



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

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

(11) 
1-0021246

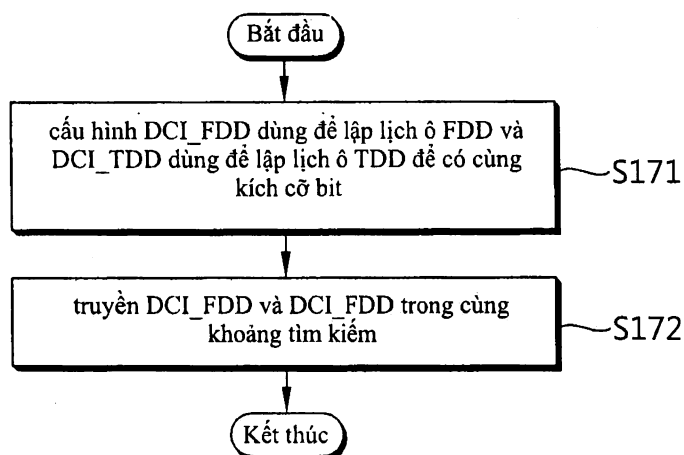
(51)⁷ **H04B 7/26, H04W 72/12**

(13) **B**

-
- | | | | | | |
|------|---|------------|------------|-----------------|------------|
| (21) | 1-2015-02584 | (22) | 18.12.2013 | | |
| (86) | PCT/KR2013/011834 | 18.12.2013 | (87) | WO2014/098484A1 | 26.06.2014 |
| (30) | 61/738,394 | 18.12.2012 | US | | |
| | 61/882,004 | 25.09.2013 | US | | |
| | 61/896,015 | 25.10.2013 | US | | |
| (45) | 25.07.2019 | 376 | (43) | 26.10.2015 | 331 |
| (73) | LG ELECTRONICS INC. (KR)
20 Yeouido-dong Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721 Republic of Korea | | | | |
| (72) | SEO, Dongyoun (KR), AHN, Joonkui (KR), YANG, Suckchel (KR), YI, Yunjung (KR), HWANG, Daesung (KR) | | | | |
| (74) | Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD) | | | | |
-

(54) **PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG TIN ĐIỀU KHIỂN ĐƯỜNG XUỐNG TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền thông tin điều khiển đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây được tạo cấu hình với các ô phục vụ. Phương pháp tạo ra thông tin điều khiển đường xuống lập lịch các ô song công phân chia theo tần số (FDD - Frequency division duplex) bằng các khung FDD (DCI_FDD) và thông tin điều khiển đường xuống lập lịch các ô song công phân chia theo thời gian (TDD - Time division duplex) bằng các khung TDD (DCITDD), và truyền DCI FDD và DCITDD, trong đó các phần của các trường DCI_FDD và DCI_TDD được tạo ra có các kích thước bit bằng nhau, và nếu ô FDD hoặc TDD được sử dụng riêng, thì các phần đã nêu của các trường trong các ô FDD và TDD có các kích thước bit khác nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các truyền thông không dây, và cụ thể là đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền thông tin điều khiển đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây trong đó các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau được kết hợp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phát triển dài hạn (LTE - Long Term Evolution) dựa vào đặc điểm kỹ thuật (TS- Technical Specification) dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP - 3rd Generation Partnership Project) phiên bản 8 là chuẩn truyền thông di động hàng đầu thế hệ tiếp theo.

Như được bộc lộ trong 3GPP TS 36.211 V8.7.0 (2009-05) "Truy cập radio mặt đất toàn cầu tiến hóa (E-UTRA); Các kênh vật lý và điều biến (Phiên bản 8)", ("Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)") trong LTE, kênh vật lý có thể được chia thành kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH - Physical Downlink Shared Channel) và kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCCH - Physical Downlink Control Channel), nghĩa là, các kênh đường xuống, và kênh chia sẻ đường lên vật lý (PDCCCH - Physical Uplink Shared Channel) và kênh điều khiển đường lên vật lý (PUSCH - Physical Uplink Control Channel), nghĩa là, các kênh đường lên.

PUCCH là kênh điều khiển đường lên được sử dụng để gửi thông tin điều khiển đường lên, chẳng hạn như yêu cầu lặp tự động lai (HARQ - Hybrid Automatic Repeat Request), tín hiệu báo nhận/không báo nhận (ACK/NACK - Acknowledgement / Not-acknowledgement), bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI - Channel Quality Indicator), và yêu cầu lập lịch (SR - Scheduling Request).

Trong khi đó, 3GPP LTE - Cải tiến (A - Advanced) là sự tiến hóa của 3GPP LTE đang được phát triển. Công nghệ được giới thiệu trong 3GPP LTE-A bao gồm sự kết hợp sóng mang.

Việc kết hợp sóng mang sử dụng nhiều sóng mang thành phần. Sóng mang thành phần được xác định bởi tần số trung tâm và băng thông. Một sóng mang thành phần đường xuống hoặc một cặp sóng mang thành phần đường lên và sóng mang thành phần đường xuống tương ứng với một ô. Có thể được nói rằng thiết bị đầu cuối được phục vụ nhờ sử dụng các sóng mang thành phần đường xuống đang được phục vụ từ các ô phục vụ.

Trong khi đó, trong hệ thống truyền thông không dây thế hệ tiếp theo, ô phục vụ sử dụng song công phân chia theo thời gian (TDD - Time division duplex) và ô phục vụ sử dụng song công phân chia theo tần số (FDD - Frequency division duplex) có thể được kết hợp. Nghĩa là, các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau có thể được phân bổ tới thiết bị đầu cuối.

Trong khi đó, thông tin điều khiển đường xuống có định dạng được xác định trước. Nghĩa là, các trường nào được bao gồm trong thông tin điều khiển đường xuống được định trước, và số lượng các bit của mỗi trường cũng được xác định trước. Tuy nhiên, theo việc liệu định dạng thông tin điều khiển đường xuống giống nhau được sử dụng cho TDD hay cho FDD, có trường được bao gồm hoặc không được bao gồm trong định dạng thông tin điều khiển đường xuống. Ngoài ra, có trường mà số lượng các bit thay đổi phụ thuộc vào việc liệu nó được sử dụng cho TDD/FDD hay không ngay cả nếu trường được bao gồm không phân biệt TDD/FDD.

Làm thế nào để cấu hình một cách hiệu quả định dạng của thông tin điều khiển đường xuống có thể là vấn đề được xem xét trong hệ thống truyền thông không dây trong đó các ô phục vụ sử dụng các cấu trúc khung radio khác nhau được kết hợp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị truyền thông tin điều khiển đường xuống trong hệ thống truyền thông không dây trong đó các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau được kết hợp.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp truyền thông tin điều khiển đường xuống (DCI - Downlink control information) trong hệ thống truyền thông không dây trong đó các ô phục vụ được tạo cấu hình được đề xuất. Phương pháp bao gồm việc tạo ra DCI để lập lịch các ô song công phân chia theo tần số (FDD) sử dụng các khung FDD (DCI_FDD) và DCI để lập lịch các ô song công phân chia theo thời gian (TDD) sử dụng các khung TDD (DCI_TDD), và truyền DCI_FDD và DCI_TDD. Một số trường của DCI_FDD và DCI_TDD được tạo ra để có kích thước bit giống nhau, và nếu các ô FDD hoặc TDD được sử dụng riêng, một số trường là các trường có các kích thước bit khác nhau trong ô FDD và ô TDD.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, thiết bị được đề xuất. Thiết bị bao gồm bộ tần số radio (RF - Radio frequency) để truyền và thu tín hiệu radio và bộ xử lý thực tế được nối với bộ RF. Bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra DCI để lập lịch các ô song công phân chia theo tần số (FDD) sử dụng các khung FDD (DCI_FDD) và DCI để lập lịch các ô song công phân chia theo thời gian (TDD) sử dụng các khung TDD (DCI_TDD), và truyền DCI_FDD và DCI_TDD. Một số trường của DCI_FDD và DCI_TDD được tạo ra để có kích thước bit giống nhau, và nếu ô FDD hoặc TDD được sử dụng riêng, một số trường là các trường có các kích thước bit khác nhau trong ô FDD và ô TDD.

Trong hệ thống truyền thông không dây trong đó các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau được kết hợp, thiết bị đầu cuối có thể giải mã một cách hiệu quả thông tin điều khiển đường xuống bằng cách áp dụng định dạng thông tin điều khiển đường xuống giống nhau để lập lịch ô song công phân chia theo thời gian (TDD) hoặc ô song công phân chia theo tần số (FDD).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện cấu trúc của khung radio FDD.

Fig.2 thể hiện cấu trúc của khung radio TDD.

Fig.3 thể hiện ví dụ về lưới tài nguyên cho một khe đường xuống.

Fig.4 thể hiện cấu trúc của khung con DL.

Fig.5 thể hiện ví dụ về việc giám sát của PDCCH.

Fig.6 thể hiện cấu trúc của định dạng DCI được sử dụng trong FDD.

Fig.7 thể hiện cấu trúc của định dạng DCI được sử dụng trong TDD.

Fig.8 thể hiện cấu trúc của khung con UL.

Fig.9 thể hiện cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 1b trong CP thường.

Fig.10 thể hiện cấu trúc kênh của các định dạng PUCCH 2/2a/2b trong CP thường.

Fig.11 minh họa cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 3.

Fig.12 thể hiện ví dụ về việc so sánh giữa hệ thống sóng mang đơn và hệ thống kết hợp sóng mang.

Fig.13 thể hiện một ví dụ trong đó các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau trong hệ thống truyền thông không dây.

Fig.14 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu qua ô sơ cấp.

Fig.15 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu qua ô thứ cấp.

Fig.16 thể hiện ví dụ về thời điểm truyền ACK/NACK khi ô sơ cấp là ô FDD và ô thứ cấp là ô TDD.

Fig.17 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK dựa vào phương pháp 1.

Fig.18 thể hiện ví dụ khác về thời điểm truyền ACK/NACK khi ô sơ cấp là ô FDD và ô thứ cấp là ô TDD.

Fig.19 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK dựa vào phương pháp 2.

Fig.20 thể hiện phương pháp truyền định dạng DCI theo một phương án

của sáng chế.

Fig.21 là sơ đồ khối của thiết bị không dây theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thiết bị người dùng (UE - User Equipment) có thể được cố định hoặc có thể di động. UE cũng có thể được gọi bằng thuật ngữ khác, như trạm di động (MS - Mobile Station), thiết bị đầu cuối di động (MT - Mobile Terminal), thiết bị đầu cuối người dùng (UT - User Terminal), trạm thuê bao (SS - Subscriber Station), thiết bị không dây, thiết bị kỹ thuật số trợ giúp cá nhân (PDA - Personal Digital Assistant), môđem không dây, hoặc thiết bị cầm tay.

BS thường đề cập đến trạm cố định truyền thông với UE. BS cũng có thể được gọi bằng thuật ngữ khác, như NodeB-cải tiến (eNodeB - evolved-NodeB), hệ thống thu phát gốc (BTS- Base Transceiver System), hoặc điểm truy cập.

Truyền thông từ BS tới UE được gọi là đường xuống (DL - Downlink), và truyền thông từ UE tới BS được gọi là đường lên (UL- Uplink). Hệ thống truyền thông không dây bao gồm BS và UE có thể là hệ thống song công phân chia theo thời gian (TDD) hoặc hệ thống song công phân chia theo tần số (FDD). Hệ thống TDD là hệ thống truyền thông không dây thực hiện việc truyền/thu UL và DL sử dụng các thời điểm khác nhau trong cùng dải tần số. Hệ thống FDD là hệ thống truyền thông không dây cho phép việc truyền/thu UL và DL ở cùng thời điểm sử dụng các dải tần số khác nhau. Hệ thống truyền thông không dây có thể thực hiện việc truyền thông sử dụng các khung radio.

Fig.1 thể hiện cấu trúc của khung radio FDD.

Khung radio FDD bao gồm 10 khung con, và một khung con bao gồm hai khe liên tiếp. Các khe trong khung radio được gán các chỉ số 0~19. Thời gian cần có cho một khung con để được truyền được gọi là khoảng thời gian truyền (TTI - Transmission Time Interval). TTI có thể là bộ lập lịch tối thiểu. Ví dụ, chiều dài của một khung con có thể là 1ms, và chiều dài của một khe có thể là

0,5ms. Dưới đây, khung radio FDD có thể được gọi đơn giản là khung FDD.

Fig.2 thể hiện cấu trúc của khung radio TDD.

Dựa vào Fig.2, khung con đường xuống (DL) và khung con đường lên (UL) cùng tồn tại trong khung radio TDD được sử dụng trong TDD. Bảng 1 thể hiện ví dụ về cấu hình UL-DL của khung radio.

Bảng 1

Cấu hình đường lên-đường xuống	Chu kỳ điểm chuyển mạch từ đường xuống- tới-đường lên	Khung con n									
		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	U
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

Trên bảng 1, 'D' chỉ báo khung con DL, 'U' chỉ báo khung con UL, và 'S' chỉ báo khung con đặc biệt. Khi cấu hình UL-DL được thu từ BS, UE có thể nhận biết xem mỗi khung con trong khung radio là khung con DL hay khung con UL. Dưới đây, có thể tham khảo bảng 1 cho cấu hình UL-DL N (N là số bất kỳ từ 0 tới 6).

Trong khung TDD, khung con có chỉ số #1 và chỉ số #6 có thể là khung con đặc biệt, và bao gồm khe thời gian dẫn hướng đường xuống (DwPTS - Downlink pilot time slot), khoảng bảo vệ (GP - Guard period), và khe thời gian

dẫn hướng đường lên (UpPTS - Uplink pilot time slot). DwPTS được sử dụng trong việc tìm kiếm ô ban đầu, đồng bộ hóa, hoặc đánh giá kênh trên UE. UpPTS được sử dụng cho việc đánh giá kênh ở BS và việc đồng bộ hóa truyền đường lên của UE. GP là khoảng thời gian trong đó nhiễu xảy ra ở UL do sự trễ đa đường của tín hiệu DL giữa UL và DL được loại bỏ. Dưới đây, khung radio TDD có thể được gọi đơn giản là khung TDD.

Fig.3 thể hiện ví dụ về lưới tài nguyên cho một khe đường xuống.

Dựa vào Fig.3, khe đường xuống bao gồm các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing) trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên N_{RB} (RB - Resource block) trong miền tần số. Các RB bao gồm một khe trong miền thời gian và các sóng mang con liên tiếp trong miền tần số trong bộ định vị tài nguyên. Số lượng các RB N_{RB} được bao gồm trong khe đường xuống phụ thuộc vào băng thông truyền đường xuống N^{DL} được tạo cấu hình trong ô. Ví dụ, trong hệ thống LTE, N_{RB} có thể số bất kỳ từ 6 tới 110. Khe đường lên có thể có cấu trúc tương tự như khe đường xuống.

Mỗi phần tử trên lưới tài nguyên được gọi là phần tử tài nguyên (RE - Resource Element). RE trên lưới tài nguyên có thể được nhận dạng bởi cặp chỉ số (k,l) trong khe. Trong đó, k ($k=0, \dots, N_{RB} \times 12 - 1$) là chỉ số sóng mang con trong miền tần số, và l ($l=0, \dots, 6$) là chỉ số ký hiệu OFDM trong miền thời gian.

Mặc dù 7×12 RE bao gồm 7 ký hiệu OFDM trong miền thời gian và 12 sóng mang con trong miền tần số đã được minh họa như được bao gồm trong một RB trên Fig.3, số lượng các ký hiệu OFDM và số lượng các sóng mang con trong RB không bị giới hạn ở đây. Số lượng các ký hiệu OFDM và số lượng các sóng mang con có thể được thay đổi theo nhiều cách khác nhau phụ thuộc vào chiều dài của CP, khoảng cách tần số, v.v.. Trên một ký hiệu OFDM, một trong số 128, 256, 512, 1024, 1536, và 2048 có thể được lựa chọn và được sử dụng là số lượng các sóng mang con.

Fig.4 thể hiện cấu trúc của khung con DL.

Dựa vào Fig.4, khung con đường xuống (DL) được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong miền thời gian. Vùng điều khiển bao gồm tối đa 3 ký hiệu OFDM trước (tối đa 4 ký hiệu theo các trường hợp) của khe thứ nhất trong khung con, nhưng số lượng các ký hiệu OFDM được bao gồm trong vùng điều khiển có thể được thay đổi. Kênh điều khiển khác với kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) được phân bổ tới vùng điều khiển, và kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được phân bổ tới vùng thời gian.

Như được bộc lộ trong 3GPP TS 36.211 V8.7.0, trong 3GPP LTE, các kênh vật lý có thể được chia thành kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) và kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), nghĩa là, các kênh dữ liệu, và kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh chỉ báo dạng điều khiển vật lý (PCFICH - Physical control format indicator channel), kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (PHICH - Physical hybrid-ARQ indicator channel), và kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH), nghĩa là, các kênh điều khiển.

PCFICH được truyền trên ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con mang bộ chỉ báo dạng điều khiển (CFI - Control Format Indicator) liên quan đến số lượng các ký hiệu OFDM (ví dụ, kích thước của vùng điều khiển) mà được sử dụng để gửi các kênh điều khiển trong khung con. UE thứ nhất thu CFI trên PCFICH và sau đó giám sát các PDCCH. Không giống như ở PDCCH, PCFICH không phải giải mã mù, nhưng được truyền qua các tài nguyên PCFICH cố định của khung con.

PHICH mang tín hiệu báo nhận dương/ báo nhận âm (ACK - Positive-acknowledgement)/ (NACK - Negative-acknowledgement) cho yêu cầu lặp tự động lai đường lên (HARQ). Tín hiệu ACK/NACK cho dữ liệu đường lên (UL - Uplink) trên PUSCH mà được truyền bởi UE được truyền trên PHICH.

Kênh phát vật lý (PBCH - Physical broadcast channel) được truyền trên 4 ký hiệu OFDM trước của khe thứ hai trong khung con thứ nhất của khung radio. PBCH mang thông tin hệ thống cần thiết cho UE để truyền thông với BS, và thông tin hệ thống được truyền qua PBCH được gọi là khối thông tin chủ (MIB -

Master Information Block). Ngược lại, thông tin hệ thống được truyền trên PDSCH được chỉ báo bởi PDCCH được gọi là khối thông tin hệ thống (SIB - System Information Block).

Thông tin điều khiển được truyền qua PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). DCI có thể bao gồm bước định vị tài nguyên của PDSCH (bước này cũng được gọi là bước cấp phát DL), bước định vị tài nguyên của PUSCH (bước này cũng được gọi là bước cấp phát UL), tập hợp các lệnh điều khiển công suất truyền cho các MS cá nhân trong nhóm UE cụ thể và/hoặc việc kích hoạt thoại trên giao thức Internet (VoIP - Voice over Internet protocol). DCI có nhiều định dạng, mà sẽ được mô tả dưới đây.

Vùng điều khiển trong khung con bao gồm các phân tử kênh điều khiển (CCE - Control channel element). CCE là bộ phân bổ logic được sử dụng để cung cấp tốc độ mã hóa theo trạng thái kênh không dây tới PDCCH, và tương ứng với các nhóm phân tử tài nguyên (REG - Resource element group). REG bao gồm các phân tử tài nguyên (RE - Resource element). Theo mối quan hệ giữa số lượng các CCE và tốc độ mã hóa được tạo ra bởi các CCE, định dạng PDCCH và số bit PDCCH có thể được xác định.

Một REG bao gồm bốn RE, và một CCE bao gồm 9 REG. Để cấu hình một PDCCH, {1, 2, 4, 8} CCE có thể được sử dụng. Mỗi phân tử của {1, 2, 4, 8} là để chỉ mức kết hợp CCE.

Số lượng các CCE được sử dụng để truyền PDCCH được xác định bởi BS theo trạng thái kênh.

Fig.5 thể hiện ví dụ về việc giám sát của PDCCH.

3GPP LTE sử dụng bước giải mã mù để phát hiện PDCCH. Giải mã mù hệ thống trong đó bộ nhận dạng mong muốn được giải mã bởi CRC của PDCCH thu được (được gọi là PDCCH ứng viên) để xác định xem PDCCH có phải là kênh điều khiển của chính nó hay không bằng cách thực hiện kiểm tra lỗi CRC. UE không thể biết về vị trí cụ thể trong vùng điều khiển trong đó PDCCH của nó được truyền và về sự kết hợp CCE cụ thể hoặc định dạng DCI được sử dụng

để truyền PDCCH.

Các PDCCH có thể được truyền trong một khung con. UE giám sát các PDCCH trong mọi khung con. Trong đó, việc giám sát hoạt động cố gắng giải mã PDCCH bởi UE theo định dạng của PDCCH được giám sát.

3GPP LTE sử dụng không gian tìm kiếm để làm giảm tổng chi phí giải mã mù. Không gian tìm kiếm cũng có thể được gọi là giám sát tập hợp CCE cho PDCCH. UE giám sát PDCCH ở không gian tìm kiếm.

Không gian tìm kiếm được phân loại thành không gian tìm kiếm chung (CSS - Common search space) và không gian tìm kiếm UE cụ thể (USS- UE-Specific search space). CSS là không gian để tìm kiếm PDCCH có thông tin điều khiển chung và bao gồm 16 CCE có các chỉ số CCE từ 0 tới 15, và hỗ trợ PDCCH có mức kết hợp CCE là $\{4, 8\}$. Tuy nhiên, PDCCH (ví dụ, các định dạng DCI 0, 1A) để mang thông tin trên UE cụ thể cũng có thể được truyền trong CSS. USS hỗ trợ PDCCH có mức kết hợp CCE là $\{1, 2, 4, 8\}$.

Điểm bắt đầu của không gian tìm kiếm được định nghĩa khác nhau trong CSS và USS. Mặc dù điểm bắt đầu của CSS được cố định không phân biệt khung con, điểm bắt đầu của USS có thể thay đổi trong mọi khung con theo bộ nhận dạng UE (ví dụ, C-RNTI), mức kết hợp CCE, và/hoặc số khe trong khung radio. Nếu điểm bắt đầu của USS tồn tại trong CSS, USS và CSS có thể chồng lấp nhau.

Bây giờ, các định dạng DCI hiện có được truyền trên PDCCH được mô tả.

Fig.6 thể hiện cấu trúc của định dạng DCI được sử dụng trong FDD, và Fig.7 thể hiện cấu trúc của định dạng DCI được sử dụng trong TDD. Trên Fig.6 và Fig.7, định dạng DCI #A được thể hiện đơn giản bởi #A.

Dựa vào Fig.6 và Fig.7, định dạng DCI bao gồm các trường được mô tả dưới đây, và các trường tương ứng có thể được ánh xạ tới các bit thông tin a_0 tới a_{A-1} . Các trường tương ứng có thể được ánh xạ theo thứ tự tương tự như được

mô tả trong các định dạng DCI tương ứng. Mỗi trường có thể có các bit không đệm. Trường thứ nhất có thể được ánh xạ tới bit thông tin a_0 có thứ tự thấp nhất, và các trường liên tiếp khác có thể được ánh xạ tới các bit thông tin có các thứ tự cao hơn. Ở mỗi trường, bit quan trọng nhất (MSB - Most significant bit) có thể được ánh xạ tới bit thông tin có thứ tự thấp nhất của trường tương ứng. Ví dụ, MSB của trường thứ nhất có thể được ánh xạ tới a_0 . Dưới đây, tập hợp các trường được bao gồm trong các định dạng DCI hiện có tương ứng được gọi trường thông tin.

1. Định dạng DCI 0

Định dạng DCI 0 được sử dụng để lập lịch PUSCH trong một ô UL. Các ví dụ về thông tin (trường) được truyền bằng cách sử dụng định dạng DCI 0 như sau.

1) Trường chỉ báo sóng mang (dưới đây được gọi tắt là CIF - Carrier indicator field) có thể bao gồm 0 tới 3 bit, 2) cờ đề nghị định dạng DCI 0 và định dạng DCI 1A (nếu cờ là 0, nó chỉ báo định dạng DCI 0, và nếu cờ là 1, nó chỉ báo định dạng DCI 1A), 3) cờ nhảy tần (1 bit), 4) chỉ định khối tài nguyên và định vị tài nguyên nhảy, 5) hệ thống mã hóa và điều biến và phiên bản dự phòng (5 bit), 6) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 7) lệnh TPC (2 bit) cho PUSCH được lập lịch, 8) dịch chuyển vòng (3 bit) cho DM-RS và chỉ số mã phủ trực giao (OCC - Orthogonal cover code) (3 bit), 9) chỉ số UL (2 bit), 10) chỉ số chỉ định đường xuống (chỉ trong TDD), 11) yêu cầu CSI, 12) yêu cầu tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS - Sounding reference signal) (trường này chỉ tồn tại trong các định dạng DCI để lập lịch PUSCH, được ánh xạ tới USS), 13) loại định vị tài nguyên (trường này chỉ tồn tại khi số lượng các khối tài nguyên được phân bổ tới đường xuống lớn hơn hoặc tương đương với số lượng các khối tài nguyên được phân bổ tới đường lên), v.v.. Nếu số lượng các bit thông tin trong định dạng DCI 0 ít hơn kích thước tải trọng của định dạng DCI 1A, không đệm được thực hiện sao cho kích thước tải trọng tương đương với kích thước tải trọng của định dạng DCI 1A.

2. Định dạng DCI 1

Định dạng DCI 1 được sử dụng để lập lịch một từ mã PDSCH trong một ô. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1 như sau.

1) Trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) tiêu đề định vị tài nguyên (chỉ báo loại định vị tài nguyên 0/loại 1) – nếu băng thông DL ít hơn 10 PRB, tiêu đề định vị tài nguyên không được bao gồm và loại định vị tài nguyên 0 được giả sử. 3) Chỉ định khối tài nguyên, 4) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 5) số quy trình HARQ (3 bit trong FDD, 4 bit trong TDD), 6) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 7) phiên bản dự phòng (2 bit), 8) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 9) chỉ số chỉ định đường xuống (DAI) (2 bit, chỉ trong TDD), v.v.. Nếu số lượng các bit thông tin của định dạng DCI 1 tương đương với số lượng của các định dạng DCI 0/1A, một bit có giá trị là '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1. Nếu số lượng các bit thông tin trong định dạng DCI 1 tương đương với bất kỳ một trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một hoặc nhiều giá trị '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1 sao cho nó khác với {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56} và kích thước tải trọng khác với kích thước tải trọng của các định dạng DCI 0/1A.

3. Định dạng DCI 1A

Định dạng DCI 1A được sử dụng để lập lịch compact của một từ mã PDSCH trong một ô hoặc quy trình truy cập ngẫu nhiên được sử dụng bởi lệnh PDCCH. DCI tương ứng với lệnh PDCCH có thể được phân phối qua PDCCH hoặc PDCCH nâng cao (EPDCCH - Enhanced PDCCH).

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1A như sau. 1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) cờ để nhận dạng định dạng DCI 0 và định dạng DCI 1A (1 bit), 3) cờ chỉ định VRB được bố trí/được phân phối (1 bit), 4) chỉ định khối tài nguyên, 5) chỉ số đầu (6 bit), 6) chỉ số che kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (PRACH - Physical random access channel) (4 bit), 7) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 8) số quy trình HARQ (3 bit), 9) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 10) phiên bản dự phòng (2 bit), 11) lệnh TPC cho PUCCH (2

bit), 12) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 13) yêu cầu SRS (0 hoặc 1 bit), 14) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (2 bit). v.v.. Nếu số lượng các bit thông tin của định dạng DCI 1A ít hơn số lượng các bit thông tin của định dạng DCI 0, các bit có giá trị là '0' được bổ sung sao cho nó có kích thước tương tự như kích thước tải trọng của định dạng DCI 0. Nếu số lượng các bit thông tin trong định dạng DCI 1A tương đương với bất kỳ một trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một giá trị là '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1A.

4. Định dạng DCI 1B

Định dạng DCI 1B bao gồm thông tin tiền mã hóa và được sử dụng để lập lịch compact cho một từ mã PDSCH của một ô. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1B như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) cờ chỉ định VRB được bố trí/được phân phối (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 5) số quy trình HARQ (3 bit), 6) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 7) phiên bản dự phòng (2 bit), 8) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 9) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 10) thông tin chỉ báo ma trận tiền mã hóa được truyền (TPMI - Precoding matrix indicator) để tiền mã hóa, 11) xác định PMI để tiền mã hóa (1 bit), v.v.. Nếu số lượng các bit thông tin trong định dạng DCI 1B tương đương với bất kỳ một trong các số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một giá trị là '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1B.

5. Định dạng DCI 1C

Định dạng DCI 1C được sử dụng cho mọi lập lịch compact cho một từ mã PDSCH và lập báo cáo thay đổi kênh điều khiển đa phương (MCCH - Multicast control channel). Trong trường hợp trước, các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1C như sau. 1) bộ chỉ báo chỉ báo giá trị khoảng cách (1 bit), 2) chỉ định khối tài nguyên, 3) hệ thống mã hóa và điều biến. Trong trường hợp sau, các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1C như sau. 1) thông tin để lập báo cáo thay đổi MCCH (8 bit), 2) các bit thông tin được phục vụ lại, v.v..

6. Định dạng DCI 1D

Định dạng DCI 1D bao gồm thông tin dịch vị công suất và tiền mã hóa và được sử dụng để lập lịch compac cho một từ mã PDSCH của một ô.

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 1D như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) cờ chỉ định VRB được bố trí/được phân phối (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 5) số quy trình HARQ (3 bit in FDD, 4 bit trong TDD), 6) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 7) phiên bản dự phòng (2 bit), 8) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 9) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 10) thông tin TPMI để tiền mã hóa, 11) dịch vị công suất đường xuống (1 bit), 12) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (2 bit), v.v.. Nếu số lượng các bit thông tin trong định dạng DCI 1D tương đương với bất kỳ một trong số {12, 14, 16, 20, 24, 26, 32, 40, 44, 56}, bit có một giá trị là '0' được bổ sung vào định dạng DCI 1D.

7. Định dạng DCI 2

Định dạng DCI 2 được sử dụng để chỉ định PDSCH cho hoạt động MIMO vòng kín. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2 như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) tiêu đề định vị tài nguyên (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 5) DAI (2 bit, chỉ in TDD), 6) số quy trình HARQ (3 bit in FDD, 4 bit trong TDD), 7) khối truyền tải tới cờ tráo đổi từ mã (1 bit), 8) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 9) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 10) phiên bản dự phòng (2 bit), 11) thông tin tiền mã hóa, 12) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK, v.v.. Thông tin 8) tới thông tin 10) có thể được đưa ra cho mỗi khối truyền tải.

8. Định dạng DCI 2A

Định dạng DCI 2A được sử dụng để chỉ định PDSCH cho hoạt động MIMO vòng hở. Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2A như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) tiêu đề định vị tài nguyên (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 5) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 6) số quy trình HARQ (3 bit trong FDD, 4 bit trong TDD), 7) khối truyền tải tới cờ tráo đổi từ mã (1 bit), 8) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 9) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 10) phiên bản dự phòng (2 bit), 11) thông tin tiền mã hóa, 12) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK, v.v..

9. Định dạng DCI 2B

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2B như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) tiêu đề định vị tài nguyên (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 5) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 6) số quy trình HARQ (3 bit trong FDD, 4 bit trong TDD), 7) nhận dạng xáo trộn (ID - ID scrambling identity) (1 bit), 8) yêu cầu SRS (0 hoặc 1 bit), 9) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 10) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 11) phiên bản dự phòng (2 bit), 12) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK, v.v..

10. Định dạng DCI 2C

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2C như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) tiêu đề định vị tài nguyên (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 5) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 6) số quy trình HARQ (3 bit trong FDD, 4 bit trong TDD), 7) cổng ăngten, ID xáo trộn, và số lượng các lớp (3 bit), 8) yêu cầu SRS (0 hoặc 1 bit), 9) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 10) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 11) phiên bản dự phòng (2 bit), 12) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK, v.v..

11. Định dạng DCI 2D

Các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 2D như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) tiêu đề định vị tài nguyên (1 bit), 3) chỉ định khối tài nguyên, 4) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 5) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 6) số quy trình HARQ (3 bit trong FDD, 4 bit trong TDD), 7) cổng ăngten, ID xáo trộn, và số lượng các lớp (3 bit), 8) yêu cầu SRS (0 hoặc

1 bit), 9) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 10) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 11) phiên bản dự phòng (2 bit), 12) bộ chỉ báo giống đồng vị trí và ánh xạ phần tử tài nguyên PDSCH, 13) dịch vị tài nguyên HARQ-ACK, v.v..

12. Định dạng DCI 3

Định dạng DCI 3 được sử dụng để truyền lệnh TPC cho PUCCH và PUSCH qua 2 bit điều chỉnh công suất. Các lệnh điều khiển công suất truyền N (TPC - Transmit power control) có thể được truyền trong định dạng DCI 3.

13. Định dạng DCI 3A

Định dạng DCI 3A được sử dụng để truyền lệnh TPC cho PUCCH và PUSCH qua 1 bit điều chỉnh công suất. Các lệnh TPC M có thể được truyền trong định dạng DCI 3A.

14. Định dạng DCI 4

Định dạng DCI 4 được sử dụng để lập lịch PUSCH trong một ô UL có chế độ truyền nhiều cổng ăngten, và các ví dụ về thông tin được truyền trong định dạng DCI 4 như sau.

1) trường chỉ báo sóng mang (0 hoặc 3 bit), 2) chỉ định khối tài nguyên, 3) lệnh TPC cho PUCCH (2 bit), 4) dịch chuyển vòng cho DM RS và theo chỉ số CC (3 bit), 5) chỉ số UL (2 bit), 6) DAI (2 bit, chỉ trong TDD), 7) yêu cầu CSI 1 hoặc 2 bit), 8) yêu cầu SRS (2 bit), 9) loại định vị tài nguyên (1 bit), 10) hệ thống mã hóa và điều biến (5 bit), 11) bộ chỉ báo dữ liệu mới (1 bit), 12) thông tin tiền mã hóa và số lượng các lớp, v.v..

Fig.8 thể hiện cấu trúc của khung con UL.

Dựa vào Fig.8, khung con UL có thể được chia thành vùng điều khiển mà kênh điều khiển đường lên vật lý (PUSCH) để mang thông tin điều khiển đường lên được định vị và vùng thời gian mà kênh điều khiển đường lên vật lý (PDCCH) để mang dữ liệu người sử dụng được định vị trong miền tần số.

PUCCH được định vị với cặp RB trong khung con. Các RB thuộc về cặp RB chiếm các sóng mang con khác nhau ở khe thứ nhất và khe thứ hai. Cặp RB

có chỉ số RB m giống nhau.

Theo 3GPP TS 36.211 V8.7.0, PUCCH hỗ trợ nhiều định dạng. PUCCH có số lượng các bit khác nhau trong mỗi khung con có thể được sử dụng theo hệ thống điều biến mà phụ thuộc vào định dạng PUCCH.

Bảng 2 dưới đây thể hiện ví dụ về các hệ thống điều biến và số lượng các bit mỗi khung con theo các định dạng PUCCH.

Bảng 2

Định dạng PUCCH	Hệ thống điều biến	Số lượng các bit mỗi khung con
1	N/A	N/A
1a	BPSK	1
1b	QPSK	2
2	QPSK	20
2a	QPSK+BPSK	21
2b	QPSK+QPSK	22

Định dạng PUCCH 1 được sử dụng để gửi yêu cầu lập lịch (SR-Scheduling Request), các định dạng PUCCH 1a/1b được sử dụng để gửi tín hiệu ACK/NACK cho HARQ, định dạng PUCCH 2 được sử dụng để gửi CQI, và các định dạng PUCCH 2a/2b được sử dụng để gửi CQI và tín hiệu ACK/NACK đồng thời. Khi chỉ tín hiệu ACK/NACK được truyền trong khung con, các định dạng PUCCH 1a/1b được sử dụng. Khi chỉ SR được truyền, định dạng PUCCH 1 được sử dụng. Khi SR và tín hiệu ACK/NACK được truyền đồng thời, định dạng PUCCH 1 được sử dụng. Trong trường hợp này, tín hiệu ACK/NACK được điều biến thành các tài nguyên được phân bổ tới SR và sau đó được truyền.

Tất cả các định dạng PUCCH sử dụng dịch chuyển vòng (CS - Cyclic

shift) của chuỗi trong mỗi ký hiệu OFDM. Chuỗi CS được tạo ra bằng cách dịch chuyển theo chu kỳ chuỗi gốc bởi lượng CS cụ thể. Lượng CS cụ thể được chỉ báo bởi chỉ số CS.

Ví dụ trong đó chuỗi gốc $r_u(n)$ đã được xác định tương tự như phương trình sau.

Phương trình 1

$$r_u(n) = e^{jb(n)\pi/4}$$

Trong đó, u là chỉ số gốc, n là chỉ số phần tử trong đó $0 \leq n \leq N-1$, và N là chiều dài của chuỗi gốc. $b(n)$ được xác định trong phần 5.5 của 3GPP TS 36.211 V8.7.0.

Chiều dài của chuỗi tương tự như số lượng các phần tử được bao gồm trong chuỗi. U có thể được xác định bởi bộ nhận dạng ô (ID - Cell identifier), số khe trong khung radio, v.v..

Giả sử rằng chuỗi gốc được ánh xạ tới một khối tài nguyên trong miền tần số, chiều dài N của chuỗi gốc trở thành 12 vì một khối tài nguyên bao gồm 12 sóng mang con. Chuỗi gốc khác được xác định phụ thuộc vào chỉ số gốc khác.

Chuỗi CS $r(n, I_{cs})$ có thể được tạo ra bằng cách dịch chuyển theo chu kỳ chuỗi gốc $r(n)$ như ở phương trình 2.

Phương trình 2

$$r(n, I_{cs}) = r(n) \cdot \exp\left(\frac{j2\pi I_{cs}n}{N}\right), \quad 0 \leq I_{cs} \leq N-1$$

Trong đó, I_{cs} là chỉ số CS thể hiện lượng CS ($0 \leq I_{cs} \leq N-1$).

Chỉ số CS sẵn có của chuỗi gốc đề cập đến chỉ số CS mà có thể được xuất phát từ chuỗi gốc theo khoảng thời gian CS. Ví dụ, chiều dài của chuỗi gốc

là 12 và khoảng thời gian CS là 1, tổng số các chỉ số CS sẵn có của chuỗi gốc trở thành 12. Hoặc, nếu chiều dài của chuỗi gốc là 12 và khoảng thời gian CS là 2, tổng số các chỉ số CS sẵn có của chuỗi gốc trở thành 6.

Fig.6 thể hiện cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 1b trong CP thường.

Một khe bao gồm 7 OFDM ký hiệu, 3 ký hiệu OFDM trở thành các ký hiệu OFDM tín hiệu tham chiếu (RS - Reference Signal) cho tín hiệu tham chiếu, và 4 ký hiệu OFDM trở thành các ký hiệu OFDM dữ liệu cho tín hiệu ACK/NACK.

Trong định dạng PUCCH 1b, ký hiệu điều biến $d(0)$ được tạo ra bằng cách thực hiện điều biến khóa dịch pha cầu phương (QPSK- Quadrature Phase Shift Keying) trên 2 bit tín hiệu ACK/NACK được mã hóa.

Chỉ số CS I_{cs} có thể thay đổi phụ thuộc vào số khe 'ns' trong khung radio và/hoặc chỉ số ký hiệu 'l' trong khe.

Trong CP thường, 4 ký hiệu OFDM dữ liệu để gửi tín hiệu ACK/NACK có mặt trong một khe. Được giả sử rằng các chỉ số CS tương ứng trong các ký hiệu OFDM dữ liệu tương ứng là I_{cs0} , I_{cs1} , I_{cs2} , và I_{cs3} .

Ký hiệu điều biến $d(0)$ được trải thành chuỗi CS $r(n, I_{cs})$. Giả sử rằng chuỗi trải một chiều tương ứng với ký hiệu OFDM thứ $(l+1) m(i)$ trong khe,

$\{m(0), m(1), m(2), m(3)\} = \{d(0)r(n, I_{cs0}), d(0)r(n, I_{cs1}), d(0)r(n, I_{cs2}), d(0)r(n, I_{cs3})\}$ có thể thu được.

Để tăng lên dung lượng, chuỗi trải một chiều có thể được trải nhờ sử dụng chuỗi trực giao. Chuỗi dưới đây được sử dụng là chuỗi trực giao $w_i(k)$ (i là chỉ số chuỗi, $0 \leq k \leq K-1$) trong đó nhân tố trải $K=4$.

Bảng 3

Chỉ số (i)	$[w_i(0), w_i(1), w_i(2), w_i(3)]$
0	$[+1, +1, +1, +1]$
1	$[+1, -1, +1, -1]$
2	$[+1, -1, -1, +1]$

Chuỗi dưới đây được sử dụng là chuỗi trực giao $w_i(k)$ (i là chỉ số chuỗi, $0 \leq k \leq K-1$) trong đó nhân tố trải $K=3$.

Bảng 4

Chỉ số (i)	$[w_i(0), w_i(1), w_i(2)]$
0	$[+1, +1, +1]$
1	$[+1, e^{j2\pi/3}, e^{j4\pi/3}]$
2	$[+1, e^{j4\pi/3}, e^{j2\pi/3}]$

Nhân tố trải khác có thể được sử dụng trong mỗi khe.

Do đó, giả sử rằng chỉ số chuỗi trực giao cụ thể i được đưa ra, các chuỗi trải hai chiều $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ có thể được thể hiện như sau.

$$\{s(0), s(1), s(2), s(3)\} = \{w_i(0)m(0), w_i(1)m(1), w_i(2)m(2), w_i(3)m(3)\}$$

Các chuỗi trải hai chiều $\{s(0), s(1), s(2), s(3)\}$ phụ thuộc vào IFFT và sau đó được truyền trên ký hiệu OFDM tương ứng. Do đó, tín hiệu ACK/NACK được truyền trên PUCCH.

Tín hiệu tham chiếu có định dạng PUCCH 1b cũng được truyền bằng cách trải tín hiệu tham chiếu thành chuỗi trực giao sau khi dịch chuyển theo chu kỳ chuỗi gốc $r(n)$. Giả sử rằng các chỉ số CS tương ứng với 3 ký hiệu RS OFDM là I_{cs4} , I_{cs5} , và I_{cs6} , 3 chuỗi CS $r(n, I_{cs4})$, $r(n, I_{cs5})$, $r(n, I_{cs6})$ có thể thu được. 3 chuỗi

CS được trải thành chuỗi trực giao $w_i^{RS}(k)$ trong đó $K=3$.

Chỉ số chuỗi trực giao i , chỉ số CS I_{cs} , và chỉ số RB m là các tham số cần thiết để cấu hình PUCCH và cũng là các tài nguyên được sử dụng để phân loại các PUCCH (hoặc các MS). Nếu số lượng các CS sẵn có là 12 và số lượng các chỉ số chuỗi trực giao sẵn có là 3, PUCCH cho tổng cộng 36 MS có thể được ghép kênh với một RB.

Trong 3GPP LTE, chỉ số tài nguyên $n_{PUCCH}^{(1)}$ được xác định sao cho UE có thể thu ba tham số để cấu hình PUCCH. Chỉ số tài nguyên $n_{PUCCH}^{(1)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$, trong đó n_{CCE} là số lượng CCE thứ nhất được sử dụng để gửi PDCCH tương ứng (ví dụ, PDCCH bao gồm bước định vị của các tài nguyên DL được sử dụng đối với dữ liệu đường xuống thu được tương ứng với tín hiệu ACK/NACK), và $N_{PUCCH}^{(1)}$ là tham số được thông báo về UE bởi BS qua thông báo lớp cao hơn.

Các tài nguyên thời gian, tần số và mã hóa được sử dụng để gửi tín hiệu ACK/NACK được gọi các tài nguyên ACK/NACK hoặc các tài nguyên PUCCH. Như được mô tả ở trên, chỉ số của các tài nguyên ACK/NACK (được gọi chỉ số tài nguyên ACK/NACK hoặc chỉ số PUCCH) được sử dụng để gửi tín hiệu ACK/NACK trên PUCCH có thể được thể hiện ít nhất một trong chỉ số chuỗi trực giao i , chỉ số CS I_{cs} , chỉ số RB m , và chỉ số để tính toán 3 chỉ số. Các tài nguyên ACK/NACK có thể bao gồm ít nhất một trong chuỗi trực giao, CS, khối tài nguyên, và sự kết hợp của chúng.

Fig.10 thể hiện cấu trúc kênh của các định dạng PUCCH 2/2a/2b trong CP thường.

Dựa vào Fig.10, trong CP thường, các ký hiệu OFDM 1 và 5 (ví dụ, ký hiệu OFDM thứ hai và thứ sáu) được sử dụng để gửi tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DM RS - Demodulation reference signal), nghĩa là, tín hiệu tham chiếu đường lên, và các ký hiệu OFDM còn lại được sử dụng để gửi CQI. Trong trường hợp của CP mở rộng, ký hiệu OFDM 3 (ký hiệu thứ tư) được sử dụng cho DM RS.

Các bit thông tin 10 CQI có thể phụ thuộc vào việc mã hóa kênh ở tốc độ mã hóa 1/2, ví dụ, vì vậy trở thành 20 bit được mã hóa. Mã Reed-Muller có thể được sử dụng trong việc mã hóa kênh. Tiếp theo, 20 bit được mã hóa được xáo trộn và sau đó phụ thuộc vào ánh xạ chòm sao QPSK, do đó tạo ra ký hiệu điều biến QPSK ($d(0)$ tới $d(4)$ trong khe 0). Mỗi ký hiệu điều biến QPSK được điều biến trong dịch chuyển vòng của chuỗi RS gốc ' $r(n)$ ' có chiều dài là 12, phụ thuộc vào IFFT, và sau đó được truyền trong mỗi 10 ký hiệu SC-FDMA ở khung con. 12 CS cách đều nhau làm cho 12 MS khác nhau được ghép kênh trực giao trong cùng PUCCH RB. Chuỗi RS gốc ' $r(n)$ ' có chiều dài là 12 có thể được sử dụng như chuỗi DM RS được áp dụng đối với các ký hiệu OFDM 1 và 5.

Fig.11 thể hiện ví dụ về cấu trúc kênh của định dạng PUCCH 3.

Dựa vào Fig.11, định dạng PUCCH 3 là định dạng PUCCH sử dụng hệ thống trải khối. Hệ thống trải khối nghĩa là phương pháp trải chuỗi ký hiệu, thu được bằng cách điều biến nhiều bit ACK/NACK, trong miền thời gian bằng cách sử dụng mã trải khối.

Trong định dạng PUCCH 3, chuỗi ký hiệu (ví dụ, chuỗi ký hiệu ACK/NACK) được truyền bằng cách được trải trong miền thời gian nhờ sử dụng mã trải khối. Mã phủ trực giao (OCC - Orthogonal cover code) có thể được sử dụng như mã trải khối. Các tín hiệu điều khiển của nhiều UE có thể được ghép kênh bởi mã trải khối. Trong định dạng PUCCH 2, ký hiệu (ví dụ, $d(0)$, $d(1)$, $d(2)$, $d(3)$, $d(4)$, v.v., trên Fig.7) được truyền trong mỗi ký hiệu dữ liệu khác nhau, và việc ghép kênh UE được thực hiện nhờ sử dụng dịch chuyển vòng của chuỗi tự tương quan không biên độ không đổi (CAZAC - Constant amplitude zero auto-correlation). Ngược lại, trong định dạng PUCCH 3, chuỗi ký hiệu bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu được truyền trong miền tần số của mỗi ký hiệu dữ liệu, chuỗi ký hiệu được trải trong miền thời gian nhờ sử dụng mã trải khối, và bước ghép kênh UE được thực hiện. Ví dụ trong đó 2 ký hiệu RS được sử dụng trong một khe đã được minh họa trên Fig.11, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đây. 3 ký hiệu RS có thể được sử dụng, và OCC có giá trị nhân tố trải là 4 có

thể được sử dụng. Ký hiệu RS có thể được tạo ra từ chuỗi CAZAC có dịch chuyển vòng cụ thể và có thể được truyền bằng cách như vậy sao cho các ký hiệu RS trong miền thời gian đã được tăng lên bởi OCC cụ thể.

Bây giờ, hệ thống kết hợp sóng mang được mô tả. Hệ thống kết hợp sóng mang cũng được gọi hệ thống nhiều sóng mang.

Hệ thống 3GPP LTE hỗ trợ trường hợp ở đó băng thông DL và băng thông UL được tạo cấu hình khác nhau, nhưng một sóng mang thành phần (CC-component carrier) là điều kiện tiên quyết trong trường hợp này. Hệ thống 3GPP LTE hỗ trợ tối đa 20 MHz và có thể khác nhau trong băng thông UL và băng thông DL, nhưng hỗ trợ chỉ một CC trong mỗi UL và DL.

Kết hợp sóng mang (cũng được gọi kết hợp băng thông hoặc kết hợp phổ) hỗ trợ các CC. Ví dụ, nếu 5 CC được định vị là thành phần của bộ sóng mang có 20 MHz băng thông, tối đa 100 MHz băng thông có thể được hỗ trợ.

Fig.12 thể hiện ví dụ về việc so sánh giữa hệ thống sóng mang đơn và hệ thống kết hợp sóng mang.

Hệ thống kết hợp sóng mang (Fig.12 (b)) đã được minh họa bao gồm ba DL CC và ba UL CC, nhưng số lượng các DL CC và các UL CC không bị giới hạn. PDCCH và PDSCH có thể được truyền độc lập trong mỗi DL CC, và PUCCH và PUSCH có thể được truyền độc lập trong mỗi UL CC. Hoặc, PUCCH có thể được truyền chỉ qua UL CC cụ thể.

Do 3 cặp các DL CC và các UL CC được xác định, có thể được nói rằng UE được phục vụ từ ba ô phục vụ.

UE có thể giám sát các PDCCH trong các DL CC và thu các khối truyền tải DL qua các DL CC đồng thời. UE có thể gửi các khối truyền tải UL qua các UL CC đồng thời.

Một cặp DL CC #A và UL CC #A có thể trở thành ô phục vụ thứ nhất, một cặp DL CC #B và UL CC #B có thể trở thành ô phục vụ thứ hai, và DL CC #C và UL CC#C có thể trở thành ô phục vụ thứ ba. Mỗi ô phục vụ có thể được

nhận dạng bởi chỉ số ô (CI - Cell index). CI có thể là duy nhất trong ô hoặc có thể là UE cụ thể.

Ô phục vụ có thể được chia thành ô sơ cấp và ô thứ cấp. Ô sơ cấp là ô mà trên đó UE thực hiện quy trình thiết lập kết nối ban đầu hoặc bắt đầu quy trình thiết lập lại kết nối, hoặc ô được chỉ định là ô sơ cấp trong quy trình chuyển giao. Ô sơ cấp cũng được gọi là ô tham chiếu. Ô thứ cấp có thể được tạo cấu hình sau khi việc kết nối RRC đã được thành lập và có thể được sử dụng để cung cấp bổ sung các tài nguyên radio. Ít nhất một ô sơ cấp luôn được tạo cấu hình, và ô thứ cấp có thể được bổ sung/được sửa đổi/được giải phóng tương ứng với việc phát tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ, thông báo RRC). CI của ô sơ cấp có thể được cố định. Ví dụ, CI thấp nhất có thể được chỉ định là CI của ô sơ cấp.

Ô sơ cấp bao gồm sóng mang thành phần sơ cấp đường xuống (DL PCC - Downlink primary component carrier) và PCC đường lên (UL PCC - Uplink PCC) xét theo CC. Ô thứ cấp bao gồm chỉ sóng mang thành phần sơ cấp đường xuống (DL PCC - Downlink primary component carrier) hoặc một cặp DL SCC và UL SCC xét theo CC.

Như được mô tả ở trên, hệ thống kết hợp sóng mang có thể hỗ trợ các CC, nghĩa là, các ô phục vụ không giống hệ thống sóng mang đơn.

Hệ thống kết hợp sóng mang như vậy có thể hỗ trợ bước lập lịch liên sóng mang. Lập lịch liên sóng mang là phương pháp lập lịch có thể thực hiện định vị tài nguyên của PDSCH được truyền qua sóng mang thành phần khác qua PDCCH được truyền qua sóng mang thành phần cụ thể và/hoặc định vị tài nguyên của PUSCH được truyền qua các sóng mang thành phần khác ngoại trừ sóng mang thành phần cơ bản được liên kết với sóng mang thành phần cụ thể. Nghĩa là, PDCCH và PDSCH có thể được truyền qua các DL CC khác, và PUSCH có thể được truyền qua UL CC khác với UL CC được liên kết với DL CC mà PDCCH bao gồm UL được truyền tới. Như được mô tả ở trên, trong hệ thống hỗ trợ lập lịch liên sóng mang, PDCCH cần bộ chỉ báo sóng mang chỉ báo rằng PDSCH/PUSCH được truyền qua DL CC/UL CC đã biết. Dưới đây, trường

bao gồm bộ chỉ báo sóng mang đề cập đến trường chỉ báo sóng mang (CIF - Carrier indication field).

Hệ thống kết hợp sóng mang để hỗ trợ lập lịch liên sóng mang có thể bao gồm trường chỉ báo sóng mang (CIF). Trong hệ thống hỗ trợ lập lịch liên sóng mang, ví dụ, hệ thống LTE-A, do CIF được bổ sung vào định dạng DCI hiện có (nghĩa là, định dạng DCI được sử dụng trong LTE), số lượng các bit có thể còn được mở rộng bởi 3 bit, và cấu trúc PDCCH có thể tái sử dụng phương pháp mã hóa hiện có, phương pháp định vị tài nguyên (nghĩa là, ánh xạ tài nguyên dựa vào CCE), v.v..

BS có thể thiết đặt nhóm DL CC giám sát PDCCH (giám sát CC). Nhóm DL CC giám sát PDCCH được tạo cấu hình bởi một phần của tất cả các DL CC được kết hợp. Nếu lập lịch liên sóng mang được tạo cấu hình, UE thực hiện việc giám sát/giải mã PDCCH cho chỉ DL CC được bao gồm trong nhóm DL CC giám sát PDCCH. Nghĩa là, BS truyền PDCCH tương ứng với PDSCH/PUSCH để được lập lịch qua chỉ các DL CC được bao gồm trong nhóm DL CC giám sát PDCCH. Nhóm DL CC giám sát PDCCH có thể được tạo cấu hình trên UE cụ thể, nhóm UE cụ thể, hoặc loại ô cụ thể.

Phương pháp lập lịch không liên sóng mang (NCSS - Non-cross carrier scheduling) là phương pháp lập lịch có thể thực hiện bước định vị tài nguyên của PDSCH được truyền qua sóng mang thành phần cụ thể qua PDCCH được truyền qua sóng mang thành phần cụ thể và/hoặc việc định vị tài nguyên của PDSCH được truyền qua sóng mang thành phần cơ bản được liên kết với sóng mang thành phần cụ thể.

Bước truyền ACK/NACK cho HARQ trong song công phân chia theo thời gian 3GPP LTE (TDD) được mô tả dưới đây.

Trong TDD, không giống trong song công phân chia theo tần số (FDD), khung con DL và khung con UL cùng tồn tại trong một khung radio. Nhìn chung, số lượng các khung con UL nhỏ hơn số lượng các khung con DL. Do đó, để chuẩn bị cho trường hợp ở đó các khung con UL gửi tín hiệu ACK/NACK

không đầy đủ, các tín hiệu ACK/NACK cho các khối truyền tải DL được thu trong các khung con DL được truyền trong một khung con UL.

Theo phần 10.1 của 3GPP TS 36.213 V8.7.0 (2009-05), hai chế độ ACK/NACK: việc bó ACK/NACK và ghép kênh ACK/NACK được bắt đầu.

Trong việc bó ACK/NACK, UE gửi ACK nếu nó giải mã thành công tất cả các PDSCH thu được (ví dụ, các khối tài nguyên DL) và gửi NACK trong các trường hợp khác. Vì mục đích này, ACK hoặc các NACK cho mỗi PDSCH được nén qua các hoạt động AND logic.

Ghép kênh ACK/NACK cũng được gọi là lựa chọn kênh ACK/NACK (hoặc đơn giản là lựa chọn kênh). Theo ghép kênh ACK/NACK, UE lựa chọn một trong các tài nguyên PUCCH và gửi ACK/NACK.

Bảng dưới đây thể hiện các khung con DL $n-k$ được liên kết với khung con UL n theo cấu hình UL-DL trong 3GPP LTE, trong đó $k \in K$ và M là số lượng các phần tử của tập hợp K .

Bảng 5

Cấu hình UL-DL	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

Được giả sử rằng các khung con M DL liên quan đến khung con UL n và, ví dụ, $M=3$. Trong trường hợp này, UE có thể thu 3 tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$, và $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$ vì nó có thể thu 3 PDCCH từ 3 khung con DL. Trong trường hợp này, ví dụ về lựa chọn kênh ACK/NACK tương tự như bảng sau.

Bảng 6

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2)	$n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$	b(0), b(1)
ACK, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	1,1
ACK, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1,1
ACK, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	1,1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	0,1
NACK/DTX, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	1,0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	0,0
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	0,0
DTX, DTX, NACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	0,1
DTX, NACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1,0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	1,0
DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

Theo bảng ở trên, HARQ-ACK(i) chỉ báo ACK/NACK cho khung con DL thứ i của các khung con M DL. Truyền không liên tục (DTX - Discontinuous transmission) nghĩa là khối truyền tải DL đã không được thu trên PDSCH trong khung con DL tương ứng hoặc PDCCH tương ứng đã không được phát hiện. Theo bảng 6, 3 tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$, và $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$ có mặt, và b(0), b(1) là 2 bit được truyền nhờ sử dụng PUCCH được lựa chọn.

Ví dụ, khi UE thu thành công tất cả 3 khối truyền tải DL trong 3 khung con DL, UE thực hiện điều biến QPSK trên các bit (1,1) nhờ sử dụng $n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$ và gửi chúng trên PUCCH. Nếu UE thất bại trong việc giải mã khối truyền tải DL trong khung con DL (i=0) thứ nhất, nhưng thành công trong việc giải mã các

khởi truyền tải còn lại, UE gửi các bit (1,0) trên PUCCH nhờ sử dụng $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$. Nghĩa là, định dạng PUCCH 1b hiện có, chỉ ACK/NACK của 2 bit có thể được truyền. Tuy nhiên, trong bước lựa chọn kênh, các tài nguyên PUCCH được định vị được liên kết với tín hiệu ACK/NACK thực tế để chỉ báo nhiều trạng thái ACK/NACK hơn. Bước lựa chọn kênh này cũng được đề cập đến là bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b.

Trong bước lựa chọn kênh ACK/NACK, nếu ít nhất một ACK có mặt, NACK và DTX được nối với nhau. Điều này vì tất cả các trạng thái ACK/NACK không thể được thể hiện bởi sự kết hợp của các tài nguyên PUCCH được phục vụ lại và ký hiệu QPSK. Nếu ACK không có mặt, tuy nhiên, DTX được tách ra từ NACK.

Việc bó ACK/NACK và ghép kênh ACK/NACK như được mô tả ở trên có thể được áp dụng trong trường hợp ở đó một ô phục vụ đã được tạo cấu hình trên UE trong TDD.

Ví dụ, được giả sử rằng một ô phục vụ đã được tạo cấu hình (ví dụ, chỉ ô sơ cấp được tạo cấu hình) trên UE trong TDD, việc bó ACK/NACK hoặc ghép kênh ACK/NACK được sử dụng, và $M=1$. Nghĩa là, được giả sử rằng một khung con DL được liên kết với một khung con UL.

1) UE gửi ACK/NACK trong khung con n nếu UE phát hiện PDSCH được chỉ báo bởi PDCCH tương ứng trong khung con $n-k$ của ô sơ cấp hoặc phát hiện PDCCH giải phóng lập lịch bán liên tục (SPS - Semi-Persistent Scheduling). Trong LTE, BS có thể thông báo cho UE rằng bước thu và truyền bán liên tục được thực hiện trong các khung con qua tín hiệu lớp cao hơn, như điều khiển tài nguyên radio (RRC - Radio Resource Control). Các tham số được đưa ra bởi tín hiệu lớp cao hơn có thể là, ví dụ, tính định kỳ của khung con và giá trị dịch vị. Khi UE thu tín hiệu kích hoạt hoặc giải phóng của bước truyền SPS qua PDCCH sau khi nhận dạng bước truyền bán liên tục qua việc phát tín hiệu RRC, UE thực hiện hoặc giải phóng bước thu SPS PDSCH hoặc truyền SPS PUSCH. Nghĩa là, UE không thực hiện lập tức bước truyền/thu SPS mặc dù

bước lập lịch SPS được định vị ở đây qua bước phát tín hiệu RRC, nhưng khi tín hiệu kích hoạt hoặc giải phóng được thu qua PDCCH, thực hiện bước truyền/thu SPS trong khung con tương ứng với các tài nguyên tần số (khối tài nguyên) theo định vị của khối tài nguyên được chỉ định bởi PDCCH, điều biến theo thông tin MCS, tính định kỳ khung con được định vị qua bước phát tín hiệu RRC theo tốc độ mã hóa, và giá trị dịch vị. Trong đó, PDCCH mà giải phóng SPS được gọi là PDCCH giải phóng SPS, và DL PDCCH giải phóng SPS mà giải phóng bước truyền DL SPS yêu cầu bước truyền của tín hiệu ACK/NACK.

Trong đó, trong khung con n , UE gửi ACK/NACK nhờ sử dụng các định dạng PUCCH 1a/1b theo tài nguyên PUCCH $n^{(1,p)}_{PUCCH}$. Trong $n^{(1,p)}_{PUCCH}$, p chỉ báo công ăngten p . k được xác định bởi bảng 5.

Tài nguyên PUCCH $n^{(1,p)}_{PUCCH}$ có thể được định vị như trong phương trình sau. P có thể là $p0$ hoặc $p1$.

Phương trình 3

$n^{(1, p=p0)}_{PUCCH} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + n_{CCE} + N^{(1)}_{PUCCH}$ cho công ăngten $p=p0$,

$n^{(1, p=p1)}_{PUCCH} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + (n_{CCE} + 1) + N^{(1)}_{PUCCH}$ cho công ăngten $p=p1$,

Ở phương trình 3, c được lựa chọn bằng cách như vậy để thỏa mãn $N_c \leq n_{CCE} < N_{c+1}$ (công ăngten $p0$), $N_c \leq (n_{CCE} + 1) < N_{c+1}$ (công ăngten $p1$) từ trong số $\{0, 1, 2, 3\}$. $N^{(1)}_{PUCCH}$ là tập hợp giá trị bởi tín hiệu lớp cao hơn. $N_c = \max\{0, \text{floor}[N^{DL}_{RB} \cdot (N^{RB}_{sc} \cdot c - 4)/36]\}$. N^{DL}_{RB} là băng thông DL, và N^{RB}_{sc} là kích thước của RB được chỉ báo bởi số lượng các sóng mang con trong miền tần số. n_{CCE} là số CCE thứ nhất được sử dụng để gửi PDCCH tương ứng trong khung con n -km. m là giá trị tạo ra km là giá trị nhỏ nhất trong tập hợp K của bảng 5.

2) Nếu UE phát hiện SPS PDSCH, nghĩa là, PDSCH không bao gồm PDCCH tương ứng, trong khung con DL n -k của ô sơ cấp, UE có thể gửi ACK/NACK trong khung con n nhờ sử dụng tài nguyên PUCCH $n^{(1,p)}_{PUCCH}$ như

sau.

Do SPS PDSCH không bao gồm bước lập lịch PDCCH, UE gửi ACK/NACK qua các định dạng PUCCH 1a/1b theo $n_{\text{PUCCH}}^{(1,p)}$ được tạo cấu hình bởi tín hiệu lớp cao hơn. Ví dụ, 4 tài nguyên (tài nguyên PUCCH thứ nhất, tài nguyên PUCCH thứ hai, tài nguyên PUCCH thứ ba, và tài nguyên PUCCH thứ tư) có thể được phục vụ lại qua tín hiệu RRC, và một tài nguyên có thể được chỉ báo qua trường điều khiển công suất truyền (TPC - Transmission Power Control) của PDCCH mà kích hoạt bước lập lịch SPS.

Bảng sau là ví dụ trong đó các tài nguyên cho bước lựa chọn kênh được chỉ báo bởi giá trị trường TPC.

Bảng 7

Giá trị trường TPC	Tài nguyên cho bước lựa chọn kênh
'00'	Tài nguyên PUCCH thứ nhất
'01'	Tài nguyên PUCCH thứ hai
'10'	Tài nguyên PUCCH thứ ba
'11'	Tài nguyên PUCCH thứ tư

Ví dụ khác, được giả sử rằng trong TDD, một ô phục vụ được tạo cấu hình (ví dụ, chỉ ô sơ cấp được tạo cấu hình) trên UE, bước ghép kênh ACK/NACK được sử dụng, và $M > 1$. Nghĩa là, được giả sử rằng các khung con DL được liên kết với một khung con UL.

1) Tài nguyên PUCCH $n_{\text{PUCCH},i}^{(1)}$ để gửi ACK/NACK khi UE thu PDSCH trong khung con $n-k_i$ ($0 \leq i \leq M-1$) hoặc phát hiện DL PDCCH giải phóng SPS có thể được định vị như ở phương trình sau. Trong đó, $k_i \in K$, và tập hợp K đã được mô tả dựa vào bảng 5.

Phương trình 4

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH},i} = (M - i - 1) \cdot N_c + i \cdot N_{c+1} + n_{\text{CCE},i} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$$

Trong đó, c được lựa chọn từ $\{0,1,2,3\}$ sao cho $N_c \leq n_{\text{CCE},i} < N_{c+1}$ được thỏa mãn. $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ là tập hợp giá trị bởi tín hiệu lớp cao hơn. $N_c = \max\{0, \text{floor}[N^{\text{DL}}_{\text{RB}} \cdot (N^{\text{RB}}_{\text{sc}} \cdot c - 4)/36]\}$. $N^{\text{DL}}_{\text{RB}}$ là băng thông DL, và $N^{\text{RB}}_{\text{sc}}$ là kích thước của RB được chỉ báo bởi số lượng các sóng mang con trong miền tần số. $n_{\text{CCE},i}$ là số CCE thứ nhất được sử dụng để gửi PDCCH tương ứng trong khung con $n - k_i$.

2) Nếu UE thu PDSCH (ví dụ, SPS PDSCH) không có PDCCH tương ứng trong khung con, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$ được xác định bởi cấu hình được đưa ra bởi tín hiệu lớp cao hơn và bảng 7.

Nếu hai hoặc nhiều ô phục vụ đã được tạo cấu hình trên UE trong TDD, UE gửi ACK/NACK nhờ sử dụng bước lựa chọn kênh mà sử dụng định dạng PUCCH 1b hoặc định dạng PUCCH 3. Bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b được sử dụng trong TDD có thể được thực hiện như sau.

Nếu các ô phục vụ sử dụng bước lựa chọn kênh mà sử dụng định dạng PUCCH 1b đã được tạo cấu hình, khi các bit ACK/NACK lớn hơn 4 bit, UE thực hiện việc bó ACK/NACK không gian trên các từ mã trong một khung con DL và gửi các bit ACK/NACK được bó theo không gian cho mỗi ô phục vụ qua bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b. Việc bó ACK/NACK không gian nghĩa là bước nén của ACK/NACK cho mỗi từ mã qua các hoạt động AND logic trong cùng khung con DL.

Nếu các bit ACK/NACK là 4 bit hoặc thấp hơn, việc bó ACK/NACK không gian không được sử dụng và các bit ACK/NACK được truyền qua bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b.

Nếu 2 hoặc nhiều ô phục vụ sử dụng định dạng PUCCH 3 đã được tạo cấu hình trên UE, khi các bit ACK/NACK lớn hơn 20 bit, việc bó ACK/NACK không gian có thể được thực hiện trong mỗi ô phục vụ và các bit ACK/NACK bị phụ thuộc vào việc bó ACK/NACK không gian có thể được truyền qua định dạng PUCCH 3. Nếu các bit ACK/NACK là 20 bit hoặc thấp hơn, việc bó ACK/NACK không gian không được sử dụng và các bit ACK/NACK được

truyền qua định dạng PUCCH 3.

Bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b được sử dụng trong FDD

Nếu hai ô phục vụ sử dụng FDD đã được tạo cấu hình trên UE, ACK/NACK có thể được truyền qua bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b. UE có thể cung cấp ACK/NACK cho tối đa 2 khối truyền tải, thu được trong một ô phục vụ, quay lại BS bằng cách gửi 2 bit thông tin ($b(0)b(1)$) trong một tài nguyên PUCCH được lựa chọn từ các tài nguyên PUCCH. Một từ mã có thể được truyền trong một khối truyền tải. Tài nguyên PUCCH có thể được chỉ báo bởi chỉ số tài nguyên $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$. Trong đó, bất kỳ một trong số $\{2, 3, 4\}$, và $i \leq (A-1)$. 2 bit thông tin được chỉ báo như $b(0)b(1)$.

HARQ-ACK(j) chỉ báo phản hồi HARQ ACK/NACK được liên quan tới khối truyền tải hoặc DL PDCCH giải phóng SPS được truyền bởi ô phục vụ. HARQ-ACK(j), ô phục vụ, và khối truyền tải có thể có mối quan hệ ánh xạ như sau.

Bảng 8

A	HARQ-ACK(j)			
	HARQ-ACK(0)	HARQ-ACK(1)	HARQ-ACK(2)	HARQ-ACK(3)
2	Khối truyền tải 1 của ô sơ cấp	Khối truyền tải 2 của ô thứ cấp	NA	NA
3	Khối truyền tải 1 của ô phục vụ 1	Khối truyền tải 2 của ô phục vụ 1	Khối truyền tải 3 của ô phục vụ 2	NA
4	Khối truyền tải 1 của ô sơ cấp	Khối truyền tải 2 của ô sơ cấp	Khối truyền tải 3 của ô thứ cấp	Khối truyền tải 4 của ô thứ cấp

Trên bảng 8, ví dụ, trong trường hợp $A=4$, HARQ-ACK(0) và HARQ-ACK(1) chỉ báo các ACK/NACK cho 2 khối truyền tải được truyền trong ô sơ

cấp, và HARQ-ACK(2) và HARQ-ACK(3) chỉ báo các ACK/NACK cho 2 khối truyền tải được truyền trong ô thứ cấp.

Khi UE thu PDSCH hoặc phát hiện DL PDCCH giải phóng SPS bằng cách phát hiện PDCCH trong khung con 'n-4' của ô sơ cấp, UE gửi ACK/NACK nhờ sử dụng tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$. Trong đó, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$ được xác định là $n_{\text{CCE},i} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$. Trong đó, $n_{\text{CCE},i}$ nghĩa là chỉ số của CCE thứ nhất được sử dụng để gửi PDCCH bởi BS, và $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ là tập hợp giá trị qua tín hiệu lớp cao hơn. Nếu chế độ truyền của ô sơ cấp hỗ trợ lên tới hai khối truyền tải, tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i+1}$ được đưa ra. Trong đó, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i+1}$ có thể được xác định là $n_{\text{CCE},i} + 1 + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$. Nghĩa là, nếu ô sơ cấp được thiết lập trong chế độ truyền trong đó tối đa lên tới 2 khối truyền tải có thể được truyền, 2 tài nguyên PUCCH có thể được xác định.

Nếu PDCCH được phát hiện trong khung con 'n-4' của ô sơ cấp không có mặt, tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$ để gửi ACK/NACK cho PDSCH được xác định bởi cấu hình lớp cao hơn. Nếu lên tới 2 khối truyền tải được hỗ trợ, tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i+1}$ có thể được đưa ra là $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i+1} = n^{(1)}_{\text{PUCCH},i} + 1$.

Nếu PDSCH thu được trong ô thứ cấp bằng cách phát hiện PDCCH trong khung con 'n-4', các tài nguyên PUCCH $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$ và $n^{(1)}_{\text{PUCCH},i+1}$ cho chế độ truyền trong đó lên tới 2 khối truyền tải được hỗ trợ có thể được xác định bởi cấu hình lớp cao hơn.

Trong khi đó, theo kỹ thuật liên quan, có điều kiện tiên quyết rằng các ô phục vụ được tạo cấu hình trên UE sử dụng các khung radio có loại giống nhau. Ví dụ, có điều kiện tiên quyết rằng tất cả các ô phục vụ được tạo cấu hình trên UE sử dụng các khung FDD hoặc sử dụng các khung TDD. Trong hệ thống truyền thông không dây thế hệ tiếp theo, tuy nhiên, các loại khung radio khác nhau có thể được sử dụng lần lượt trong các ô phục vụ.

Fig.13 thể hiện một ví dụ trong đó các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau trong hệ thống truyền thông không dây.

Dựa vào Fig.13, ô sơ cấp PCELL và các ô thứ cấp SCELL #1,...,

SCELL #N có thể được tạo cấu hình trên UE. Trong trường hợp này, ô sơ cấp có thể hoạt động trong FDD và sử dụng khung FDD, và các ô thứ cấp có thể hoạt động trong TDD và sử dụng các khung TDD. Cấu hình UL-DL tương tự có thể được sử dụng trong các ô thứ cấp. Khung con DL (được chỉ báo bởi D) và khung con UL (được chỉ báo bởi U) có mặt theo tỉ lệ 1:1 trong ô sơ cấp, nhưng khung con DL và khung con UL có thể có mặt theo tỉ lệ khác nhau ngoài tỉ lệ 1:1 trong các ô thứ cấp.

Bảng 9 dưới đây thể hiện rằng ACK/NACK được truyền trong khung con theo cấu hình UL-DL khi một ô phục vụ hoạt động trong TDD. Bảng 9 tương đương với bảng 5.

Bảng 9

Cấu hình UL-DL	Khung con n								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	6	-		4	6			
1	7	6		4	7	6			4
2	7	6	4	8	7	6		4	8
3	4	11			7	6	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>5</u>
4	12	11		8	7	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	4
5	12	11	9	8	7	6	5	4	13
6	<u>7</u>	<u>7</u>			7	<u>7</u>			<u>5</u>

Trên bảng 9, khi UE thu PDSCH hoặc PDCCH (ví dụ, DL PDCCH giải phóng SPS) cần thiết cho phản hồi ACK/NACK trong khung con n, UE gửi ACK/NACK trong khung con $n + k(n)$. Mỗi giá trị của bảng 9 chỉ báo giá trị $k(n)$. Ví dụ, bảng 9 chỉ báo rằng nếu cấu hình UL-DL là 0 và PDSCH được thu trong khung con 0, ACK/NACK được truyền sau khi bốn khung con trôi qua,

ví dụ, trong khung con 4. Thời gian cụ thể là cần thiết để UE gửi ACK/NACK sau khi thu PDSCH hoặc DL PDCCH giải phóng SPS. Giá trị tối thiểu của thời gian cụ thể này dưới đây được chỉ báo là $k_{\min}$, và giá trị của $k_{\min}$ có thể là bốn khung con. Trên bảng 9, đề cập đến thời điểm tại đó ACK/NACK được truyền, có thể được nhận thấy rằng ACK/NACK chủ yếu được truyền trong khung con UL thứ nhất sau khi $k_{\min}$ trôi qua. Tuy nhiên, số dưới đây trên bảng 9 không chỉ báo khung con UL thứ nhất sau khi $k_{\min}$ trôi qua, nhưng chỉ báo khung con UL được bố trí tiếp theo. Điều này để ngăn ngừa ACK/NACK cho quá nhiều các khung con DL được truyền trong một khung con UL.

Trong khi đó, do tỉ lệ khung con UL: khung con DL luôn là 1:1 trong FDD, thời điểm ACK/NACK được xác định như được thể hiện trên bảng sau.

Bảng 9-1

Cấu trúc khung	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FDD	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Nghĩa là, như được thể hiện ở bảng trên, $k(n) = k_{\min} = 4$ cho tất cả các khung con.

Trong khi đó, theo kỹ thuật liên quan, có điều kiện tiên quyết rằng tất cả các ô phục vụ sử dụng các khung radio có loại giống nhau, và thời điểm truyền ACK/NACK, nghĩa là, thời điểm HARQ, đã được xác định dựa vào giả sử này. Tuy nhiên, nếu các ô phục vụ sử dụng các loại khung radio khác nhau, cần xác định phương pháp nào sẽ được sử dụng để truyền ACK/NACK.

Dưới đây sáng chế được giả sử rằng ô sơ cấp và ít nhất một ô thứ cấp được tạo cấu hình trên UE trong hệ thống truyền thông không dây. Sáng chế cũng được giả sử rằng ô sơ cấp sử dụng khung FDD và ô thứ cấp sử dụng khung TDD. Bất kỳ một trong số các cấu hình UL-DL của bảng 1 có thể được sử dụng trong khung TDD. Dưới đây, chỉ mối quan hệ giữa ô sơ cấp và một ô thứ cấp

được minh họa, để tiện mô tả, nhưng mỗi quan hệ này có thể được áp dụng đối với mỗi quan hệ giữa ô sơ cấp và mỗi ô thứ cấp khi các ô thứ cấp được tạo cấu hình trên UE.

Theo giả sử này, thứ nhất, phương pháp truyền ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu qua ô sơ cấp được mô tả dưới đây. Dưới đây, dữ liệu đường xuống thông thường chỉ báo PDSCH yêu cầu phản hồi ACK/NACK, từ mã được bao gồm trong PDSCH, DL PDCCH giải phóng SPS chỉ báo giải phóng DL SPS và tương tự.

Fig.14 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu qua ô sơ cấp.

Dựa vào Fig.14, BS gửi dữ liệu đường xuống trong khung con n của ô sơ cấp (S110). Xét theo UE, dữ liệu đường xuống được thu trong khung con n của DL PCC của ô sơ cấp.

UE giải mã dữ liệu đường xuống và tạo ra ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống (S120).

UE gửi ACK/NACK trong khung con $n + k_{PCC}(n)$ của ô sơ cấp (S130).

Khung con $n + k_{PCC}(n)$ của ô sơ cấp là khung con sau thời gian trễ tối thiểu (phần này được gọi là k_{min}) cần thiết cho phản hồi ACK/NACK đã trôi qua từ thời điểm tại đó dữ liệu đường xuống đã được thu. Trong đó, thời gian trễ tối thiểu k_{min} có thể là bốn khung con. Do đó, UE có thể gửi ACK/NACK trong khung con $n + 4$ của UL PCC của ô sơ cấp.

Nghĩa là, trong ô sơ cấp, như trong trường hợp ở đó HARQ được thực hiện trong FDD thường, ACK/NACK được truyền trong khung con sau khi bốn khung con trôi qua từ khung con trong đó dữ liệu đã được thu.

Bây giờ, phương pháp gửi ACK/NACK khi UE thu dữ liệu đường xuống trong ô thứ cấp được mô tả.

Fig.15 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu qua ô thứ cấp.

Dựa vào Fig.15, BS gửi thông tin về cấu hình UL-DL của ô thứ cấp (S210). Ô thứ cấp có thể cần thông tin cấu hình UL-DL vì nó hoạt động trong TDD. Thông tin cấu hình UL-DL có thể được truyền qua tín hiệu lớp cao hơn, như thông báo RRC.

BS gửi dữ liệu đường xuống trong khung con n của ô thứ cấp (S220).

UE giải mã dữ liệu đường xuống và tạo ra ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống (S230).

UE có thể gửi ACK/NACK tới BS qua khung con $n + k_{SCC}(n)$ của ô sơ cấp (S240). Khung con $n + k_{SCC}(n)$ có thể được xác định bằng phương pháp sau.

Thời điểm truyền HARQ ACK/NACK trong hệ thống trong đó các CC sử dụng các cấu trúc khung khác nhau được kết hợp

Phương pháp 1

Phương pháp 1 là phương pháp trong đó khung con $n + k_{SCC}(n)$ tuân theo thời điểm truyền ACK/NACK trong ô sơ cấp. Nghĩa là, phương pháp 1 là phương pháp của cấu hình khung con UL của ô sơ cấp tương đương với $n + k_{min}$ như khung con $n + k_{SCC}(n)$. Nói cách khác, nếu dữ liệu được thu trong khung con n của ô thứ cấp, ACK/NACK cho dữ liệu được truyền trong khung con $n + k_{min}$ của ô sơ cấp. Trong đó, k_{min} có thể là, ví dụ, bốn khung con.

Fig.16 thể hiện ví dụ về thời điểm truyền ACK/NACK khi ô sơ cấp là ô FDD và ô thứ cấp là ô TDD.

Dựa vào Fig.16, được giả sử rằng khung con UL của PCC trong đó ACK/NACK được truyền cho kênh dữ liệu DL hoặc kênh điều khiển DL được thu trong khung con DL n của khung con PCC $n + k_{PCC}(n)$. Trong trường hợp của FDD, để tránh trễ truyền ACK/NACK, nó có thể được thiết đặt tới $k_{PCC}(n) = k_{min} = 4$ tương tự theo cách thông thường.

Được giả sử rằng khung con UL của PCC trong đó ACK/NACK được truyền cho kênh dữ liệu DL hoặc kênh điều khiển DL được thu trong khung con DL n của khung con SCC $n + k_{SCC}(n)$. Sau đó, $k_{SCC}(n)$ có thể tuân theo thời điểm

ACK/NACK của FDD được tạo cấu hình trong PCC. Nghĩa là, nó có thể được thiết đặt tới $k_{\text{SCC}}(n) = k_{\text{min}} = 4$. Ví dụ, ACK/NACK cho kênh dữ liệu DL hoặc kênh điều khiển DL được thu trong khung con $n + 131$ của SCC được truyền trong khung con $n + 4 + 132$ của PCC.

Fig.17 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK dựa vào phương pháp 1.

Dựa vào Fig.17, trong trường hợp ở đó ô thứ nhất và ô thứ hai được kết hợp, dữ liệu yêu cầu ACK/NACK được thu trong khung con DL của ô thứ hai (S161). Trong đó, dữ liệu yêu cầu ACK/NACK chung đề cập đến dữ liệu yêu cầu phản hồi ACK/NACK như PDSCH, khối truyền tải, và DL PDCCH giải phóng SPS. Ô thứ nhất là ô FDD sử dụng khung FDD, và có thể là ô sơ cấp. Ô thứ hai là ô TDD sử dụng khung TDD, và có thể là ô thứ cấp.

UE truyền ACK/NACK cho dữ liệu trong khung con UL của ô thứ nhất được xác định theo thời điểm ACK/NACK của ô thứ nhất (S162).

Theo phương pháp 1, có ưu điểm trong đó sự trễ ACK/NACK được tối thiểu hóa vì ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu trong ô thứ cấp luôn được truyền sau khi các khung con k_{min} trôi qua dựa trên cơ sở thời điểm tại đó dữ liệu đường xuống đã được thu.

Ngoài ra, trong TDD thường, nếu số lượng các khung con DL được liên kết tới một khung con UL là nhiều, có nhược điểm trong đó số lượng các ACK/NACK phải được truyền trong một khung con UL được tăng lên. Tuy nhiên, phương pháp 1 có ưu điểm trong đó bước truyền ACK/NACK được phân phối.

Nếu khung con UL của ô sơ cấp trong đó ACK/NACK được truyền khung con n , số lượng các tài nguyên ACK/NACK cần được đảm bảo trong khung con n có thể được xác định bởi chế độ truyền của ô sơ cấp cho khung con $n - k_{\text{min}}$ và chế độ truyền trong khung con DL của ô thứ cấp.

Theo phương pháp 1, thời điểm ACK/NACK được áp dụng đối với UE có thể được thể hiện bằng cách thay đổi bảng 5 thành bảng 10 dưới đây.

Bảng 10

Cấu hình UL-DL	Khung con n								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	-	-	-	4	4	-	-	4
1	4	-	-	4	4	4	-	4	4
2	4	-	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	-	-	4
4	4	4	4	4	4	4	-	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	4	-		4	4	4			4

Nghĩa là, nếu cấu hình UL-DL của ô thứ cấp tương tự như bất kỳ một trong số nào của bảng 10 và ô sơ cấp sử dụng khung FDD, khung con n là khung con trong đó ACK/NACK được truyền và số được chỉ báo trong khung con n chỉ báo $k_{\min}$. Trong đó, khung con n - $k_{\min}$ chỉ báo khung con trong đó dữ liệu đường xuống, nghĩa là, là đối tượng của ACK/NACK, được thu. Ví dụ, trên bảng 10, cấu hình UL-DL là 0, và 4 được ghi trong khung con 9. Trong trường hợp này, nó chỉ báo rằng ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu trong khung con 5 ($=9-4$) của ô thứ cấp được truyền trong khung con 9.

Theo phương pháp 1, thời điểm ACK/NACK được áp dụng đối với UE có thể được thể hiện bằng cách thay đổi bảng 9 thành bảng 11 dưới đây.

Bảng 11

Cấu hình UL-DL	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4	<u>4</u>		-		4	<u>4</u>		-	
1	<u>4</u>	<u>4</u>			4	<u>4</u>	<u>4</u>			4
2	<u>4</u>	<u>4</u>		4	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>		4	<u>4</u>
3	<u>4</u>	<u>4</u>				<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>
4	<u>4</u>	<u>4</u>			<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	4
5	<u>4</u>	<u>4</u>		<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	4	<u>4</u>
6	<u>4</u>	<u>4</u>				<u>4</u>	<u>4</u>			<u>4</u>

Trên bảng 11, khung con n chỉ báo khung con trong đó dữ liệu đường xuống được thu. Khung con $n + k_{\text{SCC}}(n)$ là khung con trong đó ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được truyền. Mỗi giá trị trên bảng 11 chỉ báo giá trị $k_{\text{SCC}}(n)$ cho khung con n. Ví dụ, nó chỉ báo rằng, nếu cấu hình UL-DL là 0 và dữ liệu đường xuống được thu trong khung con 1 của ô thứ cấp, ACK/NACK được truyền trong khung con 5 (của ô sơ cấp) sau khi bốn khung con trôi qua.

Bảng 10 và bảng 11 và Fig.13 có điều kiện tiên quyết rằng các giới hạn khung radio của ô thứ cấp và ô sơ cấp là giống nhau. Nghĩa là, có điều kiện tiên quyết rằng khung radio của ô sơ cấp được đồng bộ hóa với khung radio của ô thứ cấp. Nếu khung radio của ô sơ cấp không được đồng bộ hóa với khung radio của ô thứ cấp, sự trễ khung con bổ sung (được chỉ báo bởi k_{add}) để bù cho sự không đồng bộ hóa này có thể được đưa ra xem xét. Nghĩa là, theo phương pháp 1, $k_{\text{SCC}}(n)$ có thể được thay đổi thành $k_{\text{min}} + k_{\text{add}}$.

Hoặc, giả sử rằng dữ liệu đường xuống được thu trong khung con n của ô

thứ cấp và khung con trong đó ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được truyền là $n + k_{\text{SCC}}(n)$, nếu $k_{\text{SCC}}(n)$ nhỏ hơn $k_{\text{min}} + k_{\text{add}}$, lập lịch có thể bị giới hạn sao cho dữ liệu đường xuống không được truyền trong khung con n của ô thứ cấp.

Phương pháp 2

Phương pháp 2 là phương pháp xác định khung con $n + k_{\text{SCC}}(n)$ trong đó ACK/NACK được truyền dựa vào thời điểm truyền ACK/NACK TDD trong ô thứ cấp. Nghĩa là, $k_{\text{SCC}}(n)$ được xác định như trên bảng 9, nhưng ACK/NACK thực tế được truyền qua UL PCC của ô sơ cấp. Nói cách khác, ACK/NACK cho kênh dữ liệu DL hoặc kênh điều khiển DL được thu trong SCC có thể được truyền trong khung con UL của PCC theo thời điểm ACK/NACK được tạo cấu hình trong SCC.

Fig.18 thể hiện ví dụ khác của thời điểm truyền ACK/NACK khi ô sơ cấp là ô FDD và ô thứ cấp là ô TDD.

Dựa vào Fig.18, được giả sử rằng khung con UL của PCC trong đó ACK/NACK được truyền cho kênh dữ liệu DL hoặc kênh điều khiển DL được thu trong khung con DL n của khung con PCC $n + k_{\text{PCC}}(n)$. Trong trường hợp của FDD, để tránh trễ truyền ACK/NACK, nó có thể được thiết đặt tới $k_{\text{PCC}}(n) = k_{\text{min}} = 4$ tương tự theo cách thông thường.

Trong trường hợp này, ACK/NACK cho kênh dữ liệu DL hoặc kênh điều khiển DL được thu trong khung con DL n của SCC có thể được truyền trong khung con UL $n+k(n)$ 142 của SCC khi thời điểm ACK/NACK được tạo cấu hình trong SCC được áp dụng. Trong trường hợp này, ACK/NACK được truyền trong khung con UL 143 của PCC tại thời điểm tương đương với thời điểm của khung con UL $n+k(n)$ 142.

Fig.19 thể hiện phương pháp truyền ACK/NACK dựa vào phương pháp 2.

Dựa vào Fig.19, trong trường hợp ở đó ô thứ nhất và ô thứ hai được kết hợp, dữ liệu yêu cầu ACK/NACK được thu trong khung con DL của ô thứ hai

(S151). Trong đó, dữ liệu yêu cầu ACK/NACK đề cập đến dữ liệu yêu cầu phản hồi ACK/NACK như PDSCH, khối truyền tải, và DL PDCCH giải phóng SPS. Ô thứ nhất là ô FDD sử dụng khung FDD, và có thể là ô sơ cấp. Ô thứ hai là ô TDD sử dụng khung TDD, và có thể là ô thứ cấp.

UE truyền ACK/NACK cho dữ liệu trong khung con UL của ô thứ nhất được xác định theo thời điểm ACK/NACK được áp dụng khi chỉ ô thứ hai được tạo cấu hình (S152).

Phương pháp như vậy có ưu điểm là thời điểm ACK/NACK cho TDD CC có thể được áp dụng tương đương bỏ qua xem TDD CC có được sử dụng là ô sơ cấp hoặc ô thứ cấp hay không.

Số lượng các tài nguyên để truyền ACK/NACK, mà phải được đảm bảo trong khung con UL của PCC, được xác định theo xem khung con DL có mặt trong PCC/SCC tại khung con n và theo chế độ truyền tại khung con DL hiện tại hay không.

Nếu khung radio của ô sơ cấp không được đồng bộ hóa với khung radio của ô thứ cấp, sự trễ khung con bổ sung (được chỉ báo bởi k_{add}) để bù cho sự đồng bộ hóa này có thể được đưa ra xem xét. K_{add} có thể là giá trị cố định hoặc có thể là tập hợp giá trị qua thông báo RRC. Theo phương pháp 2, giả sử rằng $k'_{SCC}(n) = k_{SCC}(n) + k_{add}$, ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được thu trong khung con n của ô thứ cấp có thể được thể hiện như được truyền trong khung con UL $n + k'_{SCC}(n)$ của ô sơ cấp.

Hoặc, giả sử rằng dữ liệu đường xuống được thu trong khung con n của ô thứ cấp và khung con trong đó ACK/NACK cho dữ liệu đường xuống được truyền là $n + k_{SCC}(n)$, nếu $k_{SCC}(n)$ nhỏ hơn $k_{min} + k_{add}$, lập lịch có thể bị giới hạn sao cho dữ liệu đường xuống không được truyền trong khung con n của ô thứ cấp.

Nếu phương pháp 1 được sử dụng là phương pháp truyền ACK/NACK trong ô sơ cấp và phương pháp truyền ACK/NACK cho ô thứ cấp, ACK/NACK cho ô sơ cấp và ô thứ cấp có thể tuân theo hệ thống truyền ACK/NACK được sử

dụng trong FDD. Ví dụ, bước lựa chọn kênh có thể được sử dụng trong đó định dạng PUCCH 1b được sử dụng trong FDD được sử dụng khi các ô phục vụ được tạo cấu hình trên UE. Nghĩa là, ACK/NACK cho ô thứ cấp được truyền sử dụng bước lựa chọn kênh mà sử dụng định dạng PUCCH 1b qua ô sơ cấp mà không sử dụng hệ thống nén, như việc bó ACK/NACK. Hệ thống nén, như việc bó ACK/NACK, có thể không được sử dụng vì chỉ một khung con DL được liên kết tới một khung con UL của ô sơ cấp.

Ngược lại, nếu phương pháp 2 được sử dụng là phương pháp truyền ACK/NACK trong ô sơ cấp và phương pháp truyền ACK/NACK cho ô thứ cấp, ACK/NACK cho ô sơ cấp và ô thứ cấp có thể tuân theo hệ thống truyền ACK/NACK được sử dụng trong TDD. Ví dụ, ACK/NACK có thể được truyền qua bước lựa chọn kênh sử dụng định dạng PUCCH 1b được sử dụng khi các ô phục vụ được tạo cấu hình trong TDD.

Xem để áp dụng các phương pháp 1 và 2 được nêu ở trên có thể được xác định theo xem sử dụng bước lập lịch liên sóng mang hoặc bước lập lịch không liên sóng mang. Ví dụ, phương pháp 1 có thể được sử dụng trong bước lập lịch liên sóng mang và phương pháp 2 có thể được sử dụng trong bước lập lịch không liên sóng mang.

Nếu các CC được kết hợp sử dụng các cấu trúc khung khác nhau (sự kết hợp của FDD CC và TDD CC), một CC có thể thực hiện bước truyền UL và một CC khác có thể thực hiện bước thu DL trong cùng khoảng thời gian (hoặc khung con). Trong trường hợp này, bước truyền UL có thể có ảnh hưởng tới bước thu DL. Do đó, sáng chế không mong muốn thực hiện bước truyền UL và bước thu DL đồng thời trong các dải tần số liên tiếp.

Để giải quyết vấn đề này, tốt nhất là, các dải tần số được tách đủ để không bị nhiễu từ nhau được nhóm lại, sao cho cấu hình UL-DL giống nhau được sử dụng trong một nhóm và các cấu hình UL-DL khác nhau được sử dụng trong các nhóm khác nhau.

Ví dụ, nếu các CC #1 tới #5 được kết hợp theo thứ tự tăng dần của dải

tần số được định vị, các CC #1 và #2 được nhóm lại là nhóm thứ nhất và các CC #3 tới #5 được nhóm lại là nhóm thứ hai, và tất cả các CC trong nhóm thứ nhất sử dụng cấu hình UL-DL 0, và tất cả các CC trong nhóm thứ hai sử dụng cấu hình UL-DL 3. Trong trường hợp này, CC #2 và CC #3 có thể là các CC được tách đủ không bị nhiễu từ nhau. Ở ví dụ trên, UE có thể có môđun RF độc lập cho mỗi nhóm, và có thể sử dụng bộ khuếch đại công suất riêng. UE có thể truyền một PUCCH cho mỗi nhóm, và trong trường hợp này, nhược điểm về tỷ lệ công suất đỉnh trên công suất trung bình (PAPR-peak to average power ratio) tăng lên không xảy ra thậm chí nếu các PUCCH được truyền ở đường lên.

Nếu PUCCH được truyền chỉ với PCC, phương pháp 1 có thể được áp dụng, và nếu PUCCH được truyền ở UL CC cụ thể của nhóm (của dải tần số không liên kề) mà PCC không thuộc về, thời điểm ACK/NACK được truyền qua PUCCH có thể tuân theo thời điểm ACK/NACK tương ứng với khung con DL của UL CC cụ thể trong đó PUCCH được truyền.

Dưới đây, định dạng DCI được sử dụng trong hệ thống kết hợp sóng mang mà sử dụng các loại khung radio khác nhau được mô tả.

Theo sáng chế, ô phục vụ hoạt động với FDD (ví dụ, ô FDD) và ô phục vụ hoạt động với TDD (ví dụ, ô TDD) có thể được kết hợp. Ngoài ra, khi bước lập lịch liên sóng mang được áp dụng, các định dạng DCI được truyền trong một ô phục vụ có thể lập lịch ô FDD và ô TDD.

Như được mô tả dựa vào Fig. 6 và Fig.7, thậm chí nếu định dạng DCI giống nhau được sử dụng, có trường được bao gồm hoặc không được bao gồm theo xem TDD được sử dụng hoặc FDD được sử dụng, và thậm chí nếu có trường được bao gồm bỏ qua TDD/FDD, trường trong đó số lượng các bit thay đổi phụ thuộc vào trường nào của TDD/FDD được sử dụng có thể được bao gồm. Ví dụ, trường DAI có thể được bao gồm chỉ trong TDD, trường số quy trình xử lý HARQ có thể có số bit khác trong TDD/FDD, và sự có mặt/sự vắng mặt của trường yêu cầu SRS có thể thay đổi phụ thuộc vào trường nào của TDD/FDD được sử dụng.

Trong trường hợp của hệ thống TDD hiện có, do các khung con DL được liên kết với một khung con UL, trường chỉ số phân bổ đường xuống (DAI - Downlink assignment index) của 2 bit được bao gồm trong PDCCH trên đó cấp phát đường xuống được mang hoặc PDCCH trên đó cấp phát đường lên được mang và sau đó được truyền để ngăn ngừa lỗi ACK/NACK trong khung con UL.

DAI được bao gồm trong PDCCH trên đó cấp phát đường xuống được mang bao gồm thông tin về các thứ tự của PDSCH được truyền trong các khung con DL tương ứng với khung con UL. DAI được bao gồm trong PDCCH trên đó cấp phát đường lên được mang bao gồm thông tin về tổng số lượng các khung con DL được liên kết với khung con UL và số lượng các DL PDCCH giải phóng SPS.

Trong khi đó, nếu các ô phục vụ hoạt động trong TDD được kết hợp, DAI được bao gồm trong PDCCH trên đó cấp phát đường lên được mang trở thành thông tin cho phép xác định kích thước của tải trọng ACK/NACK được lắp ngược tới PUSCH. Ví dụ, thông tin về giá trị tối đa có thể thu được từ tổng số các PDSCH được truyền trong các khung con DL được liên kết với một khung con UL và số lượng các DL PDCCH giải phóng SPS dựa trên cơ sở mỗi ô phục vụ được kết hợp qua DAI mà được bao gồm trong PDCCH trên đó cấp phát đường lên được mang. Kích thước của tải trọng ACK/NACK được lắp ngược có thể được xác định nhờ sử dụng giá trị tối đa.

Trong khi đó, nếu các ô phục vụ hoạt động trong FDD được kết hợp, DAI không cần thiết vì khung con DL được liên kết với khung con UL theo tỉ lệ 1:1.

Trong khi đó, số lượng các quy trình xử lý DL HARQ là 8 trong trường hợp của FDD, và lên tới 16 trong trường hợp của TDD. Do đó, trường số quy trình xử lý HARQ được bao gồm trong định dạng DCI là 3 bit trong trường hợp của FDD, và 4 bit trong trường hợp của TDD.

Ngoài ra, trường yêu cầu SRS là trường để dẫn xuất bước truyền SRS không định kỳ, và chỉ được bổ sung vào các định dạng DCI 0/1A/4 trong trường

hợp của FDD, trong khi cũng được bổ sung các định dạng DCI 2B/2C/2D trong trường hợp của TDD khác ngoài các định dạng DCI 0/1A/4.

Như được mô tả ở trên, trong định dạng DCI, số lượng các bit, ví dụ, bit kích thước, có thể thay đổi theo xem ô được lập lịch là ô TDD hoặc ô FDD. Như vậy, nếu kích thước của định dạng DCI thay đổi theo xem ô phục vụ được lập lịch là ô TDD hoặc ô FDD, tổng chi phí giải mã của UE để phát hiện định dạng DCI có thể được tăng lên.

Fig.20 thể hiện phương pháp truyền định dạng DCI theo một phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.20, BS thiết đặt tương đương kích thước bit của DCI để lập lịch ô FDD (dưới đây, được gọi tắt là DCI_FDD) và DCI để lập lịch ô TDD (dưới đây, được gọi tắt là DCI_TDD) (S171). BS có thể thiết đặt tương đương tổng kích thước bit của DCI_FDD và DCI_TDD, hoặc có thể thiết đặt tương đương kích thước bit của một số trường của DCI_FDD và DCI_TDD. Một số trường có thể là trường trong đó ô FDD và ô TDD có các kích thước bit khác nhau hoặc sự có mặt/sự vắng mặt của nó được xác định khác nhau khi ô FDD hoặc ô TDD được sử dụng riêng.

BS truyền DCI_FDD và DCI_TDD trong không gian tìm kiếm giống nhau (S172).

Mặc dù BS có thể truyền DCI_FDD và DCI_TDD trong không gian tìm kiếm giống nhau, ví dụ, không gian tìm kiếm chung, sáng chế không cần thiết bị giới hạn ở đây. Nghĩa là, DCI_FDD và DCI_TDD cũng có thể được truyền trong các không gian tìm kiếm khác nhau.

Dưới đây, các phương pháp để thiết đặt tương đương tổng kích thước bit hoặc kích thước bit của một số trường của DCI_FDD và DCI_TDD sẽ được mô tả chi tiết.

Trường DAI

1. Trường DAI được bổ sung vào DCI(DCI_FDD) để lập lịch ô phục vụ

hoạt động với FDD (được tạo cấu hình với cấu trúc khung FDD).

Trường DAI cũng có thể được bổ sung vào DCI(DCI_FDD) để lập lịch ô phục vụ hoạt động với FDD. Điều này có thể được áp dụng, ví dụ, khi ô thứ cấp FDD được kết hợp với ô sơ cấp TDD. Trong trường hợp này, ACK/NACK cho kênh điều khiển/dữ liệu DL được thu trong ô thứ cấp FDD có thể được truyền trong ô sơ cấp TDD, và thời điểm truyền của ACK/NACK tuân theo thời điểm truyền ACK/NACK của ô sơ cấp TDD. Sau đó, mặc dù ô thứ cấp FDD là ô FDD, khi tuân theo thời điểm ACK/NACK, nó có thể dẫn đến kết quả trong đó các khung con DL có thể được liên kết với một khung con UL tương tự như ô TDD.

Nếu ô phục vụ hoạt động với FDD và ô phục vụ hoạt động với TDD có kích thước không đổi của dải tần số, kích thước của cùng định dạng DCI để lập lịch hai ô phục vụ có thể được điều chỉnh tương đương. Trong trường hợp này, UE có thể sử dụng không gian tìm kiếm giống nhau để tìm kiếm PDCCH thậm chí nếu loại khung radio khác nhau được sử dụng cho mỗi ô phục vụ. Nếu DCI_TDD và kích thước không giống nhau thậm chí nếu trường DAI được bổ sung vào DCI_FDD (ví dụ, kích thước định dạng DCI có thể khác nhau vì dải tần số khác nhau trong kích thước giữa hai ô), các bit đệm có thể được bổ sung để có kích thước giống nhau như DCI_TDD.

Ngoài ra, trường DAI có thể chỉ được bổ sung vào một số các DCI để lập lịch ô phục vụ hoạt động với FDD. Ví dụ, trường DAI có thể chỉ được bổ sung vào các định dạng DCI 0/1A hỗ trợ hoạt động cơ bản nhất. Ngoài ra, nếu ô FDD là ô sơ cấp, trong các định dạng DCI 0/1A được truyền qua không gian tìm kiếm chung (CSS), bước truyền có thể được thực hiện mà không có trường DAI. Mặt khác, nếu ô TDD là ô sơ cấp, trường DAI có thể chỉ được bổ sung vào các định dạng DCI được truyền qua CSS.

Trong khi đó, trường DAI được bổ sung vào DAI_FDD có thể được sử dụng cho việc sử dụng khác ngoài việc sử dụng gốc. Mặc dù cấp phát đường lên (DCI_FDD) để lập lịch ô sơ cấp hoạt động với FDD không có trường DAI gốc,

nếu DAI được bao gồm trong DCI_FDD, nó có thể được sử dụng như sau. Ví dụ, DL DAI có thể được sử dụng cho CRC ảo (thiết đặt tới giá trị cụ thể định trước, ví dụ, 0), hoặc có thể được sử dụng cho các sử dụng khác như chỉ định của định dạng truyền ACK/NACK, xem bước truyền ACK/NACK được làm gián đoạn/được chấp nhận hay không, cấu hình của giá trị trễ ACK/NACK, việc chỉ báo của tổng số các ô DL được lập lịch đồng thời, bộ đếm (giá trị chuỗi) của các ô DL được lập lịch đồng thời, v.v.. UL DAI có thể được sử dụng cho các sử dụng được liệt kê trong DL DAI, hoặc có thể được sử dụng cho việc sử dụng gốc của UL DAI. Nghĩa là, thông tin cần thiết khi ACK/NACK được lắp ngược qua PUSCH có thể được mang như trong TDD. Điều này có thể được áp dụng đối với ô sơ cấp FDD khi phương pháp 2 được sử dụng. Theo phương pháp 2, các khung con M ($M > 2$) DL có thể được liên kết với một khung con UL, và vì vậy bước truyền DAI có thể cần thiết. Nghĩa là, nếu ACK/NACK được truyền theo thời điểm ACK/NACK của ô TDD như ở phương pháp 2, DAI có thể được bao gồm trong DAI_FDD.

2. Trường DAI được loại bỏ trong DCI để lập lịch ô phục vụ hoạt động với TDD (được tạo cấu hình với loại khung TDD).

DAI thường có mặt trong DCI(DCI_TDD) để lập lịch ô phục vụ hoạt động với TDD, nhưng trường DAI này có thể được loại bỏ. Do đó, khi ô phục vụ hoạt động với FDD và ô phục vụ hoạt động với TDD có kích thước dải tần số không đổi, các định dạng DCI giống nhau trên đó hai ô phục vụ được lập lịch có thể được tạo ra để có kích thước giống nhau. Trong trường hợp này, UE có thể sử dụng không gian tìm kiếm giống nhau khi tìm kiếm PDCCH thậm chí nếu UE sử dụng các loại khung radio khác nhau trong các ô phục vụ. Nếu các định dạng DCI không có kích thước giống nhau thậm chí nếu trường DAI được bổ sung (ví dụ, vì lý do rằng các dải tần số của hai ô phục vụ không có kích thước giống nhau), các định dạng DCI có thể được tạo ra để có kích thước giống nhau bằng cách bổ sung các bit đệm vào định dạng DCI có kích thước nhỏ hơn.

Ngoài ra, trường DAI có thể được loại bỏ chỉ trong một số các DCI để lập lịch ô phục vụ hoạt động với TDD. Ví dụ, trường DAI có thể được loại bỏ chỉ trong các định dạng DCI 0/1A hỗ trợ hoạt động cơ bản nhất.

Ngoài ra, trường DAI có thể được loại bỏ chỉ trong các định dạng DCI được truyền qua không gian tìm kiếm chung (CSS).

Phương pháp như vậy có thể được áp dụng đối với phương pháp 1 ở trên. Theo phương pháp 1, thời điểm truyền ACK/NACK phù hợp với ô FDD. Ví dụ, ô sơ cấp có thể là ô FDD, và ô thứ cấp có thể là ô TDD. Trong trường hợp này, ACK/NACK cho dữ liệu được thu trong ô TDD được truyền trong ô FDD, và thời điểm truyền của ACK/NACK có thể tuân theo thời điểm truyền ACK/NACK của ô FDD. Do đó, mặc dù ô thứ cấp là ô TDD, chỉ một khung con DL có thể được liên kết với một khung con UL theo thời điểm ACK/NACK tương tự như ô FDD. Nói cách khác, thậm chí nếu ô thứ cấp là ô TDD, chỉ một khung con DL của ô thứ cấp được liên kết với khung con UL để truyền ACK/NACK được xác định. Do đó, DCI_TDD có thể không yêu cầu DAI.

Tóm lại, cả DCI_FDD và DCI_TDD có thể bao gồm chỉ số phân bổ đường xuống (DAI) có số bit giống nhau, hoặc cả hai trong số chúng có thể không bao gồm DAI.

Trường số quy trình xử lý HARQ

1. Trường 4 bit số quy trình xử lý HARQ được áp dụng đối với định dạng DCI để lập lịch ô FDD (ví dụ, DCI_FDD).

Thông thường, trường 3 bit số quy trình xử lý HARQ được áp dụng đối với DCI_FDD. Tuy nhiên, trường 4 bit số quy trình xử lý HARQ được áp dụng trong đó tương tự như DCI_TDD. Do đó, DCI_FDD và DCI_TDD có thể được điều chỉnh để có kích thước giống nhau.

Trong trường hợp này, UE có thể sử dụng không gian tìm kiếm giống nhau khi tìm kiếm PDCCH thậm chí nếu UE sử dụng các loại khung radio khác nhau trong các ô phục vụ. Nếu các định dạng DCI không có kích thước giống

nhau thậm chí nếu trường DAI được bổ sung (ví dụ, các định dạng DCI có thể không có kích thước giống nhau vì các dải tần số giữa hai ô phục vụ khác nhau), các định dạng DCI có thể được tạo ra để có kích thước giống nhau bằng cách bổ sung các bit đệm.

Trong trường hợp này, trường 4 bit có thể được áp dụng chỉ tới một số DCI để lập lịch ô phục vụ hoạt động với FDD. Ví dụ, trường 4 bit có thể được áp dụng chỉ tới các định dạng DCI 0/1A hỗ trợ hoạt động cơ bản nhất.

Trong trường hợp này, trường 3 bit có thể được áp dụng đối với các định dạng DCI được truyền qua không gian tìm kiếm chung (CSS).

Phương pháp như vậy có thể được áp dụng đối với phương pháp 2 trong đó thời điểm truyền ACK/NACK phù hợp với cấu hình UL-DL của ô TDD. Nếu ô TDD là ô sơ cấp và ô FDD là ô thứ cấp, phương pháp 2 có thể được áp dụng đối với ô thứ cấp FDD. Trong trường hợp này, số lượng tối đa các quy trình xử lý HARQ của ô thứ cấp FDD có thể lớn hơn hoặc tương đương với 8. Do đó, có nhu cầu sử dụng trường 4 bit số quy trình xử lý HARQ. Nếu thời điểm ACK/NACK bổ sung còn được áp dụng đối với thời điểm TDD ACK/NACK và vì vậy số lượng các quy trình xử lý HARQ vượt quá 16, trường 5 bit số quy trình xử lý HARQ có thể được sử dụng. Ngoài ra, trường 4 bit số quy trình xử lý HARQ có thể được sử dụng, và có thể được bỏ qua khi số quy trình HARQ lớn hơn hoặc tương đương với 16 (trong đó, số quy trình xử lý HARQ bắt đầu từ 0).

Trong khi đó, thậm chí nếu số lượng tối đa các quy trình xử lý HARQ lớn hơn hoặc tương đương với 8 trong ô FDD, số lượng các quy trình xử lý HARQ có thể được duy trì đồng thời thực tế trên bộ đệm mềm có thể bị giới hạn tới 8. Trong trường hợp này, trường 3 bit số quy trình xử lý HARQ có thể được sử dụng bỏ qua xem thời điểm ACK/NACK được áp dụng đối với ô FDD phù hợp với ô TDD hoặc phù hợp với ô FDD.

2. Trường 3 bit số quy trình xử lý HARQ được áp dụng đối với DCI để lập lịch ô phục vụ hoạt động với TDD.

Thông thường, trường 4 bit số quy trình xử lý HARQ được áp dụng đối

với DCI_TDD. Tuy nhiên, trường 3 bit số quy trình xử lý HARQ được áp dụng trong đó tương tự như DCI_FDD. Do đó, DCI_FDD và DCI_TDD có thể được điều chỉnh để có kích thước giống nhau.

Trong trường hợp này, UE có thể sử dụng không gian tìm kiếm giống nhau khi tìm kiếm PDCCH thậm chí nếu UE sử dụng các loại khung radio khác nhau trong các ô phục vụ. Nếu các định dạng DCI không có kích thước giống nhau thậm chí nếu trường DAI được bổ sung (ví dụ, các định dạng DCI có thể không có kích thước giống nhau vì các dải tần số giữa hai ô phục vụ khác nhau), các định dạng DCI có thể được tạo ra để có kích thước giống nhau bằng cách bổ sung các bit đệm.

Phương pháp như vậy có thể được áp dụng đối với phương pháp 1. Theo phương pháp 1, thời điểm truyền ACK/NACK cho ô TDD phù hợp với ô FDD. Trong trường hợp ở đó ô sơ cấp là ô FDD và ô thứ cấp là ô TDD hoặc nếu ô sơ cấp là ô TDD và ô thứ cấp là ô FDD, nếu thời điểm truyền ACK/NACK phù hợp với ô FDD, số lượng tối đa các quy trình xử lý HARQ ít hơn hoặc tương đương với 8 trong ô thứ cấp trong hầu hết các trường hợp. Do đó, nó có thể cho phép rằng trường số quy trình xử lý HARQ là 3 bit. Nếu số lượng các quy trình xử lý HARQ vượt quá 8, trường 4 bit số quy trình xử lý HARQ có thể được áp dụng, hoặc trường 3 bit số quy trình xử lý HARQ có thể được sử dụng trong khi bỏ qua trường hợp ở đó số quy trình HARQ lớn hơn hoặc tương đương với 8.

Trường yêu cầu SRS

Trường yêu cầu SRS thường có thể được bao gồm trong các định dạng DCI 0/1A/2B/2C/2D/4.

Trường yêu cầu SRS có thể là 0 hoặc 1 bit nếu nó được bao gồm trong các định dạng DCI 0/1A/2B/2C/2D. 1 bit trường yêu cầu SRS được bao gồm chỉ cho trường hợp ở đó các tham số SRS cho các định dạng DCI 0/1A/2B/2C/2D được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn, và ngoài ra, trường yêu cầu SRS là 0 bit. Ngoài ra, 1 bit trường yêu cầu SRS được bao gồm chỉ cho trường hợp ở đó các định dạng DCI 0/1A được truyền trong không gian tìm kiếm UE cụ thể, và điều

này không liên quan đến TDD/FDD. 1 bit trường yêu cầu SRS được bao gồm chỉ cho trường hợp ở đó các định dạng DCI 2B/2C/2D được truyền trong không gian tìm kiếm UE cụ thể, và điều này được bao gồm chỉ trong TDD. Tập hợp tham số SRS có thể được tạo cấu hình độc lập trong định dạng DCI 0 và các định dạng DCI 1A/2B/2C.

Trong khi đó, 2 bit trường yêu cầu SRS được truyền trong định dạng DCI 4. Nếu giá trị của 2 bit là '00', SRS không định kỳ không được kích hoạt, và nếu giá trị là '01', SRS không định kỳ được kích hoạt cho tập hợp tham số SRS thứ nhất được tạo cấu hình bằng cách phát tín hiệu RRC. Nếu giá trị là '10', SRS không định kỳ được kích hoạt cho tập hợp tham số SRS thứ hai được tạo cấu hình bằng cách phát tín hiệu RRC. Nếu giá trị là '11', SRS không định kỳ được kích hoạt tập hợp tham số SRS thứ ba được tạo cấu hình bằng cách phát tín hiệu RRC. Các tập hợp thứ nhất, thứ hai và thứ ba được tạo cấu hình độc lập của các tập hợp tham số SRS cho 1 bit yêu cầu SRS. Định dạng DCI 4 có thể bao gồm trường yêu cầu SRS bỏ qua FDD/TDD.

Trường yêu cầu SRS như vậy có thể được áp dụng đối với DCI như được mô tả dưới đây theo sáng chế.

1. Trường yêu cầu SRS được áp dụng đối với các định dạng DCI 2B/2C/2D để lập lịch ô FDD.

Như trong DCI_TDD, nếu SRS không định kỳ được tạo cấu hình trong DCI_FDD, trường yêu cầu SRS được bổ sung vào DCI tương ứng. Ví dụ, trường yêu cầu SRS có thể được bổ sung vào các định dạng DCI 2B/2C/2D để lập lịch ô FDD. Do được lên không luôn mở trong TDD, có thể cần bổ sung trường yêu cầu SRS như trong TDD.

Nếu DCI_TDD và DCI_FDD có kích thước giống nhau, có chia sẻ không gian tìm kiếm. Nếu DCI_FDD không có kích thước giống nhau như DCI_TDD thậm chí nếu trường yêu cầu SRS được bổ sung vào DCI_FDD, các bit đệm có thể được bổ sung vào định dạng DCI có định dạng DCI nhỏ hơn.

Phương pháp này có thể được áp dụng chỉ khi ô FDD và ô TDD có chế

độ truyền giống nhau. Ngoài ra, phương pháp có thể được áp dụng chỉ khi định dạng DCI giống nhau. Điều này vì phương pháp có thể không cần thiết vì lý do sau. Nghĩa là, các định dạng DCI 2B/2C/2D được lựa chọn theo chế độ truyền, và nếu ô TDD và ô FDD không có chế độ truyền giống nhau, chế độ truyền bổ sung phụ thuộc vào định dạng DCI khác ngoài định dạng DCI 1A là khác nhau, và chiều dài của định dạng có thể khác nhau.

Ngoài ra, phương pháp này có thể được xác định theo xem tất cả các khung con DL có thể được sử dụng trong ô FDD. Ví dụ, điều này có thể tương ứng với trường hợp ở đó chỉ khung con DL tương ứng với cấu hình TDD UL-DL mà là tiêu chuẩn của việc sử dụng các khung con DL có thể được sử dụng trong ô FDD.

2. Trường yêu cầu SRS được loại bỏ trong các định dạng DCI 2B/2C/2D để lập lịch ô TDD.

Như ở FDD, trường yêu cầu SRS không được áp dụng bổ sung tới DCI tương ứng thậm chí nếu SRS không định kỳ được tạo cấu hình. Điều này vì nó có thể không cần thiết để áp dụng trường yêu cầu SRS bổ sung tới định dạng DL DCI phụ thuộc vào chế độ truyền như trong TDD do đường lên của FDD luôn mở.

Nếu DCI_TDD và DCI_FDD có kích thước giống nhau, nó có thể chia sẻ không gian tìm kiếm. Nếu DCI_TDD không có kích thước tương tự như DCI_FDD thậm chí nếu trường yêu cầu SRS được bổ sung vào DCI_TDD, các bit đệm có thể được bổ sung vào định dạng DCI có định dạng DCI nhỏ hơn.

Việc loại bỏ của trường yêu cầu SRS khỏi DCI_TDD có thể được áp dụng chỉ khi ô FDD và ô TDD có chế độ truyền giống nhau. Ngoài ra, phương pháp có thể được áp dụng chỉ khi định dạng DCI giống nhau. Điều này vì phương pháp có thể không cần thiết vì lý do sau. Nghĩa là, các định dạng DCI 2B/2C/2D được lựa chọn theo chế độ truyền, và nếu chế độ truyền không giống nhau, định dạng DCI phụ thuộc vào chế độ truyền bổ sung khác ngoài định dạng DCI 1A là khác nhau, và chiều dài của định dạng có thể khác nhau.

Trong khi đó, mặc dù trường DAI, trường số quy trình xử lý HARQ, và trường yêu cầu SRS được mô tả ở trên để thuận tiện, sáng chế không bị giới hạn ở đây. Nghĩa là, tất cả ba trường nêu trên có thể được tạo cấu hình để tương đương nhau để tạo ra DCI_TDD và DCI_FDD có kích thước giống nhau. Ngoài ra, các đặc điểm kỹ thuật của sáng chế rõ ràng được áp dụng đối với các trường khác mà sự có mặt/sự vắng mặt và số lượng các bit có thể thay đổi cho mỗi ô TDD/ô FDD.

Fig.21 là sơ đồ khối của thiết bị không dây theo một phương án của sáng chế.

BS 100 bao gồm bộ xử lý 110, bộ nhớ 120, và bộ tần số radio (RF) 130. Bộ xử lý 110 thực hiện các chức năng, các quy trình, và/hoặc các phương pháp được đề xuất. Ví dụ, bộ xử lý 110 cấu hình các ô phục vụ mà sử dụng các cấu trúc khung khác nhau tới UE. Ví dụ, ô FDD sử dụng khung FDD và ô TDD sử dụng ô TDD có thể được tạo cấu hình. Sau đó, DCI_FDD để lập lịch ô FDD và DCI_TDD để lập lịch ô TDD có thể được tạo ra và sau đó được truyền trong không gian tìm kiếm giống nhau. Trong trường hợp này, DCI_FDD và DCI_TDD có thể được tạo ra để có kích thước bit giống nhau. Bộ nhớ 120 được nối với bộ xử lý 110, và lưu trữ một loạt các thông tin để điều khiển bộ xử lý 110. Bộ RF 130 được nối với bộ xử lý 110, và truyền và/hoặc thu tín hiệu radio.

UE 200 bao gồm bộ xử lý 210, bộ nhớ 220, và bộ RF 230. Bộ xử lý 210 thực hiện các chức năng, các quy trình, và/hoặc các phương pháp được đề xuất. Ví dụ, ô FDD và ô TDD mà sử dụng các cấu trúc khung khác nhau có thể được tạo cấu hình tới bộ xử lý 210, và bộ xử lý 210 có thể thu các DCI cho các ô tương ứng. Việc thu DCI_FDD và DCI_TDD có thể được cố gắng trong không gian tìm kiếm giống nhau, ví dụ, không gian tìm kiếm chung. Bộ xử lý 210 có thể cố gắng thu bằng cách giả sử rằng DCI_FDD và DCI_TDD có kích thước giống nhau. Bộ nhớ 220 được nối với bộ xử lý 210, và lưu trữ một loạt các thông tin để điều khiển bộ xử lý 210. Bộ RF 230 được nối với bộ xử lý 210, và truyền và/hoặc thu tín hiệu radio.

Bộ xử lý 110, 210 có thể bao gồm các mạch tích hợp ứng dụng cụ thể (ASIC - Application-Specific Integrated Circuit), các bộ chip khác, các mạch logic, các thiết bị xử lý dữ liệu và/hoặc các bộ chuyển đổi để chuyển đổi lẫn nhau các tín hiệu dải tần cơ sở và các tín hiệu radio. Các bộ nhớ 120, 220 có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (ROM - Read-Only Memory), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM - Random Access Memory), bộ nhớ nhanh, các thẻ nhớ, các phương tiện lưu trữ và/hoặc các thiết bị lưu trữ khác. Các bộ RF 130, 230 có thể bao gồm một hoặc nhiều ăngten để truyền và/hoặc thu các tín hiệu radio. Khi phương án được thực hiện bằng phần mềm, hệ thống được mô tả ở trên có thể được thực hiện như môđun (quy trình xử lý, chức năng, v.v..) để thực hiện chức năng được mô tả ở trên. Môđun có thể được lưu trữ trong các bộ nhớ 120, 220 và được thực hiện bởi các bộ xử lý 110, 210. Các bộ nhớ 120, 220 có thể được bố trí bên trong hoặc bên ngoài các bộ xử lý 110, 210 và được nối với các bộ xử lý 110, 210 nhờ sử dụng các phương tiện đã biết.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông tin điều khiển đường xuống, DCI, đến thiết bị người dùng mà được tạo cấu hình với nhiều ô phục vụ, phương pháp được thực hiện bởi trạm gốc và bao gồm:

tạo ra, bởi trạm gốc, DCI để lập lịch ô song công phân chia theo tần số, FDD, sử dụng các khung FDD, DCI_FDD, và DCI để lập lịch ô song công phân chia theo thời gian, TDD, sử dụng các khung TDD, DCI_TDD, và

truyền, bởi trạm gốc, DCI_FDD và DCI_TDD đến thiết bị người dùng,

trong đó khi các ô dịch vụ đều thuộc cùng một kiểu ô, là các ô FDD hoặc các ô TDD, kích thước bit của yêu cầu lập tự động lại, HARQ, trường số quy trình xử lý trong DCI_FDD và DCI_TDD phụ thuộc vào việc các ô dịch vụ là các ô FDD hay các ô TDD, và

trong đó khi các ô dịch vụ bao gồm ô FDD và ô TDD, trường số quy trình xử lý HARQ trong DCI_FDD và DCI_TDD có kích thước bit giống nhau và kích thước bit giống nhau phụ thuộc vào việc ô sơ cấp là ô FDD hay ô TDD.

2. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó khi ô sơ cấp là ô FDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô TDD, DCI_TDD không bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống, DAI.

3. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó khi ô sơ cấp là ô FDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô TDD, DCI_TDD bao gồm trường số quy trình xử lý 3-bit HARQ.

4. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó khi ô sơ cấp là ô TDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô FDD, DCI_FDD bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống, DAI.

5. Phương pháp theo điểm 4,

trong đó khi ô sơ cấp là ô TDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô FDD, DCI_FDD bao gồm trường số quy trình xử lý 4-bit HARQ.

6. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó DCI_FDD và DCI_TDD được truyền trong không gian tìm kiếm chung.

7. Trạm gốc bao gồm:

bộ tần số radio, RF, để truyền và thu tín hiệu radio; và

bộ xử lý thực tế được nối với bộ RF,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra, bởi trạm gốc, DCI để lập lịch ô song công phân chia theo tần số, FDD, sử dụng các khung FDD, DCI_FDD, và DCI để lập lịch ô song công phân chia theo thời gian, TDD, sử dụng các khung TDD, DCI_TDD, và

truyền, bởi trạm gốc, DCI_FDD và DCI_TDD đến thiết bị người dùng,

trong đó khi các ô dịch vụ đều thuộc cùng một kiểu ô, là các ô FDD hoặc các ô TDD, kích thước bit của yêu cầu lặp tự động lai, HARQ, trường số quy trình xử lý trong DCI_FDD và DCI_TDD phụ thuộc vào việc các ô dịch vụ là các ô FDD hay các ô TDD, và

trong đó khi các ô dịch vụ bao gồm ô FDD và ô TDD, trường số quy trình xử lý HARQ trong DCI_FDD và DCI_TDD có kích thước bit giống nhau và kích thước bit giống nhau phụ thuộc vào việc ô sơ cấp là ô FDD hay ô TDD.

8. Trạm gốc theo điểm 7,

trong đó khi ô sơ cấp là ô FDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô TDD, DCI_TDD không bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống, DAI.

9. Trạm gốc theo điểm 7,

trong đó khi ô sơ cấp là ô FDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô TDD, DCI_TDD bao gồm trường số quy trình xử lý 3-bit HARQ.

10. Trạm gốc theo điểm 7,

trong đó khi ô sơ cấp là ô TDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô FDD, DCI_FDD bao gồm chỉ số chỉ định đường xuống, DAI.

11. Trạm gốc theo điểm 10,

trong đó khi ô sơ cấp là ô TDD và ít nhất một ô thứ cấp là ô FDD, DCI_FDD bao gồm trường số quy trình xử lý 4-bit HARQ.

12. Trạm gốc theo điểm 7,

trong đó DCI_FDD và DCI_TDD được truyền trong không gian tìm kiếm chung.

FIG. 1

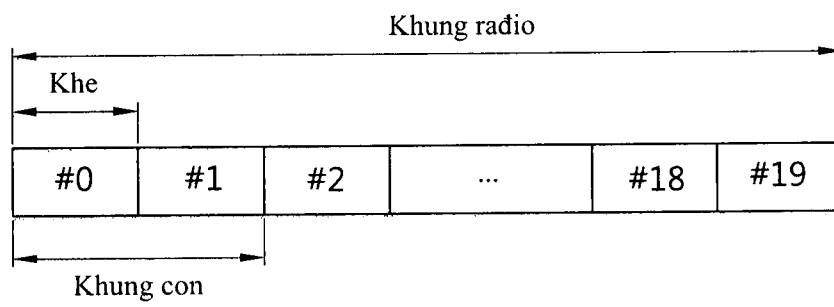


FIG. 2

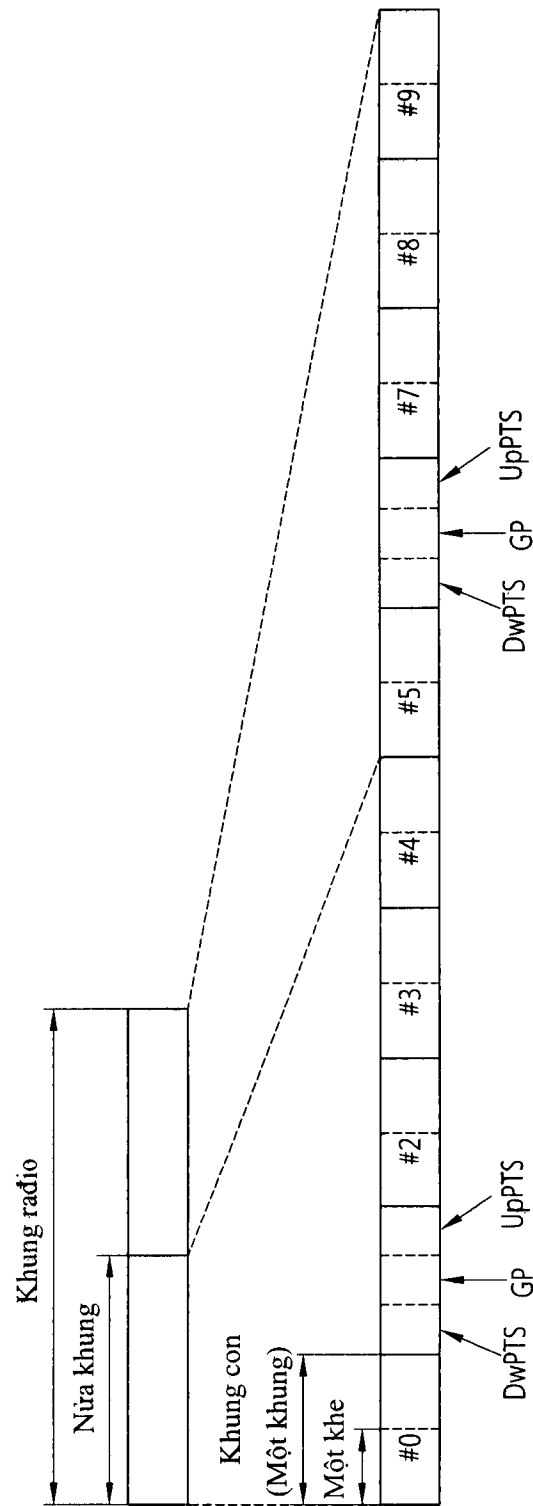


FIG. 3

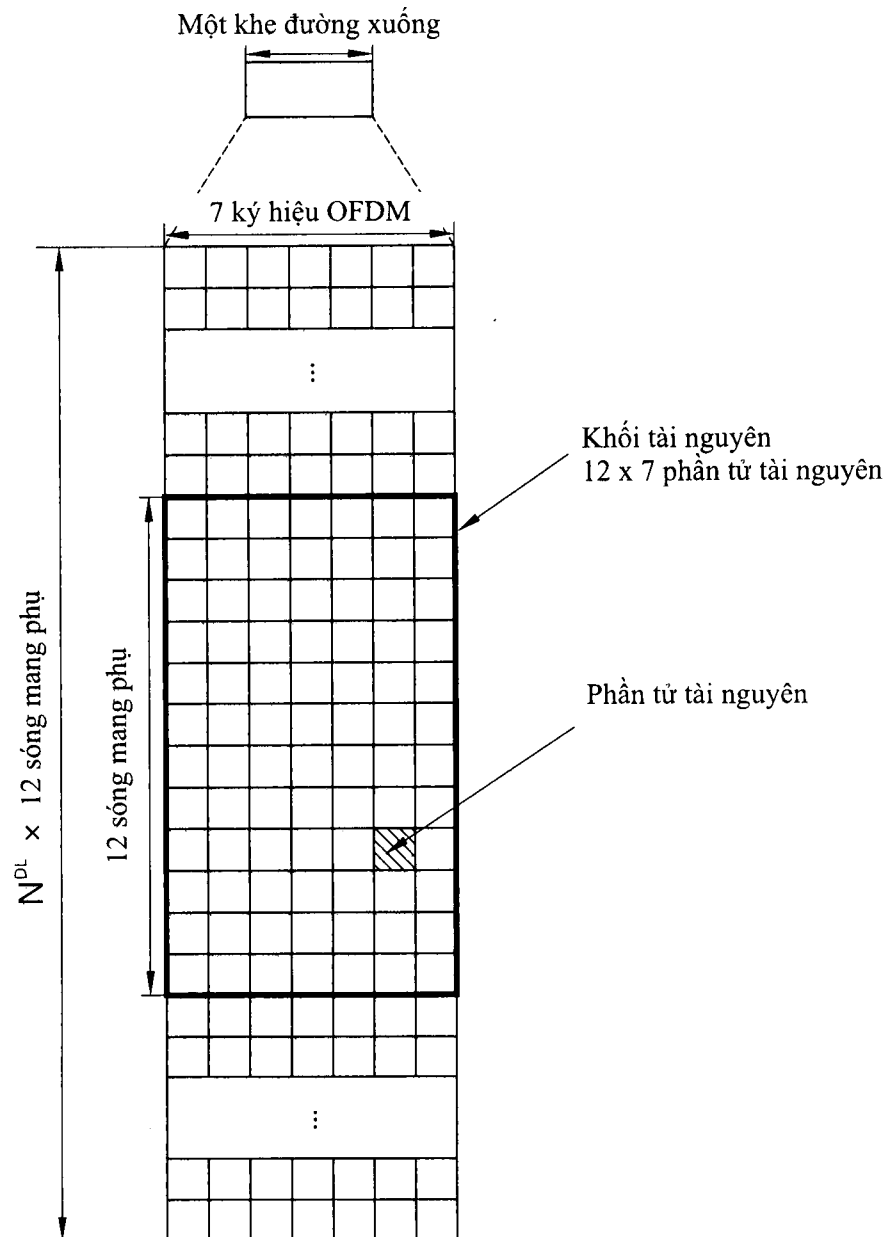


FIG. 4

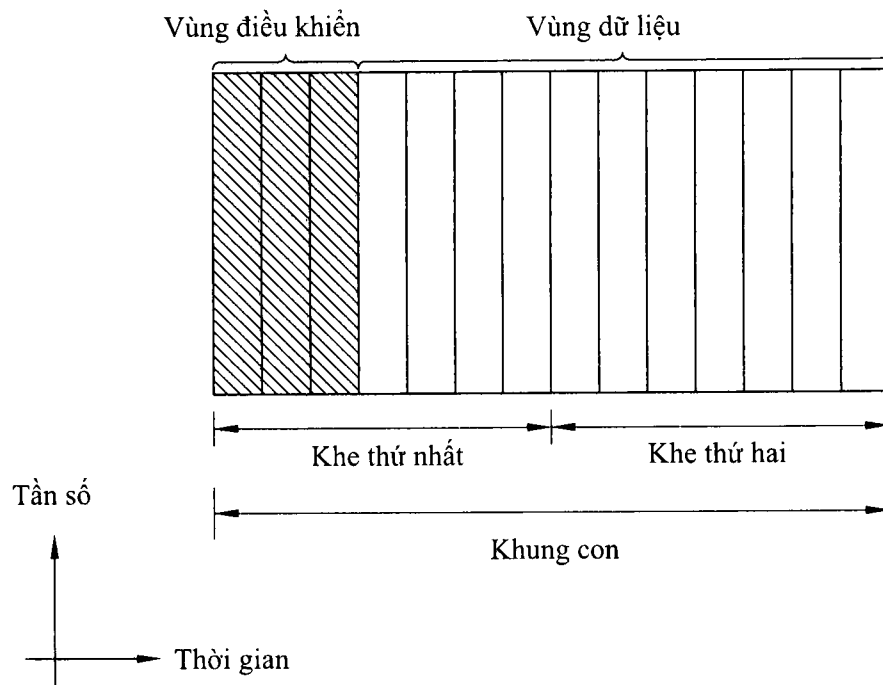


FIG. 5

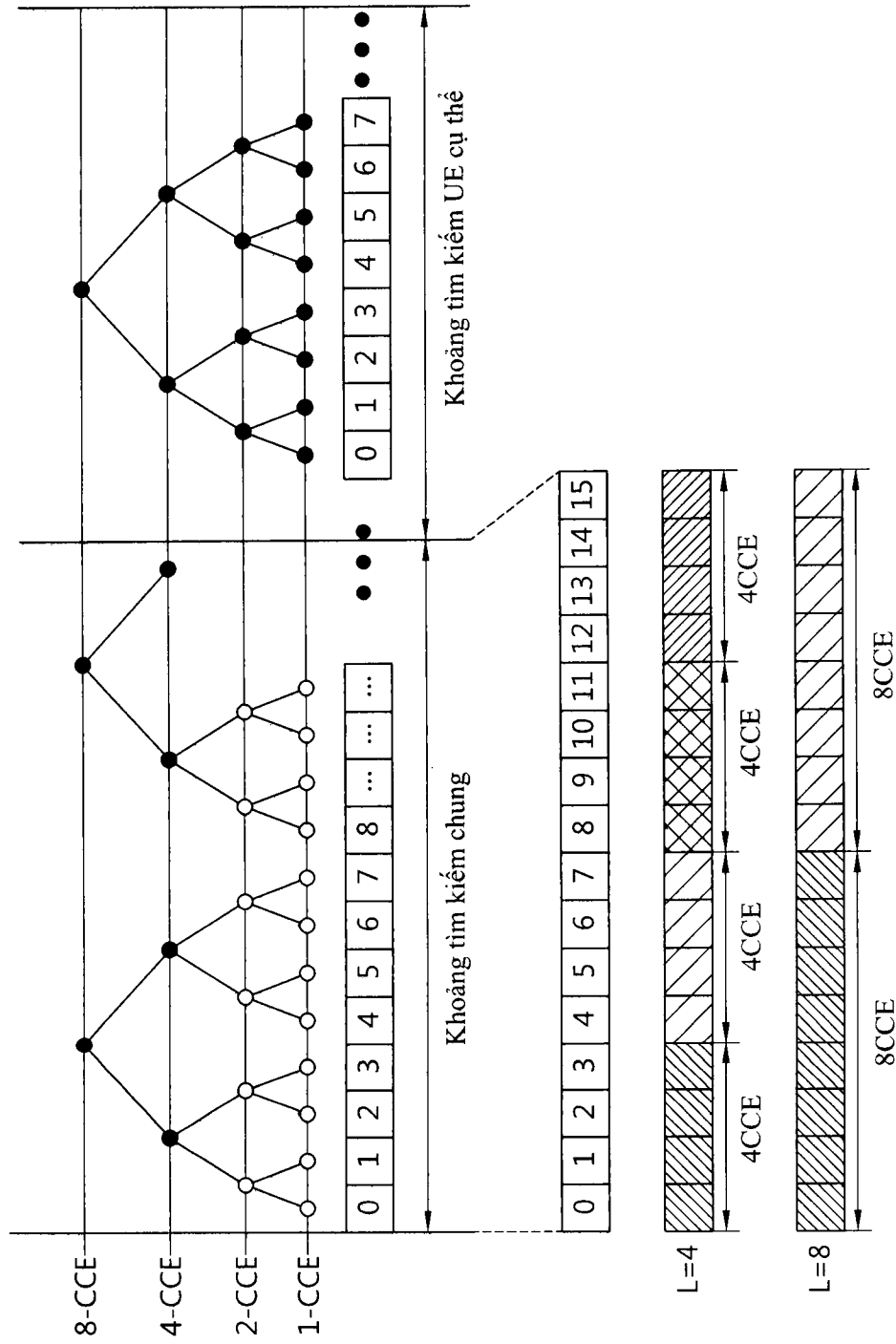


FIG. 6

Định dạng DCI

0 UL	CIF (3bit)	0/1A (3bit)	FH (1 hoặc 2 bit)	RA được phân thành nhiều cùng	MCS /RV (5bit)	NDI (2bit)	TPC (2bit)	DM RS CS (3bit)	CQI req. (1 hoặc 2 bit)	SRS (0 hoặc 1)	RAT																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
			N_UL_hop (1 hoặc 2 bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1A 1port/TXD	CIF (3bit)	0/1A (3bit)	L/D VRB	Gap	MCS (5bit)	HARQ (3bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	SRS (0 or 1)	ZP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1 1port/TXD	CIF (3bit)	RA Hdr.	RA		MCS (5bit)	HARQ (4bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
1B CL SM 1L	CIF (3bit)	L/D VRB		$\lceil \log_2 \left[(N_{RB}^{DL} \cdot (N_{RB}^{DL} + 1)/2) \right] \rceil$	MCS (5bit)	HARQ (3bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	TPMI (2 hoặc 4 bit)	Conf																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1C Compact DL	Gap		$\lceil \log_2 \left[(N_{VRBgap1}^{DL} / N_{RB}^{step}) \cdot \left(\lceil N_{VRBgap1}^{step} / N_{RB}^{step} \rceil + 1/2 \right) \right] \rceil$									TBS (5bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1D MU-MIMO	CIF (3bit)	L/D VRB	L/D VRB	$\lceil \log_2 \left[(N_{RB}^{DL} \cdot (N_{RB}^{DL} + 1)/2) \right] \rceil$	MCS (5bit)	HARQ (3bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	TPMI (2 hoặc 4 bit)	Dịch vị Pw																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2 CL SM	CIF (3bit)	RA Hdr.	RA		MCS1 (5bit)	HARQ (3bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (2bit)	RV2 (2bit)	Thông tin tiền mã hóa (3 hoặc 6 bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
2A LD CDD	CIF (3bit)	RA Hdr.	RA	$\lceil N_{RB}^{DL} / P \rceil$	MCS1 (5bit)	HARQ (3bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (2bit)	RV2 (2bit)	Xếp loại (0 hoặc 2 bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
2B Dual L BF	CIF (3bit)	RA Hdr.	RA	$\lceil N_{RB}^{DL} / P \rceil$	MCS1 (5bit)	HARQ (3bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (5bit)	RV2 (2bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2C 8L BF	CIF (3bit)	RA Hdr.	RA	$\lceil N_{RB}^{DL} / P \rceil$	MCS1 (5bit)	HARQ (3bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (5bit)	RV2 (2bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3 2bit TPC	TPC1 (2bit)		$N = \lfloor L_{format0} / 2 \rfloor$									TPCN (2bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
3A 1bit TPC	TPC1 (1bit)		$N = L_{format0}$									TPCM (1bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
4 UL MIMO	CIF (3bit)		$\max(\lceil \log_2 (N_{RB}^{UL} \cdot (N_{RB}^{UL} + 1)/2) \rceil, \lceil \log_2 (\lceil \frac{N_{RB}^{UL} \cdot P + 1}{4} \rceil) \rceil)$									TPC (2bit)	DM RS CS (3bit)	CQI req. (1 hoặc 2 bit)	SRS reqst (2bit)	RAT	MCS /RV1 (5bit)	NDI1 (2bit)	MCS /RV2 (5bit)	NDI2 (2bit)	Thông tin tiền mã hóa (3 hoặc 6 bit)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

FIG. 7

Định dạng DCI	0 UL	CIF (3bit)	0/1A	FH 1 hoặc 2 bit	N_UL_hop 1 hoặc 2 bit	RA được phân thành nhiều cùng		$\lceil \log_2 (N_{RB}^{UL} \cdot (N_{RB}^{UL} + 1)/2) \rceil$	MCS /RV (5bit)	TPC (2bit)	DM RS CS (3bit)	Chỉ số UL hoặc DAI (2 bit)	CQI req. 1 hoặc 2 bit	SRS 0 hoặc 1	RAT		
Rel10	1A 1port/TXD	CIF (3bit)	0/1A	VRB	L/D	Gap	$\lceil \log_2 (N_{RB}^{DL} \cdot (N_{RB}^{DL} + 1)/2) \rceil$		MCS (5bit)	HARQ (4bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	DAI (2bit)	SRS (0 or 1)		
	1 1port/TXD	CIF (3bit)	RA Hdr.	$\lceil N_{RB}^{DL}/P \rceil$					MCS (5bit)	HARQ (4bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	DAI (2bit)			
	1B CL SM 1L	CIF (3bit)	L/D VRB	$\lceil \log_2 (N_{RB}^{DL} \cdot (N_{RB}^{DL} + 1)/2) \rceil$					MCS (5bit)	HARQ (4bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	DAI (2bit)	TPMI 2 hoặc 4 bit	Conf	
	1C Compact DL	Gap	$\lceil \log_2 (N_{VRBgap1}^{DL}/N_{RB}^{step} \cdot (N_{VRBgap1}^{step} + 1)/2) \rceil$					TBS (5bit)									
	1D MU-MIMO	CIF (3bit)	L/D VRB	$\lceil \log_2 (N_{RB}^{DL} \cdot (N_{RB}^{DL} + 1)/2) \rceil$					MCS (5bit)	HARQ (4bit)	NDI (2bit)	RV (2bit)	TPC (2bit)	DAI (2bit)	TPMI 2 hoặc 4 bit	Dịch vị Pw	
	2 CL SM	CIF (3bit)	RA Hdr.						MCS1 (5bit)	TB swap	HARQ (4bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (2bit)	RV2 (2bit)	Thông tin tiền mã hóa (3 hoặc 6 bit)
	2A LD CDD	CIF (3bit)	RA Hdr.						MCS1 (5bit)	TB swap	HARQ (4bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (2bit)	RV2 (2bit)	Rank (0 hoặc 2 bit)
	2B Dual L BF	CIF (3bit)	RA Hdr.						MCS1 (5bit)	Scrib ID (0 or 1)	HARQ (4bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (2bit)	RV2 (2bit)	
	2C 8L BF	CIF (3bit)	RA Hdr.						MCS1 (5bit)	3bit Ant port, Scrib ID, # of layer (0 or 1)	HARQ (4bit)	NDI1 (2bit)	RV1 (2bit)	MCS2 (5bit)	NDI2 (2bit)	RV2 (2bit)	
	3 2bit TPC	TPC1 (2bit)	...					N = $\lfloor L_{format0}/2 \rfloor$								TPCN (2bit)	
	3A 1bit TPC	TPC1 (1bit)	...					N = L _{format0}								TPCM (1bit)	
	4 UL MIMO	CIF (3bit)	$\max(\lceil \log_2 (N_{RB}^{UL} \cdot (N_{RB}^{UL} + 1)/2) \rceil, \lceil \log_2 ((\lceil N_{RB}^{UL}/P \rceil + 1)) \rceil)$					TPC (2bit)	DM RS CS (3bit)	(Chỉ số UL hoặc DAI (2 bit))	CQI req. (1 hoặc 2 bit)	SRS reqst (2bit)	RAT (5bit)	MCS NDI1 /RV2 (5bit)	NDI2 (2bit)	Thông tin tiền mã hóa (3 hoặc 6 bit)	

FIG. 8

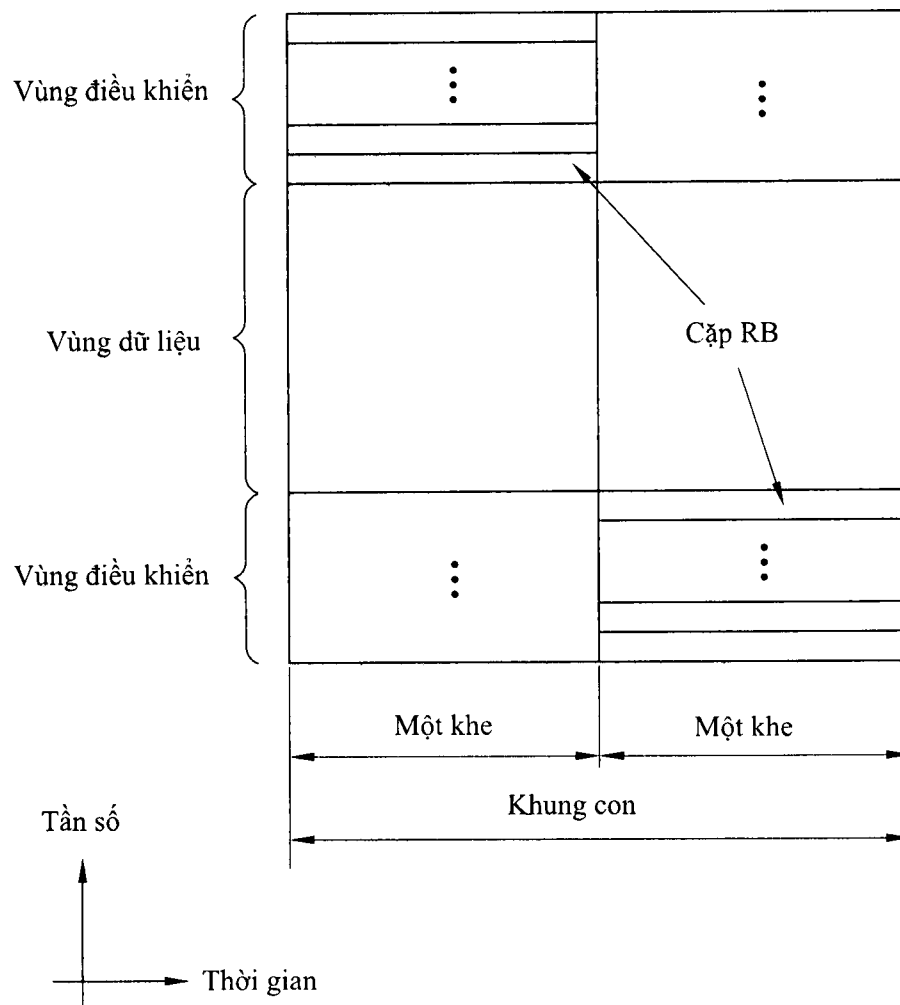


FIG. 9

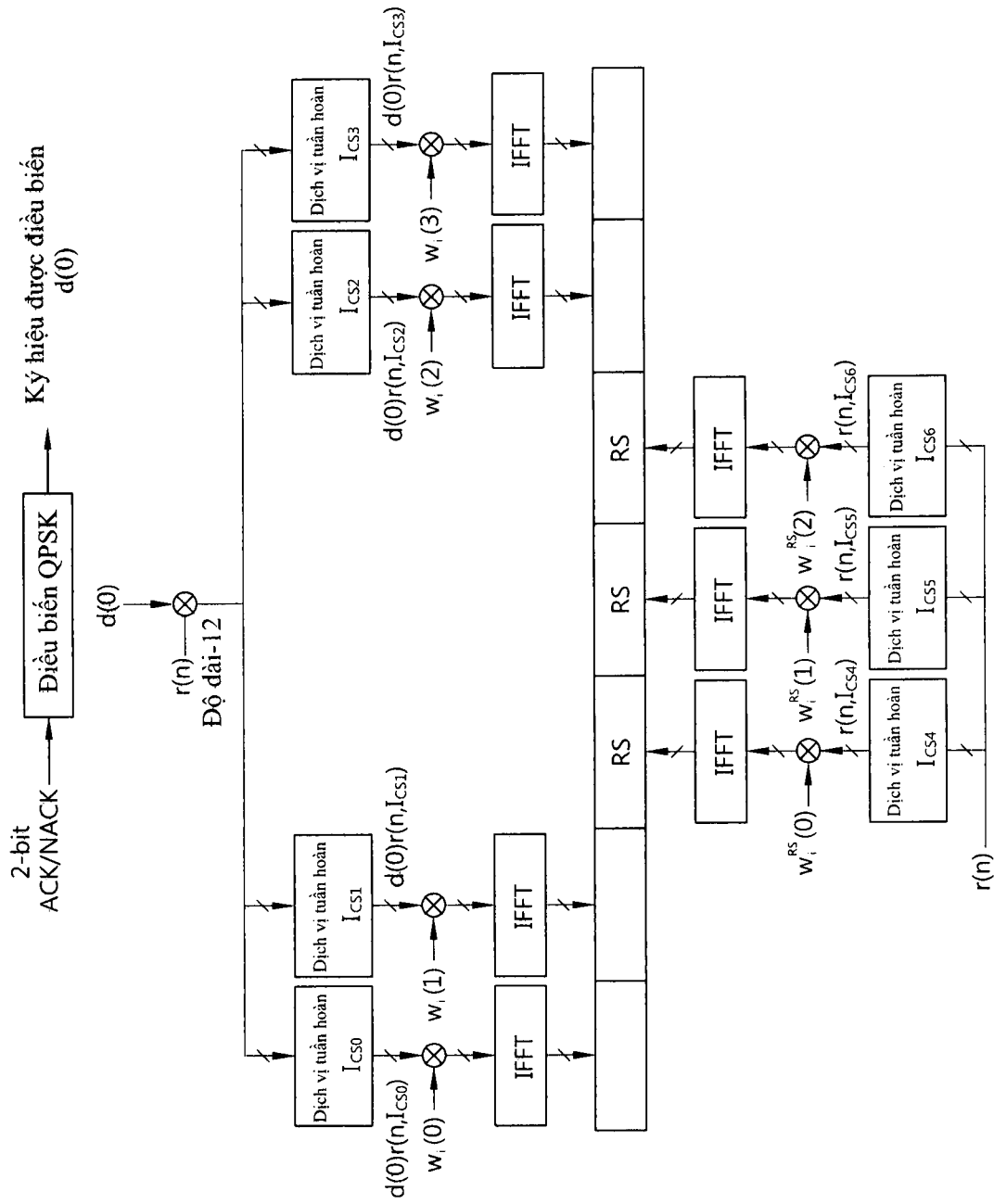


FIG. 10

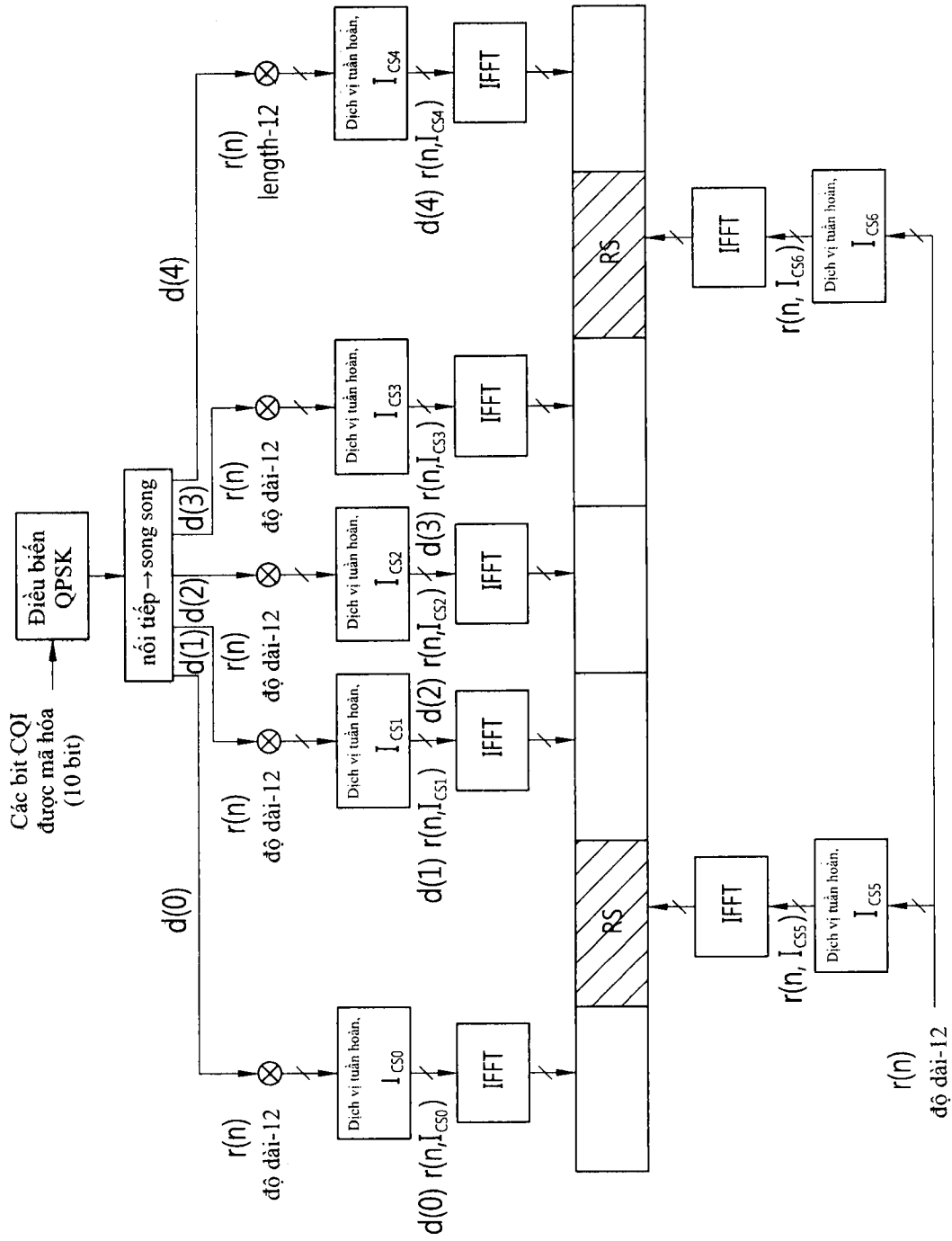


FIG. 11

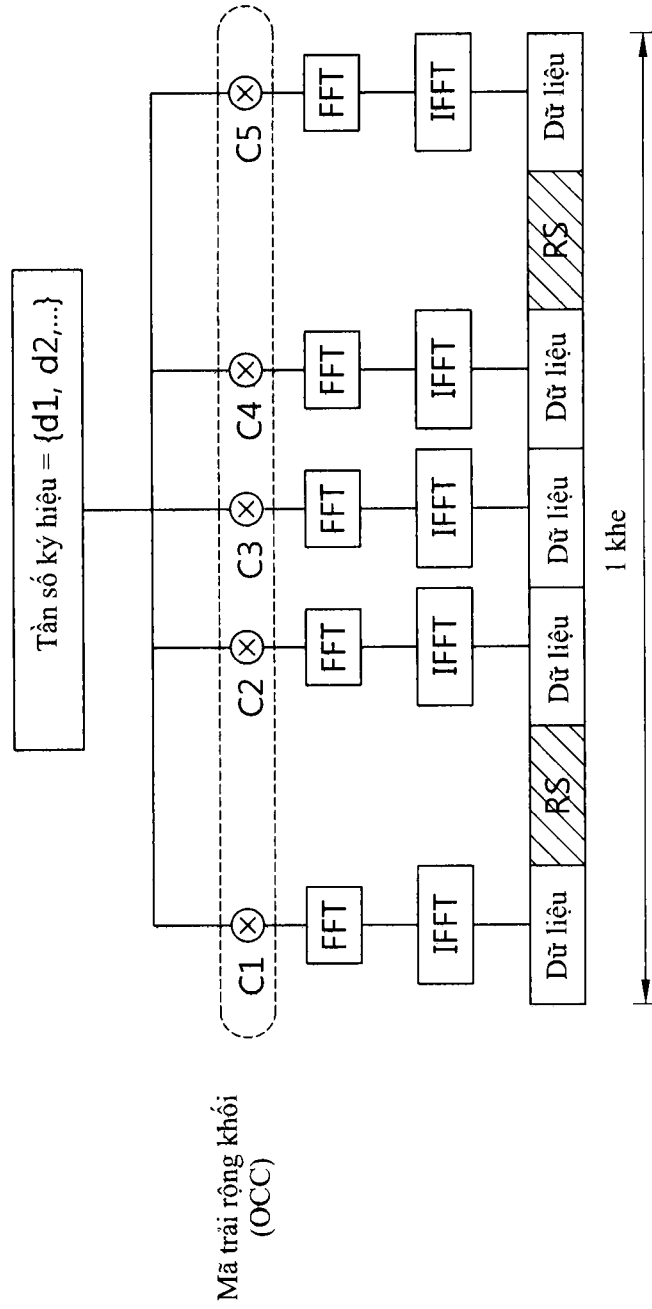


FIG. 12

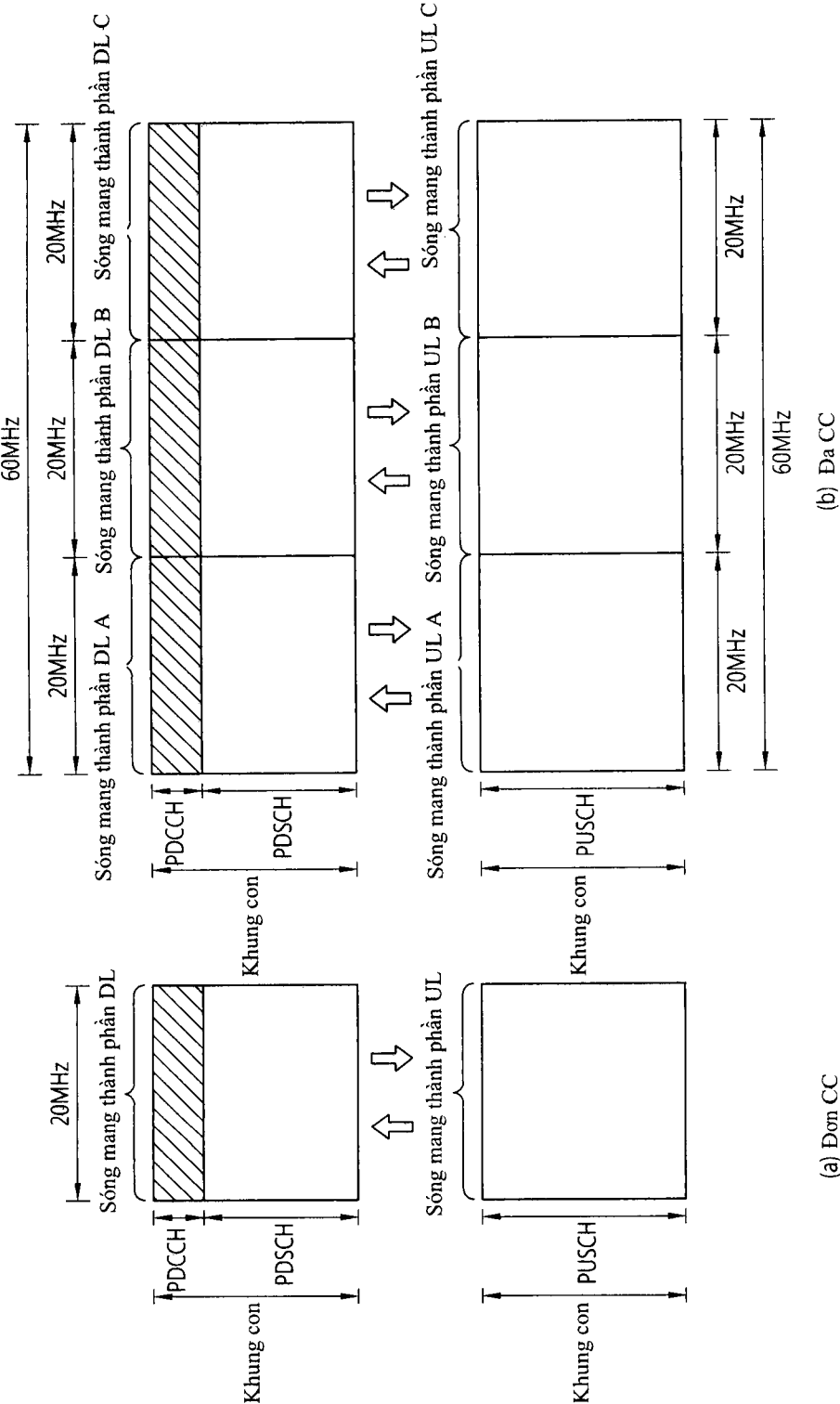


FIG. 13

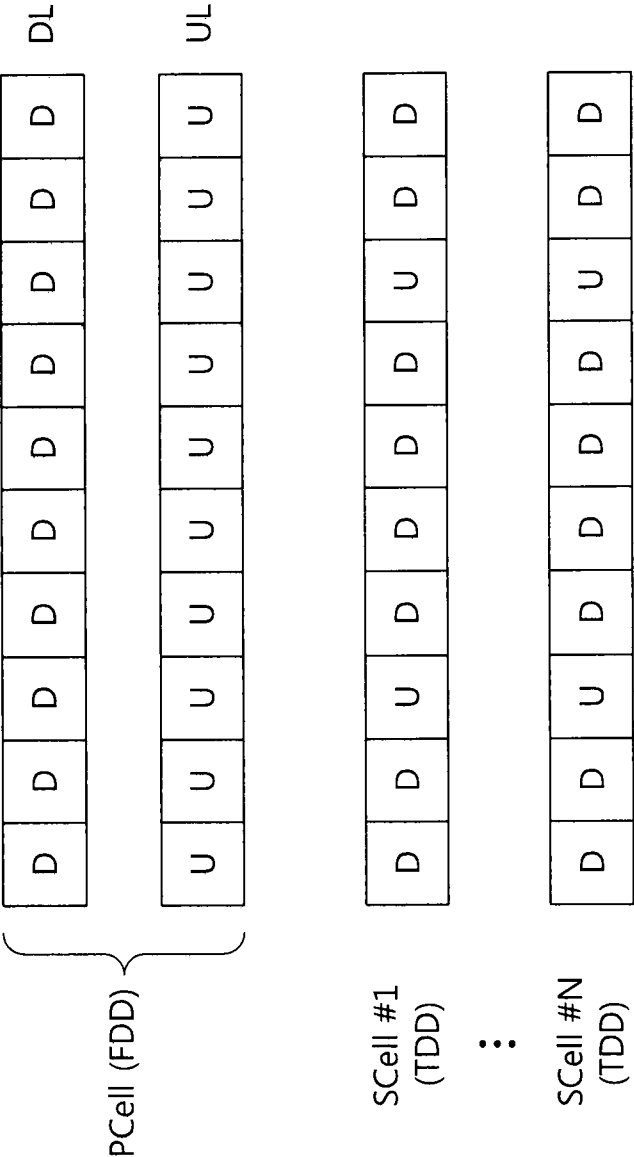


FIG. 14

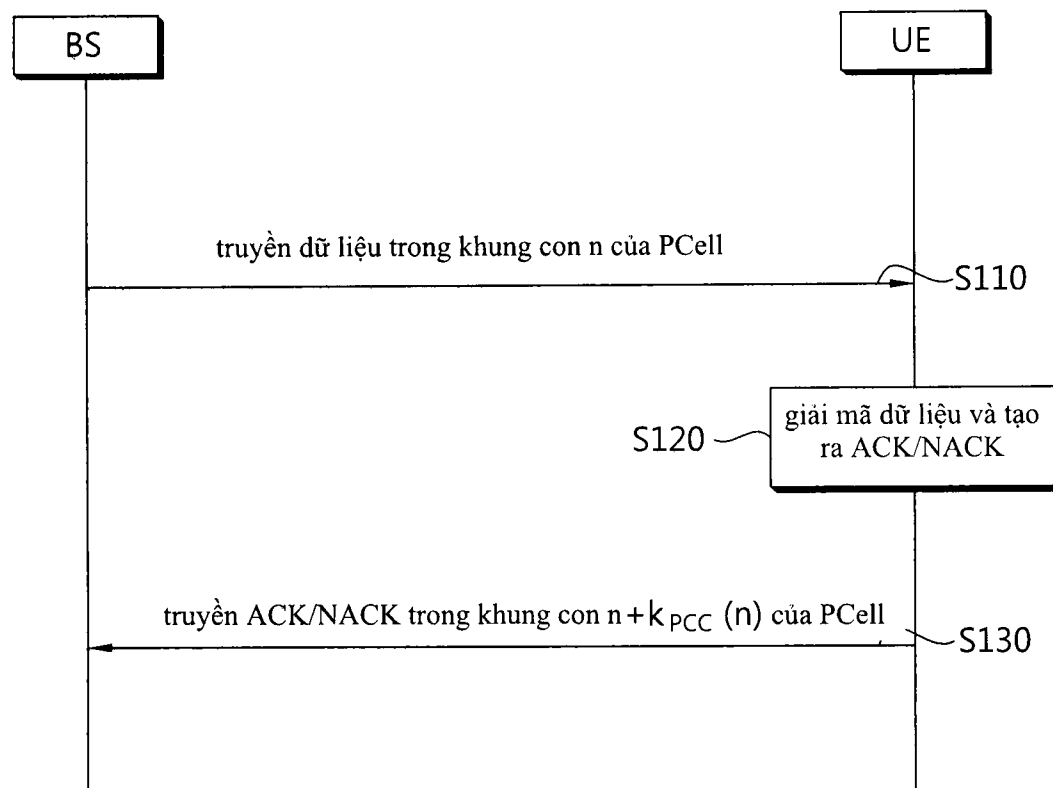


FIG. 15

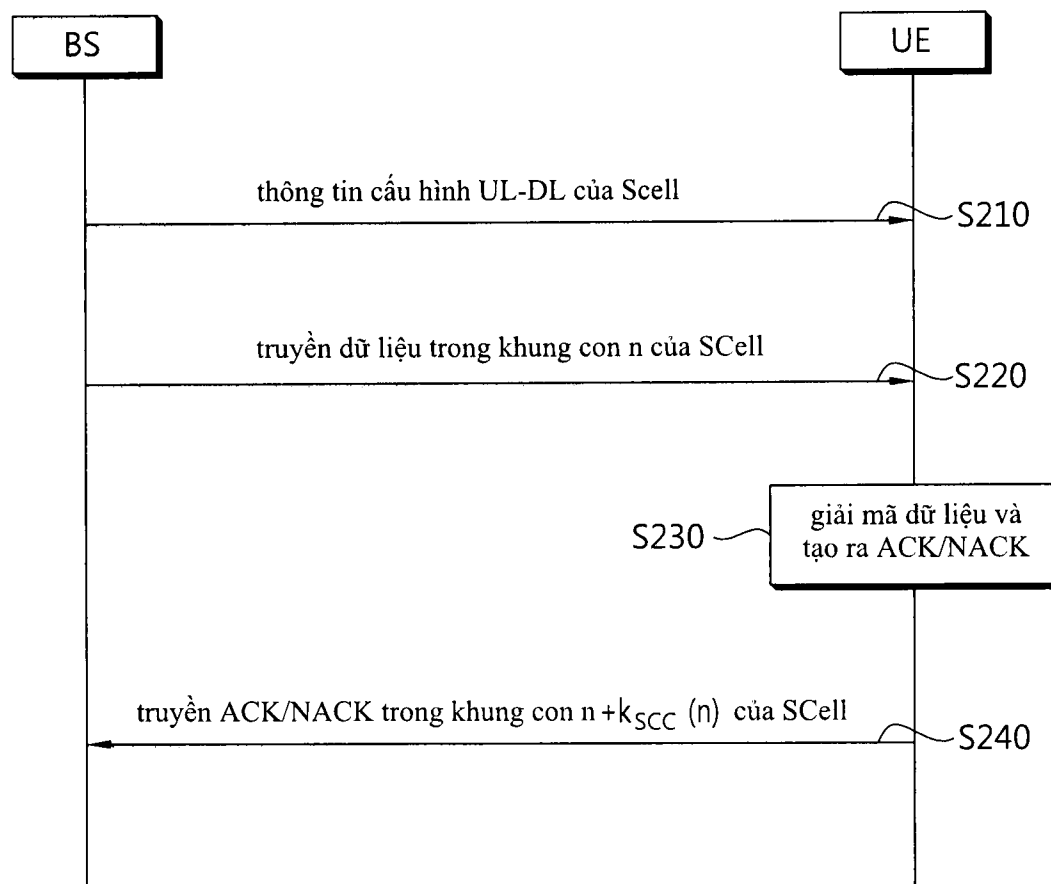


FIG. 17

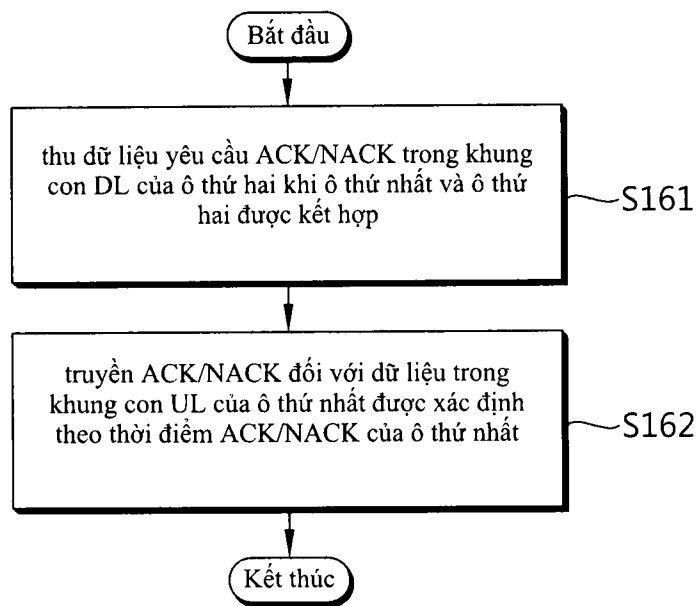


FIG. 18

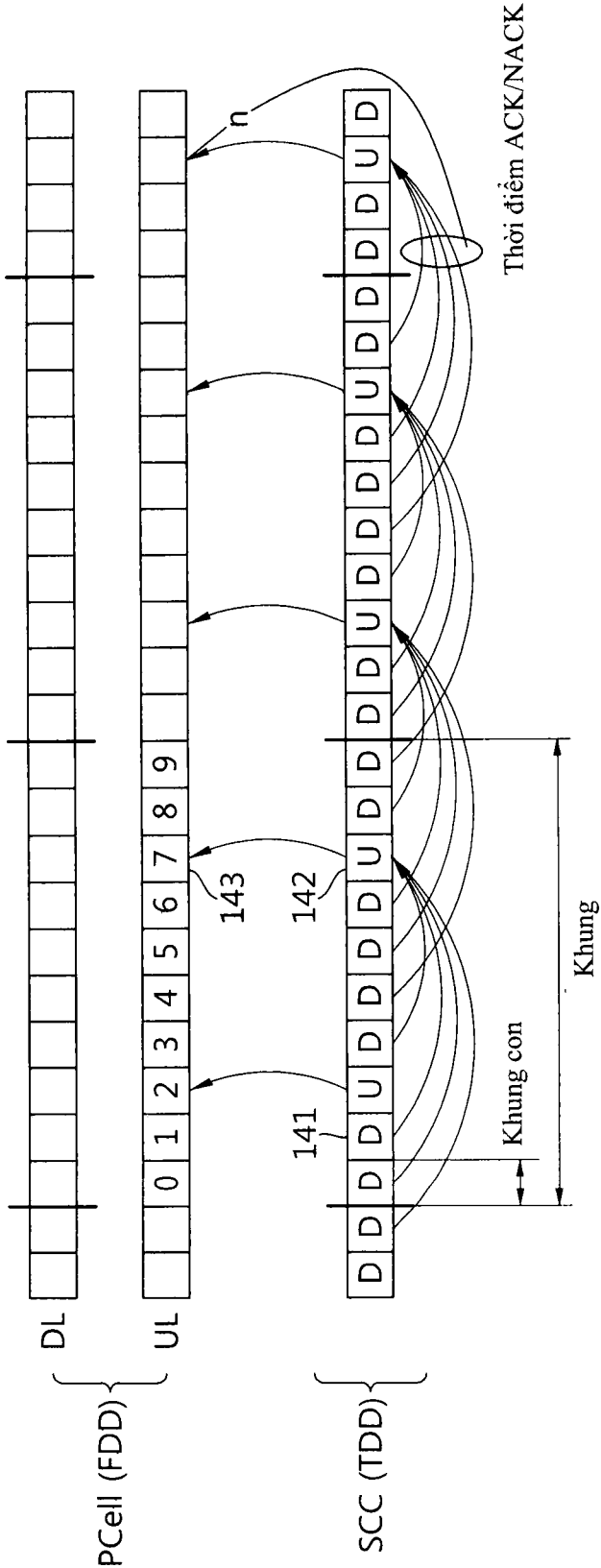


FIG. 19

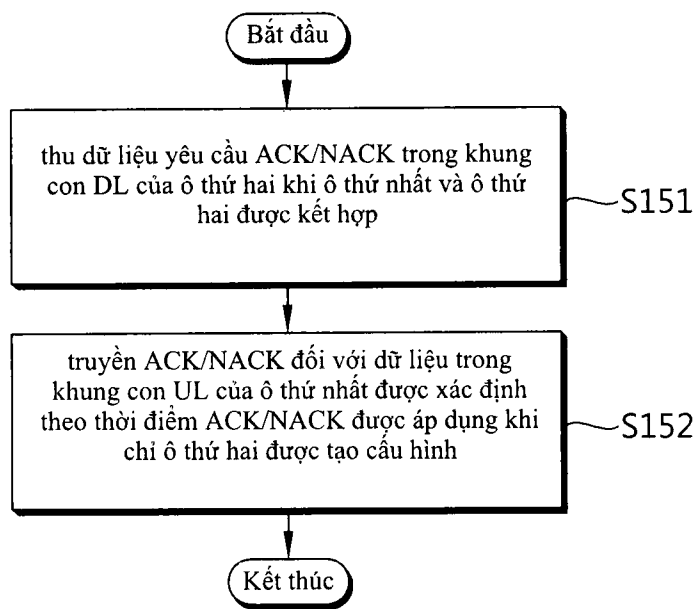


FIG. 20

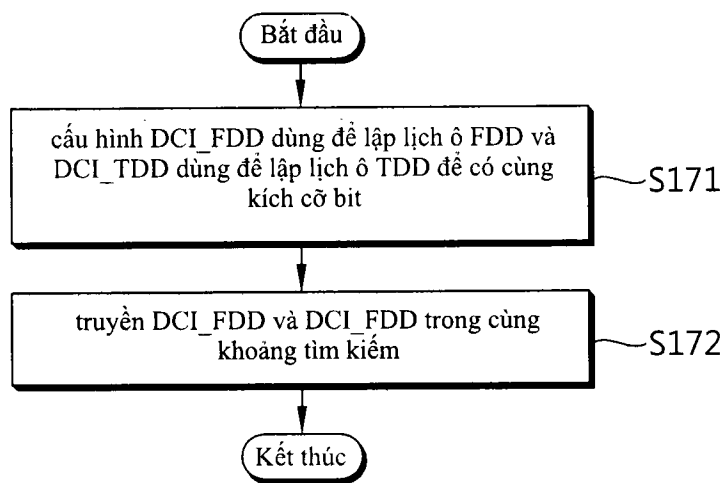


FIG. 21

