mà không phải tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật dựa trên các phương án của sáng chế mà không cần cố gắng sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Anten mảng được định pha là anten mà dạng của mẫu được thay đổi bằng cách điều khiển pha cấp của bộ bức xạ trong anten mảng. Hướng tương ứng với giá trị lớn nhất của mẫu anten có thể được thay đổi bằng cách điều khiển pha, để đạt được đối tượng quét chùm. Trong trường hợp đặc biệt, mức tối thiểu, vị trí giá trị tối thiểu, và dạng của toàn bộ mẫu cũng có thể được điều khiển, ví dụ, mẫu $\cos \theta$ thu được, và mẫu này được điều khiển thích nghi. Khi anten được quay bằng cách sử dụng phương pháp cơ học, quán tính là lớn, và tốc độ là chậm; anten mảng được định pha sẽ giải quyết nhược điểm này, và tốc độ quét của chùm là cao. Pha cấp của anten mảng được định pha thường được điều khiển bằng cách sử dụng máy tính điện tử, và tốc độ thay đổi của pha là cao (theo đơn vị mili giây), tức là, hướng tương ứng với giá trị lớn nhất của mẫu anten hoặc tham số khác thay đổi nhanh chóng.

Kỹ thuật tạo chùm là kết hợp của kỹ thuật anten và kỹ thuật xử lý tín hiệu số, và được sử dụng để truyền và thu tín hiệu theo định hướng. Trong việc xử lý tín hiệu được thực hiện bởi bộ thu, xử lý đo trọng số và tổng hợp có thể được thực hiện trên các tín hiệu được thu bởi các phần tử mảng anten để tạo thành tín hiệu lý tưởng mong muốn. Theo khía cạnh mẫu của anten, điều này tương đương với việc chùm theo hướng được điều chỉnh được tạo thành. Ví dụ, mẫu thu đẳng hướng gốc được chuyển đổi thành mẫu búp sóng có điểm gốc và hướng tương ứng với giá trị lớn nhất. Nguyên tắc tương tự cũng được áp dụng tới bộ truyền, và bộ truyền thực hiện việc điều chỉnh pha và biên độ trong việc cấp của phần tử mảng anten, sao cho mẫu có dạng mong muốn có thể được tạo

thành. Nếu kỹ thuật tạo chùm cần được sử dụng, điều kiện tiên đề đó là hệ thống đa anten cần được sử dụng để xử lý, bằng cách sử dụng thuật toán cụ thể tại bộ thu, các tín hiệu được thu bởi nhiều anten, sao cho tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu của bộ thu có thể được nâng cao rõ rệt. Ngay cả nếu bộ thu nằm tương đối xa, chất lượng tín hiệu mong muốn cũng có thể đạt được.

Lưu ý rằng, trong các phương án của sáng chế, tín hiệu tương tự thứ nhất, tín hiệu tương tự thứ hai, tín hiệu tương tự thứ ba, và loại tương tự chỉ được sử dụng để phân biệt các tín hiệu tương tự khác nhau, và không cấu thành sự giới hạn đối với tín hiệu tương tự.

Phương án 1

Phương án này của sáng chế đề xuất bộ truyền. Như được thể hiện trên FIG.1, bộ truyền bao gồm môđun tiền mã hóa phía truyền 01, môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền 02, môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền 03, môđun mảng anten 04, và môđun phản hồi phía truyền 05.

Môđun phản hồi phía truyền 05 có cấu trúc để thu được ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H và thông tin vector AOD.

Môđun tiền mã hóa phía truyền 01 có cấu trúc để thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit cần được gửi được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp.

Môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền 02 có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền 03 có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Môđun mảng anten 04 có cấu trúc để xác định mảng anten khớp với tín

hiệu tương tự thứ ba, và truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

Ngoài ra môđun tiền mã hóa phía truyền 01 có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để thu được tín hiệu tiền mã hóa; và thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên tín hiệu tiền mã hóa, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

Ngoài ra môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền 02 có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất; thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua chuyển lên tần số trung gian; và thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Ngoài ra môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền 03 có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai; thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua chuyển đổi lên tần số vô tuyến; và thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Ngoài ra môđun tạo chùm tần số trung gian phía truyền 02 có cấu trúc cụ thể để thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên, trong đó cách thức xử lý đo trọng số có thể là bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

Ngoài ra môđun phản hồi phía truyền 05 có cấu trúc cụ thể để thu nhận ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát theo thông tin phản hồi; và xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Do đó, bộ truyền gửi, tới bộ thu, dòng dữ liệu thứ nhất thu được mà đã trải qua ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa bằng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung

gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến. So với kỹ thuật đã biết, giải pháp này có thể mang lại hiệu quả ở nhiều khía cạnh: Đầu tiên, số lượng ADC/DAC được yêu cầu trong điều khiển chùm sử dụng cấu trúc ba mức được làm giảm. Giả thiết rằng việc điều khiển chùm được thực hiện trong hai trường hợp. Trong trường hợp 1, việc điều khiển chùm ba mức được sử dụng, và trong trường hợp 2, việc điều khiển chùm hai mức được sử dụng. Giả thiết rằng các ma trận tạo chùm tần số vô tuyến tương ứng với hai trường hợp có cùng đặc tính chiều. Trong trường hợp 1, ma trận tiền mã hóa tương đối nhỏ được sử dụng trong phần băng gốc, và xử lý đo trọng số được thực hiện trên tín hiệu trong phần tần số trung gian, sao cho đặc tính chiều của mảng được tăng hơn nữa. Trong trường hợp 2, ma trận tiền mã hóa băng gốc được sử dụng trực tiếp để xử lý. Theo sự so sánh, số lượng ADC/DAC được yêu cầu trong trường hợp 1 ít hơn so với trong trường hợp 2. Thứ hai, đối với mỗi kênh, độ tăng ích được yêu cầu có thể được điều chỉnh thuận tiện theo yêu cầu độ phức tạp. Như có thể được thấy từ giải pháp nêu trên, đối với mỗi dòng dữ liệu, việc điều chỉnh độ tăng ích có thể được thực hiện linh hoạt thông qua xử lý IF và xử lý RF, và ở đây, có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng cổng xuất IF. Thứ ba, sai số trong hướng chùm là nhỏ hơn; ngoài ra, khi việc điều khiển chùm ba mức được sử dụng, sự khác biệt với việc điều khiển chùm hai mức đó là một mức điều khiển chùm bổ sung được thêm vào tại phía tần số trung gian, và một trong các cách thức sau có thể được lựa chọn đối với cách thức đo trọng số: (1) đo trọng số biên độ và đo trọng số pha; (2) đo trọng số biên độ; và (3) đo trọng số pha. Như được thấy từ sự so sánh, hệ thống điều khiển chùm ba mức thu được hướng chùm chính xác cao hơn và có sai số nhỏ hơn. Thứ tư, trong giải pháp này, số lượng mức có thể được lựa chọn theo yêu cầu thực tế của người dùng; và việc chuyển đổi của mỗi mức được điều khiển theo yêu cầu thực tế của người dùng, và mức 1/mức 2/mức 3 có thể được lựa chọn riêng biệt để điều khiển hướng chùm.

Theo giải pháp này, hướng chùm và độ chính xác chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số

lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Phương án 2

Phương án này của sáng chế đề xuất bộ thu. Như được thể hiện trên FIG.2, bộ thu bao gồm môđun tiền mã hóa phía thu 11, môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu 12, môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía thu 13, và môđun phản hồi phía thu 14.

Môđun phản hồi phía thu 14 có cấu trúc để thu được, thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H, thông tin vectơ AOA, ma trận tiền mã hóa phía truyền $T_{r_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền $T_{r_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền $T_{r_{RF}}$.

Môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía thu 13 có cấu trúc để thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu 12 có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Môđun tiền mã hóa phía thu 11 có cấu trúc để thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

Ngoài ra, môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía thu 11 có cấu trúc cụ thể để thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$; thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số; và thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Ngoài ra môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu 12 có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số; và thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Ngoài ra môđun tiền mã hóa phía thu 11 có cấu trúc cụ thể để chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và thực hiện, theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai.

Ngoài ra môđun tạo chùm tần số trung gian phía thu 12 có cấu trúc cụ thể để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, trong đó cách thức xử lý đo trọng số là bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

Ngoài ra môđun phản hồi phía thu 14 có cấu trúc cụ thể để thu nhận ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và xử lý ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$.

Theo bộ thu được đề xuất trong phương án này của sáng chế, bộ thu thu được ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H, thông tin vector AOA, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} ; bộ thu thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai; bộ thu thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và bộ thu thực

hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{x_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp. Bộ thu có thể điều khiển một cách đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, hướng chùm và độ rộng chùm trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các công tần số vô tuyến và các công tần số trung gian.

Phương án 3

FIG.3 và FIG.4 là các sơ đồ phân cứng của thiết bị truyền thông dựa trên tạo chùm theo sáng chế:

Thiết bị truyền thông dựa trên tạo chùm mảng lớn bao gồm bộ truyền 21 và bộ thu 22.

Như được thể hiện trên FIG.3, bộ truyền 21 bao gồm bộ xử lý thứ nhất 32, bộ xử lý thứ hai 41, bộ thu phát thứ nhất 31, bộ thu phát thứ hai 40, bộ chuyển đổi DAC 33, bộ trộn tần số thứ nhất 34, bộ trộn tần số thứ hai 37, bộ dịch pha thứ nhất 35, bộ dịch pha thứ hai 38, bộ khuếch đại công suất thứ nhất 36, và bộ khuếch đại công suất thứ hai 39.

Cụ thể, bộ thu phát thứ nhất 31 được kết nối tới bộ xử lý thứ nhất 32, và bộ xử lý thứ nhất 32 được kết nối tới bộ chuyển đổi DAC 33 để tạo thành nhánh xử lý tiền mã hóa phía truyền, trong đó bộ thu phát thứ nhất 31 có cấu trúc để thu dòng dữ liệu thứ nhất và gửi dòng dữ liệu thứ nhất tới bộ xử lý thứ nhất 32; bộ xử lý thứ nhất 32 có cấu trúc để nhân dòng dữ liệu thứ nhất với Tr_{BB} ; và bộ chuyển đổi DAC 33 thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên dòng dữ liệu thứ nhất mà thu được sau khi được nhân với Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit cần được gửi được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp. Lưu ý rằng, có thể có một hoặc nhiều bộ chuyển đổi DAC 33, mà không bị giới hạn trong phương án này của sáng chế.

Bộ trộn tần số thứ nhất 34 được kết nối tới bộ dịch pha thứ nhất 35, và bộ dịch pha thứ nhất 35 được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ nhất 36 để tạo thành nhánh xử lý tần số trung gian phía truyền, trong đó bộ trộn tần số thứ nhất 34 có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất; bộ dịch pha thứ nhất 35 có cấu trúc để thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian; và bộ khuếch đại công suất thứ nhất 36 có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Bộ trộn tần số thứ hai 37 được kết nối tới bộ dịch pha thứ hai 38, và bộ dịch pha thứ hai 38 được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ hai 39 để tạo thành nhánh xử lý tần số vô tuyến phía truyền, trong đó bộ trộn tần số thứ hai 37 có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai; bộ dịch pha thứ hai 38 có cấu trúc để thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến; và bộ khuếch đại công suất thứ hai 39 có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Bộ thu phát thứ hai 40 được kết nối tới bộ xử lý thứ hai 41 để tạo thành nhánh phản hồi phía truyền, trong đó bộ thu phát thứ hai 40 có cấu trúc để thu nhận ma trận kênh H theo thông tin phản hồi; bộ xử lý thứ hai 41 có cấu trúc để tính toán thông tin vector góc thoát theo ma trận kênh H và thông tin phản hồi, và xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Nhánh xử lý tiền mã hóa phía truyền, nhánh xử lý tần số trung gian phía truyền, và nhánh xử lý tần số vô tuyến phía truyền được kết nối riêng biệt tới nhánh phản hồi phía truyền.

Ngoài ra bộ dịch pha thứ nhất 35 có cấu trúc cụ thể để thực hiện bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua chuyển lên tần số trung

gian.

Như được thể hiện trên FIG.4, bộ thu 22 bao gồm bộ dịch pha thứ nhất 42, bộ dịch pha thứ hai 45, bộ khuếch đại công suất thứ nhất 43, bộ khuếch đại công suất thứ hai 46, bộ trộn tần số thứ nhất 44, bộ trộn tần số thứ hai 47, bộ chuyển đổi DAC 48, bộ xử lý thứ nhất 49, bộ xử lý thứ hai 51, và bộ thu phát thứ nhất 50.

Bộ dịch pha thứ nhất 42 được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ nhất 43, và bộ khuếch đại công suất thứ nhất 43 được kết nối tới bộ trộn tần số thứ nhất 44 để tạo thành nhánh xử lý tần số vô tuyến phía thu, trong đó bộ dịch pha thứ nhất 42 có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$; bộ khuếch đại công suất thứ nhất 43 có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ trộn tần số thứ nhất 44 có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Bộ dịch pha thứ hai 45 được kết nối tới bộ khuếch đại công suất thứ hai 46, và bộ khuếch đại công suất thứ hai 46 được kết nối tới bộ trộn tần số thứ hai 47 để tạo thành nhánh xử lý tần số trung gian phía thu, trong đó bộ dịch pha thứ hai 45 có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; bộ khuếch đại công suất thứ hai 46 có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ trộn tần số thứ hai 47 có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Bộ chuyển đổi DAC 48 được kết nối tới bộ xử lý thứ nhất 49 để tạo thành nhánh xử lý tiền mã hóa phía thu, trong đó bộ chuyển đổi DAC 48 có cấu trúc để chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và bộ xử lý thứ nhất 49 có cấu trúc để thực hiện, theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

Bộ thu phát thứ nhất 50 được kết nối tới bộ xử lý thứ hai 51 để tạo thành nhánh phản hồi phía thu, trong đó bộ thu phát thứ nhất 50 có cấu trúc để thu nhận ma trận kênh H, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và bộ xử lý thứ hai 51 có cấu trúc để tính toán thông tin vectơ góc tới theo thông tin phản hồi và ma trận kênh H, và xử lý ma trận kênh H, thông tin vectơ góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$.

Nhánh xử lý tiền mã hóa phía thu, nhánh xử lý tần số trung gian phía thu, và nhánh xử lý tần số vô tuyến phía thu được kết nối riêng biệt tới nhánh phản hồi phía thu.

Ngoài ra bộ dịch pha thứ hai 45 có cấu trúc cụ thể để thực hiện, bởi bộ thu, bất kỳ trong số xử lý đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$.

Lưu ý rằng, các chức năng của bộ thu phát thứ nhất và bộ thu phát thứ hai được đề cập trong phương án này của sáng chế có thể được thực hiện bởi một bộ thu phát; một cách tương ứng, các chức năng của bộ xử lý thứ nhất và bộ xử lý thứ hai có thể được thực hiện bởi một bộ xử lý; và các chức năng của bộ trộn tần số thứ nhất và bộ trộn tần số thứ hai có thể được thực hiện bởi một bộ thu phát.

Do đó, bộ thu gửi, tới bộ truyền, dòng dữ liệu thứ nhất thu được mà đã trải qua ba xử lý, tức là, xử lý tạo chùm tần số vô tuyến, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tiền mã hóa băng gốc. So với kỹ thuật đã biết, giải pháp này có thể mang lại hiệu quả ở nhiều khía cạnh: Đầu tiên, số lượng ADC/DAC được yêu cầu trong điều khiển chùm sử dụng cấu trúc ba mức được làm giảm. Giả thiết rằng việc điều khiển chùm được thực hiện trong hai trường hợp. Trong trường hợp 1, việc điều khiển chùm ba mức được sử dụng, và trong trường hợp 2, việc điều khiển chùm hai mức được sử dụng. Giả thiết rằng các ma trận tạo chùm tần số vô tuyến tương ứng với hai trường hợp có cùng đặc tính chiều. Trong trường hợp 1, ma trận tiền mã hóa tương đối nhỏ được sử dụng trong phần băng gốc, và xử lý đo trọng số được thực hiện trên tín hiệu trong phần tần số trung gian, sao

cho đặc tính chiều của mảng được tăng hơn nữa. Trong trường hợp 2, ma trận tiền mã hóa băng gốc được sử dụng trực tiếp để xử lý. Theo sự so sánh, số lượng ADC/DAC được yêu cầu trong trường hợp 1 ít hơn so với trong trường hợp 2. Thứ hai, đối với mỗi kênh, độ tăng ích được yêu cầu có thể được điều chỉnh thuận tiện theo yêu cầu độ phức tạp. Như có thể được thấy từ phương pháp nêu trên, đối với mỗi dòng dữ liệu, việc điều chỉnh độ tăng ích có thể được thực hiện linh hoạt thông qua xử lý IF và xử lý RF, và ở đây, có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng cổng xuất IF. Thứ ba, sai số trong hướng chùm là nhỏ hơn; ngoài ra, khi việc điều khiển chùm ba mức được sử dụng, sự khác biệt với việc điều khiển chùm hai mức đó là một mức điều khiển chùm bổ sung được thêm vào tại phía tần số trung gian, và một trong các dạng sau có thể được lựa chọn đối với cách thức đo trọng số: (1) đo trọng số biên độ và đo trọng số pha; (2) đo trọng số biên độ; và (3) đo trọng số pha. Như được thấy từ sự so sánh, hệ thống điều khiển chùm ba mức thu được hướng chùm chính xác cao hơn và có sai số nhỏ hơn. Thứ tư, trong giải pháp này, số lượng mức có thể được lựa chọn theo yêu cầu thực tế của người dùng; và sự chuyển đổi của mỗi mức được điều khiển theo yêu cầu thực tế của người dùng, và mức 1/mức 2/mức 3 có thể được lựa chọn riêng biệt để điều khiển hướng chùm.

Theo thiết bị truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, thiết bị này có thể điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, hướng chùm và độ rộng chùm trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Phương án 4

Phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm. Như được thể hiện trên FIG.5, phương pháp này bao gồm:

101: Bộ truyền thu được, thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo

chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu.

Theo phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian. Thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H và thông tin vector AOD.

Theo kỹ thuật đã biết, các phương pháp thực hiện kỹ thuật tạo chùm mảng lớn về cơ bản có thể được phân loại thành ba loại: phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, phương pháp tạo chùm dựa trên các bộ dịch pha tương tự, và phương pháp tạo chùm lai dựa trên bộ điều khiển hai mức tương tự và số. FIG.6 thể hiện phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, trong đó hướng chùm được điều khiển bằng cách điều chỉnh giá trị được đo trọng số của ma trận tiền mã hóa số 615/625, và phương pháp này được sử dụng để điều khiển việc tạo chùm. Tuy nhiên, khi phương pháp tạo chùm số được sử dụng để điều khiển chùm, gây ra làm giảm mức búp sóng bên, chùm búp sóng chính được mở rộng, và độ tăng ích được làm giảm; ngoài ra, trong phương pháp này, số lượng rất lớn của các thiết bị ADC/DAC được yêu cầu trên liên kết tần số vô tuyến, mà gây ra chi phí rất cao và tiêu thụ công suất trong thực hiện phần cứng; do đó, phương pháp tạo chùm số có khả năng áp dụng tương đối thấp. FIG.7 thể hiện phương pháp tạo chùm dựa trên các bộ dịch pha tương tự, trong đó hướng chùm được điều khiển bằng cách thay đổi góc của hướng của bộ dịch pha. Việc tạo ra giá trị được đo trọng số của bộ dịch pha có thể được xử lý tại phần kỹ thuật số. So với phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, theo phương pháp này, mặc dù số lượng DAC/ADC được yêu cầu có thể được làm giảm, giá trị được đo trọng số của bộ dịch pha có thể được điều chỉnh bằng cách chỉ dựa trên việc mô phỏng, làm cho sự linh động của việc điều khiển chùm bị giảm xuống. FIG.8a và FIG.8b thể hiện phương pháp tạo chùm lai dựa trên bộ điều khiển hai mức số và

tương tự. FIG.8a là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền theo phương pháp tạo chùm lai số và tương tự. FIG.8b là sơ đồ cấu trúc của bộ thu theo phương pháp tạo chùm lai số và tương tự. Trong phương pháp này, ma trận tiền mã hóa số và ma trận tạo chùm tương tự thu được bằng cách đánh giá được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin phản hồi để thực hiện việc điều khiển chùm. Phương pháp này thực hiện sự dàn xếp giữa độ phức tạp thực hiện phần cứng và hiệu năng phương pháp. Tuy nhiên, theo các khía cạnh như điều khiển độ chính xác của hướng chùm và độ rộng chùm cũng như số lượng ADC/DAC cần được sử dụng, phương pháp này cũng cần được cải thiện. Do đó, phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm, và số lượng ADC/DAC được yêu cầu trên liên kết tần số vô tuyến có thể được làm giảm bằng cách điều khiển chùm bằng cách kết hợp nhiều mức, sao cho độ chính xác thấp của lỗi chiều và độ phức tạp thấp trong thực hiện phần cứng được đảm bảo trong khi mảng anten cỡ lớn được áp dụng. Ngoài ra, số lượng mức của việc điều khiển chùm có thể được lựa chọn thích nghi theo yêu cầu thực tế của người dùng, nhờ đó đạt được mục đích tối ưu hóa việc cấp phát tài nguyên hoặc cải thiện chất lượng truyền thông.

Cụ thể, tại bộ truyền, ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến được bao gồm. Trong xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} cần được sử dụng để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu. Do đó, bộ truyền đầu tiên sẽ thu nhận ma trận kênh H theo thông tin phản hồi từ bộ thu; và bộ truyền còn tính toán thông tin vector góc thoát theo ma trận kênh H và thông tin phản hồi, và xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Ma trận kênh H là thông tin trạng thái kênh, và thông tin bất kỳ thể hiện kênh được gọi là thông tin trạng thái kênh. Ma trận kênh chỉ là một loại của thông tin trạng thái kênh trong hệ thống MIMO. Thông tin khác như lược sử

kênh, độ trễ đa đường, độ dịch tần số Doppler, hạng của kênh MIMO, và vector tạo chùm đều là thông tin trạng thái kênh.

Phương pháp phân giải SVD (singular value decomposition - Phân giải giá trị đơn) là một loại của phương pháp phân giải ma trận (phân giải, hệ số hóa). Ma trận được phân giải thành nhiều ma trận và bằng tích của nhiều ma trận. SVD là phương pháp phân giải ma trận trực giao khác. SVD là phương pháp phân giải tin cậy nhất; tuy nhiên, SVD có thời gian tính toán cao gấp gần 10 lần so với phương pháp phân giải QR. $[U, S, V] = \text{svd}(A)$, trong đó U và V ký hiệu hai ma trận trực giao với nhau, và S ký hiệu ma trận chéo. Ma trận gốc A không cần thiết là ma trận vuông. Sử dụng phương pháp phân giải SVD là để tính toán sai số bình phương tối thiểu và thực hiện việc nén dữ liệu.

Phương pháp bình phương tối thiểu là kỹ thuật tối ưu hóa toán học. Trong phương pháp bình phương tối thiểu, sự so khớp hàm tối ưu đối với dữ liệu đạt được bằng cách sử dụng tổng bình phương sai số nhỏ nhất. Dữ liệu ẩn số có thể dễ dàng được tính toán bằng cách sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu, sao cho các sai số giữa các dữ liệu này thu được thông qua tính toán và dữ liệu thực tế có tổng bình phương nhỏ nhất. Phương pháp bình phương tối thiểu cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh đường cong. Một vài vấn đề tối ưu khác cũng có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu bằng cách tối thiểu hóa năng lượng hoặc tối đa hóa entropy.

Ngoài ra, phương án này đề xuất phương pháp thu, bởi bộ truyền thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} , và phương pháp này được mô tả chi tiết trong phương án 6, và do đó, các chi tiết không được mô tả lại ở đây lần nữa.

102: Bộ truyền thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

Dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit cần được gửi được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp.

Cụ thể, bộ truyền thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu có thể bao gồm N_s dòng thông tin, và bộ truyền còn nhân dòng dữ liệu thứ nhất với Tr_{BB} ; bộ truyền sau đó thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên dòng dữ liệu thứ nhất mà thu được sau khi được nhân với Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó ma trận Tr_{BB} được xuất ra bởi môđun phản hồi.

103: Bộ truyền thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Cụ thể, sau khi bộ truyền tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, bộ truyền thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất; bộ truyền sau đó thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ truyền còn thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai. So với bước 102, trong xử lý tần số trung gian, số lượng phần tử mảng anten được tăng lên, và được sử dụng để tạo ra sóng điện từ không dây có định hướng. Anten bao gồm các phần tử mảng theo các hướng khác nhau, và có thể tạo ra sóng điện từ đa chùm, trong đó ma trận tạo chùm tần số trung gian Tr_{IF} được xuất bởi môđun phản hồi.

Ngoài ra bước thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên có thể bao gồm: thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , đo trọng số biên độ trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua chuyển đổi lên tần số trung gian; hoặc thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua chuyển đổi lên tần số trung gian; hoặc thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , đo trọng số pha và biên độ trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua chuyển đổi lên tần số trung gian.

Ngoài ra, như được thể hiện trên FIG.9, sau khi bộ truyền thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, xử lý kết hợp có thể còn được thực hiện trên tín hiệu tương tự thứ nhất bằng cách sử dụng bộ kết hợp. So với FIG.3, số lượng cổng anten đầu ra tại phía tần số trung gian là số lượng thu được bằng cách nhân số lượng liên kết tần số

vô tuyến với số lượng anten tương ứng với mỗi kênh tần số trung gian trên FIG.3, và số lượng cổng anten đầu ra tại phía tần số trung gian là đồng nhất với số lượng liên kết tần số vô tuyến trên FIG.9.

Đối với truyền thông không dây tần số cao, phía tần số vô tuyến có yêu cầu rất cao đối với tốc độ lấy mẫu, gây ra yêu cầu chặt chẽ trên thiết bị phần cứng. Trong phương pháp này có đề xuất sử dụng việc điều khiển chùm được kết hợp ba mức, và một mức của môđun điều khiển tần số trung gian được thêm vào trước môđun tần số vô tuyến để điều khiển chùm, sao cho yêu cầu trên thiết bị phần cứng được làm giảm, và độ phức tạp trong thực hiện phần cứng được làm giảm; do có thêm một mức để điều khiển chùm, độ tăng ích được yêu cầu có thể được áp dụng linh hoạt bằng cách điều chỉnh số lượng cổng đầu ra tại phía tần số trung gian.

104. Bộ truyền thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Cụ thể, sau khi bộ truyền tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai, bộ truyền thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai; bộ truyền sau đó thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ truyền còn thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba. Sau bước 104, bộ truyền còn gia tăng số lượng phần tử mảng anten tới số lượng được yêu cầu, và cuối cùng lựa chọn anten bằng cách sử dụng mảng anten để gửi dữ liệu.

105: Bộ truyền xác định mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba, và truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

Mảng anten được tạo thành thực hiện việc cấp và bố trí không gian theo yêu cầu cụ thể. Do tính định hướng của một anten bị giới hạn, để thỏa mãn các ứng dụng trong nhiều trường hợp khác nhau, việc cấp và bố trí không gian được thực hiện, theo yêu cầu cụ thể, trên hai anten riêng biệt hoặc nhiều hơn hoạt

động trên cùng tần số, để tạo thành mảng anten. Các chức năng chính của mảng anten là: (1) Khuếch đại và nâng cao tính định hướng của trường bức xạ; (2) khuếch đại trường bức xạ. Mảng anten có thể được xem là sự xếp chồng của các sóng điện từ (các trường điện từ). Đối với một vài cột của các sóng điện từ, khi các sóng điện từ lan truyền tới cùng khu vực, theo nguyên tắc xếp chồng, sự xếp chồng vector của các sóng điện từ diễn ra. Kết quả xếp chồng không chỉ liên quan đến các biên độ của các cột của các sóng điện từ, mà còn liên quan đến các độ chênh lệch pha giữa các sóng điện từ trong vùng tới.

Cụ thể, sau khi môđun tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba, do mỗi liên kết tần số vô tuyến RF mang nhiều phần tử mảng anten, bộ truyền có thể sử dụng, theo yêu cầu khác nhau, một liên kết RF để thực hiện đo trọng số không gian để tạo thành một chùm để gửi tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu dưới dạng sóng điện từ, hoặc có thể sử dụng nhiều liên kết RF để thực hiện đo trọng số không gian để tạo thành một chùm để gửi tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu dưới dạng sóng điện từ. Trong hệ thống mảng được định pha hiện tại, kỹ thuật so khớp tín hiệu tương tự với phần tử mảng anten được bộc lộ đầy đủ, và do đó các chi tiết không được mô tả lại ở đây lần nữa.

Do đó, bộ truyền gửi, tới bộ thu, dòng dữ liệu thứ nhất thu được mà đã trải qua ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến. sao cho độ chính xác của hướng chùm và độ rộng chùm được điều khiển một cách đồng thời trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp của phần cứng.

Theo phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Phương án 5

Phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm. Như được thể hiện trên FIG.10, phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm bao gồm:

201: Bộ thu thu được, thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền.

Thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H , thông tin vector AOA, ma trận tiền mã hóa phía truyền $T_{r_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền $T_{r_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền $T_{r_{RF}}$.

Theo phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Cụ thể, tại bộ thu, ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến được bao gồm. Trong xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến, ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ cần được sử dụng để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu. Do đó, bộ thu đầu tiên sẽ thu nhận ma trận kênh H , ma trận tiền mã hóa phía truyền $T_{r_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền $T_{r_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền $T_{r_{RF}}$ mà nằm trong thông tin phản hồi; và bộ thu còn tính toán thông tin vector góc tới theo thông tin phản hồi và ma trận kênh H , và xử lý ma trận kênh H , thông tin vector góc tới, $T_{r_{BB}}$, $T_{r_{IF}}$, và $T_{r_{RF}}$ bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$. Cụ thể, phương

pháp tính toán $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$ được mô tả chi tiết trong phương án 6, và do đó, các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

202: Bộ thu thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Cụ thể, bộ thu thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất từ mảng anten, và còn thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{RF}}$; bộ thu sau đó thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ thu cuối cùng thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

203: Bộ thu thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Cụ thể, sau khi tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai, bộ thu thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; bộ thu còn thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ thu cuối cùng thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Ngoài ra bước thực hiện, bởi bộ thu, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$ có thể bao gồm: thực hiện, bởi bộ thu, đo trọng số biên độ trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; hoặc thực hiện, bởi bộ thu, đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; hoặc thực hiện, bởi bộ thu, đo trọng số pha và biên độ trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$.

204: Bộ thu thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai.

Cụ thể, sau khi tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba, bộ thu chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và bộ thu còn thực hiện, theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu

được dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

Do đó, bộ thu gửi, tới bộ truyền, dòng dữ liệu thứ nhất thu được mà đã trải qua ba xử lý, tức là, xử lý tạo chùm tần số vô tuyến, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tiền mã hóa băng gốc, sao cho độ chính xác của hướng chùm và độ rộng chùm được điều khiển một cách đồng thời trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp của phần cứng.

Theo phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, bộ thu thu được ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H , thông tin vector AOA, ma trận tiền mã hóa phía truyền $T_{r_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền $T_{r_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền $T_{r_{RF}}$; bộ thu thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai; bộ thu thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và bộ thu thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp. Theo giải pháp này, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Phương án 6

Phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm. Như được thể hiện trên FIG.11, phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm bao gồm:

301: Bộ truyền thu được, thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu.

Theo phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà việc điều chỉnh hệ số tăng ích còn có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Theo kỹ thuật đã biết, các phương pháp thực hiện kỹ thuật tạo chùm mảng lớn về cơ bản có thể được phân loại thành ba loại: phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, phương pháp tạo chùm dựa trên các bộ dịch pha tương tự, và phương pháp tạo chùm lai dựa trên bộ điều khiển hai mức tương tự và số. FIG.6 thể hiện phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, trong đó hướng chùm được điều khiển bằng cách điều chỉnh giá trị được đo trọng số của ma trận tiền mã hóa số 615/625, và phương pháp này được sử dụng để điều khiển việc tạo chùm. Tuy nhiên, khi phương pháp tạo chùm số được sử dụng để điều khiển chùm, sẽ gây ra làm giảm mức búp sóng bên, chùm búp sóng chính được mở rộng, và độ tăng ích được làm giảm; ngoài ra, trong phương pháp này, số lượng rất lớn của các thiết bị ADC/DAC được yêu cầu trên liên kết tần số vô tuyến, mà gây ra chi phí rất cao và tiêu thụ công suất trong thực hiện phần cứng; do đó, phương pháp tạo chùm số có khả năng áp dụng tương đối thấp. FIG.7 thể hiện phương pháp tạo chùm dựa trên các bộ dịch pha tương tự, trong đó hướng chùm được điều khiển bằng cách thay đổi góc của hướng của bộ dịch pha. Việc tạo ra giá trị được đo trọng số của bộ dịch pha có thể được xử lý tại phần kỹ thuật số. So với phương pháp tạo chùm dựa trên tiền mã hóa số, theo phương pháp này, mặc dù số lượng DAC/ADC được yêu cầu có thể được làm giảm, giá trị được đo trọng số của bộ dịch pha có thể được điều chỉnh một cách thủ công, làm cho sự linh động của việc điều khiển chùm bị làm giảm. FIG.8a và FIG.8b thể hiện

phương pháp tạo chùm lai dựa trên bộ điều khiển hai mức số và tương tự. FIG.8a là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền theo phương pháp tạo chùm lai số và tương tự. FIG.8b là sơ đồ cấu trúc của bộ thu theo phương pháp tạo chùm lai số và tương tự. Trong phương pháp này, ma trận tiền mã hóa số và ma trận tạo chùm tương tự thu được bằng cách đánh giá được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin phản hồi để thực hiện việc điều khiển chùm. Phương pháp này thực hiện sự dàn xếp giữa độ phức tạp thực hiện phần cứng và hiệu năng phương pháp. Tuy nhiên, theo các khía cạnh như điều khiển độ chính xác của hướng chùm và độ rộng chùm cũng như số lượng ADC/DAC cần được sử dụng, phương pháp này cũng cần được cải thiện. Do đó, phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm, và số lượng ADC/DAC được yêu cầu trên liên kết tần số vô tuyến có thể được làm giảm bằng cách điều khiển chùm bằng cách kết hợp nhiều mức, sao cho độ chính xác thấp của lỗi chiều và độ phức tạp thấp trong thực hiện phần cứng được đảm bảo trong khi mảng anten cỡ lớn được áp dụng. Ngoài ra, số lượng mức của việc điều khiển chùm có thể được lựa chọn thích nghi theo yêu cầu thực tế của người dùng, nhờ đó đạt được mục đích tối ưu hóa việc cấp phát tài nguyên hoặc cải thiện chất lượng truyền thông.

Đối với truyền thông không dây tần số cao, phía tần số vô tuyến có yêu cầu rất cao đối với tốc độ lấy mẫu, gây ra yêu cầu chặt chẽ trên thiết bị phần cứng. Trong phương pháp này có đề xuất sử dụng việc điều khiển chùm được kết hợp ba mức, và một mức của môđun điều khiển tần số trung gian được thêm vào trước môđun tần số vô tuyến để điều khiển chùm, sao cho yêu cầu trên thiết bị phần cứng được làm giảm, và độ phức tạp trong thực hiện phần cứng được làm giảm; do có thêm một mức để điều khiển chùm, độ tăng ích được yêu cầu có thể được áp dụng linh hoạt bằng cách điều chỉnh số lượng cổng đầu ra tại phía tần số trung gian.

Cụ thể, tại bộ truyền, ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến được bao gồm. Trong xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm

tần số vô tuyến, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} cần được sử dụng để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu. Do đó, bộ truyền đầu tiên sẽ thu nhận ma trận kênh H theo thông tin phản hồi từ bộ thu; và bộ truyền còn tính toán thông tin vector góc thoát theo ma trận kênh H và thông tin phản hồi, và xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.12, phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp xây dựng ma trận tạo chùm theo cấu trúc đa mức.

401: Bộ truyền thu nhận ma trận kênh H theo thông tin phản hồi từ bộ thu.

Cụ thể, môđun phản hồi trong bộ truyền trong hệ thống FDD (Frequency Division Duplexing - Song công phân chia theo tần số) có thể thu nhận ma trận kênh H theo kênh phản hồi; và môđun phản hồi trong bộ truyền trong hệ thống TDD (Time Division Duplexing - Song công phân chia theo thời gian) có thể thu được, bằng cách đánh giá SRS đường lên, ma trận kênh H dựa trên tính thuận nghịch kênh.

TDD là kỹ thuật để phân biệt kênh không dây theo thời gian trong hoạt động đường xuống trong chu kỳ khung và tiếp diễn với hoạt động đường lên, cũng là một trong các kỹ thuật song công được sử dụng trong các kỹ thuật truyền thông di động, và tương ứng với FDD.

402: Bộ truyền thực hiện đánh giá AOD (Angle-of-departure - Góc thoát) trên thông tin phản hồi, để thu được tập vector mảng góc thoát At .

Đánh giá AOD là thuật toán định vị dựa trên góc thoát của tín hiệu, và thuật toán định vị dựa trên xác định phạm vi chung. Góc thoát của tín hiệu của nút truyền được đánh giá bằng cách sử dụng một vài thiết bị phần cứng, các vị trí tương đối hoặc các góc của nút truyền và nút mỏ neo được tính toán, và phương pháp đặc tam giác hoặc cách thức khác sau đó được sử dụng để tính toán vị trí của nút ẩn.

403: Bộ truyền thực hiện phân giải SVD trên ma trận kênh H , để tạo ra giá

trị khởi tạo Tr_{opt} .

Phương pháp phân giải SVD (singular value decomposition - Phân giải giá trị đơn) là một loại của phương pháp phân giải ma trận (phân giải, hệ số hóa). Ma trận được phân giải thành nhiều ma trận và bằng tích của nhiều ma trận. SVD là phương pháp phân giải ma trận trực giao khác. SVD là phương pháp phân giải tin cậy nhất; tuy nhiên, SVD có thời gian tính toán cao gấp gần 10 lần so với phương pháp phân giải QR. $[U, S, V] = \text{svd}(A)$, trong đó U và V ký hiệu hai ma trận trực giao với nhau, và S ký hiệu ma trận chéo. Ma trận gốc A không cần thiết là ma trận vuông. Sử dụng phương pháp phân giải SVD là để tính toán sai số bình phương tối thiểu và thực hiện việc nén dữ liệu.

404: Bộ truyền cập nhật Tr_{opt} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất.

Cụ thể, tập RF (Radio Frequency - tần số vô tuyến) và IF (Intermediate Frequency - tần số trung gian) được đánh giá thông qua phép lặp vòng.

Đầu tiên, hàm giá trị $f_t(x) = (A_t)^H * Tr_{opt}$ được xây dựng, và hàm giá trị $k = \arg \max(f_t(x) * (f_t(x))^H)$ được sử dụng để lựa chọn các vector thích hợp từ A_t để tạo thành tập RF và IF $Tr_{an} = [Tr_{an} | A_t^k]$.

Phương pháp bình phương tối thiểu còn được sử dụng để đánh giá ma trận tiền mã hóa băng gốc TX Tr_{BB} , trong đó $Tr_{BB} = \min \|Tr_{opt} - Tr_{an} Tr_{BB}\|_F^2$. Phương pháp bình phương tối thiểu là kỹ thuật tối ưu hóa toán học. Trong phương pháp bình phương tối thiểu, sự so khớp hàm tối ưu đối với dữ liệu đạt được bằng cách sử dụng tổng bình phương sai số nhỏ nhất. Dữ liệu ẩn số có thể dễ dàng được tính toán bằng cách sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu, sao cho các sai số giữa các dữ liệu này thu được thông qua tính toán và dữ liệu thực tế có tổng bình phương nhỏ nhất. Phương pháp bình phương tối thiểu cũng có thể được sử dụng để điều chỉnh đường cong. Một vài vấn đề tối ưu khác cũng có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu bằng cách tối thiểu hóa năng lượng hoặc tối đa hóa entropy.

Ngoài ra nghiệm của Tr_{opt} được cập nhật, và được xác định rằng biến chỉ báo ii có lớn hơn N_t^{RF} hay không. Nếu biến chỉ báo ii không lớn hơn N_t^{RF} , quay lại bước 402 để tiếp tục với việc đánh giá lặp lại cho đến khi yêu cầu được thỏa mãn, trong đó

$$Tr_{opt} = \frac{Tr_{opt} - Tr_{an} Tr_{BB}}{\|Tr_{opt} - Tr_{an} Tr_{BB}\|_F}$$

405: Bộ truyền cố định Tr_{BB} , thực hiện phân giải SVD trên Tr_{an} , lựa chọn ma trận đơn bên phải là Tr_{IF} , và lựa chọn ma trận đơn bên trái là Tr_{RF} .

Tr_{BB} được cố định, và việc phân giải được thực hiện trên Tr_{an} để thu được một cách riêng biệt Tr_{IF} và Tr_{RF} . Theo phương pháp này, phương pháp phân giải SVD có thể được thực hiện trên Tr_{an} , ma trận đơn bên phải được lựa chọn là Tr_{IF} , và ma trận đơn bên trái được lựa chọn là Tr_{RF} .

406: Bộ truyền thực hiện xử lý chuẩn hóa để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

Do đó, bộ truyền thu được ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi được gửi bởi bộ thu.

302: Bộ thu thu được, thông qua tính toán, ma trận tiền mã hóa phía thu Rx_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu Rx_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu Rx_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ truyền.

Cụ thể, tại bộ thu, ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến được bao gồm. Trong xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến, ma trận tiền mã hóa phía thu Rx_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu Rx_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu Rx_{RF} cần được sử dụng để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu. Do đó, bộ thu đầu tiên sẽ thu nhận ma trận kênh H, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và bộ thu còn tính toán thông

tin vector góc tới theo thông tin phản hồi và ma trận kênh H, và xử lý ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$.

Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.13, phương án này của sáng chế đề xuất phương pháp xây dựng ma trận tạo chùm theo cấu trúc đa mức.

501: Bộ thu thu nhận ma trận kênh H, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi.

502: Bộ thu thực hiện đánh giá AOA (Angle-of-Arrival - Góc tới) trên thông tin phản hồi, để thu được tập vector mảng góc tới Ar.

Việc đánh giá AOA là thuật toán định vị dựa trên góc tới của tín hiệu, và thuật toán định vị dựa trên xác định phạm vi chung. Góc tới của tín hiệu của nút truyền được đánh giá bằng cách sử dụng một vài thiết bị phân cứng, các vị trí tương đối hoặc các góc của nút thu và nút mở neo được tính toán, và phương pháp đặc tam giác hoặc cách thức khác sau đó được sử dụng để tính toán vị trí của nút ẩn. Thuật toán định vị dựa trên AOA của tín hiệu là thuật toán tự định vị chung của nút mạng cảm biến không dây, và thuật toán này có thông tin tiêu đề truyền thông thấp và độ chính xác định vị tương đối cao.

503: Bộ thu cố định Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} , thực hiện việc thiết lập ban đầu, và tính toán tập ma trận tối ưu $R_{X_{MMSE}} = H * R_{X_{BB}} * R_{X_{IF}} * R_{X_{RF}}$ của bộ thu.

Ngoài ra, trước khi việc thiết lập ban đầu được thực hiện, tín hiệu $y = H * Tr_{RF} * Tr_{IF} * Tr_{BB} * s(t) + n(t)$ mà đi qua kênh còn thể còn được thu nhận, trong đó H ký hiệu ma trận kênh, $s(t)$ ký hiệu một dòng đầu vào hoặc tín hiệu đa dòng, và $n(t)$ ký hiệu tạp âm trắng Gauss.

504: Bộ thu cập nhật $R_{X_{MMSE}}$ bằng cách sử dụng công thức hàm lặp được thiết lập trước thứ hai.

Cụ thể, bộ thu đầu tiên sẽ xây dựng hàm $kr=fr(x)$ để lựa chọn các vector thích hợp từ "tập vector góc tới Ar".

Đầu tiên, hàm giá trị $f_r(x) = (A_r)^H * E[yy^*] * R_{x_{MMSE}}$ được xây dựng, và hàm giá trị $k = \arg \max(f_r(x) * (f_r(x))^H)$ được sử dụng để lựa chọn các vector thích hợp từ A_r để tạo thành tập RF và IF $R_{x_{an}} = [R_{x_{an}} | A_r^k]$.

Ngoài ra bộ thu đánh giá ma trận tiền mã hóa băng gốc $R_{x_{BB}}$ bằng cách sử dụng $R_{x_{an}}$ và dựa trên tiêu chuẩn MMSE.

Tiêu chuẩn MMSE (Minimum Mean Square Error - Sai số bình phương trung bình tối thiểu) được sử dụng để tối ưu hóa hệ số giá trị được đo trọng số, để thu được đánh giá phổ tối ưu trong trường hợp sai số bình phương trung bình tối thiểu.

$$\text{Ngoài ra bộ thu cập nhật } R_{x_{MMSE}} = \frac{R_{x_{MMSE}} - R_{x_{an}} R_{x_{BB}}}{\|R_{x_{MMSE}} - R_{x_{an}} R_{x_{BB}}\|_F}.$$

Cụ thể, bộ thu cập nhật $R_{x_{MMSE}}$, và xác định rằng biến chỉ báo kk có lớn hơn N_r^{RF} hay không. Nếu biến chỉ báo kk không lớn hơn N_r^{RF} , quay lại bước 503 để tiếp tục với việc đánh giá lặp lại cho đến khi yêu cầu được thỏa mãn.

505: Bộ thu cố định $R_{x_{BB}}$, thực hiện phân giải SVD trên $R_{x_{an}}$, lựa chọn ma trận đơn bên phải là $R_{x_{IF}}$, và lựa chọn ma trận đơn bên trái là $R_{x_{RF}}$.

Cụ thể, $R_{x_{BB}}$ được cố định, việc phân giải được thực hiện trên $R_{x_{an}}$ để thu được một cách riêng biệt $R_{x_{IF}}$ và $R_{x_{RF}}$. Trong phương pháp này, việc phân giải SVD có thể được thực hiện trên $R_{x_{an}}$, ma trận đơn bên phải được lựa chọn là $R_{x_{IF}}$, và ma trận đơn bên trái được lựa chọn là $R_{x_{RF}}$.

506: Bộ thu thực hiện xử lý chuẩn hóa để thu được ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{x_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{x_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{x_{RF}}$.

Lưu ý rằng, trong phương án này của sáng chế, $(\cdot)^H$ ký hiệu chuyển vị phức, và $\|\cdot\|_F$ ký hiệu chuẩn tắc bất biến đồng nhất.

Do đó, bộ thu thu được ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{x_{BB}}$, ma trận tạo

chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi được gửi bởi bộ truyền.

303: Bộ truyền thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất, và thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

Trong phương án này của sáng chế, bộ truyền bao gồm bộ tiền mã hóa phía truyền, bộ tạo chùm tần số trung gian phía truyền, bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền, và bộ phản hồi phía truyền.

Cụ thể, bộ tiền mã hóa phía truyền thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu có thể bao gồm N_s dòng thông tin, và bộ tiền mã hóa phía truyền còn nhân dòng dữ liệu thứ nhất với Tr_{BB} ; và bộ tiền mã hóa phía truyền sau đó thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên dòng dữ liệu thứ nhất mà thu được sau khi được nhân với Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

Tốt hơn là, bộ tiền mã hóa phía truyền bao gồm bộ thu phát thứ nhất, bộ xử lý thứ nhất, và bộ chuyển đổi DAC, trong đó bộ thu phát thứ nhất có cấu trúc để thu dòng dữ liệu thứ nhất và gửi dòng dữ liệu thứ nhất tới bộ xử lý thứ nhất; bộ xử lý thứ nhất có cấu trúc để nhân dòng dữ liệu thứ nhất với Tr_{BB} ; và bộ chuyển đổi DAC thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên dòng dữ liệu thứ nhất mà thu được sau khi được nhân với Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

304: Bộ truyền thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Cụ thể, sau khi bộ tiền mã hóa phía truyền tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, bộ tạo chùm tần số trung gian phía truyền thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất; bộ tạo chùm tần số trung gian phía truyền sau đó thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ tạo chùm tần số trung gian phía truyền còn thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Tốt hơn là, bộ tạo chùm tần số trung gian phía truyền bao gồm ít nhất một

nhóm của bộ trộn tần số thứ nhất, bộ dịch pha thứ nhất, và bộ khuếch đại công suất thứ nhất được kết nối lần lượt, trong đó bộ trộn tần số thứ nhất có cấu trúc để thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý chuyển đổi lên trên tín hiệu tương tự thứ nhất; bộ dịch pha thứ nhất có cấu trúc để thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ khuếch đại công suất thứ nhất có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Ngoài ra bước thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên có thể bao gồm: thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , đo trọng số biên độ trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; hoặc thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; hoặc thực hiện, bởi bộ truyền theo Tr_{IF} , đo trọng số pha và biên độ trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên.

305: Bộ truyền thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Cụ thể, sau khi bộ tạo chùm tần số trung gian phía truyền tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai, bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai; bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền sau đó thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền còn thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Tốt hơn là, bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền bao gồm ít nhất một nhóm của bộ trộn tần số thứ hai, bộ dịch pha thứ hai, và bộ khuếch đại công suất thứ hai được kết nối lần lượt, trong đó bộ trộn tần số thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi lên trên tín hiệu tương tự thứ hai; bộ dịch pha thứ hai có cấu trúc để thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý chuyển đổi lên; và bộ khuếch đại công suất thứ hai có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

306: Bộ truyền xác định mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba, và truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

Do đó, bộ truyền gửi, tới bộ thu, dòng dữ liệu thứ nhất thu được mà đã trải qua ba xử lý, tức là, xử lý tiền mã hóa băng gốc, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tạo chùm tần số vô tuyến. sao cho độ chính xác của hướng chùm và độ rộng chùm được điều khiển một cách đồng thời trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp của phần cứng.

307: Bộ thu thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất, và thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Theo phương án này của sáng chế, bộ thu bao gồm bộ phản hồi phía thu, bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía thu, bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu, và bộ tiền mã hóa phía thu.

Cụ thể, bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía thu thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất từ mảng anten, và còn thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$; bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía thu sau đó thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía thu cuối cùng thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

Tốt hơn là, bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía thu bao gồm ít nhất một nhóm của bộ dịch pha thứ ba, bộ khuếch đại công suất thứ ba, và bộ trộn tần số thứ ba được kết nối lần lượt, trong đó bộ dịch pha thứ ba có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$; bộ khuếch đại công suất thứ ba có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ trộn tần số thứ ba có cấu trúc

để thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ nhất mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

308: Bộ thu thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Cụ thể, sau khi bộ tạo chùm tần số vô tuyến phía thu tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai, bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu còn thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu cuối cùng thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

Ngoài ra bước thực hiện, bởi bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu, xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$ có thể bao gồm: thực hiện, bởi bộ thu, đo trọng số biên độ trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; hoặc thực hiện, bởi bộ thu, đo trọng số pha trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; hoặc thực hiện, bởi bộ thu, đo trọng số pha và biên độ trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$.

Tốt hơn là, bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu bao gồm ít nhất một nhóm của bộ dịch pha thứ tư, bộ khuếch đại công suất thứ tư, và bộ trộn tần số thứ tư được kết nối lần lượt, trong đó bộ dịch pha thứ tư có cấu trúc để thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$; bộ khuếch đại công suất thứ tư có cấu trúc để thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai mà được trải qua xử lý đo trọng số; và bộ trộn tần số thứ tư có cấu trúc để thực hiện xử lý chuyển đổi xuống trên tín hiệu tương tự thứ hai mà đã trải qua xử lý khuếch đại công suất, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

309: Bộ thu thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai.

Cụ thể, sau khi bộ tạo chùm tần số trung gian phía thu tạo ra tín hiệu tương

tự thứ ba, bộ tiền mã hóa phía thu chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và bộ tiền mã hóa phía thu còn thực hiện, theo R_{XBB} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

Tốt hơn là, bộ tiền mã hóa phía thu bao gồm bộ chuyển đổi DAC thứ hai và bộ xử lý thứ ba, trong đó bộ chuyển đổi DAC thứ hai có cấu trúc để chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và bộ xử lý thứ ba có cấu trúc để thực hiện, theo R_{XBB} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ ba được chuyển đổi thành tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai.

Do đó, bộ thu gửi, tới bộ truyền, dòng dữ liệu thứ nhất thu được mà đã trải qua ba xử lý, tức là, xử lý tạo chùm tần số vô tuyến, xử lý tạo chùm tần số trung gian, và xử lý tiền mã hóa băng gốc. So với kỹ thuật đã biết, giải pháp này có thể mang lại hiệu quả ở nhiều khía cạnh: Đầu tiên, số lượng ADC/DAC được yêu cầu trong điều khiển chùm sử dụng cấu trúc ba mức được làm giảm. Giả thiết rằng việc điều khiển chùm được thực hiện trong hai trường hợp. Trong trường hợp 1, việc điều khiển chùm ba mức được sử dụng, và trong trường hợp 2, việc điều khiển chùm hai mức được sử dụng. Giả thiết rằng các ma trận tạo chùm tần số vô tuyến tương ứng với hai trường hợp có cùng đặc tính chiều. Trong trường hợp 1, ma trận tiền mã hóa tương đối nhỏ được sử dụng trong phần băng gốc, và xử lý đo trọng số được thực hiện trên tín hiệu trong phần tần số trung gian, sao cho đặc tính chiều của mảng được tăng hơn nữa. Trong trường hợp 2, ma trận tiền mã hóa băng gốc được sử dụng trực tiếp để xử lý. Theo sự so sánh, số lượng ADC/DAC được yêu cầu trong trường hợp 1 ít hơn so với trong trường hợp 2. Thứ hai, đối với mỗi kênh, độ tăng ích được yêu cầu có thể được điều chỉnh thuận tiện theo yêu cầu độ phức tạp. Như có thể được thấy từ phương pháp nêu trên, đối với mỗi dòng dữ liệu, việc điều chỉnh độ tăng ích có thể được thực hiện linh hoạt thông qua xử lý IF và xử lý RF, và ở đây, có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng cổng xuất IF. Thứ ba, sai số trong hướng chùm là nhỏ hơn; ngoài ra, khi việc điều khiển chùm ba mức được sử dụng, sự khác biệt với

việc điều khiển chùm hai mức đó là một mức điều khiển chùm bổ sung được thêm vào tại phía tần số trung gian, và một trong các dạng sau có thể được lựa chọn đối với cách thức đo trọng số: (1) đo trọng số biên độ và đo trọng số pha; (2) đo trọng số biên độ; và (3) đo trọng số pha. Như được thấy từ sự so sánh, hệ thống điều khiển chùm ba mức thu được hướng chùm chính xác cao hơn và có sai số nhỏ hơn. Thứ tư, trong giải pháp này, số lượng mức có thể được lựa chọn theo yêu cầu thực tế của người dùng; và sự chuyển đổi của mỗi mức được điều khiển theo yêu cầu thực tế của người dùng, và mức 1/mức 2/mức 3 có thể được lựa chọn riêng biệt để điều khiển hướng chùm.

Theo phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm được đề xuất trong phương án này của sáng chế, hướng chùm và độ rộng chùm có thể được điều khiển đồng thời, bằng cách sử dụng hệ thống đa chùm có cấu trúc ba mức, trên cơ sở của việc làm giảm độ phức tạp áp dụng phần cứng, sao cho không chỉ số lượng ADC/DAC được yêu cầu để điều khiển chùm được làm giảm, mà còn việc điều chỉnh hệ số tăng ích có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh số lượng các cổng tần số vô tuyến và các cổng tần số trung gian.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể hiểu rõ ràng rằng, nhằm mục đích thuận tiện và mô tả ngắn gọn, việc chia các mô đun chức năng nêu trên được đưa ra như là ví dụ minh họa. Trong áp dụng thực tế, các chức năng nêu trên được cấp tới các mô đun chức năng khác nhau và được thực hiện theo yêu cầu, tức là, cấu trúc bên trong của thiết bị được chia thành các mô đun chức năng khác nhau để thực hiện tất cả hoặc một vài chức năng nêu trên. Đối với xử lý hoạt động chi tiết của hệ thống, thiết bị và bộ phận nêu trên, tham chiếu có thể được thực hiện tới xử lý tương ứng trong các phương án về phương pháp nêu trên, và các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Trong một vài phương án được đề xuất bởi sáng chế, sẽ được hiểu rằng hệ thống, thiết bị, và phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện theo các cách khác. Ví dụ, phương án về thiết bị được mô tả chỉ là ví dụ. Ví dụ, việc phân chia bộ phận hoặc mô đun chỉ là việc phân chia chức năng logic và có thể là việc phân chia khác theo phương án thực tế. Ví dụ, các bộ phận hoặc các thành phần có thể

được kết hợp hoặc được tích hợp vào hệ thống khác, hoặc một vài đặc điểm có thể được bỏ qua hoặc không được thực hiện. Ngoài ra, các ghép nối liên quan được mô tả hoặc hiển thị hoặc các ghép nối trực tiếp hoặc các kết nối truyền thông có thể được thực hiện thông qua một vài giao diện. Các ghép nối không trực tiếp hoặc các kết nối truyền thông giữa các thiết bị hoặc các bộ phận có thể được thực hiện dưới dạng điện tử, cơ học, hoặc các dạng khác.

Các bộ phận được mô tả như là các thành phần riêng biệt có thể hoặc không phải là được tách biệt vật lý, và các phần được hiển thị như là các bộ phận có thể hoặc không phải là các bộ phận vật lý, có thể nằm trong một vị trí, hoặc có thể được phân phối trên các bộ phận mạng. Một vài hoặc tất cả bộ phận có thể được lựa chọn theo nhu cầu thực tế để đạt được mục đích của các giải pháp của các phương án.

Ngoài ra, các bộ phận chức năng trong các phương án của sáng chế có thể được tích hợp vào một bộ xử lý, hoặc mỗi bộ phận có thể tồn tại riêng lẻ về mặt vật lý, hoặc hai bộ phận hoặc nhiều hơn được tích hợp vào một bộ phận. Bộ phận được tích hợp có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện dưới dạng đơn vị chức năng phần mềm.

Khi bộ phận được tích hợp được thực hiện dưới dạng đơn vị chức năng phần mềm và được bán hoặc được sử dụng như là sản phẩm độc lập, bộ phận được tích hợp có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính. Dựa trên cách hiểu này, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế về cơ bản, hoặc một phần theo kỹ thuật đã biết, hoặc tất cả hoặc một phần của các giải pháp kỹ thuật có thể được thực hiện dưới dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ và bao gồm các chỉ lệnh để chỉ dẫn thiết bị máy tính (mà có thể là máy tính cá nhân, máy chủ, hoặc thiết bị mạng) hoặc bộ xử lý thực hiện tất cả hoặc một phần các bước của các phương pháp được mô tả trong các phương án của sáng chế. Phương tiện lưu trữ nêu trên bao gồm: bất kỳ phương tiện mà có thể lưu trữ mã chương trình, như ổ chớp USB, đĩa cứng tháo rời, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), đĩa mềm, hoặc đĩa quang.

Phần mô tả nêu trên chỉ là các cách thức thực hiện cụ thể của sáng chế, nhưng không nhằm mục đích giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Bất kỳ thay đổi hoặc thay thế được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật nằm trong phạm vi kỹ thuật được bộc lộ trong sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế sẽ được đưa vào phạm vi bảo hộ của yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ truyền, bao gồm bộ xử lý và phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính loại không tạm thời mà lưu trữ chương trình để thực hiện bởi bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để:

thu được ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H và thông tin vectơ góc thoát (AOD);

thu nhận dòng dữ liệu thứ nhất;

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit để truyền được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba;

xác định mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba; và

truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

2. Bộ truyền theo điểm 1, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để thu được tín hiệu tiền mã hóa; và

thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên tín hiệu tiền mã hóa, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

3. Bộ truyền theo điểm 1, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất để tạo ra tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên;

thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự được chuyển

đổi lên để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý; và

thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý.

4. Bộ truyền theo điểm 1, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai để tạo ra tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên;

thực hiện, theo Tr_{RF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý; và

thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý.

5. Bộ truyền theo điểm 1, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện chuyển đổi lên trên tín hiệu tương tự thứ nhất; và

thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất sau khi thực hiện chuyển đổi lên trên tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó các lệnh để thực hiện xử lý đo trọng số bao gồm các lệnh để thực hiện một trong số đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

6. Bộ truyền theo điểm 1, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thu nhận ma trận kênh H và thông tin vectơ góc thoát AOD theo thông tin phản hồi; và

xử lý ma trận kênh H và thông tin vectơ góc thoát AOD bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

7. Bộ thu, bao gồm bộ xử lý và phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính loại không tạm thời mà lưu trữ chương trình để thực hiện bởi bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để:

thu được ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H, thông tin vectơ góc tới (AOA), ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} ;

thu nhận tín hiệu tương tự thứ nhất;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và

thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

8. Bộ thu theo điểm 7, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$ để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý;

thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý để tạo ra tín hiệu tương tự được khuếch đại; và

thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự được khuếch đại.

9. Bộ thu theo điểm 7, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$ để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý;

thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý để tạo ra tín hiệu tương tự được khuếch đại; và

thực hiện xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự được khuếch đại, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

10. Bộ thu theo điểm 7, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và

thực hiện, theo $R_{X_{BB}}$, xử lý đo trọng số trên tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai.

11. Bộ thu theo điểm 7, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, trong

đó các lệnh để thực hiện xử lý đo trọng số bao gồm các lệnh cho một trong số đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

12. Bộ thu theo điểm 7, trong đó các lệnh còn bao gồm các lệnh để:

thu nhận ma trận kênh H, thông tin vector góc tới AOA, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và

xử lý ma trận kênh H, thông tin vector góc tới AOA, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được $R_{X_{BB}}$, $R_{X_{IF}}$, và $R_{X_{RF}}$.

13. Phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm bao gồm các bước:

thu, bởi bộ truyền, ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ thu, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát (AOD);

thu nhận, bởi bộ truyền, dòng dữ liệu thứ nhất;

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất, trong đó dòng dữ liệu thứ nhất được tạo ra sau khi dòng bit để truyền được xáo trộn và trải qua xử lý ánh xạ lớp;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba;

xác định mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba; và

truyền tín hiệu tương tự thứ ba tới bộ thu bằng cách sử dụng mảng anten khớp với tín hiệu tương tự thứ ba.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất bao gồm các bước:

thực hiện xử lý tiền mã hóa trên dòng dữ liệu thứ nhất theo Tr_{BB} , để thu được tín hiệu tiền mã hóa; và

thực hiện xử lý chuyển đổi số thành tương tự trên tín hiệu tiền mã hóa, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ nhất.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo Tr_{IF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai bao gồm các bước:

thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số trung gian trên tín hiệu tương tự thứ nhất để tạo ra tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên;

thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý; và

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

16. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo Tr_{RF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba bao gồm các bước:

thực hiện xử lý chuyển đổi lên tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự thứ hai để tạo ra tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên;

thực hiện, theo Tr_{BB} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý; và

thực hiện, bởi bộ truyền, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

17. Phương pháp theo điểm 13, còn bao gồm các bước:

thực hiện chuyển đổi lên trên tín hiệu tương tự thứ nhất để tạo ra tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên; và

thực hiện, theo Tr_{IF} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự được chuyển đổi lên, trong đó thực hiện xử lý đo trọng số bao gồm thực hiện một trong số đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

18. Phương pháp theo điểm 13, trong đó bước thu, bởi bộ truyền, mã trộn tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , mã trộn tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và mã trộn tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} theo thông tin phản hồi từ bộ

thu bao gồm các bước:

thu nhận, bởi bộ truyền, ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát AOD theo thông tin phản hồi; và

xử lý ma trận kênh H và thông tin vector góc thoát AOD bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ nhất, để thu được Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} .

19. Phương pháp truyền thông dựa trên tạo chùm bao gồm các bước:

thu, bởi bộ thu, ma trận tiền mã hóa phía thu $R_{X_{BB}}$, ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu $R_{X_{IF}}$, và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu $R_{X_{RF}}$ theo thông tin phản hồi từ bộ truyền, trong đó thông tin phản hồi bao gồm ma trận kênh H , thông tin vector góc tới (AOA), ma trận tiền mã hóa phía truyền Tr_{BB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía truyền Tr_{IF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía truyền Tr_{RF} ;

thu nhận, bởi bộ thu, tín hiệu tương tự thứ nhất;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai;

thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo $R_{X_{IF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba; và

thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo $R_{X_{BB}}$, để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai, trong đó dòng dữ liệu thứ hai được sử dụng để thực hiện giải ánh xạ lớp.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai bao gồm các bước:

thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ nhất theo $R_{X_{RF}}$ để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý;

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý để tạo ra tín hiệu tương tự được khuếch đại; và

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý chuyển đổi xuống tần số vô tuyến trên tín hiệu tương tự được khuếch đại, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ hai.

21. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước thực hiện xử lý đo trọng số và khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự thứ hai theo R_{XIF} , để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba bao gồm các bước:

thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo R_{XIF} để tạo ra tín hiệu tương tự được xử lý;

thực hiện xử lý khuếch đại công suất trên tín hiệu tương tự được xử lý để tạo ra tín hiệu tương tự được khuếch đại; và

thực hiện, bởi bộ thu, xử lý chuyển đổi xuống tần số trung gian trên tín hiệu tương tự được khuếch đại, để tạo ra tín hiệu tương tự thứ ba.

22. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước thực hiện xử lý mã hóa trên tín hiệu tương tự thứ ba theo R_{XBB} , để tạo ra dòng dữ liệu thứ hai bao gồm các bước:

chuyển đổi tín hiệu tương tự thứ ba thành tín hiệu số; và

thực hiện, theo R_{XBB} , xử lý đo trọng số trên tín hiệu số, để thu được dòng dữ liệu thứ hai.

23. Phương pháp theo điểm 19, còn bao gồm thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai theo R_{XIF} , trong đó thực hiện xử lý đo trọng số trên tín hiệu tương tự thứ hai bao gồm một trong số đo trọng số biên độ và đo trọng số pha, đo trọng số biên độ, và đo trọng số pha.

24. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước thu ma trận tiền mã hóa phía thu R_{XBB} , ma trận tạo chùm tần số trung gian phía thu R_{XIF} , và ma trận tạo chùm tần số vô tuyến phía thu R_{XRF} theo thông tin phản hồi từ bộ truyền bao gồm các bước:

thu nhận, bởi bộ thu, ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} mà nằm trong thông tin phản hồi; và

xử lý ma trận kênh H, thông tin vector góc tới, Tr_{BB} , Tr_{IF} , và Tr_{RF} bằng cách sử dụng hàm lặp được thiết lập trước thứ hai, để thu được R_{XBB} , R_{XIF} , và R_{XRF} .

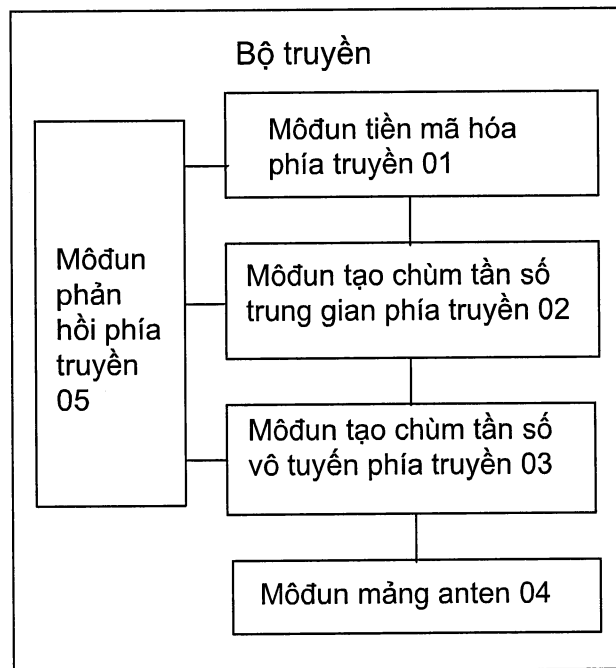


FIG. 1

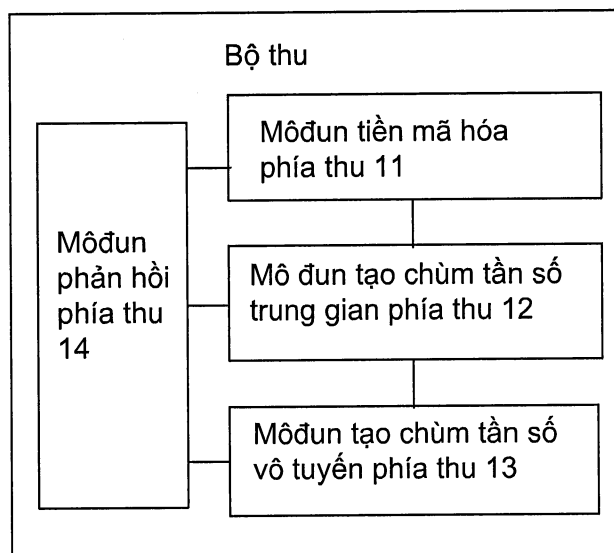


FIG. 2

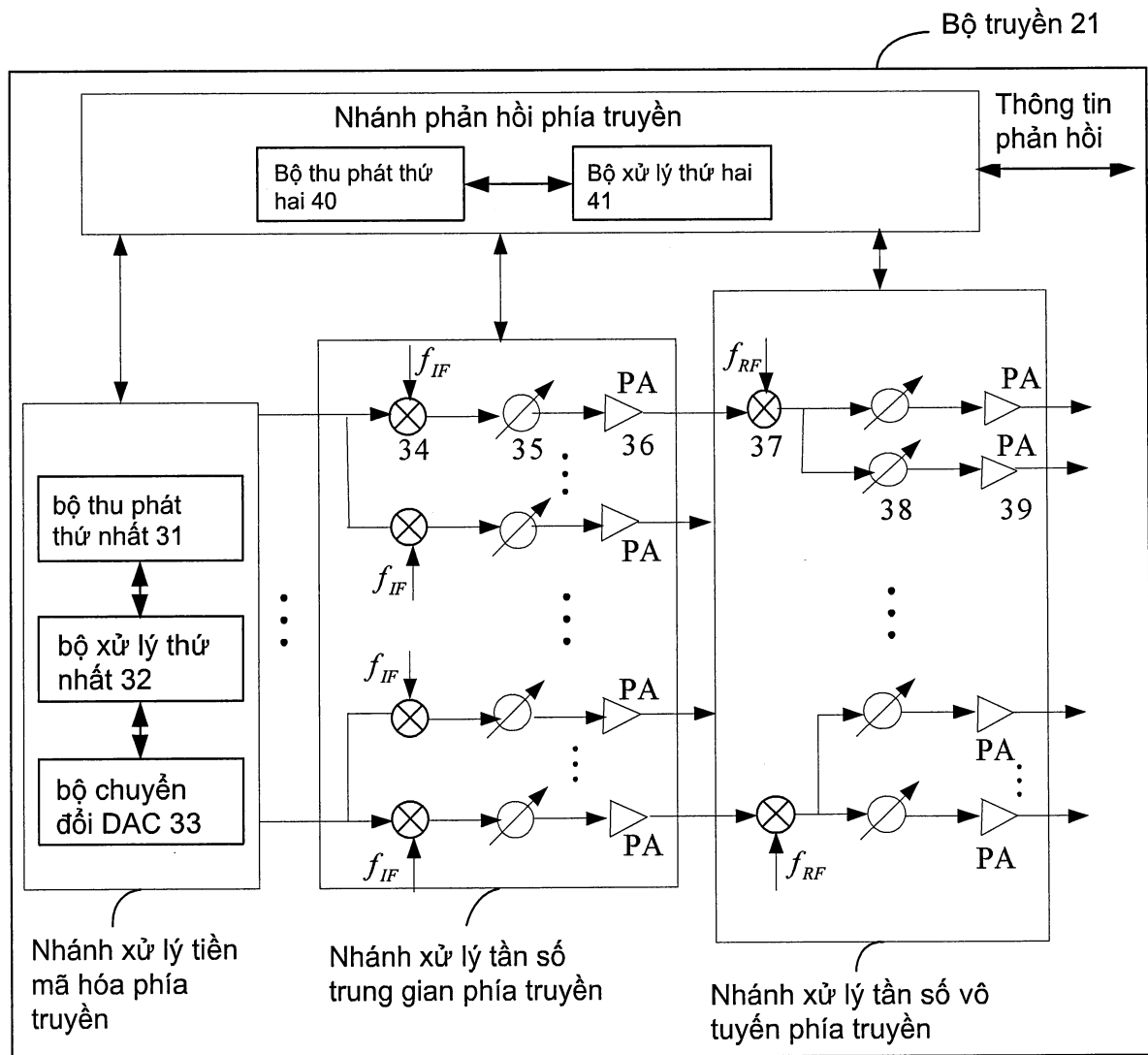


FIG. 3

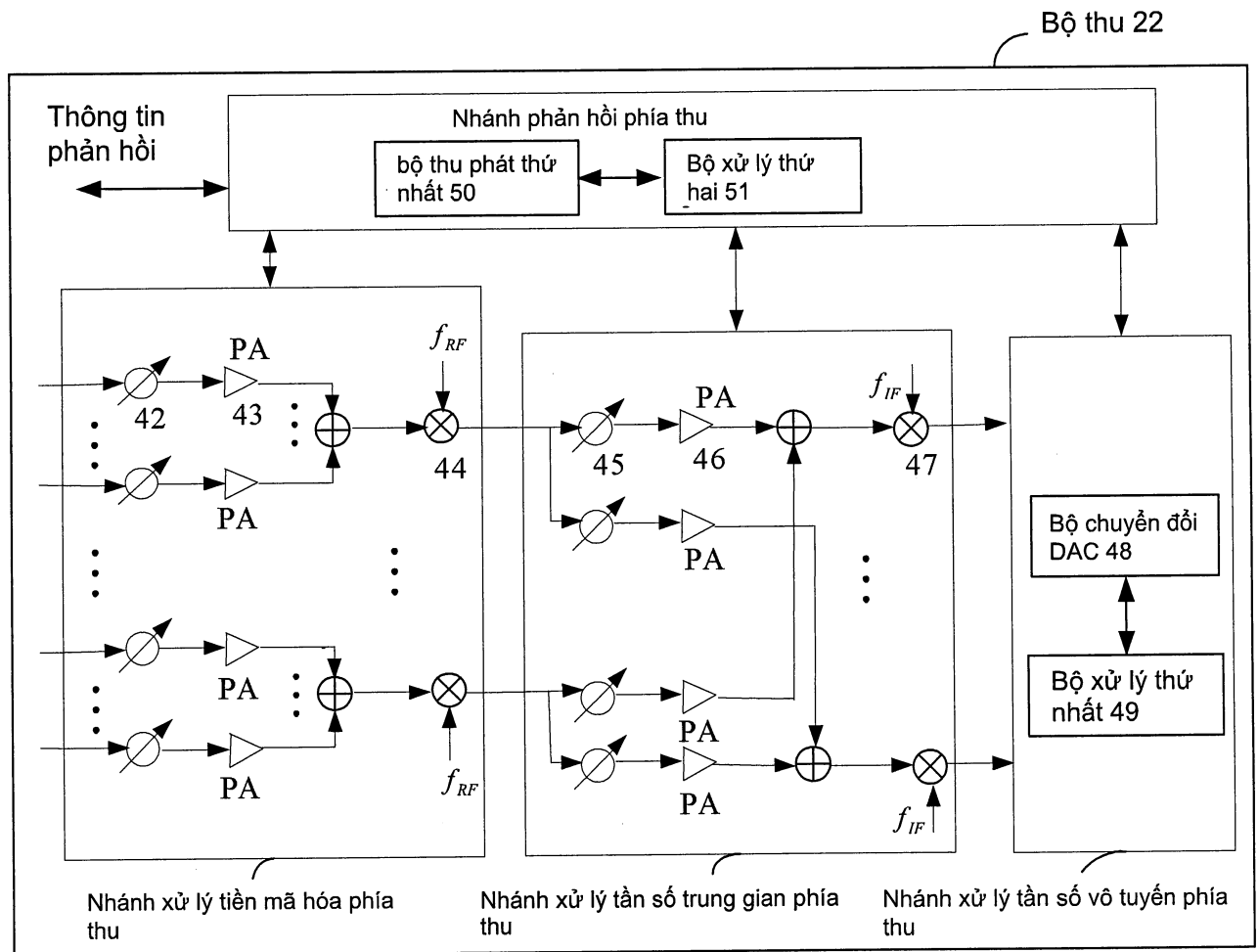


FIG. 4

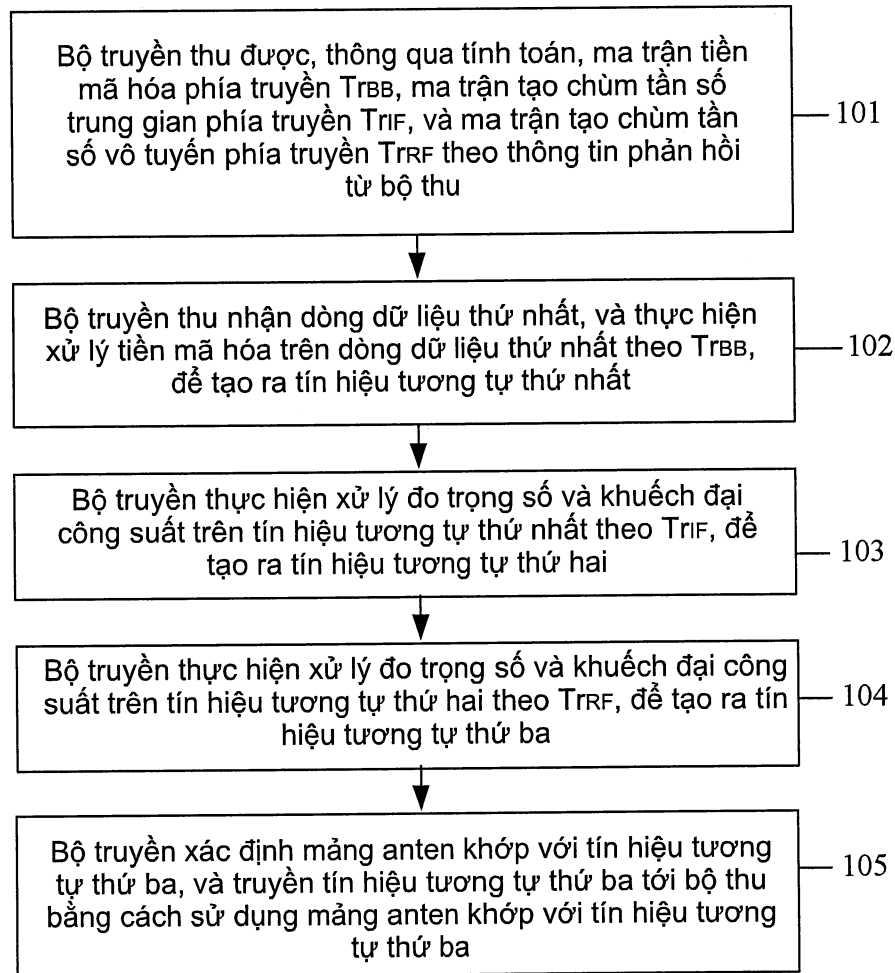


FIG. 5

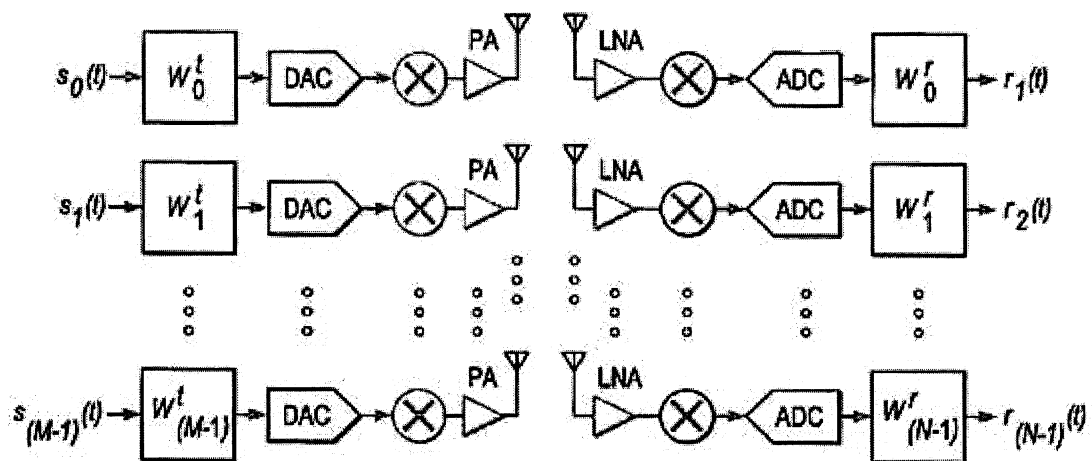


FIG. 6

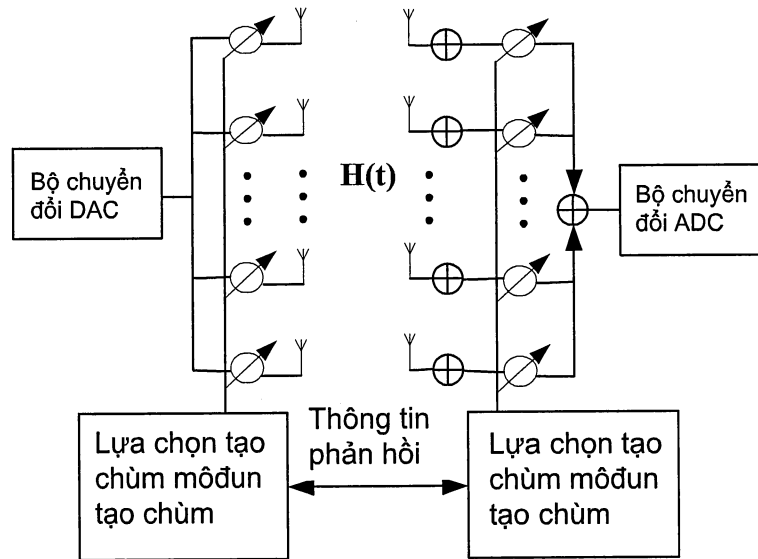


FIG. 7

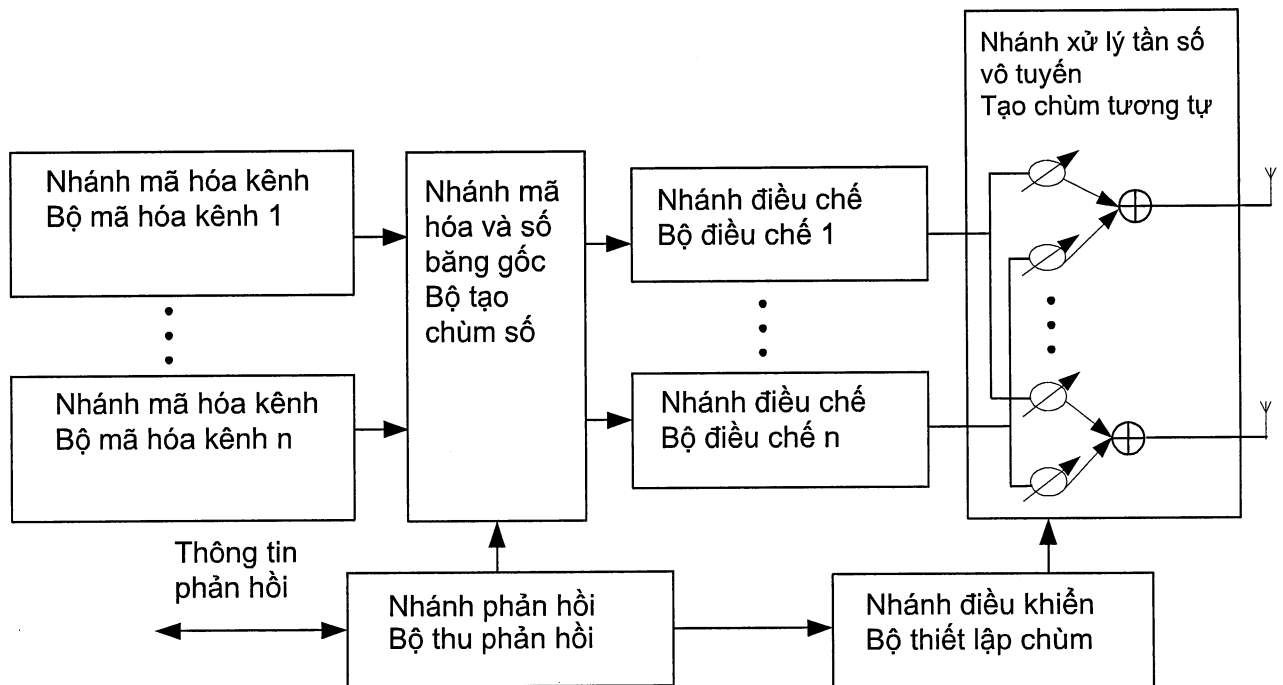


FIG. 8a

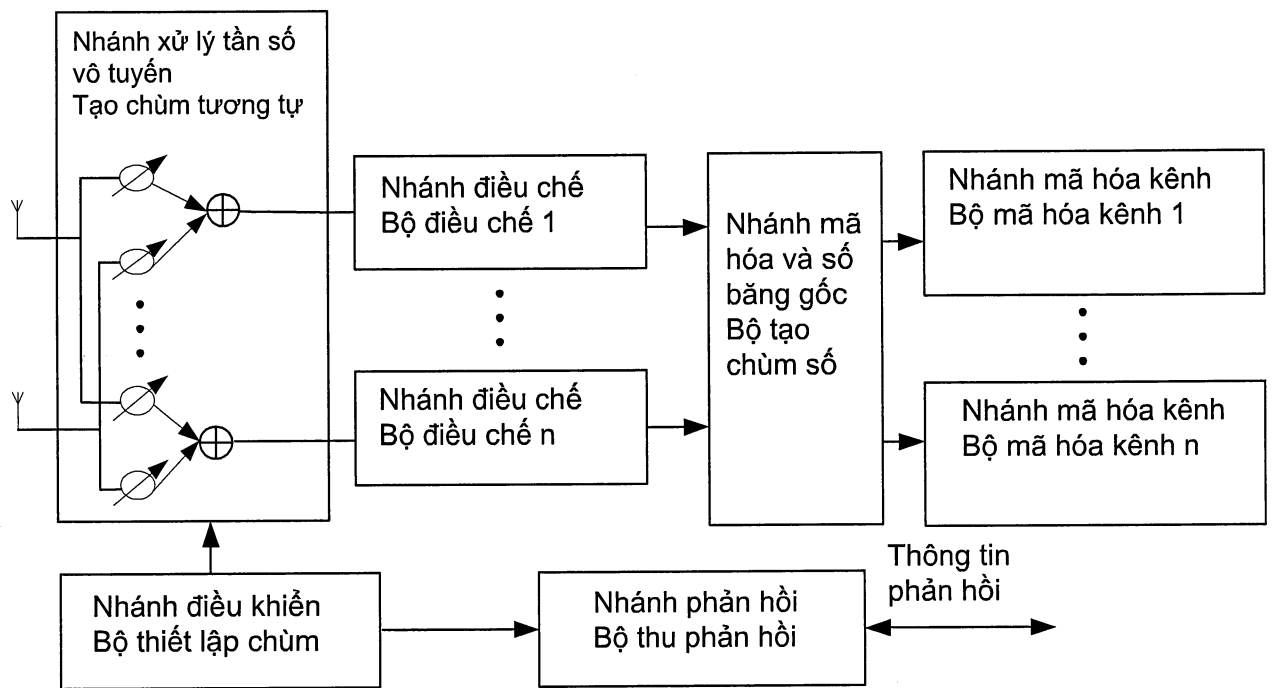


FIG. 8b

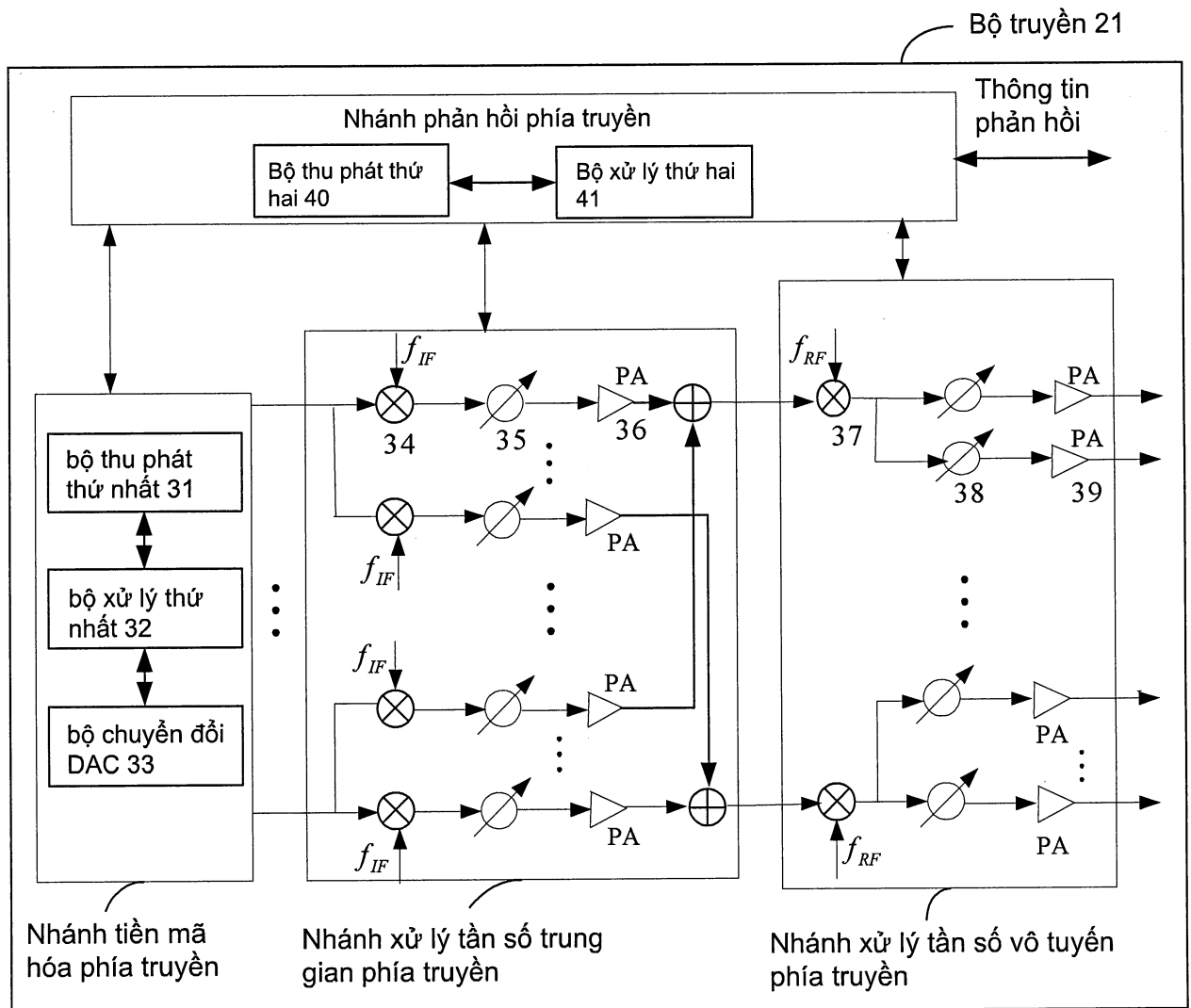


FIG. 9

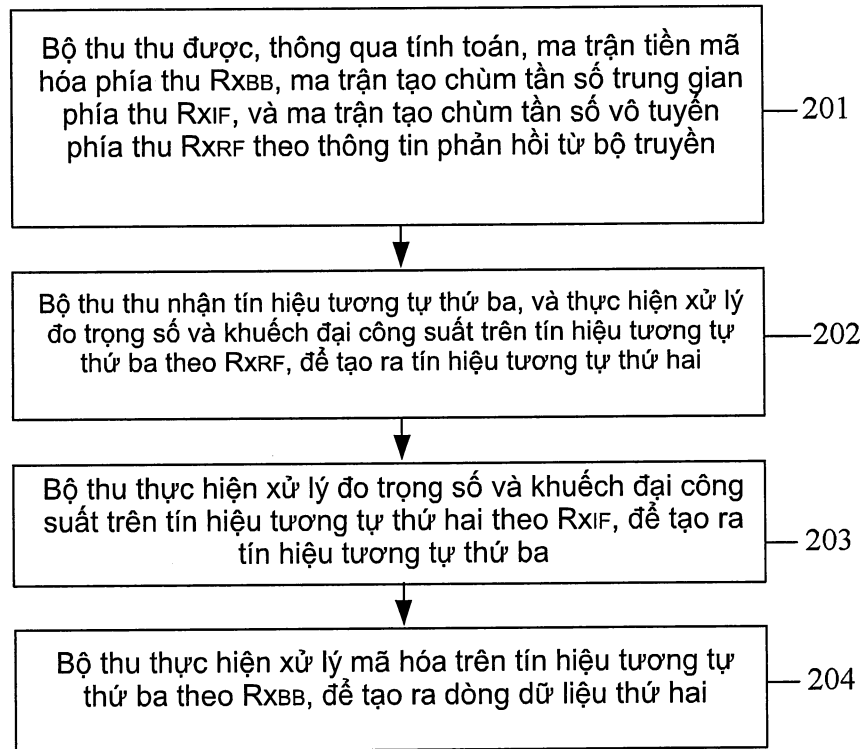


FIG. 10

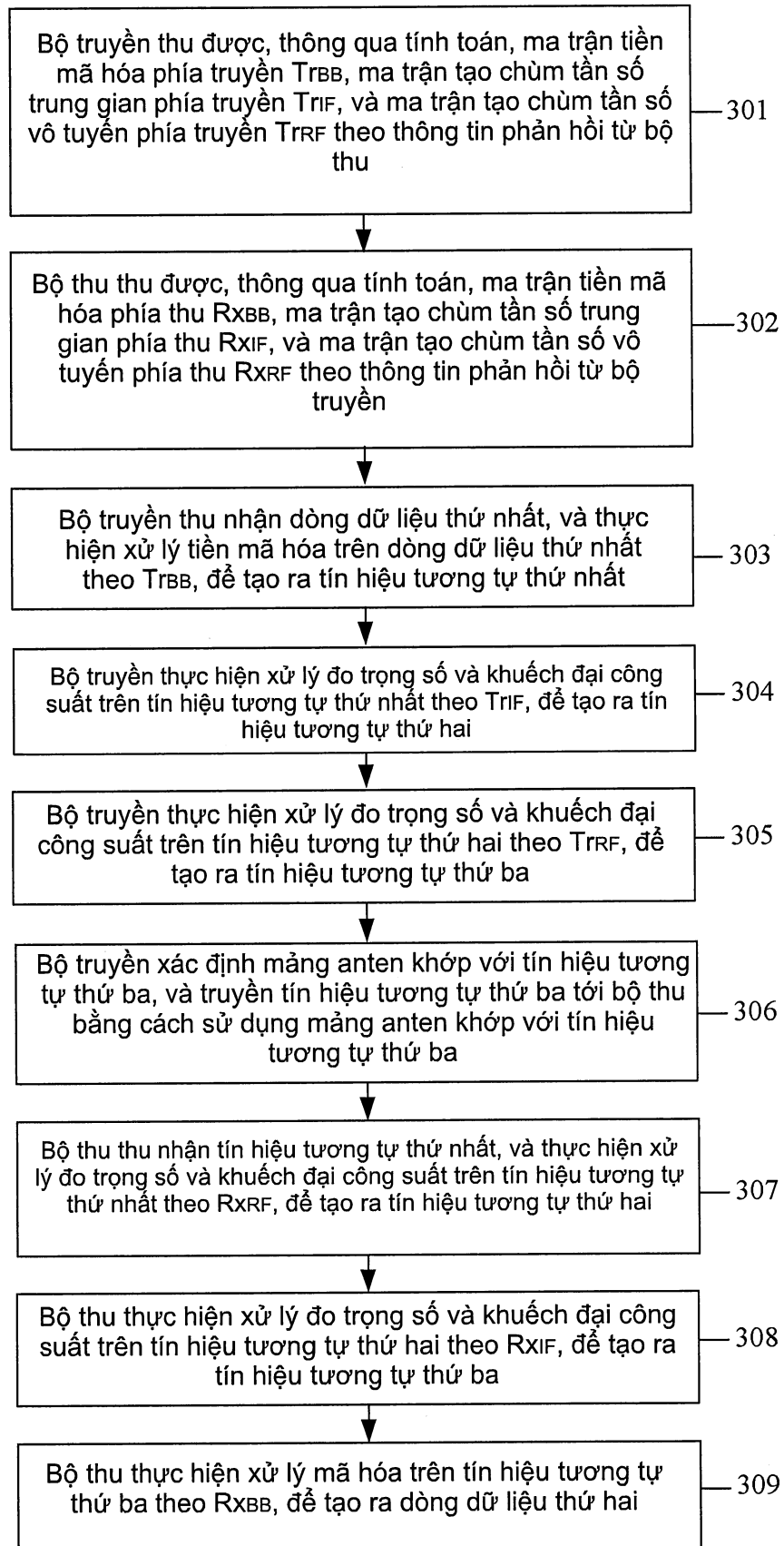


FIG. 11

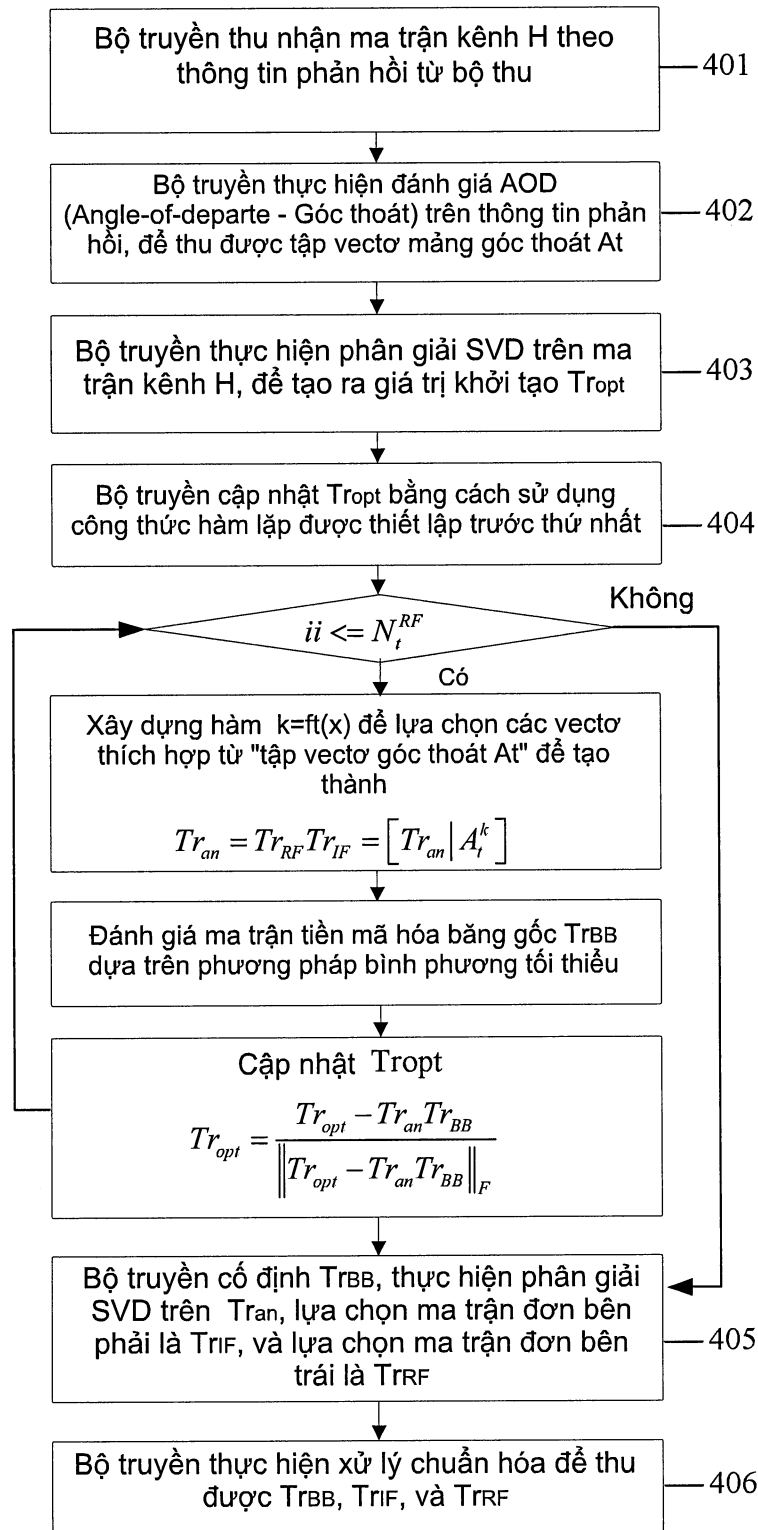


FIG. 12

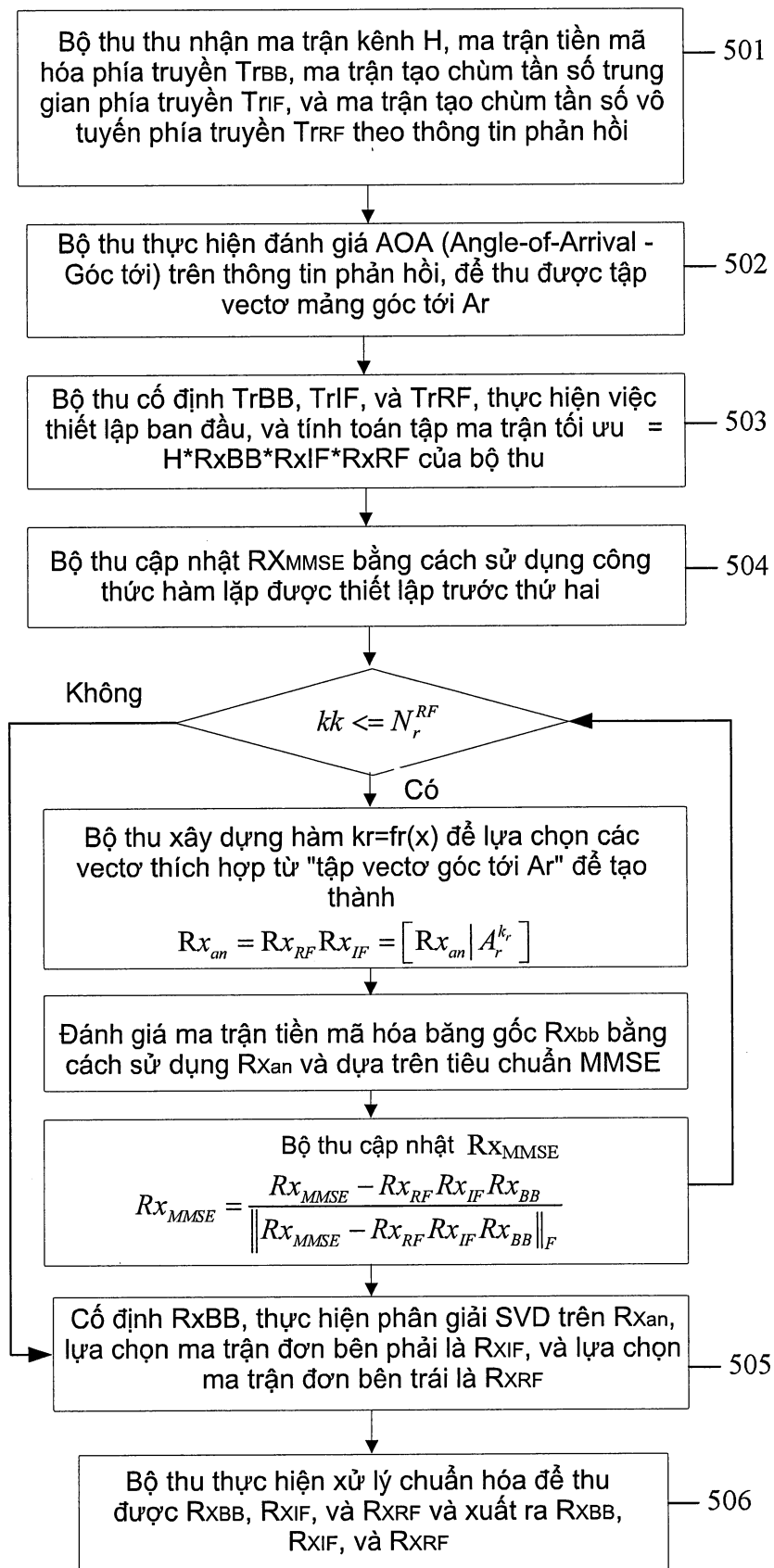


FIG. 13