



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

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

(11)



1-0023331

(51)<sup>7</sup> H04B 7/26; H04J 11/00

(13) B

(21) 1-2015-00796

(22) 12/08/2013

(86) PCT/KR2013/007249 12/08/2013

(87) WO2014/027810A1 20/02/2014

(30) 61/682,208 11/08/2012 US; 61/709,994 05/10/2012 US; 61/710,679

06/10/2012 US; 61/710,686 06/10/2012 US; 61/712,212 10/10/2012 US

(45) 27/04/2020 385

(43) 25/05/2015 326A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

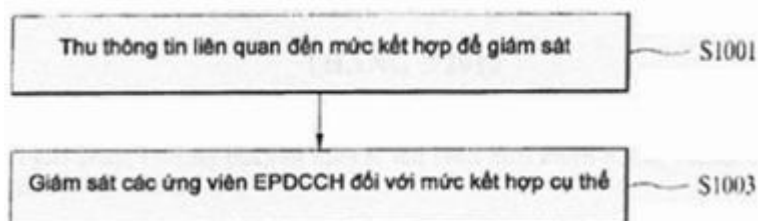
20 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721, Republic of Korea

(72) LEE, Seungmin (KR); KIM, Hakseong (KR); SEO, Hanbyul (KR)

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

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN THÔNG TIN ĐIỀU KHIỂN ĐƯỜNG XUỐNG TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp phát hiện thông tin điều khiển đường xuống bởi thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể hơn, phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin liên quan đến mức kết hợp để giám sát kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH); và giám sát vùng tìm kiếm đối với EPDCCH theo mức kết hợp cụ thể để phát hiện thông tin điều khiển đường xuống, trong đó đối với mức kết hợp cụ thể, số lượng ứng viên EPDCCH dùng để phát hiện thông tin điều khiển đường xuống được xác định khác nhau theo thông tin liên quan đến mức kết hợp.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị thu kênh điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Như một ví dụ của hệ thống truyền thông di động mà ở đó sáng chế được áp dụng, hệ thống truyền thông Dự án đối tác thế hệ thứ ba phát triển dài hạn (3GPP LTE) (sau đây, được gọi là LTE) được mô tả vắn tắt.

Fig.1 là sơ đồ minh họa giản lược cấu trúc mạng của E-UMTS làm hệ thống truyền thông radio được lấy làm ví dụ. Hệ thống viễn thông di động toàn cầu cải tiến (E-UMTS) là phiên bản cải tiến của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS) kế thừa và việc chuẩn hóa cơ bản của nó đang được thực hiện trong 3GPP. E-UMTS có thể được gọi là hệ thống LTE. Đối với các chi tiết đặc tả kỹ thuật của UMTS và E-UMTS, có thể tham khảo phiên bản 7 và phiên bản 8 của “3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network (Dự án đối tác thế hệ thứ ba; mạng truy cập radio nhóm đặc tả kỹ thuật”.

Dựa trên Fig.1, E-UMTS bao gồm thiết bị người dùng (UE), nút B cải tiến (eNode B hoặc eNB), và cổng truy cập (AG) mà nằm tại đầu cuối của mạng truy cập radio mặt đất UMTS cải tiến (E-UTRAN) và được kết nối với mạng bên ngoài. Các eNB có thể truyền đồng thời nhiều dòng dữ liệu đối với dịch vụ phát quảng bá, dịch vụ phát đa hướng, và/hoặc dịch vụ phát đơn hướng.

Một hoặc nhiều ô hiện có đối với mỗi eNB. Ô được tạo cấu hình để sử dụng một trong các băng thông 1,44, 3, 5, 10, 15, và 20 MHz để cung cấp dịch vụ truyền đường xuống (DL) hoặc đường lên (UL) tới nhiều UE. Các ô khác nhau có thể được tạo cấu hình để cung cấp các băng thông khác nhau. eNB điều khiển việc truyền và thu dữ liệu tới và từ nhiều UE. Đối với dữ liệu DL, eNB

truyền thông tin lập lịch DL để thông báo cho UE tương ứng về miền thời gian/tần số trong đó dữ liệu cần được truyền, sự mã hóa, kích cỡ dữ liệu, và thông tin liên quan đến yêu cầu và lặp lại tự động lai (HARQ). Ngoài ra, đối với dữ liệu UL, eNB truyền thông tin lập lịch UL tới UE tương ứng để thông báo cho UE về miền thời gian/tần số khả dụng, sự mã hóa, kích cỡ dữ liệu, và thông tin liên quan đến HARQ. Giao diện để truyền lưu lượng người dùng hoặc lưu lượng điều khiển giữa các eNB có thể được sử dụng. Mạng lõi (CN) có thể bao gồm AG và nút mạng dùng cho việc đăng ký người dùng của UE. AG quản lý tính di động của UE dựa trên vùng theo dõi (TA), mỗi TA bao gồm nhiều ô.

Mặc dù kỹ thuật truyền thông radio đã được phát triển tới LTE dựa trên đa truy cập phân chia theo mã băng rộng (WCDMA), các yêu cầu và các kỳ vọng của người dùng và các nhà cung cấp liên tục tăng lên. Ngoài ra, do các kỹ thuật truy cập radio khác tiếp tục được phát triển, các cải tiến kỹ thuật mới được yêu cầu để đảm bảo các sự cạnh tranh trong tương lai. Ví dụ, việc làm giảm chi phí trên mỗi bit, làm tăng độ khả dụng dịch vụ, sự sử dụng linh hoạt băng tần, cấu trúc được đơn giản hóa, giao diện mở, mức tiêu thụ công suất thích hợp của UE, v.v. được yêu cầu.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

#### **Vấn đề kỹ thuật**

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị thu kênh điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây.

Cần được hiểu rằng các mục đích kỹ thuật đạt được bởi sáng chế không chỉ giới hạn ở mục đích kỹ thuật nêu trên và các mục đích kỹ thuật khác mà không được đề cập ở đây sẽ trở nên rõ ràng dựa trên phần mô tả sau đây đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà sáng chế đề cập đến.

#### **Giải pháp kỹ thuật**

Mục đích của sáng chế có thể đạt được bằng cách đề xuất phương pháp phát hiện thông tin điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong

hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin liên quan đến mức kết hợp để giám sát kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH), và giám sát không gian tìm kiếm đối với EPDCCH theo mức kết hợp cụ thể và phát hiện thông tin điều khiển đường xuống, trong đó số lượng ứng viên EPDCCH dùng để phát hiện thông tin điều khiển đường xuống trên mức kết hợp cụ thể được xác định khác nhau theo thông tin liên quan đến mức kết hợp.

Thông tin liên quan đến mức kết hợp có thể bao gồm ít nhất một trong số loại định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI), băng thông hệ thống, số lượng phần tử tài nguyên (RE) khả dụng cho sự truyền EPDCCH, số lượng cặp khối tài nguyên vật lý (PRB) cấu thành tập hợp EPDCCH, và thông tin loại truyền EPDCCH.

Khi số lượng RE nhỏ hơn ngưỡng, số lượng ứng viên EPDCCH có thể được xác định là lớn hơn so với khi số lượng RE lớn hơn hoặc bằng ngưỡng.

Số lượng ứng viên EPDCCH được xác định khi số lượng RE nhỏ hơn ngưỡng có thể được xác định là gấp đôi số lượng ứng viên EPDCCH được xác định khi số lượng RE lớn hơn hoặc bằng ngưỡng.

Mức kết hợp cụ thể có thể tương ứng với một trong số các mức kết hợp thứ nhất và các mức kết hợp thứ hai, các mức kết hợp thứ nhất và các mức kết hợp thứ hai được xác định theo thông tin liên quan đến mức kết hợp, trong đó mức kết hợp thấp nhất của các mức kết hợp thứ nhất có thể cao hơn mức kết hợp thấp nhất của các mức kết hợp thứ hai.

Mức kết hợp thấp nhất của các mức kết hợp thứ nhất có thể gấp đôi mức kết hợp thấp nhất của các mức kết hợp thứ hai.

Các mức kết hợp thứ nhất và các mức kết hợp thứ hai có thể được tạo cấu hình tương ứng bởi sự kết hợp của ít nhất một mức kết hợp được lựa chọn từ các mức kết hợp được tạo cấu hình là  $\{1, 2, 4, 8, 16, 32\}$ .

Số lượng mức kết hợp thứ nhất có thể bằng số lượng mức kết hợp thứ hai.

Mức kết hợp cụ thể có thể tương ứng với một trong số các mức kết hợp thứ ba được xác định theo thông tin liên quan đến mức kết hợp, trong đó số lượng ứng viên EPDCCH được xác định bởi các mức kết hợp thứ ba có thể được

cấp phát sao cho một phần của số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp có giá trị thấp nhất trong số các mức kết hợp thứ ba được cấp phát lại tới các mức kết hợp còn lại trong số các mức kết hợp thứ ba.

Khi các đơn vị tài nguyên được cấp phát cho EPDCCH, số lượng ứng viên EPDCCH dùng để phát hiện thông tin điều khiển đường xuống có thể được xác định một cách độc lập đối với mỗi đơn vị tài nguyên trên mức kết hợp cụ thể theo thông tin liên quan đến mức kết hợp.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện thông tin điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin về các mẫu khung con, và phát hiện thông tin điều khiển đường xuống trên một trong số kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH) theo các mẫu khung con, trong đó các mẫu khung con chỉ báo khung con để phát hiện PDCCH.

Các mẫu khung con có thể chỉ báo khung con để phát hiện thông tin điều khiển đường xuống trên PDCCH, bằng cách sử dụng ít nhất một trong số sơ đồ bit, chu kỳ định trước và độ dịch.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện thông tin điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước: tạo cấu trúc không gian tìm kiếm để giám sát kênh đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH), và giám sát không gian tìm kiếm theo các mức kết hợp được tạo cấu trúc cho UE và phát hiện thông tin điều khiển đường xuống, trong đó mỗi mức kết hợp xác định số lượng ứng viên EPDCCH được xác định dựa trên số lượng đơn vị tài nguyên đối với không gian tìm kiếm.

Hệ số trọng số được tạo cấu trúc cho mức kết hợp tương ứng giữa các mức kết hợp có thể được áp dụng cho số lượng ứng viên EPDCCH.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện thông tin điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước: tạo cấu trúc không gian tìm kiếm để giám sát kênh đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH),

và giám sát không gian tìm kiếm theo các mức kết hợp được tạo cấu hình cho UE và phát hiện thông tin điều khiển đường xuống, trong đó mỗi mức kết hợp xác định số lượng ứng viên EPDCCH theo trọng số dùng cho tập hợp EPDCCH liên quan đến thông tin điều khiển đường xuống được áp dụng cho tập hợp EPDCCH đó.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các phương án của sáng chế, thông tin điều khiển đường xuống có thể được phát hiện hiệu quả trong hệ thống truyền thông không dây.

Sẽ được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các hiệu quả có thể đạt được bởi sáng chế không chỉ giới hạn ở những gì được mô tả trên đây và các hiệu quả khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng dựa trên phần mô tả chi tiết sau đây kết hợp với hình vẽ kèm theo.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các hình vẽ kèm theo, mà được bao gồm để giúp hiểu thêm về sáng chế, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả để giải thích giải pháp kỹ thuật của sáng chế.

Fig.1 minh họa cấu trúc mạng E-UMTS, mà là ví dụ của hệ thống truyền thông không dây.

Fig.2 minh họa các cấu trúc của mặt phẳng điều khiển của giao thức giao diện radio và mặt phẳng người dùng giữa UE và E-UTRAN dựa trên chuẩn mạng truy cập radio 3GPP.

Fig.3 là sơ đồ minh họa các kênh vật lý được sử dụng cho hệ thống 3GPP LTE và phương pháp điển hình để truyền các tín hiệu sử dụng hệ thống này.

Fig.4 minh họa cấu trúc của khung radio trong 3GPP LTE.

Fig.5 là sơ đồ minh họa lưới tài nguyên đối với khe đường xuống (DL).

Fig.6 minh họa cấu trúc của khung con DL.

Fig.7 minh họa các đơn vị tài nguyên được sử dụng trong việc tạo cấu hình kênh điều khiển đường xuống trong LTE.

Fig.8 minh họa ví dụ của EPDCCH và các PDSCH được lập lịch bởi EPDCCH.

Fig.9 minh họa phương pháp xác định số lượng ứng viên EPDCCH theo một phương án của sáng chế.

Fig.10 minh họa phương pháp giám sát các ứng viên EPDCCH theo một phương án của sáng chế.

Fig.11 minh họa BS và UE mà được áp dụng cho một phương án của sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Kỹ thuật sau đây có thể được áp dụng cho các hệ thống truy cập không dây sử dụng đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA), và tương tự. CDMA có thể được áp dụng thông qua kỹ thuật radio như truy cập radio mặt đất toàn cầu (UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được áp dụng thông qua kỹ thuật radio như hệ thống viễn thông di động toàn cầu (GSM)/dịch vụ radio gói tổng hợp (GPRS)/tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự cải tiến GSM (EDGE). OFDMA có thể được áp dụng thông qua kỹ thuật radio như chuẩn (IEEE) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, và UTRA cải tiến (E-UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS). 3GPP LTE là một phần của UMTS cải tiến (E-UMTS) sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE sử dụng OFDMA trong DL và SC-FDMA trong UL. LTE-cải tiến (LTE-A) là phiên bản cải tiến của 3GPP LTE.

Để mô tả rõ ràng hơn, phần mô tả sau đây tập trung vào hệ thống 3GPP LTE/LTE-A. Tuy nhiên, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không chỉ giới hạn ở đó. Các thuật ngữ cụ thể được sử dụng trong phần mô tả sau đây được đưa ra để giúp hiểu sáng chế dễ dàng hơn. Các thuật ngữ cụ thể này có thể được thay thế bởi các thuật ngữ khác nằm trong phạm vi và tinh thần của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ minh họa các cấu trúc của mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng của giao thức giao diện radio giữa UE và E-UTRAN dựa trên đặc tả kỹ thuật mạng truy cập radio 3GPP. Mặt phẳng điều khiển liên quan đến kênh được sử dụng để truyền các bản tin điều khiển, mà được sử dụng bởi UE

và mạng để quản lý cuộc gọi. Mặt phẳng người dùng liên quan đến kênh trong đó dữ liệu được tạo ra trong lớp ứng dụng, ví dụ dữ liệu thoại hoặc dữ liệu gói Internet, được truyền.

Lớp vật lý, mà là lớp thứ nhất, cung cấp dịch vụ truyền thông tin tới lớp cao hơn sử dụng kênh vật lý. Lớp vật lý được kết nối với lớp điều khiển truy cập môi trường (MAC) của lớp cao hơn thông qua kênh truyền (kênh cổng anten). Dữ liệu được truyền giữa lớp MAC và lớp vật lý thông qua kênh truyền. Dữ liệu cũng được truyền giữa lớp vật lý của bộ truyền và lớp vật lý của bộ thu thông qua kênh vật lý. Kênh vật lý sử dụng thời gian và tần số làm các tài nguyên radio. Cụ thể, kênh vật lý được điều chế sử dụng phương pháp OFDMA trong DL và được điều chế sử dụng phương pháp SC-FDMA trong UL.

Lớp MAC, mà là lớp thứ hai, cung cấp dịch vụ tới lớp điều khiển liên kết radio (RLC) của lớp cao hơn thông qua kênh logic. Lớp RLC của lớp thứ hai hỗ trợ việc truyền dữ liệu tin cậy. Chức năng của lớp RLC có thể được thực hiện bởi khối chức năng trong lớp MAC. Lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) của lớp thứ hai thực hiện chức năng nén đoạn đầu để làm giảm thông tin điều khiển không cần thiết để truyền hiệu quả gói giao thức Internet (IP) chẳng hạn như gói IPv4 hoặc IPv6 trong giao diện radio có băng thông tương đối hẹp.

Lớp điều khiển tài nguyên radio (RRC) nằm tại phần dưới cùng của lớp thứ ba được xác định chỉ trong mặt phẳng điều khiển. Lớp RRC điều khiển các kênh logic, các kênh truyền, và các kênh vật lý liên quan đến việc tạo cấu hình, tạo cấu hình lại, và giải phóng các kênh mang radio. Kênh mang radio liên quan đến dịch vụ được cung cấp bởi lớp thứ hai để truyền dữ liệu giữa UE và mạng. Để thực hiện được điều này, lớp RRC của UE và lớp RRC của mạng trao đổi các bản tin RRC. UE nằm trong chế độ được kết nối RRC nếu kết nối RRC được thiết lập giữa lớp RRC của mạng radio và lớp RRC của UE. Mặt khác, UE nằm trong chế độ rời RRC. Lớp tầng không truy cập (NAS) nằm tại lớp cao hơn của lớp RRC thực hiện các chức năng chẳng hạn như quản lý phiên và quản lý tính di động.

Một ô cấu thành eNB được tạo cấu hình để sử dụng một trong các băng thông 1, 4, 3, 5, 10, và 20 MHz để cung cấp dịch vụ truyền DL hoặc UL tới các

UE. Các ô khác nhau có thể được tạo cấu hình để cung cấp các băng thông khác nhau.

Các kênh truyền DL để truyền dữ liệu từ mạng tới UE bao gồm kênh quảng bá (BCH) để truyền thông tin hệ thống, kênh tìm gọi (PCH) để truyền các bản tin tìm gọi, và kênh chia sẻ (SCH) DL để truyền lưu lượng người dùng hoặc các bản tin điều khiển. Các bản tin lưu lượng hoặc điều khiển của dịch vụ phát đa hướng hoặc quảng bá DL có thể được truyền thông qua DL SCH hoặc có thể được truyền thông qua kênh truyền đa hướng (MCH) DL bổ sung. Trong khi đó, các kênh truyền UL để truyền dữ liệu từ UE tới mạng bao gồm kênh truy cập ngẫu nhiên (RACH) để truyền các bản tin điều khiển ban đầu và UL SCH để truyền lưu lượng người dùng hoặc các bản tin điều khiển. Các kênh logic, mà nằm tại lớp cao hơn của các kênh truyền và được ánh xạ tới các kênh truyền, bao gồm kênh điều khiển quảng bá (BCCH), kênh điều khiển tìm gọi (PCCH), kênh điều khiển chung (CCCH), kênh điều khiển truyền đa hướng (MCCH), và kênh lưu lượng truyền đa hướng (MTCH).

Fig.3 là sơ đồ minh họa các kênh vật lý được sử dụng trong hệ thống 3GPP và phương pháp truyền tín hiệu chung sử dụng hệ thống này.

Khi UE được bật nguồn hoặc đi vào ô mới, UE thực hiện tìm kiếm ô ban đầu chẳng hạn như thu nhận đồng bộ với eNB trong bước S301. Để thực hiện được điều này, UE có thể thu kênh đồng bộ sơ cấp (P-SCH) và kênh đồng bộ thứ cấp (S-SCH) từ eNB, thiết đặt sự đồng bộ với eNB, và thu nhận thông tin chẳng hạn như ký hiệu nhận dạng ô (ID). Sau đó, UE có thể thu kênh quảng bá vật lý (PBCH) từ eNB để thu được thông tin được quảng bá trong ô. Trong khi đó, UE có thể thu tín hiệu tham chiếu (RS) DL trong bước tìm kiếm ô ban đầu để xác nhận trạng thái kênh DL.

Sau khi hoàn thành việc tìm kiếm ô ban đầu, UE có thể thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) theo thông tin được chứa trong PDCCH để thu được thông tin hệ thống chi tiết hơn trong bước S302.

Tiếp theo, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên chẳng hạn như các bước từ S303 đến S306 để hoàn thành việc truy cập tới eNB. Để thực hiện

được điều này, UE có thể truyền đoạn đầu thông qua kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (PRACH) (S303) và thu bản tin phản hồi lại đoạn đầu thông qua PDCCH và PDSCH tương ứng với PDCCH (S304). Trong trường hợp của truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, thủ tục giải quyết tranh chấp bao gồm việc truyền tín hiệu PRACH (S305) và việc thu tín hiệu PDCCH và tín hiệu PDSCH tương ứng với tín hiệu PDCCH (S306) có thể được thực hiện bổ sung.

UE mà đã thực hiện các thủ tục nêu trên có thể thu PDCCH và/hoặc tín hiệu PDSCH (bước S307) và truyền tín hiệu kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) và/hoặc kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) (bước S308) theo thủ tục truyền tín hiệu UL/DL chung. Thông tin điều khiển mà UE truyền tới eNB được gọi là thông tin điều khiển đường lên (UCI). UCI bao gồm báo nhận (ACK)/ACK phủ định (NACK) yêu cầu và lặp lại tự động lai (HARQ), yêu cầu lập lịch (SR), thông tin trạng thái kênh (CSI), v.v.. Theo phần mô tả này, HARQ ACK/NACK được rút gọn là HARQ-ACK hoặc ACK/NACK (A/N). HARQ-ACK bao gồm ít nhất một trong số ACK khẳng định (gọi đơn giản là ACK), ACK phủ định (gọi đơn giản là, NACK), truyền gián đoạn (DTX), và NACK/DTX. CSI bao gồm chỉ báo chất lượng kênh (CQI), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI), chỉ báo hạng (RI), v.v.. Trong khi UCI thường được truyền trên PUCCH, nếu thông tin điều khiển và dữ liệu lưu lượng cần được truyền đồng thời, UCI có thể được truyền trên PUSCH. UCI có thể được truyền không theo chu kỳ trên PUSCH theo yêu cầu/lệnh của mạng.

Fig.4 là sơ đồ minh họa cấu trúc của khung radio được sử dụng trong hệ thống LTE.

Dựa trên Fig.4, trong hệ thống truyền thông theo gói không dây ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) kiểu chia ô, các gói dữ liệu UL/DL được truyền trong các khung con. Một khung con được xác định làm khoảng thời gian định trước bao gồm nhiều ký hiệu OFDM. Tiêu chuẩn 3GPP LTE hỗ trợ cấu trúc khung radio loại 1 có thể áp dụng cho song công phân chia theo tần số (FDD) và cấu trúc khung radio loại 2 có thể áp dụng cho song công phân chia theo thời gian (TDD).

Fig.4(a) là sơ đồ minh họa cấu trúc của khung radio loại 1. Khung radio

DL bao gồm 10 khung con, mỗi khung con bao gồm hai khe trong miền thời gian. Thời gian được yêu cầu để truyền một khung con được xác định là khoảng thời gian truyền (TTI). Ví dụ, một khung con có thể dài 1ms và một khe có thể dài 0,5ms. Một khe bao gồm nhiều ký hiệu OFDM trong miền thời gian và nhiều khối tài nguyên (RB) trong miền tần số. Do 3GPP LTE sử dụng OFDMA đối với DL, ký hiệu OFDM là một chu kỳ ký hiệu. Ký hiệu OFDM có thể được gọi là ký hiệu SC-FDMA hoặc chu kỳ ký hiệu. RB là đơn vị cấp phát tài nguyên bao gồm các sóng mang con liên kế trong một khe.

Số lượng ký hiệu OFDM nằm trong một khe có thể được thay đổi theo cấu hình của tiền tố vòng (CP). Có hai loại CP, CP mở rộng và CP thông thường. Ví dụ, nếu mỗi ký hiệu OFDM được tạo cấu hình để chứa CP thông thường, một khe có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM. Nếu mỗi ký hiệu OFDM được tạo cấu hình để chứa CP mở rộng, độ dài của ký hiệu OFDM được tăng lên và do đó số lượng ký hiệu OFDM được chứa trong một khe là nhỏ hơn so với trong trường hợp của CP thông thường. Trong trường hợp của CP mở rộng, ví dụ, một khe có thể bao gồm 6 ký hiệu OFDM. Nếu trạng thái kênh là không ổn định, như là trường hợp khi UE di chuyển nhanh, CP mở rộng có thể được sử dụng để làm giảm hơn nữa nhiễu liên ký hiệu.

Trong trường hợp của CP thông thường, do một khe bao gồm 7 ký hiệu OFDM, một khung con bao gồm 14 ký hiệu OFDM. Tối đa ba ký hiệu OFDM đầu tiên của mỗi khung con có thể được cấp phát tới PDCCH và các ký hiệu OFDM còn lại có thể được cấp phát tới PDSCH.

Fig.4(b) minh họa cấu trúc của khung radio loại 2. Khung radio loại 2 bao gồm hai nửa khung, mỗi nửa khung bao gồm bốn khung con chung mà mỗi khung con có hai khe và một khung con đặc biệt bao gồm khe thời gian hoa tiêu đường xuống (DwPTS), khoảng bảo vệ (GP), và khe thời gian hoa tiêu đường lên (UpPTS).

Trong khung con đặc biệt, DwPTS được sử dụng cho việc tìm kiếm ô ban đầu, đồng bộ, hoặc đánh giá kênh tại UE, và UpPTS được sử dụng cho việc đánh giá kênh và sự đồng bộ truyền UL với UE tại eNB. Tức là, DwPTS được sử dụng cho việc truyền DL và UpPTS được sử dụng cho việc truyền UL. Cụ thể,

UpPTS được sử dụng cho việc truyền đoạn đầu PRACH hoặc tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS). GP được sử dụng để loại bỏ nhiễu UL giữa UL và DL, gây ra bởi trễ đa đường của tín hiệu DL.

Đặc tả chuẩn 3GPP hiện tại xác định các cấu hình sau đây được liệt kê trong bảng 1 dưới đây đối với khung con đặc biệt. Bảng 1 minh họa DwPTSs và UpPTSs trong trường hợp mà  $T_s=1/(15000 \times 2048)$ . Vùng còn lại ngoại trừ DwPTS và UpPTS được thiết đặt là GP.

Bảng 1

| Cấu hình<br>khung con đặc<br>biệt | Tiền tố vòng thường trong đường xuống |                                           |                                            | Tiền tố vòng mở rộng trong đường xuống |                                           |                                         |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                   | DwPTS                                 | UpPTS                                     |                                            | DwPTS                                  | UpPTS                                     |                                         |
|                                   |                                       | Tiền tố vòng<br>thường trong<br>đường lên | Tiền tố vòng<br>mở rộng trong<br>đường lên |                                        | Tiền tố vòng<br>thường trong<br>đường lên | Tiền tố vòng mở rộng<br>trong đường lên |
| 0                                 | $6592 \cdot T_s$                      | $2192 \cdot T_s$                          | $2560 \cdot T_s$                           | $7680 \cdot T_s$                       | $2192 \cdot T_s$                          | $2560 \cdot T_s$                        |
| 1                                 | $19760 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | $20480 \cdot T_s$                      |                                           |                                         |
| 2                                 | $21952 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | $23040 \cdot T_s$                      |                                           |                                         |
| 3                                 | $24144 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | $25600 \cdot T_s$                      |                                           |                                         |
| 4                                 | $26336 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | $7680 \cdot T_s$                       |                                           |                                         |
| 5                                 | $6592 \cdot T_s$                      | $4384 \cdot T_s$                          | $5120 \cdot T_s$                           | $20480 \cdot T_s$                      | $4384 \cdot T_s$                          | $5120 \cdot T_s$                        |
| 6                                 | $19760 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | $23040 \cdot T_s$                      |                                           |                                         |
| 7                                 | $21952 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | $12800 \cdot T_s$                      |                                           |                                         |
| 8                                 | $24144 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | -                                      | -                                         | -                                       |
| 9                                 | $13168 \cdot T_s$                     |                                           |                                            | -                                      | -                                         | -                                       |

Trong khi đó, cấu trúc khung radio loại 2, tức là, các cấu hình khung con UL/DL trong hệ thống TDD được liệt kê trong bảng 2.

Bảng 2

| Cấu hình đường<br>xuống-đường lên | Chu kỳ điểm chuyển đổi<br>đường xuống-đường lên | Số khung con |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                   |                                                 | 0            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0                                 | 5 ms                                            | D            | S | U | U | U | D | S | U | U | U |
| 1                                 | 5 ms                                            | D            | S | U | U | D | D | S | U | U | D |
| 2                                 | 5 ms                                            | D            | S | U | D | D | D | S | U | D | D |
| 3                                 | 10 ms                                           | D            | S | U | U | U | D | D | D | D | D |
| 4                                 | 10 ms                                           | D            | S | U | U | D | D | D | D | D | D |
| 5                                 | 10 ms                                           | D            | S | U | D | D | D | D | D | D | D |
| 6                                 | 5 ms                                            | D            | S | U | U | U | D | S | U | U | D |

Trong bảng 2, D biểu diễn khung con DL, U biểu diễn khung con UL, và S biểu diễn khung con đặc biệt. Bảng 2 còn minh họa các chu kỳ điểm chuyển đổi DL-thành-UL đối với các cấu hình khung con UL/DL tương ứng trong hệ thống.

Các cấu trúc của các khung radio nêu trên chỉ là ví dụ. Do đó, số lượng

khung con trong khung radio, số lượng khe trong khung con, và số lượng ký hiệu trong khe có thể được thay đổi theo các cách khác nhau.

Fig.5 minh họa lưới tài nguyên của khe DL.

Dựa trên Fig.5, khe DL bao gồm  $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$  ký hiệu OFDM trong miền thời gian và  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$  RB trong miền tần số. Mỗi RB bao gồm  $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  sóng mang con và do đó khe DL bao gồm  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}} \times N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  sóng mang con trong miền tần số. Mặc dù Fig.5 minh họa trường hợp trong đó khe DL bao gồm 7 ký hiệu OFDM và RB bao gồm 12 sóng mang con, sáng chế không chỉ giới hạn ở đó. Ví dụ, số lượng ký hiệu OFDM được chứa trong khe DL có thể khác nhau theo độ dài CP.

Mỗi thành phần trên lưới tài nguyên được gọi là phân tử tài nguyên (RE). Một RE được chỉ báo bởi một chỉ số ký hiệu OFDM và một chỉ số sóng mang con. Một RB bao gồm  $N_{\text{symb}}^{\text{DL}} \times N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$  RE. Số lượng RB,  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ , được chứa trong khe DL phụ thuộc vào băng thông DL được tạo cấu hình trong ô.

Fig.6 minh họa cấu trúc của khung con DL.

Dựa trên Fig.6, tối đa ba hoặc bốn ký hiệu OFDM tại điểm bắt đầu của khe thứ nhất của khung con DL được sử dụng làm vùng điều khiển mà các kênh điều khiển được cấp phát tới đó và các ký hiệu OFDM khác của khung con DL được sử dụng làm vùng dữ liệu mà PDSCH được cấp phát tới đó. Các kênh điều khiển DL được xác định đối với hệ thống LTE bao gồm kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), và kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (PHICH). PCFICH được truyền trong ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con, mang thông tin về số lượng ký hiệu OFDM được sử dụng để truyền các kênh điều khiển trong khung con. PHICH truyền tín hiệu HARQ ACK/NACK làm sự phản hồi tới sự truyền UL.

Thông tin điều khiển được mang trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). DCI truyền tải thông tin cấp phát tài nguyên và thông tin điều khiển khác đối với UE hoặc nhóm UE. Ví dụ, DCI bao gồm thông tin lập lịch DL/UL, các lệnh điều khiển công suất truyền (Tx) UL, ...

PDCCH truyền thông tin về sự cấp phát tài nguyên và định dạng truyền tải đối với kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH), thông tin về sự cấp phát tài nguyên và định dạng truyền tải đối với kênh chia sẻ đường lên (UL-SCH), thông

tin tìm gọi của kênh tìm gọi (PCH), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về sự cấp phát tài nguyên đối với bản tin điều khiển lớp cao hơn như phản hồi truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập hợp các lệnh điều khiển công suất truyền đối với các UE riêng biệt của nhóm UE, các lệnh điều khiển công suất truyền, thông tin chỉ báo kích hoạt thoại trên giao thức Internet (VoIP), v.v.. Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. PDCCH được truyền dựa trên sự kết hợp của một hoặc nhiều phân tử kênh điều khiển (CCE) liên tục. CCE là đơn vị cấp phát logic được sử dụng để cung cấp PDCCH ở tốc độ mã hóa dựa trên trạng thái của kênh radio. CCE bao gồm các nhóm phần tử tài nguyên (REG). Định dạng của PDCCH và số lượng bit khả dụng đối với PDCCH được xác định theo số lượng CCE. eNB xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE và gán kiểm tra độ dư vòng (CRC) vào thông tin điều khiển. CRC được che bởi ký hiệu nhận dạng (ID) (ví dụ ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI)) theo sự sở hữu hoặc sự sử dụng của PDCCH. Nếu PDCCH được nhắm đến UE cụ thể, CRC có thể được che bởi RNTI chia ô (C-RNTI) của UE. Nếu PDCCH mang bản tin tìm gọi, CRC của nó có thể được che bởi ID tìm gọi (P-RNTI). Nếu PDCCH mang thông tin hệ thống (cụ thể, khối thông tin hệ thống (SIB)), CRC của nó có thể được che bởi thông tin hệ thống RNTI (SI-RNTI). Nếu PDCCH được chỉ định làm phản hồi truy cập ngẫu nhiên, CRC của nó có thể được che bởi truy cập ngẫu nhiên-RNTI (RA-RNTI).

Fig.7 minh họa các đơn vị tài nguyên được sử dụng để tạo cấu hình kênh điều khiển đường xuống trong LTE. Cụ thể, Fig.7(a) minh họa trường hợp trong đó eNB có một hoặc hai anten truyền, và Fig.7(b) minh họa trường hợp trong đó eNB có bốn anten truyền. Mẫu tín hiệu tham chiếu (RS) khác nhau được đưa ra theo số lượng anten truyền, nhưng phương pháp tương tự để tạo cấu hình các đơn vị tài nguyên liên quan đến kênh điều khiển được sử dụng mà không quan tâm đến số lượng anten truyền.

Dựa trên Fig.7, đơn vị tài nguyên cơ bản đối với kênh điều khiển đường xuống là nhóm phần tử tài nguyên (REG). REG bao gồm bốn RE lân cận nhau với RS được loại trừ. REG được ký hiệu bởi đường nét đậm trên hình vẽ.

PCFICH bao gồm bốn REG và PHICH bao gồm ba REG. PDCCH được tạo cấu hình trong các đơn vị của các phần tử kênh điều khiển (CCE), và một CCE bao gồm chín REG.

Để kiểm tra PDCCH có bao gồm  $L$  CCE được truyền tới UE hay không, UE kiểm tra  $M^{(L)}(\geq L)$  CCE mà liên tục hoặc được bố trí theo quy tắc cụ thể. Giá trị của  $L$  mà UE cần xem xét để thu PDCCH có thể lớn hơn 1. Các tập CCE mà UE cần để kiểm tra đối với việc thu PDCCH được gọi là không gian tìm kiếm. Ví dụ, hệ thống LTE xác định không gian tìm kiếm như được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3

| Loại      | Không gian tìm kiếm $S_k^{(L)}$ |     | Kích cỡ [trong CCE] | Số lượng ứng viên PDCCH $M^{(L)}$ |
|-----------|---------------------------------|-----|---------------------|-----------------------------------|
|           | Mức kết hợp                     | $L$ |                     |                                   |
| UE cụ thể | 1                               |     | 6                   | 6                                 |
|           | 2                               |     | 12                  | 6                                 |
|           | 4                               |     | 8                   | 2                                 |
|           | 8                               |     | 16                  | 2                                 |
| Chung     | 4                               |     | 16                  | 4                                 |
|           | 8                               |     | 16                  | 2                                 |

Ở đây, mức kết hợp CCE  $L$  biểu thị số lượng CCE cấu thành PDCCH,  $S_k^{(L)}$  biểu thị không gian tìm kiếm của mức kết hợp CCE  $L$ , và  $M^{(L)}$  biểu thị số lượng ứng viên PDCCH mà cần được giám sát trong không gian tìm kiếm có mức kết hợp  $L$ .

Không gian tìm kiếm có thể được chia thành không gian tìm kiếm UE cụ thể, trong đó chỉ UE cụ thể được cho phép thực hiện truy cập, và không gian tìm kiếm chung, trong đó tất cả UE trong ô được cho phép để thực hiện truy cập. UE giám sát không gian tìm kiếm chung, mà tương ứng với các mức kết hợp CCE 4 và 8, và cũng giám sát không gian tìm kiếm UE cụ thể, mà tương ứng với các mức kết hợp CCE 1, 2, 4 và 8. Không gian tìm kiếm chung có thể chồng lấp không gian tìm kiếm UE cụ thể.

Trong không gian tìm kiếm PDCCH được gán tới UE đối với mỗi giá trị mức kết hợp CCE, vị trí của CCE thứ nhất (có chỉ số thấp nhất) có thể thay đổi theo các khung con phụ thuộc vào UE. Điều này được gọi là “băm” không gian tìm kiếm PDCCH.

Các CCE có thể được phân phối trên băng tần hệ thống. Cụ thể hơn, các CCE liên tục logic có thể được đưa vào bộ đan xen. Bộ đan xen thực hiện chức năng kết hợp các CCE đầu vào trong thành các đơn vị của các REG. Do đó, các tài nguyên tần số/thời gian cấu thành một CCE được phân phối vật lý trên toàn bộ miền tần số/thời gian trong vùng điều khiển của khung con. Do kênh điều khiển được tạo cấu hình trong các đơn vị của các CCE, và việc đan xen được thực hiện trong các đơn vị của các REG, sự phân tập tần số và sự tăng cường ngẫu nhiên hóa nhiễu có thể được tối đa hóa.

Fig.8 minh họa ví dụ về EPDCCH và các PDSCH được lập lịch bởi EPDCCH.

Dựa trên Fig.8, một phần của vùng PDSCH, trong đó dữ liệu được truyền, có thể được xác định và được sử dụng cho EPDCCH, nhưng UE cần thực hiện giải mã mù để phát hiện sự có mặt của EPDCCH của nó. EPDCCH có thể thực hiện thao tác lập lịch tương tự (tức là, sự điều khiển của PDSCH và PUSCH) như PDCCH kế thừa. Tuy nhiên, do số lượng UE truy cập nút chẳng hạn như RRH, số lượng EPDCCH được cấp phát trong vùng PDSCH có thể tăng lên, mà có thể dẫn đến sự gia tăng khối lượng giải mã mù mà các UE cần thực hiện. Điều này có thể dẫn đến sự gia tăng độ phức tạp.

Sau đây, phương pháp tạo cấu hình các tài nguyên thời gian/tần số cấu thành EPDCCH theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa trên phần mô tả nêu trên. EPDCCH được xác định làm kênh điều khiển mà được truyền trong vùng PDSCH hiện tại bằng cách sử dụng các ký hiệu OFDM xuất hiện sau các ký hiệu OFDM nhất định trong khung con cụ thể, không giống như trong trường hợp của PDCCH kế thừa. EPDCCH sử dụng một hoặc một số cặp PRB. EPDCCH khác biệt ở chỗ nó sử dụng chỉ một vài PRB cặp cho toàn bộ miền tần số. Các cặp PRB mà trên đó EPDCCH có thể được truyền có thể được báo hiệu trước tới UE thông qua tín hiệu lớp cao hơn như RRC. Một cặp PRB có thể được chia thành một số nhóm phần tử tài nguyên nâng cao (EREG), các EREG có vị trí trên cùng cặp PRB hoặc các cặp PRB khác nhau có thể được nhóm thành phần tử kênh điều khiển nâng cao (ECCE). Cuối cùng, một EPDCCH có thể được truyền bằng cách kết hợp một hoặc nhiều ECCE.

Một EPDCCH có thể được phân loại thành chế độ cục bộ hoặc chế độ phân phối phụ thuộc vào các EREG cấu thành EPDCCH được tách từ cùng cặp PRB hoặc các cặp PRB khác nhau. Mỗi khi các tài nguyên thời gian/tần số cấu thành EPDCCH được đưa ra, UE thu tín hiệu điều khiển mang EPDCCH theo cách mà UE tạo cấu trúc, theo quy tắc nhất định, các ứng viên EPDCCH mà thông qua đó EPDCCH có thể được truyền tới UE và phát hiện xem việc truyền EPDCCH có được thực hiện thực tế trên mỗi ứng viên EPDCCH hay không. Trong trường hợp này, các tài nguyên cấu thành EPDCCH có thể được xem như các tài nguyên thời gian/tần số có các ứng viên EPDCCH mà trên đó EPDCCH có thể được truyền.

Sau đây, phương pháp tạo cấu hình các tài nguyên thời gian cấu thành EPDCCH được mô tả.

Việc truyền EPDCCH có thể không thực hiện được trong một vài khung con. Ví dụ, nếu DwPTS của khung con đặc biệt TDD mà được sử dụng cho việc truyền của tín hiệu đường xuống quá ngắn, các RE cần truyền EPDCCH có thể không đầy đủ, hoặc DM-RS của EPDCCH có thể không tồn tại. Do đó, việc truyền EPDCCH có thể không thực hiện được trong các khung con này.

Ngoài ra, trong trường hợp của cặp PRB mà trên đó các tín hiệu như tín hiệu đồng bộ sơ cấp (PSS), tín hiệu đồng bộ thứ cấp (SSS), và PBCH mà các UE thông thường có thể thu, việc truyền DM-RS của EPDCCH có thể không được cho phép do các tín hiệu này (tức là, PSS, SSS, ...). Trong trường hợp này, việc truyền EPDCCH có thể không được thực hiện trên cặp PRB của khung con tương ứng.

Ngoài ra, trong trường hợp của PMCH, mà thông qua đó các ô truyền cùng tín hiệu đối với việc truyền đa hướng một cách đồng thời, hoặc RS định vị, mà được truyền để định vị UE, xung đột với EPDCCH DM-RS có thể xảy ra, và do đó việc truyền của EPDCCH có thể không thực hiện được trong khung con tương ứng.

Khi việc truyền EPDCCH không được thực hiện trong một vài khung con, tốt hơn là tín hiệu điều khiển được thu trên PDCCH trong các khung con này. Trong các trường hợp thông thường, UE có thể không biết các vị trí mà ở đó

việc truyền PMCH hoặc PRS diễn ra. Ngoài ra, nếu các cặp PRB mà trên đó PSS/SSS/PBCH được truyền chồng lấp một phần lên các tài nguyên truyền EPDCCH, eNB có thể không xác định rõ ràng rằng việc truyền EPDCCH sẽ được thực hiện hay không. Do đó, để giải quyết vấn đề này, eNB có thể truyền, tới UE, thông tin về các khung con trong đó việc truyền EPDCCH không được thực hiện và do đó UE cần thu PDCCH, thông qua tín hiệu lớp cao hơn như RRC.

Có nhiều lý do khiến việc truyền EPDCCH không được thực hiện, và chu kỳ thời gian, mà với nó các khung con trong đó không thể truyền EPDCCH xuất hiện, thay đổi đáng kể theo các nguyên nhân. Cụ thể hơn, trong trường hợp trong đó việc truyền EPDCCH không được thực hiện do sự có mặt của PSS/SSS/PBCH, các khung con tương ứng lặp lại với chu kỳ ngắn, ví dụ, 5 ms, và do đó các khung con trong đó UE cần thu PDCCH tốt hơn là xuất hiện với chu kỳ là 5 ms hoặc 10 ms. Mặt khác, trong trường hợp trong đó việc truyền EPDCCH không được thực hiện do PMCH hoặc PRS, các tín hiệu tương ứng xuất hiện không liên tục với chu kỳ vài chục hoặc vài trăm ms, và do đó chu kỳ xuất hiện khác đáng kể so với chu kỳ xuất hiện trong trường hợp của PSS/SSS/PBCH được đưa ra. Nói cách khác, khi giả thiết rằng mẫu của các khung con trong đó UE phát hiện PDCCH được báo hiệu thông qua sơ đồ bit định trước, các bit, số lượng của chúng tương ứng với chu kỳ xuất hiện của PMCH hoặc PRS, khi cần thiết, và do đó phí tổn báo hiệu lớn có thể xảy ra.

Do đó, sáng chế đề xuất rằng các khung con trong đó PDCCH cần được phát hiện được chỉ báo thông qua các mẫu khung con và UE thao tác để phát hiện PDCCH ngoài việc truyền EPDCCH trong khung con nếu UE được lệnh phát hiện PDCCH trong ít nhất một trong các mẫu khung con.

Ví dụ, mẫu khung con #1 có thể được thực hiện dưới dạng sơ đồ bit 10-bit mà lặp lại với chu kỳ ngắn, ví dụ, 10 ms và được sử dụng để chỉ báo khung con để phát hiện PDCCH thu được từ PSS/SSS/PBCH. Mẫu khung con #2 có thể được thực hiện trong một trong số các sự kết hợp của các chu kỳ và các độ dịch định trước và được sử dụng để chỉ báo khung con để phát hiện PDCCH thu được từ PMCH hoặc PRS có chu kỳ dài. Rõ ràng, trong trường hợp trong đó PMCH

hoặc PRS sử dụng nhiều chu kỳ/độ dịch, nhiều mẫu có cấu trúc như mẫu khung con #2 có thể được truyền. Nhờ đó, phí tổn báo hiệu mà cần để thông báo vị trí của khung con phát hiện PDCCH có thể được giảm.

Cụ thể hơn, giả thiết rằng mẫu khung con #1 lặp lại với chu kỳ là 10 ms và được truyền dưới dạng sơ đồ bit chỉ báo “1000010000”, và mẫu khung con #2 được đưa ra có độ dịch là 17 ms với chu kỳ là 200 ms. Trong trường hợp này, UE có thể phát hiện PDCCH trong các khung con #0 và #5 của mỗi khung radio theo mẫu khung con #1, và cũng có thể phát hiện PDCCH trong khung con #7 của mọi khung con thứ 21 theo mẫu khung con #2.

Sau đây, phương pháp tạo cấu hình các tài nguyên tần số cấu thành EPDCCH theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả.

Do EPDCCH cần được truyền cùng với tín hiệu khác (ví dụ, CRS, CSI-RS, ...) trong vùng PDSCH, số lượng phần tử tài nguyên (RE) mà EPDCCH có thể sử dụng có thể thay đổi phụ thuộc vào cấu hình của mỗi khung con. Do đó, để tạo cấu trúc mỗi EPDCCH với cùng lượng tài nguyên, kích cỡ của tài nguyên tần số cấu thành của EPDCCH tốt hơn là được thay đổi theo số lượng RE mà EPDCCH có thể sử dụng.

Do đó, sáng chế đề xuất rằng tập hợp PRB có kích cỡ nhất định được xem là đơn vị cơ bản để tạo cấu hình tài nguyên tần số EPDCCH, và kích cỡ của tài nguyên tần số cấu thành EPDCCH của mỗi UE được điều chỉnh bằng cách thay đổi số lượng tập hợp PRB tương ứng với đơn vị cơ bản.

Ví dụ, tập hợp PRB mà là đơn vị cơ bản của cấu hình tài nguyên tần số EPDCCH có thể bao gồm cặp 4 PRB, và số lượng tập hợp PRB tương đối nhỏ được sử dụng trong khung con trong đó số lượng RE tương đối lớn trên cặp PRB là khả dụng, số lượng tập hợp PRB tương đối lớn được sử dụng trong khung con khác trong đó số lượng tương đối nhỏ RE trên cặp PRB là khả dụng. Do đó, eNB tạo cấu hình trước N tập hợp PRB đối với tín hiệu lớp cao hơn như RRC, sao cho tất cả N tập hợp PRB được sử dụng trong khung con có số lượng tương đối nhỏ RE khả dụng trên cặp PRB, trong khi số lượng tập hợp PRB được giảm ( $N/2$  tập hợp PRB) được sử dụng trong khung con khác có số lượng tương đối lớn RE khả dụng trên cặp PRB.

Đối với phương pháp xác định số lượng tập hợp PRB để UE sử dụng, số lượng RE khả dụng có thể được đo trên mỗi cặp PRB và có thể được xác định xem số được đo có lớn hơn ngưỡng nhất định hay không. Ngoài ra, eNB có thể thông báo cho UE về số lượng tập hợp PRB cần được sử dụng trong mỗi khung con, thông qua tín hiệu lớp cao hơn như RRC. Trong trường hợp này, ưu tiên là ngăn chặn việc làm tăng độ phức tạp giải mã EPDCCH của UE để làm giảm số lượng ứng viên EPDCCH trên tập hợp PRB trong khung con sử dụng số lượng tập hợp PRB tương đối lớn sao cho tổng số lượng ứng viên EPDCCH còn lại không đổi trong mỗi khung con.

Cụ thể, theo phương án này, khi giả thiết rằng UE cố gắng phát hiện  $\{M_1, M_2, M_4, M_8\}$  ứng viên EPDCCH của các mức kết hợp  $\{1, 2, 4, 8\}$  trong khung con, và K tập hợp PRB được sử dụng trong khung con, mỗi tập hợp PRB được tạo cấu hình để có  $\{M_1/K, M_2/K, M_4/K, M_8/K\}$  ứng viên EPDCCH. Nếu giá trị của  $M_L/K$  chỉ báo số lượng ứng viên EPDCCH trong mỗi tập hợp PRB đối với mỗi mức kết hợp không phải số nguyên, số lượng ứng viên EPDCCH trong mỗi tập hợp PRB có thể được thiết đặt để tương ứng với số nguyên lớn nhất nhỏ hơn giá trị này. Nếu có các ứng viên EPDCCH còn lại sau thiết đặt này, mỗi ứng viên này có thể được bổ sung vào các tập hợp PRB từ tập hợp PRB có chỉ số thấp nhất sao cho tổng số ứng viên EPDCCH được duy trì. Cũng có thể là các tập hợp PRB được sắp xếp sao cho tập hợp PRB bao gồm nhiều hơn các cặp PRB được gán chỉ số thấp và nhiều hơn các ứng viên EPDCCH.

Ngoài ra, kích cỡ của ECCE (tức là, số lượng EREG cấu thành ECCE) có thể thay đổi liên quan đến số lượng tập hợp PRB được sử dụng trong khung con theo số lượng RE khả dụng trên cặp PRB trong khung con. Điều này nhằm mục đích làm cho tốc độ mã hóa của ECCE còn lại duy trì ổn định bằng cách tăng kích cỡ của ECCE (tức là, bằng cách làm giảm số lượng ECCE trên cặp PRB) trong trường hợp trong đó có nhiều tín hiệu khác nhau và do đó chỉ số lượng nhỏ RE là khả dụng đối với EPDCCH. Ví dụ, khi khung con #1 sử dụng K1 tập hợp PRB, và khung con #2 sử dụng K2 tập hợp PRB, nếu kích cỡ của ECCE trong khung con #1 được thiết đặt là P1 RE, kích cỡ của ECCE trong khung con #2 có thể được thiết đặt là  $P1 \times K2/K1$  RE.

Ở đây, khi có K tập hợp PRB được bố trí, giả thiết rằng các ứng viên EPDCCH được chia thành các tập hợp PRB tương ứng bằng nhau nhất có thể. Tuy nhiên, cũng có thể gán hệ số trọng số tới mỗi tập hợp PRB sao cho nhiều ứng viên EPDCCH hơn được cấp phát tới tập hợp PRB có hệ số trọng số cao hơn. Ví dụ, giả thiết rằng UE cố gắng phát hiện  $\{M_1, M_2, M_4, M_8\}$  ứng viên EPDCCH có mức kết hợp  $\{1, 2, 4, 8\}$  trong khung con, hệ số trọng số được gán tới tập hợp PRB thứ m của K tập hợp PRB được đưa ra là  $\{w_{m,1}, w_{m,2}, w_{m,4}, w_{m,8}\}$  đối với mỗi mức kết hợp. Trong trường hợp này, số lượng ứng viên EPDCCH đối với mỗi tập hợp PRB có thể được đưa ra là  $\{M_1 * w_{m,1}/w_1, M_2 * w_{m,2}/w_2, M_4 * w_{m,4}/w_4, M_8 * w_{m,8}/w_8\}$ , trong đó  $w_L$  tương ứng với tổng của các hệ số trọng số dùng cho các tập hợp PRB tương ứng tại mức kết hợp L. Trong trường hợp này, các ứng viên EPDCCH có thể được cấp phát tới các tập hợp PRB tương ứng tỷ lệ với các hệ số trọng số dùng cho mỗi mức kết hợp. Hệ số trọng số dùng cho tập hợp PRB có thể được xác định phụ thuộc vào số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp PRB (ví dụ, theo cách gán hệ số trọng số lớn hơn tới tập hợp PRB có nhiều hơn cặp PRB để cấp phát nhiều hơn ứng viên EPDCCH tới tập hợp PRB) hoặc phụ thuộc vào tập hợp PRB tương ứng với EPDCCH cục bộ hoặc EPDCCH phân phối (theo cách, ví dụ, gán hệ số trọng số lớn hơn tới tập hợp PRB được tạo cấu hình làm EPDCCH phân phối cho phép việc truyền EPDCCH ổn định hơn). Ngoài ra, hệ số trọng số có thể được thiết đặt tới giá trị mà eNB đã thiết đặt thông qua tín hiệu lớp cao hơn như RRC.

Khi các hệ số trọng số được gán theo các tập hợp PRB, nếu  $M_L * w_{m,L}/w_L$  chỉ báo số lượng ứng viên EPDCCH đối với mỗi mức kết hợp được cấp phát tới tập hợp PRB tương ứng không phải số nguyên, số lượng ứng viên EPDCCH có thể được thiết đặt tới giá trị lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng  $M_L * w_{m,L}/w_L$ . Nếu có các ứng viên EPDCCH còn lại sau thiết đặt này, mỗi ứng viên này có thể được bổ sung vào các tập hợp PRB từ tập hợp PRB có chỉ số thấp nhất sao cho tổng số ứng viên EPDCCH được duy trì. Mỗi khi số lượng ứng viên EPDCCH của tập hợp PRB cụ thể được xác định là được tăng thêm 1, mức kết hợp mà tại đó số lượng ứng viên EPDCCH được tăng thêm cần được xác định. Ví dụ, số lượng ứng viên EPDCCH của mức kết hợp cụ thể như mức kết hợp thấp nhất, mức kết

hợp cao nhất, hoặc mức kết hợp trung gian của nó có thể được xác định là được tăng lên.

Ngoài ra, kích cỡ của các ECCE (ví dụ, số lượng ECCE trên cặp PRB) có thể được cố định bất kể số lượng RE khả dụng trên cặp PRB. Trong trường hợp này, số lượng RE được giảm có thể được bù bằng cách tăng giá trị nhỏ nhất của mức kết hợp thành giá trị lớn hơn 1. Ví dụ, UE có thể cố gắng phát hiện  $\{M_1, M_2, M_4, M_8\}$  có mức kết hợp  $\{2, 4, 8, 16\}$  trong trường hợp trong đó có số lượng RE khả dụng nhỏ hơn, trong khi cố gắng phát hiện  $\{M_1, M_2, M_4, M_8\}$  ứng viên EPDCCH có mức kết hợp  $\{1, 2, 4, 8\}$  trong trường hợp trong đó có số lượng RE khả dụng lớn hơn. Trong trường hợp này, nếu số lượng tập hợp PRB mà được sử dụng,  $K$ , tăng lên, số lượng ứng viên EPDCCH trên tập hợp PRB được giảm. Nhờ đó, tổng số ứng viên EPDCCH trong khung con được duy trì.

Theo một phương án, có thể giả thiết rằng  $K$  (tức là,  $k=1, 2, \dots, (K-1), K$ ) tập hợp EPDCCH được tạo cấu hình cho việc truyền EPDCCH đối với UE cụ thể. Sau đây, để đơn giản phần mô tả, giả thiết rằng  $K$  tập hợp EPDCCH được đưa ra. Phần mô tả được đưa ra dưới đây cũng có thể được áp dụng cho  $K$  tập hợp PRB được mô tả nêu trên. Sáng chế đề xuất phương pháp phân phối (phân phối lại) hiệu quả các ứng viên EPDCCH của mức kết hợp cụ thể giữa  $K$  tập hợp EPDCCH khi UE cụ thể cố gắng phát hiện  $\{M_{a,k}, M_{b,k}, M_{c,k}, M_{d,k}\}$  ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp  $\{a, b, c, d\}$  trong tập hợp EPDCCH thứ  $k$ . Ở đây,  $M_{a,k}$  ký hiệu số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp  $a$  mà UE cố gắng phát hiện trong tập hợp EPDCCH thứ  $k$ .

Phương án của sáng chế cũng có thể được áp dụng cho trường hợp trong đó số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp cụ thể là giống nhau hoặc khác nhau một phần hoặc hoàn toàn giữa  $K$  tập hợp EPDCCH.

Theo một phương án của sáng chế, để phân phối (phân phối lại) hiệu quả số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp cụ thể trong số  $K$  tập hợp EPDCCH, trọng số ( $W_{a,k}$ ) đối với số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp  $a$  đối với tập hợp EPDCCH thứ  $k$  có thể được xác định. Tức là, trọng số ( $W_{a,k}$ ) đối với số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp  $a$  đối với tập hợp EPDCCH thứ  $k$  có thể thu được dựa trên ít nhất một biến của số lượng ứng viên EPDCCH

( $M_{a,k}$ ) của mức kết hợp được tạo cấu hình trước a đối với tập hợp EPDCCH thứ k, tổng số lượng ứng viên EPDCCH của K tập hợp EPDCCH đối với mức kết hợp a (tức là,  $\sum_{i=1}^K M_{a,i}$ ), số lượng cặp PRB ( $N_k$ ) cấu thành tập hợp EPDCCH thứ k và tổng số lượng cặp PRB của K tập hợp EPDCCH (tức là,  $\sum_{i=1}^K N_i$ ) (ví dụ, thông qua hàm định trước lấy các biến này làm các hệ số đầu vào).

Ngoài ra, trọng số dùng cho số lượng ứng viên EPDCCH đối với mỗi tập hợp EPDCCH có mức kết hợp a có thể được gán trước giá trị cụ thể thông qua tín hiệu lớp cao hơn như RRC. Ví dụ, trọng số ( $W_{a,k}$ ) dùng cho số lượng ứng viên EPDCCH đối với tập hợp EPDCCH thứ k có mức kết hợp a có thể được tính toán là  $M_{a,k}/\sum_{i=1}^K M_{a,i}$  hoặc  $N_k/\sum_{i=1}^K N_i$ . Tức là, khi số lượng EPDCCH đối với mức kết hợp a được phân phối (phân phối lại) trong số các tập hợp EPDCCH dựa trên các trọng số thu được thông qua xử lý này, tập hợp EPDCCH được gán trước đó số lượng tương đối lớn ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp a hoặc tập hợp EPDCCH được tạo cấu hình dựa trên số lượng tương đối lớn cặp PRB có thể được gán (gán lại) số lượng tương đối lớn ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp a theo một phương án của sáng chế.

Sau đây, phương pháp để phân phối (phân phối lại) số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp cụ thể giữa K tập hợp EPDCCH theo một phương án sẽ được mô tả có dựa trên Fig.9.

Đầu tiên, số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp a mà được kỳ vọng theo thống kê cho tập hợp EPDCCH thứ k hoặc giá trị kỳ vọng (theo xác suất) ( $X_{a,k}$ ) đối với số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp a cho tập hợp EPDCCH thứ k có thể thu được từ phương trình 1 dưới đây (S901).

Phương trình 1

$$X_{a,k} = \left\lfloor \frac{(\sum_{i=1}^K M_{a,i})}{K} * W_{a,k} \right\rfloor$$

Ở đây, giả thiết rằng trọng số dùng cho số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp a đối với tập hợp EPDCCH thứ k thu được, ví dụ, thông qua phương trình  $W_{a,k} = M_{a,k}/\sum_{i=1}^K M_{a,i}$  (hoặc  $W_{a,k} = N_k/\sum_{i=1}^K N_i$ ). Tức là, số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp a được cấp phát (cấp phát lại) tới các tập hợp EPDCCH tương ứng bởi giá trị kỳ vọng (theo xác suất) đối với số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp a đối với mỗi tập hợp EPDCCH được

tính toán thông qua phương trình 1.

Nếu tổng các giá trị kỳ vọng (theo xác suất) cho số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp a đối với các tập hợp EPDCCH tương ứng được tính toán trong bước S901 nhỏ hơn tổng số lượng ứng viên EPDCCH của K tập hợp EPDCCH được cấp phát tới mức kết hợp a, tức là, nếu điều kiện của  $(\sum_{i=1}^K M_{a,i} < \sum_{i=1}^K X_{a,i})$  được thỏa mãn, số lượng ứng viên EPDCCH được điều chỉnh sao cho số lượng ứng viên EPDCCH chưa được cấp phát còn lại có mức kết hợp a (tức là,  $(\sum_{i=1}^K M_{a,i} - \sum_{i=1}^K X_{a,i})$ ) được phân phối (phân phối lại) hiệu quả giữa K tập hợp EPDCCH (S903).

Bước S903 có thể được thực hiện dựa trên tham số (ví dụ,  $Q_{a,k}$ ) biểu diễn độ chênh lệch giữa giá trị kỳ vọng lý tưởng đối với số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp a đối với tập hợp EPDCCH thứ k và số lượng ứng viên EPDCCH thực tế được cấp phát (cấp phát lại) tới tập hợp EPDCCH này trong S903. Ví dụ, tham số (tức là,  $Q_{a,k}$ ) có thể được xác định theo phương trình 2 dưới đây.

Phương trình 2

$$Q_{a,k} = \left( \left( \frac{(\sum_{i=1}^K M_{a,i})}{K} * W_{a,k} \right) - X_{a,k} \right)$$

Ngoài ra, tham số (tức là,  $Q_{a,k}$ ) có thể được xác định là  $W_{a,k} - (X_{a,k}/M_{a,k})$ .

Số lượng ứng viên EPDCCH chưa được cấp phát còn lại có mức kết hợp a (tức là,  $\sum_{i=1}^K M_{a,i} - \sum_{i=1}^K X_{a,i}$ ) có thể được phân phối giữa tập hợp EPDCCH có các giá trị  $Q_{a,k}$  tương đối lớn bằng cách tăng số lượng ứng viên EPDCCH có mức kết hợp a đối với các tập hợp EPDCCH này một cách lần lượt (một cách tuần tự). Tức là, một ứng viên EPDCCH được bổ sung đối với mức kết hợp mà số lượng ứng viên EPDCCH nhỏ nhất đối với giá trị kỳ vọng lý tưởng cho mức kết hợp cụ thể của tập hợp EPDCCH cụ thể được cấp phát trong bước S901. Ở đây, việc phân phối (phân phối lại) của số lượng ứng viên EPDCCH còn lại có mức kết hợp a (tức là,  $\sum_{i=1}^K M_{a,i} - \sum_{i=1}^K X_{a,i}$ ) có thể được lặp lại cho đến khi số lượng ứng viên EPDCCH còn lại có mức kết hợp a là 0.

Mặt khác, nếu tổng các giá trị kỳ vọng (theo xác suất) đối với số lượng ứng viên EPDCCH đối với các tập hợp EPDCCH tương ứng có mức kết hợp a

được tính toán trong bước S901 là bằng tổng số lượng ứng viên EPDCCH của K tập hợp EPDCCH được cấp phát tới mức kết hợp a, cụ thể, nếu điều kiện của  $(\sum_{i=1}^K M_{a,i} = \sum_{i=1}^K X_{a,i})$  được thỏa mãn, xử lý có thể được kết thúc mà không thực hiện việc phân phối (phân phối lại) của số lượng ứng viên EPDCCH còn lại có mức kết hợp a.

Trong phương án được mô tả nêu trên, số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp cụ thể được phân phối đầu tiên giữa K tập hợp EPDCCH thông qua S901, và sau đó nếu tổng các giá trị kỳ vọng (theo xác suất) đối với số lượng ứng viên EPDCCH của mức kết hợp cụ thể được tính toán theo các tập hợp EPDCCH tương ứng trong S901 nhỏ hơn tổng số lượng ứng viên EPDCCH của K tập hợp EPDCCH được cấp phát tới mức kết hợp, số lượng ứng viên EPDCCH còn lại của mức kết hợp cụ thể mà không được cấp phát thông qua S901 được cấp phát (cấp phát lại) thông qua S903. Tức là, số lượng ứng viên EPDCCH còn lại của mức kết hợp cụ thể (ví dụ, mức kết hợp a) không được cấp phát thông qua S901 có thể được phân phối (phân phối lại) giữa K tập hợp EPDCCH là các ứng viên EPDCCH có mức kết hợp (tức là, mức kết hợp a) chỉ nằm trong dải mức kết hợp (tức là, mức kết hợp a).

Theo phương án khác của sáng chế,  $X_{h,k}$  ( $h \in \{a, b, c, d\}$ ,  $k \in \{1, 2, \dots, (K-1), K\}$ ) ứng viên EPDCCH có thể được cấp phát tới các tập hợp EPDCCH của tất cả các mức kết hợp (tức là, các mức kết hợp  $\{a, b, c, d\}$ ) thông qua S901, và sau đó các ứng viên EPDCCH còn lại đối với tất cả các mức kết hợp (tức là, tổng của  $(\sum_{i=1}^K M_{a,i} - \sum_{i=1}^K X_{a,i})$  đối với tất cả các mức kết hợp) có thể được phân phối (phân phối lại) giữa K tập hợp EPDCCH nằm trong dải của tất cả các mức kết hợp dựa trên  $Q_{h,k}$  ( $h \in \{a, b, c, d\}$ ,  $k \in \{1, 2, \dots, (K-1), K\}$ ) được mô tả nêu trên. Tức là, tập hợp EPDCCH có  $Q_{h,k}$  ( $h \in \{a, b, c, d\}$ ,  $k \in \{1, 2, \dots, (K-1), K\}$ ) lớn nhất được gán đầu tiên một trong toàn bộ các ứng viên EPDCCH còn lại làm ứng viên EPDCCH của mức kết hợp tương ứng.

Ngoài ra, nếu không có ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp a được cấp phát (cấp phát lại) tới tập hợp EPDCCH thứ k thông qua S901 ngay cả mặc dù số lượng ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp a của tập hợp EPDCCH thứ k được thiết đặt là giá trị khác 0, số lượng ứng viên EPDCCH chưa được cấp

phát còn lại có mức kết hợp  $a$  có thể được cấp phát tới tập hợp EPDCCH thứ  $k$  cụ thể đầu tiên (đặc biệt) trong S903 trong việc phân phối số lượng ứng viên EPDCCH chưa được cấp phát còn lại có mức kết hợp  $a$  trong bước S903.

Sau đây, phần mô tả sẽ được đưa ra về phương pháp thiết kế và quản lý hiệu quả không gian tìm kiếm (SS) của EPDCCH theo một phương án của sáng chế. Như được mô tả nêu trên, vùng PDSCH liên quan đến vùng được tạo cấu hình bởi các ký hiệu OFDM của khung con (SF) bao gồm nhiều ký hiệu OFDM ngoại trừ một ký hiệu OFDM thứ nhất của nó được sử dụng để truyền PDCCH kế thừa. Phương án này cũng có thể được áp dụng cho trường hợp trong đó không có ký hiệu OFDM được sử dụng để truyền PDCCH và do đó tất cả ký hiệu OFDM của SF tương ứng được chỉ định và được sử dụng làm vùng PDSCH. Ngoài ra, rõ ràng rằng EPDCCH được mô tả dưới đây có thể được sử dụng không chỉ cho việc truyền thông giữa UE điển hình và eNB và còn cho việc truyền thông giữa nút chuyển tiếp và eNB.

Để đơn giản phần mô tả được đưa ra dưới đây, đơn vị cơ bản của các tài nguyên cấu thành EPDCCH được gọi là ECCE, và ECCE được xác định là bao gồm số lượng RE định trước. Ngoài ra, nếu số lượng ECCE được sử dụng cho việc truyền EPDCCH cụ thể là  $N$ , mức kết hợp (AL) được ký hiệu là  $N$ .

Theo một phương án, giả thiết rằng trạng thái kênh giữa eNB và các UE và/hoặc số lượng RE khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên cặp PRB cụ thể được thay đổi để đảm bảo việc truyền EPDCCH có độ tin cậy cao. Để thực hiện được điều này, sáng chế đề xuất rằng số lượng ECCE (tức là, AL) được sử dụng cho việc truyền EPDCCH cụ thể, số lượng RE cấu thành một ECCE, hoặc cả số lượng ECCE được sử dụng cho việc truyền EPDCCH cụ thể và số lượng RE cấu thành một ECCE được thay đổi. Theo các phương án này của sáng chế, tốc độ mã hóa để truyền EPDCCH có thể được thay đổi thích hợp theo sự thay đổi của từng trường hợp hoặc được duy trì thích hợp mà không quan tâm đến việc thay đổi trong từng trường hợp. Do đó, việc truyền EPDCCH có thể được thực hiện với độ tin cậy cao.

Ví dụ, số lượng tương đối lớn ECCE (cụ thể, AL tương đối cao) có thể được sử dụng để truyền EPDCCH để làm giảm tốc độ mã hóa EPDCCH nếu

trạng thái kênh là không tốt, hoặc nếu số lượng RE khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên cặp PRB cụ thể nhỏ hơn ngưỡng định trước (tức là,  $X_{th}$ ). Nhờ đó, mức thích hợp của tốc độ mã hóa EPDCCH có thể được duy trì.

Trong trường hợp của PDCCH kế thừa, số lượng giải mã mù (BD) đối với mỗi AL hoặc số lượng BD lớn nhất mà UE cần thực hiện trong SS có thể được xác định trước. Viện dẫn tới bảng 3, trong trường hợp của không gian tìm kiếm UE cụ thể (USS), các BD đối với các AL 1, 2, 4 và 8 được xác định tương ứng là 6, 6, 2, và 2. UE có thể thu thông tin điều khiển dựa trên chế độ truyền cụ thể (TM hoặc TM dự trữ) (ví dụ, DCI TM-cụ thể hoặc DCI dự trữ) mà eNB truyền tới UE, thông qua số lượng BD được xác định đối với mỗi AL trong USS.

Do đó, sáng chế đề xuất rằng thao tác của UE để thu thông tin điều khiển được thực hiện với độ phức tạp thấp thông qua cấu hình hiệu quả của số lượng BD đối với mỗi AL khi nhiều AL được xác định trong môi trường trong đó các EPDCCH được sử dụng.

Các phương án của sáng chế có thể áp dụng cho tất cả các trường hợp bất kể loại truyền EPDCCH (ví dụ, EPDCCH cục bộ (L-EPDCCH) hoặc EPDCCH phân phối (D-EPDCCH)) hoặc số lượng RE khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên cặp PRB cụ thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn ngưỡng định trước ( $X_{th}$ ).

Các phương án của sáng chế cũng có thể được áp dụng cho môi trường trong đó ít nhất một tập hợp EPDCCH (trong đó tập hợp EPDCCH cụ thể có thể được tạo cấu trúc với nhiều cặp PRB) được tạo cấu hình để truyền EPDCCH, trường hợp trong đó các tập hợp EPDCCH có cùng số hoặc cấu hình loại của các AL, hoặc trường hợp trong đó các tập hợp EPDCCH có các số hoặc các cấu hình loại khác nhau của các AL được tạo cấu hình đối với các tập hợp EPDCCH tương ứng.

Theo một phương án, khi M AL được sử dụng để truyền EPDCCH, K số BD định trước (tức là,  $BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}$ , và  $BD_K$ ) có thể được áp dụng chỉ tới K AL định trước, hoặc các loại số BD tương ứng với K AL được lựa chọn trong số M AL có thể được áp dụng. Sau đây, các số của các BS được thể hiện trong  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$  có thể được hiểu là số lượng ứng viên EPDCCH mà cần được giám sát để phát hiện thông tin điều khiển dựa trên các AL tương

ứng.

Fig.10 là sơ đồ tham chiếu minh họa thao tác giám sát các ứng viên EPDCCH theo một phương án của sáng chế.

UE thu thông tin liên quan đến AL để giám sát thông tin điều khiển (S1001). Ví dụ, thông tin về ít nhất một trong giá trị của K (liên quan đến các AL), K loại số BD và các giá trị đối với các loại này có thể hoàn toàn được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB. Cụ thể, giá trị của K có thể được xác định là bằng số lượng tất cả loại AL của PDCCH kế thừa (ví dụ, 'K=4' (tức là, các AL {1, 2, 4, 8})), và các loại BD của PDCCH kế thừa (ví dụ, các BD {6, 6, 2, 2} đối với USS) có thể được tái sử dụng đối với các BD tương ứng với K (tức là, 'K=4') AL.

Trong ví dụ khác, tổng số lượng BD được cấp phát tới K các AL được lựa chọn (tức là, 'BD<sub>1</sub>+BD<sub>2</sub>+...+BD<sub>K-1</sub>+BD<sub>K</sub>') có thể được thiết đặt để không vượt quá giá trị định trước (ví dụ, 16). Ở đây, thông tin về tổng số lượng BD cũng hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được truyền tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Trong ví dụ khác, thông tin về ít nhất một trong số giá trị của K, K loại số BD hoặc các giá trị đối với K loại này, và K loại/cấu hình AL có thể được tạo cấu hình khác nhau phụ thuộc vào ít nhất một trong băng thông hệ thống, thông tin về số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp EPDCCH, thông tin loại truyền EPDCCH (ví dụ, (tập hợp) EPDCCH cục bộ hay phân phối) về tập hợp EPDCCH, và thông tin loại về các định dạng DCI mà UE giám sát. Ngoài ra, thông tin liên quan hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE bởi eNB thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn).

Ngoài ra, ngay cả khi ít nhất một trong giá trị của K (liên quan đến các AL), K loại số BD hoặc các giá trị đối với K loại này, và K loại/cấu hình AL được tạo cấu hình cụ thể, nó có thể được áp dụng khác nhau phụ thuộc vào quy tắc định trước. Tức là, UE có thể áp dụng thông tin cụ thể (ví dụ, giá trị của K) với ý nghĩa khác nhau theo băng thông hệ thống, thông tin về số lượng cặp PRB

cấu thành tập hợp EPDCCH, thông tin loại truyền EPDCCH (ví dụ, tập hợp EPDCCH cục bộ hoặc phân phối) về tập hợp EPDCCH, và thông tin loại về định dạng DCI mà UE giám sát.

Ví dụ, trong trường hợp trong đó băng thông hệ thống là rộng hơn ngưỡng định trước, ngay cả khi giá trị cụ thể của K hoặc K loại số BD được đưa ra, UE có thể được tạo cấu hình để cấp phát K số lượng BD tới K loại/cấu hình AL có các giá trị tương đối cao hoặc các AL cụ thể theo quy tắc định trước. Cụ thể, nếu 5 AL (ví dụ, các AL {1, 2, 4, 8, 16}) được sử dụng để truyền EPDCCH, K được thiết đặt để có giá trị (ví dụ, 'K=4') bằng số lượng loại AL của PDCCH kế thừa, và số lượng BD tương ứng với K (tức là, 'K=4') AL được thiết đặt để tái sử dụng các loại số BD (ví dụ, giải mã mù {6, 6, 2, 2}) trong PDCCH USS theo kỹ thuật cũ, số lượng BD theo các BD {6, 6, 2, 2} có thể được cấp phát tới chỉ 4 AL (được tạo cấu hình là, ví dụ, {1, 2, 4, 8} hoặc {2, 4, 8, 16}) được lựa chọn trong số 5 AL theo quy tắc định trước. Nói cách khác, các AL khác nhau (ví dụ, các AL được áp dụng là các AL cụ thể) có thể được áp dụng cho số lượng BD cụ thể hoặc số lượng ứng viên EPDCCH cụ thể.

Ngoài ra, nếu 6 AL (ví dụ, các AL {1, 2, 4, 8, 16, 32}) được sử dụng để truyền EPDCCH, 'K=4' và các BD {6, 6, 2, 2}) được áp dụng theo cách tương tự như trường hợp trước đó, số lượng BD theo các BD {6, 6, 2, 2} có thể được cấp phát chỉ tới 4 AL (được tạo cấu hình là, ví dụ, {1, 2, 4, 8}, {2, 4, 8, 16}, hoặc {2, 4, 8, 32}) được lựa chọn trong số 6 AL dựa trên quy tắc định trước.

Ngoài ra, K loại AL được lựa chọn để giải mã mù trong số M AL để truyền EPDCCH hoàn toàn có thể được lựa chọn thông qua quy tắc định trước hoặc được truyền tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB. Ví dụ, K loại AL được lựa chọn cho việc cấp phát số lượng BD trong số M AL có thể được tạo cấu hình khác nhau phụ thuộc vào ít nhất một trong băng thông hệ thống, thông tin về số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp EPDCCH, thông tin loại truyền EPDCCH (ví dụ, tập hợp EPDCCH cục bộ hoặc phân phối) về tập hợp EPDCCH, và thông tin loại về định dạng DCI mà UE giám sát.

Ngoài ra, thông tin liên quan đến giám sát hoàn toàn có thể được xác định

theo quy tắc định trước, hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Theo một phương án của sáng chế, trong trường hợp trong đó thông tin được thiết đặt hoàn toàn được xác định dựa trên quy tắc định trước, quy tắc này có thể được thiết đặt sao cho K loại AL cấu hình khác nhau được lựa chọn trong số tất cả M AL phụ thuộc vào điều kiện tham chiếu cụ thể định trước có thỏa mãn hay không. Ở đây, thông tin về điều kiện tham chiếu cụ thể hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước, hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Cụ thể, điều kiện tham chiếu cụ thể có thể được giả thiết là về số lượng RE (tức là,  $N_{RE}$ ) khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên một cặp PRB có thỏa mãn ngưỡng (định trước) ( $X_{th}$ ) hay không. Trong trường hợp này, nếu số lượng RE (tức là,  $N_{RE}$ ) khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên cặp PRB cụ thể nhỏ hơn ngưỡng định trước ( $X_{th}$ ), K AL được lựa chọn từ trong số tất cả M AL có thể bao gồm K AL cao hơn hoặc bằng ‘các AL nhỏ nhất định trước (tức là,  $AL_{N_{RE}<X}$ )’. Ví dụ, khi lựa chọn K AL từ trong số M AL, thứ tự tăng dần của các giá trị AL có thể được áp dụng cho tập AL bao gồm M AL, và sau đó K AL có thể được lựa chọn tuần tự từ AL thứ nhất cao hơn hoặc bằng ‘AL nhỏ nhất’ định trước (mà có thể được xem là, ví dụ, phương pháp lựa chọn dựa trên dịch vòng), hoặc có thể được lựa chọn dựa trên quy tắc lựa chọn định trước (ví dụ, phương pháp khác với phương pháp lựa chọn tuần tự).

Ở đây, ví dụ, AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N_{RE}<X}$ ) hoàn toàn có thể được lựa chọn theo quy tắc định trước (ví dụ, nếu  $N_{RE}<X$ , ‘ $AL_{N_{RE}<X}=2$ ’) hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB. Ngoài ra, AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N_{RE}<X}$ ) có thể được tạo cấu hình khác nhau phụ thuộc vào ít nhất một trong bảng thông hệ thống, thông tin về số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp EPDCCH, thông tin loại truyền EPDCCH (ví dụ, tập hợp EPDCCH cục bộ hoặc phân phối) về tập hợp EPDCCH, và thông tin loại về định dạng DCI mà UE giám sát.

Ngoài ra, thông tin liên quan đến giám sát hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước, hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định

trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Trong ví dụ khác, nếu số lượng RE khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên cặp PRB cụ thể lớn hơn hoặc bằng ngưỡng định trước ( $X_{th}$ ), AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N_{RE} \geq X}$ ) có thể được tạo cấu hình một cách độc lập của trường hợp khác (tức là,  $N_{RE} < X$ ). Ở đây, AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N_{RE} \geq X}$ ) hoàn toàn có thể được lựa chọn theo quy tắc định trước (ví dụ, AL nhỏ nhất được lựa chọn từ trong số M AL được tạo cấu hình cho việc truyền EPDCCH) hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Ngoài ra, AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N_{RE} \geq X}$ ) có thể được tạo cấu hình khác nhau phụ thuộc vào ít nhất một trong bảng thông hệ thống, thông tin về số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp EPDCCH, thông tin loại truyền EPDCCH (ví dụ, tập hợp EPDCCH cục bộ hoặc phân phối) về tập hợp EPDCCH, và thông tin loại về định dạng DCI mà UE giám sát. Ngoài ra, thông tin liên quan đến AL nhỏ nhất hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Trong ví dụ khác, giả thiết rằng các tập AL (tức là,  $SET_{N_{RE} < X}$  (bao gồm  $M_{N_{RE} < X}$  AL) và  $SET_{N_{RE} \geq X}$  (bao gồm  $M_{N_{RE} \geq X}$  AL)) có các cấu hình khác nhau một phần hoặc toàn bộ được xác định đối với các trường hợp của  $N_{RE} < X$  và  $N_{RE} \geq X$ . Trong trường hợp này,  $K_{N_{RE} < X}$  hoặc  $K_{N_{RE} \geq X}$  loại số BD (tức là, BD  $SET_{N_{RE} < X}$ , BD  $SET_{N_{RE} \geq X}$ ) có thể được cấp phát chỉ tới  $K_{N_{RE} < X}$  hoặc  $K_{N_{RE} \geq X}$  AL định trước trong mỗi trường hợp. Phương án này có thể được áp dụng một cách độc lập tới các tập AL với các điều kiện khác nhau. Ví dụ, giả thiết rằng các AL {1, 2, 4, 8, 16} (tức là,  $M_{N_{RE} \geq X=5}$ ) và các AL {2, 4, 8, 16, 32} (tức là,  $M_{N_{RE} < X=5}$ ) được xác định đối với các điều kiện của  $N_{RE} \geq X$  và  $N_{RE} < X$  một cách tương ứng, ' $K_{N_{RE} < X} = K_{N_{RE} \geq X} = 4$ ', và ' $BD_{SET_{N_{RE} < X}} = BD_{SET_{N_{RE} \geq X}} = \{6, 6, 2, 2\}$ '.

Trong phương án này, nếu  $N_{RE} \geq X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL {1, 2, 4, 8} có thể được thiết đặt tới  $SET_{N_{RE} \geq X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Nếu  $N_{RE} < X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL {2, 4, 8, 16} có thể được thiết đặt tới  $SET_{N_{RE} < X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Ngoài ra, nếu  $N_{RE} \geq X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL {1, 2, 4, 8} có thể được thiết đặt tới  $SET_{N_{RE} \geq X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Nếu

$N\_RE < X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL  $\{4, 8, 16, 32\}$  có thể được thiết đặt tới  $SET_{N\_RE < X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Ngoài ra, nếu  $N\_RE \geq X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL  $\{2, 4, 8, 16\}$  có thể được thiết đặt tới  $SET_{N\_RE \geq X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Nếu  $N\_RE < X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL  $\{4, 8, 16, 32\}$  có thể được thiết đặt tới  $SET_{N\_RE < X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Ngoài ra, nếu  $N\_RE \geq X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL  $\{1, 2, 4, 8\}$  có thể được thiết đặt tới  $SET_{N\_RE \geq X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Nếu  $N\_RE < X$ , cấu hình để giải mã mù đối với các AL  $\{2, 4, 8, 32\}$  có thể được thiết đặt tới  $SET_{N\_RE < X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Số lượng BD có thể được thiết đặt đối với các AL riêng biệt được tạo cấu hình theo cách này trong số lượng tối đa BD định trước (tức là 16) đối với UE cụ thể. Trong một vài trường hợp, số lượng BD đối với AL 1 có thể được thiết đặt là số bất kỳ (ví dụ 0) để cấp phát lại số lượng BD tới các AL khác.

Ở đây,  $K_{N\_RE < X}$  AL và  $K_{N\_RE \geq X}$  AL được lựa chọn trên điều kiện rằng  $N\_RE < X$  hoặc  $N\_RE \geq X$  có thể bao gồm các AL thỏa mãn điều kiện nêu trên của ‘AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N\_RE < X}$ ,  $AL_{N\_RE \geq X}$ )’. ‘Các AL nhỏ nhất (tức là,  $AL_{N\_RE < X}$  và  $AL_{N\_RE \geq X}$ )’ đối với các trường hợp tương ứng hoàn toàn có thể được lựa chọn theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB. Ngoài ra,  $K_{N\_RE < X}$  loại AL và  $K_{N\_RE \geq X}$  loại AL được lựa chọn để cấp phát số lượng BD từ trong số  $M_{N\_RE \geq X}$  AL hoặc  $M_{N\_RE < X}$  AL hoàn toàn có thể được lựa chọn theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Trong ví dụ khác, giả thiết rằng các tập AL (tức là,  $SET_{N\_RE < X}$  (bao gồm  $M_{N\_RE < X}$  AL) và  $SET_{N\_RE \geq X}$  (bao gồm  $M_{N\_RE \geq X}$  AL)) có các cấu hình khác nhau một phần hoặc toàn bộ được xác định đối với các trường hợp của  $N\_RE < X$  và  $N\_RE \geq X$ . Trong trường hợp này, hợp nhất của hai tập (tức là, ‘ $SET_{N\_RE < X} \cup SET_{N\_RE \geq X}$ ’) có thể được tạo ra, và sau đó phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho hợp nhất AL được tạo ra này. Ngoài ra, giao của hai tập (tức là, ‘ $SET_{N\_RE < X} \cap SET_{N\_RE \geq X}$ ’) có thể được tạo ra, và sau đó phương án của sáng chế có thể được áp dụng cho giao AL được tạo ra này. Ví dụ, nếu các AL  $\{1, 2, 4, 8, 16\}$  (tức là,  $M_{N\_RE \geq X} = 5$ ) trên điều kiện của  $N\_RE \geq X$  và các AL  $\{2,$

4, 8, 16, 32} (tức là,  $M_{N\_RE<X}=5$ ) trên điều kiện của  $N\_RE<X$  được xác định, hợp nhất của hai tập được tạo ra là các AL {1, 2, 4, 8, 16, 32}. Sau đó, số lượng BD đối với mỗi AL từ hợp nhất AL {1, 2, 4, 8, 16, 32} được thiết đặt dựa trên ít nhất một trong  $K_{N\_RE<X}$ ,  $K_{N\_RE\geq X}$ ,  $BD\ SET_{N\_RE<X}$ ,  $BD\ SET_{N\_RE\geq X}$ ,  $AL_{N\_RE<X}$ , và  $AL_{N\_RE\geq X}$ , mà được xác định trước (theo cách cụ thể hoặc thông qua tín hiệu lớp cao hơn).

Theo phương án được mô tả nêu trên, khi  $N\_RE<X$  hoặc  $N\_RE\geq X$ ,  $K_{N\_RE<X}$  hoặc  $K_{N\_RE\geq X}$  loại AL có thể được lựa chọn cho việc cấp phát số lượng BD từ trong số  $M_{N\_RE\geq X}$  hoặc  $M_{N\_RE<X}$  AL, và  $K_{N\_RE<X}$  hoặc  $K_{N\_RE\geq X}$  loại số BD định trước (tức là,  $BD\ SET_{N\_RE<X}$  hoặc  $BD\ SET_{N\_RE\geq X}$ ) có thể được cấp phát.

Ngoài ra, nhiều (ví dụ, 2) thông tin của “ $K_{N\_RE<X}$  loại AL và  $K_{N\_RE\geq X}$  loại AL, và  $K_{N\_RE<X}$  loại số BD và  $K_{N\_RE\geq X}$  loại số BD liên quan đến chúng” có thể được xác định trước, eNB có thể báo hiệu, thông qua tín hiệu lớp vật lý hoặc tín hiệu lớp cao hơn, một thông tin cụ thể (tức là, một thông tin được lựa chọn từ các thông tin định trước) mà được áp dụng tại hoặc sau thời điểm định trước. Ở đây, thông tin về số lượng thông tin được tạo ra trước hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý) bởi eNB.

Ví dụ, các tham số (ví dụ, ít nhất một trong  $K_{N\_RE<X}$ ,  $K_{N\_RE\geq X}$ ,  $BD\ SET_{N\_RE<X}$ ,  $BD\ SET_{N\_RE\geq X}$ ,  $AL_{N\_RE<X}$ , và  $AL_{N\_RE\geq X}$ ) đối với các thông tin cần thiết để tạo ra các thông tin của “ $K_{N\_RE<X}$  loại AL và  $K_{N\_RE\geq X}$  loại AL, và  $K_{N\_RE<X}$  loại số BD và  $K_{N\_RE\geq X}$  loại số BD liên quan đến chúng” hoàn toàn có thể được tạo cấu hình theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý) bởi eNB.

Ngoài ra, một vài hoặc tất cả tham số đối với các thông tin cần để tạo ra các thông tin của “ $K_{N\_RE<X}$  loại AL và  $K_{N\_RE\geq X}$  loại AL, và  $K_{N\_RE<X}$  loại số BD và  $K_{N\_RE\geq X}$  loại số BD liên quan đến chúng” có thể được tạo cấu hình khác nhau. Điều này nhằm mục đích lựa chọn thích ứng thông tin thích hợp nhất theo thay đổi về trạng thái kênh hoặc thay đổi về số lượng RE khả dụng cho sự truyền

EPDCCH trên một cặp PRB (ví dụ, việc lựa chọn thích ứng hiệu quả có thể được thực hiện bằng cách xác định trước các thông tin dựa trên các tham số khác nhau).

Ví dụ, khi hai thông tin (thông tin#A và thông tin#B) được định trước, một thông tin (thông tin#A) có thể được tạo cấu hình để chỉ báo rằng cấu hình để giải mã mù đối với các AL {1, 2, 4, 8} khi  $N_{RE} \geq X$  là  $SET_{N_{RE} \geq X} = \{6, 6, 2, 2\}$ , và cấu hình để giải mã mù đối với các AL {4, 8, 16, 32} khi  $N_{RE} < X$  là  $SET_{N_{RE} < X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Thông tin khác (thông tin#B) có thể được tạo cấu hình để chỉ báo rằng cấu hình để giải mã mù đối với các AL {2, 4, 8, 16} khi  $N_{RE} \geq X$  là  $SET_{N_{RE} \geq X} = \{6, 6, 2, 2\}$ , và cấu hình để giải mã mù đối với các AL {4, 8, 16, 32} khi  $N_{RE} < X$  là  $SET_{N_{RE} < X} = \{6, 6, 2, 2\}$ . Ngoài ra, eNB có thể báo hiệu, tới UE, thông tin (tức là, một trong thông tin#A và thông tin#B) mà được áp dụng tại hoặc sau thời điểm cụ thể, thông qua tín hiệu lớp vật lý hoặc tín hiệu lớp cao hơn. Cụ thể, thông tin#B có thể được lựa chọn khi trạng thái kênh là không tốt hoặc số lượng RE khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên một cặp PRB không đầy đủ (thông tin#A có thể được lựa chọn khi các điều kiện trái ngược được đưa ra).

Ngoài ra, các cấu hình theo một phương án của sáng chế có thể được thiết đặt sao cho các thao tác khác nhau được thực hiện dựa trên các tham số độc lập được tạo cấu hình đối với mỗi loại định dạng DCI mà UE giám sát, cụ thể các DCI dựa trên chế độ TM dự trữ (ví dụ, các DCI 0/1A) và các DCI dựa trên chế độ TM (ví dụ, các DCI 2/2A/2B/2C). Nói cách khác, theo một phương án của sáng chế, các cấu hình có thể được thiết đặt sao cho các thao tác khác nhau được thực hiện dựa trên ít nhất một trong giá trị của K tập hợp, AL nhỏ nhất (ví dụ,  $AL_{N_{RE} < X}$ ,  $AL_{N_{RE} \geq X}$ , hoặc loại tương tự), K cấu hình loại AL và K cấu hình loại BD, mà được tạo cấu hình độc lập đối với mỗi loại DCI mà UE giám sát.

Theo phương án khác, khi các tập hợp EPDCCH được tạo cấu hình cho việc truyền EPDCCH, các cấu hình có thể được thiết đặt sao cho các thao tác khác nhau được thực hiện dựa trên các tham số độc lập (ví dụ, ít nhất một trong giá trị của K, AL nhỏ nhất (ví dụ,  $AL_{N_{RE} < X}$ ,  $AL_{N_{RE} \geq X}$ , hoặc loại tương tự), K cấu hình loại AL được lựa chọn và K cấu hình loại BD) được tạo cấu hình đối

với mỗi tập hợp EPDCCH.

Đối với phương pháp được đề xuất khác, các tập hợp EPDCCH có thể được tạo cấu hình để có cùng giá trị  $K$  và cùng  $K$  số BD được cấp phát tới  $K$  AL (tức là  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$ ). Nhờ đó,  $K$  số BD (tức là  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$ ) có thể được phân phối hiệu quả giữa các tập hợp EPDCCH khác nhau dựa trên quy tắc định trước. Ở đây, ngay cả khi UE cụ thể thực hiện giải mã mà đối với nhiều tập hợp EPDCCH, số lượng BD có thể được thiết đặt để không vượt quá số lượng BD lớn nhất (tức là,  $BD_1 + BD_2 + \dots + BD_{K-1} + BD_K$  (ví dụ 16)) được xác định trước đối với UE cụ thể. Ví dụ, khi tập L-EPDCCH dựa trên các AL  $\{1, 2, 4, 8\}$  (tức là, 'M=4') để truyền EPDCCH cục bộ và tập D-EPDCCH dựa trên các AL  $\{1, 2, 4, 8, 16\}$  (tức là, 'M=5') để truyền EPDCCH phân phối được tạo cấu hình, giả thiết rằng giá trị của  $K$  (liên quan đến các AL) được thiết đặt là 4 và  $K$  số BD  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$  được thiết đặt là  $\{6, 6, 2, 2\}$  đối với hai tập và tập L-EPDCCH có cấu hình BD  $\{6, 6, 2, 2\}$  đối với các AL  $\{1, 2, 4, 8\}$  và tập D-EPDCCH có cấu hình BD  $\{6, 6, 2, 2\}$  đối với các AL  $\{2, 4, 8, 16\}$ .

Trong trường hợp này, UE cụ thể xem xét 'cấu hình BD  $\{3, 3, 2, 2\}$  đối với các AL  $\{1, 2, 4, 8\}$ ' trong trường hợp của tập L-EPDCCH' và 'xác nhận BD  $\{3, 3, 2, 2\}$  đối với các AL  $\{2, 4, 8, 16\}$ ' trong trường hợp của tập D-EPDCCH theo quy tắc phân tách định trước (ví dụ, phân tách bằng nhau của số lượng BD giữa các tập hợp EPDCCH), nhờ đó thực hiện thao tác BD đối với mỗi tập hợp EPDCCH tại mỗi AL. Ở đây, đối với UE cụ thể, số lượng BD không vượt quá số lượng lớn nhất của BD định trước (tức là, 16).

Theo phương án khác, giả thiết rằng có quy tắc thể hiện rằng  $K$  loại số BD (tức là,  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$ ) được áp dụng cho chỉ  $K$  AL định trước khi  $M$  AL được sử dụng để truyền EPDCCH. Trong trường hợp này, các cấu hình có thể được thiết đặt sao cho các thao tác khác nhau được thực hiện dựa trên các tham số độc lập (ví dụ, ít nhất một trong giá trị của  $K$ , AL nhỏ nhất (ví dụ,  $AL_{N\_RE < X}$ ,  $AL_{N\_RE \geq X}$ , hoặc loại tương tự),  $K$  cấu hình loại AL được lựa chọn và  $K$  cấu hình loại BD) được tạo cấu hình đối với mỗi loại định dạng DCI mà UE giám sát (cụ thể, các DCI dựa trên chế độ TM dự trữ (ví dụ, các DCI 0/1A) và

các DCI dựa trên chế độ TM (ví dụ, các DCI 2/2A/2B/2C)). Ngoài ra, thông tin về các tham số độc lập được tạo cấu hình đối với mỗi loại định dạng DCI hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) bởi eNB.

Ngoài ra, đối với các cấu hình dựa trên thông tin về các tham số độc lập được tạo cấu hình đối với mỗi loại định dạng DCI, các phương án khác nhau (ví dụ, giá trị của K tập, AL nhỏ nhất (ví dụ,  $AL_{N\_RE} < X$ ,  $AL_{N\_RE} \geq X$ , hoặc loại tương tự), K cấu hình loại AL được lựa chọn, hoặc K cấu hình loại BD) có thể được áp dụng dựa trên quy tắc định trước hoặc thông tin bổ sung liên quan mà eNB báo hiệu tới UE, phụ thuộc vào số lượng RE khả dụng cho sự truyền EPDCCH trên một cặp PRB lớn hơn hay nhỏ hơn ngưỡng định trước ( $X_{th}$ ).

Ngoài ra, theo một phương án của sáng chế, thông tin về việc cấp phát BD tới mỗi K AL mà được áp dụng theo mỗi loại định dạng DCI có thể được báo hiệu tương ứng tới UE bởi eNB thông qua tín hiệu độc lập (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn) được xác định trước đối với mỗi loại định dạng DCI, hoặc có thể được tạo cấu hình sao cho eNB truyền, tới UE, thông tin đơn có thể áp dụng được tới nhiều loại định dạng DCI và UE áp dụng một cách khác nhau ý nghĩa của thông tin đơn này theo mỗi định dạng DCI. Trong trường hợp trong đó thông tin đơn có thể áp dụng được tới nhiều loại định dạng DCI, thông tin cấp phát số BD AL cụ thể hoặc cấu hình phân tách các BD giữa tập hợp EPDCCH có thể được chia sẻ trước bởi eNB và UE theo mỗi định dạng DCI.

Ngoài ra, kích cỡ tải tin (hoặc toàn bộ các bit định dạng) của các DCI dựa trên chế độ TM dự trữ (ví dụ, các DCI 0/1A) hoặc các DCI dựa trên chế độ TM (ví dụ, các DCI 2/2A/2B/2C) có thể thay đổi phụ thuộc vào thông tin bổ sung và kích cỡ của băng thông hệ thống (ví dụ, khi kích cỡ của băng thông hệ thống tăng lên, số lượng bit để báo hiệu vị trí PRB để truyền PDSCH tăng lên), mà cần để hỗ trợ thao tác trong chế độ TM cụ thể. Ví dụ, loại/cấu hình giải mã mù được cấp phát tới K loại AL và K AL được lựa chọn theo ít nhất một trong số loại định dạng DCI, băng thông hệ thống, thông tin về số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp EPDCCH, và thông tin loại truyền EPDCCH về tập hợp EPDCCH (ví dụ, kích cỡ của tập hợp EPDCCH cục bộ hoặc phân phối). Ví dụ, nếu định dạng

DCI (ví dụ, DCI dựa trên chế độ TM) có kích cỡ tải tin tương đối lớn, hoặc kích cỡ của băng thông hệ thống tương đối lớn, số lượng BD định trước có thể được cấp phát tới K AL tương đối cao đầu tiên. Trong trường hợp này, việc truyền/thu DCI có thể được thực hiện hiệu quả. Trong ví dụ khác, nếu định dạng DCI (ví dụ, DCI dựa trên chế độ TM dự trữ) có kích cỡ tải tin tương đối nhỏ, hoặc kích cỡ của băng thông hệ thống tương đối nhỏ, số lượng BD định trước có thể được cấp phát tới K AL tương đối thấp đầu tiên. Nhờ đó, việc quản lý SS hiệu quả có thể được thực hiện đối với nhiều UE.

Theo một phương án của sáng chế, số lượng BD AL cụ thể giống nhau hoặc số lượng BD AL cụ thể khác nhau có thể được cấp phát tới mỗi định dạng DCI phụ thuộc vào số lượng BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối cao đầu tiên hoặc K AL tương đối thấp đầu tiên.

Ở đây, việc cấp phát của số lượng BD AL cụ thể giống nhau tới mỗi định dạng DCI được xác định như sau. Khi M AL được sử dụng để truyền EPDCCH, nếu K loại số BD định trước (tức là,  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$ ) được áp dụng cho chỉ K AL định trước, K cấu hình số BD định trước giống nhau được áp dụng cho K loại AL giống nhau giữa các định dạng DCI khác nhau.

Mặt khác, việc cấp phát của số lượng BD AL cụ thể khác nhau theo các định dạng DCI có thể được xác định như sau. Khi M AL được sử dụng để truyền EPDCCH, nếu K loại số BD định trước (tức là,  $\{BD_1, BD_2, \dots, BD_{K-1}, BD_K\}$ ) được áp dụng cho chỉ K AL định trước, K loại AL khác nhau và/hoặc K cấu hình số BD được áp dụng cho các định dạng DCI khác nhau, hoặc có hay không cấp phát số BD tới AL cụ thể được xác định khác nhau giữa các định dạng DCI khác nhau. Ví dụ, có hay không hỗ trợ AL cụ thể (ví dụ, AL tương đối thấp như AL 1) được xác định khác nhau giữa các định dạng DCI khác nhau. Ngoài ra, thông tin để cấp phát các BD AL cụ thể giống nhau hoặc khác nhau theo các định dạng DCI hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý) bởi eNB.

Theo một phương án của sáng chế, trong trường hợp trong đó băng thông hệ thống là hẹp, và các số BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối thấp

đầu tiên, eNB có thể truyền thông tin tương ứng tới UE thông qua tín hiệu lớp cao hơn hoặc theo quy tắc định trước sao cho cấu hình số BD AL cụ thể giống nhau của cấu hình BD {6, 6, 2, 2, 0} đối với các AL {1, 2, 4, 8, 16} được áp dụng cho các định dạng DCI khác nhau.

Theo phương án khác của sáng chế, giả thiết rằng băng thông hệ thống là rộng, và các số BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối cao đầu tiên. Trong trường hợp này, eNB có thể truyền thông tin tới UE thông qua tín hiệu lớp cao hơn hoặc theo quy tắc định trước sao cho K cấu hình số BD khác nhau được áp dụng cho các định dạng DCI khác nhau. Ví dụ, 'cấu hình BD {0, 8, 4, 2, 2} theo các AL {1, 2, 4, 8, 16}' có thể được áp dụng cho các DCI dựa trên chế độ TM dự trữ (ví dụ, DCI 0/1A), và 'cấu hình BD {0, 6, 6, 2, 2} theo AL {1, 2, 4, 8, 16}' có thể được áp dụng cho các DCI dựa trên chế độ TM (ví dụ, DCI 2/2A/2B/2C).

Ngoài ra, trong trường hợp trong đó có hay không hỗ trợ AL cụ thể (tức là, AL 1) được xác định khác nhau giữa các định dạng DCI khác nhau, 'cấu hình BD {4, 4, 4, 2, 2} theo các AL {1, 2, 4, 8, 16}' có thể được áp dụng cho các DCI dựa trên chế độ TM dự trữ (ví dụ, DCI 0/1A), và 'cấu hình BD {0, 6, 6, 2, 2} theo AL {1, 2, 4, 8, 16}' có thể được áp dụng cho các DCI dựa trên chế độ TM (ví dụ, DCI 2/2A/2B/2C).

Ngoài ra, trong trường hợp trong đó nhiều tập hợp EPDCCH được tạo cấu hình, các số BD AL cụ thể có thể được phân tách giữa nhiều tập hợp EPDCCH dựa trên quy tắc định trước (ví dụ, phân tách bằng nhau hoặc không bằng nhau).

Theo phương án khác của sáng chế, đối với định dạng DCI cụ thể (ví dụ, DCI dựa trên chế độ TM dự trữ (ví dụ, DCI 0/1A)), kích cỡ tải tin của định dạng DCI cụ thể có thể không thay đổi đáng kể khi có sự thay đổi về băng thông hệ thống hoặc số lượng cặp PRB cấu thành tập hợp EPDCCH. Do đó, trong phương án này, ngay cả khi các số BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối cao đầu tiên, hoặc báo hiệu liên quan được thu, định dạng DCI cụ thể mà kích cỡ tải tin của nó không thay đổi đáng kể có thể được tạo cấu hình sao cho số BD AL cụ thể được cấp phát đặc biệt như là trong trường hợp trong đó các số BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối thấp đầu tiên theo quy tắc định trước.

Ngoài ra, thông tin liên quan hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý) bởi eNB. Do đó, ngay cả khi eNB báo hiệu, thông qua tín hiệu lớp cao hơn, tới UE mà các số BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối cao đầu tiên, việc cấp phát số BD AL cụ thể theo cách mà các số BD định trước được cấp phát tới K AL tương đối thấp dựa trên quy tắc ngoại lệ trong trường hợp của định dạng DCI cụ thể.

Theo phương án khác của sáng chế, khi nhiều tập hợp EPDCCH được tạo cấu hình bởi eNB, thông tin như thông tin cấp phát số BD AL cụ thể được áp dụng cho định dạng DCI cụ thể có thể được lựa chọn theo quy tắc định trước dựa trên kết hợp của thông tin kết hợp về số lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin băng thông hệ thống, thông tin kết hợp về các loại truyền EPDCCH của các tập hợp EPDCCH (ví dụ, tập hợp EPDCCH cục bộ hoặc phân phối), thông tin loại về các định dạng DCI mà UE giám sát, và thông tin kết hợp về các loại định dạng DCI mà UE giám sát trong mỗi tập hợp EPDCCH (ví dụ, phí tổn báo hiệu liên quan đến việc truyền của thông tin cấp phát số BD AL cụ thể có thể được giảm). Ngoài ra, theo kết hợp của các thông tin nêu trên (tức là, thông tin kết hợp về số lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH tương ứng, hoặc thông tin băng thông hệ thống, thông tin kết hợp về các loại truyền EPDCCH của các tập hợp EPDCCH, thông tin loại về các định dạng DCI mà UE giám sát, và thông tin kết hợp về các loại định dạng DCI mà UE giám sát trong mỗi tập hợp EPDCCH), thông tin cấp phát số BD AL cụ thể bất kể các định dạng DCI, thông tin phân tách thông tin cấp phát số BD AL cụ thể được cấp phát tới định dạng DCI cụ thể giữa nhiều tập hợp EPDCCH, hoặc thông tin phân tách thông tin cấp phát số BD AL cụ thể được cấp phát bất kể các định dạng DCI giữa nhiều tập hợp EPDCCH có thể được lựa chọn dựa trên quy tắc định trước, ngoài thông tin cấp phát số BD AL cụ thể được áp dụng cho định dạng DCI cụ thể.

Ngoài ra, thông tin cấp phát số BD AL cụ thể, thông tin phân tách giữa các tập hợp EPDCCH, hoặc loại tương tự theo định dạng DCI kết hợp với kết hợp của một vài hoặc tất cả thông tin nêu trên (tức là, thông tin kết hợp về số

lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin bảng thông hệ thống, ...) có thể được chia sẻ trước (dưới dạng, ví dụ, bảng) giữa eNB và UE hoặc được báo hiệu tới UE bởi eNB thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý). Ngoài ra, Thông tin cấp phát số BD AL cụ thể, thông tin phân tách giữa các tập hợp EPDCCH, hoặc loại tương tự có thể được chia sẻ trước (dưới dạng, ví dụ, bảng) giữa eNB và UE hoặc được báo hiệu tới UE bởi eNB thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý), bất kể định dạng DCI kết hợp với kết hợp của một vài hoặc tất cả thông tin nêu trên (tức là, thông tin kết hợp về số lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin bảng thông hệ thống, ..).

Đối với phương pháp khác, thông tin cấp phát số BD AL cụ thể, thông tin phân tách giữa các tập hợp EPDCCH, hoặc loại tương tự theo định dạng DCI kết hợp với thông tin kết hợp (ví dụ, thông tin kết hợp về số lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH) của các thông tin nêu trên (tức là, thông tin kết hợp về số lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin bảng thông hệ thống, ...) có thể được áp dụng khác nhau theo ít nhất một trong bảng thông hệ thống, thông tin kết hợp về các loại truyền EPDCCH của các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin loại về các định dạng DCI mà UE giám sát, và thông tin kết hợp về các loại định dạng DCI mà UE giám sát trong mỗi tập hợp EPDCCH. Ngoài ra, Thông tin cấp phát số BD AL cụ thể, thông tin phân tách giữa các tập hợp EPDCCH, hoặc loại tương tự có thể được áp dụng khác nhau theo ít nhất một trong bảng thông hệ thống, thông tin kết hợp về các loại truyền EPDCCH của các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin loại về các định dạng DCI mà UE giám sát, và thông tin kết hợp về các loại định dạng DCI mà UE giám sát trong mỗi tập hợp EPDCCH, bất kể định dạng DCI kết hợp với thông tin kết hợp của các thông tin nêu trên (tức là, thông tin kết hợp về số lượng cặp PRB cấu thành các tập hợp EPDCCH tương ứng, thông tin bảng thông hệ thống, ...). Ngoài ra, thông tin liên quan hoàn toàn có thể được xác định theo quy tắc định trước hoặc được báo hiệu tới UE bởi eNB thông qua tín hiệu định trước (ví dụ, tín hiệu lớp cao hơn).

UE thu thông tin điều khiển bằng cách giám sát các ứng viên EPDCCH

đối với AL cụ thể theo phương án được mô tả nêu trên (S1003),

Các phương án của sáng chế được mô tả nêu trên có thể được áp dụng cho trường hợp trong đó các sóng mang thành phần dựa trên EPDCCH (hoặc các ô) được sử dụng trong môi trường kết hợp sóng mang (CA) và trường hợp trong đó cả các sóng mang thành phần dựa trên EPDCCH (hoặc các ô) và các sóng mang thành phần dựa trên PDCCH kế thừa (hoặc các ô) được sử dụng cùng nhau trong môi trường CA. Các phương án của sáng chế được mô tả nêu trên cũng có thể được áp dụng cho trường hợp trong đó sóng mang mở rộng dựa trên EPDCCH (mà không có vùng PDCCH kế thừa) được sử dụng trong môi trường CA.

Fig.11 minh họa BS và UE mà có thể áp dụng được tới một phương án của sáng chế. Nếu hệ thống truyền thông không dây bao gồm nút chuyển tiếp, truyền thông trên liên kết dự phòng được thực hiện giữa BS và nút chuyển tiếp, và truyền thông trên liên kết truy cập được thực hiện giữa nút chuyển tiếp và UE. Do đó, BS và UE được minh họa trên hình vẽ có thể được thay thế bởi nút chuyển tiếp theo từng trường hợp.

Dựa trên Fig.11, hệ thống truyền thông không dây bao gồm BS 110 và UE 120. BS 110 bao gồm bộ xử lý 112, bộ nhớ 114, và bộ tần số radio (RF) 116. Bộ xử lý 112 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các xử lý và/hoặc các phương pháp được đề xuất. Bộ nhớ 114 được kết nối với bộ xử lý 112 để lưu trữ các loại thông tin khác nhau liên quan đến hoạt động của bộ xử lý 112. Bộ RF 116 được kết nối với bộ xử lý 112 để truyền và/hoặc thu tín hiệu tần số radio. UE 120 bao gồm bộ xử lý 122, bộ nhớ 124, và bộ RF 126. Bộ xử lý 122 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các xử lý, và/hoặc phương pháp được đề xuất. Bộ nhớ 124 được kết nối với bộ xử lý 122 để lưu trữ các loại thông tin khác nhau liên quan đến hoạt động của bộ xử lý 122. Bộ RF 126 được kết nối với bộ xử lý 122 để truyền và/hoặc thu tín hiệu tần số radio. BS 110 và/hoặc UE 120 có thể có một anten hoặc nhiều anten.

Trong các phương án được mô tả nêu trên, các thành phần và các đặc điểm của sáng chế được kết hợp dưới dạng định trước. Các thành phần hoặc các đặc điểm sẽ được xem xét tùy chọn trừ khi được đề cập cụ thể khác. Mỗi thành phần hoặc các đặc điểm có thể được thực hiện mà không cần được kết hợp với

các thành phần khác. Ngoài ra, một vài thành phần và/hoặc các đặc điểm có thể được kết hợp để cấu thành phương án của sáng chế. Chuỗi của các thao tác được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một vài thành phần hoặc các đặc điểm của một phương án cũng có thể nằm trong phương án khác, hoặc có thể được thay thế bằng các thành phần hoặc các đặc điểm từ phương án khác. Rõ ràng rằng một vài điểm yêu cầu bảo hộ mà quan hệ phụ thuộc giữa chúng không được thể hiện cụ thể có thể được kết hợp để cấu thành phương án hoặc có thể được hợp nhất thành điểm yêu cầu bảo hộ mới thông qua việc sửa đổi sau khi nộp đơn.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi các phương tiện khác nhau như, ví dụ, phần cứng, vi phần mềm, phần mềm, hoặc kết hợp của chúng. Khi được thực hiện bởi phần cứng, một phương án của sáng chế có thể được mô tả như là một hoặc nhiều mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu số (DSP), một hoặc nhiều thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD), một hoặc nhiều thiết bị logic khả trình (PLD), một hoặc nhiều mảng cổng khả trình dạng trường (FPGA), bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ vi xử lý, ...

Khi được thực hiện bởi vi phần mềm hoặc phần mềm, một phương án của sáng chế có thể được mô tả như là môđun, thủ tục, hoặc hàm thực hiện các chức năng hoặc các thao tác được mô tả nêu trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ nằm tại bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý và có thể truyền và thu dữ liệu tới và từ bộ xử lý thông qua nhiều phương tiện đã biết.

Rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác ngoài những gì được mô tả ở đây mà không trệt khỏi các đặc tính của sáng chế. Do đó, các phương án nêu trên được mô tả trong tất cả các khía cạnh như sự minh họa và không bị giới hạn. Phạm vi của sáng chế sẽ được xác định bởi bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phần tương đương của chúng, và tất cả thay đổi nằm trong ý nghĩa và phạm vi tương đương của bộ yêu cầu bảo hộ kèm được bao gồm trong đó.

### Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Phương pháp và thiết bị phát hiện thông tin đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây theo các phương án của sáng chế được mô tả nêu trên, chủ yếu tập trung vào các ví dụ được áp dụng cho hệ thống LTE 3GPP. Tuy nhiên, các phương án của sáng chế được mô tả nêu trên cũng có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông không dây khác nhau ngoài hệ thống LTE 3GPP.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện thông tin điều khiển đường xuống tại thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

thu khung con để giám sát kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH) được chỉ báo bởi báo hiệu điều khiển tài nguyên radio (RRC); và

giám sát không gian tìm kiếm liên quan đến kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (EPDCCH) theo tập hợp mức kết hợp được xác định trước để phát hiện thông tin điều khiển đường xuống,

trong đó không gian tìm kiếm được tạo cấu hình dựa trên số lượng của cặp khối tài nguyên vật lý (PRB) trong tập hợp khối tài nguyên vật lý EPDCCH (EPDCCH-PRB) và số lượng của các ứng viên EPDCCH để giám sát theo tập hợp mức kết hợp,

trong đó tập hợp mức kết hợp được xác định là một trong số tập hợp mức kết hợp thứ nhất và tập hợp mức kết hợp thứ hai theo số lượng của các vùng tài nguyên nâng cao dùng cho sự truyền thông tin điều khiển đường xuống,

trong đó tập hợp mức kết hợp thứ nhất và tập hợp mức kết hợp thứ hai được xác định là cần được áp dụng có chọn lọc cho số lượng của các ứng viên EPDCCH theo số lượng của các phần tử tài nguyên trên mỗi cặp PRB dùng cho sự truyền EPDCCH, và

trong đó mức kết hợp đối với tập hợp mức kết hợp thứ nhất được tạo cấu hình gấp đôi mức kết hợp đối với tập hợp mức kết hợp thứ hai đối với số lượng của các ứng viên EPDCCH, khi số lượng của các phần tử tài nguyên trên mỗi phần tử kênh điều khiển nâng cao (ECCE) đối với một EPDCCH được kết hợp với tập hợp mức kết hợp thứ nhất là nhỏ hơn số lượng của các phần tử tài nguyên trên mỗi ECCE đối với một EPDCCH được kết hợp với tập hợp mức kết hợp thứ hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số lượng của các vùng tài nguyên nâng cao được xác định theo ít nhất một trong số loại định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI), độ rộng băng tần hệ thống, số lượng của các phần tử tài

nguyên (RE) khả dụng cho sự truyền EPDCCH, số lượng của cặp khối tài nguyên vật lý (PRB) cấu thành tập hợp EPDCCH, và thông tin loại truyền EPDCCH.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mức kết hợp thấp nhất của tập hợp mức kết hợp thứ nhất cao hơn mức kết hợp thấp nhất của tập hợp mức kết hợp thứ hai.
4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó mức kết hợp thấp nhất của tập hợp mức kết hợp thứ nhất gấp đôi mức kết hợp thấp nhất của tập hợp mức kết hợp thứ hai.
5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó tập hợp mức kết hợp thứ nhất và tập hợp mức kết hợp thứ hai được tạo cấu hình tương ứng bởi sự kết hợp của ít nhất một mức kết hợp được lựa chọn từ tập hợp mức kết hợp mà được tạo cấu hình là {1, 2, 4, 8, 16, 32}.
6. Phương pháp theo điểm 3, trong đó số lượng của tập hợp mức kết hợp thứ nhất bằng số lượng của tập hợp mức kết hợp thứ hai.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tập hợp mức kết hợp được xác định sao cho một phần của số lượng của các ứng viên EPDCCH đối với mức kết hợp thấp nhất của tập hợp mức kết hợp được cấp phát lại tới số lượng của các ứng viên EPDCCH đối với các mức kết hợp còn lại của tập hợp mức kết hợp.

FIG. 1

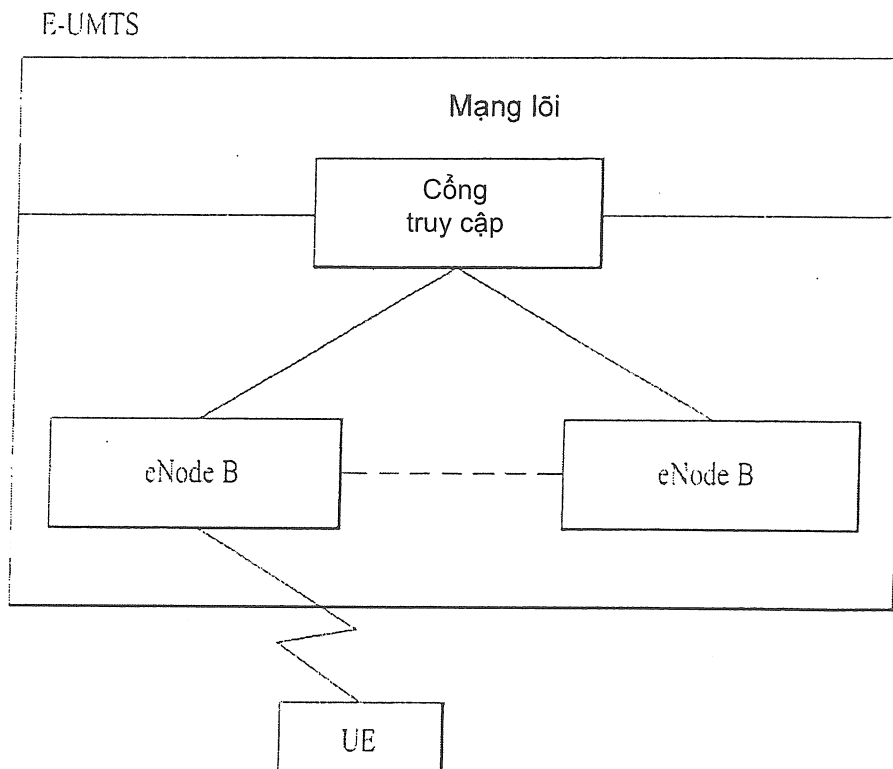
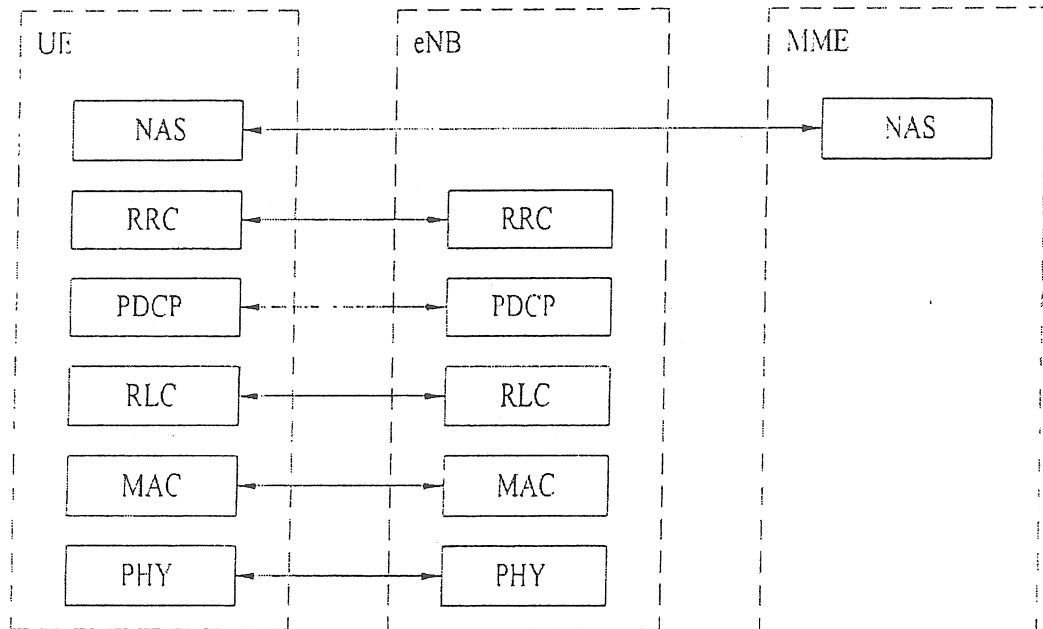
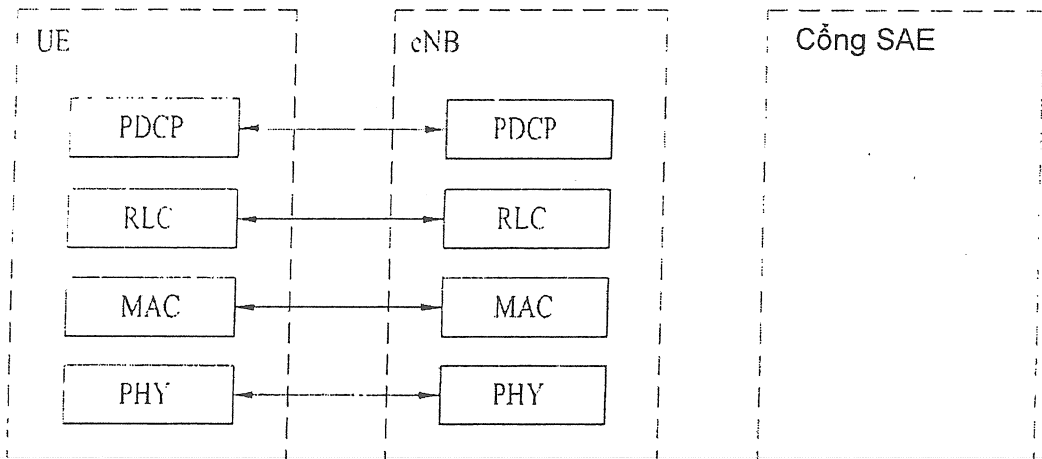


FIG. 2



(a) Ngăn giao thức mặt phẳng điều khiển



(b) Ngăn giao thức mặt phẳng người dùng

FIG. 3

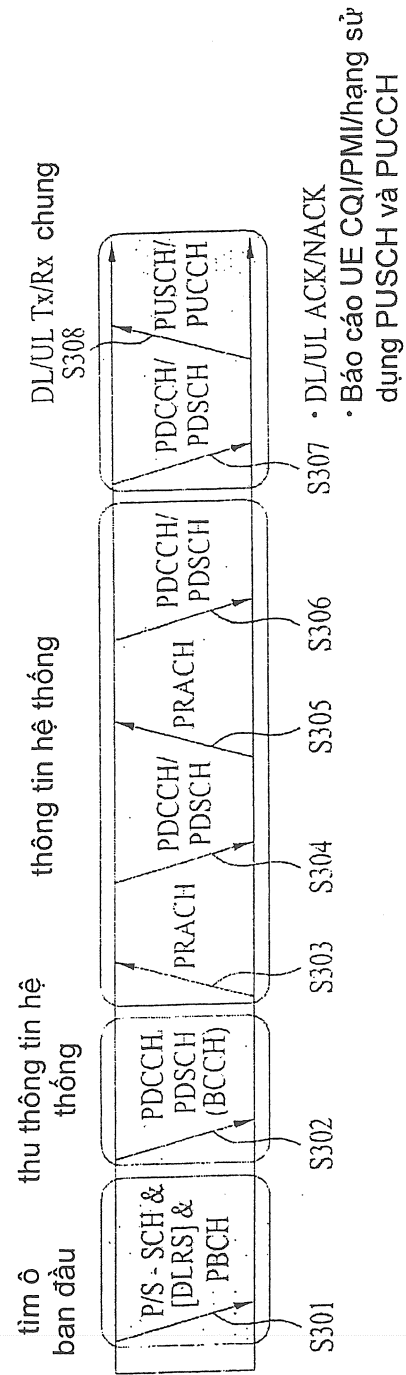
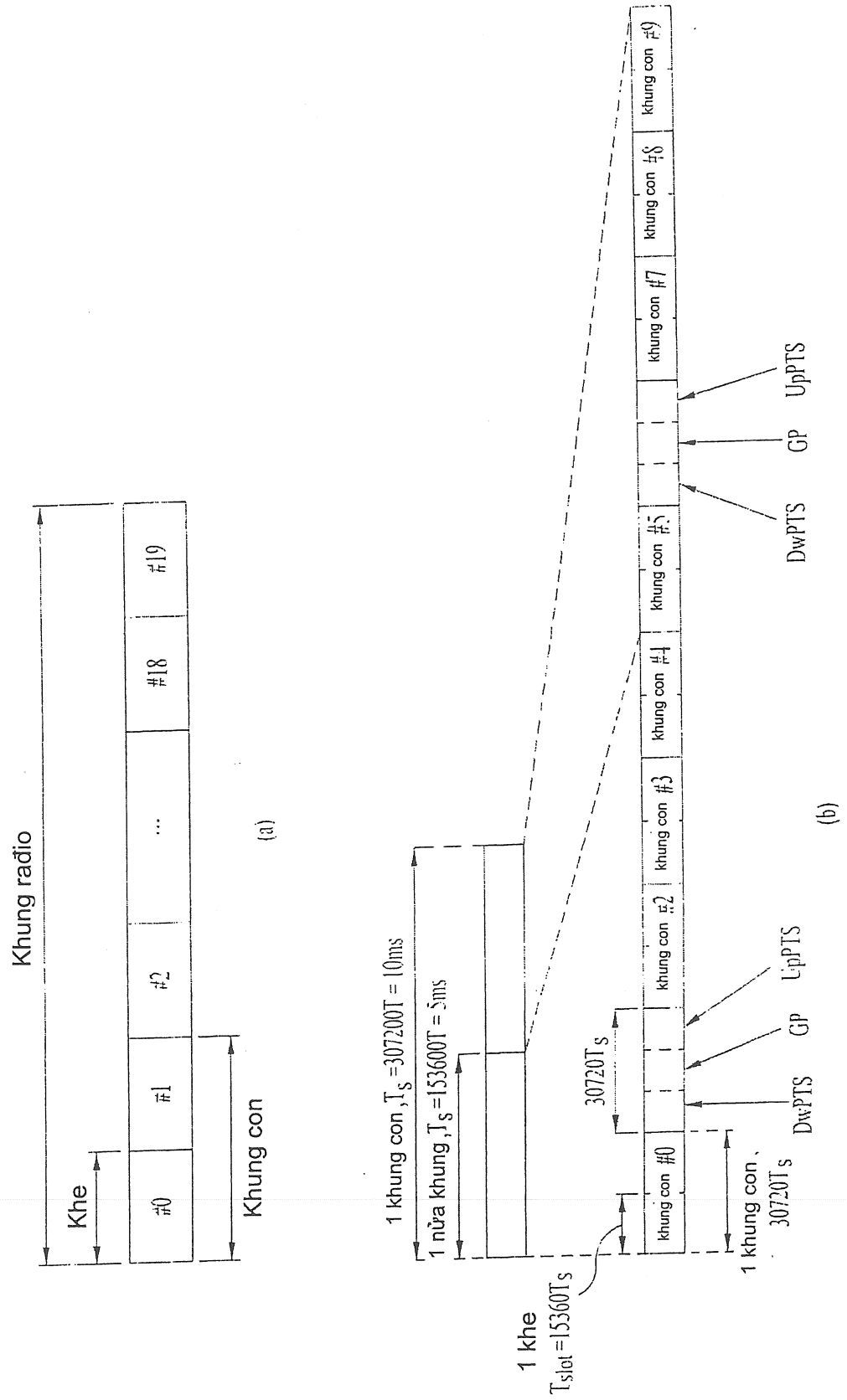


FIG. 4



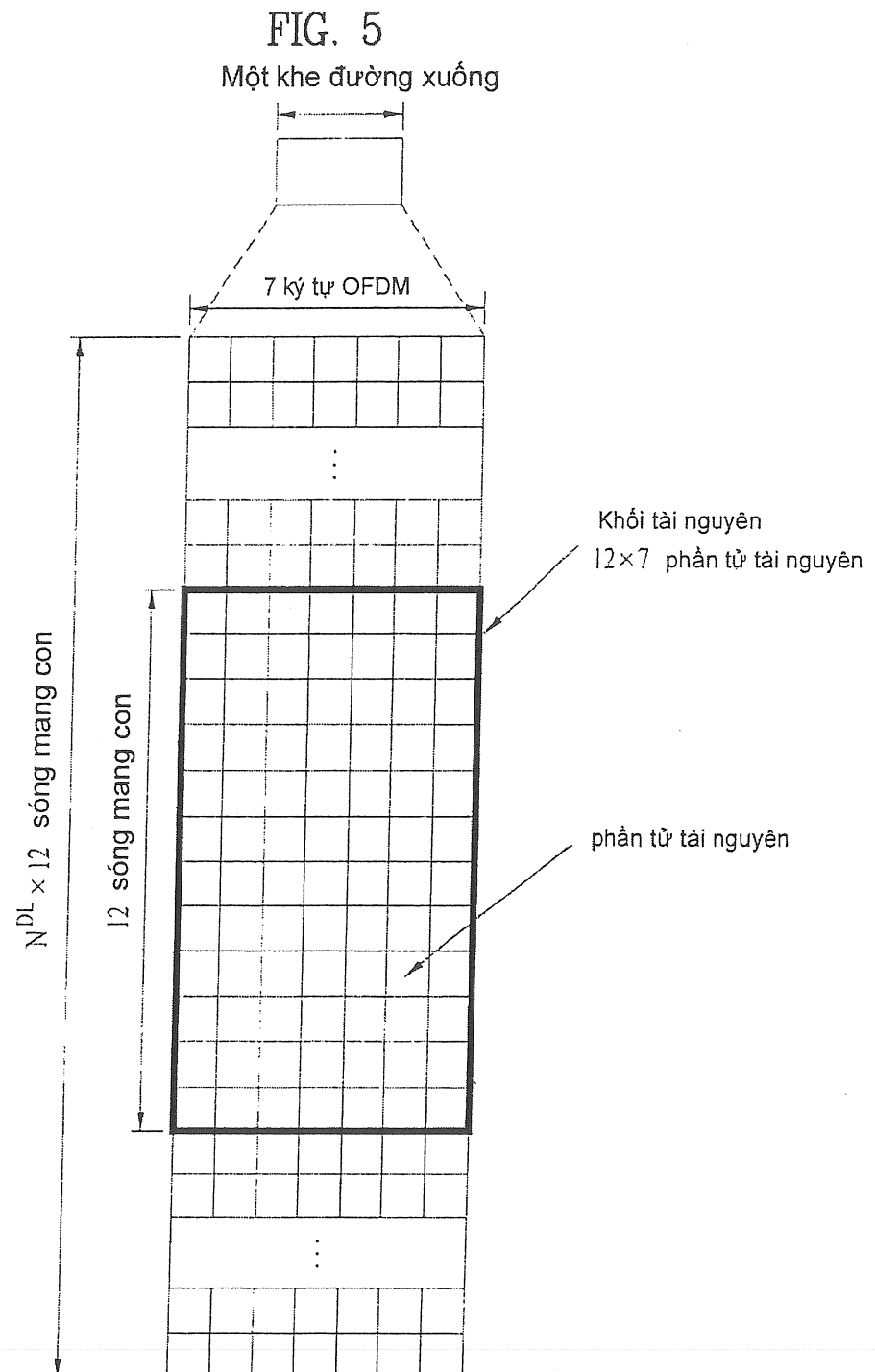


FIG. 6

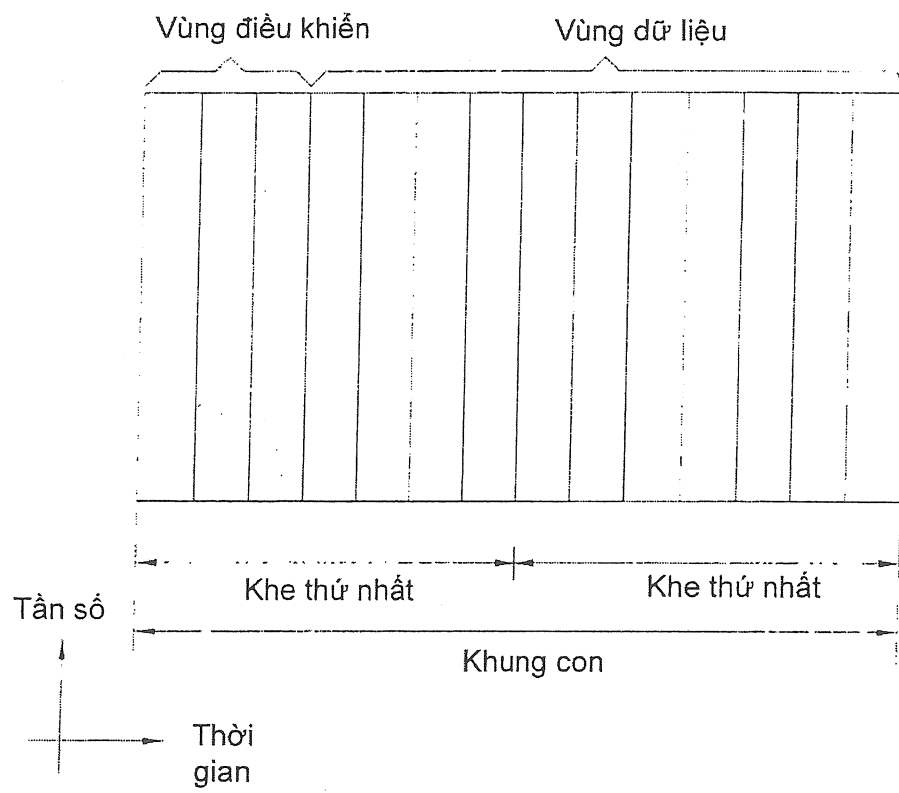
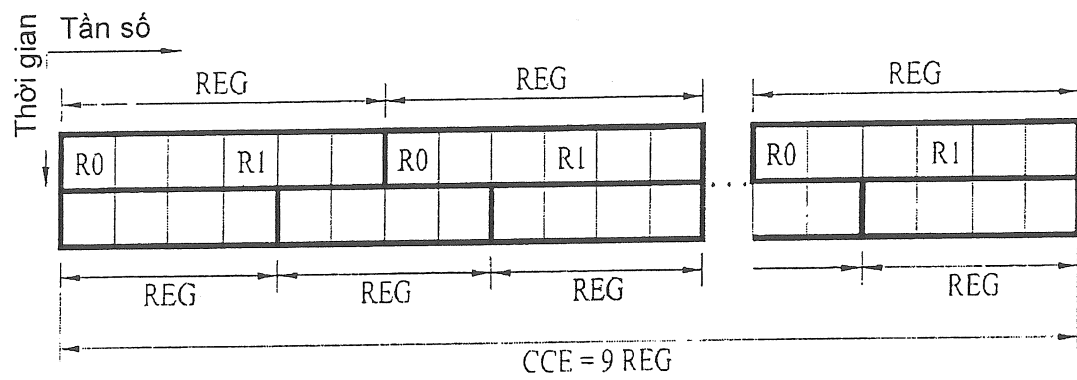
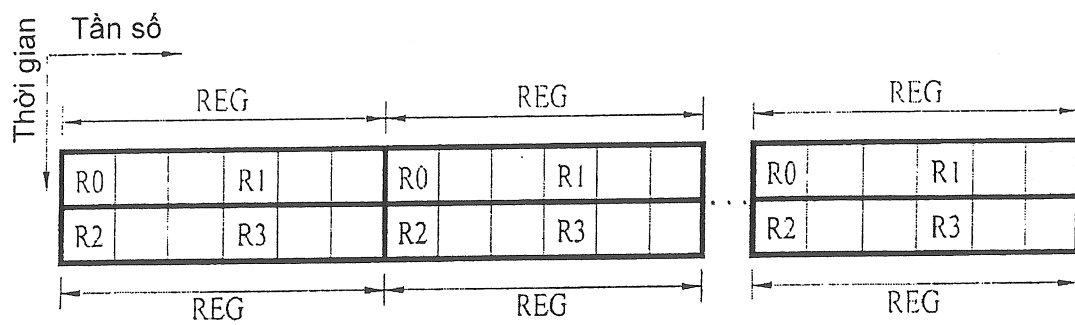


FIG. 7



(a) 1TX hoặc 2TX



(b) 4 TX

FIG. 8

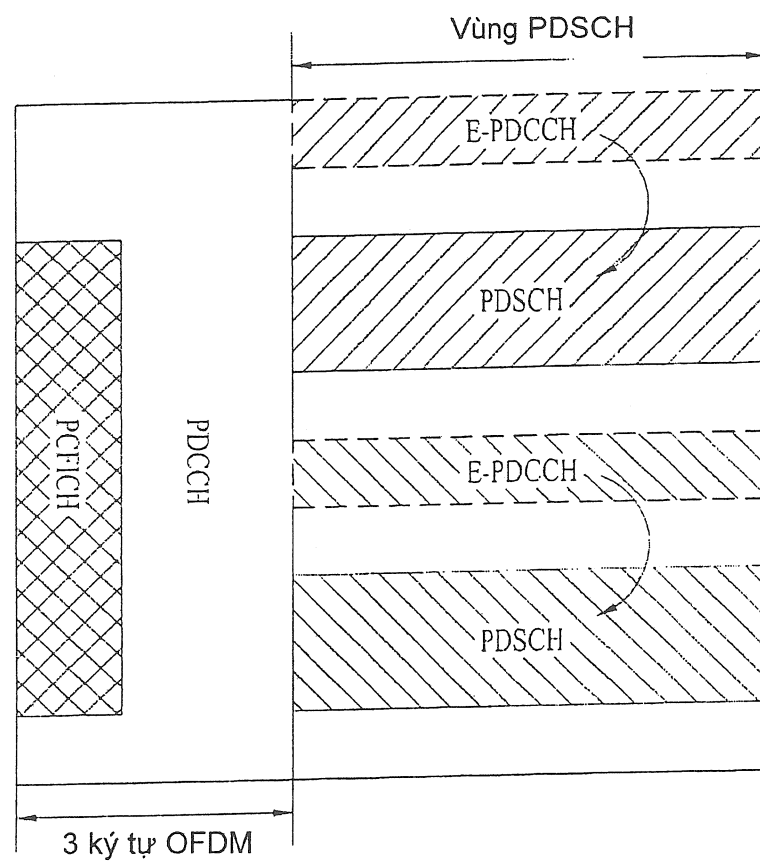


FIG. 9

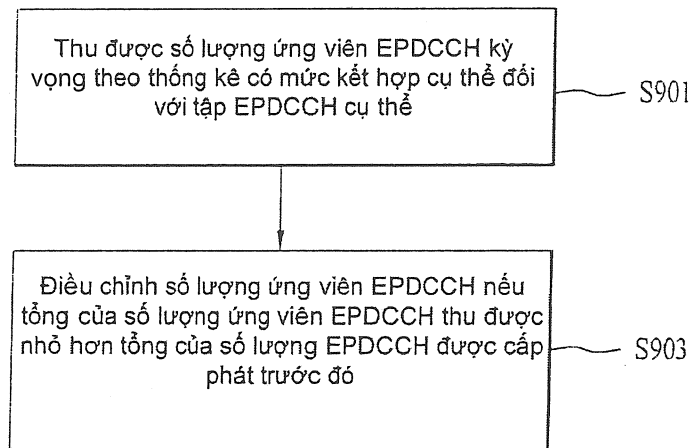


FIG. 10

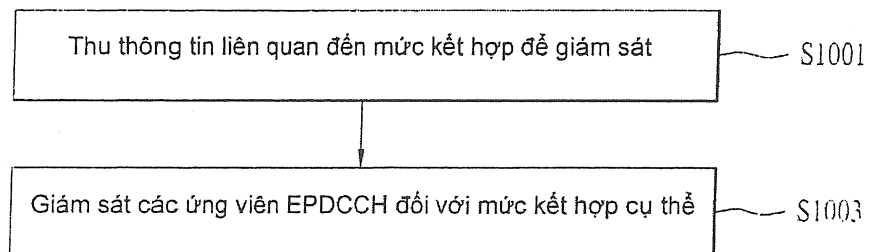


FIG. 11

