



(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)



1-0040966

(51)⁷ H04B 7/185; H04B 7/204

(13) B

(21) 1-2018-00708

(22) 26/07/2016

(86) PCT/US2016/044081 26/07/2016

(87) WO 2017/023621 09/02/2017

(30) 62/199,800 31/07/2015 US

(45) 26/08/2024 437

(43) 26/04/2018 361A

(73) VIASAT, INC. (US)

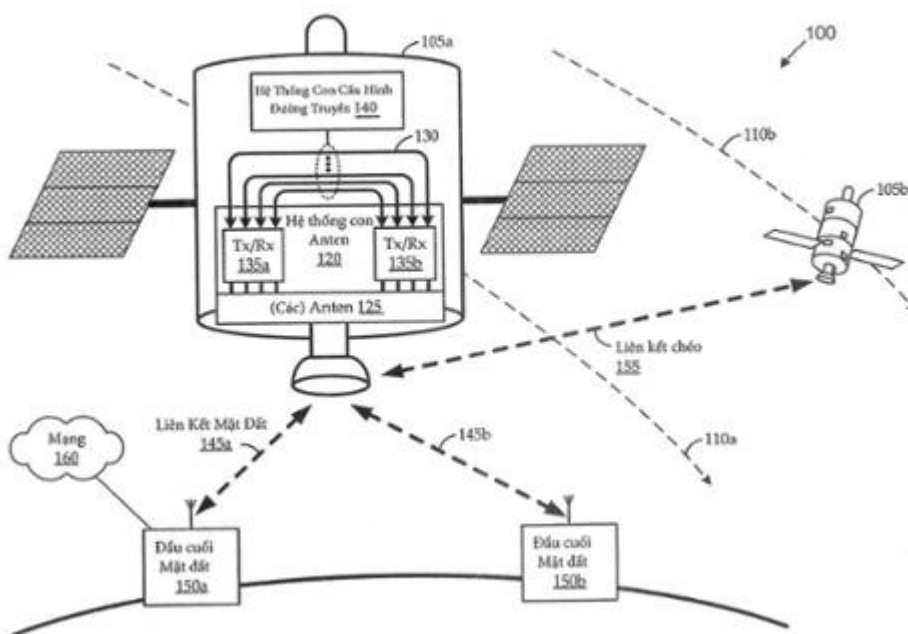
Viasat, Inc., Patent Department, 6155 El Camino Real, Carlsbad, California 92009, United States of America

(72) DANKBERG, Mark (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) HỆ THỐNG VỆ TINH DUNG LƯỢNG LINH HOẠT

(57) Các phương án của sáng chế đề xuất cấu hình khi bay của các đường truyền vệ tinh để phục vụ linh hoạt lưu lượng liên kết mặt đất và liên kết chéo trong chòm vệ tinh không được xử lý chẳng hạn, để tạo điều kiện cho dung lượng linh hoạt của kênh đi ra và kênh trở về trong hệ thống truyền thông vệ tinh. Ví dụ, mỗi vệ tinh trong chòm có thể bao gồm một hoặc hơn một đường truyền có thể cấu hình động và việc chuyển mạch và/hoặc tạo chùm có thể được sử dụng để tạo cấu hình mỗi đường truyền thành đường truyền kênh đi ra hoặc đường truyền kênh trở về trong mỗi khe thời gian trong số một số lượng các khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền. Ít nhất một số đường truyền còn có thể được tạo cấu hình chọn lọc trong mỗi khe thời gian để mang lưu lượng “liên kết mặt đất” đến và/hoặc từ các đầu cuối trên mặt đất và lưu lượng “liên kết chéo” đến và/hoặc từ một hoặc hơn một vệ tinh khác của chòm.



LĨNH VỰC KỸ THUẬT ĐƯỢC ĐỀ CẬP

[0001] Các phương án của sáng chế đề cập chung đến hệ thống truyền thông vệ tinh và cụ thể hơn, đề cập đến việc tạo ra dung lượng linh hoạt trong chòm vệ tinh ống dẫn cong.

TÌNH TRẠNG KỸ THUẬT CỦA SÁNG CHẾ

[0002] Trong các chòm vệ tinh, nhiều vệ tinh làm việc với nhau để tạo ra khả năng bao phủ cho một vùng lớn hơn so với vệ tinh bất kỳ trong số các vệ tinh có thể bao phủ dựa trên bản thân nó. Ví dụ, thường thì vệ tinh quỹ đạo Trái Đất tầm thấp (low Earth orbit: LEO) có thể bay theo quỹ đạo Trái Đất ở độ cao bằng khoảng 100 dặm với chu kỳ quỹ đạo bằng khoảng 100 phút, trong khi đó thường thì vệ tinh địa đồng bộ bay theo quỹ đạo đất ở độ cao bằng gần 26.200 dặm với chu kỳ quỹ đạo bằng gần 24 giờ (một ngày sao) để về cơ bản phù hợp với sự quay của Trái Đất. Do đó, vệ tinh LEO thường có thể hoạt động với sự cân bằng liên kết cao hơn tương đối (ví dụ, do độ gần tương đối của vệ tinh với các đầu cuối trên mặt đất) và với độ chờ tương đối thấp (ví dụ, khoảng 1 đến 4 mili giây đối với vệ tinh LEO, khác với khoảng 125 mili giây đối với vệ tinh địa đồng bộ). Tuy nhiên, độ gần tương đối của vệ tinh LEO với Trái Đất cũng có thể làm giảm diện tích bao phủ của nó. Do đó, chòm vệ tinh LEO có thể được sử dụng để có diện tích bao phủ tăng tập trung, bằng cách này cho phép các vệ tinh vùng phục vụ lớn hơn trong khi vẫn sử dụng sự cân bằng liên kết tăng và độ chờ giảm được cung cấp bởi quỹ đạo Trái Đất tầm thấp hơn. Chòm LEO có thể dẫn đến việc khả năng của hệ thống trải mỏng trên toàn bộ bề mặt Trái Đất, với nhiều khả năng này chỉ có trên đại dương nơi mà có thể có nhu cầu tương đối nhỏ.

[0003] Để chòm vệ tinh LEO cung cấp các dịch vụ truyền thông hữu dụng và kinh tế, thì nhiều thách thức được đặt ra. Ví dụ, nếu việc truyền thông ngoài phạm vi của một vệ tinh là cần thiết, thì điều này có thể liên quan đến các liên kết chéo giữa nhiều vệ tinh của chòm. Các liên kết chéo sử dụng thêm điện và khối trên tàu vũ trụ và vì vậy

có thể không có hiệu quả. Hơn nữa, việc phối hợp các liên kết chéo để bảo đảm khả năng kết nối khi các vệ tinh chuyển động làm tăng độ phức tạp. Để duy trì liên kết chéo này, thường thì các chòm vệ tinh LEO được triển khai với các vệ tinh “được xử lý” để cho mỗi vệ tinh trong chòm bao gồm việc xử lý trên tàu riêng của nó để điều khiển việc truyền thông với các đầu cuối trên mặt đất và việc phối hợp với các vệ tinh khác trong chòm. Việc xử lý liên quan đến dữ liệu giải điều biến được truyền thông đến vệ tinh liên kết lên để cho phép đích của dữ liệu được xác định. Sau đó, dữ liệu được điều biến lại và được định tuyến đến đích thích hợp. Việc xử lý này có thể làm tăng đáng kể độ phức tạp, trọng số và chi phí cho các vệ tinh.

BẢN CHẤT KỸ THUẬT CỦA SÁNG CHẾ

[0004] Trong số những việc khác, thì các hệ thống và phương pháp được mô tả để tạo ra cấu hình khi bay của các đường truyền vệ tinh để phục vụ linh hoạt lưu lượng liên kết mặt đất và liên kết chéo trong chòm vệ tinh không được xử lý, ví dụ, để tạo điều kiện cho sự phân phối linh hoạt khả năng trong hệ thống truyền thông vệ tinh. Các phương án vận hành trong trường hợp các chòm vệ tinh không địa đồng bộ (ví dụ, quỹ đạo Trái Đất tầm thấp (LEO), quỹ đạo Trái Đất tầm trung (medium Earth orbit: MEO), v.v.) không được xử lý (ví dụ, ống dẫn cong), mỗi vệ tinh này có ít nhất một, đường truyền có thể cấu hình động (ví dụ, bộ truyền đáp) để mang chọn lọc lưu lượng kênh đi ra hoặc kênh trở về. Ví dụ, mỗi vệ tinh trong chòm có thể bao gồm nhiều đường truyền và việc chuyển mạch và/hoặc tạo chùm có thể được sử dụng để tạo cấu hình mỗi đường truyền là đường truyền kênh đi ra hoặc đường truyền kênh trở về trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền. Ít nhất một (ví dụ, tất cả) trong các vệ tinh trong chòm có thể có hệ thống anten để có thể truyền thông với một hoặc hơn một đầu cuối trên mặt đất (dưới dạng truyền thông “liên kết mặt đất”) và với một hoặc hơn một vệ tinh khác của chòm (dưới dạng truyền thông “liên kết chéo”); và ít nhất một của các đường truyền của vệ tinh có thể được tạo cấu hình động học trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để truyền thông qua liên kết mặt đất hoặc liên kết chéo. Ví dụ

trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian mỗi đường truyền của mỗi vệ tinh của chòm có thể được tạo cấu hình chọn lọc (theo lịch biểu) để mang lưu lượng kênh đi ra liên kết mặt đất, lưu lượng kênh trở về liên kết mặt đất, lưu lượng kênh đi ra liên kết chéo hoặc lưu lượng kênh trở về liên kết chéo. Theo một số thực thi, một số vệ tinh của chòm có thể được tạo cấu hình (trước khi bay và/hoặc khi bay) để mang chỉ lưu lượng liên kết mặt đất, chỉ lưu lượng liên kết chéo, v.v.

MÔ TẢ VẮN TẮT CÁC HÌNH VẼ

[0005] Sáng chế được mô tả dựa vào các hình vẽ kèm theo:

[0006] Hình 1 thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa theo các phương án khác nhau;

[0007] Hình 2 thể hiện môi trường cấu hình đường truyền minh họa mà sử dụng sự chuyển mạch cho cấu hình khi bay của các đường truyền theo các phương án khác nhau;

[0008] Hình 3A và Hình 3B thể hiện các ví dụ về đường truyền đi theo các phương án khác nhau;

[0009] Hình 3C và Hình 3D thể hiện các ví dụ về đường truyền về theo các phương án khác nhau;

[0010] Hình 4 thể hiện môi trường cấu hình đường truyền minh họa mà sử dụng sự tạo chùm cho cấu hình khi bay của các đường truyền theo các phương án khác nhau;

[0011] Hình 5 thể hiện kiến trúc vệ tinh minh họa để thực hiện các phương án tạo chùm khác nhau;

[0012] Từ Hình 6A đến Hình 6C thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa trong kịch bản truyền thông thứ nhất vào mỗi thời gian trong ba thời gian tiếp theo, một cách tương ứng.

[0013] Từ Hình 7A đến Hình 7C thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa trong kịch bản truyền thông thứ hai vào nhiều thời gian tiếp theo, một cách tương ứng, trong đó mỗi thời gian bao gồm nhiều khe thời gian;

[0014] Từ Hình 8A đến Hình 8D thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa trong kịch bản truyền thông thứ ba vào nhiều thời gian tiếp theo, một cách tương ứng;

[0015] Hình 9 thể hiện phần minh họa của hệ thống truyền thông vệ tinh bao gồm đầu cuối trên mặt đất truyền thông với ít nhất một vệ tinh của chòm theo các phương án khác nhau;

[0016] Hình 10 thể hiện phần minh họa khác- của hệ thống truyền thông vệ tinh bao gồm nhiều đầu cuối cổng nối truyền thông với mạng backhaul và nhiều vệ tinh theo các phương án khác nhau; và

[0017] Hình 11 thể hiện sơ đồ khối của phương pháp minh họa cho cấu hình khi bay của các đường truyền vệ tinh trong chòm theo các phương án khác nhau.

[0018] Trên các hình vẽ kèm theo, các thành phần và/hoặc dấu hiệu giống nhau có thể có nhãn chỉ dẫn giống nhau. Hơn nữa, các thành phần khác nhau thuộc cùng kiểu có thể được phân biệt bằng nhãn chỉ dẫn tiếp theo của nhãn thứ hai để phân biệt giữa các thành phần tương tự. Nếu chỉ nhãn chỉ dẫn thứ nhất được sử dụng trong phần mô tả, thì việc mô tả có thể áp dụng được cho thành phần bất kỳ trong số các thành phần tương tự có cùng nhãn chỉ dẫn thứ nhất không tính đến nhãn chỉ dẫn thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

[0019] Trong phần mô tả dưới đây, nhiều chi tiết cụ thể được nêu để hiểu rõ sáng chế. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực cần hiểu rằng sáng chế có thể được thực hành mà không có các chi tiết cụ thể này. Trong một số trường hợp, mạch, cấu trúc và các kỹ thuật không được thể hiện chi tiết để tránh gây khó hiểu đối với sáng chế.

[0020] Hình 1 thể hiện sơ đồ được đơn giản hóa của hệ thống truyền thông vệ tinh 100 theo các phương án khác nhau. Hệ thống truyền thông vệ tinh 100 bao gồm chòm vệ tinh 105, mỗi chòm đi theo đường quỹ đạo 110 xung quanh Trái Đất. Mỗi vệ tinh 105 có thể là kiểu vệ tinh truyền thông thích hợp bất kỳ, bao gồm, ví dụ, vệ tinh quỹ đạo Trái Đất tầm thấp (LEO), vệ tinh quỹ đạo Trái Đất tầm trung (MEO), v.v. Ví dụ, trong chòm vệ tinh LEO minh họa, mỗi vệ tinh 105 có thể bay theo quỹ đạo Trái Đất theo đường quỹ đạo 110 của nó chín mươi phút một vòng.

[0021] Các vệ tinh 105 có thể cung cấp các dịch vụ truyền thông bằng cách truyền thông với các đầu cuối trên mặt đất 150. Các đầu cuối trên mặt đất 150 có thể bao gồm các đầu cuối cổng nối và đầu cuối người sử dụng, mặc dù các kiểu đầu cuối trên mặt đất 150 khác cũng được dự tính. Ví dụ, mặc dù các đầu cuối trên mặt đất 150 thường được thể hiện và mô tả khi đề cập đến các đầu cuối là "trên mặt đất", nhưng một số cài đặt của các đầu cuối trên mặt đất 150 có thể bao gồm các đầu cuối ở bên trên hoặc dưới bề mặt của Trái Đất (ví dụ, các đầu cuối người sử dụng mà nằm một phần dưới mặt đất, một phần hoặc hoàn toàn ở trên không, v.v., mặc dù vẫn tương đối gần bề mặt Trái Đất so với độ cao của các vệ tinh 105). Các đầu cuối trên mặt đất 150 có thể bao gồm phần cứng và chức năng truyền thông (ví dụ, một hoặc hơn một anten, v.v.) thích hợp cho truyền thông vệ tinh và phần cứng và chức năng truyền thông để truyền thông với các thiết bị, mạng liên quan khác, v.v. Ví dụ, các đầu cuối trên mặt đất 150 có thể truyền thông theo một hoặc hơn một giao thức hoặc dạng thức, chẳng hạn như các giao thức hoặc dạng thức xác định bởi chuẩn DVB (ví dụ DVB-S, DVB-S2, DVB-RCS), chuẩn WiMAX, chuẩn LTE, chuẩn DOCSIS và/hoặc các chuẩn khác ở các dạng riêng hoặc thích ứng (sửa đổi) của chúng.

[0022] Các đầu cuối người sử dụng có thể bao gồm các kiểu đầu cuối thích hợp bất kỳ kết hợp với người tiêu dùng cuối của các dịch vụ truyền thông vệ tinh. Ví dụ, đầu cuối người sử dụng có thể bao gồm anten để truyền thông với các vệ tinh 105 của chòm (ví dụ, vệ tinh bất kỳ trong số các vệ tinh 105 đang chiếu đầu cuối người sử dụng, như được mô tả dưới đây) và với các thiết bị tại gia người tiêu dùng (consumer

premises equipment - CPE) khác nhau như máy tính, mạng cục bộ (ví dụ, bao gồm trạm trung tâm hoặc bộ định tuyến), thiết bị Internet, mạng không dây, modem vệ tinh, máy thu hình vệ tinh, v.v. Theo một phương án, anten và đầu cuối người sử dụng cùng bao gồm đầu cuối có độ mở rất nhỏ (very small aperture terminal - VSAT) với anten có đường kính khoảng 0,75 m và có công suất phát khoảng 2 W.

[0023] Đầu cuối cổng nối đôi khi được gọi là trạm trung tâm hoặc trạm mặt đất. Mỗi đầu cuối cổng nối có thể cung cấp các liên kết truyền thông với các vệ tinh 105 của chòm (ví dụ, vệ tinh bất kỳ trong số các vệ tinh 105 đang chiếu vào đầu cuối cổng nối, như được mô tả dưới đây) và với mạng 160 (ví dụ, mạng backhaul hoặc mạng tương tự). Đầu cuối cổng nối có thể định dạng truyền thông (ví dụ, gói dữ liệu, khung dữ liệu, v.v.) để truyền thông với mạng 160, với các vệ tinh 105, với các đầu cuối người sử dụng, v.v. Một số nhiệm vụ thực thi của các đầu cuối cổng nối cũng có thể lập lịch biểu khả năng kết nối với các đầu cuối người sử dụng. Như được mô tả dưới đây, việc lập lịch biểu khả năng kết nối có thể bao gồm việc lập lịch biểu lưu lượng và khả năng kết nối qua chòm vệ tinh 105. Ví dụ, việc lập lịch biểu khả năng kết nối có thể cấu hình lại theo cách động lực các đường truyền điện giữa phần tiếp sóng anten và dạng tương tự, để biểu lộ dưới dạng vật chất các đường tín hiệu giữa các đầu cuối và các vệ tinh ở mỗi khe thời gian; và việc lập lịch biểu lưu lượng có thể xác định lưu lượng kênh đi ra và/hoặc kênh trở về nào để gửi qua nó các đường tín hiệu ở mỗi khe thời gian. Theo cách khác, việc lập lịch biểu có thể được thực hiện ở các phần khác của hệ thống truyền thông vệ tinh 100 như ở một hoặc hơn một trung tâm điều hành mạng (network operations center - NOC), trung tâm lệnh cổng nối, v.v., không trung tâm nào trong đó được thể hiện để tránh làm phức tạp thêm hình vẽ. Ví dụ, việc lập lịch biểu thông tin có thể được truyền giữa (các) NOC, (các) trung tâm lệnh cổng nối, (các) vệ tinh và các đầu cuối người sử dụng qua mạng mặt đất, kết nối lệnh vệ tinh, hệ thống truyền thông, v.v..

[0024] Ví dụ, một số phương án của hệ thống truyền thông vệ tinh 100 có thể được kiến trúc dưới dạng hệ thống “trục-nan hoa”, trong đó lưu lượng kênh đi ra được

truyền từ một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối đến một hoặc hơn một đầu cuối người sử dụng qua một hoặc hơn một vệ tinh 105 và lưu lượng kênh trở về được truyền từ một hoặc hơn một đầu cuối người sử dụng đến một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối qua một hoặc hơn một vệ tinh 105 (nghĩa là, các đầu cuối người sử dụng không truyền thông trực tiếp với các đầu cuối người sử dụng khác). Ví dụ, trong kiến trúc này, truyền thông bất kỳ bất kỳ giữa đầu cuối người sử dụng và mạng 160 (ví dụ, internet) được chuyển tiếp qua một hoặc hơn một vệ tinh 105 và một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối. Mạng 160 có thể là kiểu mạng thích hợp bất kỳ, ví dụ, internet, mạng IP, mạng nội bộ, mạng diện rộng (wide-area network: WAN), mạng cục bộ (local-area network: LAN), mạng riêng ảo (virtual private network: VPN), mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (public switched telephone network: PSTN), mạng di động mặt đất công cộng và mạng tương tự. Mạng 160 có thể bao gồm các kiểu kết nối khác nhau bao gồm có dây, không dây, quang học hoặc các kiểu liên kết khác. Mạng 160 cũng có thể kết nối đầu cuối cổng nối với các đầu cuối cổng nối khác có thể truyền thông với một hoặc hơn một trong số các vệ tinh 105.

[0025] Theo một số phương án, các đầu cuối trên mặt đất 150 có thể sử dụng một hoặc hơn một anten để phát tín hiệu liên kết lên đi ra cho các vệ tinh 105 và thu tín hiệu liên kết xuống trở về từ các vệ tinh 105. Ví dụ, anten của đầu cuối trên mặt đất 150 có thể bao gồm bộ phản xạ với độ định hướng cao (ví dụ, được hướng vào một vị trí cụ thể trên bầu trời bị đi qua bởi một hoặc hơn một đường quỹ đạo 110) và độ định hướng thấp theo các hướng khác; anten có thể có trường cảm thụ rộng hơn (ví dụ, để duy trì tiếp xúc nhiều hơn với các vệ tinh 105 của chòm khi chúng bay theo hai đường quỹ đạo tương ứng của chúng 110); và/hoặc anten có thể quay được (ví dụ, bằng cách hướng lại bằng vật lý anten, sử dụng nhiều máy thu được hướng theo các hướng khác nhau, sử dụng tạo chùm để hướng có hiệu quả theo các hướng khác nhau và/hoặc kỹ thuật thích hợp khác bất kỳ). Anten có thể được thực hiện theo nhiều cấu hình và có thể bao gồm các dấu hiệu như sự cách ly cao giữa hai phân cực trực giao, hiệu quả cao của băng tần vận hành, ít nhiễu, v.v. Một số phương án sử dụng các kỹ thuật khác nhau để tối ưu hóa việc sử dụng phổ tần số hạn chế dùng cho

truyền thông. Ví dụ, các liên kết truyền thông giữa các đầu cuối cổng nối và các vệ tinh 105 có thể sử dụng cùng các đặc tính phát giống hoặc khác nhau (ví dụ, tần số mang và băng tần phát, sự phân cực, v.v.) như nhau và như so với các đặc tính phát được sử dụng giữa các vệ tinh 105 và các đầu cuối người sử dụng. Một số đầu cuối trên mặt đất 150 có thể bị phân tán về địa lý hoặc được định vị theo cách khác (ví dụ, một số hoặc tất cả đầu cuối cổng nối có thể được định vị xa các đầu cuối người sử dụng) theo cách để tạo điều kiện sử dụng lại tần số.

[0026] Mỗi vệ tinh 105 có thể bao gồm hệ thống anten phụ 120 có một hoặc hơn một anten 125 để thu và phát tín hiệu. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, nói chung thuật ngữ "anten" có thể là một hoặc hơn một thực thể của phần cứng anten (nghĩa là, việc đề cập đến "anten" được dự định là thay thế cho việc đề cập rõ ràng hoặc không rõ ràng đến một anten và/hoặc nhiều anten). Ví dụ, như được mô tả trong bản mô tả này, anten 125 có thể bao gồm (ví dụ, có) nhiều chùm tia tập trung (đồng thời hoặc tuần tự) bằng cách sử dụng việc chuyển mạch giữa nhiều bộ phản xạ cố định để hướng lại một hoặc hơn một bộ phản xạ di động, tạo chùm và/hoặc các kỹ thuật khác. Các phần tử anten (ví dụ, phần tiếp sóng, cổng, v.v.) có thể được kích hoạt để tạo ra mô hình chiếu xạ mà có chùm tia tập trung, mỗi chùm tia tập trung cung cấp một cách có hiệu quả vùng bao phủ để truyền thông hai chiều bằng vệ tinh. Mô hình chiếu (nghĩa là, chùm tia tập trung) có thể được tạo theo cách thích hợp bất kỳ, ví dụ, bằng cách sử dụng một phần tiếp sóng trên một chùm, nhiều phần tiếp sóng trên một chùm, giàn anten định pha và/hoặc các kỹ thuật tạo chùm khác, v.v. Một số phương án bao gồm một hoặc hơn một anten định hướng 125 với một hoặc hơn một bộ phản xạ (ví dụ, cố định) và một hoặc hơn một loa tiếp sóng cho mỗi chùm tia tập trung. Loa tiếp sóng có thể được sử dụng để thu tín hiệu liên kết lên và phát tín hiệu liên kết xuống. Hệ thống anten phụ có thể bao gồm nhiều kiểu anten (ví dụ, giàn anten tạo chùm dùng cho liên kết mặt đất và loa cố định dùng cho liên kết chéo).

[0027] Đường bao của chùm tia tập trung có thể được xác định một phần bằng thiết kế của anten 125 cụ thể và có thể phụ thuộc vào các nhân tố như vị trí của loa tiếp

sóng so với bộ phản xạ, kích thước bộ phản xạ, kiểu loa tiếp sóng, v.v. của nó. Đường bao của mỗi chùm tia tập trung trên Trái Đất thường có thể có hình dạng mặt cắt ngang côn (ví dụ, hình tròn, hình elip, hình parabol, hình hyperboll, v.v.) để chiếu diện tích bao phủ của chùm tia tập trung để vận hành phát và/hoặc thu. Ví dụ, việc đề cập đến "chùm tia tập trung" có thể dùng để chỉ diện tích bao phủ của chùm tia tập trung để vận hành cả phát lẫn thu; việc đề cập đến nhiều chùm tia tập trung có thể dùng để chỉ chùm phát và chùm thu dùng chung diện tích bao phủ gần giống nhau (ví dụ, sử dụng các phân cực và/hoặc sóng mang khác nhau); v.v. Một số thực thi của các vệ tinh 105 có thể vận hành trong nhiều chế độ chùm tia tập trung để thu và phát nhiều tín hiệu trong các chùm tia tập trung khác nhau. Mỗi chùm tia tập trung có thể sử dụng một sóng mang (nghĩa là, một tần số mang), khoảng tần số liên tiếp (nghĩa là, một hoặc hơn một tần số mang) hoặc nhiều khoảng tần số (với một hoặc hơn một tần số mang trong mỗi khoảng tần số). Ví dụ, lưu lượng liên kết lên có thể được truyền thông trong băng tần thứ nhất (ví dụ, 20 GHz), lưu lượng liên kết xuống có thể được truyền thông trong băng tần thứ hai (ví dụ 30 GHz) và lưu lượng liên kết chéo có thể được truyền thông trong (các) băng tần tương tự (ví dụ, 20 GHz và/hoặc 30 GHz) và/hoặc (các) băng tần khác (ví dụ, 23 GHz, 40 GHz, 60 GHz, v.v.).

[0028] Như được minh họa, ít nhất một số vệ tinh 105 của chòm bao gồm nhiều đường truyền không được xử lý 130. Mỗi đường truyền 130 có thể là một đường truyền đi ra (nghĩa là, để mang truyền thông kênh đi ra) hoặc đường truyền trở về (nghĩa là, để mang truyền thông kênh trở về) ở thời điểm cho trước bất kỳ. Ví dụ, theo một số phương án, một hoặc hơn một đường truyền thứ nhất 130 có thể là dành riêng làm đường truyền đi ra và một hoặc hơn một đường truyền thứ hai 130 (khác với đường truyền thứ nhất 130) có thể là dành riêng làm đường truyền trở về. Theo một số phương án, một hoặc hơn một đường truyền 130 có thể được sử dụng làm cả đường truyền đi ra lẫn trở về ở các thời điểm khác nhau bằng cách sử dụng khung cấu trúc như được mô tả tiếp trong bản mô tả này. Ví dụ, tín hiệu liên kết lên hoặc liên kết chéo thu được bằng vệ tinh 105 qua (các) anten và máy thu phát thứ nhất 135a (nghĩa là, một hoặc hơn một máy thu, trong trường hợp này), được định

hướng theo một hoặc hơn một trong số các đường truyền 130 đến máy thu phát thứ hai 135b (nghĩa là, một hoặc hơn một máy phát, trong trường hợp này) và được truyền từ vệ tinh 105 qua (các) anten (ví dụ, (các) anten giống hoặc khác nhau) dưới dạng tín hiệu liên kết xuống hoặc liên kết chéo. Theo một số phương án, vệ tinh 105 có thể bao gồm các đường truyền có thể cấu hình đầy đủ 130 được sử dụng làm đường truyền đi ra và trở về, đường truyền có thể cấu hình một phần 130 được sử dụng làm đường truyền đi ra, đường truyền có thể cấu hình một phần 130 được sử dụng làm đường truyền trở về, đường truyền dành riêng (không thể cấu hình) 130 và/hoặc các kết hợp bất kỳ của chúng. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, đường truyền “có thể cấu hình” nhằm chỉ đường truyền 130 có thể cấu hình động trong khi đó vệ tinh 105 đang bay sử dụng hệ thống con cấu hình đường truyền 140. Ví dụ, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 duy trì lịch biểu cấu hình đường truyền có thể dùng để chỉ cấu hình của mỗi đường truyền 130 trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian. Các khe thời gian có thể được sắp xếp theo khung, khung phụ, siêu khung, khe riêng rẽ hoặc theo cách thích hợp bất kỳ. Trong một số trường hợp, đường truyền có thể cấu hình có thể duy trì cấu hình tĩnh cho một số hoặc tất cả khe thời gian theo một lịch biểu cấu hình đường truyền cụ thể. Ví dụ, vệ tinh 105 có thể được thiết kế theo cách để một số đường truyền có thể cấu hình của nó ban đầu được gán cho cấu hình tĩnh; và cấu hình của các đường truyền này có thể thay đổi sau đó (ví dụ, khi bay) bằng cách thay đổi lịch biểu cấu hình đường truyền. Ngược lại, đường truyền không thể cấu hình được thiết kế theo cách tiên nghiệm với cấu hình tĩnh không thể thay đổi bằng lịch biểu cấu hình đường truyền (ví dụ, đường truyền là đường tín hiệu cố định giữa hai phần tiếp sóng anten).

[0029] Như được mô tả dưới đây, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 có thể cấu hình động lại đường truyền 130 (nghĩa là, đường truyền có thể cấu hình) theo cách thích hợp bất kỳ, ví dụ, bằng cách sử dụng việc chuyển mạch nhanh, tạo chùm và/hoặc các kỹ thuật khác. Để đơn giản cho việc minh họa, đường truyền 130 cụ thể có thể được tạo cấu hình dưới dạng đường truyền đi ra trong khe thời gian thứ nhất bằng cách sử dụng việc chuyển mạch hoặc các kỹ thuật khác để kết hợp bên thu của

đường truyền với anten được lập lịch biểu để thu lưu lượng kênh đi ra trong khe thời gian này và để kết hợp bên phát của đường truyền với anten được lập lịch biểu để truyền lưu lượng kênh đi ra trong khe thời gian này; và đường truyền 130 cụ thể này có thể được tạo cấu hình dưới dạng đường truyền trở về trong khe thời gian thứ hai bằng cách sử dụng việc chuyển mạch hoặc các kỹ thuật khác để kết hợp bên thu của đường truyền với anten được lập lịch biểu để thu lưu lượng kênh trở về trong khe thời gian này và để kết hợp bên phát của đường truyền với anten được lập lịch biểu để truyền lưu lượng kênh trở về trong khe thời gian này. Một lợi ích của việc chuyển đường truyền kiểu ống dẫn cong (có thể được xem là kiểu chuyển mạch khác với các hệ thống LEO thông thường sử dụng việc xử lý và chuyển gói) có thể là độ thông suốt tăng đối với các dạng sóng và định dạng điều biến khác nhau.

[0030] Cấu hình đường truyền động có thể được sử dụng để tạo ra các kiểu dấu hiệu khác nhau. Một dấu hiệu này bao gồm bước tạo điều kiện cho sự thích ứng động của dung lượng chòm với thay đổi về nhu cầu, thay đổi về số và/hoặc vị trí cổng nối, v.v.. Một dấu hiệu khác bao gồm bước thích ứng khả năng kết nối vật lý với chuyển động của chòm theo thời gian để thiết lập và/hoặc duy trì khả năng kết nối logic giữa đầu cuối nguồn và đích. Ví dụ, khả năng kết nối giữa một đầu cuối nguồn và đầu cuối đích cụ thể có thể được điều chỉnh để đi ngang một tập hợp các liên kết mặt đất và liên kết chéo khác khi các vệ tinh 105 khác nhau bay trong và ngoài tầm nhìn của các đầu cuối này. Như một ví dụ khác, một tập hợp các liên kết chéo cụ thể được sử dụng để kết nối hai khu vực có thể thay đổi để kết nối lưu lượng được liên kết chéo xung quanh các vệ tinh hoặc các vùng có nhu cầu cao. Một dấu hiệu khác nữa là, như được mô tả ở trên, liên quan đến việc điều chỉnh động các phần nào của dung lượng vệ tinh 105 (và nguồn phần cứng và phần mềm tương ứng) đang được sử dụng để phục vụ lưu lượng kênh đi ra và lưu lượng kênh trở về trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian và/hoặc để điều chỉnh động cấu hình chùm tia tập trung (ví dụ, các chùm tia tập trung nào đang được sử dụng, các kiểu lưu lượng nào mà chúng hỗ trợ, ở đâu mà chúng hướng vào, v.v.) trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian. Ví dụ, lịch biểu cấu hình đường truyền có thể được tạo để cho phần thời

gian thứ nhất trong mỗi khung thời gian (ví dụ, một số khe thời gian trong mỗi khung) được sử dụng để hỗ trợ lưu lượng đi ra và phần thời gian thứ hai trong mỗi khung thời gian được sử dụng để hỗ trợ lưu lượng trở về và phần thứ nhất và thứ hai được chọn (ví dụ, theo cách động) dựa vào tỷ lệ mong muốn và/hoặc cần thiết giữa dung lượng đi ra và trở về. Theo phần mô tả ở trên, việc tham chiếu cấu hình đường truyền động, việc chuyển đường truyền và/hoặc loại tương tự nói chung có thể được định hướng vào việc tạo điều kiện cho bất kỳ trong số các dấu hiệu ở trên hoặc khác nữa.

[0031] Như được mô tả trong bản mô tả này, các vệ tinh 105 của chòm cung cấp các dịch vụ truyền thông vệ tinh bằng cách truyền thông với các đầu cuối trên mặt đất 150 và với các vệ tinh 105 khác của chòm. Một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm có thể truyền thông với các đầu cuối trên mặt đất 150 bằng cách sử dụng một hoặc hơn một chùm tia tập trung (ví dụ, sử dụng một hoặc hơn một sóng mang, một hoặc hơn một phân cực, v.v.) được định hướng để truyền thông qua một hoặc hơn một "liên kết mặt đất" 145 (nghĩa là, liên kết truyền thông không dây trực tiếp giữa một vệ tinh 105 cụ thể và một hoặc hơn một đầu cuối trên mặt đất 150) và một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm có thể truyền thông với các vệ tinh 105 khác bằng cách sử dụng một hoặc hơn một chùm tia tập trung (ví dụ, sử dụng một hoặc hơn một sóng mang, một hoặc hơn một phân cực, v.v.) được định hướng để truyền thông qua một hoặc hơn một "liên kết chéo" 155 (nghĩa là, liên kết truyền thông không dây trực tiếp giữa các vệ tinh 105 trong chòm). Theo một số thực thi, một hoặc hơn một vệ tinh 105 của chòm chỉ truyền thông qua các liên kết mặt đất 145 và/hoặc một hoặc hơn một vệ tinh 105 của chòm chỉ truyền thông qua các liên kết chéo 155. Ví dụ, cấu hình động của các đường truyền 130 bởi hệ thống con cấu hình đường truyền 140 có thể cho phép một chùm tia tập trung cụ thể (trong một khe thời gian cụ thể) tạo ra chọn lọc dung lượng kênh đi ra hoặc kênh trở về cho một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối qua một hoặc hơn một liên kết mặt đất 145, nhiều đầu cuối người sử dụng qua một hoặc hơn một liên kết mặt đất 145 tương ứng, cả

cổng nối lẫn các đầu cuối người sử dụng qua một hoặc hơn một liên kết mặt đất 145 tương ứng, một vệ tinh 105 khác qua liên kết chéo 155, v.v..

[0032] Có thể là không thực tế hoặc theo cách khác là không mong muốn khi cung cấp các dịch vụ truyền thông vệ tinh với một vệ tinh quỹ đạo 105 thấp hơn. Ví dụ, trong khi bay, mỗi vệ tinh 105 có thể chiếu có hiệu quả một hoặc hơn một vùng của Trái Đất (ví dụ, với một hoặc hơn một chùm tia tập trung của nó). Khi độ cao quỹ đạo của vệ tinh 105 giảm, thì diện tích bao phủ hữu hiệu tối đa của chùm tia tập trung của nó có thể giảm tương tự. Hơn nữa, đối với các vệ tinh không phải địa tĩnh 105, thì vùng chiếu có hiệu quả của chùm tia tập trung có thể chuyển động khi vệ tinh 105 của nó bay theo đường quỹ đạo 110 của nó, để cho vệ tinh 105 tương tự chiếu các vùng khác nhau của Trái Đất ở các thời điểm khác nhau (ví dụ, một vệ tinh LEO tiêu biểu có thể bay từ một chân trời này đến một chân trời khác, so với đầu cuối trên mặt đất vị trí, trong khoảng 10 phút). Ngoài ra, vùng chiếu có hiệu quả có thể thay đổi về kích thước và/hoặc hình dạng theo thời gian theo thay đổi về địa hình học mặt đất, chướng ngại vật, v.v.. Ví dụ, ở các vị trí địa lý khác nhau, bề mặt Trái Đất có thể gần hoặc xa hơn với đường quỹ đạo 110 (ví dụ, do núi hoặc thung lũng, độ gần với đường xích đạo, v.v.), để cho diện tích bao phủ của chùm tia tập trung lớn hơn hoặc nhỏ hơn một chút; địa hình và/hoặc chướng ngại vật có thể ảnh hưởng đến đường truyền thẳng giữa các vệ tinh 105 và các đầu cuối trên mặt đất 150, để cho diện tích bao phủ hữu hiệu được phục vụ bởi chùm tia tập trung là không đều; v.v. Các ảnh hưởng này của địa hình và chướng ngại vật lên diện tích bao phủ của chùm tia tập trung có thể thấy rõ hơn với các vệ tinh quỹ đạo 105 thấp hơn. Vì vậy, một vệ tinh quỹ đạo 105 thấp hơn thường có thể có diện tích bao phủ tương đối nhỏ liên tục thay đổi vị trí và dễ bị ảnh hưởng của chướng ngại vật và thay đổi về địa hình.

[0033] Do đó, các phương án của hệ thống truyền thông vệ tinh 100 bao gồm nhiều vệ tinh 105 nêu trên vận hành cùng nhau dưới dạng chòm. Bằng cách sử dụng kiến trúc chòm, nhiều vệ tinh 105 có thể vận hành kết hợp để phục vụ một diện tích bao phủ lớn hơn nhiều và có khả năng ổn định hơn so với vệ tinh quỹ đạo Trái Đất tầm

thấp hơn và/hoặc không phải địa đồng bộ đơn lẻ bất kỳ. Tuy nhiên, việc hoạt động dưới dạng chòm có thể liên quan đến sự phối hợp giữa các vệ tinh 105. Ví dụ, nếu đầu cuối trên mặt đất 150 thu dữ liệu qua vệ tinh 105 và vệ tinh 105 bay đến nơi nó không còn chiếu vùng của đầu cuối trên mặt đất 150, việc duy trì truyền thông với đầu cuối trên mặt đất 150 có thể liên quan đến việc chuyển vùng truyền thông cho một vệ tinh 105 khác trong chòm. Việc đổi vùng truyền thông chính xác có thể phụ thuộc vào sự nhận biết bởi hệ thống truyền thông vệ tinh 100 về vị trí của các vệ tinh 105 theo thời gian so với các đầu cuối trên mặt đất 150, đặc tính truyền thông (ví dụ, hiện các nguồn và đích lưu lượng hiện tại và/hoặc dự báo, phân phối dung lượng hiện tại và/hoặc dự báo, điều kiện liên kết hiện tại và/hoặc dự báo, v.v.) và/hoặc thông tin khác nữa.

[0034] Chòm vệ tinh truyền thống thường thì bao gồm cái gọi là vệ tinh “xử lý” (hoặc “được xử lý”) để giải điều biến các tín hiệu thu được và điều biến lại các tín hiệu này để truyền. Trong một số kiến trúc vệ tinh xử lý này, sự phối hợp giữa các vệ tinh của chòm thường có thể được thực hiện bằng chính các vệ tinh này. Điều này có thể cho phép các vệ tinh phối hợp và chuyển tiếp các hoạt động qua một chòm lớn (ví dụ, với nhiều vệ tinh và/hoặc trải trên một diện tích rộng) mà không liên quan đến các số lượng lớn không thực tế của các đầu cuối cổng nối hoặc loại tương tự.

[0035] Các phương án của các vệ tinh 105 được mô tả trong bản mô tả này là vệ tinh “ống cong” (còn được gọi là “không được xử lý”), để cho tín hiệu đi qua đường truyền 130 không cần phải được giải điều biến và được điều biến lại như trong kiến trúc vệ tinh xử lý. Thay vào đó, sự thao tác tín hiệu bằng vệ tinh ống cong 105 có thể cung cấp các chức năng như dịch chuyển tần số, sự chuyển đổi phân cực, lọc, khuếch đại và dạng tương tự, trong khi đó bỏ qua sự giải điều biến/sự điều biến dữ liệu và sự giải mã/mã hóa sửa lỗi. Như được mô tả ở trên, một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 trong chòm có thể có một hoặc hơn một đường truyền có thể cấu hình bay 130 và mỗi đường truyền 130 là đường truyền ống cong 130.

[0036] Chòm vệ tinh theo các phương án được mô tả trong bản mô tả này có thể cung cấp các lợi ích và dấu hiệu rõ ràng so với chòm LEO truyền thống mà sử dụng vệ tinh được xử lý và chọn tuyến trên thiết bị (đôi khi được gọi là "chuyển gói trong không gian"). Ví dụ, thu nhập của hệ thống truyền thông vệ tinh thường dựa vào thông lượng (nghĩa là, sự phát dữ liệu thực tế giữa các nút khác nhau của hệ thống). Như vậy, thu nhập có thể được xem xét trong mối liên hệ với lượng dữ liệu mà có nguồn gốc từ hoặc được hạ xuống bởi, các đầu cuối trên mặt đất 150. Khi được xem xét theo phương thức này, lưu lượng mà được liên kết chéo các tài nguyên không sử dụng (ví dụ, bất kỳ sự thu dữ liệu nào không phải là từ nguồn dữ liệu mặt đất và/hoặc phát dữ liệu sang nơi khác không phải là đích mặt đất sử dụng thể tích, trọng số, công suất, v.v. của tàu vũ trụ mà không trực tiếp tạo ra thu nhập). Một kỹ thuật thông thường để làm giảm bớt tài nguyên lãng phí do liên kết chéo là để nạp tốc độ cao hơn (ví dụ, bằng cách này thu được nhiều thu nhập hơn cho mỗi bit) cho khoảng cách dài hơn và/hoặc lưu lượng khác mà trải qua nhiều "bước nhảy" giữa các đầu cuối trên mặt đất nguồn và đích của nó.

[0037] Các dấu hiệu khác nhau của các phương án được mô tả trong bản mô tả này có thể làm giảm tài nguyên chòm vệ tinh bị lãng phí do liên kết chéo. Thứ nhất, việc sử dụng vệ tinh không được xử lý 105 có thể tránh được một số liên kết chéo không hiệu quả bằng cách không lãng phí tài nguyên trên quỹ đạo vào việc giải điều biến và điều biến lại dữ liệu ở mỗi liên kết chéo. Thứ hai, vì chòm có khả năng kết nối linh hoạt, có thể làm thích ứng theo cách động lực học tài nguyên vệ tinh (đường truyền 130) với cấu hình có hiệu quả tối ưu. Ví dụ, như nêu trên, các liên kết chéo có thể được xem là tài nguyên lãng phí. Vì vậy, khi tỉ lệ phần trăm lớn của lưu lượng được liên kết chéo, điều này có thể chỉ ra sự sắp xếp dưới mức tối ưu và dung lượng tăng lên trong hệ thống có thể thu được bằng cách triển khai (hoặc định vị lại) cổng nối để làm giảm lượng lưu lượng được liên kết chéo. Tính linh hoạt tạo ra bởi cấu hình đường truyền động có thể còn cho phép các vệ tinh 105 thích ứng khi bay với sự thay đổi ở số lượng và/hoặc vị trí của các đầu cuối trên mặt đất 150. Ví dụ, hệ thống truyền thông vệ tinh có thể được triển khai với số lượng tương đối nhỏ của cổng nối

để hỗ trợ lượng tương đối nhỏ của lưu lượng. Khi lưu lượng (và, do đó, nhu cầu dung lượng) tăng lên, cổng nối có thể được bổ sung thêm để làm giảm lưu lượng liên kết chéo (và, bằng cách này, làm tăng dung lượng). Ví dụ, với một cổng nối, dung lượng chòm có thể được coi là X , trong đó X là dung lượng của một vệ tinh 105 (ví dụ, giả sử tất cả các vệ tinh 105 trong chòm có cùng dung lượng). Bất kỳ lượng dung lượng nào (ví dụ, thời gian) dùng cho liên kết chéo không sẵn có cho tìm về hoặc xuất ra lưu lượng trên mặt đất. Vì vậy, việc bổ sung cổng nối ở vị trí mà làm giảm lượng liên kết chéo có thể giúp ích một cách hiệu quả nhiều dung lượng hơn. Nếu đủ cổng nối được định vị hợp lý, tất cả các liên kết chéo về mặt lý thuyết có thể bị loại trừ, dẫn truyền dung lượng chòm đến $N * X$, trong đó N là nhiều vệ tinh 105. Thông thường hơn, cổng nối sẽ được bổ sung ở vị trí trên mặt đất gần với khu vực địa lý có nhu cầu cao hơn và việc sử dụng rộng rãi của các liên kết chéo sẽ được thực hiện qua đại dương và các khu vực khác có nhu cầu thấp hơn. Vì nhu cầu có xu hướng đạt đỉnh ở/xung quanh các thành phố lớn, việc đặt cổng nối ở các khu vực tương tự thường làm giảm nhu cầu sử dụng đối với liên kết chéo và cho phép dung lượng chòm được tăng lên.

[0038] Các Hình 2 – 5 thể hiện các thực thi khác nhau của các đường truyền 130 và các kỹ thuật cho cấu hình khi bay của chúng. **Hình 2** thể hiện môi trường cấu hình đường truyền minh họa 200 mà sử dụng việc chuyển mạch cho cấu hình khi bay của các đường truyền 130 theo các phương án khác nhau. Môi trường cấu hình đường truyền 200 bao gồm một hoặc hơn một đường truyền 130. Nhìn chung, đường truyền 130 có thể cung cấp cho sự chuyển đổi của tín hiệu liên kết lên thu được bằng vệ tinh 105 thành tín hiệu liên kết xuống để truyền bằng vệ tinh 105. Mỗi đường truyền 130 có thể bao gồm máy thu (Rx) và máy phát (Tx) (không được thể hiện). Mỗi máy thu có thể bao gồm bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA) và mỗi máy phát có thể bao gồm bộ khuếch đại công suất cao (HPA) (ví dụ, bộ khuếch đại đèn sóng chạy (TWTA) hoặc bộ khuếch đại công suất trạng thái rắn (SSPA)). Máy thu và máy phát không bị giới hạn ở các thành phần này, tuy nhiên và cũng có thể bao gồm các thành phần khác, bao gồm ví dụ, các thành phần mà cung cấp tần số sự chuyển đổi (ví dụ, bộ chuyển đổi xuống), lọc và dạng tương tự. Các thành phần cụ thể được bao gồm

trong mỗi đường truyền 130 và cấu hình của các thành phần này có thể thay đổi tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể.

[0039] Môi trường cấu hình đường truyền 200 có thể bao gồm N liên kết mặt đất 220 và M liên kết chéo 225, mà để cho ngắn gọn được gọi là phần tiếp sóng; rõ ràng rằng phần tiếp sóng có thể là một hoặc hơn một anten (ví dụ (các) anten được mô tả khi viện dẫn đến HÌNH 1). Như được minh họa, giả thiết rằng N phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 phục vụ các đầu cuối trên mặt đất 150 chẳng hạn như cổng nối và các đầu cuối người sử dụng và M phần tiếp sóng liên kết chéo 225 phục vụ một hoặc hơn một vệ tinh 105 khác của chòm. Ví dụ, vệ tinh 105 có thể bao gồm hai phần tiếp sóng liên kết chéo 225 (nghĩa là, $M = 2$) để tạo điều kiện cho truyền thông với mỗi vệ tinh liên kết 105 dùng chung quỹ đạo của nó; vệ tinh 105 có thể bao gồm bốn phần tiếp sóng liên kết chéo 225 (nghĩa là, $M = 4$) để tạo điều kiện cho truyền thông với mỗi vệ tinh liên kết 105 dùng chung quỹ đạo của nó và vệ tinh 105 trong mỗi quỹ đạo liên kết; vệ tinh 105 có thể bao gồm bốn phần tiếp sóng liên kết chéo 225 (nghĩa là, $M = 4$) để tạo điều kiện cho truyền thông với mỗi vệ tinh trong hai vệ tinh đứng trước tiếp theo 105 và hai vệ tinh kéo theo tiếp theo 105 trong quỹ đạo của nó; hoặc số lượng thích hợp bất kỳ của phần tiếp sóng liên kết chéo 225 để tạo điều kiện cho sự truyền thông với các vệ tinh 105 khác trong chòm. Tương tự, vệ tinh 105 có thể bao gồm số lượng thích hợp bất kỳ của phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 để truyền thông với các đầu cuối trên mặt đất. Ví dụ, vệ tinh 105 có thể bao gồm một phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 (nghĩa là, $N = 1$) tương ứng với chùm tia tập trung đơn lẻ; vệ tinh 105 có thể bao gồm mười trong số các phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 (ví dụ, $N = 30$) tương ứng với nhiều chùm tia tập trung; v.v. Như được mô tả ở trên, mặc dù cấu hình được minh họa có thể làm thuận tiện cho đường truyền có thể cấu hình đầy đủ 130, một số vệ tinh 105 trong chòm có thể chỉ có phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220, chỉ có phần tiếp sóng liên kết chéo 225 hoặc chỉ có các dạng kết hợp nhất định của chúng. Phần tiếp sóng có thể được kết hợp chọn lọc với đường truyền 130 thông qua các bộ chuyển mạch (ví dụ, bộ chuyển mạch nhanh như, ví dụ, bộ chuyển mạch ferit). Ví dụ, bên thu của mỗi đường truyền 130 có thể được kết hợp với phần tiếp

sóng liên kết mặt đất cụ thể 220 hoặc phần tiếp sóng liên kết chéo 225 qua một hoặc hơn một bộ chuyển mạch thu 230 và bên phát của mỗi đường truyền 130 có thể được kết hợp với phần tiếp sóng liên kết mặt đất cụ thể 220 hoặc phần tiếp sóng liên kết chéo 225 qua một hoặc hơn một bộ chuyển mạch phát 235. Bằng cách tạo cấu hình bộ chuyển mạch thu 230 để kết hợp bên thu của đường truyền 130 với phần tiếp sóng cụ thể mà đang được lập lịch biểu để thu lưu lượng liên kết đi ra và bằng cách tạo cấu hình bộ chuyển mạch phát 235 để kết hợp bên phát của đường truyền 130 với phần tiếp sóng cụ thể mà đang được lập lịch biểu để truyền lưu lượng liên kết đi ra, đường truyền 130 có thể được tạo cấu hình một cách hiệu quả dưới dạng đường truyền đi ra. Bằng cách tạo cấu hình bộ chuyển mạch thu 230 để kết hợp bên thu của đường truyền 130 với phần tiếp sóng cụ thể mà đang được lập lịch biểu để thu lưu lượng liên kết trở lại và bằng cách tạo cấu hình bộ chuyển mạch phát 235 để kết hợp bên phát của đường truyền 130 với phần tiếp sóng cụ thể mà đang được lập lịch biểu để truyền lưu lượng liên kết trở lại, đường truyền 130 có thể được tạo cấu hình một cách hiệu quả dưới dạng đường truyền trở về. Với nhiều bộ chuyển mạch thu 230 và bộ chuyển mạch phát 235 tạo cấu hình nhiều đường truyền 130, bằng cách này dung lượng của vệ tinh 105 có thể được gán động và linh hoạt, khi bay, phục vụ sự phân phối mong muốn của dung lượng kênh đi ra và kênh trở về và đặc tính thời gian và không gian mong muốn của khả năng bao phủ chùm tia.

[0040] Cấu hình của bộ chuyển mạch thu 230 và bộ chuyển mạch phát 235 (nghĩa là và bằng cách này, cấu hình của các đường truyền 130) có thể được định hướng bởi hệ thống con cấu hình đường truyền 140. Như được minh họa, các phương án của hệ thống con cấu hình đường truyền 140 có thể vận hành theo lịch biểu chuyển mạch 210. Ví dụ, lịch biểu chuyển mạch 210 xác định cấu hình cho bộ chuyển mạch thu 230 và bộ chuyển mạch phát 235 trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian. Theo một số phương án, chòm vệ tinh có thể vận hành theo giao thức truy cập đường truyền được chuyển mạch chùm tia trực-nan hoa được đóng khung. Ví dụ, giao thức có thể bao gồm khe thời gian tương tự với khe thời gian của sơ đồ Đa Truy Cập Phân Chia Theo Thời Gian Được Chuyển Vệ Tinh (Satellite Switched Time-

Division Multiple Access - SS/TDMA), ngoại trừ việc mỗi khe thời gian của mỗi khung có thể tương ứng với lưu lượng liên kết đi ra (ví dụ, cổng nối tới các đầu cuối người sử dụng) hoặc lưu lượng liên kết trở lại (ví dụ, các đầu cuối người sử dụng tới cổng nối) từ chùm tia phát đến chùm tia thu. Hơn nữa, khe thời gian có thể là cho các liên kết cùng vệ tinh (ví dụ, liên kết mặt đất đến liên kết mặt đất) hoặc các liên kết đa vệ tinh (ví dụ, liên kết mặt đất đến liên kết chéo; liên kết chéo đến liên kết mặt đất). Trong quá trình hoạt động bình thường, các luồng liên tục của khung thường được sử dụng để tạo điều kiện cho sự truyền thông. Nhiều đầu cuối có thể được phục vụ trong quá trình mỗi khe thời gian sử dụng các kỹ thuật đa hợp và đa truy cập đã biết rõ (ví dụ, Đa Hợp Phân Chia Theo Thời Gian (Time-Division Multiplexing - TDM), Đa Truy Cập Phân Chia Theo Thời Gian (Time-Division Multiple Access - TDMA), Đa Truy Cập Phân Chia Theo Tần Số (Frequency-Division Multiple Access - FDMA), Đa Truy Cập Phân Chia Theo Thời Gian Đa Tần Số (Multi-Frequency Time-Division Multiple Access - MF-TDMA), Đa Truy Cập Phân Chia Theo Mã (Code-Division Multiple Access - CDMA) và dạng tương tự). Ví dụ, khe thời gian liên kết đi ra có thể được phân chia vào nhiều khe phụ, trong đó sự phát đến các đầu cuối hoặc các nhóm đầu cuối khác nhau được thực hiện trong mỗi khe phụ. Tương tự, liên kết trở lại khe thời gian có thể được phân chia vào nhiều khe phụ. Một số khe hoặc khe phụ có thể được bảo toàn để kiểm soát mạng hoặc thông tin tín hiệu (ví dụ, sự truyền thông của thông tin lịch biểu). Theo các phương án khác nhau, lịch biểu chuyển mạch 210 có thể lặp lại mô hình chuyển mạch trong mỗi khung hoặc thường xuyên hơn hoặc ít thường xuyên hơn khi cần. Ví dụ, nhiều mô hình chuyển mạch có thể được lưu trữ dưới dạng một phần của lịch biểu chuyển mạch 210 và có thể được chọn một cách tự định theo quy tắc cụ thể (ví dụ theo lịch biểu, ví dụ, để đáp ứng các nhu cầu khác nhau ở các thời điểm khác nhau trong ngày hoặc khi vệ tinh 105 nằm ở các vùng địa lý khác nhau) hoặc khi đáp ứng với việc thu chỉ dẫn (ví dụ, thông qua một vệ tinh 105 khác, từ đầu cuối trên mặt đất 150, v.v.).

[0041] Theo một số thực thi, mỗi vệ tinh 105 có thể chuyển mạch giữa số lượng lớn của các chùm tia (ví dụ, phần tiếp sóng). Các thực thi nhất định cho phép tính linh

hoạt hoàn toàn giữa các chùm tia, ví dụ, bằng cách tạo ra sự chuyển mạch mà có thể ghép đôi đường truyền 130 bất kỳ với chùm tia bất kỳ. Trong các thực thi khác, tập hợp con của các đường truyền 130 có thể được kết hợp với tập hợp con của các chùm tia. Ví dụ, trong một thực thi, mỗi sự chuyển mạch là sự chuyển mạch ma trận 8-nhân-8 hoặc dạng tương tự để cho mỗi sự chuyển mạch có thể ghép đôi chọn lọc tám đường truyền 130 với tám chùm tia. Do đó, chùm tia có thể được phân nhóm vào "các nhóm chùm tia" theo sự chuyển mạch dùng chung của chúng. Ví dụ, các nhóm chùm tia có thể được gán để tối ưu hóa chức năng mục tiêu tương ứng với mục tiêu thích hợp bất kỳ như làm cân bằng nhu cầu (ví dụ, làm cân bằng toàn bộ nhu cầu về dung lượng của mỗi nhóm chùm tia), làm phù hợp dung lượng với nhu cầu (ví dụ, làm phù hợp toàn bộ nhu cầu đối với dung lượng với dung lượng được cung cấp bởi nhóm chùm tia), làm giảm thiểu nhiễu (ví dụ, chùm tia mà ở gần với nhau hơn thường gây ra nhiễu với nhau nhiều hơn so với chùm tia mà ở xa nhau hơn và chùm tia có thể được phân nhóm với chùm tia khác mà ở gần với nhau), dịch chuyển tải lượng giờ cao điểm (ví dụ, hiệu suất hệ thống được cải thiện có thể thu được nếu "giờ cao điểm" xảy ra ở các thời điểm khác nhau đối với chùm tia mà ở trong cùng nhóm chùm tia, mà có thể cho phép dịch chuyển dung lượng giữa các chùm tia trong nhóm chùm tia này tùy thuộc vào việc chùm tia nào thuộc vào giờ cao điểm), làm giảm thiểu sự xung đột lịch biểu (ví dụ, làm giảm thiểu số lượng xung đột chùm tia mà phải được khử xung đột bằng thiết kế của mô hình cấu hình đường truyền), v.v. Các cân nhắc khác có thể cũng có thể ảnh hưởng đến các nhóm chùm tia. Ví dụ, việc phân nhóm có thể bị giới hạn sao cho một và chỉ một chùm tia cổng nối được gán cho mỗi nhóm chùm tia, để cho mỗi chùm tia người dùng được gán chỉ ở một nhóm chùm tia, để cho phần tiếp sóng đối với tất cả các chùm tia trong nhóm chùm tia được định vị trên cùng mảng phần tiếp sóng (được chiếu bằng cùng bộ phản xạ), v.v. Theo một số phương án, các nhóm chùm tia là cấu hình thời gian thiết kế (nghĩa là, các nhóm chùm tia được mã hóa định cứng một cách hiệu quả theo sự kết nối của chúng với các bộ chuyển mạch), trong khi đó cấu hình đường truyền 130

là cấu hình khi bay (ví dụ, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 có thể chuyển mạch động sự kết hợp đường truyền 130 khi bay theo lịch biểu chuyển mạch 210).

[0042] Lịch biểu chuyển mạch 210 có thể được sử dụng để xác định cấu hình đường truyền 130 cho vệ tinh 105 ở mỗi khe thời gian và các cấu hình đường truyền 130 này có thể được lập lịch biểu phối hợp các hoạt động của nhiều vệ tinh 105 trong chòm. Ví dụ, ở mỗi khe thời gian, khả năng kết nối đầu-với-đầu (ví dụ, để hỗ trợ lưu lượng kênh đi ra và kênh trở về) trong toàn bộ chòm có thể được xác định bởi một hoặc hơn một lịch biểu chuyển mạch 210 được phân bố ở giữa nhiều vệ tinh 105. Theo một số thực thi, một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm có thể duy trì lịch biểu chuyển mạch riêng 210 mà vệ tinh 105; trong khi trong các thực thi khác, một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm có thể duy trì lịch biểu chuyển mạch dùng chung 210 mà xác định cấu hình chuyển mạch của nhiều vệ tinh 105 ở mỗi khe thời gian. Như được mô tả dưới đây, lịch biểu chuyển mạch 210 có thể thu được bằng vệ tinh theo cách thích hợp bất kỳ. Ví dụ, lịch biểu chuyển mạch 210 có thể được chuyển tiếp đến vệ tinh 105 khi bay từ một vệ tinh 105 khác (ví dụ, qua phần tiếp sóng liên kết chéo 225), được truyền đến vệ tinh 105 khi bay từ đầu cuối trên mặt đất 150 (ví dụ, từ đầu cuối cổng nối qua phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220), được lưu trữ trước (ví dụ, được mã hóa định cứng, được lập trình trước, v.v.) trước khi vệ tinh 105 ở trạng thái đang bay, v.v.

[0043] Hình 3A và Hình 3B thể hiện các ví dụ về đường truyền đi ra 130 theo các phương án khác nhau. Đường truyền 130 được minh họa có thể thể hiện cấu hình đường truyền 130 cụ thể ở sự lưu nhanh về thời gian (ví dụ, ở khe thời gian cụ thể) hoặc đường truyền có thể cấu hình một phần 130 (nghĩa là, đường truyền chỉ có khả năng chuyển mạch phát). Nhìn chung, giả thiết rằng lưu lượng kênh đi ra là lưu lượng đã được trù định từ trước cho một hoặc hơn một đầu cuối người sử dụng. Lưu lượng này có thể thường phát sinh từ đầu cuối cổng nối. Tuy nhiên, trong phạm vi của chòm, lưu lượng liên kết đi ra có thể được thu ở một vệ tinh 105 từ một vệ tinh 105 khác (ví dụ, đường tín hiệu từ đầu cuối cổng nối nguồn tới đầu cuối người sử dụng

đích có thể bao gồm nhiều bước nhảy liên-vệ tinh). Như được minh họa trên Hình 3A, máy thu 135a có thể thu tín hiệu liên kết lên đi ra thông qua phần tiếp sóng chùm tia liên kết mặt đất 220 (ví dụ, phần tiếp sóng chùm tia cổng nối, phần tiếp sóng chùm tia đầu cuối cổng nối/người sử dụng, v.v.) từ một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối. Như được minh họa trên Hình 3B, máy thu 135a có thể thu tín hiệu liên kết lên đi ra thông qua phần tiếp sóng chùm tia liên kết chéo 225 từ một hoặc hơn một vệ tinh. Mặc dù không được thể hiện, dự tính rằng một số kiến trúc có thể cho phép lưu lượng liên kết đi ra được truyền thông từ đầu cuối người sử dụng nguồn đến đầu cuối người sử dụng đích (ví dụ, trong kiến trúc không phải là trực-nhanh hoa).

[0044] Trên cả Hình 3A và Hình 3B, đầu ra của máy thu 135a có thể được kết hợp (thông qua đường truyền 130) đến đầu vào của máy phát 135b. Máy phát 135b có thể được kết hợp đến một hoặc hơn một bộ chuyển mạch phát 235. Ví dụ, bộ chuyển mạch phát 235 có thể được định vị phía sau máy phát 135b của đường truyền 130 dọc theo đường tín hiệu. Bộ chuyển mạch phát 235 có thể được sử dụng để điều khiển đầu ra từ đường truyền 130 bằng cách chuyển mạch động sự truyền tín hiệu giữa phần tiếp sóng liên kết mặt đất bất kỳ trong một số lượng các phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 (ví dụ, phục vụ một hoặc hơn một đầu cuối người sử dụng thông qua N phần tiếp sóng chùm tia người dùng) và/hoặc giữa phần tiếp sóng liên kết chéo bất kỳ trong một số lượng các phần tiếp sóng liên kết chéo 225 (ví dụ, phục vụ một hoặc hơn một vệ tinh 105 thông qua M phần tiếp sóng chùm tia vệ tinh). Như được mô tả ở trên, bộ chuyển mạch phát 235 có thể được định hướng bởi hệ thống con cấu hình đường truyền 140 theo lịch biểu chuyển mạch 210. Ví dụ, bộ chuyển mạch phát 235 có thể tuần hoàn giữa các vị trí chuyển mạch khác nhau theo mô hình chuyển mạch (ví dụ, đối với nhóm chùm tia) để tạo ra dung lượng liên kết đi ra đến chùm tia đầu ra của mỗi phần tiếp sóng chùm tia đầu ra.

[0045] Mô hình chuyển mạch có thể xác định tập hợp của các vị trí chuyển mạch theo thời gian trong khung, bằng cách này xác định phần tiếp sóng nào mà bộ chuyển mạch phát 235 nối với máy phát 135b ở thời gian nhất định bất kỳ. Theo một số thực

thi, lịch biểu chuyển mạch 210 có thể được lưu trữ trong bộ nhớ ở hệ thống con cấu hình đường truyền 140. Lịch biểu chuyển mạch 210 có thể được tải lên hệ thống con cấu hình đường truyền 140 bằng cách sử dụng tín hiệu liên kết lên mà có thể là trong băng tần (ví dụ, sử dụng khe thời gian hoặc sóng mang cụ thể trong hệ thống truyền thông) hoặc ngoài băng tần (ví dụ, sử dụng điều khiển lệnh riêng rẽ và liên kết từ xa với vệ tinh 105). Phần thời gian mà bộ chuyển mạch phát 235 sử dụng trong mỗi vị trí có thể xác định dung lượng liên kết đi ra được cấp cho mỗi chùm tia. Sự phân phối linh hoạt của dung lượng liên kết đi ra có thể được thực hiện bằng cách làm thay đổi lượng thời gian mà bộ chuyển mạch phát 235 sử dụng ở mỗi vị trí. Nói cách khác, dung lượng liên kết đi ra được phân phối linh hoạt bằng cách thay đổi chu kỳ nhiệm vụ tương đối nhờ đó đường truyền 130 phục vụ chùm tia. Sự phân phối thời gian có thể là động (ví dụ, thay đổi theo giờ trong ngày) để điều tiết các thay đổi tạm thời của tải lượng trong mỗi chùm tia. Bộ chuyển mạch phát 235 có thể là bộ chuyển mạch nhanh (có khả năng chuyển mạch nhanh so với sự định thời gian khung), ví dụ, hoạt động ở tần số radio (radio frequency - RF) như tần số băng Ka. Theo một số phương án, bộ chuyển mạch ferit có thể được sử dụng cho bộ chuyển mạch phát 235. Các bộ chuyển mạch ferit có thể tạo ra sự chuyển mạch nhanh, sự suy giảm do xen thấp (ví dụ, gần như không ảnh hưởng công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (equivalent isotropically radiated power - EIRP) hoặc tăng lên nhiệt độ nhiễu (G/T)) và khả năng xử lý công suất cao.

[0046] Hình 3C và Hình 3D thể hiện các ví dụ về đường truyền về 130 theo các phương án khác nhau. Đường truyền 130 được minh họa có thể thể hiện cấu hình đường truyền 130 cụ thể ở sự lưu nhanh về thời gian (ví dụ, ở khe thời gian cụ thể) hoặc đường truyền có thể cấu hình một phần 130 (nghĩa là, đường truyền chỉ có khả năng chuyển mạch thu). Nhìn chung, giả thiết rằng lưu lượng kênh trở về là lưu lượng đã được trừ định từ trước cho một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối. Lưu lượng này có thể thường phát sinh từ đầu cuối người sử dụng. Tuy nhiên, trong phạm vi của chòm, lưu lượng liên kết trở lại có thể là thu được ở một vệ tinh 105 từ một vệ tinh 105 khác (ví dụ, đường tín hiệu từ đầu cuối người sử dụng nguồn đến

đầu cuối cổng nối đích có thể bao gồm nhiều bước nhảy liên-vệ tinh). Hơn nữa, lưu lượng liên kết trở lại có thể được truyền từ vệ tinh 105 đến một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối đích trực tiếp hoặc qua một hoặc hơn một vệ tinh 105 khác.

[0047] Đầu vào của máy thu 135a có thể được kết hợp với một hoặc hơn một bộ chuyển mạch thu 230. Ví dụ, bộ chuyển mạch thu 230 có thể được định vị phía trước máy thu 135a của đường truyền 130 trong đường tín hiệu. Bộ chuyển mạch thu 230 có thể được sử dụng để điều khiển đầu vào vào đường truyền 130 bằng cách chuyển mạch động tín hiệu thu giữa phần tiếp sóng liên kết mặt đất bất kỳ trong một số lượng các phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 (ví dụ, phục vụ một hoặc hơn một đầu cuối người sử dụng thông qua N phần tiếp sóng chùm tia người dùng) và/hoặc giữa bất kỳ trong một số lượng các phần tiếp sóng liên kết chéo 225 (ví dụ, phục vụ một hoặc hơn một vệ tinh 105 thông qua M phần tiếp sóng chùm tia vệ tinh). Như được mô tả ở trên, bộ chuyển mạch thu 230 có thể được định hướng bởi hệ thống con cấu hình đường truyền 140 theo lịch biểu chuyển mạch 210. Ví dụ, bộ chuyển mạch thu 230 có thể tuần hoàn giữa các vị trí chuyển mạch khác nhau theo mô hình chuyển mạch (ví dụ, đối với nhóm chùm tia) để cung cấp dung lượng liên kết trở lại cho chùm tia đầu vào của mỗi của phần tiếp sóng chùm tia đầu vào. Mô hình chuyển mạch có thể được sử dụng trong các thực thi đường truyền trở về của Hình 3C và Hình 3D có thể được thực hiện theo cách gần như giống hệt với và/hoặc có thể thực hiện gần như các chức năng tương ứng với, cách được mô tả ở trên dựa vào các thực thi đường truyền đi ra của Hình 3A và Hình 3B. Ví dụ, mô hình có thể xác định tập hợp của các vị trí chuyển mạch theo thời gian trong khung, bằng cách này xác định rằng phần tiếp sóng bộ chuyển mạch thu 230 nối với máy thu 135a ở thời gian nhất định bất kỳ; và phần thời gian bộ chuyển mạch thu 230 sử dụng trong mỗi vị trí có thể xác định dung lượng liên kết trở lại được cấp cho mỗi chùm tia. Sự phân phối thời gian có thể là tĩnh hoặc động theo thời gian (ví dụ, để điều tiết các thay đổi tạm thời của tải lượng trong mỗi chùm tia).

[0048] Đầu ra của máy thu 135a có thể được kết hợp (thông qua đường truyền 130) với đầu vào của máy phát 135b. Máy phát 135b có thể được kết hợp với một hoặc hơn một bộ chuyển mạch phát 235. Như được minh họa trên Hình 3C, máy phát 135b có thể phát tín hiệu liên kết xuống trở về thông qua phần tiếp sóng chùm tia liên kết mặt đất 220 (ví dụ, phần tiếp sóng chùm tia cổng nối, phần tiếp sóng chùm tia đầu cuối cổng nối/người sử dụng, v.v.) đến một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối. Như được minh họa trên Hình 3B, máy phát 135b có thể phát tín hiệu liên kết xuống trở về thông qua phần tiếp sóng chùm tia liên kết chéo 225 đến một hoặc hơn một vệ tinh. Mặc dù không được thể hiện, dự tính rằng một số kiến trúc có thể cho phép lưu lượng liên kết trở lại được truyền thông từ đầu cuối cổng nối nguồn tới đầu cuối cổng nối đích (ví dụ, trong kiến trúc không phải là trực-nan hoa).

[0049] Hình 4 thể hiện môi trường cấu hình đường truyền minh họa 400 mà sử dụng sự tạo chùm cho cấu hình khi bay của các đường truyền 130 theo các phương án khác nhau. Ví dụ, một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm có thể hỗ trợ kiến trúc ống cong, không được xử lý với giàn anten định pha được sử dụng để tạo ra chùm tia tập trung nhỏ. Các vệ tinh 105 này (nghĩa là, môi trường cấu hình đường truyền 400) có thể bao gồm K đường truyền chung 130, mỗi đường truyền này có thể phân phối dưới dạng đường truyền đi ra hoặc đường truyền trở về trong khe thời gian bất kỳ (hoặc, như được mô tả ở trên, một số đường truyền có thể là có thể cấu hình một phần). Bộ phản xạ lớn có thể được chiếu bằng giàn anten định pha mang lại khả năng gtoja ra mô hình chùm tia tùy ý trong sự ràng buộc thiết lập bởi kích thước bộ phản xạ và số lượng và sự sắp đặt của các phần tử anten. Bộ phản xạ cấp giàn anten định pha có thể được sử dụng cho cả việc thu tín hiệu liên kết lên và việc phát tín hiệu liên kết xuống. Các thành phần cụ thể được bao gồm trong mỗi đường truyền 130 và cấu hình của các thành phần này có thể thay đổi tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể.

[0050] Môi trường cấu hình đường truyền 400 có thể bao gồm N phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 và M phần tiếp sóng liên kết chéo 225. Phần tiếp sóng có thể là phần tiếp sóng của một hoặc hơn một anten (ví dụ, (các) anten của Hình 1). Như được

minh họa, giả thiết rằng N phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 phục vụ các đầu cuối trên mặt đất 150 như cổng nối và các đầu cuối người sử dụng và M phần tiếp sóng liên kết chéo 225 phục vụ một hoặc hơn một vệ tinh 105 khác của chòm. Như được mô tả ở trên, mặc dù cấu hình được minh họa có thể làm thuận tiện cho đường truyền có thể cấu hình đầy đủ 130, một số vệ tinh 105 trong chòm có thể chỉ có phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220, chỉ phần tiếp sóng liên kết chéo 225 hoặc chỉ các dạng kết hợp nhất định của chúng. Phần tiếp sóng có thể kết hợp chọn lọc một cách hiệu quả với đường truyền 130 bằng cách điều chỉnh trọng số của chùm, bằng cách này động tạo cấu hình khả năng kết nối của các đường truyền 130. Ví dụ, trọng số của chùm có thể được thiết lập bởi mạng tạo chùm tia bên thu 280 để chuyển một cách hiệu quả lưu lượng thu được bởi một hoặc hơn một phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 và/hoặc phần tiếp sóng liên kết chéo 225 vào bên thu của một hoặc hơn một đường truyền 130 và trọng số của chùm có thể được thiết lập bởi mạng tạo chùm tia bên phát 285 (hoặc, chính xác hơn, mạng "tạo phần tiếp sóng" bên phát) để chuyển một cách hiệu quả lưu lượng từ bên phát của một hoặc hơn một đường truyền đến một hoặc hơn một phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220 và/hoặc phần tiếp sóng liên kết chéo 225. Mỗi đường truyền 130 có thể được tạo cấu hình dưới dạng đường truyền đi ra bằng cách tạo cấu hình mạng tạo chùm tia bên thu 280 và mạng tạo chùm tia bên phát 285 để tạo ra đường tín hiệu qua đường truyền 130 cho lưu lượng kênh đi ra và mỗi đường truyền 130 có thể được tạo cấu hình dưới dạng đường truyền trở về bằng cách tạo cấu hình mạng tạo chùm tia bên thu 280 và mạng tạo chùm tia bên phát 285 để tạo ra đường tín hiệu qua đường truyền 130 cho lưu lượng kênh trở về. Với mạng tạo chùm tia bên thu 280 và mạng tạo chùm tia bên phát 285 tạo cấu hình nhiều đường truyền 130, dung lượng của vệ tinh 105 có thể bằng cách này được gán động và linh hoạt, khi bay, phục vụ sự phân phối mong muốn của dung lượng kênh đi ra và kênh trở về và đặc tính thời gian và không gian mong muốn của khả năng bao phủ chùm tia.

[0051] Mạng tạo chùm tia bên thu 280 và mạng tạo chùm tia bên phát 285 có thể là động, cho phép sự chuyển động nhanh của vị trí của cả chùm phát và chùm thu (ví

dụ, bằng cách nhảy nhanh cả vị trí chùm phát và vị trí chùm thu). Mạng tạo chùm có thể dừng lại trong một mô hình bước nhảy chùm tia trong một khoảng thời gian được gọi là thời gian dừng khe thời gian và mô hình vị trí chùm tia hoặc trọng số của mô hình chùm tia có thể được sắp xếp vào trình tự của khung bước nhảy chùm tia. Khung có thể lặp lại, nhưng cũng có thể là động và/hoặc thay đổi theo thời gian. Khoảng thời gian và vị trí của chùm thu và chùm phát của khe thời gian bước nhảy chùm tia cũng có thể thay đổi, cả giữa khung và trong khung.

[0052] Các trọng số tác dụng bởi hệ thống con tạo chùm phía thu 280 và hệ thống con tạo chùm phía phát 285 (nghĩa là và bằng cách này, cấu hình của các đường truyền 130) có thể được định hướng bởi hệ thống con cấu hình đường truyền 140. Như được minh họa, các phương án của hệ thống con cấu hình đường truyền 140 có thể vận hành theo lịch biểu trọng số 260. Ví dụ, lịch biểu trọng số 260 xác định trọng số nào áp dụng trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian. Lịch biểu trọng số 260 có thể được sử dụng theo cách gần giống như lịch biểu chuyển mạch 210 được mô tả ở trên dựa vào các Hình 2 – 3D. Trong một số thực thi, sự tạo chùm có thể được sử dụng để tạo ra tính linh hoạt đầy đủ qua số lượng lớn của các đường truyền 130 mà không liên quan đến các hệ thống chuyển mạch lớn, các nhóm chùm tia, v.v. Lịch biểu trọng số 260 có thể được cấp cho và/hoặc được lưu trữ bởi, mỗi vệ tinh 105 theo cách thích hợp bất kỳ. Ví dụ, lịch biểu trọng số 260 có thể được chuyển tiếp cho vệ tinh 105 khi bay từ một vệ tinh 105 khác (ví dụ, qua phần tiếp sóng liên kết chéo 225), được truyền đến vệ tinh 105 khi bay từ đầu cuối trên mặt đất 150 (ví dụ, từ đầu cuối cổng nối qua phần tiếp sóng liên kết mặt đất 220), được lưu trữ trước (ví dụ, được mã hóa định cứng, được lập trình trước, v.v.) trước khi vệ tinh 105 đang bay, v.v. Hơn nữa, lịch biểu trọng số 260 được duy trì bởi một vệ tinh 105 cụ thể có thể là lịch biểu trọng số thích hợp bất kỳ 260, bao gồm, ví dụ, lịch biểu trọng số dành riêng 260 cho vệ tinh 105 đó, lịch biểu trọng số dùng chung 260 cho một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 trong chòm, v.v.

[0053] Hình 5 thể hiện kiến trúc vệ tinh minh họa để thực hiện các phương án tạo chùm khác nhau. Các phần tử anten 502 và 504 được thể hiện cho sự phân cực bên trái (left-hand polarization - LHP) và sự phân cực bên phải (right-hand polarization - RHP) để hỗ trợ nhiều sự phân cực. Theo một số phương án (không được thể hiện), kiến trúc vệ tinh chỉ hỗ trợ sự phân cực đơn lẻ. Theo các phương án khác, kiến trúc vệ tinh hoạt động với một sự phân cực mặc dù nó hỗ trợ nhiều sự phân cực. Hai hệ thống anten riêng rẽ được sử dụng trong ví dụ theo Hình 5, một để thu (Rx) và một để phát (Tx), nhưng hệ thống anten Tx/Rx tích hợp cũng có thể được sử dụng. Mỗi hệ thống anten có thể bao gồm bộ phản xạ lớn 506, 508 mà được chiếu bằng giàn anten định pha gồm có L phần tử anten trong giàn. Ví dụ theo Hình 5 sử dụng bộ phản xạ cấp giàn anten định pha như hệ thống anten của nó, nhưng Giàn Phát Xạ Trực Tiếp (Direct Radiating Array - DRA) hoặc kiểu khác bất kỳ của hệ thống anten dựa trên giàn anten định pha mà sử dụng mạng tạo chùm có thể được sử dụng theo các phương án khác.

[0054] Hệ thống Rx có thể gồm có L_{rx} phần tử trong giàn anten định pha và đầu ra của mỗi phần tử cổng có thể được kết nối với Bộ khuếch đại ít nhiễu (Low Noise Amplifier - LNA). Mỗi LNA có thể được định vị gần với phần tử phần tiếp sóng đi kèm để làm giảm thiểu nhiệt độ nhiễu hệ. LNA có thể được kết hợp trực tiếp với phần tử phần tiếp sóng, mà có thể mang lại hệ số nhiễu tối ưu. Đầu ra của mỗi trong $2 \times L_{rx}$ LNA có thể được kết hợp với mạng tạo chùm tia Rx 280, mà có thể bao gồm cả hai phần LHP và RHP. Vì hệ số nhiễu hệ thống chủ yếu thiết lập bởi LNA, mạng tạo chùm tia Rx 280 có thể được định vị xa LNA với sự nối thông của, ví dụ, cáp đồng trục hoặc đường dẫn sóng. Mạng tạo chùm tia Rx 280 có thể lấy đầu vào $2 \times L_{rx}$ và cung cấp tín hiệu đầu ra K, mỗi mạng tương ứng với một trong chùm tia Rx K. Mạng tạo chùm tia Rx 280 có thể vận hành ở tần số Rx và không tạo ra sự dịch chuyển tần số, trong ví dụ này.

[0055] Đầu ra K của mạng tạo chùm tia Rx 280 từ cả hai phần LHP và RHP có thể được cấp qua các phần cứng đường tín hiệu K. Theo một số phương án, cùng số lượng của

các đường truyền 130 có thể được sử dụng cho mỗi sự phân cực sẵn có (ví dụ, LHP và RHP), mặc dù nhìn chung có thể có số lượng đường truyền 130 khác được kết nối với các tín hiệu thu được của mỗi sự phân cực. Mỗi đường truyền 130 của kiến trúc ống dẫn thường gồm có xử lý chuyển đổi tần số, lọc và khuếch đại tăng chọn lọc. Các dạng khác của xử lý (ví dụ, sự giải điều biến, sự điều biến lại hoặc sự làm lại của các tín hiệu thu được) không được thực hiện khi sử dụng kiến trúc ống dẫn. Sự chuyển đổi tần số có thể là cần thiết để chuyển đổi tín hiệu chùm tia ở tần số liên kết lên thành tần số liên kết xuống riêng rẽ, ví dụ, trong kiến trúc ống dẫn. Việc lọc thường gồm có lọc trước trước bộ chuyển đổi giảm và lọc sau sau bộ chuyển đổi giảm và có mặt để thiết lập băng thông của tín hiệu cần được phát cũng như là để loại bỏ sản phẩm điều biến qua lại pha trộn không mong muốn. Bộ khuếch đại kênh tăng chọn lọc có thể cung cấp các thiết lập tăng độc lập cho mỗi của đường truyền K trong ví dụ trên Hình 5.

[0056] Mạng tạo chùm Tx 285, mà có thể bao gồm cả phần LHP và phần RHP, có thể tạo ra đầu ra $2 \times L_{tx}$ từ tín hiệu đầu ra đường truyền K. Theo một số phương án, tín hiệu đầu ra đường truyền mà bắt nguồn từ chùm thu LHP có thể là đầu ra trên chùm phát RHP và ngược lại. Theo các phương án khác, tín hiệu đầu ra đường truyền mà bắt nguồn từ chùm thu LHP có thể là đầu ra trên chùm phát LHP. Mạng tạo chùm Tx 285 có thể vận hành ở tần số Tx và có thể không tạo ra sự dịch chuyển tần số trong ví dụ này. Đầu ra của mạng tạo chùm Tx 285 được kết hợp vào bộ khuếch đại công suất cao $2 \times L_{tx}$ (HPA). Bộ lọc điều hòa (HF) được kết nối với đầu ra của mỗi HPA có thể thực hiện việc lọc thông thấp để tạo ra sự triệt tiêu của sự điều hòa bậc hai và bậc cao hơn, ví dụ, từ đầu ra của HPA. Sau đó, đầu ra của bộ lọc điều hòa có thể được nhập vào phần tử phần tiếp sóng $2 \times L_{tx}$ trong giàn anten định pha Tx. Mỗi HPA và bộ lọc điều hòa có thể được định vị gần với phần tử phần tiếp sóng Tx đi kèm để làm giảm thiểu sự mất đi. Lý tưởng là, HPA/HF có thể được gắn trực tiếp với phần tử phần tiếp sóng Tx, mà có thể mang lại công suất phát xạ tối ưu.

[0057] Như được thể hiện trên Hình 5, các bộ phản xạ riêng rẽ 506, 508 và mảng phần tiếp sóng có thể được sử dụng cho chùm tia Tx và chùm tia Rx. Tuy nhiên, như được mô tả ở trên, theo một số phương án bộ phản xạ đơn lẻ và một mảng phần tiếp sóng được sử dụng để thực hiện cả chức năng Tx và chức năng Rx. Trong các phương án này, mỗi phần tiếp sóng có thể bao gồm hai cổng, một cho Tx và một cho Rx. Đối với hệ thống sử dụng hai sự phân cực (ví dụ, RHP và LHP), phần tiếp sóng 5 cổng (2 cho Tx và 2 cho Rx) có thể được bao gồm. Để duy trì sự cách ly Tx với Rx chấp nhận được, phương pháp bộ phản xạ đơn lẻ này cũng có thể sử dụng các bộ phối hợp hoặc các phần tử lọc khác trong một số hoặc tất cả các phần tử phần tiếp sóng. Các phần tử lọc này có thể đi qua băng Rx trong khi đó tạo ra sự triệt tiêu trong băng Tx. Số lượng tăng lên của phần tử phần tiếp sóng và yêu cầu làm phù hợp pha đối với BFN có thể làm cho phương pháp này thực hiện phức tạp hơn nhưng có thể làm giảm chi phí của nhiều bộ phản xạ và nhiều mảng phần tiếp sóng.

[0058] Theo một số phương án, mạng tạo chùm tia Rx 280, mạng tạo chùm Tx 285 hoặc cả hai, có thể sử dụng trọng số chùm tia thay đổi theo thời gian để nhảy vị trí chùm thu, vị trí chùm phát hoặc cả hai, xung quanh theo thời gian. Các giá trị trọng số chùm tia này có thể được lưu trữ trong Bộ xử lý Trọng số Chùm tia (Beam Weight Processor - BWP) 514. BWP 514 cũng có thể cung cấp logic điều khiển để tạo ra trọng số chùm tia phù hợp ở thời gian phù hợp. BWP 514 có thể được kết nối với mặt đất thông qua liên kết dữ liệu hai chiều 516, mà có thể là trong băng tần với dữ liệu lưu lượng hoặc ngoài băng tần với anten và máy thu phát của bản thân nó. Liên kết dữ liệu hai chiều 516 được thể hiện dưới dạng hai chiều trong ví dụ trên Hình 5 để đảm bảo rằng thu được trọng số chùm tia đúng bởi BWP 514. Như vậy, các kỹ thuật phát hiện và/hoặc sửa lỗi, bao gồm các yêu cầu phát lại, có thể được hỗ trợ bằng cách sử dụng liên kết hai chiều. Theo các phương án khác, liên kết một chiều được sử dụng với sự phát hiện và/hoặc sự sửa lỗi. Theo một số phương án, thiết lập ban đầu của trọng số chùm tia có thể được tải vào bộ nhớ của BWP 514 trước khi bắt đầu.

[0059] Liên kết dữ liệu 516 có thể được sử dụng, ví dụ, để thu trọng số chùm tia đã được ước tính trước và chuyển trọng số này đến BWP 514. Liên kết dữ liệu 516 có thể là liên kết truyền thông thích hợp bất kỳ với vệ tinh 105. Theo một số phương án, liên kết dữ liệu 516 có thể được thực hiện dưới dạng liên kết đo xa, bám sát và điều khiển (telemetry, tracking and command - TT&C) vệ tinh. Theo các phương án khác, liên kết dữ liệu 516 có thể được thực hiện dưới dạng liên kết truyền thông dành riêng (ngoài băng tần) (ví dụ liên kết dữ liệu mà sử dụng băng truyền thông khác với băng truyền thông mà được sử dụng bởi đường truyền 130). Theo các phương án khác, liên kết dữ liệu 516 có thể là liên kết truyền thông trong băng tần (ví dụ, một phần của phổ hoặc khe thời gian nhất định, có thể được thu và/hoặc được giải điều biến bằng vệ tinh).

[0060] Theo một số phương án, trọng số chùm tia được tạo ra trên mặt đất ở thực thể quản lý mạng như Trung tâm Điều hành Mạng (Network Operational Center - NOC). Vị trí mong muốn của mỗi chùm tia Tx và Rx K, dọc theo mô hình phát xạ phần tử phần tiếp sóng, có thể được sử dụng để tạo ra giá trị trọng số chùm tia. Có một vài kỹ thuật để tạo ra trọng số chùm tia thích hợp mang lại vị trí chùm tia mong muốn. Ví dụ, trong một phương pháp, trọng số chùm tia có thể được tạo ra trên mặt đất theo thời gian không phải là thời gian thực. Sau đó, trọng số động có thể được tải lên BWP 514 qua liên kết dữ liệu 516 và sau đó được áp dụng cho BFN theo phương thức động để tạo ra chùm tia nhảy trên cả liên kết lên Rx và liên kết xuống Tx.

[0061] Phần liên kết xuống của liên kết dữ liệu 516 có thể được sử dụng để báo cáo tình trạng của BFN và để tạo ra xác nhận về sự tiếp nhận đúng của trọng số chùm tia được liên kết lên. Sự tiếp nhận đúng của trọng số chùm tia có thể được xác định bằng cách sử dụng mã CRC truyền thống, ví dụ. Trong trường hợp mà sự tiếp nhận không đúng, như được chỉ ra bởi sự thất bại của CRC khi kiểm tra, ví dụ, sự phát liên kết lên của trọng số chùm tia (hoặc phần của trọng số chùm tia mà được cho là không đúng hoặc không hợp lệ), có thể được phát lại. Theo một số phương án, quy trình này có thể được điều khiển bằng giao thức phát lại yêu cầu lặp lại tự động ARQ

(như, ví dụ, ARQ lặp lại chọn lọc, ARQ dừng-và-đợi hoặc ARQ quay-trở lại-N hoặc giao thức phát lại, phát hiện lỗi hoặc sửa lỗi thích hợp khác bất kỳ) giữa trạm mặt đất và BWP 514.

[0062] Nhìn chung, kiến trúc vệ tinh 500 cung cấp cho đường truyền nhảy chung K 130. Mỗi đường truyền 130 về mặt chức năng gồm có chùm tia Rx và chùm tia Tx, được kết nối với nhau qua điện tử và hệ mạch mà tạo ra sự điều hòa tín hiệu dưới dạng một hoặc hơn một sự lọc, sự chuyển đổi tần số, sự khuếch đại và dạng tương tự. Mỗi đường truyền 130 có thể được thể hiện dưới dạng bộ truyền đáp ứng cong có thể được sử dụng trong cấu hình trục-nan hoa hoặc cấu hình lưới. Ví dụ, theo một phương án với cấu hình lưới, đường truyền 130 mang tín hiệu giữa cụm nhiều đầu cuối thứ nhất trên mặt đất 150 và cụm nhiều đầu cuối thứ hai trên mặt đất 150 thông qua vệ tinh 105. Theo các phương án khác, đường truyền 130 có thể làm thuận tiện cho sự truyền thông giữa các vệ tinh 105 của chòm. Theo các hệ thống và phương pháp được mô tả trong bản mô tả này, các điểm kết thúc (ví dụ, vị trí chùm tia Tx và vị trí chùm tia Rx) cho mỗi đường truyền 130 có thể là động và có thể lập trình, dẫn đến kiến trúc vệ tinh truyền thông có độ linh hoạt cao.

[0063] Mạng tạo chùm tia bên thu 280 và mạng tạo chùm tia bên phát 285 có thể được thực hiện theo cách thích hợp bất kỳ. Một thực thi của mạng tạo chùm tia bên thu 280 có thể lấy trong tín hiệu từ phần tử phần tiếp sóng L_{rx} và cung cấp các tín hiệu của chùm tia được tạo thành K_pLHP và RHP làm đầu ra. Mỗi tín hiệu đầu vào từ phần tử phần tiếp sóng có thể trước hết được chia ra thành các bản sao giống nhau K, một cho mỗi chùm tia, sau đó bộ tạo chùm tia song song K_p có thể được nhận ra. Mỗi bộ tạo chùm tia có thể bao gồm hệ mạch điều chỉnh pha và biên độ để lấy tín hiệu đầu vào từ một trong các L_{rx} bộ chia và cung cấp sự điều chỉnh pha và biên độ cho tín hiệu, và hệ mạch cộng để tính tổng tín hiệu được điều chỉnh pha và biên độ L_{rx} để tạo ra tín hiệu từ một chùm tia được tạo thành. Sau đó mỗi đầu ra chùm tia Rx có thể được cấp vào một trong các đường tín hiệu độc lập K_p . Một thực thi của mạng tạo chùm tia bên phát 285 lấy trong tín hiệu từ đường tín hiệu K_p và cung cấp tín hiệu

cho mỗi phần tử phần tiếp sóng L_{tx} . Mỗi tín hiệu đầu vào từ đường truyền có thể trước hết được chia thành các bản sao giống nhau L_{tx} , một cho mỗi phần tử phần tiếp sóng. Sau đó “bộ tạo phần tiếp sóng” song song L_{tx} có thể được nhận ra. Mỗi bộ tạo phần tiếp sóng có thể bao gồm hệ mạch điều chỉnh pha và biên độ để lấy tín hiệu đầu vào từ một trong các bộ chia K_p và cung cấp sự điều chỉnh pha và biên độ và hệ mạch cộng có thể tính tổng tín hiệu được điều chỉnh pha và biên độ L_{tx} để tạo ra tín hiệu để phát trong một phần tiếp sóng. Một trong hai hoặc cả của mạng tạo chùm tia bên thu 280 và mạng tạo chùm tia bên phát 285 có thể cung cấp giá trị trọng số phức hợp động (thay đổi) và có thể lập trình trên mỗi bộ tạo chùm tia K (hoặc bộ tạo phần tiếp sóng) trong cả hai nửa của mỗi mạng. Trên thực tế, mạng nhìn chung có thể có các giai đoạn khuếch đại trong cấu trúc để tính đến một số hoặc tất cả các sự suy giảm do sự xen vào của các thiết bị được sử dụng để thực hiện các chức năng tương ứng của chúng (ví dụ, chia, xác định trọng số và kết hợp).

[0064] Các Hình 2 – 3D mô tả các kỹ thuật khác nhau mà sử dụng chuyển mạch để cho có thể tạo cấu hình đường truyền động và các Hình 4 và 5 mô tả các kỹ thuật khác nhau để sử dụng sự tạo chùm tia để cho có thể tạo cấu hình đường truyền động. Các phương án khác có thể sử dụng dạng lai của cả sự chuyển mạch và sự tạo chùm để cho có thể tạo cấu hình đường truyền động. Ví dụ, một số thực thi có thể bao gồm một hoặc hơn một phần tiếp sóng có vị trí cố định kết hợp với các thành phần chuyển mạch và một hoặc hơn một giàn anten định pha kết hợp với các thành phần tạo chùm tia. Cấu hình này có thể cung cấp một số lượng của các dấu hiệu như tính linh hoạt bổ sung, hỗ trợ cả chùm tia tập trung cố định và chùm tia tập trung giàn anten định pha, v.v.

[0065] Phần mô tả ở trên bao gồm các phương án khác nhau của các vệ tinh 105 có thể được sử dụng trong các phương án khác nhau của các chòm. Như được mô tả ở trên, cấu hình khi bay, động, phối hợp của các đường truyền 130 trong ít nhất là một số vệ tinh 105 của chòm có thể cho phép sự phân phối linh hoạt của dung lượng kênh đi ra và trở về, cũng như là tính linh hoạt trong khả năng bao phủ chùm tia về thời

gian và/hoặc không gian. Các khả năng này và các khả năng khác được mô tả thêm bằng cách sử dụng một số lượng các kiến trúc hệ thống truyền thông vệ tinh minh họa và các kịch bản minh họa trên các Hình 6A – 8D. Các kiến trúc và các kịch bản được dự định để làm cho rõ ràng và không được dự định là làm giới hạn phạm vi của các phương án được mô tả trong bản mô tả này.

[0066] Từ Hình 6A đến Hình 6C lần lượt thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa 600 trong kịch bản truyền thông thứ nhất vào mỗi thời gian trong ba thời gian tiếp theo. Kịch bản này minh họa đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a truyền thông với đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b trong trường hợp chòm vệ tinh 105 chạy dọc theo đường quỹ đạo tương ứng 110. Ví dụ, điều này có thể thể hiện sự truyền thông đi ra, trong đó đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a là đầu cuối cổng nối và đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b là đầu cuối người sử dụng; hoặc sự truyền thông trở về, trong đó đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a là đầu cuối người sử dụng và đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b là đầu cuối cổng nối. Mỗi hình vẽ tiếp theo minh họa sự lưu nhanh tương ứng của khả năng kết nối ở "thời gian." "Thời gian" có thể thể hiện khe thời gian cụ thể của khung cụ thể (ví dụ, bước lặp trình tự, v.v.) của lịch biểu cấu hình đường truyền, nhưng các khe thời gian không được dự định là ở liền kề trực tiếp; mà đúng hơn là chúng được đặt cách ra về mặt thời gian để minh họa sự thay đổi khả năng kết nối có thể xảy ra trong khung thời gian dài hơn. Ví dụ, các khe thời gian được thể hiện bởi các hình vẽ tiếp theo có thể được tách ra theo phút, ngay cả khi mặc dù cấu hình đường truyền có thể thay đổi nhanh hơn nhiều (ví dụ, nhiều thời gian trong mỗi giây).

[0067] Để đơn giản cho việc minh họa, vào mỗi thời gian, cấu hình đường truyền biểu thị một cách hiệu quả có dưới dạng "mạch" mà nối đầu cuối nguồn trên mặt đất 150 đến đầu cuối đích trên mặt đất 150 qua một hoặc hơn một vệ tinh 105. Sự chuyển mạch vật lý của các đường truyền 130 có thể trái ngược với phương pháp dựa trên sự chọn tuyến như "lưu trữ và chuyển tiếp", chuyển gói, chọn tuyến không kết nối, v.v. Chuyển mạch được sử dụng để làm thay đổi khả năng kết nối vật lý giữa

nguồn và đích (một số liên kết của sự kết nối "vật lý" là liên kết không dây). Hơn nữa, đa hợp "nhanh" của sự chuyển mạch có thể làm thay đổi nhiều sự kết nối khác nhau nhiều thời gian trong mỗi khung (ví dụ, chuyển mạch đến các kết nối khác nhau trong các khe thời gian khác nhau), mỗi thời gian biểu thị sự kết nối vật lý hoàn chỉnh. Ví dụ, tín hiệu được truyền từ nguồn có thể chạy, trong thời gian thực, từ nguồn qua tất cả các liên kết mặt đất, các liên kết chéo và đường truyền 130 ở tốc độ của sự truyền tín hiệu (ví dụ, bao gồm một số độ trễ truyền, nhưng không có độ trễ xử lý).

[0068] Cấu hình đường truyền được chuyển mạch có thể cho phép khả năng kết nối giữa hai đầu cuối trên mặt đất 150 bất kỳ để được thiết lập và/hoặc được duy trì, ngay cả khi chòm di chuyển đối với các đầu cuối trên mặt đất. Theo thời gian, các vệ tinh 105 khác nhau của chòm sẽ mọc lên và lặn đi ở các thời điểm khác nhau đối với đường chân trời của đầu cuối trên mặt đất 150, để cho mỗi đầu cuối trên mặt đất 150 "nhìn thấy" phần thay đổi của chòm theo thời gian. Hơn nữa, khả năng nhìn thấy lẫn nhau giữa các vệ tinh 105 có thể thay đổi khi các vệ tinh 105 khác nhau bay trong vùng khuất của nhau. Các thay đổi này có thể được dự đoán (nghĩa là, chúng có thể là tất định) dựa vào các tính chất quỹ đạo (ví dụ, cơ học) của các vệ tinh 105 và vị trí địa lý của các đầu cuối trên mặt đất 150. Vì vậy, khả năng kết nối mong muốn qua chòm vệ tinh và giữa các đầu cuối trên mặt đất cụ thể 150 có thể được sắp xếp bằng cách xác định trước sự kết nối đường truyền mong muốn trên vệ tinh riêng lẻ, như được mô tả trong bản mô tả này. Sự kết nối đường truyền này có thể thay đổi dưới dạng hàm số của thời gian, ví dụ, bằng cách di chuyển liên kết lên của đầu cuối trên mặt đất 150 từ vệ tinh thứ nhất đến vệ tinh thứ hai khác; cài xen hoặc xóa bỏ các liên kết chéo dọc theo sự kết nối cụ thể, v.v.

[0069] Vào thời gian thứ nhất, như được thể hiện trên Hình 6A, chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ nhất 105a chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a, chùm tia tập trung thứ hai của vệ tinh thứ nhất 105a chiếu vệ tinh thứ ba 105c và chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ ba 105c chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Hơn nữa, ở thời gian thứ

nhất, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ ba 105c và hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ ba 105c được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ nhất 105a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Với các vệ tinh 105 trong sự sắp xếp và cấu hình này, sự truyền thông từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b có thể được phát qua liên kết truyền thông thứ nhất 601a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a, qua liên kết truyền thông thứ hai 601b từ vệ tinh thứ nhất 105a đến vệ tinh thứ ba 105c và qua liên kết truyền thông thứ ba 601c từ vệ tinh thứ ba 105c đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b.

[0070] Vào thời gian thứ hai, như được thể hiện trên Hình 6B, các vệ tinh 105 di chuyển dọc theo đường quỹ đạo 110 của chúng, bằng cách này làm thay đổi vị trí đối với đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b (giả thiết là tĩnh trong kịch bản này). Bây giờ, vệ tinh thứ ba 105c không còn phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Thay vào đó, chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ nhất 105a vẫn chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a; nhưng chùm tia tập trung thứ hai của vệ tinh thứ nhất 105a bây giờ chiếu vệ tinh thứ tư 105d và chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ tư 105d chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Do đó, ở thời gian thứ hai, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất 105a được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ tư 105d và hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ tư 105d được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ nhất 105a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Với các vệ tinh 105

trong sự sắp xếp và cấu hình này, sự truyền thông từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b có thể được phát qua liên kết truyền thông thứ nhất 602a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a, qua liên kết truyền thông thứ hai 602b từ vệ tinh thứ nhất 105a đến vệ tinh thứ tư 105d và qua liên kết truyền thông thứ ba 602c từ vệ tinh thứ tư 105d đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b.

[0071] Vào thời gian thứ ba, như được thể hiện trên Hình 6C, các vệ tinh 105 di chuyển thêm dọc theo đường quỹ đạo 110 của chúng, lại thay đổi vị trí đối với các đầu cuối trên mặt đất 150. Bây giờ, vệ tinh thứ nhất 105a không còn phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a. Thay vào đó, chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ hai 105b chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và chùm tia tập trung thứ hai của vệ tinh thứ hai 105b bây giờ chiếu vệ tinh thứ tư 105d; nhưng chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ tư 105d vẫn chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Do đó, ở thời gian thứ ba, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ hai 105b được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ tư 105d và hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ tư 105c được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ hai 105b và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Với các vệ tinh 105 trong sự sắp xếp và cấu hình này, sự truyền thông từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b có thể được phát qua liên kết truyền thông thứ nhất 603a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ hai 105b, qua liên kết truyền thông thứ hai 603b từ vệ tinh thứ hai 105b đến vệ tinh thứ tư 105d và qua liên kết truyền thông thứ ba 603c từ vệ tinh thứ tư 105d đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b.

[0072] Từ Hình 7A đến Hình 7C thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa 700 trong kịch bản truyền thông thứ hai vào nhiều thời gian tiếp theo, một cách tương ứng, trong đó mỗi thời gian bao gồm nhiều khe thời gian. Kịch bản này minh họa đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a truyền thông với đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c; và đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c thu sự truyền thông cũng từ một hoặc hơn một đầu cuối khác (không được thể hiện); đều là trong trường hợp chòm vệ tinh 105 chạy dọc theo đường quỹ đạo tương ứng 110. Ví dụ, điều này có thể thể hiện nhiều sự truyền thông đi ra, trong đó đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a là đầu cuối cổng nối và đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c là các đầu cuối người sử dụng; hoặc sự truyền thông trở về, trong đó đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a là đầu cuối người sử dụng và đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c là đầu cuối cổng nối. Mỗi hình vẽ tiếp theo minh họa sự lưu nhanh tương ứng của khả năng kết nối ở "thời gian", và mỗi hình vẽ được thể hiện thời gian bao gồm ba khe thời gian. Ví dụ, "thời gian" có thể thể hiện khung cụ thể của lịch biểu cấu hình đường truyền. Thời gian tiếp theo không được dự định là ở liền kề trực tiếp; đúng hơn là chúng được đặt cách ra về mặt thời gian để minh họa sự thay đổi khả năng kết nối có thể xảy ra trong khung thời gian dài hơn (ví dụ, thời gian trôi qua giữa Hình 7A và Hình 7C có thể là hai mươi phút hoặc dạng tương tự, tùy thuộc vào đặc tính quỹ đạo của chòm và/hoặc các cân nhắc khác). Như được minh họa, khả năng kết nối logic (ví dụ, cặp bộ định danh nguồn và đích logic của mỗi sự truyền thông) được lập lịch biểu bởi khe thời gian và khả năng kết nối vật lý (ví dụ, mạch từ đầu cuối nguồn vật lý đến đầu cuối đích vật lý qua một hoặc hơn một vệ tinh thông qua liên kết mặt đất và liên kết chéo cụ thể, như biểu thị bởi cấu hình chuyển mạch) cũng được lập lịch biểu bởi khe thời gian để đem lại khả năng kết nối logic (nghĩa là, sự truyền thông từ nguồn đến đích có thể liên quan đến sự phối hợp giữa lớp logic và lớp vật lý). Ví dụ, khả năng kết nối logic được minh họa trên các Hình 7A và 7B xác định rằng, trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian thứ nhất, đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a phát đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c; trong mỗi

khe thời gian trong số nhiều khe thời gian thứ hai, đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a truyền thông đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian thứ ba, đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c thu lưu lượng từ một số đầu cuối trên mặt đất 150 khác (không được thể hiện). Tuy nhiên, vào mỗi thời gian, các vị trí của các vệ tinh 105 là khác nhau, để cho sự kết nối đường truyền vật lý thay đổi để đem lại cùng sự kết nối đầu-với-đầu giữa các đầu cuối mặt đất.

[0073] Vào thời gian thứ nhất, như được thể hiện trên Hình 7A, chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ nhất 105a chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a, chùm tia tập trung thứ hai của vệ tinh thứ nhất 105a chiếu vệ tinh thứ hai 105b, chùm tia tập trung thứ ba của vệ tinh thứ nhất 105a chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c, chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ hai 105c chiếu vùng mặt đất mà bao gồm đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và chùm tia tập trung thứ nhất của vệ tinh thứ ba 105c chiếu vệ tinh thứ hai 105b. Ở khe thời gian thứ nhất của thời gian thứ nhất, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất 105a được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c; để cho lưu lượng từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a có thể được phát đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c trong khe thời gian thứ nhất qua liên kết truyền thông 701a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a và qua liên kết truyền thông 701b từ vệ tinh thứ nhất 105a đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c. Ở khe thời gian thứ hai của thời gian thứ nhất, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất 105a được tạo cấu hình đường truyền 130 (ví dụ, được tạo cấu hình lại cùng đường truyền hoặc được tạo cấu hình đường truyền khác) để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ hai 105b và hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ hai 105b được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa

phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ nhất 105a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Trong cấu hình này, lưu lượng từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a có thể được phát đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b trong khe thời gian thứ hai qua liên kết truyền thông 711a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a (mà có thể giống hoặc khác với, liên kết truyền thông 701a của khe thời gian thứ nhất), qua liên kết truyền thông 711b từ vệ tinh thứ nhất 105a đến vệ tinh thứ hai 105b và qua liên kết truyền thông 711c từ vệ tinh thứ hai 105b đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Ở khe thời gian thứ ba của thời gian thứ nhất (ví dụ và/hoặc trong khe thời gian thứ nhất), hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ hai 105b được tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ ba 105c và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b; để cho lưu lượng từ vệ tinh thứ ba 105c (ví dụ, bắt nguồn từ một số đầu cuối trên mặt đất 150 khác (không được thể hiện)) có thể được phát đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b trong khe thời gian thứ ba qua liên kết truyền thông 721a từ vệ tinh thứ ba 105c đến vệ tinh thứ hai 105b và qua liên kết truyền thông 721b từ vệ tinh thứ hai 105b đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b.

[0074] Vào thời gian thứ hai, như được thể hiện trên Hình 7B, các vệ tinh 105 di chuyển dọc theo đường quỹ đạo 110 của chúng, bằng cách này thay đổi vị trí đối với các đầu cuối trên mặt đất thứ nhất, thứ hai và thứ ba 150 (giả thiết là tĩnh trong kịch bản này). Bây giờ, vệ tinh thứ nhất 105a có thể phục vụ tất cả ba đầu cuối trên mặt đất 150, vệ tinh thứ hai 105c cũng vẫn phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và vệ tinh thứ ba 105c vẫn chiếu vệ tinh thứ hai 105b, tất cả với chùm tia tập trung tương ứng. Ở khe thời gian thứ nhất của thời gian thứ hai, điều mong muốn lại là (như trong khe thời gian thứ nhất của Hình 7A) phát lưu lượng từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c và vệ tinh thứ nhất 105a vẫn phục vụ cả đầu cuối trên mặt đất 150. Do đó, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất 105a có thể lại tạo cấu hình đường truyền 130 để

tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c; để cho lưu lượng có thể được phát qua liên kết truyền thông 702a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a và qua liên kết truyền thông 702b từ vệ tinh thứ nhất 105a đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c. Ở khe thời gian thứ hai của thời gian thứ hai, điều mong muốn lại là (như trong khe thời gian thứ hai của Hình 7A) để truyền lưu lượng từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b, nhưng bây giờ vệ tinh thứ nhất 105a phục vụ cả hai đầu cuối trên mặt đất 150. Do đó, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất 105a có thể tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b; để cho lưu lượng có thể được phát qua liên kết truyền thông 712a từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a và qua liên kết truyền thông 712b từ vệ tinh thứ nhất 105a đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Ở khe thời gian thứ ba của thời gian thứ hai, điều mong muốn lại là (như trong khe thời gian thứ ba của Hình 7A) để truyền lưu lượng từ vệ tinh thứ ba 105c (ví dụ, bắt nguồn từ một số đầu cuối trên mặt đất 150 khác (không được thể hiện)) đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b và vệ tinh thứ hai 105b vẫn phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b. Do đó, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ hai 105b có thể tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ ba 105c và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b; để cho lưu lượng có thể được phát qua liên kết truyền thông 722a từ vệ tinh thứ ba 105c đến vệ tinh thứ hai 105b và qua liên kết truyền thông 722b từ vệ tinh thứ hai 105b đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b.

[0075] HÌNH 7C thể hiện sự thay đổi về nhu cầu trong khi đó các vệ tinh 105 gần như ở trong cùng vị trí quỹ đạo tương ứng của chúng như trong Hình 7B (ví dụ, vẫn trong "thời gian" thứ hai đối với vị trí quỹ đạo của các vệ tinh 105, nhưng được thể hiện

dưới dạng thời gian "2.2" để chỉ ra sự thay đổi tiếp theo về nhu cầu vì thời gian "2" được thể hiện bởi Hình 7B). Với sự thay đổi về nhu cầu này, điều mong muốn là phát từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c trong cả khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ hai và phát từ vệ tinh thứ ba 105c (ví dụ, bắt nguồn từ một số đầu cuối trên mặt đất 150 khác (không được thể hiện)) đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b trong cả khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ ba. Ở mỗi khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ hai của Thời gian 2.2, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ nhất 105a có thể tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c; để cho lưu lượng có thể được phát qua các liên kết truyền thông 703a/713a (lần lượt trong khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ hai) từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất 150a đến vệ tinh thứ nhất 105a và qua các liên kết truyền thông 703b/713b (lần lượt trong khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ hai) từ vệ tinh thứ nhất 105a đến đầu cuối trên mặt đất thứ ba 150c. Ở mỗi khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ ba của Thời gian 2.2, hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của vệ tinh thứ hai 105b có thể tạo cấu hình đường truyền 130 để tạo ra đường tín hiệu giữa phần tiếp sóng thu liên kết chéo phục vụ vệ tinh thứ ba 105c và phần tiếp sóng phát liên kết mặt đất phục vụ đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b; để cho lưu lượng có thể được phát qua các liên kết truyền thông 703c/723a (lần lượt trong khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ ba) từ vệ tinh thứ ba 105c đến vệ tinh thứ hai 105b và qua các liên kết truyền thông 703d/723b (lần lượt trong khe thời gian thứ nhất và khe thời gian thứ ba) từ vệ tinh thứ hai 105b đến đầu cuối trên mặt đất thứ hai 150b.

[0076] Từ Hình 8A đến Hình 8D lần lượt thể hiện môi trường truyền thông vệ tinh có tính chất minh họa 800 trong kịch bản truyền thông thứ ba vào nhiều thời gian tiếp theo. Kịch bản này minh họa năm đầu cuối trên mặt đất 150 (được chỉ ra dưới dạng các đầu cuối người sử dụng 820) truyền thông với hai đầu cuối trên mặt đất 150 (được chỉ ra dưới dạng đầu cuối cổng nối 810) thông qua chòm vệ tinh 105 (không

được thể hiện) mà đi theo đường quỹ đạo (không được thể hiện) (được thể hiện là "đường theo dõi mặt đất" 110 tương ứng với đường quỹ đạo, mà có thể là, ví dụ, đường được theo dõi bởi điểm vệ tinh con). Khi các vệ tinh đi theo đường quỹ đạo mặt đất của chúng, chùm tia tập trung của chúng chiếu tương ứng "vùng phủ sóng tập trung" 840 (được thể hiện dưới dạng vùng phủ sóng hình tròn cho đơn giản), sao cho đầu cuối trên mặt đất cụ thể 150 có thể chỉ được phục vụ bởi một vệ tinh 105 cụ thể khi nó ở trong vùng phủ sóng tập trung 840 của vệ tinh (nghĩa là vệ tinh ở trong vùng nhìn thấy của đầu cuối trên mặt đất). Chòm vệ tinh được thiết kế để cung cấp các dịch vụ truyền thông cho "vùng phục vụ" 830 mà bao gồm đầu cuối cổng nối 810 và các đầu cuối người sử dụng 820. Vùng phục vụ 830 có thể được tạo thành từ các vùng con để cho các vùng con đều được phục vụ bởi chòm vệ tinh đơn lẻ và được xác định theo cách thích hợp bất kỳ. Ví dụ, các vùng con có thể được xác định về mặt địa lý (ví dụ, toàn cầu, khu vực, bởi khu vực địa lý nhỏ hơn, v.v.), về mặt chính trị (ví dụ, một vùng phục vụ có thể là Pháp cộng với tất cả các thuộc địa/lãnh thổ của Pháp trên thế giới). Các vùng con khác nhau có thể có yêu cầu khác nhau (ví dụ, tất cả các Lưu lượng Pháp phải đi qua cổng nối ở Pháp bất kể nguồn và đích trên mặt đất; trong khi đó vùng con phục vụ khác có thể sử dụng cổng nối gần nhất, bất kể quốc tịch). Mỗi Hình 8A – 8D cung cấp nội dung để mô tả khả năng kết nối kênh trở về qua chòm từ các đầu cuối người sử dụng 820 đến đầu cuối cổng nối 810 ở mỗi thời gian trong bốn thời gian tiếp theo. Như được mô tả dựa vào kịch bản thứ hai của các Hình 7A – 7C ở trên, mỗi "thời gian" có thể thể hiện khung cụ thể có nhiều khe thời gian hoặc dạng tương tự.

[0077] Khả năng kết nối kênh trở về đối với mỗi đầu cuối người sử dụng 820 ở mỗi thời gian (lần lượt được minh họa bởi các Hình 8A – 8D), được tóm tắt trong Bảng dưới đây:

Thời gian	UT820a	UT820b	UT820c	UT820d	UT820e
1	S3→S1→GW1	S1→GW1	S2→GW2	S1→GW1	S3→S1→GW1
2	S1→GW1	S1→GW1	S2→GW2	S1→GW1	S3→S1→GW1

3	S1→GW1	S5→S1→GW1	S2→S6→GW2	S1→GW1	S1→GW1
4	S1→S5→GW1	S5→GW1	S6→GW2	S5→GW1	S1→S5→GW1

Trong Bảng này, "UT" dùng để chỉ đầu cuối người sử dụng 820, "S" dùng để chỉ vệ tinh 105 (ví dụ, S1 tương ứng với vệ tinh 105 tạo ra vùng phủ sóng tập trung 840a, S2 tương ứng với vệ tinh 105 tạo ra vùng phủ sóng tập trung 840b, v.v.) và "GW" dùng để chỉ đầu cuối cổng nối 810 (ví dụ, "GW1" tương ứng với đầu cuối cổng nối 810a và "GW2" tương ứng với đầu cuối cổng nối 810b).

[0078] Vào thời gian thứ nhất, như được thể hiện trên Hình 8A (và hàng không phải là tiêu đề thứ nhất của Bảng), đầu cuối cổng nối 810a, đầu cuối người sử dụng 820b và đầu cuối người sử dụng 820d ở trong cùng vùng phủ sóng tập trung 840a (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105a); đầu cuối cổng nối 810b và đầu cuối người sử dụng 820c ở trong vùng phủ sóng tập trung khác 840b (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105b); đầu cuối người sử dụng 820a và đầu cuối người sử dụng 820e ở trong vùng phủ sóng tập trung 840c (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105c); và không có đầu cuối trên mặt đất 150 ở trong vùng phủ sóng tập trung 840d (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105d). Do đó, lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820a có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105c và vệ tinh 105a (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820b có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820c có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810b thông qua vệ tinh 105b (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820d có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), và lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820e có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105c và vệ tinh 105a (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840).

[0079] Vào thời gian thứ hai, như được thể hiện trên Hình 8B (và hàng không phải là tiêu đề thứ hai của Bảng), các vệ tinh 105 di chuyển dọc theo đường quỹ đạo 110 của chúng để cho đầu cuối cổng nối 810a, đầu cuối người sử dụng 820b, đầu cuối người sử dụng 820d và bây giờ là đầu cuối người sử dụng 820a ở trong vùng phủ sóng tập trung 840a (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105a); đầu cuối cổng nối 810b và đầu cuối người sử dụng 820c vẫn ở trong vùng phủ sóng tập trung 840b (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105b); chỉ đầu cuối người sử dụng 820e bây giờ ở trong vùng phủ sóng tập trung 840c (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105c); và không có đầu cuối trên mặt đất 150 ở trong vùng phủ sóng tập trung 840d (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105d) và vùng phủ sóng tập trung bây giờ có thể nhìn thấy 840e và vùng phủ sóng tập trung 840f (nghĩa là, lần lượt được phục vụ bởi vệ tinh 105e và vệ tinh 105f). Do đó, lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820a có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820b có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820c có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810b thông qua vệ tinh 105b (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820d có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), và lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820e có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105c và vệ tinh 105a (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840).

[0080] Vào thời gian thứ ba, như được thể hiện trên Hình 8C (và hàng không phải là tiêu đề thứ ba của Bảng), các vệ tinh 105 di chuyển thêm dọc theo đường quỹ đạo 110 của chúng để cho đầu cuối cổng nối 810a, đầu cuối người sử dụng 820d, đầu cuối người sử dụng 820a và bây giờ là đầu cuối người sử dụng 820e ở trong vùng phủ sóng tập trung 840a (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105a); đầu cuối người sử dụng 820b bây giờ ở trong vùng phủ sóng tập trung 840e (nghĩa là, được phục vụ bởi

vệ tinh 105e); đầu cuối cổng nối 810b bây giờ ở trong vùng phủ sóng tập trung 840f (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105f); đầu cuối người sử dụng 820c vẫn ở trong vùng phủ sóng tập trung 840b (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105b); không có đầu cuối trên mặt đất 150 ở trong vùng phủ sóng tập trung 840c (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105c); và vùng phủ sóng tập trung 840d không còn trong vùng nhìn thấy được (nghĩa là, nó không còn gói lên vùng phục vụ 830). Do đó, lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820a có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820b có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105e và vệ tinh 105a (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820c có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810b thông qua vệ tinh 105b và vệ tinh 105f (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820d có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), và lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820e có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840).

[0081] Ở thời gian thứ tư, như được thể hiện trên Hình 8D (và hàng không phải là tiêu đề thứ tư của Bảng), các vệ tinh 105 di chuyển thêm nữa dọc theo đường quỹ đạo 110 của chúng để cho đầu cuối cổng nối 810a, đầu cuối người sử dụng 820b và đầu cuối người sử dụng 820d ở trong vùng phủ sóng tập trung 840e (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105e); đầu cuối cổng nối 810b và đầu cuối người sử dụng 820c ở trong vùng phủ sóng tập trung 840f (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105f); đầu cuối người sử dụng 820a và đầu cuối người sử dụng 820e ở trong vùng phủ sóng tập trung 840a (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105a); và không có đầu cuối trên mặt đất 150 ở trong vùng phủ sóng tập trung 840b (nghĩa là, được phục vụ bởi vệ tinh 105b). Đáng chú ý là, các vị trí ở Thời gian 4 của vùng phủ sóng tập trung 840e, 840f, 840a và 840b gần như giống (so với các đầu cuối trên mặt đất) lần lượt với các vị trí ở

Thời gian 1 (Hình 8A) của vùng phủ sóng tập trung 840a, 840b, 840c và 840d. Do đó, khả năng kết nối dường như là gần giống nhau, ngoại trừ việc các vệ tinh 105 khác nhau của chòm được sử dụng. Cụ thể là, lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820a có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a và vệ tinh 105e (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820b có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105e (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820c có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810b thông qua vệ tinh 105f (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820d có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105e (nghĩa là, đều ở trong một vùng phủ sóng tập trung 840), và lưu lượng kênh trở về từ đầu cuối người sử dụng 820e có thể được truyền thông đến đầu cuối cổng nối 810a thông qua vệ tinh 105a và vệ tinh 105e (nghĩa là, mở rộng hai vùng phủ sóng tập trung 840).

[0082] Các hệ thống và kịch bản ở trên bao gồm cấu hình đường truyền khi bay của các vệ tinh 105 trong chòm. Như được mô tả ở trên, một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 trong chòm có thể thực hiện chức năng cấu hình đường truyền khi bay bằng cách sử dụng hệ thống con cấu hình đường truyền 140 mà hoạt động theo lịch biểu cấu hình đường truyền (ví dụ, lịch biểu chuyển mạch 210, lịch biểu trọng số 260, v.v.). Các phương án của hệ thống truyền thông vệ tinh có thể bao gồm một hoặc hơn một hệ thống tính toán khả năng kết nối để tính và/hoặc chuyển lịch biểu cấu hình đường truyền để sử dụng bởi một số hoặc tất cả hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của chòm.

[0083] Hình 9 thể hiện phần minh họa của hệ thống truyền thông vệ tinh 900 bao gồm đầu cuối trên mặt đất 150 truyền thông với ít nhất một vệ tinh 105 của chòm (chỉ một vệ tinh 105 được thể hiện để tránh làm phức tạp quá mức hình vẽ) theo các phương án khác nhau. Hệ thống truyền thông vệ tinh 900 có thể bao gồm chòm vệ

tinht như trong hình vẽ bất kỳ trong các Hình 6A – 8D hoặc bất kỳ sự sắp xếp thích hợp khác. Đầu cuối trên mặt đất 150 bao gồm hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 và hệ thống con truyền thông 930. Ví dụ, hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 có thể được thực hiện ở đầu cuối cổng nối hoặc được phân bố qua nhiều đầu cuối cổng nối.

[0084] Như được minh họa, hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 có thể bao gồm kho dữ liệu 940 mà có thể có, được lưu trữ trên đó, các thông số quỹ đạo 943 của một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm và các thông số nguồn truyền thông 945 đối với một số hoặc tất cả của các đầu cuối trên mặt đất 150 (và/hoặc vệ tinh 105) của hệ thống truyền thông vệ tinh 900. Kho dữ liệu 940 có thể được thực hiện theo cách thích hợp bất kỳ, ví dụ, dưới dạng một hoặc hơn một thiết bị lưu trữ dữ liệu mà được kết hợp, được phân bố, v.v. Các thông số quỹ đạo 943 có thể bao gồm, ví dụ, các quỹ đạo của vệ tinh 105 (ví dụ, bao gồm, ví dụ, sự xác định theo toán học của đường quỹ đạo, đường hành trình trên mặt đất, độ cao, tốc độ, đường truyền thẳng đã biết hoặc thông tin tắc nghẽn, v.v.), vị trí của các vệ tinh 105 theo thời gian (ví dụ, so với nhau, so với cổng nối và/hoặc các đầu cuối trên mặt đất khác, so với địa lý Trái Đất, trong không gian ba chiều tuyệt đối hoặc không gian tọa độ khác, v.v.), sự định vị của các vệ tinh 105 theo thời gian (ví dụ, kích thước và/hoặc vị trí vùng phủ sóng tập trung, v.v.), v.v. Các thông số nguồn truyền thông 945 có thể bao gồm, ví dụ, các thông số nhu cầu của nguồn truyền thông đối với các đầu cuối người sử dụng truyền thông với chòm (ví dụ, nhu cầu dung lượng hiện tại và/hoặc được đoán trước của các đầu cuối người sử dụng hoặc nhóm của các đầu cuối người sử dụng, vị trí địa lý của đầu cuối, chất lượng liên kết đối với các đầu cuối người sử dụng, v.v.), các thông số cung cấp của nguồn truyền thông đối với đầu cuối cổng nối truyền thông với chòm (ví dụ, dung lượng hiện tại và/hoặc được đoán trước của đầu cuối cổng nối, sự ngừng chạy của cổng nối, vị trí địa lý của cổng nối, sự kết hợp đầu cuối người sử dụng-với-cổng nối, khu vực truyền thông được ủy quyền, v.v.), thông số thông lượng nguồn truyền thông đối với vệ tinh 105 của chòm (ví dụ, số lượng và/hoặc dung lượng của các đường truyền, tổng dung lượng của vệ tinh 105, số lượng được hỗ trợ của các

chùm tia hoặc phần tiếp sóng, băng tần và/hoặc sự phân cực được hỗ trợ, thông số cấu hình hiện tại, v.v.), v.v.

[0085] Các phương án của hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 có thể bao gồm tập hợp của (nghĩa là, một hoặc hơn một) các thành phần mà thực hiện hệ thống con lập lịch biểu đường truyền 920. Hệ thống con lập lịch biểu đường truyền 920 có thể tính toán lịch biểu cấu hình đường truyền 925 mà xác định cấu hình tuần tự của đường truyền ống dẫn cong 930 của một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 trong chòm ở một số hoặc tất cả khe thời gian. Lịch biểu cấu hình đường truyền 925 được tính toán dưới dạng hàm số của các thông số quỹ đạo 943 và các thông số nguồn truyền thông 945 và có thể xác định một cách hiệu quả, ở mỗi khe thời gian, khả năng kết nối sẽ được tạo cấu hình như thế nào giữa các đầu cuối trên mặt đất 150 thông qua chòm. Để đơn giản cho việc minh họa, giả sử rằng cổng nối mong muốn phát lưu lượng (nghĩa là, lưu lượng kênh đi ra) cho đầu cuối người sử dụng. Việc thực hiện sự phát này có thể bao gồm việc phối hợp: (i) trong một hoặc hơn một khe thời gian cụ thể, cổng nối được lập lịch biểu để phát lưu lượng đó đến đầu cuối người sử dụng (và, theo một số thực thi, đầu cuối người sử dụng đó được lập lịch biểu để thu lưu lượng đó từ cổng nối); và (ii) trong cùng một hoặc hơn một khe thời gian, một hoặc hơn một vệ tinh 105 của chòm có một hoặc hơn một đường truyền tương ứng được tạo cấu hình để tạo ra khả năng kết nối (ví dụ, đường tín hiệu) từ cổng nối tới đầu cuối người sử dụng. Ví dụ, cả việc lập lịch biểu lưu lượng và việc lập lịch biểu đường truyền được phối hợp để kết nối hiệu quả qua chòm trong trường hợp cấu hình đường truyền khi bay. Việc thực hiện sự phối hợp này có thể bao gồm việc tính đường truyền nào để tạo cấu hình cho đường tín hiệu nào (ví dụ, thu và phát phần tiếp sóng để kết hợp qua đường truyền) theo cấu hình của chòm ở thời gian phát mong muốn (ví dụ, trong đó các vệ tinh 105 khác nhau là đối với đầu cuối cổng nối và người sử dụng) như mang lại bởi các thông số quỹ đạo 943 và khi lưu lượng được lập lịch biểu để phát (ví dụ hoặc khi nó có thể được lập lịch biểu) như mang lại bởi các thông số nguồn truyền thông 945. Ví dụ, lịch biểu của lưu lượng có thể được tạo ra bằng một hoặc hơn một chức năng của hệ thống truyền thông vệ tinh 900 (ví dụ,

chức năng của đầu cuối trên mặt đất 150 giống nhau hoặc khác nhau) và lịch biểu có thể ảnh hưởng động các thông số nguồn truyền thông 945 được sử dụng bởi hệ thống con lập lịch biểu đường truyền 920. Theo cách khác, lịch biểu cấu hình đường truyền đã được tính toán 925 có thể được cấp trở lại một hoặc hơn một chức năng của hệ thống truyền thông vệ tinh 900 dùng trong việc tính lịch biểu thích hợp của lưu lượng (ví dụ, lưu lượng có thể được lập lịch biểu cho sự truyền thông tới cổng nối, v.v. theo hiểu biết của lịch biểu cấu hình đường truyền).

[0086] Như được mô tả ở trên, lịch biểu cấu hình đường truyền đã được tính toán 925 có thể được tải lên một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 theo cách thích hợp bất kỳ. Theo một số phương án, lịch biểu cấu hình đường truyền 925 được truyền thông đến nhiều đầu cuối cổng nối và mỗi vệ tinh 105 thu thực thể của lịch biểu cấu hình đường truyền 925 (ví dụ, cùng lịch biểu cấu hình đường truyền 925, các phiên bản khác nhau đối với mỗi vệ tinh 105, v.v.) từ đầu cuối cổng nối mà với nó nó ở trong sự truyền thông. Trong các thực thi nhất định, một số vệ tinh 105 có thể thu thực thể của lịch biểu cấu hình đường truyền 925 từ một vệ tinh 105 khác trong chòm. Ví dụ, một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối (hoặc bất kỳ thích hợp các đầu cuối trên mặt đất 150) có thể sử dụng hệ thống con truyền thông 930 tương ứng để truyền thông lịch biểu cấu hình đường truyền 925 đến một hoặc hơn một vệ tinh 105. Lịch biểu cấu hình đường truyền 925 có thể được tải lên hệ thống con cấu hình đường truyền 140 của mỗi vệ tinh 105 bằng cách sử dụng tín hiệu liên kết lên (hoặc liên kết chéo) có thể ở trong băng tần (ví dụ, sử dụng khe thời gian hoặc sóng mang cụ thể trong hệ thống truyền thông) hoặc ở ngoài băng tần (ví dụ, sử dụng điều khiển lệnh riêng rẽ và liên kết từ xa với vệ tinh 105). Theo một số phương án, hệ thống con truyền thông 930 có thể còn thu thông tin từ các vệ tinh 105 và/hoặc các đầu cuối trên mặt đất 150, mà có thể được cấp trở lại (ví dụ, qua hệ thống con lập lịch biểu đường truyền 920) để ảnh hưởng đến lưu lượng và/hoặc việc lập lịch biểu đường truyền, ví dụ, bằng cách ảnh hưởng đến việc xác định của các thông số nguồn truyền thông 945 (ví dụ, dung lượng hiện tại, nhu cầu, điều kiện liên kết, sự ngừng chạy, thời tiết, v.v.) trong kho dữ liệu 940.

[0087] Hình 10 thể hiện phần minh họa khác của hệ thống truyền thông vệ tinh 1000 bao gồm nhiều đầu cuối cổng nối 810 truyền thông với mạng backhaul 1010 và nhiều vệ tinh 105 theo các phương án khác nhau. Các vệ tinh 105 được tạo cấu hình dưới dạng chòm và theo đường quỹ đạo 110 (ví dụ, quỹ đạo Trái Đất tầm thấp hoặc quỹ đạo Trái Đất tầm trung không địa đồng bộ). Đầu cuối cổng nối 810 có thể được phân bố về mặt địa lý theo cách thích hợp bất kỳ. Ví dụ, đầu cuối cổng nối 810 có thể được định vị xa nhau, xa các đầu cuối người sử dụng, gần với hạ tầng cơ sở mạng backhaul 1010, v.v. Vào thời gian bất kỳ, một số hoặc tất cả các vệ tinh 105 của chòm có thể ở trong sự truyền thông trực tiếp với ít nhất một đầu cuối cổng nối 810 (hoặc chiếu vùng mà bao gồm ít nhất một đầu cuối cổng nối 810) và/hoặc một hoặc hơn một vệ tinh 105 có thể ở trong sự truyền thông gián tiếp với một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối 810 qua một hoặc hơn một vệ tinh 105 khác của chòm. Như được mô tả dựa vào Hình 9, một số phương án thực hiện hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 để tính cấu hình đường truyền trong một hoặc hơn một đầu cuối trên mặt đất 105 (ví dụ, một hoặc hơn một đầu cuối cổng nối 810). Theo các phương án khác, hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 có thể được thực hiện dưới dạng chức năng riêng rẽ ở trong sự truyền thông với mạng backhaul 1010. Ví dụ, hệ thống tính toán khả năng kết nối 910 có thể được thực hiện trong một hoặc hơn một máy chủ (ví dụ, dưới dạng chức năng trên cơ sở đám mây) ở trong sự truyền thông qua một hoặc hơn một mạng công cộng hoặc riêng tư (ví dụ, internet) với mạng backhaul 1010.

[0088] Trong phương án bất kỳ trong số các phương án ở trên (ví dụ, các phương án được mô tả dựa vào Hình 9 và Hình 10), (các) lịch biểu cấu hình đường truyền 925 có thể được truyền đến các vệ tinh 105 ở thời gian thích hợp bất kỳ. Theo một số thực thi, (các) lịch biểu cấu hình đường truyền 925 được dự định là tương đối mạng và không động sao cho lịch biểu cấu hình đường truyền 925 mới, cập nhật, được làm mới hoặc khác hiếm khi được truyền thông đến các vệ tinh 105 (ví dụ, lịch biểu mới được cung cấp mỗi vài giờ, hàng ngày hoặc hàng tuần). Trong các thực thi khác, (các) lịch biểu cấu hình đường truyền 925 được dự định để có tính động cao (ví dụ, đáp ứng nhanh chóng với thay đổi trong nhu cầu nguồn, dung lượng, v.v.) sao cho lịch

biểu cấu hình đường truyền 925 mới, cập nhật, được làm mới hoặc khác được truyền thông đến các vệ tinh 105 tương đối thường xuyên (ví dụ, khi cần, định kỳ theo khoảng thời gian tương đối ngắn hoặc theo phương thức thích hợp khác bất kỳ ví dụ, hàng giờ, mỗi vài phút, nhiều lần trong mỗi phút). Các thực thi nhất định có thể phát hiện sự thất bại kết nối và/hoặc các vấn đề truyền thông khác đường như phát sinh từ sự thất bại lịch biểu cấu hình đường truyền 925 (ví dụ, lịch biểu cấu hình đường truyền 925 không đúng hoặc lỗi thời được sử dụng bởi vệ tinh 105, lịch biểu cấu hình đường truyền 925 được tính toán kém, v.v.) và có thể tải lên lịch biểu cấu hình đường truyền 925 khác khi đáp ứng với phát hiện này.

[0089] Hình 11 thể hiện sơ đồ khối của phương pháp minh họa 1100 đối với cấu hình khi bay của các đường truyền vệ tinh trong chòm theo các phương án khác nhau. Các phương án của phương pháp 1100 bắt đầu ở giai đoạn 1104 bằng cách thu các thông số quỹ đạo của nhiều vệ tinh của chòm, các thông số nhu cầu của nguồn truyền thông đối với nhiều đầu cuối người sử dụng trên mặt đất truyền thông với chòm và các thông số cung cấp của nguồn truyền thông đối với nhiều đầu cuối cổng nối trên mặt đất truyền thông với chòm. Ví dụ, các thông số quỹ đạo có thể bao gồm quỹ đạo hoặc đường đi của vệ tinh, vị trí tương đối hoặc tuyệt đối của các vệ tinh, tốc độ của vệ tinh, kích thước và/hoặc hình dạng của diện tích bao phủ của chùm tia tập trung, v.v.; các thông số nhu cầu của nguồn truyền thông có thể bao gồm nhu cầu dung lượng hiện tại và/hoặc được đoán trước của các đầu cuối người sử dụng hoặc nhóm của các đầu cuối người sử dụng, vị trí địa lý của đầu cuối, v.v.; và các thông số cung cấp của nguồn truyền thông có thể bao gồm dung lượng hiện tại và/hoặc được đoán trước của đầu cuối cổng nối, sự ngừng chạy của cổng nối, vị trí địa lý của cổng nối, sự kết hợp đầu cuối người sử dụng-cổng nối, khu vực truyền thông được ủy quyền, v.v.

[0090] Ở giai đoạn 1108, các phương án có thể tính toán lịch biểu cấu hình đường truyền dưới dạng hàm số của các thông số quỹ đạo, các thông số nhu cầu của nguồn truyền thông và các thông số cung cấp của nguồn truyền thông. Lịch biểu cấu hình

đường truyền có thể xác định cấu hình tuần tự của đường truyền ống dẫn cong của các vệ tinh trong mỗi khung thời gian trong một số lượng của khung thời gian để tạo ra đường tín hiệu ở giữa các đầu cuối trên mặt đất bằng cách thiết lập sự kết nối giữa nhiều chùm tia (ví dụ, các cặp chùm tia). Như được mô tả ở trên, các vệ tinh có hệ thống anten mà bao gồm (ví dụ, biểu thị khi hoạt động) phần tương ứng của các chùm tia tập trung. Ở giai đoạn 1112, lịch biểu cấu hình đường truyền có thể được truyền thông đến một số hoặc tất cả các vệ tinh của chòm qua các liên kết truyền thông vệ tinh tương ứng. Ví dụ, lịch biểu cấu hình đường truyền có thể được truyền thông từ cổng nối tới tất cả các vệ tinh thông qua tương ứng chùm tia liên kết mặt đất; từ một hoặc hơn một cổng nối đến một hoặc hơn một vệ tinh qua một hoặc hơn một chùm tia liên kết mặt đất, sau đó từ một hoặc hơn một vệ tinh đến vệ tinh khác qua một hoặc hơn một chùm tia liên kết chéo; dưới dạng tín hiệu trong băng tần; dưới dạng tín hiệu ngoài băng tần (ví dụ, TT&C); v.v.

[0091] Một số phương án của phương pháp 1100 bắt đầu hoặc tiếp tục ở giai đoạn 1116 bằng cách thu lịch biểu cấu hình đường truyền ở một hoặc hơn một vệ tinh (ví dụ và được lưu trữ trong bộ nhớ của vệ tinh). Ở giai đoạn 1120, các phương án có thể thứ nhất tạo cấu hình đường truyền của vệ tinh để tạo ra đường tín hiệu ống dẫn cong (ví dụ, mạch vật lý) thiết lập sự kết nối giữa chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và chùm tia liên kết mặt đất thứ hai trong khe thời gian thứ nhất theo lịch biểu cấu hình đường truyền. Ở giai đoạn 1124, các phương án có thể thứ hai tạo cấu hình đường truyền để tạo ra đường tín hiệu ống dẫn cong thiết lập sự kết nối giữa chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và chùm tia liên kết chéo trong khe thời gian thứ hai theo lịch biểu cấu hình đường truyền. Ví dụ, trong khe thời gian thứ nhất, đường truyền của vệ tinh một cách hiệu quả thiết lập sự kết nối giữa hai đầu cuối trên mặt đất; và trong khe thời gian thứ hai, đường truyền một cách hiệu quả thiết lập sự kết nối giữa một trong số các đầu cuối trên mặt đất và vệ tinh khác của chòm. Như được mô tả ở trên, tạo cấu hình đường truyền (ví dụ, trong giai đoạn 1120 và/hoặc 1124) có thể liên quan đến việc kết hợp bên thu và bên phát của đường truyền với phần tiếp song thích hợp thông qua các bộ chuyển mạch, điều chỉnh trọng số trong mạng

tạo chùm để tạo ra một cách hiệu quả đường tín hiệu giữa các phần tiếp song thích hợp qua đường truyền, v.v. Cũng như được mô tả ở trên, nhiều chùm tia tập trung có thể bao gồm hoặc không bao gồm các chùm tia tập trung riêng rẽ về mặt vật lý. Ví dụ, chùm tia tập trung thứ nhất và thứ hai có thể có gần như cùng vùng phủ sóng tập trung, mặc dù sử dụng tần số mang và/hoặc sự phân cực khác để làm giảm nhiễu giữa tín hiệu liên kết lên và tín hiệu liên kết xuống.

[0092] Các phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả này bao gồm một hoặc hơn một hoạt động để đạt được phương pháp được mô tả. Các phương pháp và/hoặc hoạt động này có thể được hoán đổi với nhau mà không nằm ra khỏi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ. Nói cách khác, trừ khi thứ tự cụ thể của các hoạt động được quy định, thì thứ tự và/hoặc việc sử dụng các hoạt động cụ thể có thể được sửa đổi mà không nằm ra khỏi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ.

[0093] Các chức năng được mô tả có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm, phần sụn hoặc dạng kết hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện trong phần mềm, thì các chức năng có thể được lưu trữ dưới dạng một hoặc hơn một lệnh trên phương tiện đọc được bằng máy tính có tuổi thọ cao. Phương tiện lưu trữ có thể là phương tiện hữu hình có thể mua được bất kỳ có thể được truy cập bằng máy tính. Ví dụ như và không làm giới hạn sáng chế ở đó, các phương tiện đọc được bằng máy tính này có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc lưu trữ bằng đĩa quang, lưu trữ bằng đĩa từ khác hoặc thiết bị lưu trữ từ tính khác hoặc phương tiện hữu hình khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để mang hoặc lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bằng máy tính. Đĩa từ và đĩa quang, khi được sử dụng trong bản mô tả này, bao gồm đĩa compắc (compact disc - CD), đĩa laze, đĩa quang, đĩa đa năng số (digital versatile disc - DVD), đĩa mềm và đĩa Blu-ray® trong đó đĩa từ thường tái tạo dữ liệu bằng từ tính, trong khi đó đĩa quang tái tạo dữ liệu bằng quang học bằng laze.

[0094] Sản phẩm chương trình máy tính có thể thực hiện các điều hành nhất định được trình bày trong bản mô tả này. Ví dụ, sản phẩm chương trình máy tính này có

thể là phương tiện hữu hình đọc được bằng máy tính có các lệnh được lưu trữ (và/hoặc được mã hóa) lâu dài trên đó, các lệnh này thực hiện được bằng một hoặc hơn một bộ xử lý để thực hiện các điều hành được mô tả trong bản mô tả này. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm vật liệu đóng gói. Phần mềm hoặc các lệnh cũng có thể được truyền qua môi trường truyền. Ví dụ, phần mềm có thể được truyền từ trang mạng, máy chủ hoặc nguồn từ xa khác bằng cách sử dụng môi trường truyền như cáp đồng trục, cáp quang sợi, đôi dây xoắn, đường dây thuê bao số (digital subscriber line - DSL) hoặc công nghệ không dây như hồng ngoại, radio hoặc vi sóng.

[0095] Hơn nữa, các mô đun và/hoặc phương tiện thích hợp khác để thực hiện các phương pháp và các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này có thể được tải xuống và/hoặc thu được theo cách khác bằng các đầu cuối thích hợp và/hoặc được kết hợp với các máy chủ hoặc máy tương tự để tạo điều kiện cho việc truyền của các phương tiện để thực hiện các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Theo cách khác, các phương pháp khác nhau được mô tả trong bản mô tả này có thể được cung cấp thông qua các phương tiện lưu trữ (ví dụ, RAM, ROM, phương tiện lưu trữ vật lý như CD hoặc đĩa mềm, v.v.) để cho đầu cuối người sử dụng và/hoặc trạm cơ sở có thể thu được các phương pháp khác nhau khi kết hợp hoặc cung cấp các phương tiện lưu trữ cho thiết bị. Hơn nữa, kỹ thuật thích hợp khác bất kỳ để tạo ra các phương pháp và các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này cho thiết bị có thể được sử dụng. Các dấu hiệu thực hiện các chức năng cũng có thể được định vị về mặt vật lý ở các vị trí khác nhau, bao gồm việc được phân phối sao cho các phần chức năng được thực hiện ở các vị trí vật lý khác nhau.

[0096] Để mô tả sáng chế, các thuật ngữ sau đây được sử dụng: Dạng danh từ số ít cũng có thể bao gồm cả số nhiều trừ khi ngữ cảnh rõ ràng quy định điều ngược lại. Vì vậy, ví dụ, việc đề cập đến một hạng mục bao gồm cả việc đề cập đến một hoặc hơn một hạng mục. Thuật ngữ “một” dùng để chỉ một, hai hoặc hơn hai và thường áp dụng cho sự lựa chọn một số hoặc tất cả của số lượng. Thuật ngữ “nhiều” chỉ hai

hoặc hơn hai hạng mục. Thuật ngữ “khoảng” chỉ các số lượng, kích thước, cỡ, công thức, thông số, hình dạng và các đặc tính khác không cần phải chính xác, nhưng có thể là gần đúng và/hoặc lớn hơn hoặc nhỏ hơn, khi muốn, phản ánh dung sai cho phép, hệ số chuyển đổi, làm tròn, sai số đo và dạng tương tự và các nhân tố khác đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Thuật ngữ “gần như” có nghĩa là đặc tính, thông số hoặc giá trị được nêu không cần đạt được chính xác, nhưng độ lệch và thay đổi bao gồm, ví dụ, dung sai, sai số đo, giới hạn độ chính xác khi đo và các nhân tố khác đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, có thể xảy ra với độ lớn mà không loại trừ hiệu ứng mà đặc tính được dự tính tạo ra. Dữ liệu bằng số có thể được biểu thị hoặc được trình bày trong bản mô tả này ở dạng khoảng giá trị. Cần hiểu rằng dạng khoảng giá trị này được sử dụng chỉ để cho thuận tiện và ngắn gọn và vì vậy cần được hiểu một cách linh hoạt là bao gồm không chỉ các giá trị bằng số được nêu rõ ràng dưới dạng các giới hạn của khoảng giá trị, nhưng cũng được hiểu là bao gồm tất cả các giá trị bằng số cụ thể hoặc các khoảng giá trị con nằm trong khoảng giá trị này như thể mỗi giá trị bằng số và khoảng giá trị con được nêu một cách rõ ràng. Ví dụ minh họa là, khoảng giá trị bằng số “nằm trong khoảng từ 1 đến 5” cần được hiểu là bao gồm không chỉ các giá trị được nêu rõ ràng từ khoảng 1 đến khoảng 5, mà còn bao gồm các giá trị riêng rẽ và các khoảng giá trị con nằm trong khoảng giá trị được chỉ ra. Vì vậy, được bao gồm trong khoảng giá trị bằng số này là các giá trị riêng rẽ như 2, 3 và 4 và các khoảng giá trị con như từ 1 đến 3, từ 2 đến 4 và từ 3 đến 5, v.v.. Nguyên tắc này cũng áp dụng cho các khoảng giá trị chỉ nêu một giá trị bằng số (ví dụ, “lớn hơn khoảng 1”) và cần áp dụng mà không cần quan tâm đến chiều rộng của khoảng giá trị hoặc đặc tính được mô tả. Nhiều hạng mục có thể được trình bày trong một danh mục chung cho thuận tiện. Tuy nhiên, các danh mục này cần được hiểu như thể mỗi phần tử của danh mục được nhận dạng độc lập dưới dạng phần tử riêng rẽ và duy nhất. Vì vậy, không có phần tử độc lập của danh sách này cần được hiểu là dạng tương đương thực tế của phần tử khác bất kỳ của danh mục này chỉ dựa vào sự có mặt của chúng trong một nhóm chung mà không chỉ ra điều ngược lại. Hơn nữa, nếu thuật ngữ “và”

và “hoặc” được sử dụng chung với danh mục của các hạng mục, thì chúng sẽ được hiểu theo nghĩa rộng, trong đó một hoặc hơn một hạng mục bất kỳ trong số các hạng mục được liệt kê có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp với các hạng mục được nêu khác. Thuật ngữ “theo cách khác” dùng để chỉ sự chọn lọc một trong hai hoặc hơn hai phương án thay thế và không nhằm giới hạn sự chọn lọc chỉ ở các phương án thay thế được liệt kê này hoặc chỉ ở một trong số các phương án thay thế được nêu ở một thời điểm, trừ khi ngữ cảnh rõ ràng chỉ ra nghĩa khác. Thuật ngữ “được kết hợp” khi được sử dụng trong bản mô tả này không yêu cầu các thành phần được nối trực tiếp với nhau. Thay vào đó, thuật ngữ này cũng nhằm bao gồm các cấu hình có sự kết nối gián tiếp khi một hoặc hơn một thành phần khác có thể được bao gồm ở giữa các thành phần được kết hợp. Ví dụ, các thành phần khác này có thể bao gồm bộ khuếch đại, bộ suy giảm, bộ cách ly, bộ kết hợp định hướng, bộ chuyển mạch dự trữ và thành phần tương tự. Cũng như vậy, khi được sử dụng trong bản mô tả này, bao gồm trong các điểm yêu cầu bảo hộ, “hoặc” khi được sử dụng trong danh mục của các hạng mục được bắt đầu bằng cụm từ “ít nhất một trong số” dùng để chỉ danh mục phân biệt sao cho, ví dụ, danh mục “ít nhất một trong số A, B hoặc C” dung chỉ A hoặc B hoặc C hoặc AB hoặc AC hoặc BC hoặc ABC (nghĩa là, A và B và C). Hơn nữa, thuật ngữ “ví dụ” không có nghĩa là ví dụ được mô tả được ưu tiên hoặc tốt hơn các ví dụ khác. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, “tập hợp” của các thành phần được dự định có nghĩa là “một hoặc hơn một” trong số các thành phần này, ngoại trừ khi tập hợp này rõ ràng phải có hơn một hoặc rõ ràng được phép là một tập hợp rỗng.

[0097] Các thay đổi, thay thế và biến đổi khác nhau đối với các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện mà không nằm ngoài công nghệ theo hướng dẫn như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Hơn nữa, phạm vi của sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn ở các khía cạnh cụ thể của quy trình, máy móc, khả năng sản xuất, hợp phần của chất, phương tiện, phương pháp và hoạt động được mô tả ở trên. Các quy trình, máy móc, khả năng sản xuất, hợp phần của chất, phương tiện, phương pháp hoặc hoạt động, hiện có hoặc sẽ

được phát triển sau này để thực hiện chức năng gần giống hoặc đạt được kết quả gần giống như các khía cạnh tương ứng được mô tả trong bản mô tả này có thể được sử dụng. Do đó, các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo bao gồm trong phạm vi của chúng các quy trình, máy móc, khả năng sản xuất, hợp phần của chất, phương tiện, phương pháp hoặc hoạt động này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống vệ tinh (105) dùng trong chòm nhiều vệ tinh tạo ra mạng truyền thông, chòm nhiều vệ tinh này bao gồm nhiều vệ tinh không địa đồng bộ, hệ thống này bao gồm:

hệ thống anten (120) bao gồm nhiều phần tiếp sóng (220,225) để tạo ra nhiều chùm tia tập trung cố định bao gồm các chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và thứ hai (145) và chùm tia liên kết chéo (155);

đường truyền ống dẫn cong (130) kết hợp với nhiều chùm tia tập trung cố định;

bộ nhớ (210) kết hợp với đường truyền ống dẫn cong và có lịch biểu cấu hình đường truyền được lưu trữ trên đó; và

hệ thống cấu hình đường truyền (140) để tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp chùm tia tập trung cố định thông qua các phần tiếp sóng tương ứng trong số nhiều phần tiếp sóng được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền để tính đến chuyển động của chòm nhiều vệ tinh theo thời gian đối với nhiều đầu cuối trên mặt đất (150) theo lịch biểu cấu hình đường truyền,

sao cho đường truyền ống dẫn cong được tạo cấu hình trong khe thời gian thứ nhất thiết lập sự kết nối giữa các chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và thứ hai và đường truyền ống dẫn cong được tạo cấu hình trong khe thời gian thứ hai để thiết lập sự kết nối giữa chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và chùm tia liên kết chéo.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó đường truyền ống dẫn cong là một trong số nhiều đường truyền, mỗi đường truyền được gán vào tập hợp con tương ứng của nhiều chùm tia tập trung cố định, và mỗi đường truyền này có thể tạo cấu hình tuần tự trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp được chọn của tập hợp con tương ứng của các chùm tia tập trung cố định theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó vệ tinh là vệ tinh quỹ đạo Trái Đất tầm thấp.
4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó vệ tinh là vệ tinh quỹ đạo Trái Đất tầm trung.
5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền tạo cấu hình tuần tự đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra mạch vật lý mà kết hợp cặp chùm tia tập trung cố định được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền.
6. Hệ thống theo điểm 1, trong đó:
 - đường truyền ống dẫn cong có bên thu được kết hợp với máy thu (135a); và
 - đường truyền ống dẫn cong có bên phát được kết hợp với máy phát (135b).
7. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống anten bao gồm nhiều loa tiếp sóng cố định mà phục vụ các chùm tia liên kết mặt đất và chùm tia liên kết chéo.
8. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền bao gồm bộ chuyển mạch thu (230) để kết hợp chọn lọc bên thu của đường truyền ống dẫn cong với một trong số nhiều phần tiếp sóng thu của hệ thống anten trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền để thiết lập sự kết nối giữa phần tiếp sóng thu và phần tiếp sóng phát kết hợp với bên phát của đường truyền ống dẫn cong, bằng cách này tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp chùm tia tập trung cố định được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền.
9. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền bao gồm bộ chuyển mạch phát (235) để kết hợp chọn lọc bên phát của đường truyền ống dẫn cong với một trong số nhiều phần tiếp sóng phát của hệ thống anten trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian, theo lịch biểu cấu hình đường truyền, để thiết lập sự kết nối giữa phần tiếp sóng phát và phần tiếp sóng thu kết hợp với bên thu của

đường truyền ống dẫn cong, bằng cách này tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp chùm tia tập trung cố định được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

10. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền bao gồm:

bộ chuyển mạch thu (230) để kết hợp chọn lọc bên thu của đường truyền ống dẫn cong với một trong số nhiều phần tiếp sóng thu của hệ thống anten trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền; và

bộ chuyển mạch phát (235) để kết hợp chọn lọc bên phát của đường truyền ống dẫn cong với một trong số nhiều phần tiếp sóng phát của hệ thống anten trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền,

bằng cách này thiết lập sự kết nối trong mỗi khe thời gian giữa chùm tia tập trung cố định thu và chùm tia tập trung cố định phát theo lịch biểu cấu hình đường truyền thông qua phần tiếp sóng thu, đường truyền ống dẫn cong và phần tiếp sóng phát.

11. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống anten bao gồm giàn anten định pha để phục vụ các chùm tia liên kết mặt đất và chùm tia liên kết chéo.

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền bao gồm mạng tạo chùm thu (280) được kết hợp giữa giàn anten định pha và bên thu của đường truyền ống dẫn cong, mạng tạo chùm thu có thể vận hành để điều chỉnh trọng số của chùm để tạo sự kết hợp tín hiệu, trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian, giữa chùm thu và bên thu của đường truyền ống dẫn cong, bằng cách này tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp chùm tia tập trung cố định được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền, một trong các cặp chùm tia tập trung cố định được chọn là chùm thu.

13. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền bao gồm mạng tạo chùm phát (285) được kết hợp giữa giàn anten định pha và bên phát của đường truyền ống dẫn cong, mạng tạo chùm phát có thể vận hành để điều chỉnh trọng số của chùm để tạo sự kết hợp tín hiệu, trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian, giữa chùm phát và bên phát của đường truyền ống dẫn cong, bằng cách này tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp chùm tia tập trung cố định được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền, một trong cặp chùm tia tập trung cố định được chọn là chùm phát.

14. Hệ thống theo điểm 11, trong đó hệ thống cấu hình đường truyền bao gồm:

mạng tạo chùm thu (280) được kết hợp giữa giàn anten định pha và bên thu của đường truyền ống dẫn cong, mạng tạo chùm thu có thể vận hành để điều chỉnh trọng số của chùm để tạo sự kết hợp tín hiệu, trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian, giữa chùm thu và bên thu của đường truyền ống dẫn cong; và

mạng tạo chùm phát (285) được kết hợp giữa giàn anten định pha và bên phát của đường truyền ống dẫn cong, mạng tạo chùm phát có thể vận hành để điều chỉnh trọng số của chùm để tạo sự kết hợp tín hiệu, trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian, giữa chùm phát và bên phát của đường truyền ống dẫn cong,

bằng cách này tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong trong mỗi khe thời gian trong số nhiều khe thời gian để tạo ra đường tín hiệu giữa cặp chùm tia tập trung cố định được chọn theo lịch biểu cấu hình đường truyền, cặp chùm tia tập trung cố định được chọn bao gồm chùm thu và chùm phát.

15. Hệ thống theo điểm 14, trong đó:

mạng tạo chùm thu được kết hợp giữa bộ phản xạ thứ nhất (508) của giàn anten định pha và bên thu của đường truyền ống dẫn cong; và

mạng tạo chùm phát được kết hợp giữa bộ phản xạ thứ hai (506) của giàn anten định pha và bên phát của đường truyền ống dẫn cong.

16. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống anten bao gồm nhiều loa tiếp sóng cố định để phục vụ các chùm tia liên kết mặt đất và giàn anten định pha để phục vụ chùm tia liên kết chéo.

17. Hệ thống theo điểm 1, trong đó lịch biểu cấu hình đường truyền tính đến khả năng kết nối liên thông thay đổi theo thời gian giữa các vệ tinh của chòm.

18. Hệ thống theo điểm 1, trong đó lịch biểu cấu hình đường truyền tuần tự tạo cấu hình đường truyền ống dẫn cong theo khung, mỗi khung bao gồm nhiều khe thời gian, phần thứ nhất của khe thời gian trong mỗi khung hỗ trợ lưu lượng đi ra và phần thứ hai của khe thời gian trong mỗi khung hỗ trợ lưu lượng trở về, các phần thứ nhất và thứ hai được chọn theo tỷ lệ mong muốn tính được giữa dung lượng đi ra và trở về.

19. Hệ thống theo điểm 18, trong đó một số trong số các phần thứ nhất và thứ hai của khe thời gian trong mỗi khung hỗ trợ lưu lượng liên kết mặt đất và một số khác trong số các phần thứ nhất và thứ hai của khe thời gian trong mỗi khung hỗ trợ lưu lượng liên kết chéo.

20. Hệ thống theo điểm 1, trong đó:

một trong số các chùm tia liên kết mặt đất sẽ truyền thông lưu lượng liên kết lên trong băng tần liên kết lên và sự phân cực liên kết lên; và

một chùm tia khác trong số các chùm tia liên kết mặt đất sẽ truyền thông lưu lượng liên kết xuống trong băng tần liên kết xuống và sự phân cực liên kết xuống,

trong đó băng tần liên kết lên khác với băng tần liên kết xuống và/hoặc sự phân cực liên kết lên khác với sự phân cực liên kết xuống.

21. Hệ thống theo điểm 20, trong đó:

chùm tia liên kết chéo sẽ truyền thông lưu lượng liên kết chéo trong băng tần liên kết chéo mà khác với ít nhất một trong số băng tần liên kết lên hoặc băng tần liên kết xuống.

22. Phương pháp chuyển mạch kết nối theo lịch biểu trên vệ tinh không địa đồng bộ (105) của chòm nhiều vệ tinh, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo cấu hình lần thứ nhất (1120) đường truyền (130) của vệ tinh để tạo ra đường tín hiệu ống dẫn cong mà thiết lập sự kết nối giữa chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất (145) và chùm tia liên kết mặt đất thứ hai (145) trong khe thời gian thứ nhất theo lịch biểu cấu hình đường truyền được lưu trữ trong bộ nhớ của vệ tinh, vệ tinh có anten bao gồm nhiều phần tiếp sóng để tạo ra nhiều chùm tia tập trung cố định bao gồm các chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và thứ hai và chùm tia liên kết chéo (155); và

tạo cấu hình lần thứ hai (1124) đường truyền để tạo ra đường tín hiệu ống dẫn cong mà thiết lập sự kết nối giữa chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và chùm tia liên kết chéo trong khe thời gian thứ hai theo lịch biểu cấu hình đường truyền để tính đến chuyển động của chòm nhiều vệ tinh theo thời gian đối với nhiều đầu cuối trên mặt đất theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

23. Phương pháp theo điểm 22, phương pháp này còn bao gồm bước:

thu (1116) lịch biểu cấu hình đường truyền bằng vệ tinh từ một trong số các đầu cuối trên mặt đất (150) trong khi vệ tinh đang bay.

24. Phương pháp theo điểm 22, phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu lần thứ nhất, tiếp theo bước tạo cấu hình thứ nhất, lưu lượng thứ nhất dưới dạng truyền thông liên kết lên thứ nhất từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất được chiếu bằng chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất;

phát lần thứ nhất, qua đường truyền, lưu lượng thứ nhất dưới dạng truyền thông liên kết xuống cho đầu cuối trên mặt đất thứ hai được chiếu bằng chùm tia liên kết mặt đất thứ hai;

thu lần thứ hai, tiếp theo bước tạo cấu hình thứ hai, lưu lượng thứ hai dưới dạng truyền thông liên kết lên thứ hai từ đầu cuối trên mặt đất thứ nhất được chiếu bằng chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất; và

phát lần thứ hai, qua đường truyền, lưu lượng thứ hai dưới dạng truyền thông liên kết chéo cho một vệ tinh khác của chòm được chiếu bằng chùm tia liên kết chéo.

25. Phương pháp theo điểm 22, trong đó bước tạo cấu hình lần thứ nhất bao gồm bước tạo mạch vật lý mà thiết lập sự kết nối giữa chùm tia liên kết mặt đất thứ nhất và chùm tia liên kết mặt đất thứ hai theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

26. Phương pháp theo điểm 22, trong đó bước tạo cấu hình đường truyền bao gồm bước chuyển mạch bộ chuyển mạch thu (230) để kết hợp chọn lọc bên thu của đường truyền với một trong số nhiều phần tiếp sóng thu của anten trong ít nhất một trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

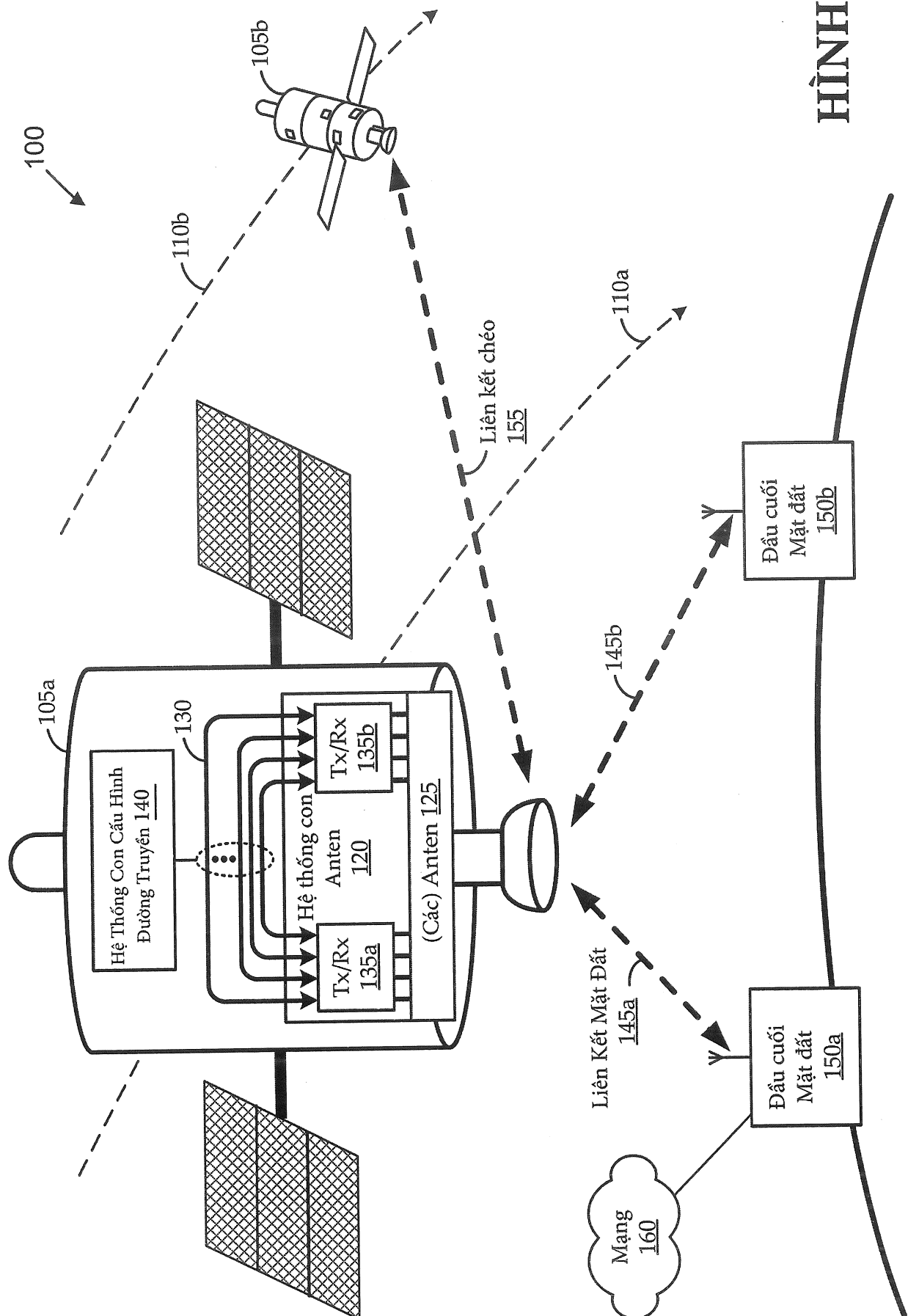
27. Phương pháp theo điểm 22, trong đó bước tạo cấu hình đường truyền bao gồm bước chuyển mạch bộ chuyển mạch phát (235) để kết hợp chọn lọc bên phát của đường truyền với một trong số nhiều phần tiếp sóng thu của anten trong ít nhất một trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

28. Phương pháp theo điểm 22, trong đó bước tạo cấu hình đường truyền bao gồm bước điều chỉnh trọng số của chùm trong mạng tạo chùm thu (280) được kết hợp giữa giàn anten định pha và bên thu của đường truyền trong ít nhất một trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

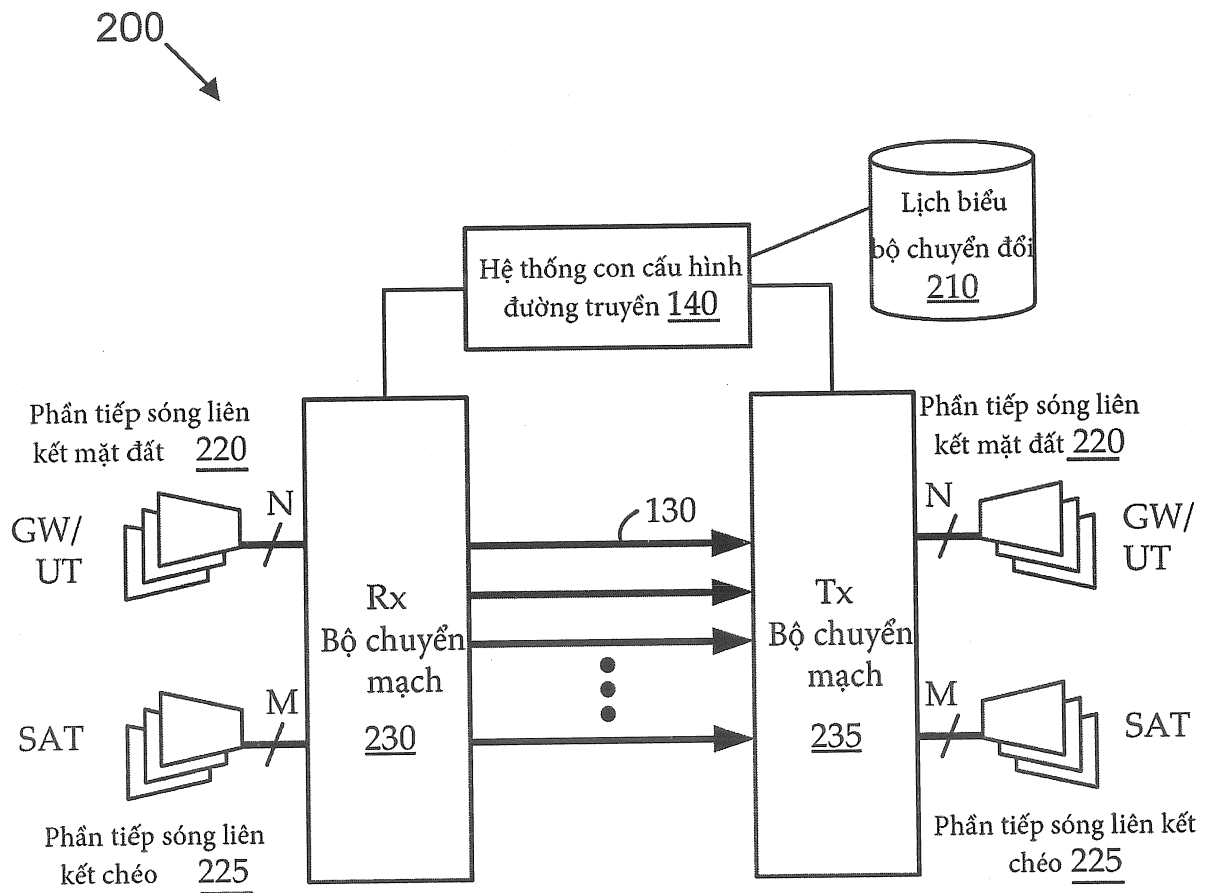
29. Phương pháp theo điểm 22, trong đó bước tạo cấu hình đường truyền bao gồm bước điều chỉnh trọng số của chùm trong mạng tạo chùm phát (285) được kết hợp

giữa giàn anten định pha và bên phát của đường truyền trong ít nhất một trong số nhiều khe thời gian theo lịch biểu cấu hình đường truyền.

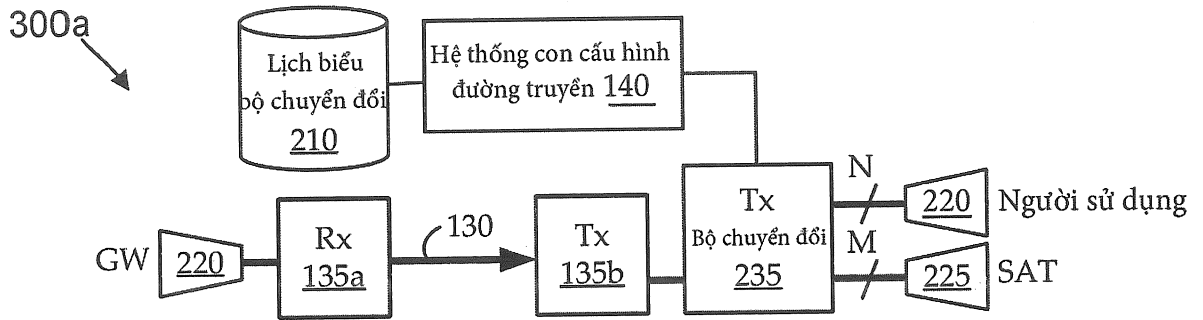
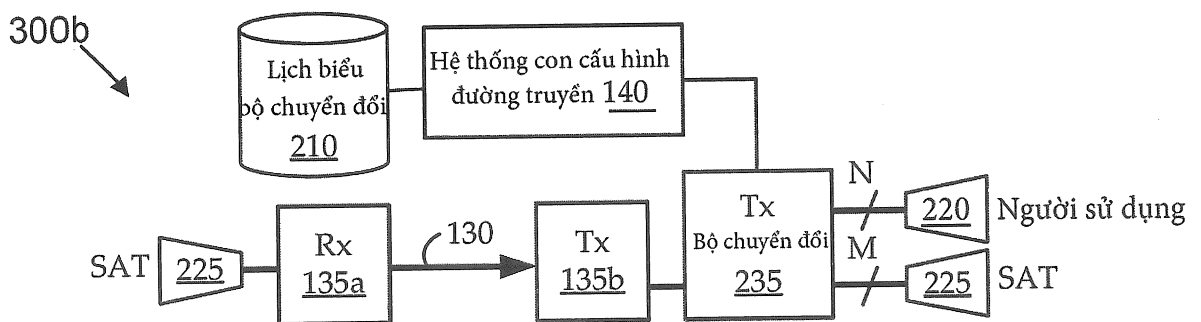
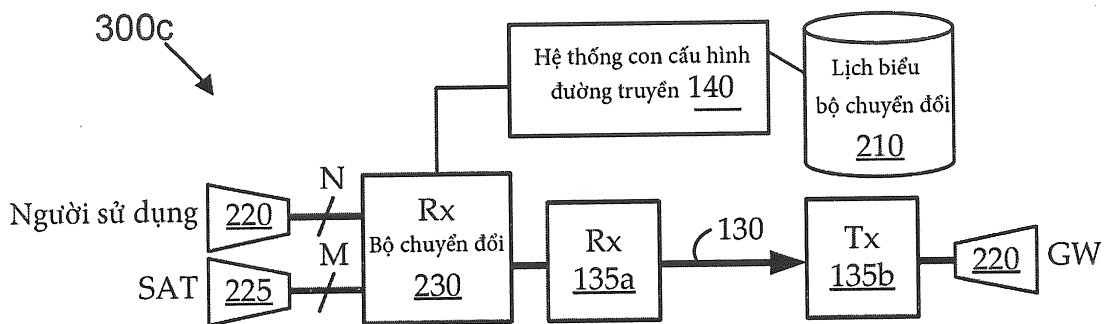
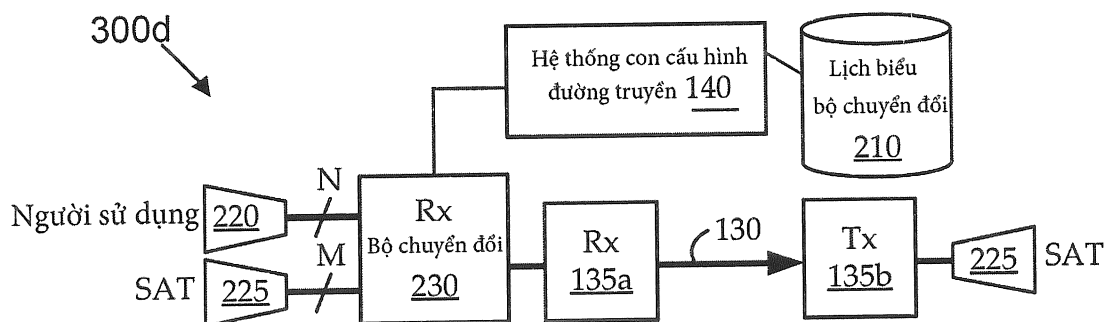
30. Phương pháp theo điểm 22, trong đó lịch biểu cấu hình đường truyền tính đến khả năng kết nối liên thông thay đổi theo thời gian giữa các vệ tinh của chòm.

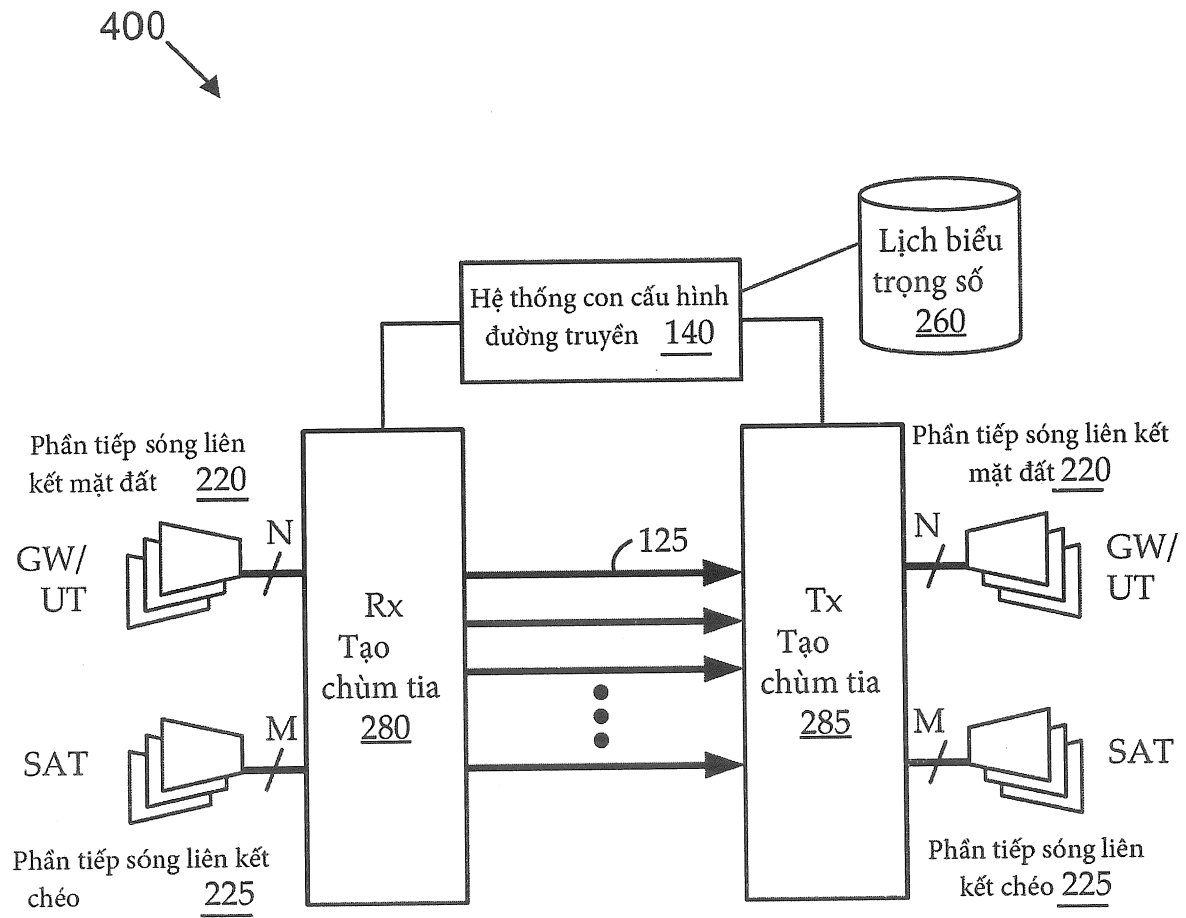


HÌNH 1

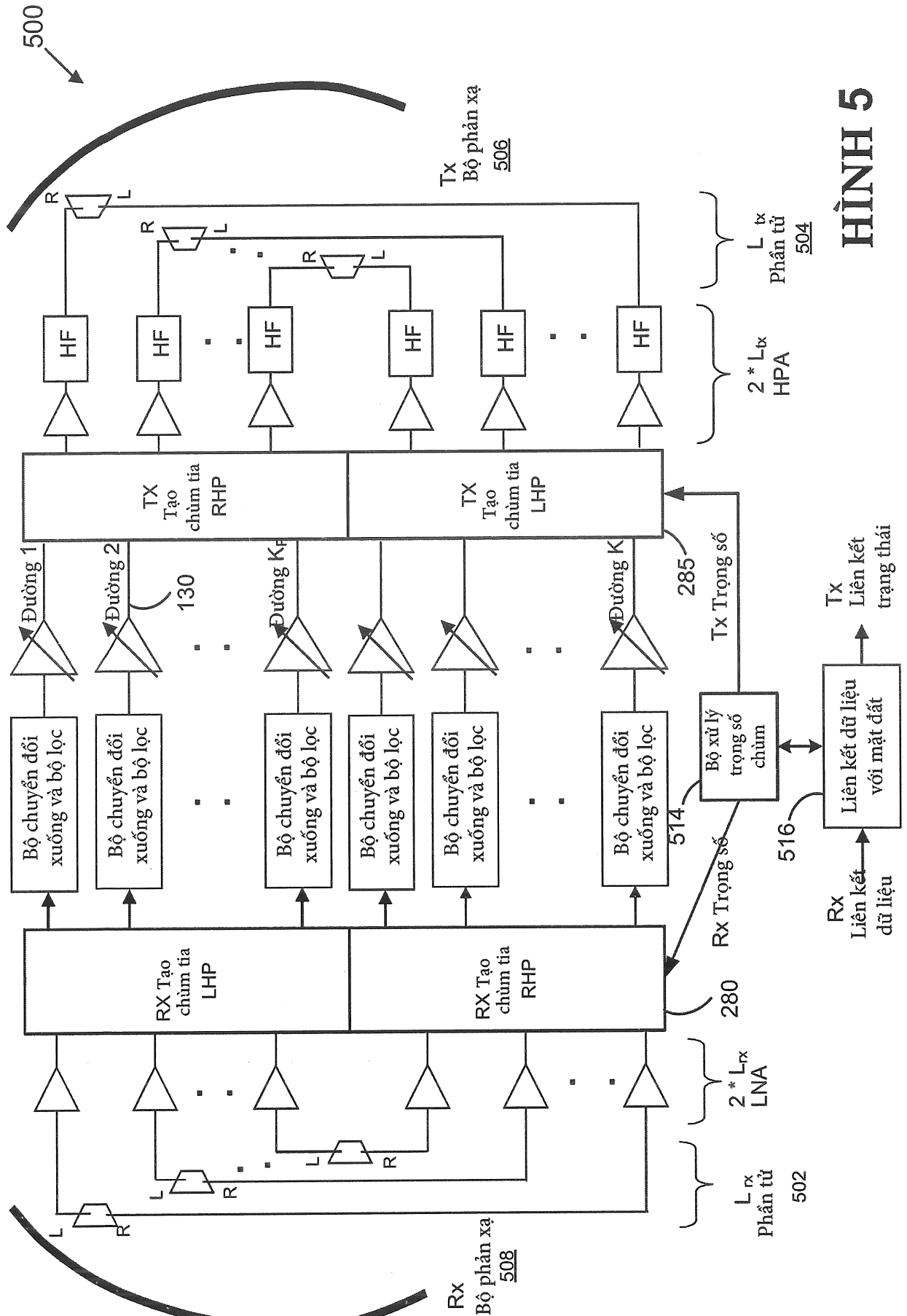
**HÌNH 2**

3/18

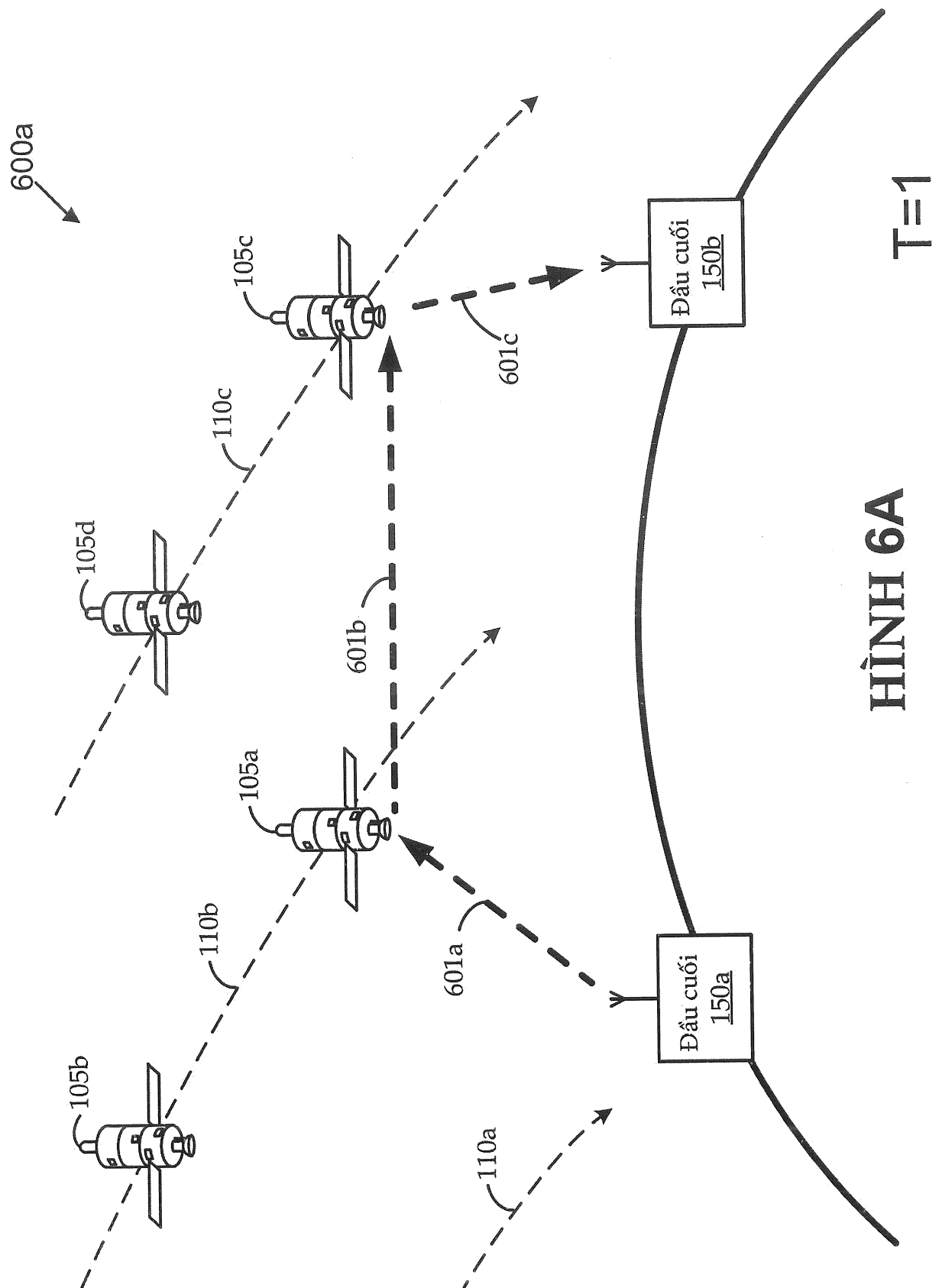
**HÌNH 3A****HÌNH 3B****HÌNH 3C****HÌNH 3D**

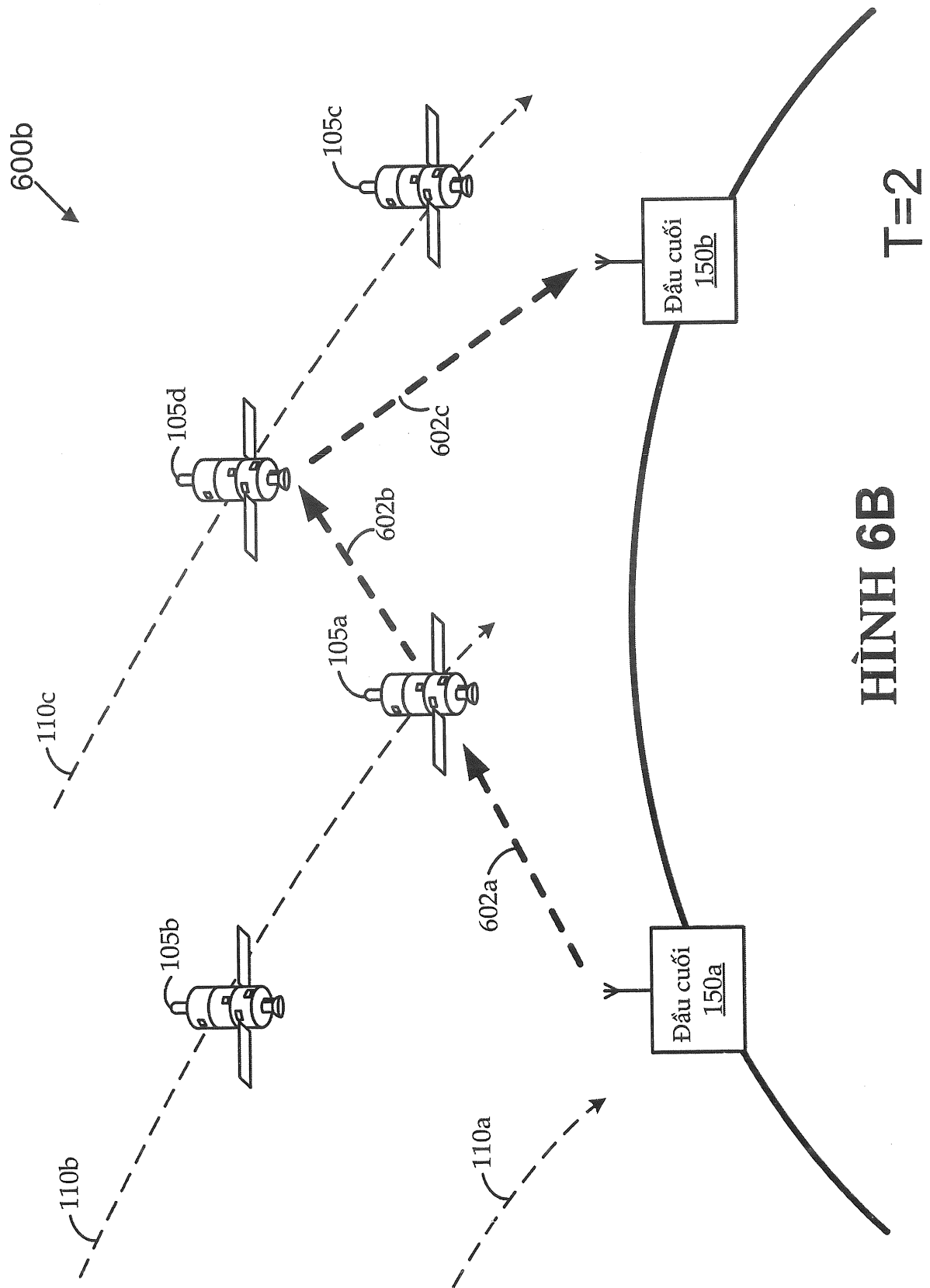


HÌNH 4



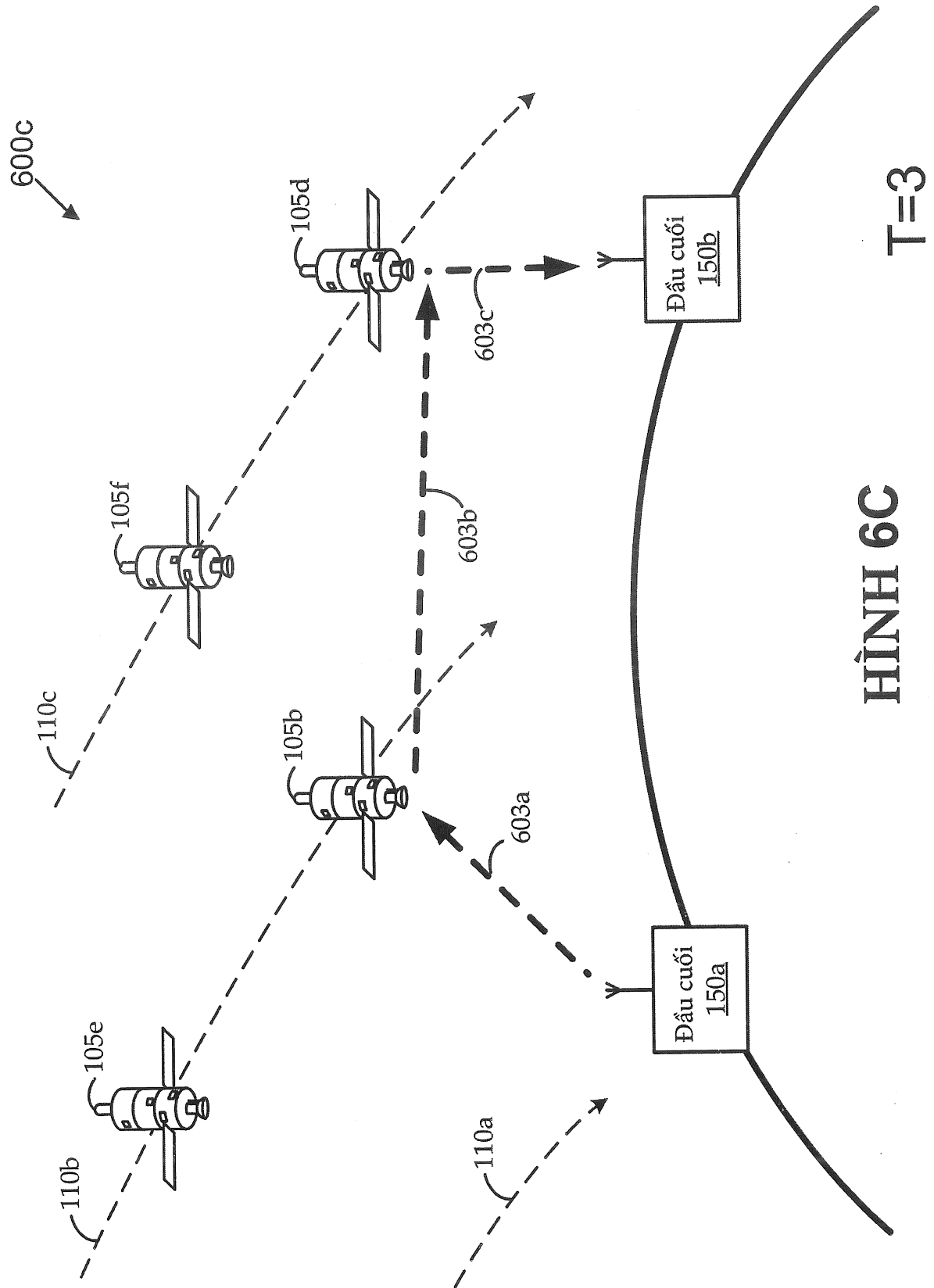
HÌNH 5

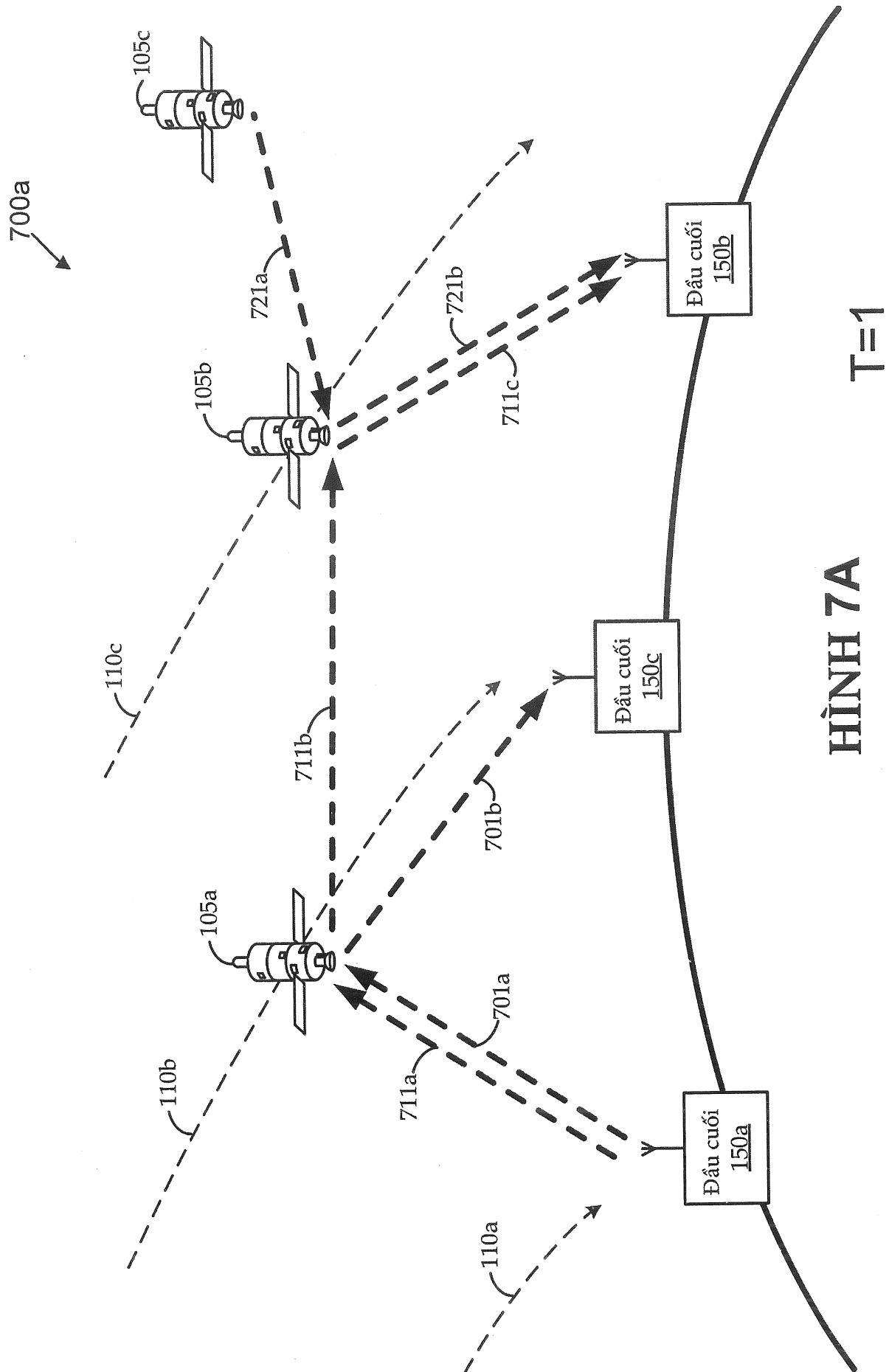


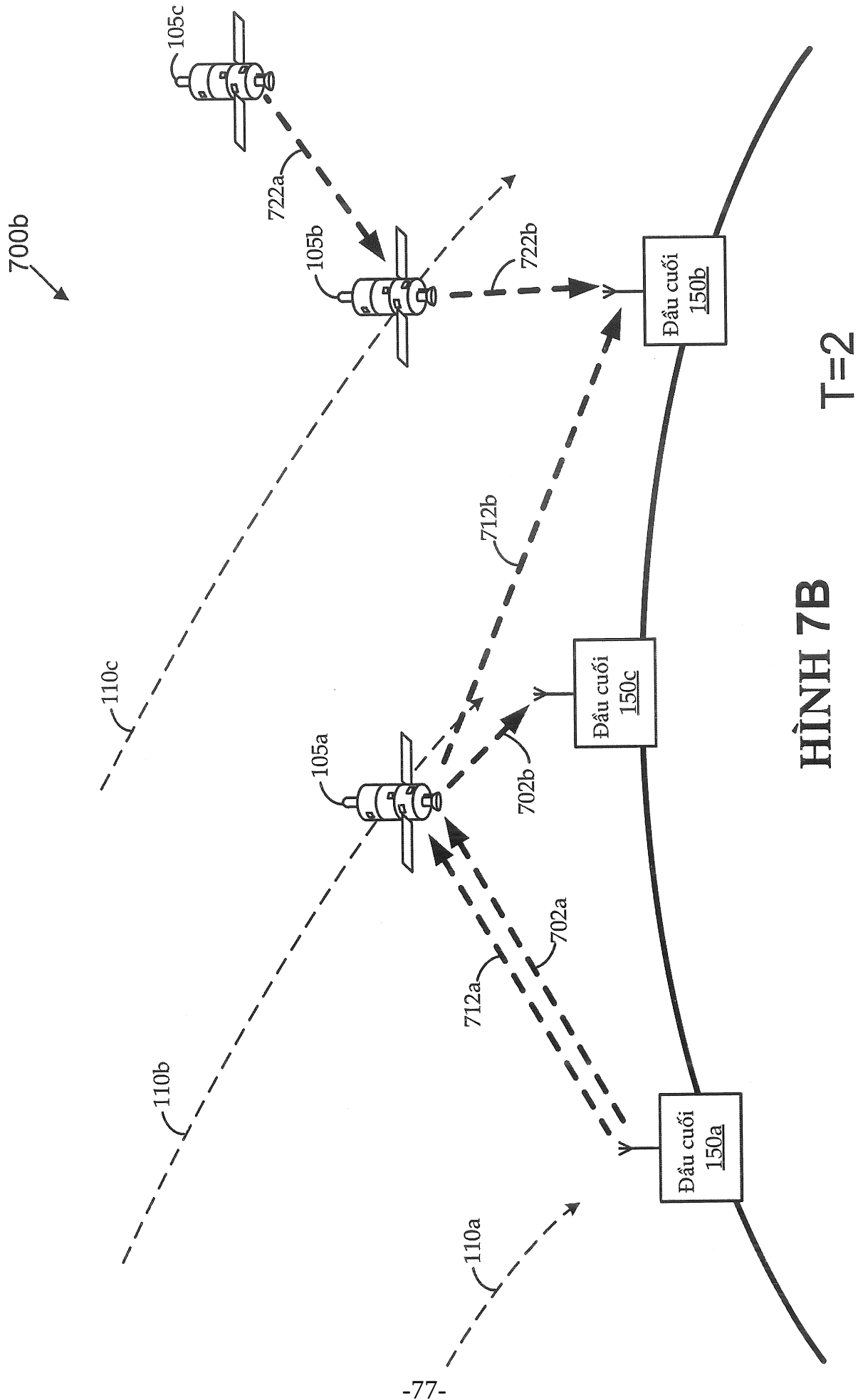


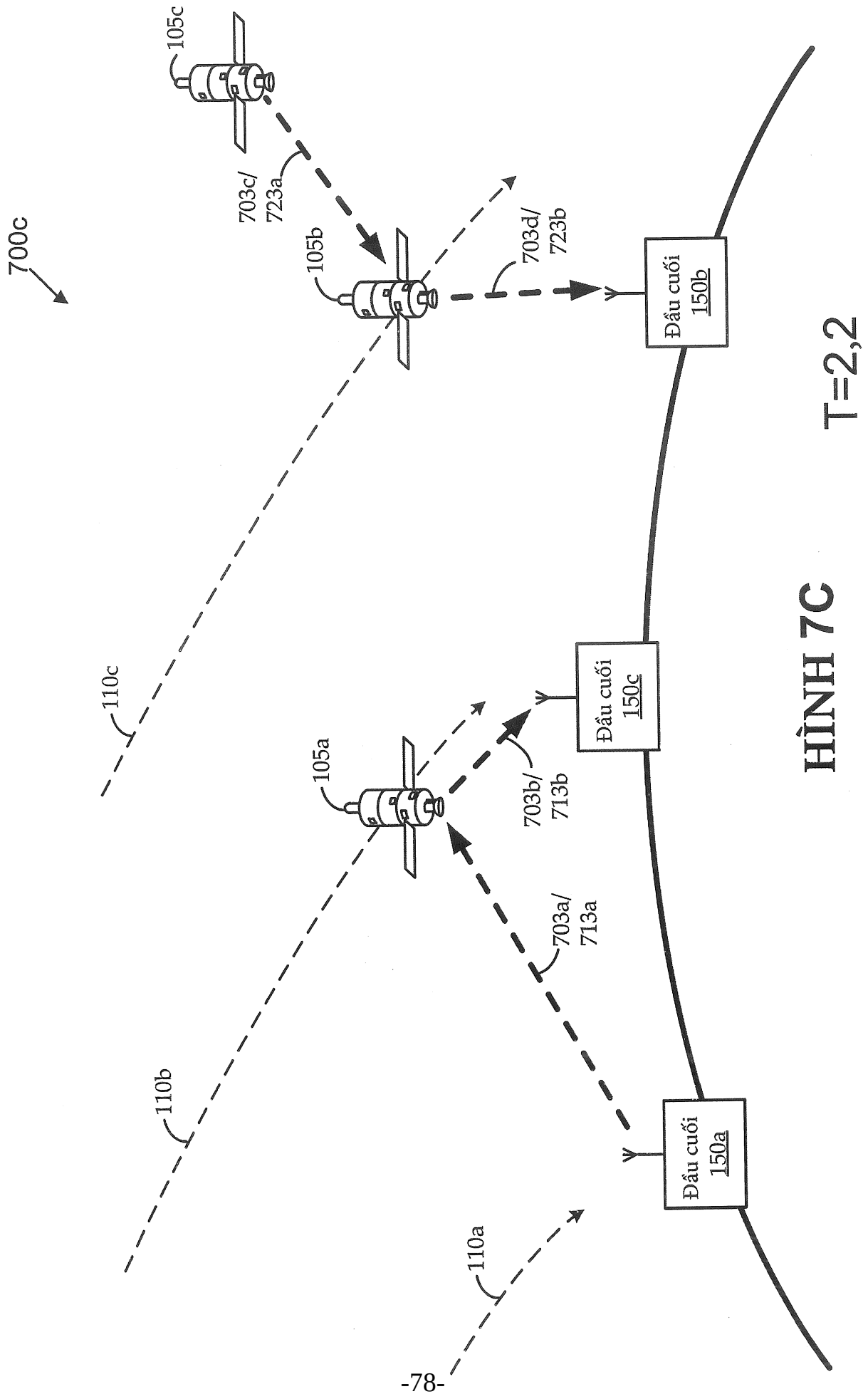
HÌNH 6B

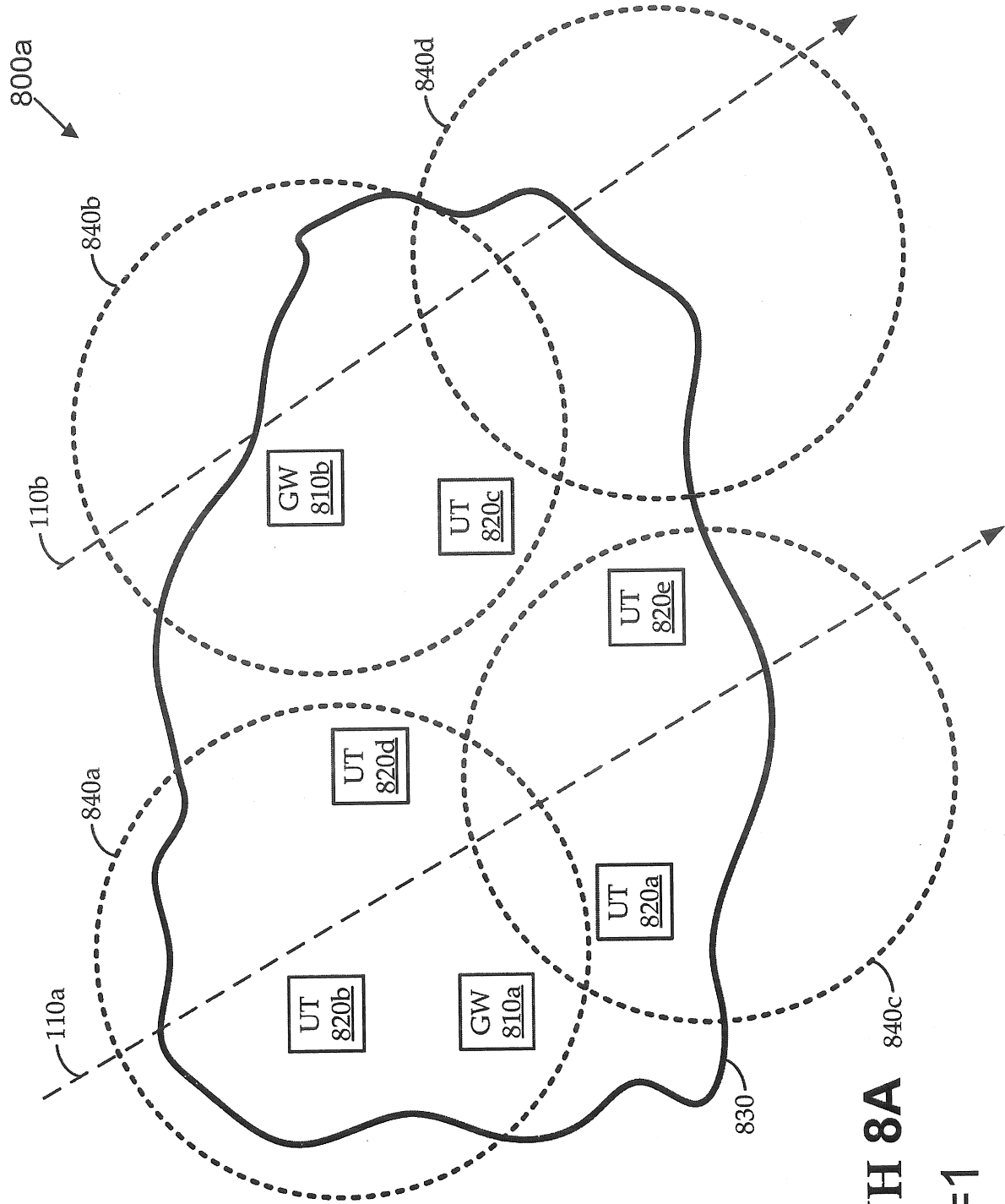
$T=2$





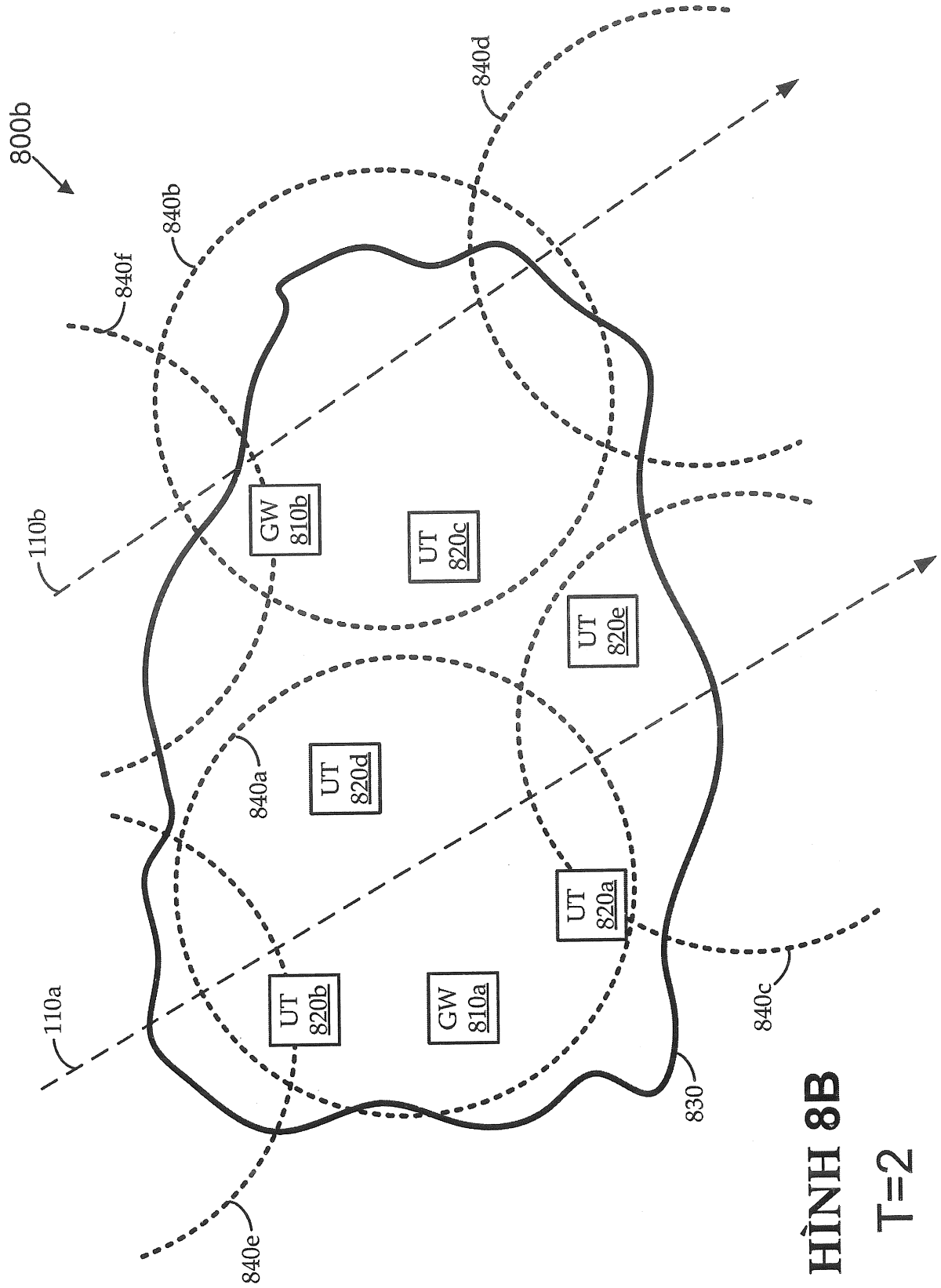


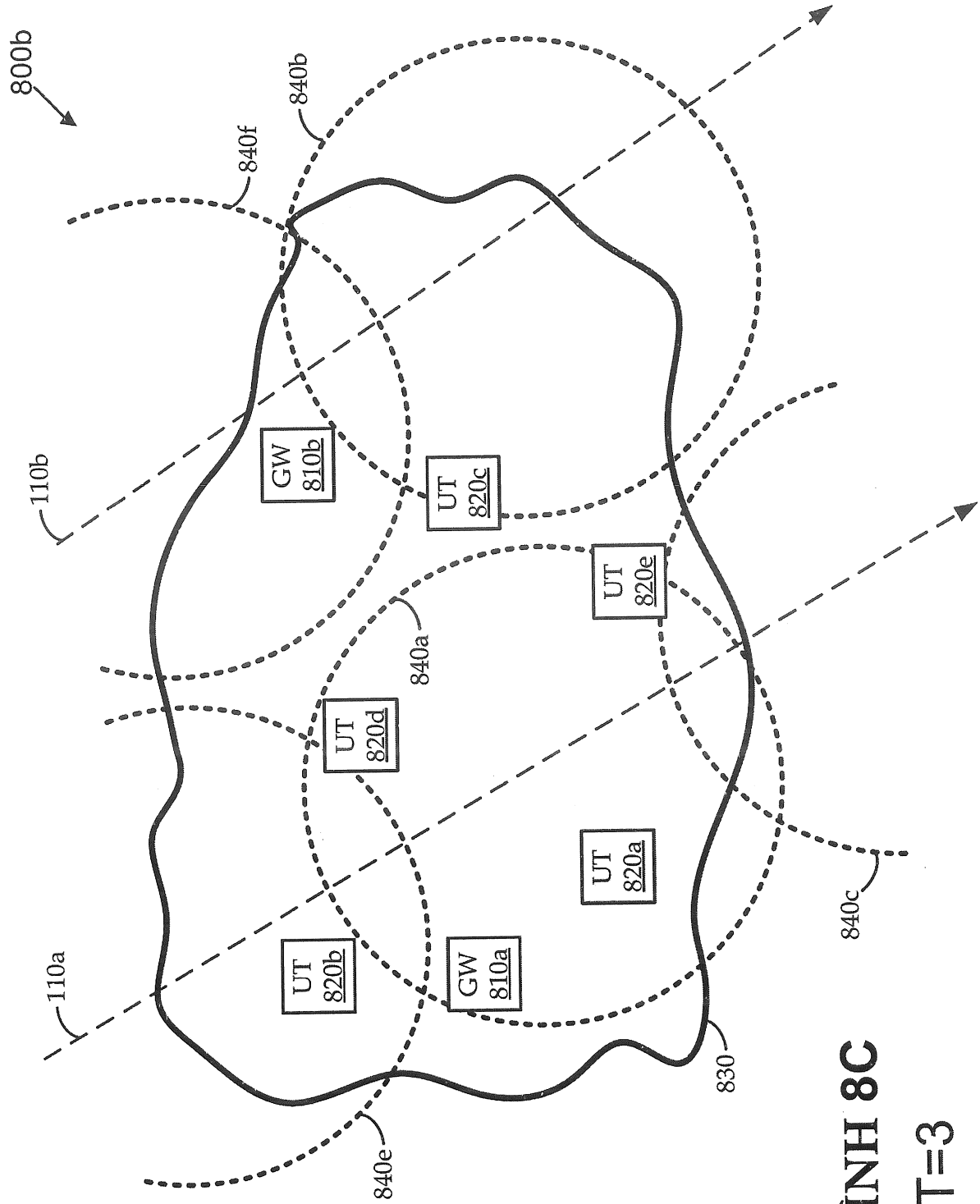




HÌNH 8A

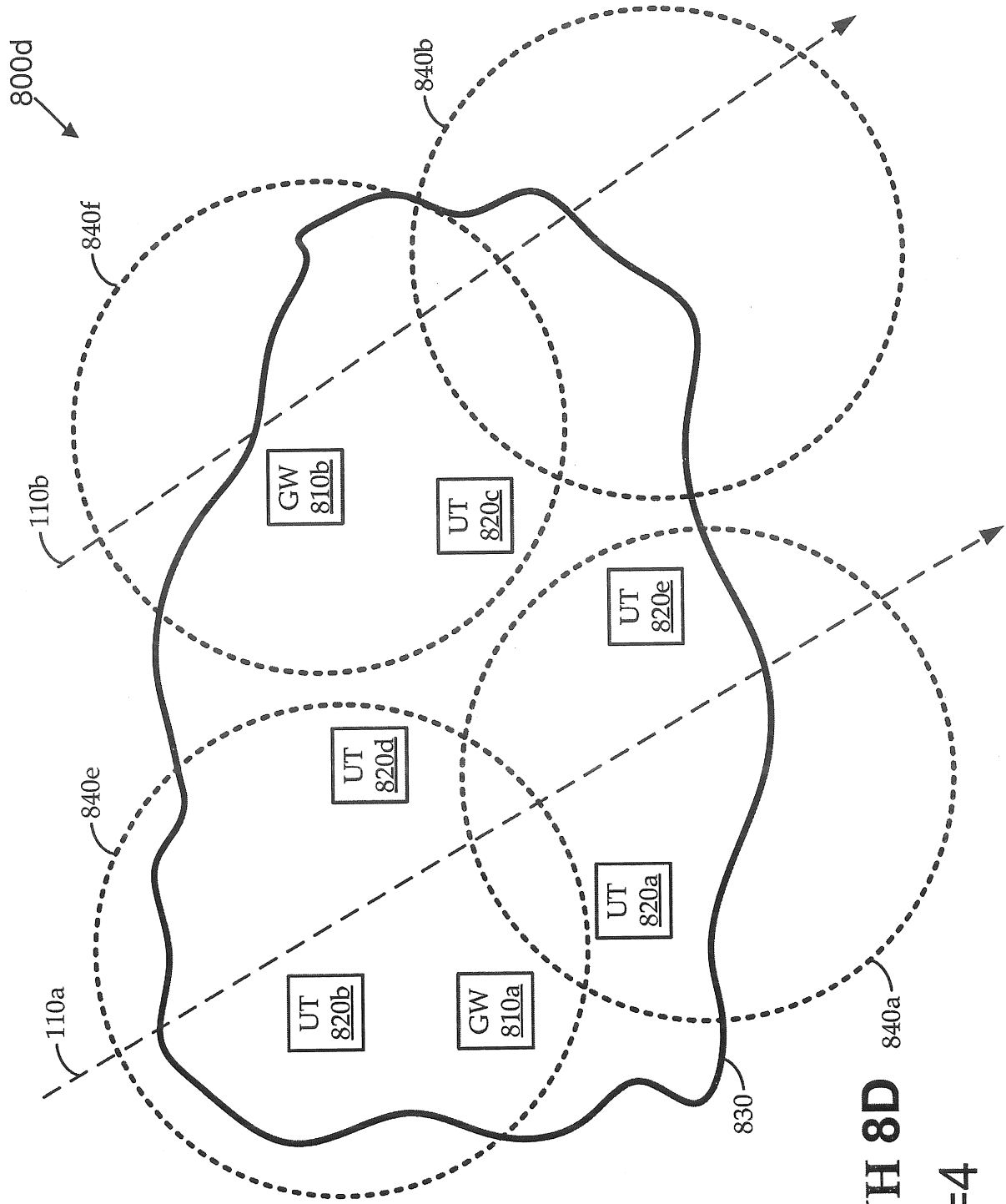
T=1

**HÌNH 8B****T=2**



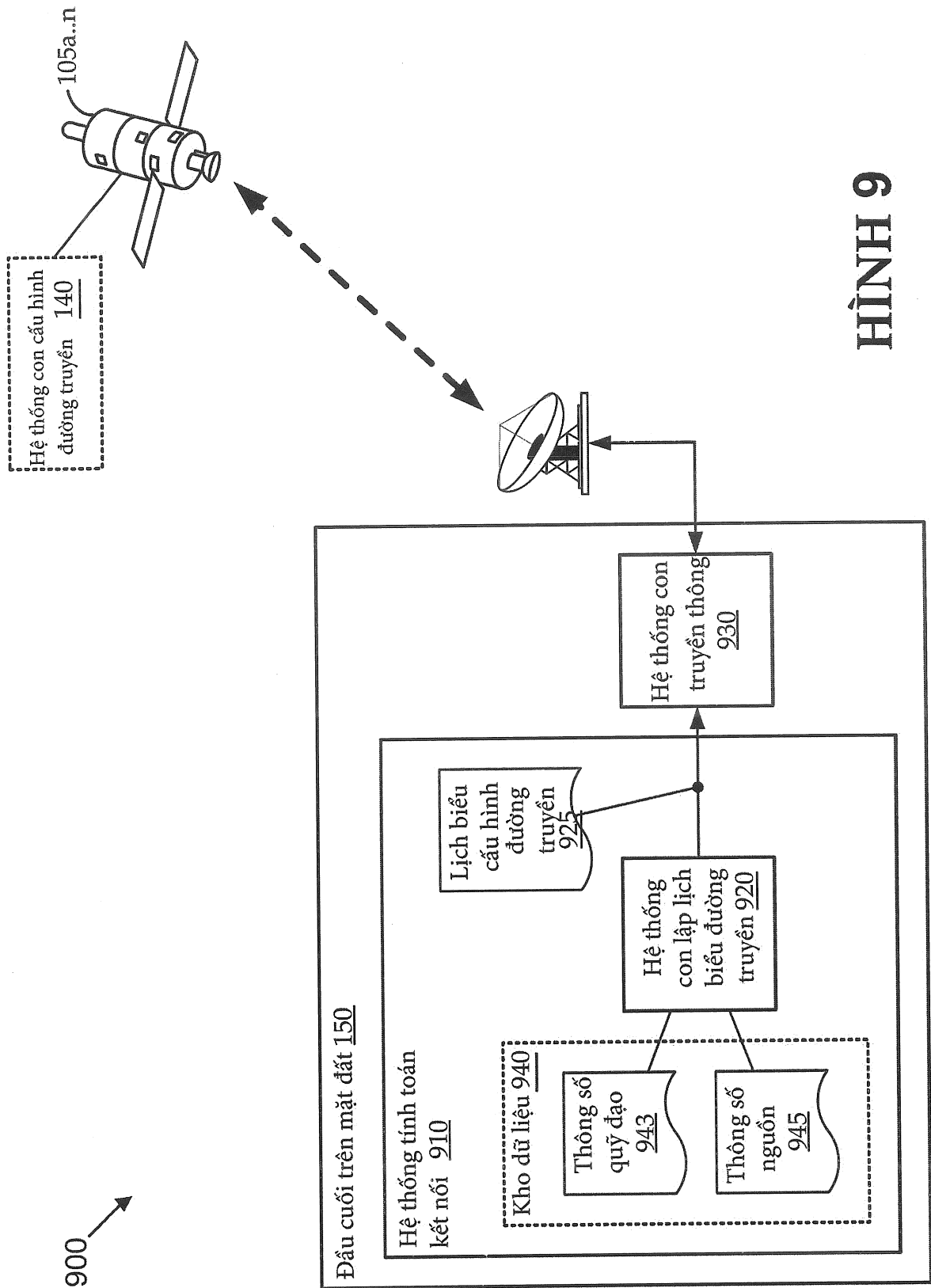
HÌNH 8C

T=3



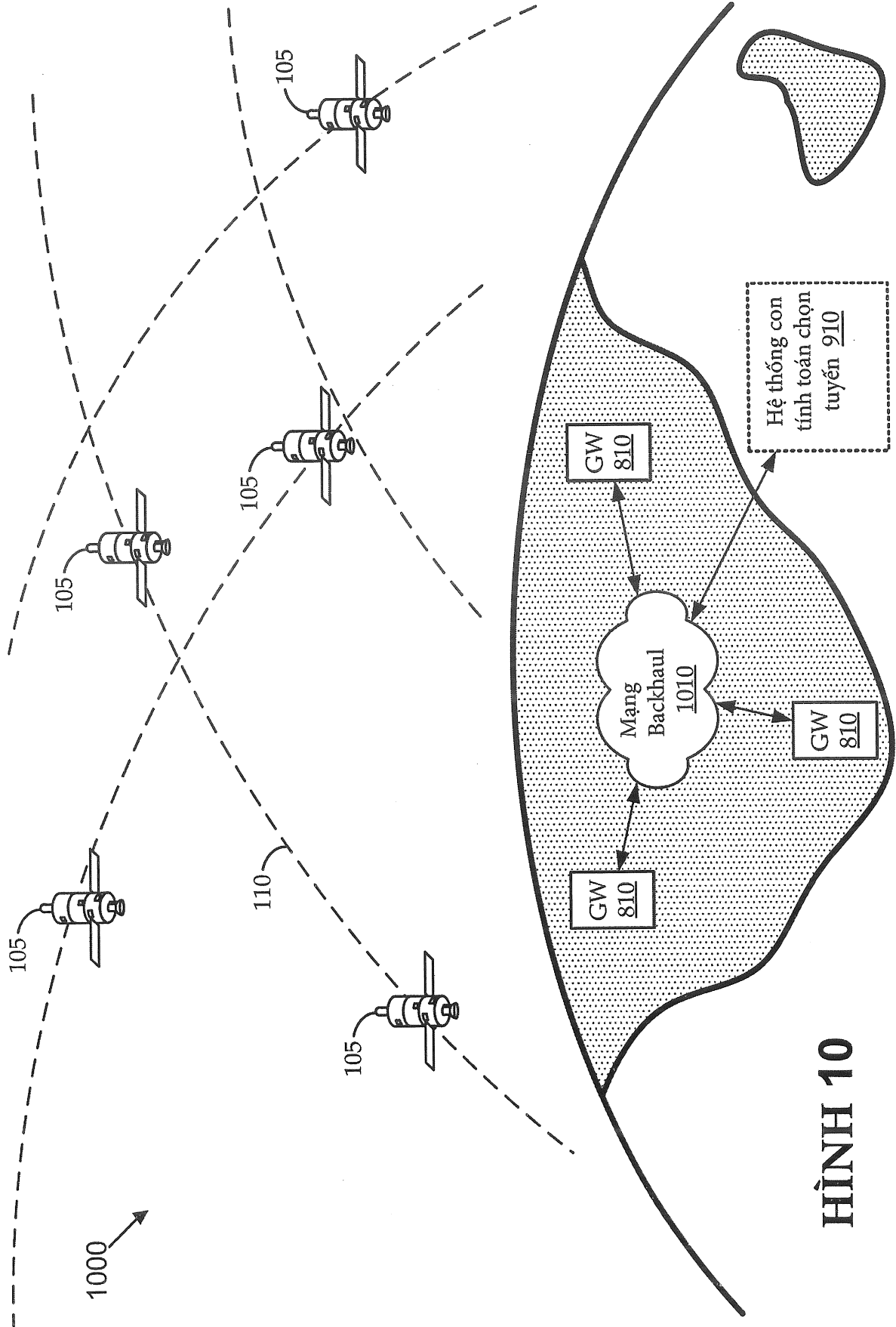
HÌNH 8D

T=4

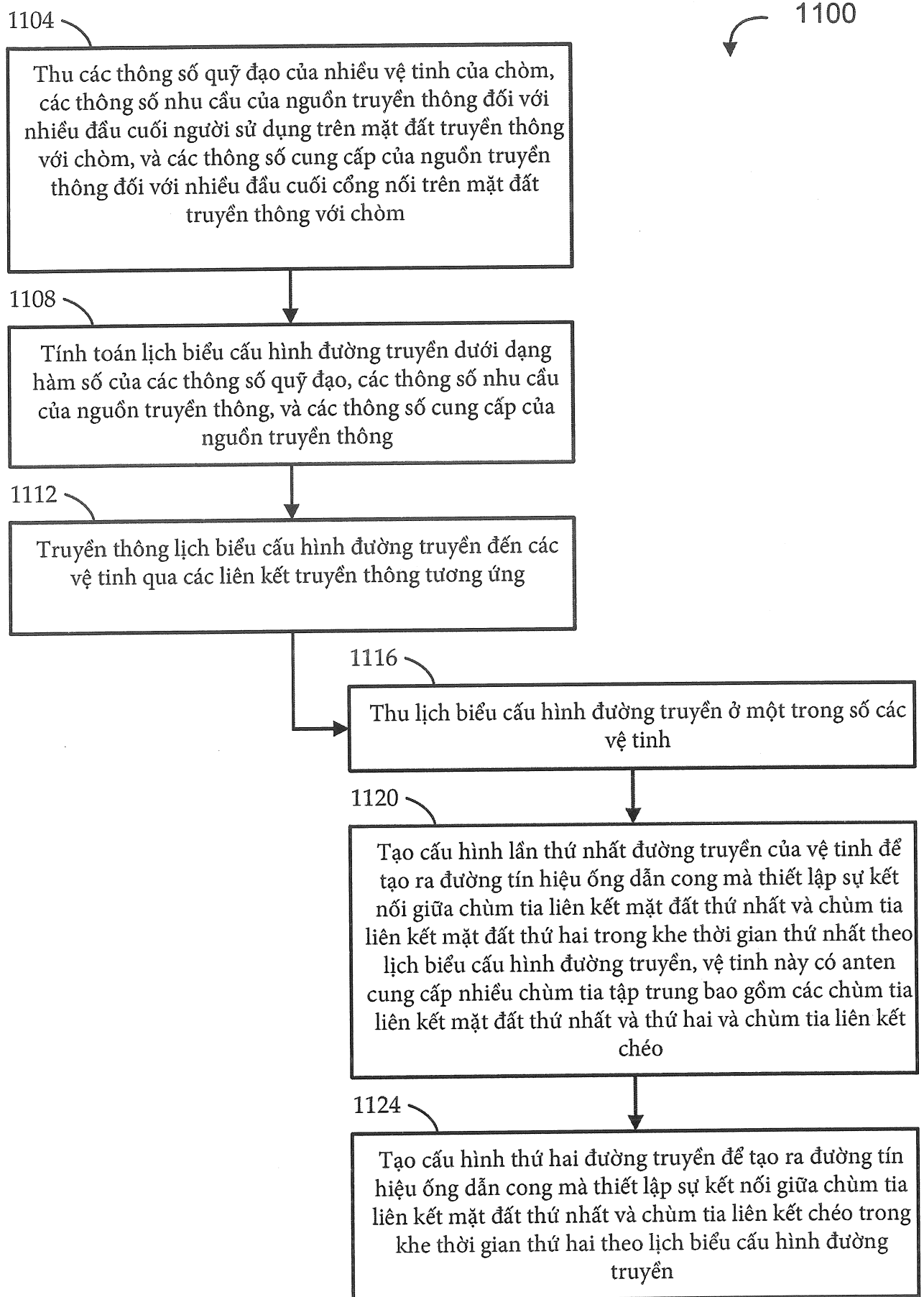


HÌNH 9

17/18



HÌNH 10

**HÌNH 11**