



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0023470

(51)⁷ H04L 1/06

(13) B

(21) 1-2016-00003

(22) 17/06/2014

(86) PCT/CN2014/080029 17/06/2014

(87) WO2014/201988 24/12/2014

(30) 13/919,918 17/06/2013 US

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/04/2016 337A

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

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

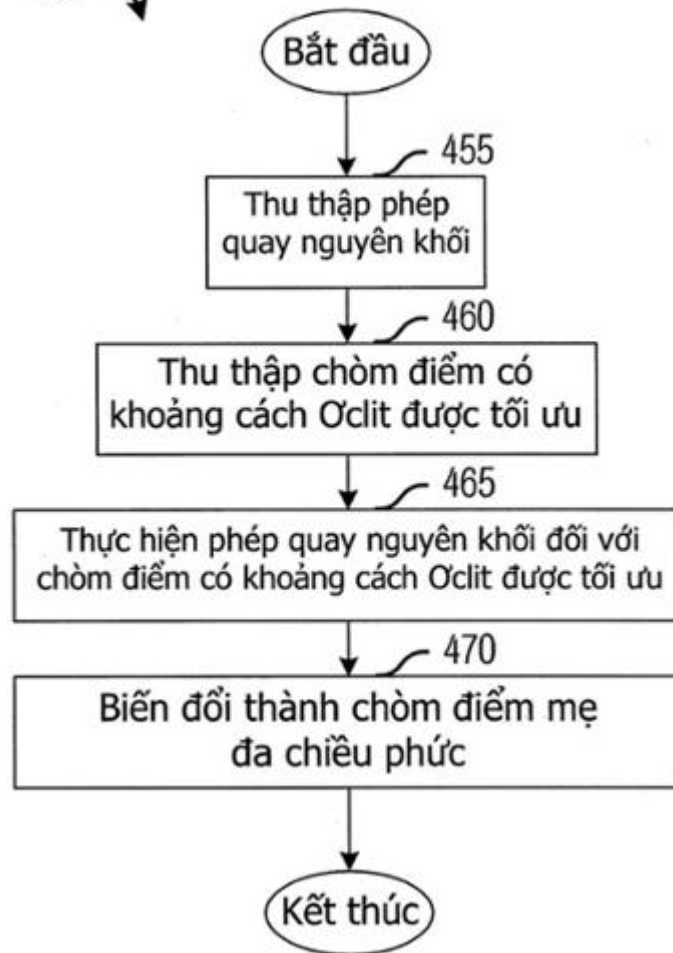
(72) TAHERZADEH BOROJENI, Mahmoud (IR); NIKOPOUR, Hosein (CA);
BAYESTEH, Alireza (CA); BALIGH, Mohammadhadi (CA)

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG ĐA TRUY NHẬP, THIẾT BỊ TRUYỀN VÀ
NHẬN DỮ LIỆU

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền và nhận dữ liệu bằng cách tạo ra bảng mã, phương pháp này bao gồm bước thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ này để tạo ra tập hợp các điểm chòm điểm. Phương pháp này còn bao gồm bước lưu tập hợp các điểm chòm điểm này làm bảng mã trong số các bảng mã.

450



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan chung đến công nghệ truyền thông kỹ thuật số, cụ thể là đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền và nhận dữ liệu bằng cách thiết kế và áp dụng các chòm điểm đa chiều.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công nghệ đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA) là một kỹ thuật đa truy cập mà trong đó các ký hiệu dữ liệu được trải ra trên các chuỗi mã trực giao và/hoặc gần trực giao. Tiến trình mã hoá CDMA truyền thống là một tiến trình hai bước mà trong đó mã nhị phân được ánh xạ vào ký hiệu điều chế biên độ vuông góc (Quadrature Amplitude Modulation - QAM) trước khi chuỗi trải phổ được tác động. Mặc dù kỹ thuật mã hoá CDMA truyền thống có thể cung cấp tốc độ mã hoá tương đối cao, nhưng vẫn cần có những kỹ thuật/cơ chế mới để đạt được các tốc độ mã hoá cao hơn nữa để đáp ứng các nhu cầu ngày càng tăng của các mạng không dây thế hệ tiếp theo. Trải phổ mật độ thấp (Low Density Spreading - LDS) là một dạng CDMA được dùng để ghép kênh đối với các lớp dữ liệu khác nhau. LDS sử dụng sự lặp lại của ký hiệu giống nhau trên vị trí khác không của lớp cụ thể theo thời gian hoặc tần số. Theo một ví dụ, trong tiến trình LDS-OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - ghép kênh phân chia theo tần số trực giao) thì điểm chòm điểm sẽ được lặp lại trên các tông tần số khác không của khối LDS. Đa truy cập mã mật độ thấp (Sparse Code Multiple Access - SCMA) là một kỹ thuật tổng quát của LDS mà trong đó bảng mã đa chiều được dùng để trải phổ dữ liệu trên các tông mà không cần phải lặp lại các ký hiệu.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị truyền và nhận dữ liệu bằng cách thiết kế và áp dụng các chòm điểm đa chiều.

Theo một phương án ví dụ, sáng chế đề xuất phương pháp tạo bảng mã trong số các bảng mã. Phương pháp này bao gồm bước thực hiện, bởi thiết bị thiết kế, phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện, bởi thiết bị thiết kế, một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ này để tạo ra tập hợp các điểm chòm điểm. Phương pháp này còn bao gồm bước lưu, bởi thiết bị thiết kế, tập hợp các điểm chòm điểm này làm bảng mã trong số các bảng mã.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp truyền dữ liệu. Phương pháp này bao gồm bước xác định, bởi thiết bị truyền, các bảng mã, trong đó mỗi bảng mã được tạo ra bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra bảng mã này, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ. Phương pháp này còn bao gồm bước mã hoá, bởi thiết bị truyền, dữ liệu thứ nhất được liên kết với lớp dữ liệu thứ nhất bằng cách chọn từ mã thứ nhất từ bảng mã thứ nhất, trong đó bảng mã thứ nhất này được gán riêng cho lớp dữ liệu thứ nhất, và mã hoá, bởi thiết bị truyền, dữ liệu thứ hai được liên kết với lớp dữ liệu thứ hai bằng cách chọn từ mã thứ hai từ bảng mã thứ hai và gán bảng mã thứ hai này riêng cho lớp dữ liệu thứ hai. Phương pháp này còn bao gồm bước truyền, bởi thiết bị truyền, từ mã thứ nhất và từ mã thứ hai.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp nhận dữ liệu. Phương pháp này bao gồm bước xác định, bởi thiết bị nhận, các bảng mã,

trong đó mỗi bảng mã được tạo ra bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra bảng mã này, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ. Phương pháp này còn bao gồm bước nhận, bởi thiết bị nhận, từ mã đầu ra bao gồm các từ mã, trong đó mỗi từ mã thuộc về một bảng mã khác trong số các bảng mã, trong đó mỗi trong số các bảng mã này được liên kết với một lớp dữ liệu khác trong số các lớp dữ liệu, và nhận dạng, bởi thiết bị nhận, từ mã thứ nhất trong số các từ mã trong từ mã đầu ra, từ mã thứ nhất này thuộc về bảng mã thứ nhất trong số các bảng mã được gán riêng cho lớp dữ liệu thứ nhất trong số các lớp dữ liệu. Phương pháp này còn bao gồm bước giải mã, bởi thiết bị nhận, từ mã thứ nhất để tạo ra dữ liệu thứ nhất.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị thiết kế. Thiết bị thiết kế này bao gồm bộ xử lý. Bộ xử lý này thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ, thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra tập hợp các điểm chòm điểm, và lưu tập hợp các điểm chòm điểm này làm một bảng mã trong số các bảng mã để sử dụng trong hệ thống truyền thông mà trong đó bảng mã này được gán cho một trong số các lớp dữ liệu.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị truyền. Thiết bị truyền này bao gồm bộ xử lý, và bộ phát được ghép theo cách hoạt động được vào bộ xử lý này. Bộ xử lý này xác định các bảng mã, trong đó mỗi bảng mã được tạo ra bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra bảng

mã. Bộ xử lý này mã hoá dữ liệu thứ nhất được liên kết với lớp dữ liệu thứ nhất bằng cách chọn từ mã thứ nhất từ bảng mã thứ nhất, trong đó bảng mã thứ nhất này được gán riêng cho lớp dữ liệu thứ nhất, và mã hoá dữ liệu thứ hai được liên kết với lớp dữ liệu thứ hai bằng cách chọn từ mã thứ hai từ bảng mã thứ hai và gán bảng mã thứ hai này riêng cho lớp dữ liệu thứ hai. Bộ phát truyền đi từ mã thứ nhất và từ mã thứ hai.

Theo phương án ví dụ khác, sáng chế đề xuất thiết bị nhận. Thiết bị nhận này bao gồm bộ xử lý, và bộ thu được ghép theo cách hoạt động được vào bộ xử lý này. Bộ xử lý này xác định các bảng mã, trong đó mỗi bảng mã được tạo ra bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản trong lúc vẫn giữ được khoảng cách Oclit tối thiểu của chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra bảng mã. Bộ xử lý này nhận dạng từ mã thứ nhất trong số các từ mã trong từ mã đầu ra, từ mã thứ nhất này thuộc về bảng mã thứ nhất trong số các bảng mã được gán riêng cho lớp dữ liệu thứ nhất trong số các lớp dữ liệu, và giải mã từ mã thứ nhất để tạo ra dữ liệu thứ nhất, trong đó từ mã đầu ra bao gồm các từ mã, trong đó mỗi từ mã thuộc về một bảng mã khác trong số các bảng mã, và trong đó mỗi trong số các bảng mã này được liên kết với một lớp dữ liệu khác trong số các lớp dữ liệu này. Bộ thu này nhận từ mã đầu ra.

Một ưu điểm của sáng chế là phương pháp có tính hệ thống để thiết kế các chòm điểm đa chiều để dùng làm các bảng mã. Phương pháp có tính hệ thống này có thể được áp dụng cho chòm điểm đa chiều bất kì, bao gồm các chòm điểm mắt cáo.

Ưu điểm nữa theo sáng chế là có thể tối ưu hoá để tối đa hoá độ lợi phân tập. Ngoài ra, khoảng cách tích có thể được tối đa hoá mà không làm mất khoảng cách Oclit, điều này có thể đặc biệt hữu ích đối với các tông rải rác, chẳng hạn trong các từ mã đa truy cập mã mật độ thấp (SCMA).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

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

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

Fig.1b là hình vẽ thể hiện một bộ mã hoá SCMA ví dụ để mã hoá dữ liệu theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

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

Fig.3a là hình vẽ thể hiện một kỹ thuật ví dụ để tạo ra bảng mã theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.3b là hình vẽ thể hiện một ví dụ về kỹ thuật bậc cao để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.3c là hình vẽ thể hiện một ví dụ về kỹ thuật bậc cao để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều nhờ sử dụng các chòm điểm thực theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.3d là hình vẽ thể hiện một ví dụ về kỹ thuật bậc cao để tạo ra các bảng mã từ chòm điểm mẹ phức đa chiều theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện lưu đồ ví dụ của các thao tác khi tạo ra chòm điểm phức đa chiều theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện một kỹ thuật ví dụ khi tạo ra chòm điểm phức đa chiều theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.6a là hình vẽ thể hiện một lưu đồ ví dụ của các thao tác được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị đó tạo ra chòm điểm phức đa chiều nhờ sử dụng sự xáo trộn theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.6b là hình vẽ thể hiện sơ đồ ví dụ của chòm điểm phức đa chiều được tạo ra nhờ sử dụng sự xáo trộn theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ ví dụ của chòm điểm phức đa chiều được tạo ra nhờ sử dụng sự xáo trộn đối với các chiều cao hơn theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.8a là hình vẽ thể hiện sơ đồ ví dụ của chòm điểm phức đa chiều được tạo ra nhờ sử dụng phép quay làm tối thiểu hoá các điểm chiếu khác không, theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.8b là hình vẽ thể hiện một ví dụ về chòm điểm phức 8 điểm (T6QAM) theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.8c là hình vẽ thể hiện một ví dụ về chòm điểm phức 4 điểm (T4QAM) theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.9a là hình vẽ thể hiện một lưu đồ ví dụ của các thao tác được thực hiện trong thiết bị truyền khi thiết bị truyền này truyền thông tin đến thiết bị nhận theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.9b là hình vẽ thể hiện lưu đồ ví dụ của các thao tác được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị này thiết kế (các) bảng mã theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.9c là hình vẽ thể hiện lưu đồ ví dụ của các thao tác được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị này thiết kế (các) bảng mã nhờ sử dụng sự xáo trộn theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện lưu đồ ví dụ của các hoạt động được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị này nhận thông tin từ thiết bị truyền theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.11a là hình vẽ thể hiện một ví dụ về thiết bị thứ nhất theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây;

Fig.11b là hình vẽ thể hiện chi tiết một ví dụ về khối xác định bảng mã theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây; và

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về thiết bị thứ hai theo các phương án ví dụ được mô tả ở đây.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

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

Một phương án của sáng chế đề cập đến việc thiết kế và ứng dụng chòm điểm đa chiều. Theo một ví dụ, thiết bị thiết kế sẽ thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ, thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra tập hợp các điểm chòm điểm, và lưu tập hợp các điểm chòm điểm này làm bảng mã trong số các bảng mã để sử dụng trong hệ thống truyền thông mà trong đó bảng mã này được gán cho một trong số các lớp dữ liệu.

Theo ví dụ khác, thiết bị truyền sẽ xác định các bảng mã, trong đó mỗi bảng mã được tạo ra bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra bảng mã này, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ. Thiết bị truyền này mã hoá dữ liệu thứ nhất được liên kết với lớp dữ liệu thứ nhất bằng cách chọn từ mã thứ nhất từ bảng mã thứ nhất, trong đó bảng mã thứ nhất này được gán riêng cho lớp dữ liệu thứ nhất, mã hoá dữ liệu thứ hai được liên kết với lớp dữ liệu thứ hai bằng

cách chọn từ mã thứ hai từ bảng mã thứ hai và gán bảng mã thứ hai này riêng cho lớp dữ liệu thứ hai, và truyền đi từ mã thứ nhất và từ mã thứ hai này.

Theo ví dụ khác, thiết bị nhận sẽ xác định các bảng mã, trong đó mỗi bảng mã được tạo ra bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm đa chiều cơ bản để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, và thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra bảng mã này, trong đó phép quay nguyên khối này được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của chòm điểm đa chiều mẹ. Thiết bị nhận nhận từ mã đầu ra bao gồm các từ mã, trong đó mỗi từ mã thuộc về một bảng mã khác trong số các bảng mã, trong đó mỗi trong số các bảng mã này được liên kết với một lớp dữ liệu khác trong số các lớp dữ liệu, nhận dạng từ mã thứ nhất trong số các từ mã trong từ mã đầu ra, từ mã thứ nhất này thuộc về bảng mã thứ nhất trong số các bảng mã được gán riêng cho lớp dữ liệu thứ nhất trong số các lớp dữ liệu, và giải mã từ mã thứ nhất này để tạo ra dữ liệu thứ nhất.

Sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các phương án ví dụ trong hoàn cảnh cụ thể, tức là hệ thống truyền thông mà sử dụng công nghệ đa truy cập mã mật độ thấp (SCMA) để cung cấp tốc độ dữ liệu cao để đáp ứng nhu cầu lưu lượng dữ liệu lớn hơn. Tuy nhiên, sáng chế cũng có thể được áp dụng cho các hệ thống tiêu chuẩn khác và các hệ thống truyền thông không tiêu chuẩn mà sử dụng các bảng mã thu được từ các chòm điểm đa chiều mẹ để làm tăng tốc độ truyền thông.

SCMA là kỹ thuật mã hoá để mã hoá các luồng dữ liệu, chẳng hạn các luồng dữ liệu nhị phân, hay tổng quát là các luồng dữ liệu M-ary (M phân), trong đó M là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2, thành các từ mã đa chiều. SCMA trực tiếp mã hoá luồng dữ liệu thành các từ mã đa chiều và phá vỡ bảng ánh xạ kí hiệu QAM (Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc), điều này có thể cho phép thu được độ lợi mã hoá so với kỹ thuật mã hoá CDMA thông thường. Đáng chú ý, các kỹ thuật mã hoá SCMA sẽ dẫn các luồng dữ liệu nhờ sử dụng từ mã đa chiều thay vì kí hiệu QAM.

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

Fig.1a là hình vẽ thể hiện hệ thống truyền thông ví dụ 100. Hệ thống truyền thông 100 bao gồm các NodeB cải tiến (enhanced NodeB - eNB), chẳng hạn eNB 105 và eNB 107, vốn có thể phục vụ nhiều thiết bị người dùng (User Equipment - UE), chẳng hạn các UE từ 110 đến 116. eNB cũng có thể được gọi là bộ điều khiển truyền thông, trạm gốc, bộ điều khiển, v.v., còn UE cũng có thể được gọi là trạm di động, người dùng, thiết bị đầu cuối, thuê bao, v.v.. Nói chung, một eNB có thể có nhiều ăng ten phát, cho phép nó truyền đến nhiều UE, để truyền nhiều lớp đến một UE, hoặc tổ hợp của chúng. Ngoài ra, eNB thứ nhất có thể truyền đến UE mà đang nhận dữ liệu truyền từ UE thứ hai. Các thiết bị (ví dụ, các eNB 105 - 107, và các UE 110 - 116) có thể truyền thông bằng kỹ thuật SCMA.

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

Hệ thống truyền thông 100 cũng có thể bao gồm thiết bị thiết kế 120 mà có thể được dùng để thiết kế các bảng mã để các eNB, các UE, v.v., sử dụng trong hệ thống truyền thông 100. Nói chung, các bảng mã này có thể được các thiết bị truyền và/hoặc các thiết bị nhận sử dụng. Thiết bị thiết kế 120 có thể thiết kế nhiều bảng mã, với mỗi bảng mã được gán cho một lớp được

ghép kênh khác. Thiết bị thiết kế 120 có thể cung cấp nhiều bảng mã cho các eNB trong hệ thống truyền thông 100, mà đến lượt mình, các eNB này có thể cung cấp các bảng mã này cho các UE khi các UE liên kết với hệ thống truyền thông 100. Theo cách khác, thiết bị thiết kế 120 có thể lưu các bảng mã này vào thiết bị lưu trữ, chẳng hạn cơ sở dữ liệu tập trung, ổ đĩa ở xa, v.v.. Các bảng mã này có thể được các eNB và/hoặc các UE truy hồi từ thiết bị lưu trữ khi cần.

Fig.1b là hình vẽ thể hiện bộ mã hoá SCMA ví dụ 150 để mã hoá dữ liệu. Như được thể hiện trên Fig.1b, bộ mã hoá SCMA 150 ánh xạ luồng dữ liệu, ví dụ, luồng dữ liệu nhị phân (b_1, b_2), nhận được từ bộ mã hoá sửa lỗi chuyển tiếp (Forward Error Correcting - FEC) 155, vào các từ mã đa chiều để thu được luồng dữ liệu đã mã hoá (x_1, x_2, x_3, x_4) nhờ sử dụng bộ giải mã trái phổ 160 và (các) mã trái phổ 165. Các từ mã đa chiều này có thể thuộc về các bảng mã đa chiều khác nhau, với mỗi bảng mã được liên kết với một lớp được ghép kênh khác. Như được mô tả ở đây, các lớp được ghép kênh có thể bao gồm lớp bất kì mà qua đó các luồng dữ liệu được ghép kênh có thể được truyền thông trên các tài nguyên dùng chung của hệ thống truyền thông. Theo một ví dụ, các lớp được ghép kênh có thể bao gồm các lớp không gian MIMO (Multiple Input Multiple Output - đa đầu vào đa đầu ra), các tông OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo tần số trực giao), các lớp TDMA (Time Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo thời gian), v.v..

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ ghép kênh SCMA 200 ví dụ để mã hoá dữ liệu. Như được thể hiện trên Fig.2, sơ đồ ghép kênh SCMA 200 này có thể sử dụng nhiều bảng mã, chẳng hạn bảng mã 210, bảng mã 220, bảng mã 230, bảng mã 240, bảng mã 250, và bảng mã 260. Mỗi bảng mã trong số các bảng mã này được gán cho một lớp được ghép kênh khác. Mỗi bảng mã bao gồm nhiều từ mã đa chiều. Cụ thể hơn, bảng mã 210 bao gồm các từ mã 211 - 214, bảng mã 220 bao gồm các từ mã 221 - 224, bảng mã 230 bao gồm các từ mã

231 - 234, bảng mã 240 bao gồm các từ mã 241 - 244, bảng mã 250 bao gồm các từ mã 251 - 254, và bảng mã 260 bao gồm các từ mã 261 - 264.

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

Như được thể hiện trên Fig.2, các từ mã khác nhau được chọn từ các bảng mã khác nhau 210, 220, 230, 240, 250, và 260 tùy theo dữ liệu nhị phân được truyền trên lớp được ghép kênh. Theo ví dụ này, từ mã 214 được chọn từ bảng mã 210 bởi vì giá trị nhị phân '11' được truyền trên lớp được ghép kênh thứ nhất, từ mã 222 được chọn từ bảng mã 220 bởi vì giá trị nhị phân '01' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ hai, từ mã 233 được chọn từ bảng mã 230 bởi vì giá trị nhị phân '10' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ ba, từ mã 242 được chọn từ bảng mã 240 bởi vì giá trị nhị phân '01' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ tư, từ mã 252 được chọn từ bảng mã 250 bởi vì giá trị nhị phân '01' được truyền trên lớp được ghép kênh thứ năm, và từ mã 264 được chọn từ bảng mã 260 bởi vì giá trị nhị phân '11' được truyền qua lớp được ghép kênh thứ sáu. Sau đó, các từ mã 214, 222, 233, 242, 252, và 264 có thể được kết hợp cùng nhau để tạo thành luồng dữ liệu được ghép kênh 280, và được truyền trên các tài nguyên dùng chung của mạng. Đáng chú ý, các từ mã 214, 222, 233, 242, 252, và 264 là các từ mã mật độ thấp, do

đó có thể được nhận dạng khi nhận được luồng dữ liệu được ghép kênh 280, nhờ sử dụng thuật toán ít phức tạp, chẳng hạn MPA.

Fig.3a là hình vẽ thể hiện kỹ thuật 300 để tạo ra bảng mã 360. Bảng mã 360 này có thể được dùng trong hệ thống truyền thông có sử dụng SCMA. Nói chung, bảng mã 360 này có thể thu được từ một hoặc nhiều chòm điểm phức đa chiều. Như được thể hiện trên Fig.3a, kỹ thuật 300 bao gồm bước chọn các thông số 310 - 355, vốn bao gồm ma trận ánh xạ 310, chòm điểm đa chiều thực 320, ma trận unita thực 330, chòm điểm mẹ phức đa chiều 340, toán tử hoán vị 350, và toán tử pha và toán tử liên hợp 355. Ngoài ra, toán tử X biểu thị thao tác nhân ma trận, còn toán tử $\otimes$ thì biểu thị thao tác hoán vị. Lưu ý là theo một số phương án, nhiều chòm điểm mẹ phức đa chiều có thể được dùng để tạo ra các bảng mã. Kỹ thuật 300 có thể bao gồm bước bổ sung là cấp phát các toán tử pha và liên hợp cho các nhánh đến của nút tài nguyên. Bảng mã 360 có thể thu được bằng cách kết hợp các thông số 310 - 355 theo cách như được thể hiện trên Fig.3. Tóm lại, chòm điểm mẹ phức đa chiều 340 (được tạo ra bằng cách nhân chòm điểm đa chiều thực 320 với ma trận unita thực 330 (cũng như phép biến đổi thực sang phức nếu kết quả của phép nhân chòm điểm đa chiều thực 320 với ma trận unita thực 330 là thực)) có thể được hoán vị bởi các toán tử pha và liên hợp 355 được nhân với ma trận ánh xạ 310 vốn có thể đã được xác định theo các tông khác không được gán cho lớp hoặc người dùng được ghép kênh cụ thể.

Theo một phương án ví dụ, chòm điểm mẹ phức đa chiều 340 có thể được thiết kế theo cách tối đa hoá độ lợi phân tập. Ngoài ra, khoảng cách tích có thể được tối đa hoá trong khi vẫn giữ được khoảng cách Öclit, điều này có thể đặc biệt hữu ích đối với các tông rải rác, chẳng hạn các tông được sử dụng trong các bảng mã SCMA. Một phương án ví dụ của sáng chế đề xuất phương pháp có tính hệ thống để thiết kế các chòm điểm mẹ phức đa chiều, chẳng hạn chòm điểm mẹ phức đa chiều 340, để tạo ra các bảng mã SCMA.

Fig.3b là hình vẽ thể hiện một kỹ thuật cấp cao 370 để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều. Như đã mô tả trên đây, phép quay nguyên khối 372 có thể được thực hiện đối với chòm điểm phức N chiều 373 bằng các thao tác nhân ma trận 374 để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ 375, tức là chòm điểm phức N chiều được quay. Tuy nhiên, để đạt được hiệu suất tốt trong các hệ thống truyền thông, chẳng hạn các hệ thống truyền thông SCMA, thì tiêu chuẩn thiết kế mà có thể được dùng khi chọn chòm điểm phức N chiều 373 là tối đa hoá khoảng cách Oclit tối thiểu. Ngoài ra, một tiêu chuẩn thiết kế bổ sung có thể là giảm số lượng điểm lân cận trong mỗi chòm điểm. Lưu ý rằng phép quay nguyên khối 372 có thể được thực hiện trong các miền thực và/hoặc ảo.

Phép quay nguyên khối 372 cũng có thể được chọn theo tiêu chuẩn thiết kế mà chỉ định rằng phép quay nguyên khối 372 phải tối ưu hoá (ví dụ, tối đa hoá hoặc giảm thiểu) hàm khoảng cách của các điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ 375 trong khi vẫn giữ được khoảng cách Oclit của chòm điểm phức N chiều 373. Nói chung, hàm khoảng cách này có thể được coi là hàm của các khoảng cách của các điểm chiếu của các điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ 375. Theo một ví dụ, hàm khoảng cách này có thể là khoảng cách tích nhỏ nhất của các điểm chiếu của các điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ 375, vốn có thể được mô tả dưới dạng giá trị nhỏ nhất của tích các khoảng cách của các điểm chiếu của mỗi cặp điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ 375. Các ví dụ khác về các hàm khoảng cách bao gồm: khoảng cách tích trung bình của các điểm mã hoá (ví dụ, trung bình theo cặp) trong chòm điểm đa chiều mẹ 375, giá trị tối thiểu của trung bình tổng quát của các khoảng cách của các điểm chiếu đối với các cặp điểm mã hoá của chòm điểm đa chiều mẹ 375 với số mũ p (trong đó p nằm trong khoảng $[0, 1]$), v.v.. Lưu ý rằng có thể dùng hàm cụ thể bất kì của khoảng cách của các điểm chiếu của các điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ 375 làm hàm khoảng cách. Một tiêu chuẩn thiết kế tối ưu phụ đối với phép quay nguyên khối 372 có thể là làm tăng tiêu chuẩn thiết kế nêu trên (tối đa hoá khoảng cách tích nhỏ nhất của các điểm chiếu

của các điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ 375 trong khi vẫn giữ được khoảng cách Oclit của chòm điểm phức N chiều 373) nhưng đồng thời giảm số lượng điểm chiếu trên mỗi chiều phức. Theo một ví dụ minh họa, chòm điểm phức N chiều 373 có thể chứa 16 điểm, nhưng sau khi thực hiện phép quay nguyên khối 372, thì các điểm chiếu của chòm điểm đa chiều mẹ 375 có thể chứa 9 điểm đối với thao tác dò ít phức tạp hơn.

Nói chung, việc sử dụng chòm điểm phức N chiều 373 có thể tạo ra các kết quả tối ưu. Tuy nhiên, khó có thể thiết kế được chòm điểm mà thoả mãn tiêu chuẩn thiết kế tương ứng của nó. Có thể sử dụng các chòm điểm khác mà dễ thiết kế hơn và phù hợp hơn cho việc gán nhãn (đặc biệt là gán nhãn Gray), nhưng có thể phải đánh đổi các kết quả tối ưu phụ. Theo một ví dụ, thay vì chòm điểm phức N chiều 373, thì có thể sử dụng chòm điểm mắt cáo N chiều 376 hoặc tích của N chòm điểm QAM 377. Lưu ý rằng việc chuyển từ chòm điểm phức N chiều 373 sang chòm điểm mắt cáo N chiều 376 đến tích của N chòm điểm QAM 377 sẽ làm cho việc thiết kế trở nên dễ dàng hơn, nhưng cũng làm cho các kết quả trở nên ít tối ưu hơn. Lưu ý rằng nếu tích của N chòm điểm QAM 377 được sử dụng thay vì chòm điểm phức N chiều 373, thì phép quay nguyên khối 372 có thể gây ra những sự phụ thuộc giữa các chiều của chòm điểm đa chiều mẹ 375, điều này có thể là hữu ích khi khôi phục dữ liệu tại bộ thu.

Fig.3c là hình vẽ thể hiện một kỹ thuật cấp cao 380 để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều nhờ sử dụng nhiều chòm điểm thực. Thay vì sử dụng chòm điểm phức N chiều để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ, thì hai chòm điểm thực N chiều độc lập, là chòm điểm thực N chiều thứ nhất 382 và chòm điểm thực N chiều thứ hai 383, có thể được sử dụng. Hai chòm điểm thực N chiều độc lập này có thể được quay bằng hai phép quay nguyên khối, lần lượt là phép quay nguyên khối thứ nhất 384 và phép quay nguyên khối thứ hai 385. Hai chòm điểm thực N chiều đã được quay thu được có thể được coi là các phần của chòm điểm đa chiều mẹ (chòm điểm mẹ phức N chiều). Vì vậy, hai chòm

điểm thực N chiều có thể được dùng để tạo ra một chòm điểm mẹ phức N chiều. Hai chòm điểm thực N chiều độc lập này có thể được quay một cách độc lập với nhau bằng các phép quay nguyên khối khác nhau.

Bước xáo trộn 386 có thể được thực hiện đối với hai chòm điểm thực N chiều đã được quay thu được để tạo ra chòm điểm mẹ phức N chiều 387. Thao tác xáo trộn 386 có thể được biểu diễn dưới dạng chiều phức thứ K của chòm điểm đa chiều mẹ bằng với chiều thực thứ K của phiên bản đã được quay của chòm điểm thực N chiều thứ nhất 382 và chiều thực thứ K của phiên bản đã được quay của chòm điểm thực N chiều thứ hai 383. Nói chung, thao tác xáo trộn 386 sẽ gây ra sự phụ thuộc giữa các chiều của chòm điểm mẹ phức N chiều 387.

Fig.3d là hình vẽ thể hiện một kĩ thuật cấp cao 390 để tạo ra các bảng mã từ chòm điểm mẹ phức đa chiều 392. Nói chung là các thao tác như các thao tác ánh xạ, các thao tác hoán vị chiều, các thao tác quay pha, các thao tác liên hợp, và tổ hợp các thao tác này, có thể được dùng để tạo ra các bảng mã từ chòm điểm mẹ phức đa chiều 392. Loạt thao tác thứ nhất 393 có thể được thực hiện đối với chòm điểm mẹ phức đa chiều 392 để tạo ra bảng mã thứ nhất 395, vốn có thể được gán cho lớp thứ nhất. Tương tự, loạt thao tác thứ hai 394 có thể được thực hiện đối với chòm điểm mẹ phức đa chiều 392 để tạo ra bảng mã thứ hai 396, vốn có thể được gán cho lớp thứ hai. Thông thường, một loạt thao tác khác có thể được thực hiện để tạo ra bảng mã khác. Tuy nhiên, có thể sử dụng các chòm điểm mẹ phức đa chiều khác nhau khi tạo ra các bảng mã. Theo một ví dụ minh họa, hai chòm điểm mẹ phức đa chiều có thể được sử dụng kết hợp với ba loạt thao tác để tạo ra tổng số 6 bảng mã.

Nói chung, kĩ thuật thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm phức đa chiều có thể được dùng để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều. Kĩ thuật này có thể được dùng để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều với độ lợi phân tập được tối đa và/hoặc (các) hàm khoảng cách được tối ưu, chẳng hạn

khoảng cách tích nhỏ nhất được tối đa. Chòm điểm mẹ phức đa chiều tạo ra được có thể đặc biệt hữu ích để sử dụng trong hệ thống truyền thông SCMA. Kỹ thuật này có thể bao gồm bước thực hiện phép quay nguyên khối, vốn được chọn cụ thể để tối đa hoá khoảng cách tích, đối với chòm điểm phức đa chiều với khoảng cách Oclit nhỏ nhất được tối ưu. Phép quay nguyên khối này cũng có thể tối đa hoá độ lợi phân tập.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động 450 khi tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều. Các hoạt động 450 này có thể cho biết các hoạt động xảy ra trong thiết bị, chẳng hạn thiết bị truyền, ví dụ, eNB truyền dữ liệu đường xuống đến UE, hoặc UE truyền dữ liệu đường lên đến eNB, hoặc thiết bị thiết kế khi tạo ra các bảng mã, khi thiết bị này tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều.

Các hoạt động 450 này có thể bắt đầu với việc thiết bị tiếp nhận phép quay nguyên khối để tối ưu hoá hàm khoảng cách (bước 455). Phép quay nguyên khối này có thể tối ưu hàm khoảng cách, tức hàm của các khoảng cách của các điểm chiếu của các điểm, chẳng hạn tối đa hoá khoảng cách tích nhỏ nhất, trong khi vẫn giữ được khoảng cách Oclit. Phép quay nguyên khối này có thể được lưu trong bộ nhớ và được thiết bị truy hồi. Ngoài ra, một phép quay nguyên khối có thể được dùng để tạo ra các chòm điểm mẹ phức đa chiều. Theo cách khác, nhiều phép quay nguyên khối có thể được dùng để tạo ra các chòm điểm mẹ phức đa chiều, với các phép quay nguyên khối cụ thể được chọn theo tiêu chuẩn lựa chọn, chẳng hạn số lớp được ghép kênh, bộ nhận dạng lớp được ghép kênh, bộ nhận dạng người dùng, v.v.. Thiết bị này có thể thu được một chòm điểm với khoảng cách Oclit được tối ưu (bước 460). Chòm điểm này có thể được lưu trong bộ nhớ và được thiết bị truy hồi. Thiết bị này có thể thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm này để tạo ra chòm điểm đa chiều (bước 465). Nếu chòm điểm thu được sau khi thực hiện phép quay nguyên khối là chòm điểm thực, thì thao tác biến đổi,

chẳng hạn thao tác biến đổi thực sang phức, có thể biến đổi chòm điểm đa chiều thực thành chòm điểm mẹ phức đa chiều (bước 470).

Theo một phương án ví dụ, như đã mô tả trên đây, có thể sử dụng chòm điểm tối ưu phụ được tạo ra bằng cách nhân các chòm điểm nhỏ hơn. Nói chung, chòm điểm tối ưu phụ này có thể được tạo ra nhờ sử dụng chòm điểm độc lập nhỏ hơn trên mỗi chiều của chòm điểm tối ưu phụ này. Việc sử dụng các chòm điểm nhỏ hơn này có thể giảm các yêu cầu tính toán so với chòm điểm đủ chiều. Thông thường, chòm điểm tối ưu phụ này có thể không có khoảng cách Óclit tối ưu. Theo một ví dụ minh hoạ, hai chòm điểm 4 điểm, mỗi chòm nằm trong 2 chiều thực, có thể được nhân với nhau để tạo ra chòm điểm 16 điểm trong 4 chiều thực. Hai chòm điểm 4 điểm này có thể có các điểm QAM (Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc) độc lập trên mỗi chiều. Lưu ý rằng thao tác quay các chòm điểm trực giao (tức là các điểm QAM độc lập trên các tông khác không) có thể được dùng để gây ra sự phụ thuộc giữa các tông khác không và giảm bớt ảnh hưởng của sự va chạm. Ngoài ra, có thể đạt được tính phân tập (hay tương đương là khả năng tránh va chạm), vốn có thể được định lượng bằng khoảng cách tích nhỏ nhất, mà không phải hy sinh khoảng cách Óclit nhỏ nhất. Kỹ thuật như gán nhãn Gray có thể được sử dụng cho các điểm QAM này. Phép quay nguyên khối có thể được thực hiện cho chòm điểm tối ưu phụ như đã mô tả trên đây, để tối ưu hoá hàm khoảng cách (tức hàm của các khoảng cách của các điểm chiếu của các điểm) của chòm điểm tối ưu phụ, chẳng hạn khoảng cách tích nhỏ nhất.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện một kỹ thuật ví dụ 500 khi tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều. Kỹ thuật 500 này thể hiện bước tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều từ hai chòm điểm QPSK (Quadrature Phase Shift Keying - khoá dịch pha cầu phương).

Như được thể hiện trên Fig.5, hai chòm điểm QPSK (được đánh dấu là “QPSK1” 505 và “QPSK2” 507), với mỗi chòm có bốn điểm, có thể được

nhân với nhau để tạo ra chòm điểm đa chiều 16 điểm theo 4 chiều thực (chòm điểm 510). Phép quay nguyên khối 515 có thể được thực hiện đối với chòm điểm 510 (tức chòm điểm đa chiều 16 điểm theo 4 chiều thực) để tạo ra chòm điểm đa chiều 16 điểm theo 4 chiều thực với khoảng cách tích được tối ưu (chòm điểm 520). Chòm điểm 520 có thể được gọi là chòm điểm đa chiều mẹ. Các điểm chiếu của chòm điểm 520, vốn có thể là hàm của phép quay nguyên khối 515, có thể được dùng để tạo ra các bảng mã. Cần lưu ý rằng số lượng các điểm chiếu có thể phụ thuộc vào số lượng tông khác không trong dữ liệu truyền SCMA. Theo một ví dụ, nếu dữ liệu truyền SCMA bao gồm bốn tông với hai trong số bốn tông này là khác không, thì sẽ có hai điểm chiếu với các đặc trưng là hai điểm chiếu này phụ thuộc vào phép quay nguyên khối được sử dụng. Các từ mã của các bảng mã được tạo ra từ chòm điểm đa chiều mẹ (chòm điểm 520) có thể được chọn theo dữ liệu được truyền để điền đầy các tông khác không của dữ liệu truyền SCMA 535. Ngoài ra, các thao tác tuyến tính và/hoặc phi tuyến có thể được thực hiện đối với (các) chòm điểm đa chiều mẹ để tạo ra các bảng mã SCMA bổ sung. Theo một ví dụ, các thao tác tuyến tính và/hoặc phi tuyến khác nhau có thể được thực hiện đối với chòm điểm 520 để tạo ra các bảng mã SCMA cho các lớp được ghép kênh và/hoặc những người dùng khác nhau. Như được thể hiện trên Fig.5, mỗi trong số các điểm trong 2 chòm điểm QPSK (chòm điểm 505 và chòm điểm 507) có thể được biểu diễn bằng 2 bit. Do đó, trong chòm điểm đa chiều mẹ 16 điểm thu được, thì các khối SCMA có thể mang $2 \times 2 \text{ bit} = 4$ bit thông tin.

Theo một phương án ví dụ, như đã mô tả trên đây, thao tác xáo trộn các chòm điểm đa chiều theo các trục, chẳng hạn các trục thực và ảo, có thể được thực hiện. Đối với chòm điểm tối ưu phụ mà sử dụng phương pháp nhân các chòm điểm nhỏ hơn, thì các tài nguyên tính toán có thể được tiết kiệm bằng cách quay các chòm điểm trục giao một cách riêng rẽ và độc lập đối với các trục khác nhau, chẳng hạn các trục thực và ảo.

Fig.6a là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các thao tác 600 được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị đó tạo ra chòm điểm phức đa chiều nhờ sử dụng phương pháp xáo trộn. Các thao tác 600 này có thể cho biết các hoạt động xảy ra trong một thiết bị, chẳng hạn thiết bị truyền, ví dụ, eNB truyền dữ liệu đường xuống đến UE, hoặc UE truyền dữ liệu đường lên đến eNB, hoặc thiết bị thiết kế khi tạo ra các bảng mã, khi thiết bị này tạo ra chòm điểm phức đa chiều.

Các thao tác 600 này có thể bắt đầu với việc thiết bị này thu thập các chòm điểm (bước 605). Theo một ví dụ, thiết bị này có thể thu được hai chòm điểm N chiều độc lập, trong đó N là giá trị nguyên lớn hơn hoặc bằng 2. Các chòm điểm N chiều này có thể là các chòm điểm QAM N chiều hoặc các chòm điểm mắt cáo N chiều. Thiết bị này có thể thực hiện phép quay nguyên khối đối với các chòm điểm này (bước 607). Thiết bị này có thể chiếu các chòm điểm đã được quay (bước 609). Số lượng điểm chiếu có thể phụ thuộc vào phép quay nguyên khối được thực hiện đối với các chòm điểm này. Thiết bị này có thể làm xáo trộn các điểm chiếu này (bước 611). Thao tác xáo trộn này có thể bao gồm sự tổ chức lại, xếp nhóm lại, hoặc sắp xếp lại các điểm của các điểm chiếu của các chòm điểm đã được quay. Thiết bị này có thể thu được chòm điểm đa chiều mẹ từ các điểm chiếu đã được làm xáo trộn (bước 613). Hai chòm điểm N chiều đã được quay này tương ứng với các phần thực và ảo của các điểm mã hoá của chòm điểm đa chiều mẹ.

Việc tách các phần thực và ảo của chòm điểm đa chiều (tức N chòm điểm QAM đã được quay) có thể cho phép giảm sự phức tạp khi giải mã tại thiết bị nhận trong khi vẫn giữ được sự phụ thuộc giữa các chiều phức của chòm điểm đa chiều mẹ. Theo một ví dụ minh hoạ, trong MPA, nếu k chữ kí dùng chung cùng một tông khác không và nếu số lượng điểm chiếu của mỗi chòm điểm trên mỗi chiều thực có thể được biểu diễn dưới dạng m (hoặc m^2 trên mỗi tông hoặc trên mỗi chiều phức), thì độ phức tạp giải mã là tỉ lệ thuận với m^{2k} nếu không tách phần thực hoặc ảo, còn tỉ lệ thuận với m^k nếu có tách

phần thực hoặc ảo. Do đó, mức độ giảm sự phức tạp là xấp xỉ hai lần căn bậc hai.

Fig.6b là hình vẽ thể hiện sơ đồ 650 của một chòm điểm phức đa chiều ví dụ được tạo ra bằng phương pháp xáo trộn. Hai chòm điểm QAM 4 điểm đã được quay và độc lập được tạo ra trên hai mặt phẳng phức trực giao (chòm điểm QAM 2 chiều thứ nhất 655 thể hiện chòm điểm QAM thứ nhất đã được quay để tối đa hoá khoảng cách tích, và chòm điểm QAM 2 chiều thứ hai 657 thể hiện chòm điểm QAM thứ hai đã được quay để tối đa hoá khoảng cách tích). Kết quả thu được là chòm điểm 16 điểm theo 4 chiều. Bốn bit có thể được gán trực tiếp cho 4 chiều (theo một ví dụ, hai bit thứ nhất có thể được gán cho điểm chiếu trên mặt phẳng phức thứ nhất, và hai bit thứ hai có thể được gán cho điểm chiếu trên mặt phẳng phức thứ hai). Ví dụ, gọi X1, X2, Y1, và Y2 lần lượt là các phần thực và ảo của các điểm chiếu trên mặt phẳng phức thứ nhất và các phần thực và ảo của các điểm chiếu trên mặt phẳng phức thứ hai. Có thể làm xáo trộn các trục và đặt các trục khác nhau làm các phần thực và ảo của tín hiệu trên các mặt phẳng phức thứ nhất và thứ hai. Ví dụ, X1 và Y1 có thể được đặt làm các phần thực và ảo của tín hiệu trên mặt phẳng phức thứ nhất (vốn có thể là, ví dụ, sự biểu diễn của một tông hoặc một khe thời gian), và X2 và Y2 có thể được đặt làm các phần thực và ảo của tín hiệu trên mặt phẳng phức thứ hai. Mất cáo 2 chiều thứ nhất 660 biểu thị hình chiếu thứ nhất của mất cáo đã được quay mà có chòm điểm QAM 2 chiều thứ nhất 655 làm phần thực và chòm điểm QAM 2 chiều thứ hai 657 làm phần ảo, và mất cáo 2 chiều thứ hai 662 thể hiện hình chiếu thứ hai của mất cáo đã được quay này.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 700 của một chòm điểm phức đa chiều ví dụ được tạo ra bằng phương pháp xáo trộn đối với các chiều cao hơn. Chòm điểm QAM 3 chiều thứ nhất 705 thể hiện chòm điểm QAM thứ nhất đã được quay để tối đa hoá khoảng cách tích, và chòm điểm QAM 3 chiều thứ hai 707 thể hiện chòm điểm QAM thứ hai đã được quay để tối đa hoá khoảng cách

tích. Mất cáo 2 chiều thứ nhất 710 biểu thị hình chiếu thứ nhất của mất cáo đã được quay mà có chòm điểm QAM 3 chiều thứ nhất 705 làm phần thực và chòm điểm QAM 3 chiều thứ hai 707 làm phần ảo, mất cáo 3 chiều thứ hai 712 thể hiện hình chiếu thứ hai của mất cáo đã được quay này, và mất cáo 3 chiều thứ ba 714 thể hiện hình chiếu thứ ba của mất cáo đã được quay này.

Theo một phương án ví dụ, chòm điểm đa chiều với hình chiếu nhỏ hơn trên mỗi tông có thể cho phép giảm các yêu cầu tính toán tại thiết bị nhận. Khi kĩ thuật MPA được dùng để giải mã (các) từ mã được ghép kênh tại thiết bị nhận, thì số lượng điểm chiếu khác không, vốn được liên kết với mỗi tông, có thể là yếu tố quan trọng, do nếu có càng nhiều điểm chiếu khác không được liên kết với mỗi tông thì sự phức tạp khi giải mã có thể càng tăng. Có thể chọn phép quay nguyên khối mà giảm thiểu số lượng điểm chiếu khác không được liên kết với mỗi tông, nhờ đó cho phép giảm sự phức tạp khi giải mã. Tuy nhiên, khoảng cách tích nhỏ nhất có thể bị hy sinh và hiệu suất có thể bị ảnh hưởng.

Fig.8a là hình vẽ thể hiện sơ đồ 800 của một chòm điểm phức đa chiều ví dụ được tạo ra bằng phép quay mà giảm thiểu các điểm chiếu khác không. Chòm điểm QAM 2 chiều thứ nhất 805 biểu thị chòm QAM thứ nhất đã được quay, và chòm điểm QAM 2 chiều thứ hai 807 biểu thị chòm QAM thứ hai đã được quay. Chòm điểm 2 chiều thứ nhất 810 biểu thị hình chiếu thứ nhất của chòm điểm đã được quay mà có phần thực là chòm điểm QAM 2 chiều thứ nhất 805 và phần ảo là chòm điểm QAM 2 chiều thứ hai 807, và chòm điểm 2 chiều thứ hai 810 biểu thị hình chiếu thứ hai của chòm điểm đã được quay này. Lưu ý rằng mất cáo 2 chiều thứ nhất 810 và mất cáo 2 chiều thứ hai 812 có các điểm chiếu khác không tối thiểu được liên kết với mỗi tông.

Fig.8b là hình vẽ thể hiện chòm điểm phức 8 điểm (T6QAM) 830. Chòm điểm thứ nhất 835 là hình chiếu của chòm điểm phức 8 điểm 830 theo chiều thứ nhất, và chòm điểm thứ hai 840 là hình chiếu của chòm điểm phức 8 điểm 830 theo chiều thứ hai. Fig.8c là hình vẽ thể hiện chòm điểm phức 4

điểm (T4QAM) 860. Chòm điểm thứ nhất 865, chòm điểm thứ hai 867, chòm điểm thứ ba 870, và chòm điểm thứ tư 872 là các hình chiếu của chòm điểm phức 4 điểm 860 theo các chiều khác nhau.

Fig.9a là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các thao tác 900 được thực hiện trong thiết bị truyền khi thiết bị truyền này truyền thông tin đến thiết bị nhận. Các thao tác 900 có thể cho biết các hoạt động xảy ra trong thiết bị truyền, chẳng hạn eNB truyền dữ liệu đường xuống đến UE, hoặc UE truyền dữ liệu đường đến eNB, khi thiết bị truyền này truyền thông tin đến thiết bị nhận.

Các thao tác 900 có thể bắt đầu với việc thiết bị truyền xác định các bảng mã (bước 905). Theo một phương án ví dụ, thiết bị truyền có thể truy hồi các bảng mã này từ thiết bị lưu trữ, trong đó các bảng mã này được thiết kế bởi thiết bị thiết kế và được lưu vào thiết bị lưu trữ này. Theo một ví dụ minh họa, thiết bị truyền có thể truy hồi các bảng mã này trong quá trình bật nguồn ban đầu, trong quá trình khởi động lại, trong quá trình khởi tạo, v.v.. Theo ví dụ minh họa khác, thiết bị truyền có thể được tạo cấu hình để truy hồi các bảng mã này một cách định kì, tại các thời điểm xác định, khi nhận được lệnh, v.v.. Theo phương án ví dụ khác, thiết bị truyền này có thể thiết kế các bảng mã này và lưu chúng vào bộ lưu trữ và/hoặc bộ nhớ cục bộ để dùng về sau.

Fig.9b là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các thao tác 930 được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị này thiết kế (các) bảng mã. Các thao tác 930 này có thể cho biết các hoạt động xảy ra trong một thiết bị, chẳng hạn thiết bị truyền, ví dụ, eNB truyền dữ liệu đường xuống đến UE, hoặc UE truyền dữ liệu đường lên đến eNB, hoặc thiết bị thiết kế khi tạo ra các bảng mã, khi thiết bị này thiết kế bảng mã.

Các thao tác 930 này có thể bắt đầu với việc thiết bị này truy hồi chòm điểm và phép quay nguyên khối (bước 935). Phép quay nguyên khối này có thể được chọn để tối ưu hoá hàm khoảng cách của các điểm trong chòm điểm đa chiều mẹ. Thiết bị này có thể thực hiện phép quay nguyên khối đối với

chòm điểm này trong khi vẫn giữ được khoảng cách Oclit nhỏ nhất (bước 937). Thiết bị này có thể nhân chòm điểm này với phép quay nguyên khối này. Chòm điểm đã được quay có thể được dùng để tạo ra chòm điểm mẹ phức đa chiều (bước 939). Các thao tác chiếu và/hoặc các loạt thao tác có thể được thực hiện đối với chòm điểm mẹ phức đa chiều này để thu được (các) bảng mã (bước 941). Ngoài ra, các thao tác tuyến tính và/hoặc phi tuyến có thể được thực hiện đối với chòm điểm đã được quay để thu được các bảng mã bổ sung. Thiết bị này có thể lưu (các) bảng mã này (bước 943). (Các) bảng mã này có thể được lưu vào bộ nhớ, bộ lưu trữ cục bộ (đĩa cứng, thiết bị nhớ thể rắn, v.v.), bộ lưu trữ ở xa (đĩa cứng ở xa, ổ đĩa mạng, cơ sở dữ liệu, v.v.), v.v..

Fig.9c là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các thao tác 960 được thực hiện trong một thiết bị khi thiết bị này thiết kế (các) bảng mã nhờ sử dụng phương pháp xáo trộn. Các thao tác 960 này có thể cho biết các hoạt động xảy ra trong một thiết bị, chẳng hạn thiết bị truyền, ví dụ, eNB truyền dữ liệu đường xuống đến UE, hoặc UE truyền dữ liệu đường lên đến eNB, hoặc thiết bị thiết kế khi tạo ra các bảng mã, khi thiết bị này thiết kế bảng mã nhờ sử dụng phương pháp xáo trộn.

Các thao tác 960 này có thể bắt đầu với việc thiết bị này truy hồi chòm điểm và (các) phép quay nguyên khối (bước 965). Thiết bị này có thể tách chòm điểm này thành các phần thực và ảo (bước 967). Lưu ý rằng mặc dù phần mô tả này tập trung vào các trục thực và ảo, nhưng các trục khác cũng có thể được sử dụng, miễn là chúng trục giao. Thiết bị này có thể thực hiện (các) phép quay nguyên khối đối với các phần thực và ảo này của chòm điểm này trong khi vẫn giữ được khoảng cách Oclit nhỏ nhất (bước 969). Các phép quay nguyên khối khác nhau có thể được thực hiện đối với các phần thực và ảo này của chòm điểm này, hoặc cùng một phép quay nguyên khối có thể được thực hiện. Các phần thực và ảo đã được quay của chòm điểm này có thể được làm xáo trộn (bước 971). Các phần thực và ảo đã được làm xáo trộn và

đã được quay này có thể được dùng làm chòm điểm mẹ phức đa chiều (bước 973). Các thao tác chiều và/hoặc các loạt thao tác có thể được thực hiện đối với chòm điểm mẹ phức đa chiều này để thu được (các) bảng mã (bước 975). Ngoài ra, các thao tác tuyến tính và/hoặc phi tuyến có thể được thực hiện trước và/hoặc sau khi xáo trộn các phần thực và ảo đã được quay của chòm điểm này để thu được nhiều bảng mã hơn. Thiết bị này có thể lưu (các) bảng mã này (bước 977). (Các) bảng mã này có thể được lưu vào bộ nhớ, thiết bị lưu trữ, chẳng hạn bộ lưu trữ cục bộ (đĩa cứng, thiết bị nhớ thể rắn, v.v.) hoặc bộ lưu trữ ở xa (đĩa cứng ở xa, ổ đĩa mạng, cơ sở dữ liệu, v.v.), v.v..

Quay trở lại Fig.9a, thiết bị truyền có thể nhận dữ liệu thứ nhất và dữ liệu thứ hai (bước 907). Dữ liệu thứ nhất và dữ liệu thứ hai này có thể được nhận tại thiết bị truyền dưới dạng luồng dữ liệu thứ nhất và luồng dữ liệu thứ hai. Thiết bị truyền có thể mã hoá dữ liệu thứ nhất nhờ sử dụng bảng mã thứ nhất trong số các bảng mã để tạo ra từ mã thứ nhất (bước 909). Theo một ví dụ, dữ liệu thứ nhất có thể có giá trị thứ nhất và thiết bị truyền có thể xác định từ mã nào trong bảng mã thứ nhất tương ứng với giá trị thứ nhất này và dùng từ mã này làm từ mã thứ nhất. Thiết bị truyền này có thể mã hoá dữ liệu thứ hai làm từ mã thứ hai nhờ sử dụng bảng mã thứ hai trong số các bảng mã để tạo ra từ mã thứ hai (bước 911). Theo một ví dụ, dữ liệu thứ hai có thể có giá trị thứ hai và thiết bị truyền có thể xác định từ mã nào trong bảng mã thứ hai tương ứng với giá trị thứ hai này và dùng từ mã này làm từ mã thứ hai. Lưu ý rằng bảng mã thứ nhất và bảng mã thứ hai được gán cụ thể lần lượt cho luồng dữ liệu thứ nhất và luồng dữ liệu thứ hai. Cũng cần lưu ý rằng mặc dù phân mô tả này tập trung vào luồng dữ liệu thứ nhất và luồng dữ liệu thứ hai, nhưng có thể có nhiều luồng dữ liệu, và các phương án ví dụ được thể hiện ở đây là có thể áp dụng được cho số lượng luồng dữ liệu bất kỳ lớn hơn hai.

Thiết bị truyền này có thể kết hợp từ mã thứ nhất và từ mã thứ hai để tạo ra từ mã đầu ra (bước 913). Như đã mô tả trên đây, từ mã thứ nhất và từ mã thứ hai này có thể được cộng với nhau để tạo thành từ mã đầu ra. Thiết bị

truyền có thể truyền đi từ mã đầu ra này (bước 915). Từ mã đầu ra này có thể được truyền qua các tài nguyên dùng chung của hệ thống truyền thông.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của các hoạt động 1000 xảy ra trong một thiết bị khi thiết bị này nhận thông tin từ thiết bị truyền. Các hoạt động 1000 này có thể cho biết các hoạt động xảy ra trong thiết bị nhận, chẳng hạn eNB nhận dữ liệu truyền lên từ UE, hoặc UE nhận dữ liệu truyền xuống từ eNB, khi thiết bị nhận này nhận thông tin từ thiết bị truyền.

Các hoạt động 1000 này có thể bắt đầu với việc thiết bị nhận xác định các bảng mã (bước 1005). Theo một phương án ví dụ, thiết bị nhận có thể truy hồi các bảng mã này từ thiết bị lưu trữ, trong đó các bảng mã này được thiết kế bởi thiết bị thiết kế và được lưu vào thiết bị lưu trữ này. Theo một ví dụ minh họa, thiết bị nhận có thể truy hồi các bảng mã này trong quá trình bật nguồn ban đầu, trong quá trình khởi động lại, trong quá trình khởi tạo, v.v.. Theo ví dụ minh họa khác, thiết bị nhận có thể được tạo cấu hình để truy hồi các bảng mã này một cách định kì, tại các thời điểm xác định, khi nhận được lệnh, v.v.. Theo phương án ví dụ khác, thiết bị nhận có thể thiết kế các bảng mã này và lưu chúng vào bộ lưu trữ và/hoặc bộ nhớ cục bộ để dùng về sau.

Thiết bị nhận có thể nhận tín hiệu với từ mã đầu ra (bước 1007). Tín hiệu này có thể được nhận qua các tài nguyên dùng chung của hệ thống truyền thông. Thiết bị nhận có thể nhận dạng từ mã thứ nhất từ từ mã đầu ra này (bước 1009). Từ mã thứ nhất này có thể được liên kết với bảng mã thứ nhất vốn được gán cho lớp thứ nhất, và có thể được nhận dạng theo thuật toán giải mã, chẳng hạn MPA. Thiết bị nhận có thể giải mã từ mã thứ nhất này nhờ sử dụng bảng mã thứ nhất, để xác định dữ liệu thứ nhất (bước 1011). Thiết bị nhận có thể nhận dạng từ mã thứ hai từ từ mã đầu ra này (bước 1013). Từ mã thứ hai này có thể được liên kết với bảng mã thứ hai vốn được gán cho lớp thứ hai, và có thể được nhận dạng theo thuật toán giải mã này. Thiết bị nhận có thể giải mã từ mã thứ hai này nhờ sử dụng bảng mã thứ hai, để xác định dữ liệu thứ hai (bước 1015). Cũng cần lưu ý rằng mặc dù phần

mô tả này tập trung vào lớp thứ nhất và lớp thứ hai, nhưng có thể có nhiều lớp, và các phương án ví dụ được thể hiện ở đây là có thể áp dụng được cho số lượng lớp bất kì lớn hơn hai. Thiết bị nhận có thể lần lượt tái tạo luồng dữ liệu thứ nhất từ dữ liệu thứ nhất, và tái tạo luồng dữ liệu thứ hai từ dữ liệu thứ hai (bước 1017).

Fig.11a là hình vẽ thể hiện thiết bị thứ nhất 1100. Thiết bị 1100 có thể là một phương án thực hiện của bộ điều khiển truyền thông, chẳng hạn trạm gốc, điểm truy cập, NodeB, eNB, trạm đầu cuối gốc, v.v., hoặc thiết bị người dùng, chẳng hạn trạm di động, người dùng, thuê bao, thiết bị đầu cuối, v.v., hoặc thiết bị thiết kế được tạo cấu hình để tạo ra các bảng mã. Thiết bị 1100 có thể được dùng để thực hiện các phương án khác nhau trong số các phương án được mô tả ở đây. Như được thể hiện trên Fig.11a, bộ phát 1105 được tạo cấu hình để truyền đi các gói, v.v.. Thiết bị 1100 này còn bao gồm bộ thu 1110 được tạo cấu hình để nhận các gói, v.v..

Khối xác định bảng mã 1120 được tạo cấu hình để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ từ một chòm điểm bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm này. Khối xác định bảng mã 1120 được tạo cấu hình để tạo ra bảng mã từ chòm điểm đa chiều mẹ này bằng cách thực hiện một loạt thao tác, chẳng hạn các thao tác ánh xạ, các thao tác hoán vị chiều, các thao tác quay pha, các thao tác liên hợp, và tổ hợp các thao tác này. Khối xác định bảng mã 1120 được tạo cấu hình để chiếu chòm điểm đã được quay, cũng như làm xáo trộn các trục. Khối xác định bảng mã 1120 được tạo cấu hình để thực hiện các thao tác tuyến tính và/hoặc phi tuyến đối với các chòm điểm và/hoặc các điểm chiếu này. Khối xác định bảng mã 1120 được tạo cấu hình để truy hồi bảng mã từ thiết bị lưu trữ. Khối mã hoá dữ liệu 1122 được tạo cấu hình để mã hoá dữ liệu cho lớp hoặc người dùng nhờ sử dụng bảng mã được gán cho lớp hoặc người dùng đó. Khối mã hoá dữ liệu 1122 được tạo cấu hình để chọn từ mã từ bảng mã này theo giá trị của dữ liệu. Khối kết hợp 1124 được tạo cấu hình để kết hợp các từ mã với nhau để tạo ra từ mã đầu ra.

Khối điều khiển lưu trữ 1126 được tạo cấu hình để điều khiển việc lưu trữ và/hoặc truy hồi thông tin, chẳng hạn các bảng mã, từ thiết bị lưu trữ, chẳng hạn bộ nhớ, bộ lưu trữ cục bộ, bộ lưu trữ ở xa, v.v.. Bộ nhớ 1130 được tạo cấu hình để lưu trữ các chòm điểm, các chòm điểm đa chiều mẹ, các phép quay nguyên khối, dữ liệu, các bảng mã, các từ mã, các từ mã đầu ra, v.v..

Các phần tử của thiết bị 1100 có thể được thực hiện dưới dạng các khối logic phần cứng cụ thể. Theo cách khác, các phần tử của thiết bị 1100 có thể được thực hiện dưới dạng phần mềm chạy trên bộ xử lý, bộ điều khiển, mạch tích hợp chuyên dụng, v.v.. Theo phương án khác nữa, các phần tử của thiết bị 1100 có thể được thực hiện dưới dạng tổ hợp phần mềm và/hoặc phần cứng.

Theo một ví dụ, bộ thu 1110 và bộ phát 1105 có thể được thực hiện dưới dạng khối phần cứng cụ thể, còn khối xác định bảng mã 1120, khối mã hoá dữ liệu 1122, khối ghép kênh 1124, và khối điều khiển lưu trữ 1126 có thể là các môđun phần mềm chạy trên bộ vi xử lý (chẳng hạn bộ xử lý 1115) hoặc mạch tùy biến hoặc mảng logic được xây dựng tùy biến của mảng logic lập trình được bằng trường. Khối xác định bảng mã 1120, khối mã hoá dữ liệu 1122, khối ghép kênh 1124, và khối điều khiển lưu trữ 1126 có thể là các môđun được lưu trữ trong bộ nhớ 1130.

Fig.11b là hình vẽ thể hiện chi tiết một ví dụ về khối xác định bảng mã 1150 vốn được tạo cấu hình để tạo ra các bảng mã. Khối xác định bảng mã 1150 này bao gồm khối xử lý chòm điểm 1155, khối quay 1157, khối xử lý chiếu 1159, và khối xáo trộn 1161. Khối xử lý chòm điểm 1155 được tạo cấu hình để xử lý các chòm điểm, bao gồm việc nhân các chòm điểm với nhau, trích ra các phần, ví dụ, các phần thực và/hoặc ảo, của các chòm điểm, v.v.. Khối quay 1157 được tạo cấu hình để thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm. Phép quay nguyên khối này có thể tối ưu hoá hàm khoảng cách, chẳng hạn tối đa hoá khoảng cách Oclit nhỏ nhất. Khối xử lý chiếu 1159 được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động chiếu, ví dụ, theo các trục

nhất định, đối với chòm điểm. Khối xáo trộn 1161 được tạo cấu hình để làm xáo trộn các trục của chòm điểm.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện thiết bị thứ hai 1200. Thiết bị 1200 này có thể là một phương án thực hiện của thiết bị nhận, bao gồm bộ điều khiển truyền thông, chẳng hạn trạm gốc, điểm truy cập, NodeB, eNB, trạm đầu cuối gốc, v.v., hoặc thiết bị người dùng, chẳng hạn trạm di động, người dùng, thuê bao, thiết bị đầu cuối, v.v.. Thiết bị 1200 có thể được dùng để thực hiện các phương án khác nhau trong số các phương án được mô tả ở đây. Như được thể hiện trên Fig.12, bộ phát 1205 được tạo cấu hình để truyền đi các gói, v.v.. Thiết bị 1200 này còn bao gồm bộ thu 1210 được tạo cấu hình để nhận các gói, v.v..

Khối xác định bảng mã 1220 được tạo cấu hình để tạo ra chòm điểm đa chiều mẹ từ một chòm điểm bằng cách thực hiện phép quay nguyên khối đối với chòm điểm này. Khối xác định bảng mã 1120 được tạo cấu hình để tạo ra bảng mã từ chòm điểm đa chiều mẹ này bằng cách thực hiện một loạt thao tác, chẳng hạn các thao tác ánh xạ, các thao tác hoán vị chiều, các thao tác quay pha, các thao tác liên hợp, và tổ hợp các thao tác này. Khối xác định bảng mã 1220 được tạo cấu hình để chiếu chòm điểm đã được quay, cũng như làm xáo trộn các trục. Khối xác định bảng mã 1220 được tạo cấu hình để thực hiện các thao tác tuyến tính và/hoặc phi tuyến đối với các chòm điểm và/hoặc các điểm chiếu này. Khối xác định bảng mã 1220 được tạo cấu hình để truy hồi bảng mã từ thiết bị lưu trữ. Khối giải mã dữ liệu 1222 được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu cho lớp hoặc người dùng dựa vào từ mã đầu ra nhờ sử dụng bảng mã được gán cho lớp hoặc người dùng đó. Khối giải mã dữ liệu 1222 này được tạo cấu hình để nhận dạng từ mã cho lớp hoặc người dùng dựa vào từ mã đầu ra nhờ sử dụng thuật toán giải mã, chẳng hạn MPA, và so khớp từ mã này với dữ liệu giải mã được, nhờ sử dụng bảng mã này. Bộ nhớ 1230 được tạo cấu hình để lưu trữ các chòm điểm, các chòm điểm đa chiều

mẹ, các phép quay nguyên khối, dữ liệu, các bảng mã, các từ mã, các từ mã đầu ra, v.v..

Các phần tử của thiết bị 1200 có thể được thực hiện dưới dạng các khối logic phần cứng cụ thể. Theo cách khác, các phần tử của thiết bị 1200 có thể được thực hiện dưới dạng phần mềm chạy trên bộ xử lý, bộ điều khiển, mạch tích hợp chuyên dụng, v.v.. Theo phương án khác nữa, các phần tử của thiết bị 1200 có thể được thực hiện dưới dạng tổ hợp phần mềm và/hoặc phần cứng.

Theo một ví dụ, bộ thu 1210 và bộ phát 1205 có thể được thực hiện dưới dạng khối phần cứng cụ thể, còn khối xác định bảng mã 1220 và khối giải mã dữ liệu 1222 có thể là các môđun phần mềm chạy trên bộ vi xử lý (chẳng hạn bộ xử lý 1215) hoặc mạch tùy biến hoặc mảng logic được xây dựng tùy biến của mảng logic lập trình được bằng trường. Khối xác định bảng mã 1220 và khối giải mã dữ liệu 1222 có thể là các môđun được lưu giữ trong bộ nhớ 1230.

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

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông đa truy nhập, phương pháp này bao gồm các bước:

mã hóa, bởi thiết bị truyền, dữ liệu thứ nhất bằng cách sử dụng chòm điểm đa chiều mẹ để tạo từ mã được mã hóa, chòm điểm đa chiều mẹ được tạo từ các phép quay nguyên khối của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn và được tạo từ xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay; và truyền, bởi thiết bị truyền, từ mã được mã hóa.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước truy tìm bảng mã theo chòm điểm đa chiều mẹ từ thiết bị lưu trữ.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước mã hóa dữ liệu thứ nhất bao gồm bước:

lựa chọn từ mã được mã hóa từ các từ mã thứ nhất trong bảng mã theo giá trị thứ nhất của dữ liệu thứ nhất.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chòm điểm đa chiều mẹ là chòm điểm phức hợp N chiều, trong đó N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chòm điểm đa chiều mẹ có hàm khoảng cách tích tối ưu hóa bao gồm hàm của các khoảng cách của các điểm chiếu tương ứng với các điểm của chòm điểm đa chiều mẹ.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo tập hợp các điểm chòm điểm bằng cách sử dụng gán nhãn Gray.

7. Phương pháp theo điểm 1, ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn gồm chòm điểm QAM (Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc).

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay bao gồm tổ chức lại, nhóm lại, hoặc sắp lại thứ tự của các phần thực và ảo của các điểm chòm điểm trong ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay.

9. Phương pháp nhận dữ liệu, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: ²
nhận, bởi thiết bị nhận, từ mã; và

giải mã, bởi thiết bị nhận, từ mã để tạo dữ liệu thứ nhất bằng cách sử dụng chòm điểm đa chiều mẹ, chòm điểm đa chiều mẹ được tạo từ các phép quay nguyên khối của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn và được tạo từ sự xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó từ mã được nhận diện bằng cách sử dụng MPA (message passing algorithm – thuật toán truyền thông điệp).

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước giải mã từ mã bao gồm các bước:

tìm kiếm trong bảng mã chỉ mục được liên kết với mục nhập trong bảng mã tương ứng với từ mã; và

thiết lập dữ liệu thứ nhất bằng chỉ mục.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó chòm điểm đa chiều mẹ có hàm khoảng cách tích tối ưu hóa bao gồm hàm của các khoảng cách của các điểm chiều tương ứng với các điểm của chòm điểm đa chiều mẹ.

13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp còn bao gồm bước thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo tập hợp các điểm chòm điểm bằng cách sử dụng gán nhãn gray.

14. Phương pháp theo điểm 9, ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn gồm chòm điểm QAM.

15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó việc xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay bao gồm tổ chức lại, nhóm lại, hoặc sắp lại thứ tự các phần thực và ảo của các điểm chòm điểm trong ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay.

16. Thiết bị truyền dữ liệu bao gồm: 3

bộ xử lý được tạo cấu hình để mã hóa dữ liệu thứ nhất bằng cách sử dụng chòm điểm đa chiều mẹ để tạo từ mã được mã hóa, chòm điểm đa chiều mẹ được tạo từ các phép quay nguyên khối của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn và được tạo từ sự xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay, và

bộ truyền được ghép nối truyền thông với bộ xử lý, bộ truyền được tạo cấu hình để truyền từ mã được mã hóa.

17. Thiết bị truyền theo điểm 16, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để truy tìm bảng mã theo chòm điểm đa chiều mẹ từ thiết bị lưu trữ.

18. Thiết bị truyền theo điểm 17, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để lựa chọn từ mã được mã hóa từ các từ mã thứ nhất trong bảng mã theo giá trị thứ nhất của dữ liệu thứ nhất.

19. Thiết bị truyền theo điểm 16, trong đó chòm điểm đa chiều mẹ là chòm điểm phức hợp N chiều, trong đó N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2.

20. Thiết bị truyền theo điểm 16, trong đó chòm điểm đa chiều mẹ có hàm khoảng cách tích tối ưu hóa bao gồm hàm của các khoảng cách của các điểm chiều tương ứng với các điểm của chòm điểm đa chiều mẹ.

21. Thiết bị truyền theo điểm 16, còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo tập hợp các điểm chòm điểm bằng cách sử dụng gán nhãn Gray.

22. Thiết bị truyền theo điểm 16, trong đó the ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn gồm chòm điểm điều chế biên độ vuông góc (QAM).

23. Thiết bị truyền theo điểm 16, trong đó việc xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay bao gồm tổ chức lại, nhóm lại, hoặc sắp lại thứ tự của các phần thực và ảo của các điểm chòm điểm trong ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay.

24. Thiết bị nhận dữ liệu bao gồm: 4

bộ nhận, được tạo cấu hình để nhận từ mã; và

bộ xử lý được ghép nối truyền thông với bộ nhận, bộ nhận được tạo cấu hình để giải mã từ mã để tạo dữ liệu thứ nhất bằng cách sử dụng chòm điểm đa chiều mẹ, chòm điểm đa chiều mẹ được tạo từ các phép quay nguyên khối của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn và được tạo từ sự xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay.

25. Thiết bị nhận theo điểm 24, trong đó từ mã được nhận diện bằng cách sử dụng thuật toán truyền thông điệp (MPA).

26. Thiết bị nhận theo điểm 24, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tìm kiếm trong bảng mã chỉ mục được liên kết với mục nhập trong bảng mã tương ứng với từ mã; và

thiết lập dữ liệu thứ nhất bằng chỉ mục.

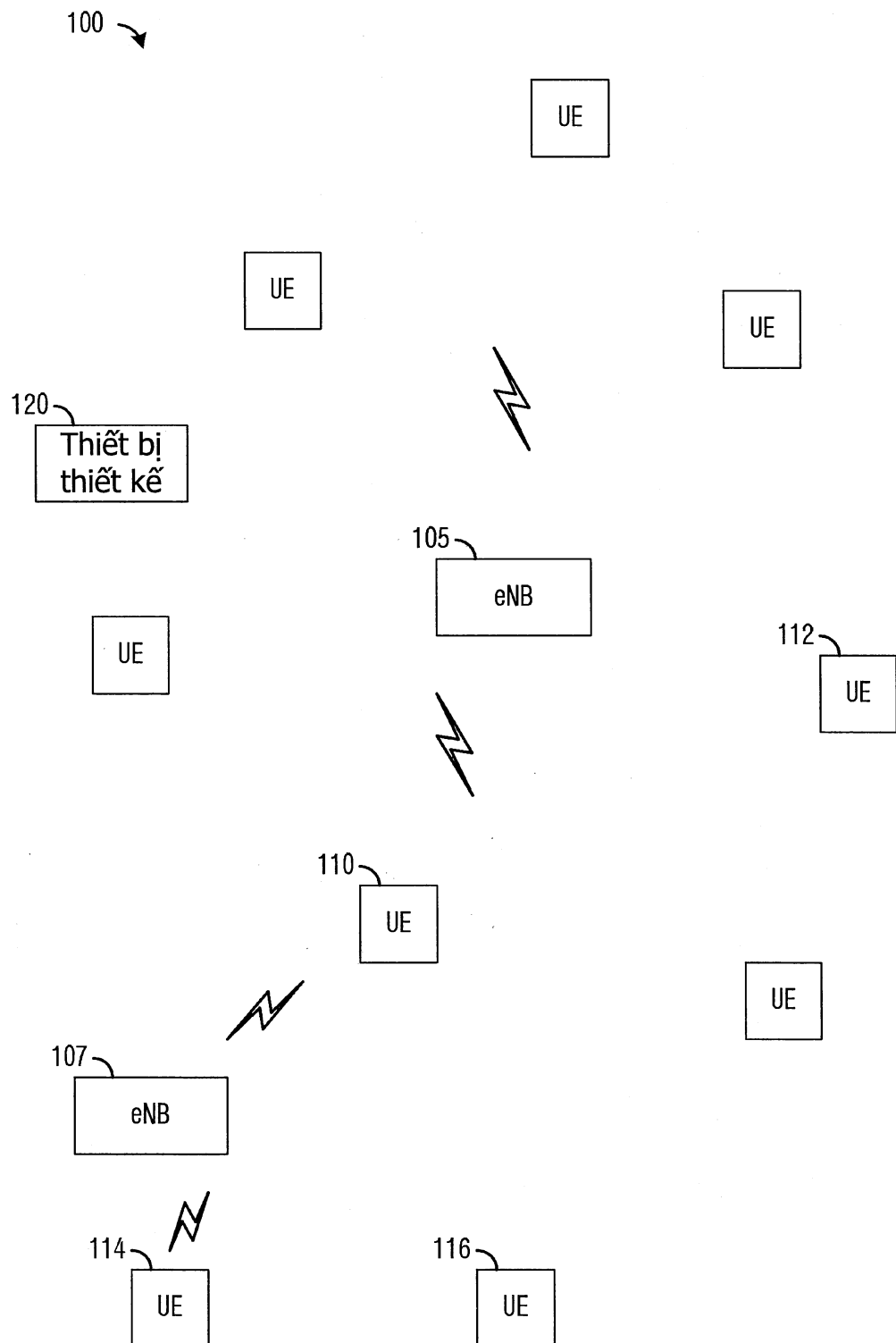
27. Thiết bị nhận theo điểm 24, trong đó chòm điểm đa chiều mẹ có hàm khoảng cách tích tối ưu hóa bao gồm hàm của các khoảng cách của các điểm chiếu tương ứng với các điểm của chòm điểm đa chiều mẹ.

28. Thiết bị nhận theo điểm 24, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện một loạt thao tác đối với chòm điểm đa chiều mẹ để tạo tập hợp các điểm chòm điểm bằng cách sử dụng gán nhãn Gray.

29. Thiết bị nhận theo điểm 24, trong đó ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn gồm chòm điểm điều chế biên độ vuông góc (QAM).

30. Thiết bị nhận theo điểm 24, trong đó bước xáo trộn các trục của ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay bao gồm tổ chức lại, nhóm lại, hoặc sắp lại thứ tự của các phần thực và ảo của các điểm chòm điểm trong ít nhất hai chòm điểm nhỏ hơn được quay.

1/21

**Fig. 1a**

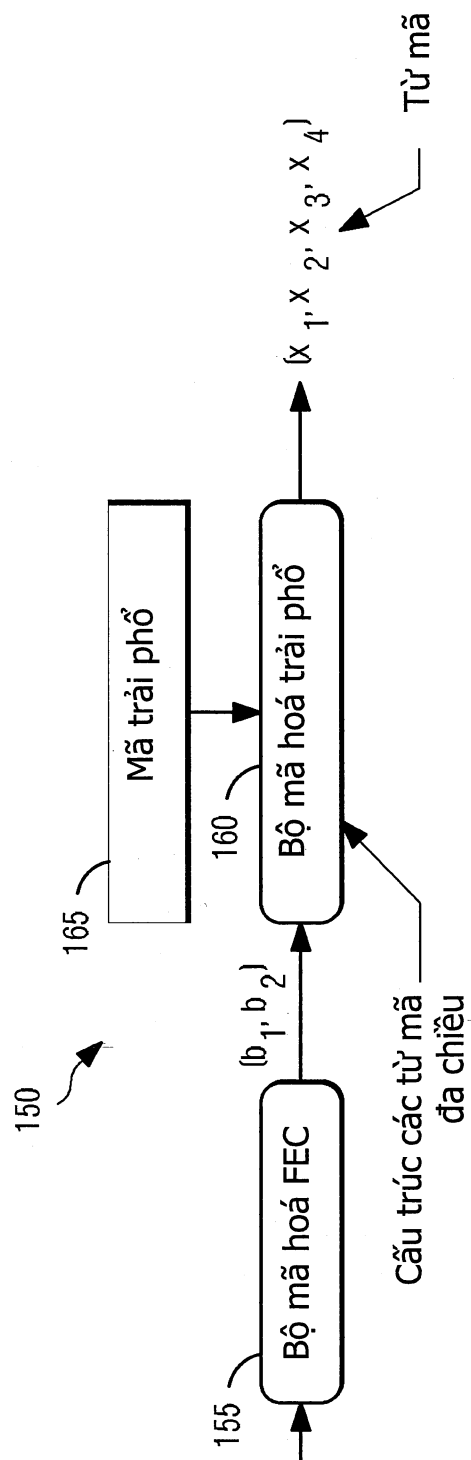


Fig. 1b

3/21

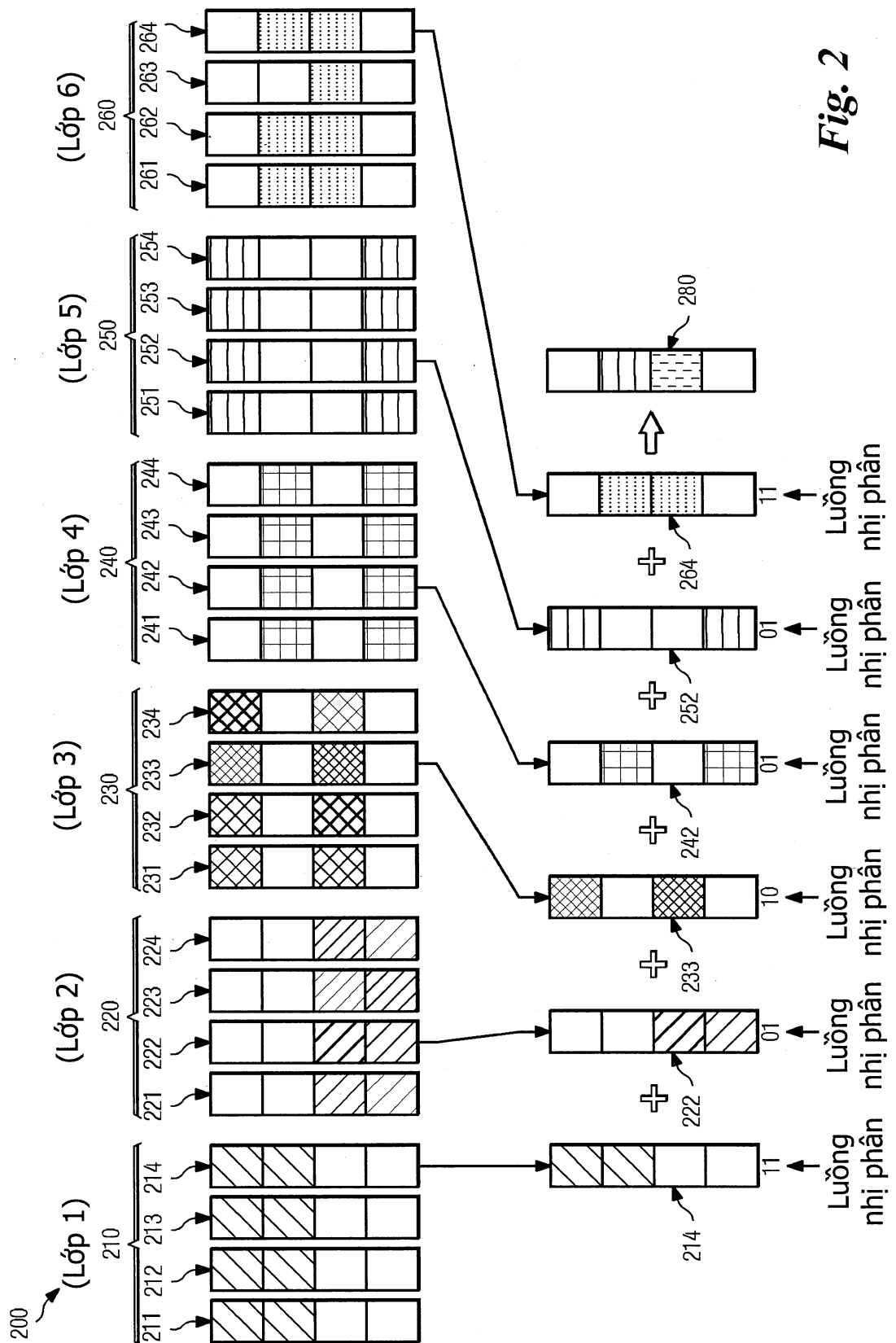
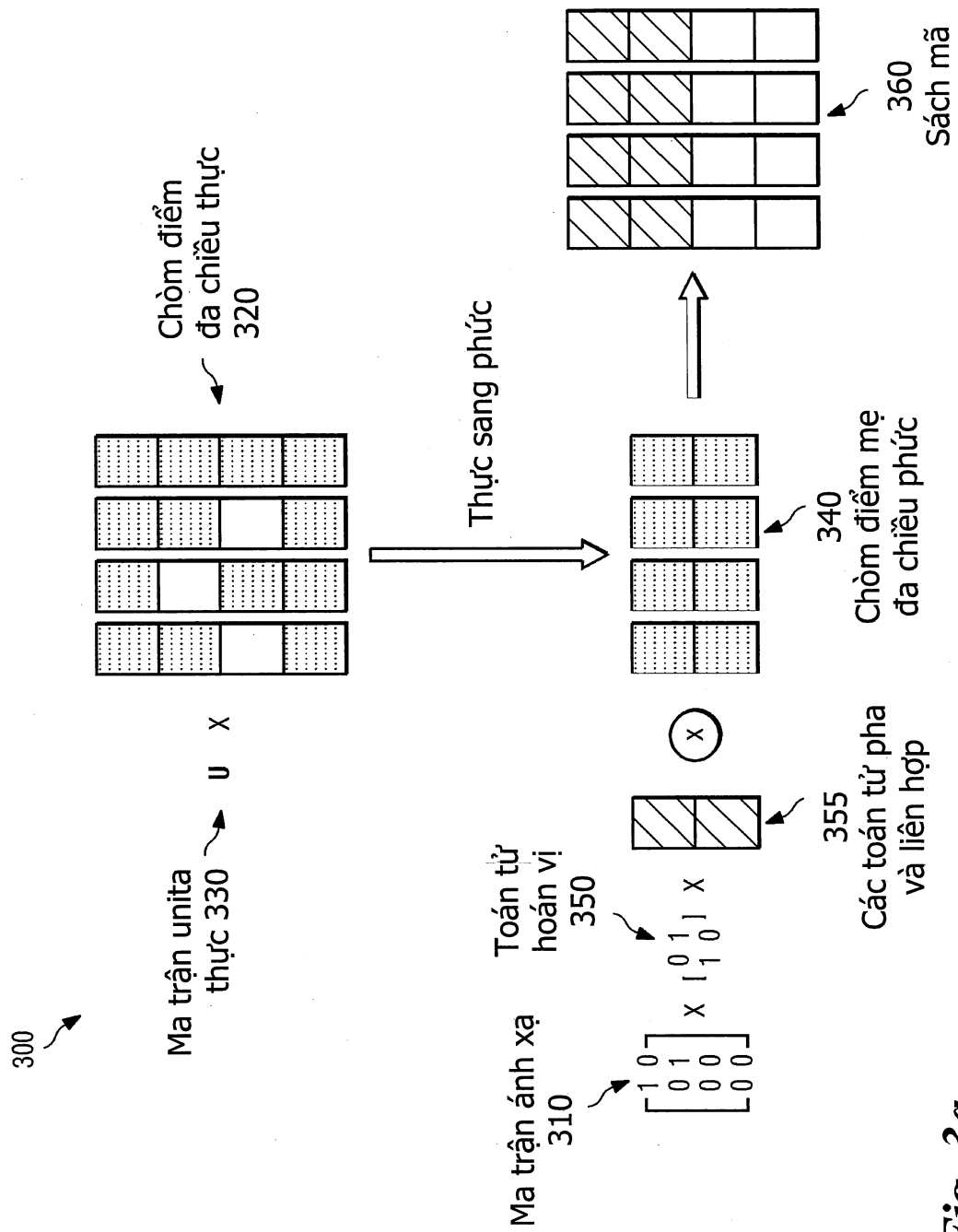


Fig. 2



5/21

370

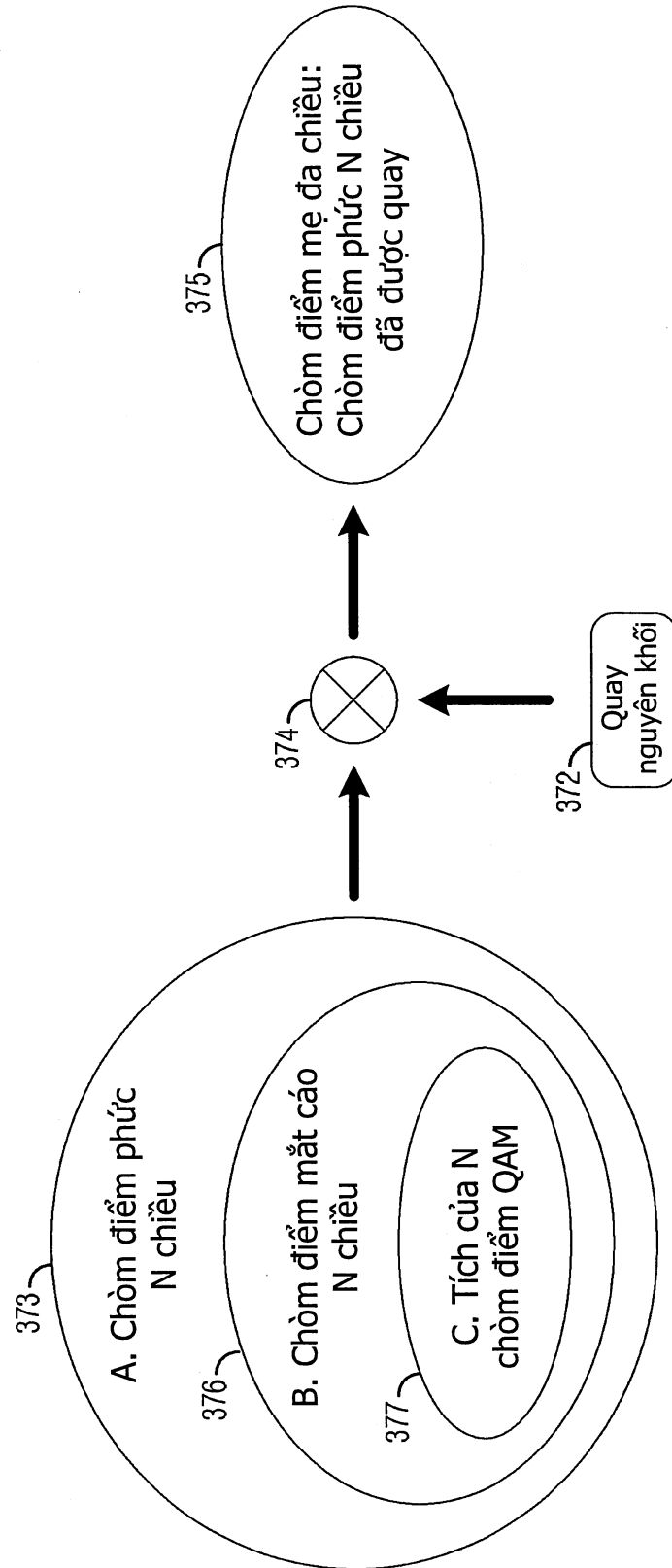
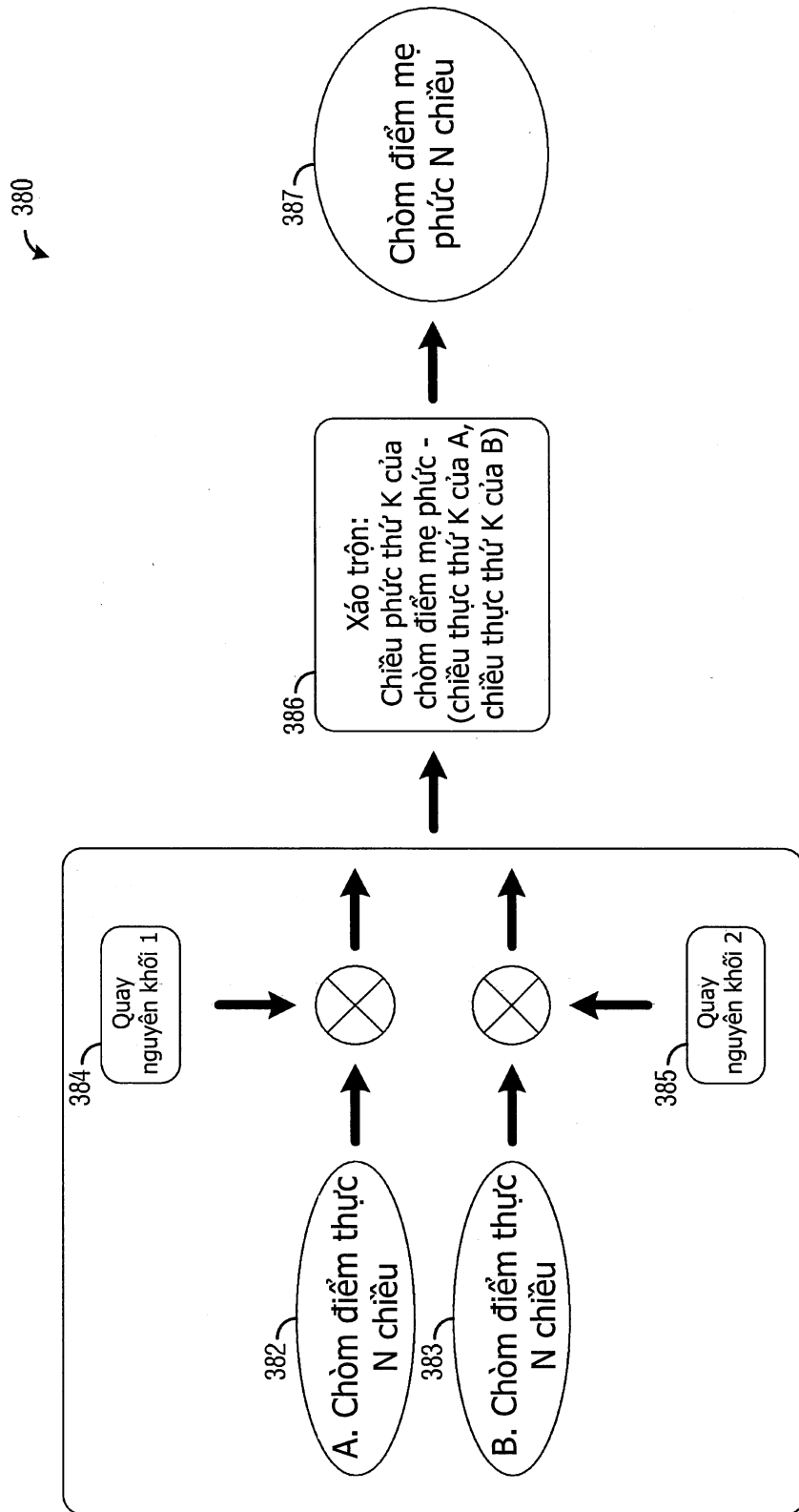


Fig. 3b

*Fig. 3c*

7/21

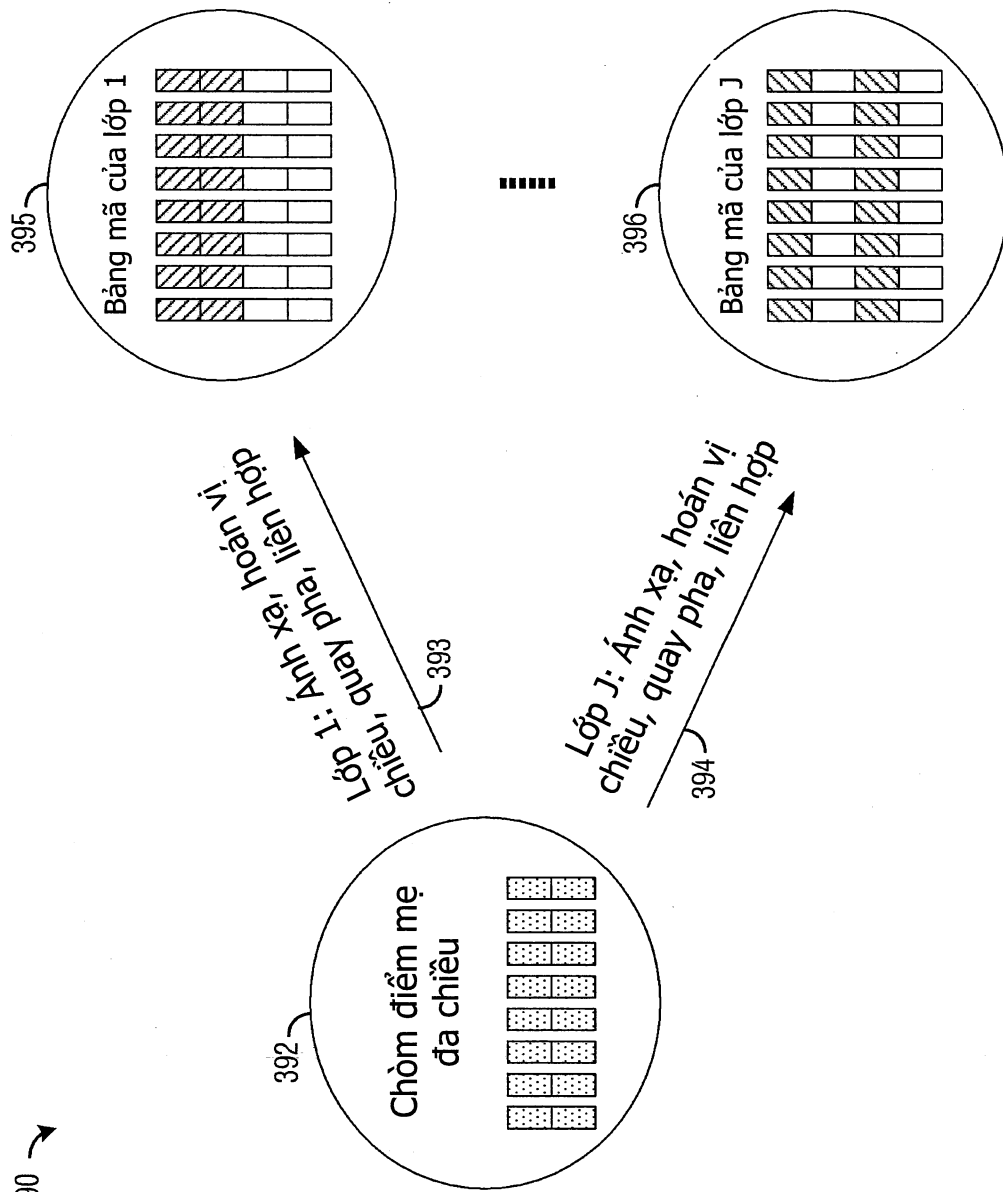
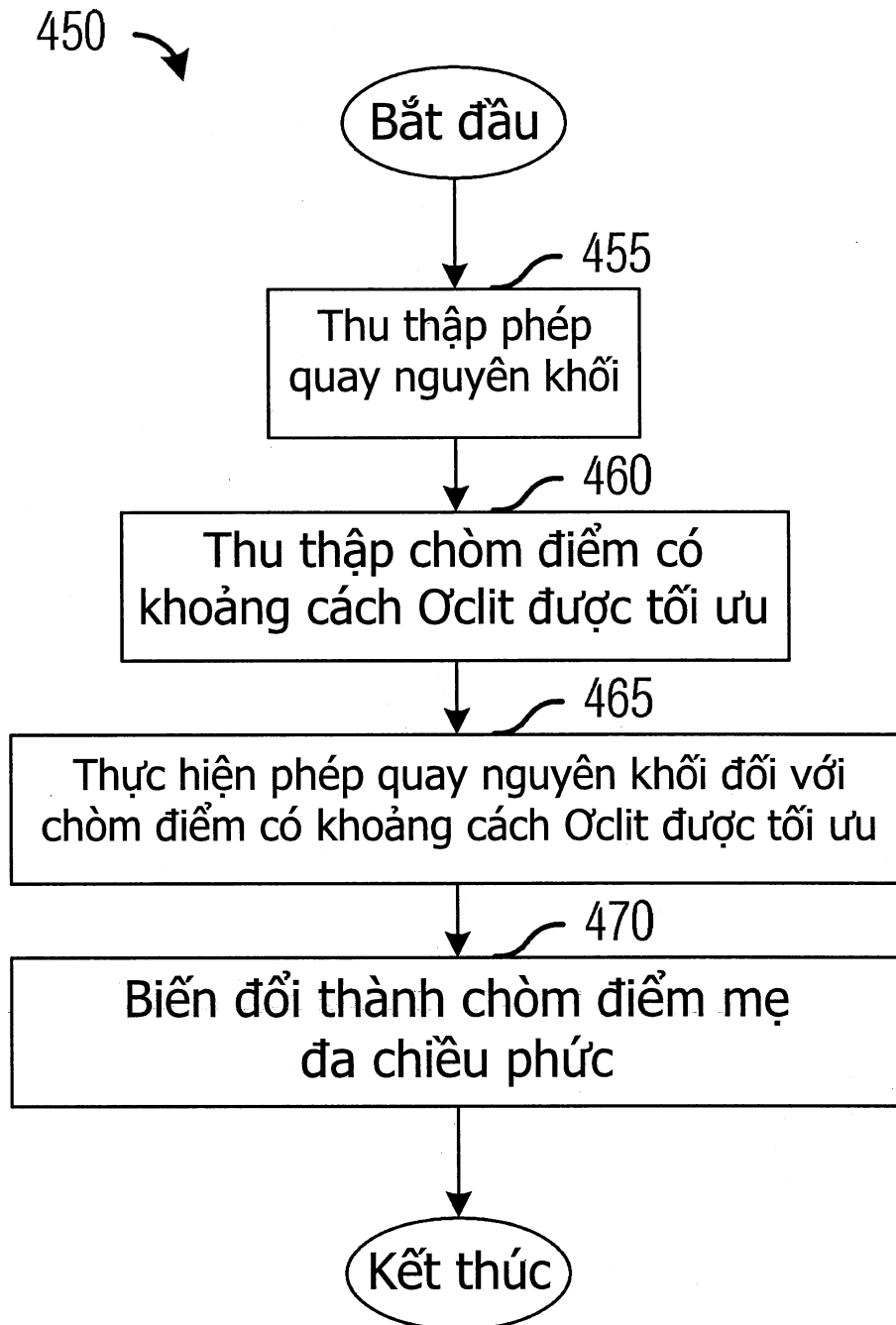


Fig. 3d

***Fig. 4***

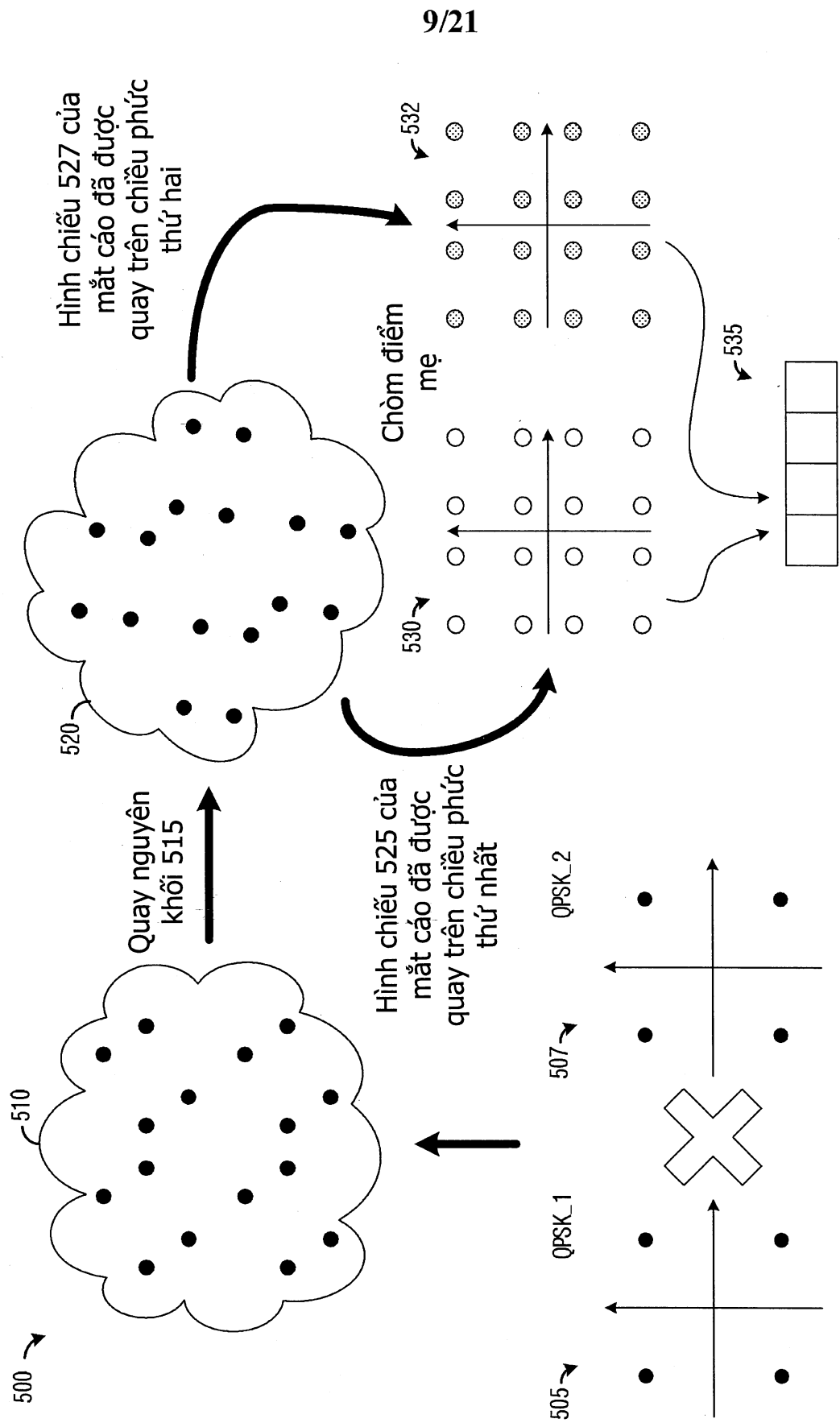
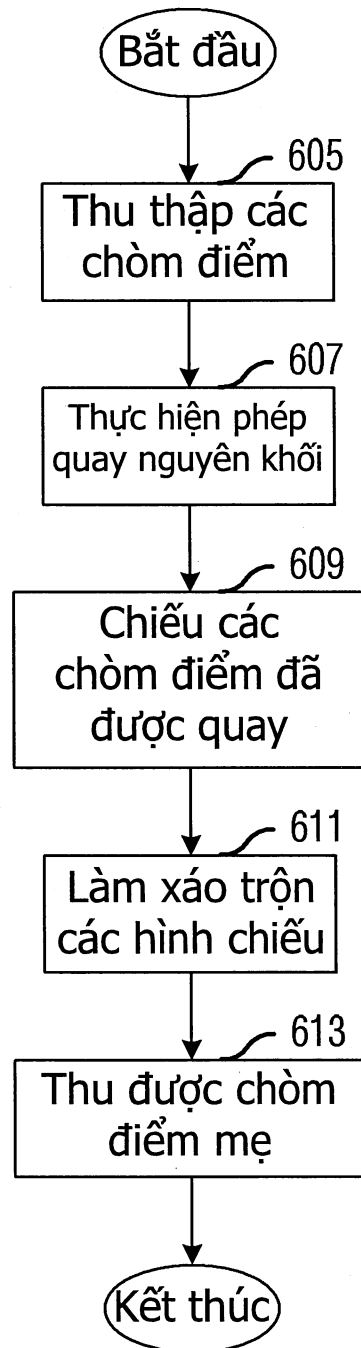


Fig. 5

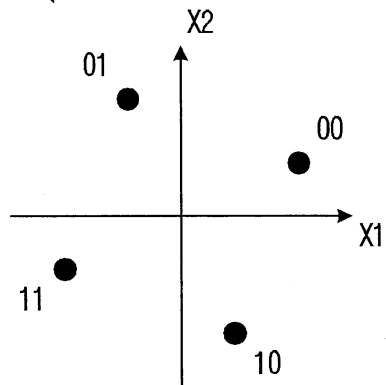
600 ↗

***Fig. 6a***

11/21

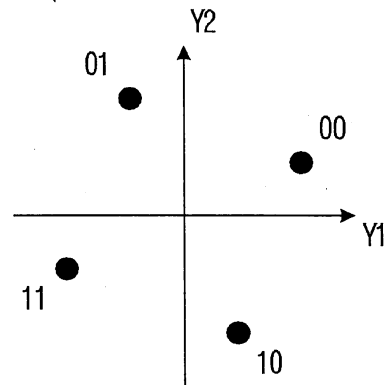
650 ↗

655 ↗



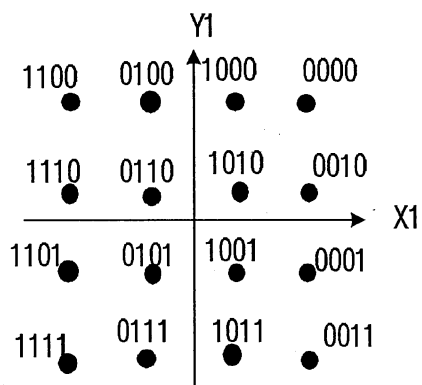
Quay QAM thứ nhất
để đối đa hoá
khoảng cách tích

657 ↗



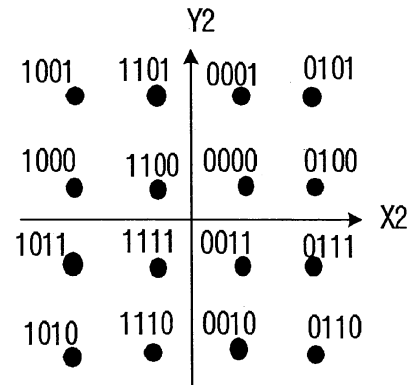
Quay QAM thứ hai
để đối đa hoá
khoảng cách tích

660 ↗



Hình chiếu của chòm
điểm 4 chiều trên tổng
thứ nhất

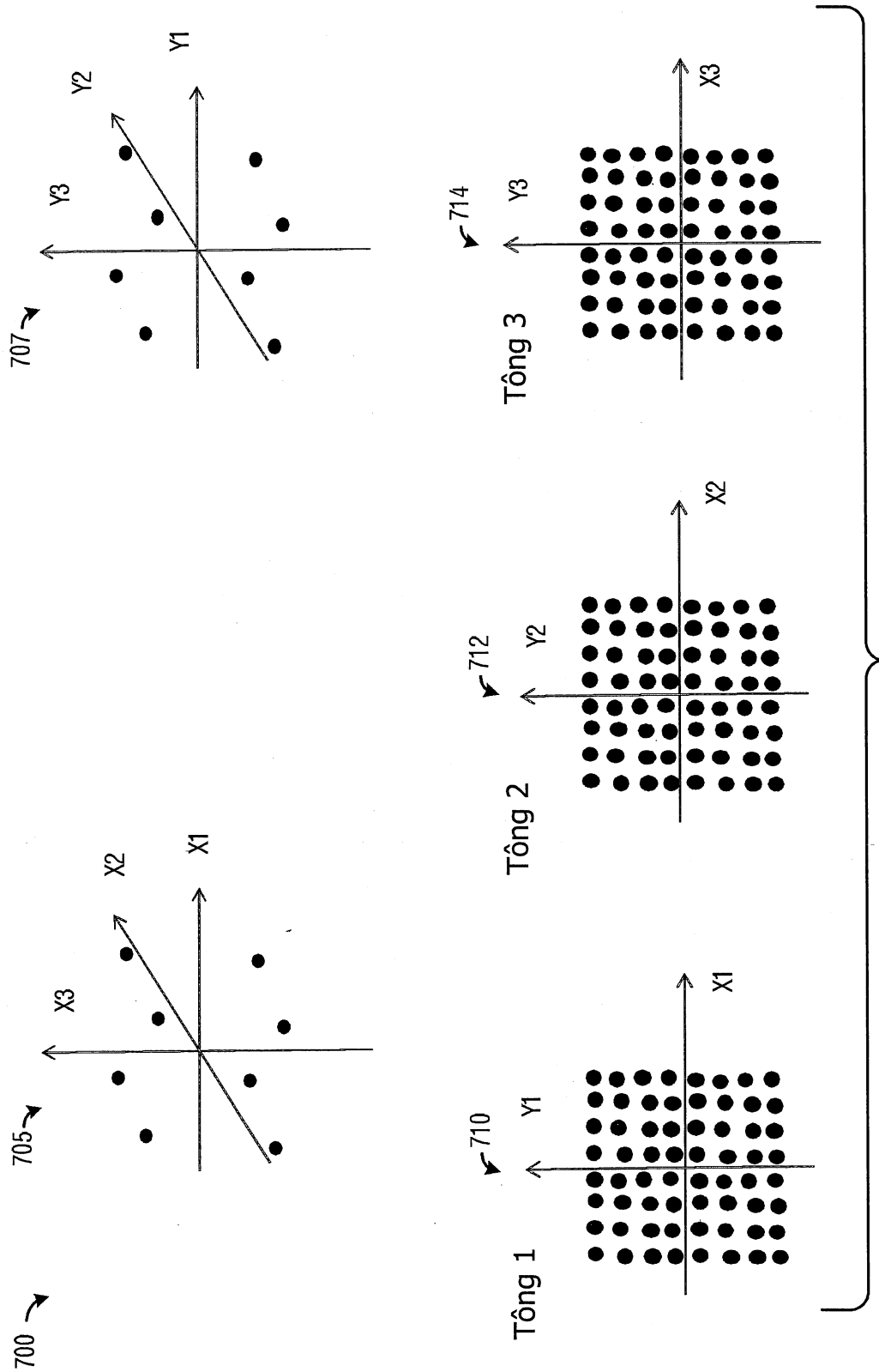
662 ↗



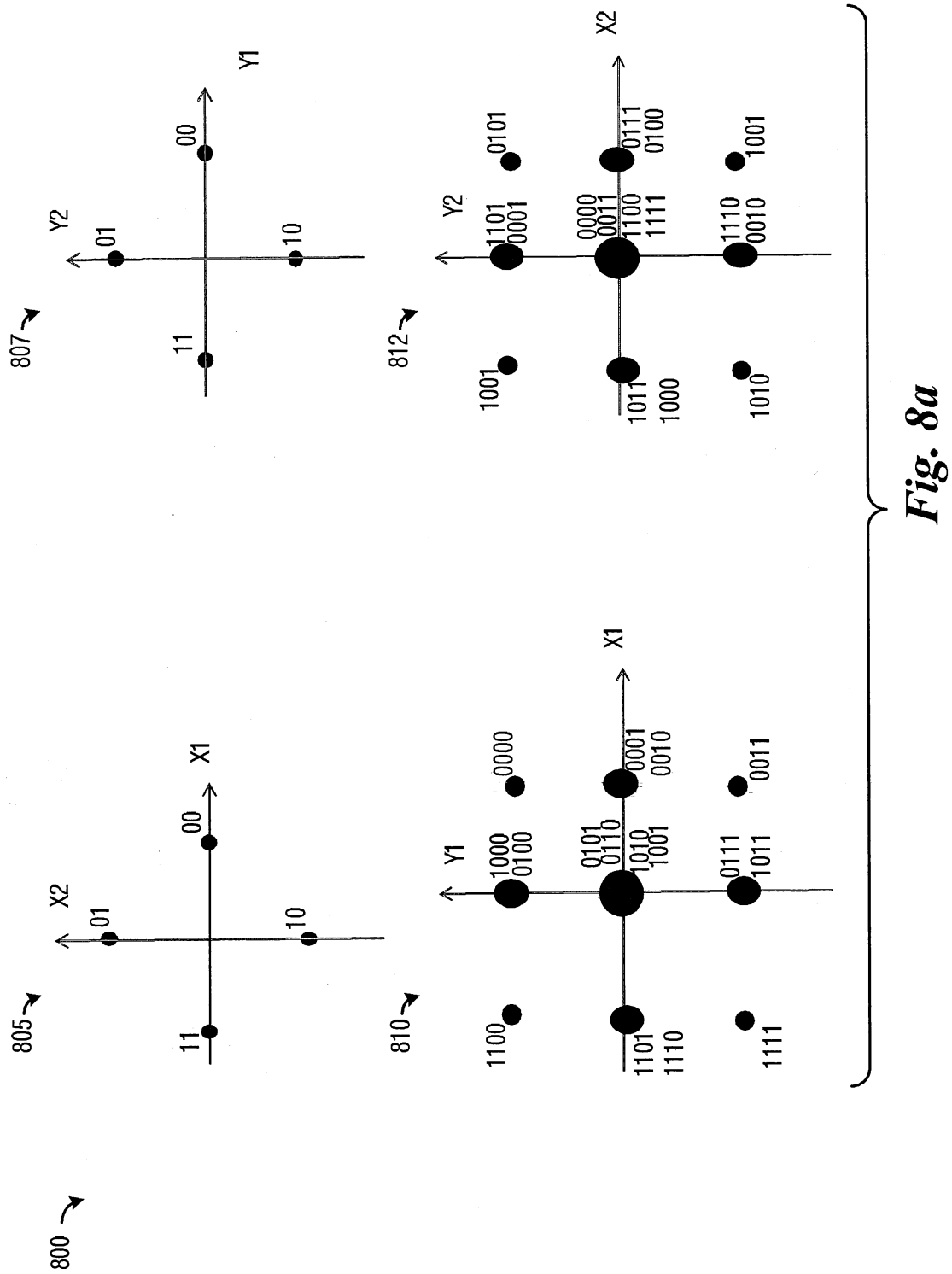
Hình chiếu của chòm
điểm 4 chiều trên tổng
thứ hai

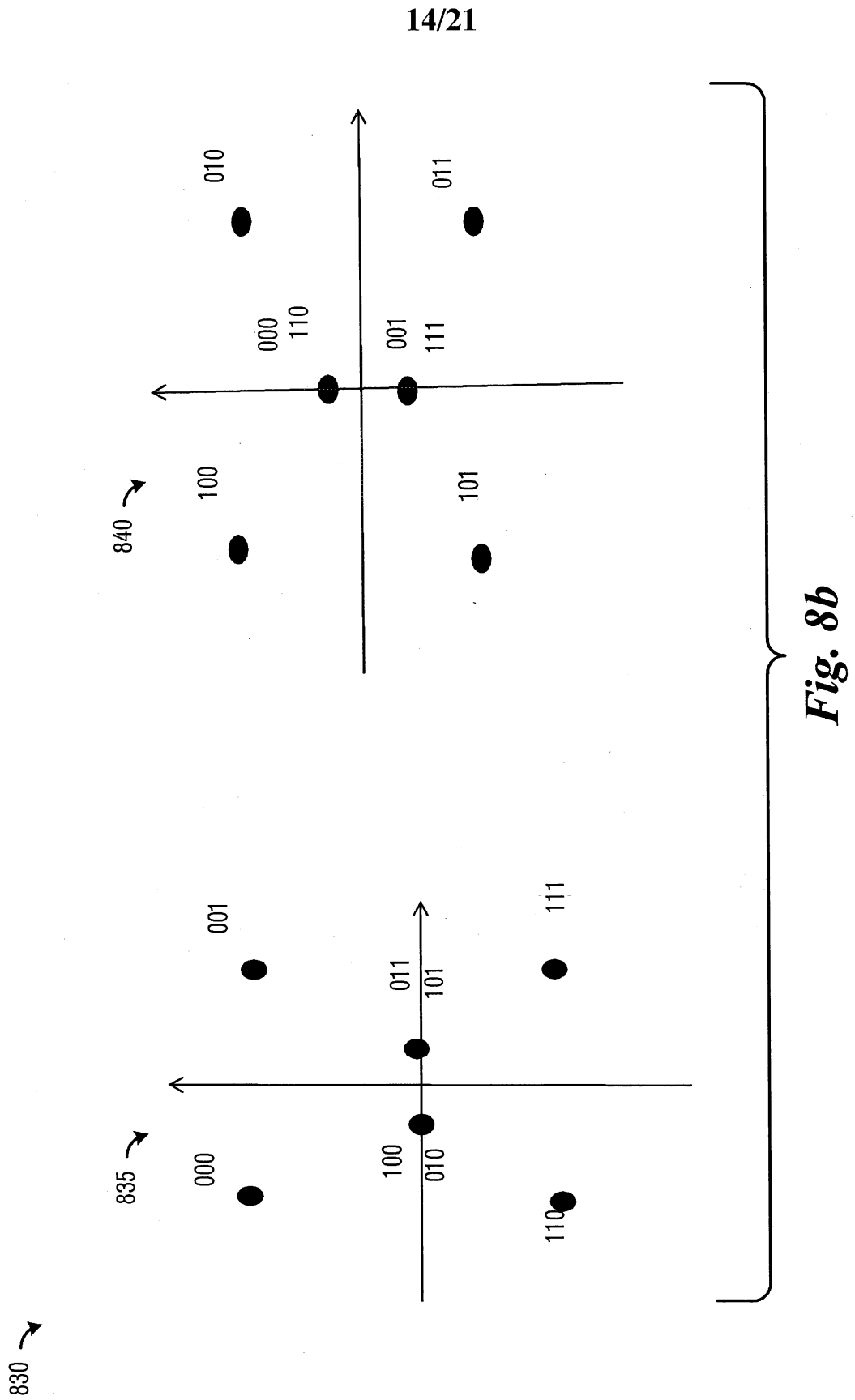
Fig. 6b

12/21

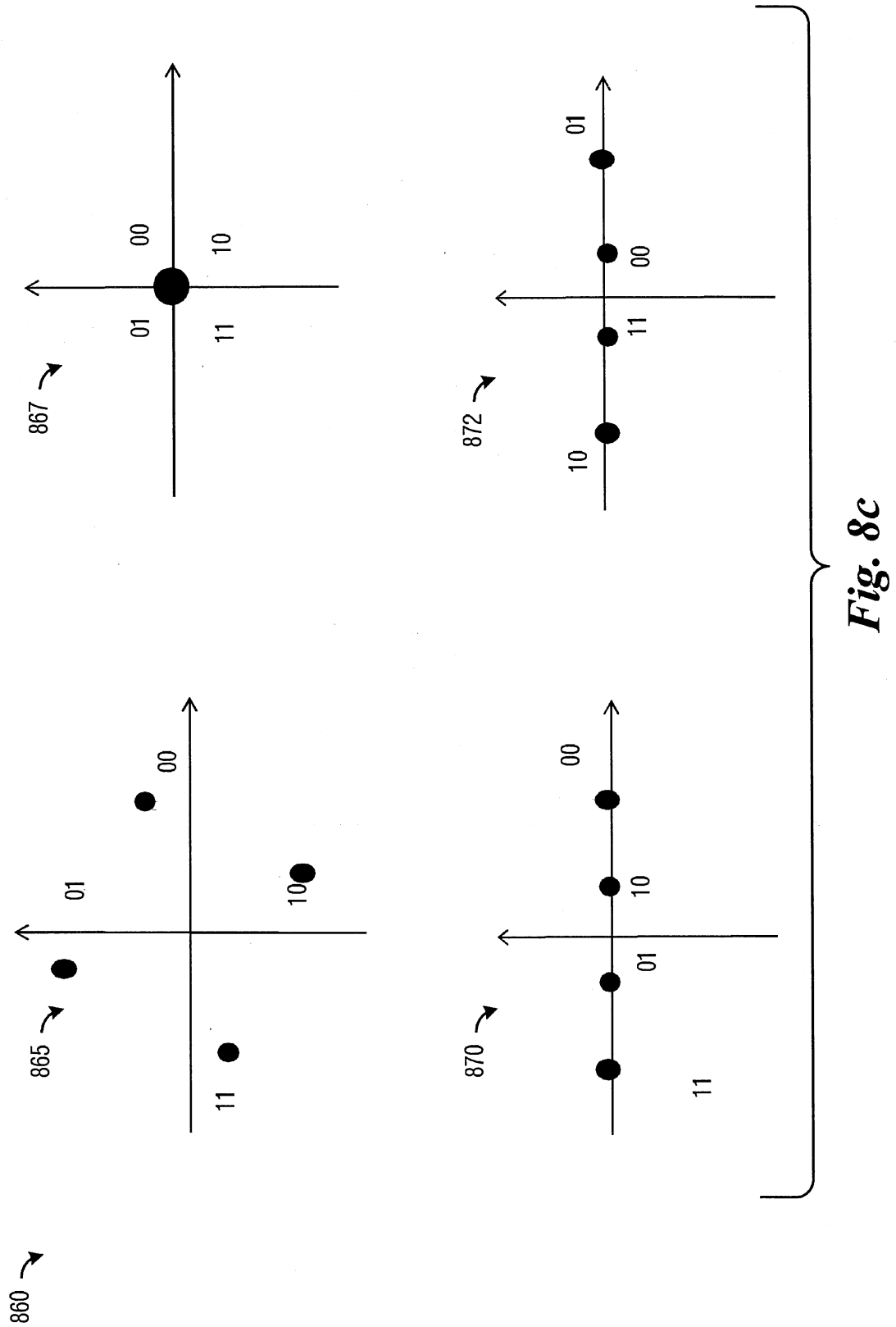


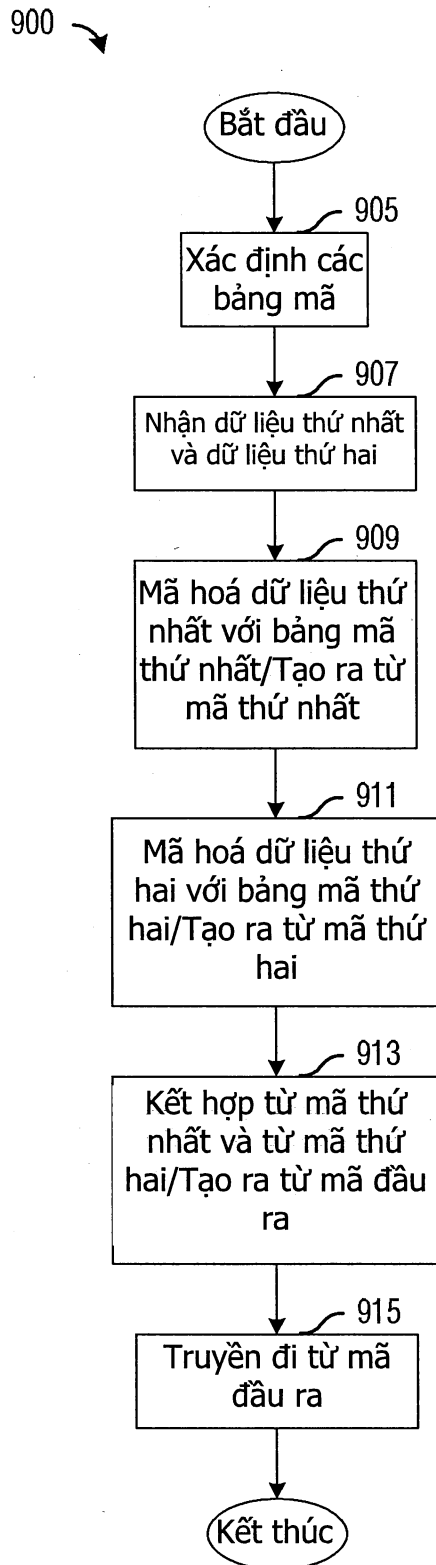
13/21

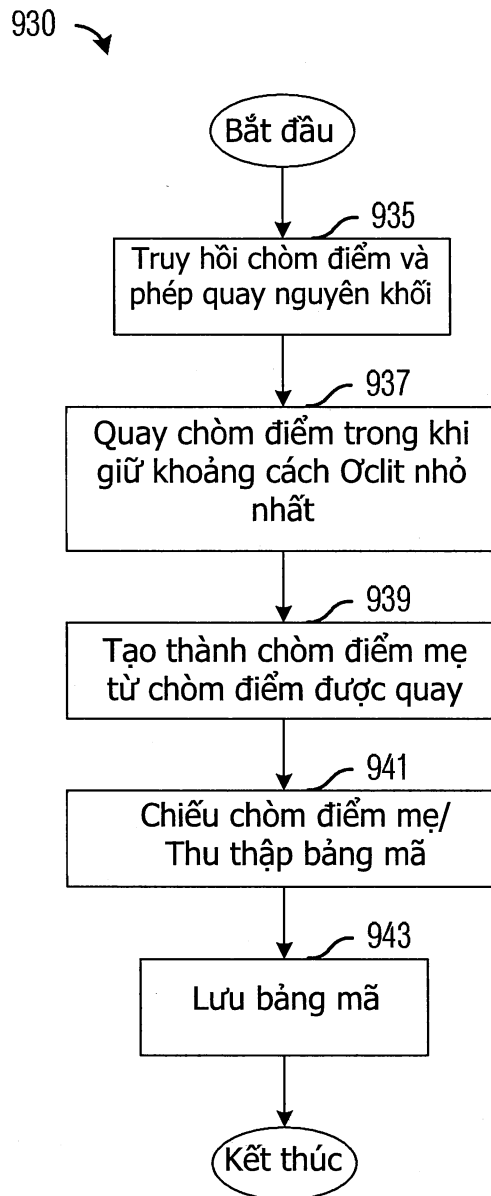




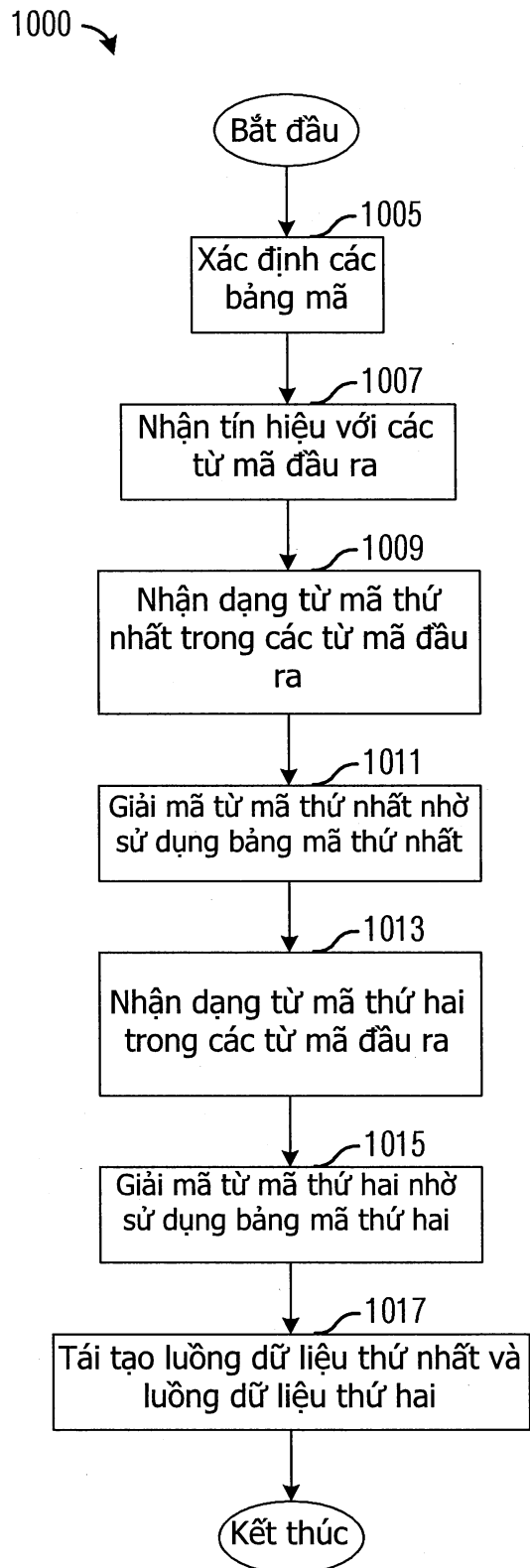
15/21

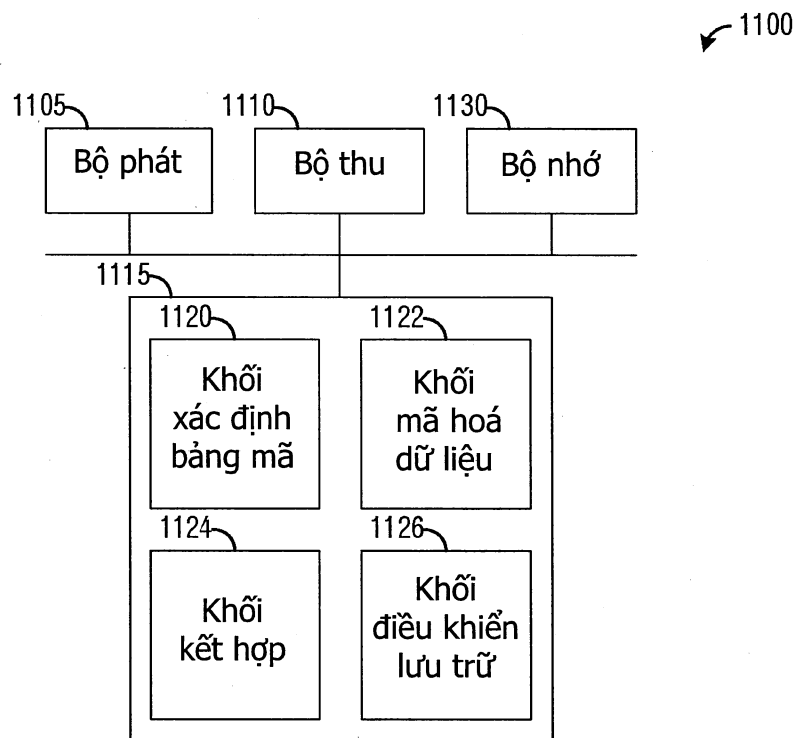


**Fig. 9a**

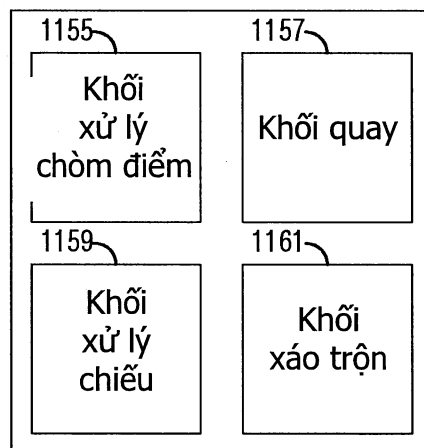
**Fig. 9b**

**Fig. 9c**

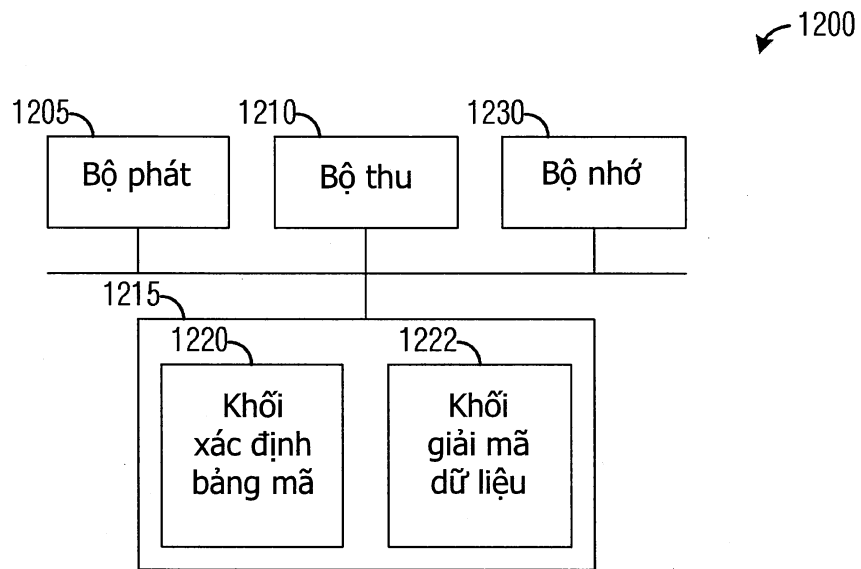
**Fig. 10**

*Fig. 11a*

1150

*Fig. 11b*

21/21

**Fig. 12**