



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월03일
 (11) 등록번호 10-1053635
 (24) 등록일자 2011년07월27일

(51) Int. Cl.
 H04B 7/04 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
 H04W 88/08 (2009.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0004024
 (22) 출원일자 2011년01월14일
 심사청구일자 2011년05월11일
 (30) 우선권주장
 61/299,325 2010년01월28일 미국(US)
 (뒷면에 계속)
 (56) 선행기술조사문헌
 US20090197624 A1
 US20090161612 A1
 KR100921330 B1

(73) 특허권자
 엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의도동 20번지
 (72) 발명자
 김학성
 경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG 제1연구
 단지
 서한별
 경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG 제1연구
 단지
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김용인, 박영복

전체 청구항 수 : 총 20 항

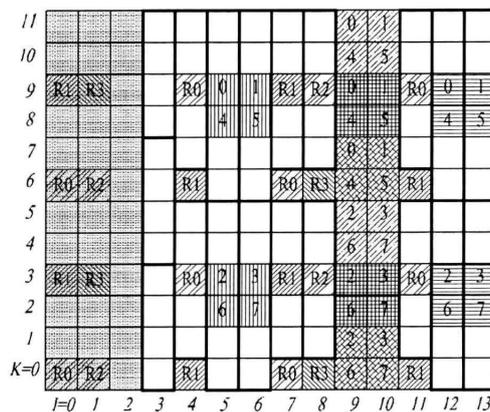
심사관 : 김병균

(54) 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법 및 이를 위한 장치

(57) 요약

본 출원에서는 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법이 개시된다. 구체적으로, 참조 신호를 위한 자원 요소(Resource Element; RE)들을 제외하고, 부반송파 인덱스의 오름차순으로 연속된 4개의 자원 요소 단위로 릴레이 노드용 자원 요소 그룹(Relay-Resource Element Group; R-REG)을 형성하는 단계, 상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹 단위로 송신 자원을 상기 제어 신호에 할당하는 단계, 및 상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 제어 신호를 상기 릴레이 노드로 송신하는 단계를 포함하며, 상기 참조 신호를 위한 자원 요소는 채널 상태 지시자 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 위한 자원 요소를 포함하고, 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소는 하나 이상의 인접 기지국의 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도29



(72) 발명자 이대원 경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG 제1연구 단지 김기준 경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG 제1연구 단지 최영섭 경기도 안양시 동안구 호계동 533번지 LG 제1연구 단지	(30) 우선권주장 61/300,820 2010년02월02일 미국(US) 61/349,796 2010년05월28일 미국(US) 61/352,376 2010년06월07일 미국(US) 61/353,199 2010년06월09일 미국(US) 61/356,028 2010년06월17일 미국(US) 61/392,923 2010년10월13일 미국(US)
---	--

특허청구의 범위

청구항 1

다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법에 있어서,

참조 신호를 위한 자원 요소(Resource Element; RE)들을 제외하고, 부반송파 인덱스의 오름차순으로 연속된 4개의 자원 요소 단위로 릴레이 노드용 자원 요소 그룹(Relay-Resource Element Group; R-REG)을 형성하는 단계;

상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹 단위로 송신 자원을 상기 제어 신호에 할당하는 단계; 및

상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 제어 신호를 상기 릴레이 노드로 송신하는 단계를 포함하며,

상기 참조 신호를 위한 자원 요소는,

채널 상태 지시자 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 위한 자원 요소를 포함하고,

상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소는,

할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소를 포함하는 것을 특징으로 하는,

제어 신호 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 할당된 송신 전력이 0 인 채널 상태 지시자 참조 신호는,

하나 이상의 인접 기지국의 채널 상태 지시자 참조 신호인 것을 특징으로 하는,

제어 신호 송신 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹은,

슬롯 단위로 시간 우선(time-first) 방식으로 인덱싱(indexing)이 수행되는 것을 특징으로 하는,

제어 신호 송신 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 릴레이 노드로 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소 패턴 정보를 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

제어 신호 송신 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 채널 상태 지시자 참조 신호는,

8 개의 논리적 안테나 포트를 통하여 정의되는 것을 특징으로 하는,

제어 신호 송신 방법.

청구항 6

다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국 장치에 있어서,
 참조 신호를 위한 자원 요소(Resource Element; RE)들을 제외하고, 부반송파 인덱스의 오름차순으로 연속된 4개의 자원 요소 단위로 릴레이 노드용 자원 요소 그룹(Relay-Resource Element Group; R-REG)을 형성하고, 상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹 단위로 송신 자원을 제어 신호에 할당하는 프로세서; 및
 상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 제어 신호를 상기 릴레이 노드로 송신하는 송신 모듈을 포함하며,
 상기 참조 신호를 위한 자원 요소는,
 채널 상태 지시자 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 위한 자원 요소를 포함하고,
 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소는,
 할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 기지국 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
 상기 할당된 송신 전력이 0 인 채널 상태 지시자 참조 신호는,
 하나 이상의 인접 기지국의 채널 상태 지시자 참조 신호인 것을 특징으로 하는,
 기지국 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
 상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹은,
 슬롯 단위로 시간 우선(time-first) 방식으로 인덱싱(indexing)이 수행되는 것을 특징으로 하는,
 기지국 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,
 상기 송신 모듈은,
 상기 릴레이 노드로 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소 패턴 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는,
 기지국 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,
 상기 채널 상태 지시자 참조 신호는,
 8 개의 논리적 안테나 포트를 통하여 정의되는 것을 특징으로 하는,
 기지국 장치.

청구항 11

다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서 송신단이 데이터를 송신하는 방법에 있어서,
 기 설정된 개수의 자원 요소(Resource Element; RE)를 포함하는 자원 할당 기본 유닛 단위로 송신 자원을 데이터에 할당하는 단계; 및

상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 데이터를 수신단으로 전송하는 단계를 포함하고,
 상기 자원 요소는 하나의 심볼과 상기 하나의 심볼에 대응하는 하나의 부반송파로 정의되고, 상기 자원 할당 기본 유닛에 포함되는 자원 요소는 동일한 심볼에 대응하며,
 상기 데이터에 할당되는 송신 자원은 채널 상태 정보 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 포함하는 심볼에 대응되는 자원 요소가 제외되는 것을 특징으로 하는,
 데이터 송신 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
 상기 채널 상태 정보 참조 신호는,
 할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 정보 참조 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 데이터 송신 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
 상기 할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 정보 참조 신호는,
 하나 이상의 인접 기지국의 채널 상태 정보 참조 신호인 것을 특징으로 하는,
 데이터 송신 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,
 상기 자원 할당 기본 유닛은,
 SFBC(Space-Frequency Block Coding) 기법을 적용하기 위한 자원 할당 단위인 것을 특징으로 하는,
 데이터 송신 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,
 상기 수신단으로 상기 채널 상태 정보 참조 신호를 위한 자원 요소 패턴 정보를 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
 데이터 송신 방법.

청구항 16

다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서의 송신 장치로서,
 기 설정된 개수의 자원 요소(Resource Element; RE)를 포함하는 자원 할당 기본 유닛 단위로 송신 자원을 데이터에 할당하는 프로세서; 및
 상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 데이터를 수신단으로 전송하는 송신 모듈을 포함하고,
 상기 자원 요소는 하나의 심볼과 상기 하나의 심볼에 대응하는 하나의 부반송파로 정의되고, 상기 자원 할당 기본 유닛에 포함되는 자원 요소는 동일한 심볼에 대응하며,
 상기 데이터에 할당되는 송신 자원은 채널 상태 정보 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 포함하는 심볼에 대응되는 자원 요소가 제외되는 것을 특징으로 하는,
 송신 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,
 상기 채널 상태 정보 참조 신호는,
 할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 정보 참조 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는,
 송신 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,
 상기 할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 정보 참조 신호는,
 하나 이상의 인접 기지국의 채널 상태 정보 참조 신호인 것을 특징으로 하는,
 송신 장치.

청구항 19

제 16 항에 있어서,
 상기 자원 할당 기본 유닛은,
 SFBC(Space-Frequency Block Coding) 기법을 적용하기 위한 자원 할당 단위인 것을 특징으로 하는,
 송신 장치.

청구항 20

제 16 항에 있어서,
 상기 송신 모듈은,
 상기 수신단으로 상기 채널 상태 정보 참조 신호를 위한 자원 요소 패턴 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는,
 송신 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)는 복수개의 송신안테나와 복수개의 수신안테나를 사용하는 방법으로서, 이 방법에 의해 데이터의 송수신 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 무선 통신 시스템의 송신단 혹은 수신단에서 복수개의 안테나를 사용함으로써 용량을 증대시키고 성능을 향상시킬 수 있다. 이하 본 문헌에서 MIMO를 '다중 안테나'라 지칭할 수 있다.

[0003] 다중 안테나 기술에서는, 하나의 전체 메시지를 수신하기 위해 단일 안테나 경로에 의존하지 않는다. 그 대신 다중 안테나 기술에서는 여러 안테나에서 수신된 데이터 조각(fragment)을 한데 모아 병합함으로써 데이터를 완성한다. 다중 안테나 기술을 사용하면, 특정된 크기의 셀 영역 내에서 데이터 전송 속도를 향상시키거나, 또는 특정 데이터 전송 속도를 보장하면서 시스템 커버리지(coverage)를 증가시킬 수 있다. 또한, 이 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있다. 다중 안테나 기술에 의하면, 단일 안테나를 사용하던 종래 기술에 의한 이동 통신에서의 전송량 한계를 극복할 수 있다.

[0004] 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도가 도 1에 도시되어 있다. 송신단에는 송신 안테나가 N_T 개 설치되어 있고, 수신단에서는 수신 안테나가 N_R 개가 설치되어 있다. 이렇게 송신단 및 수신단에서 모두 복수개의

안테나를 사용하는 경우에는, 송신단 또는 수신단 중 어느 하나에만 복수개의 안테나를 사용하는 경우보다 이론적인 채널 전송 용량이 증가한다. 채널 전송 용량의 증가는 안테나의 수에 비례한다. 따라서, 전송 레이트가 향상되고, 주파수 효율이 향상된다 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트를 R_0 라고 한다면, 다중 안테나를 사용할 때의 전송 레이트는, 이론적으로, 아래 수학적 식 1과 같이 최대 전송 레이트 R_0 에 레이트 증가율 R_i 를 곱한 만큼 증가할 수 있다. 여기서 R_i 는 N_T 와 N_R 중 작은 값이다.

수학적 식 1

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

[0005]

[0006]

예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는, 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다. 이와 같은 다중 안테나 시스템의 이론적 용량 증가가 90년대 중반에 증명된 이후, 실질적으로 데이터 전송률을 향상시키기 위한 다양한 기술들이 현재까지 활발히 연구되고 있으며, 이들 중 몇몇 기술들은 이미 3세대 이동 통신과 차세대 무선랜 등의 다양한 무선 통신의 표준에 반영되고 있다.

[0007]

현재까지의 다중안테나 관련 연구 동향을 살펴보면 다양한 채널 환경 및 다중접속 환경에서의 다중안테나 통신 용량 계산 등과 관련된 정보 이론 측면 연구, 다중안테나 시스템의 무선 채널 측정 및 모형 도출 연구, 그리고 전송 신뢰도 향상 및 전송률 향상을 위한 시공간 신호 처리 기술 연구 등 다양한 관점에서 활발한 연구가 진행되고 있다.

[0008]

다중 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링 하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이 N_T 개의 송신 안테나와 N_R 개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다. 먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, N_T 개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는 N_T 개이므로, 전송 정보를 하기의 수학적 식 2와 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[0009]

[0010]

한편, 각각의 전송 정보 s_1, s_2, \dots, s_{N_T} 에 있어 전송 전력을 다르게 할 수 있으며, 이때 각각의 전송 전력을 P_1, P_2, \dots, P_{N_T} 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보를 벡터로 나타내면 하기의 수학적 식 3과 같다.

수학적 식 3

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[0011]

[0012]

또한, $\hat{\mathbf{s}}$ 를 전송 전력의 대각행렬 \mathbf{P} 를 이용하여 나타내면 하기의 수학적 식 4와 같다.

수학식 4

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0013]

[0014] 한편, 전송전력이 조정된 정보 벡터 $\hat{\mathbf{s}}$ 에 가중치 행렬 \mathbf{W} 가 적용되어 실제 전송되는 N_T 개의 송신신호 (transmitted signal) $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 가 구성되는 경우를 고려해 보자. 여기서, 가중치 행렬은 전송 정보를 전송 채널 상황 등에 따라 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 수행한다. 이와 같은 전송신호 $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_{N_T}$ 는 벡터 \mathbf{X} 를 이용하여 하기의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다. 여기서 w_{ij} 는 i 번째 송신안테나와 j 번째 정보 간의 가중치를 의미한다. \mathbf{W} 는 가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)이라고 불린다.

수학식 5

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_i \\ \vdots \\ \mathbf{x}_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \dots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \dots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

[0015]

[0016] 일반적으로, 채널 행렬의 랭크의 물리적인 의미는, 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다. 따라서 채널 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행(row) 또는 열(column)의 개수 중에서 최소 개수로 정의되므로, 행렬의 랭크는 행(row) 또는 열(column)의 개수보다 클 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬 \mathbf{H} 의 랭크(rank(\mathbf{H}))는 수학식 6과 같이 제한된다.

수학식 6

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[0017]

[0018] 또한, 다중 안테나 기술을 사용해서 보내는 서로 다른 정보 각각을 '전송 스트림(Stream)' 또는 간단하게 '스트림'으로 정의하기로 하자. 이와 같은 '스트림'은 '레이어(Layer)'로 지칭될 수 있다. 그러면 전송 스트림의 개수는 당연히 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수인 채널의 랭크보다 클 수 없게 된다. 따라서, 채널 행렬이 \mathbf{H} 는 아래 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\# \text{ of streams} \leq \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[0019]

[0020] 여기서 "# of streams"는 스트림의 수를 나타낸다. 한편, 여기서 한 개의 스트림은 한 개 이상의 안테나를 통해서 전송될 수 있음에 주의해야 한다.

[0021] 한 개 이상의 스트림을 여러 개의 안테나에 대응시키는 여러 가지 방법이 존재할 수 있다. 이 방법을 다중 안테나 기술의 종류에 따라 다음과 같이 설명할 수 있다. 한 개의 스트림이 여러 안테나를 거쳐 전송되는 경우는 공간 다이버시티 방식으로 볼 수 있고, 여러 스트림이 여러 안테나를 거쳐 전송되는 경우는 공간 멀티플렉싱 방식으로 볼 수 있다. 물론 그 중간인 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 혼합(Hybrid)된 형태도 가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로 이하에서는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법 및 이를 위한 장치를 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0023] 본 발명의 일 양상인 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법은, 참조 신호를 위한 자원 요소(Resource Element; RE)들을 제외하고, 부반송과 인덱스의 오름차순으로 연속된 4개의 자원 요소 단위로 릴레이 노드용 자원 요소 그룹(Relay-Resource Element Group; R-REG)을 형성하는 단계; 상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹 단위로 송신 자원을 상기 제어 신호에 할당하는 단계; 및 상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 제어 신호를 상기 릴레이 노드로 송신하는 단계를 포함하며, 상기 참조 신호를 위한 자원 요소는 채널 상태 지시자 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 위한 자원 요소를 포함하고, 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소는 할당된 송신 전력이 0인 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 바람직하게는, 상기 릴레이 노드로 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소 패턴 정보를 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 한편, 본 발명의 다른 양상인 다중 입출력(Multi-Input Multi-Output; MIMO) 무선 통신 시스템에서 기지국 장치는, 참조 신호를 위한 자원 요소(Resource Element; RE)들을 제외하고, 부반송과 인덱스의 오름차순으로 연속된 4 개의 자원 요소 단위로 릴레이 노드용 자원 요소 그룹(Relay-Resource Element Group; R-REG)을 형성하고, 상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹 단위로 송신 자원을 상기 제어 신호에 할당하는 프로세서; 및 상기 할당된 송신 자원을 이용하여 상기 제어 신호를 상기 릴레이 노드로 송신하는 송신 모듈을 포함하며, 상기 참조 신호를 위한 자원 요소는 채널 상태 지시자 참조 신호(Channel State Information-RS; CSI-RS)를 위한 자원 요소를 포함하고, 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소는 할당된 송신 전력이 0 인 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 바람직하게는, 상기 송신 모듈은 상기 릴레이 노드로 상기 채널 상태 지시자 참조 신호를 위한 자원 요소 패턴 정보를 전송하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 여기서, 상기 할당된 송신 전력이 0 인 채널 상태 지시자 참조 신호는 하나 이상의 인접 기지국의 채널 상태 지시자 참조 신호인 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 상기 릴레이 노드용 자원 요소 그룹은 슬롯 단위로 시간 우선((time-first) 방식으로 인덱싱(indexing)이 수행되는 것을 특징으로 하며, 상기 채널 상태 지시자 참조 신호는 8개의 논리적 안테나 포트를 통하여 정의되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명의 실시예에 따르면 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 효과적으로 송신할 수 있다.

[0030] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0031]

- 도 1은 일반적인 다중 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도.
- 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면.
- 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면.
- 도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면.
- 도 5는 LTE 시스템에서 사용되는 하향 링크 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면.
- 도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면.
- 도 7은 코드워드를 레이어에 매핑하는 다양한 방법을 설명하는 도면.
- 도 8은 4개의 안테나를 이용한 하향링크 전송을 지원하는 LTE 시스템에서의 참조 신호의 구조를 도시하는 도면.
- 도 9는 무선 통신 시스템에서 릴레이 백홀 링크 및 릴레이 액세스 링크의 구성을 나타낸 도면.
- 도 10은 중계기 자원 분할의 예시를 나타내는 도면.
- 도 11(a)는 3GPP 릴리즈 8 시스템에서의 참조 신호 패턴을 도시하는 도면.
- 도 11(b)는 3GPP 릴리즈 9 시스템 또는 3GPP 릴리즈 10 시스템에서의 참조 신호 패턴을 도시하는 도면.
- 도 12는 일반적인 REG 인덱싱(indexing) 순서의 예시하는 도면.
- 도 13은 본 발명의 실시예에 따라 R-PDCCH를 위한 R-REG 인덱싱의 예를 도시하는 도면.
- 도 14는 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면.
- 도 15는 4TX SFBC를 적용하기 위한 R-PDCCH 전송을 예시하는 도면.
- 도 16은 4TX SFBC를 적용하기 위한 R-PDCCH 전송을 예시하는 다른 도면.
- 도 17은 R-REG 또는 R-CCE의 구성을 도시하는 도면.
- 도 18은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG 또는 R-CCE의 구성을 도시하는 다른 도면.
- 도 19는 본 발명의 실시예에 따른 R-REG의 구성 및 인덱싱을 예시하는 도면.
- 도 20은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG의 구성 및 인덱싱을 예시하는 다른 도면.
- 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG의 구성 및 인덱싱을 예시하는 도면.
- 도 22는 확장 CP 인 경우 CSI-RS용 OFDM 심볼의 위치와 이를 고려한 R-REG 인덱싱의 예를 도시.
- 도 23은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG의 구성 및 인덱싱을 예시하는 다른 도면.
- 도 24는 본 발명의 실시예에 따라 확장 CP의 경우 R-REG 구성 및 인덱싱을 예시하는 도면.
- 도 25 및 도 26은 R-REG를 구성하는 과정에서 안테나 간 전력 밸런싱을 유지하기 위한 방법을 설명하는 도면.
- 도 27은 모든 R-REG를 주파수 우선 방법으로 구성한 경우에도 안테나 간 전력 밸런싱을 유지하기 위한 방법을 도시하는 도면.
- 도 28은 도 25내지 도 27의 개념을 단순화하여 도시한 개념도.
- 도 29 및 도 30은 본 발명의 실시예에 따라 CSI-RS 뮤티핑 기법을 고려한 R-REG 구성 방법.
- 도 31는 본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치의 블록 구성도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032]

이하에서 첨부된 도면을 참조하여 설명된 본 발명의 실시예들에 의해 본 발명의 구성, 작용 및 다른 특징들이 용이하게 이해될 수 있을 것이다. 이하에서 설명되는 실시예들은 본 발명의 기술적 특징들이 3GPP 시스템에 적

용된 예들이다.

- [0033] 본 명세서는 LTE 시스템 및 LTE-A 시스템을 사용하여 본 발명의 실시예를 설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 상기 정의에 해당되는 어떤 통신 시스템에도 적용될 수 있다. 또한, 본 명세서는 FDD 방식을 기준으로 본 발명의 실시예에 대해 설명하지만, 이는 예시로서 본 발명의 실시예는 H-FDD 방식 또는 TDD 방식에도 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.
- [0034] 도 2는 3GPP 무선 접속망 규격을 기반으로 한 단말과 E-UTRAN 사이의 무선 인터페이스 프로토콜(Radio Interface Protocol)의 제어평면(Control Plane) 및 사용자평면(User Plane) 구조를 나타내는 도면이다. 제어 평면은 단말(User Equipment; UE)과 네트워크가 호를 관리하기 위해서 이용하는 제어 메시지가 전송되는 통로를 의미한다. 사용자평면은 애플리케이션 계층에서 생성된 데이터, 예를 들어, 음성 데이터 또는 인터넷 패킷 데이터 등이 전송되는 통로를 의미한다.
- [0035] 제1계층인 물리계층은 물리채널(Physical Channel)을 이용하여 상위 계층에게 정보 전송 서비스(Information Transfer Service)를 제공한다. 물리계층은 상위에 있는 매체접속제어(Medium Access Control) 계층과는 전송 채널(Transport Channel)을 통해 연결되어 있다. 상기 전송채널을 통해 매체접속제어 계층과 물리계층 사이에 데이터가 이동한다. 송신측과 수신측의 물리계층 사이는 물리채널을 통해 데이터가 이동한다. 상기 물리채널은 시간과 주파수를 무선 자원으로 활용한다. 구체적으로, 물리채널은 하향 링크에서 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조되고, 상향 링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 변조된다.
- [0036] 제2계층의 매체접속제어(Medium Access Control; MAC) 계층은 논리채널(Logical Channel)을 통해 상위계층인 무선링크제어(Radio Link Control; RLC) 계층에 서비스를 제공한다. 제2계층의 RLC 계층은 신뢰성 있는 데이터 전송을 지원한다. RLC 계층의 기능은 MAC 내부의 기능 블록으로 구현될 수도 있다. 제2계층의 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 계층은 대역폭이 좁은 무선 인터페이스에서 IPv4나 IPv6와 같은 IP 패킷을 효율적으로 전송하기 위해 불필요한 제어정보를 줄여주는 헤더 압축(Header Compression) 기능을 수행한다.
- [0037] 제3계층의 최하부에 위치한 무선 자원제어(Radio Resource Control; RRC) 계층은 제어평면에서만 정의된다. RRC 계층은 무선베어러(Radio Bearer; RB)들의 설정(Configuration), 재설정(Re-configuration) 및 해제(Release)와 관련되어 논리채널, 전송채널 및 물리채널들의 제어를 담당한다. RB는 단말과 네트워크 간의 데이터 전달을 위해 제2계층에 의해 제공되는 서비스를 의미한다. 이를 위해, 단말과 네트워크의 RRC 계층은 서로 RRC 메시지를 교환한다. 단말과 네트워크의 RRC 계층 사이에 RRC 연결(RRC Connected)이 있을 경우, 단말은 RRC 연결 상태(Connected Mode)에 있게 되고, 그렇지 못할 경우 RRC 휴지 상태(Idle Mode)에 있게 된다. RRC 계층의 상위에 있는 NAS(Non-Access Stratum) 계층은 세션 관리(Session Management)와 이동성 관리(Mobility Management) 등의 기능을 수행한다.
- [0038] 기지국(eNB)을 구성하는 하나의 셀은 1.25, 2.5, 5, 10, 15, 20Mhz 등의 대역폭 중 하나로 설정되어 여러 단말에게 하향 또는 상향 전송 서비스를 제공한다. 서로 다른 셀은 서로 다른 대역폭을 제공하도록 설정될 수 있다.
- [0039] 네트워크에서 단말로 데이터를 전송하는 하향 전송채널은 시스템 정보를 전송하는 BCH(Broadcast Channel), 페이지 메시지를 전송하는 PCH(Paging Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 하향 SCH(Shared Channel) 등이 있다. 하향 멀티캐스트 또는 방송 서비스의 트래픽 또는 제어 메시지의 경우 하향 SCH를 통해 전송될 수도 있고, 또는 별도의 하향 MCH(Multicast Channel)을 통해 전송될 수도 있다. 한편, 단말에서 네트워크로 데이터를 전송하는 상향 전송채널로는 초기 제어 메시지를 전송하는 RACH(Random Access Channel), 사용자 트래픽이나 제어 메시지를 전송하는 상향 SCH(Shared Channel)가 있다. 전송채널의 상위에 있으며, 전송채널에 매핑되는 논리채널(Logical Channel)로는 BCCH(Broadcast Control Channel), PCCH(Paging Control Channel), CCCH(Common Control Channel), MCCH(Multicast Control Channel), MTCH(Multicast Traffic Channel) 등이 있다.
- [0040] 도 3은 3GPP 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0041] 단말은 전원이 켜지거나 새로이 셀에 진입한 경우 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색(Initial cell search) 작업을 수행한다(S301). 이를 위해, 단말은 기지국으로부터 주 동기 채널(Primary Synchronization Channel, P-SCH) 및 부 동기 채널(Secondary Synchronization Channel; S-SCH)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득할 수 있다. 그 후, 단말은 기지국으로부터 물리 방송 채널(Physical Broadcast

Channel)를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향 링크 참조 신호(Downlink Reference Signal; DL RS)를 수신하여 하향 링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

- [0042] 초기 셀 탐색을 마친 단말은 물리 하향 링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH) 및 상기 PDCCH에 실린 정보에 따라 물리 하향 링크 공유 채널(Physical Downlink Control Channel; PDSCH)을 수신함으로써 좀더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다(S302).
- [0043] 한편, 기지국에 최초로 접속하거나 신호 전송을 위한 무선 자원이 없는 경우 단말은 기지국에 대해 임의 접속 과정(Random Access Procedure; RACH)을 수행할 수 있다(단계 S303 내지 단계 S306). 이를 위해, 단말은 물리 임의 접속 채널(Physical Random Access Channel; PRACH)을 통해 특정 시퀀스를 프리앰블로 전송하고(S303 및 S305), PDCCH 및 대응하는 PDSCH를 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S304 및 S306). 경쟁 기반 RACH의 경우, 추가적으로 충돌 해결 절차(Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.
- [0044] 상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향 링크 신호 전송 절차로서 PDCCH/PDSCH 수신(S307) 및 물리 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)/물리 상향 링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH) 전송(S308)을 수행할 수 있다. 특히 단말은 PDCCH를 통하여 하향 링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)를 수신한다. 여기서 DCI는 단말에 대한 자원 할당 정보와 같은 제어 정보를 포함하며, 그 사용 목적에 따라 포맷이 서로 다르다.
- [0045] 한편, 단말이 상향 링크를 통해 기지국에 전송하는 또는 단말이 기지국으로부터 수신하는 제어 정보는 하향 링크/상향 링크 ACK/NACK 신호, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index), RI(Rank Indicator) 등을 포함한다. 3GPP LTE 시스템의 경우, 단말은 상술한 CQI/PMI/RI 등의 제어 정보를 PUSCH 및/또는 PUCCH를 통해 전송할 수 있다.
- [0046] 도 4는 LTE 시스템에서 사용되는 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.
- [0047] 도 4를 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 $10\text{ms}(327200 \cdot T_s)$ 의 길이를 가지며 10개의 균등한 크기의 서브프레임(subframe)으로 구성되어 있다. 각각의 서브프레임은 1ms의 길이를 가지며 2개의 슬롯(slot)으로 구성되어 있다. 각각의 슬롯은 $0.5\text{ms}(15360 \cdot T_s)$ 의 길이를 가진다. 여기에서, T_s 는 샘플링 시간을 나타내고, $T_s=1/(15\text{kHz} \times 2048)=3.2552 \times 10^{-8}$ (약 33ns)로 표시된다. 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(Resource Block; RB)을 포함한다. LTE 시스템에서 하나의 자원블록은 12개의 부반송파 \times 7(6)개의 OFDM 심볼을 포함한다. 데이터가 전송되는 단위시간인 TTI(Transmission Time Interval)는 하나 이상의 서브프레임 단위로 정해질 수 있다. 상술한 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0048] 도 5는 LTE 시스템에서 사용되는 하향 링크 무선 프레임의 구조를 예시하는 도면이다.
- [0049] 도 5를 참조하면, 하향 링크 무선 프레임은 균등한 길이를 가지는 10개의 서브프레임을 포함한다. 3GPP LTE 시스템에서 서브프레임은 전체 하향 링크 주파수에 대하여 패킷 스케줄링의 기본 시간 단위로 정의된다. 각 서브프레임은 스케줄링 정보 및 그 밖의 제어 정보 전송을 위한 시간 구간(제어 영역, control region)과 하향 링크 데이터 전송을 위한 시간 구간(데이터 영역, data region)으로 나뉜다. 제어 영역은 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼로부터 시작되며 하나 이상의 OFDM 심볼을 포함한다. 제어 영역의 크기는 서브프레임마다 독립적으로 설정될 수 있다. 제어 영역은 L1/L2(layer 1/layer 2) 제어 신호를 전송하는데 사용된다. 데이터 영역은 하향 링크 트래픽을 전송하는데 사용된다.
- [0050] 도 6은 LTE 시스템에서 사용되는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시하는 도면이다.
- [0051] 도 6을 참조하면, LTE 상향링크 전송의 기본 단위인 1ms 길이의 서브프레임(600)은 두 개의 0.5ms 슬롯(601)으로 구성된다. 일반(Normal) 순환 전치(Cyclic Prefix, CP)의 길이를 가정할 때, 각 슬롯은 7개의 심볼(602)로 구성되며 하나의 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼에 대응된다. 자원 블록(Resource Block)(603)은 주파수 영역에서 12개의 부반송파, 그리고 시간영역에서 한 슬롯에 해당되는 자원 할당 단위이다. LTE의 상향 링크 서브프레임의 구조는 크게 데이터 영역(604)과 제어 영역(605)으로 구분된다. 여기서 데이터 영역은 각 단말로 전송되는 음성, 패킷 등의 데이터를 송신함에 있어 사용되는 일련의 통신 자원을 의미하며 서브프레임 내에서 제어 영역을 제외한 나머지 자원에 해당된다. 제어 영역은 각 단말로부터의 하향 링크 채널 품질보고, 하향 링크 신호에

대한 수신 ACK/NACK, 상향링크 스케줄링 요청 등을 송신함에 있어 사용되는 일련의 통신 자원을 의미한다.

- [0052] 도 6에 보인 예와 같이 한 서브프레임 내에서 사운딩 참조 신호가 전송될 수 있는 영역(606)은 하나의 서브프레임에서 시간 축 상에서 가장 마지막에 위치하는 SC-FDMA 심볼이 있는 구간이며, 주파수 상으로는 데이터 전송 대역을 통하여 전송된다. 동일한 서브프레임의 마지막 SC-FDMA로 전송되는 여러 단말의 사운딩 참조 신호들은 순환 이동 값에 구분이 가능하다. 또한, 한 서브프레임에서 DM(Demodulation)-참조 신호(Reference Signal)이 전송되는 영역(507)은 하나의 슬롯에서 가운데 SC-FDMA 심볼 즉, 네 번째 SC-FDMA 심볼과 열 번째 SC-FDMA 심볼이 있는 구간이며, 주파수 상으로는 데이터 전송 대역을 통하여 전송된다.
- [0053] 도 7은 코드워드를 레이어에 매핑하는 다양한 방법을 설명하는 도면이다.
- [0054] 도 7을 참조하면, 코드워드를 레이어에 매핑하기 위한 여러 가지 방법이 있다. MIMO 전송이 수행될 때, 전송단(transmitter)은 레이어에 따라 코드워드의 개수를 결정해야만 한다. 코드워드와 레이어의 개수는 서로 다른 데이터 시퀀스의 개수와 채널의 랭크를 각각 참조한다. 전송단은 코드워드를 적절하게 코드워드를 레이어에 매핑할 필요가 있다.
- [0055] 이하에서는, 참조 신호에 관하여 보다 상세히 설명한다. 일반적으로 채널 측정을 위하여 데이터와 함께 송신측과 수신측 모두가 이미 알고 있는 참조 신호가 송신측에서 수신측으로 전송된다. 이러한 참조 신호는 채널 측정뿐만 아니라 변조 기법을 알려주어 복조 과정이 수행되도록 하는 역할을 수행한다. 참조 신호는 기지국과 특정 단말을 위한 전용 참조 신호(dedicated RS; DRS), 즉 단말 특정 참조 신호와 셀 내 모든 단말을 위한 셀 특정 참조 신호인 공통 참조 신호(common RS; CRS)로 구분된다. 또한, 셀 특정 참조는 단말에서 CQI/PMI/RI 를 측정하여 기지국으로 보고하기 위한 참조 신호를 포함하며, 이를 CSI-RS(Channel State Information-RS)라고 지칭한다.
- [0056] 도 8은 4 개의 안테나를 이용한 하향링크 전송을 지원하는 LTE 시스템에서의 참조 신호의 구조를 도시하는 도면이다. 특히 도 8 의 (a)는 일반(normal) 순환 전치(Cyclic Prefix)인 경우를 도시하며, 도 8 의 (b)는 확장(extended) 순환 전치인 경우를 도시한다.
- [0057] 도 8 을 참조하면, 격자에 기재된 0 내지 3 은 안테나 포트 0 내지 3 각각에 대응하여 채널 측정과 데이터 복조를 위하여 송신되는 셀 특정 참조 신호인 CRS(Common Reference Signal)를 의미하며, 상기 셀 특정 참조 신호인 CRS 는 데이터 정보 영역 뿐만 아니라 제어 정보 영역 전반에 걸쳐 단말로 전송될 수 있다.
- [0058] 또한, 격자에 기재된 'D' 는 단말 특정 RS 인 하향링크 DM-RS(Demodulation-RS)를 의미하고, 데이터 영역 즉, PDSCH 를 통하여 단일 안테나 포트 전송을 지원한다. 단말은 상위 계층을 통하여 상기 단말 특정 RS 의 존재 여부를 시그널링 받는다.
- [0059] 한편, 자원블록(RB)으로의 RS 매핑 규칙은 다음 수학적 식 8 내지 수학적 식 10 과 같이 나타낼 수 있다. 다음 수학적 식 8 은 CRS 매핑 규칙을 나타내기 위한 식이다. 그리고, 수학적 식 9 는 일반 CP 가 적용되는 DRS 의 매핑 규칙을 나타내기 위한 식이고, 수학적 식 10 은 확장 CP 가 적용되는 DRS 의 매핑 규칙을 나타내기 위한 식이다.

수학식 8

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{syml}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{KB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{KB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{KB}}^{\text{DL}}$$

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

[0060]

수학식 9

$$k = (k') \bmod N_{\text{sc}}^{\text{RB}} + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} \cdot n_{\text{PRB}}$$

$$k' = \begin{cases} 4m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l \in \{2,3\} \\ 4m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5,6\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0,1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2,3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, \dots, 3 N_{\text{RB}}^{\text{PDSCH}} - 1$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 3$$

[0061]

수학식 10

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 3m' + v_{shift} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{shift}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 4 & l' \in \{0, 2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, \dots, 4N_{RB}^{PDSCH} - 1$$

$$v_{shift} = N_{ID}^{cell} \bmod 3$$

[0062]

[0063] 상기 수학식 8 내지 수학식 10 에서, k 및 p 는 각각 부반송파 인덱스 및 안테나 포트를 나타낸다. N_{RB}^{DL} , n_s , N_{cell}^{ID} 는 각각 하향링크에 할당된 RB 의 수, 슬롯 인덱스의 수, 셀 ID 의 수를 나타낸다. RS 의 위치는 주파수 도메인 관점에서 v_{shift} 값에 따라 달라진다.

[0064] 차세대 이동통신 시스템의 표준인 LTE-A 시스템에서는 데이터 전송률 향상을 위해 기존 표준에서는 지원되지 않았던 CoMP(Coordinated Multi Point) 방식을 지원할 것으로 예상된다. 여기서, CoMP 시스템은 음영 지역에 있는 단말 및 기지국(셀 또는 섹터) 간의 통신성능을 향상시키기 위해 2 개 이상의 기지국 혹은 셀이 서로 협력하여 단말과 통신하는 시스템을 말한다.

[0065] CoMP 방식은 데이터 공유를 통한 협력적 MIMO 형태의 조인트 프로세싱(CoMP-Joint Processing, CoMP-JP) 및 협력 스케줄링/빔포밍(CoMP-Coordinated Scheduling/beamforming, CoMP-CS/CB) 방식으로 구분할 수 있다.

[0066] 하향링크의 경우 조인트 프로세싱(CoMP-JP) 방식에서, 단말은 CoMP 를 수행하는 각 기지국으로부터 데이터를 순간적으로 동시에 수신할 수 있으며, 각 기지국으로부터의 수신한 신호를 결합하여 수신 성능을 향상시킬 수 있다. 이와 달리, 협력 스케줄링/빔포밍 방식(CoMP-CS)에서, 단말은 빔포밍을 통해 데이터를 순간적으로 하나의 기지국을 통해서 수신할 수 있다.

[0067] 상향링크의 경우 조인트 프로세싱(CoMP-JP) 방식에서, 각 기지국은 단말로부터 PUSCH 신호를 동시에 수신할 수 있다. 이와 달리, 협력 스케줄링/빔포밍 방식(CoMP-CS)에서, 하나의 기지국만이 PUSCH 를 수신하는데 이때 협력 스케줄링/빔포밍 방식을 사용하기로 하는결정은 협력 셀(혹은 기지국)들에 의해 결정된다.

[0068] 한편, 기지국과 단말 간의 채널 상태가 열악한 경우에는 기지국과 단말 간에 중계기(Relay Node, RN)를 설치하여 채널 상태가 보다 우수한 무선 채널을 단말에게 제공할 수 있다. 또한, 기지국으로부터 채널 상태가 열악한 셀 경계 지역에서 중계기를 도입하여 사용함으로써 보다 고속의 데이터 채널을 제공할 수 있고, 셀 서비스 영역을 확장시킬 수 있다. 이와 같이, 중계기는 무선 통신 시스템에서 전파 음영 지역 해소를 위해 도입된 기술로서 현재 널리 사용되고 있다.

[0069] 과거의 방식이 단순히 신호를 증폭해서 전송하는 리피터(Repeater)의 기능에 국한된 것에 비해 최근에는 보다 지능화된 형태로 발전하고 있다. 더 나아가 중계기 기술은 차세대 이동통신 시스템에서 기지국 증설 비용과 백홀망의 유지 비용을 줄이는 동시에, 서비스 커버리지 확대와 데이터 처리율 향상을 위해 반드시 필요한 기술에 해당한다. 중계기 기술이 점차 발전함에 따라, 종래의 무선 통신 시스템에서 이용하는 중계기를 새로운 무선 통신 시스템에서 지원할 필요가 있다.

[0070] 3GPP LTE-A(3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution-Advanced) 시스템에서 중계기에 기지국

과 단말 간의 링크 연결을 포워딩하는 역할을 도입하면서 각각의 상향링크 및 하향링크 캐리어 주파수 밴드에 속성이 다른 두 가지 종류의 링크가 적용되게 된다. 기지국과 중계기의 링크 간에 설정되는 연결 링크 부분을 백홀 링크(backhaul link)라고 정의하여 표현한다. 하향링크 자원을 이용하여 FDD(Frequency Division Duplex) 혹은 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 전송이 이루어지는 것을 백홀 하향링크(backhaul downlink)라고 하며, 상향링크 자원을 이용하여 FDD 또는 TDD 방식으로 전송이 이루어지는 것을 백홀 상향링크라고 표현할 수 있다.

- [0071] 도 9 는 무선 통신 시스템에서 릴레이 백홀 링크 및 릴레이 액세스 링크의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0072] 도 9 를 참조하면, 기지국과 단말 간 링크의 연결을 포워딩(forwarding)하는 역할을 위해 중계기가 도입되면서 각각의 상향링크 및 하향링크 캐리어 주파수 대역에 속성이 다른 두 종류의 링크가 적용된다. 기지국과 중계기 간의 설정되는 연결 링크 부분을 릴레이 백홀 링크(relay backhaul link)로서 정의하여 표현한다. 백홀 링크가 하향링크 주파수 대역(Frequency Division Duplex, FDD 의 경우)이나 하향링크 서브프레임(Time Division Duplex, TDD 의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 백홀 하향링크(backhaul downlink)로 표현하고 상향링크 주파수 대역(FDD 의 경우) 상향링크 서브프레임(TDD 의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 백홀 상향링크(backhaul uplink)로 표현할 수 있다.
- [0073] 반면 중계기와 일련의 단말들 간에 설정되는 연결 링크 부분을 릴레이 액세스 링크(relay access link)로서 정의하여 표현한다. 릴레이 액세스 링크가 하향링크 주파수 대역(FDD 의 경우)이나 하향링크 서브프레임(TDD 의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 액세스 하향링크(access downlink)로 표현하고 상향링크 주파수 대역(FDD 의 경우)이나 상향링크 서브프레임(TDD 의 경우) 자원을 이용하여 전송이 이루어지는 경우 액세스 상향링크(access uplink)로 표현할 수 있다.
- [0074] 중계기(RN)는 릴레이 백홀 하향링크(relay backhaul downlink)를 통해 기지국으로부터 정보를 수신할 수 있고, 릴레이 백홀 상향링크를 통해 기지국으로 정보를 전송할 수 있다. 또한, 중계기는 릴레이 액세스 하향링크를 통해 단말로 정보를 전송할 수 있고, 릴레이 액세스 상향링크를 통해 단말로부터 정보를 수신할 수 있다.
- [0075] 한편, 중계기의 대역(또는 스펙트럼) 사용과 관련하여, 백홀 링크가 액세스 링크와 동일한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '인-밴드(in-band)'라고 하고, 백홀 링크와 액세스 링크가 상이한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '아웃-밴드(out-band)'라고 한다. 인-밴드 및 아웃-밴드 경우 모두에서 기존의 LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy) 단말이라 함)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.
- [0076] 단말에서 중계기를 인식하는지 여부에 따라 중계기는 트랜스패런트(transparent) 중계기 또는 넌-트랜스패런트(non-transparent) 중계기로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 중계기를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 넌-트랜스패런트는 단말이 중계기를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하는 경우를 의미한다.
- [0077] 중계기의 제어와 관련하여, 도너 셀의 일부로 구성되는 중계기 또는 스스로 셀을 제어하는 중계기로 구분될 수 있다.
- [0078] 도너 셀의 일부로서 구성되는 중계기는 중계기 식별자(ID)를 가질 수는 있지만, 중계기 자신의 셀 아이덴티티(identity)를 가지지 않는다. 도너 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가 제어되면 (RRM 의 나머지 부분들은 중계기에 위치하더라도), 도너 셀의 일부로서 구성되는 중계기라 한다. 바람직하게는, 이러한 중계기는 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters), 디코드-앤-포워드 중계기(decode-and-forward relays), L2(제 2 계층) 중계기들의 다양한 종류들 및 타입-2 중계기가 이러한 중계기에 해당한다.
- [0079] 스스로 셀을 제어하는 중계기의 경우에, 중계기는 하나 또는 여러개의 셀들을 제어하고, 중계기에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의 물리계층 셀 아이덴티티가 제공되며, 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다. 단말 관점에서는 중계기에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에 의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 바람직하게는, 이러한 중계기에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 중계기, L3(제 3 계층) 중계기, 타입-1 중계기 및 타입-1a 중계기가 이러한 중계기에 해당한다.
- [0080] 타입-1 중계기는 인-밴드 중계기로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 구별되는 별개의 셀로 보인다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(LTE 릴리즈-8 에서 정의함)를 가지고, 중계기는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다. 단일-셀 동작의 경우에, 단말은

중계기로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 중계기로 자신의 제어 채널(스케줄링 요청(SR), CQI, ACK/NACK 등)을 전송할 수 있다. 또한, 레거시 단말(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 단말)들에게 타입-1 중계기는 레거시 기지국(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 기지국)으로 보인다. 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 가진다. 한편, LTE-A 시스템에 따라 동작하는 단말들에게는, 타입-1 중계기는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.

- [0081] 타입-1a 중계기는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 전술한 타입-1 중계기와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 중계기의 동작은 L1(제 1 계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.
- [0082] 타입-2 중계기는 인-밴드 중계기로서, 별도의 물리 셀 ID 를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 중계기는 레거시 단말에 대해 트랜스패런트하고, 레거시 단말은 타입-2 중계기의 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 중계기는 PDSCH 를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH 는 전송하지 않는다.
- [0083] 한편, 중계기가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스 링크를 위해서 사용되지 않도록 설정할 수 있다. 이를 자원 분할(resource partitioning)이라 한다.
- [0084] 중계기에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(Time Division Multiplexing; TDM) 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 하향링크 또는 액세스 하향링크 중 하나만이 활성화된다). 유사하게, 백홀 상향링크 및 액세스 상향링크는 하나의 반송파 주파수 상에서 TDM 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 상향링크 또는 액세스 상향링크 중 하나만이 활성화된다).
- [0085] FDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다. TDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 기지국과 중계기의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 기지국과 중계기의 상향링크 서브프레임에서 수행되는 것으로 설명할 수 있다.
- [0086] 인-밴드 중계기의 경우에, 예를 들어, 소정의 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에 이루어지면, 중계기의 송신단으로부터 전송되는 신호가 중계기의 수신단에서 수신될 수 있고, 이에 따라 중계기의 RF 전단(front-end)에서 신호 간섭 또는 RF 재밍(jamming)이 발생할 수 있다. 유사하게, 소정의 주파수 대역에서 단말로부터의 액세스 상향링크의 수신과 기지국으로의 백홀 상향링크의 전송이 동시에 이루어지면, 중계기의 RF 전단에서 신호 간섭이 발생할 수 있다. 따라서, 중계기에서 하나의 주파수 대역에서의 동시 송수신은 수신 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를 지리적으로 충분히 이격시켜(예를 들어, 지상/지하에) 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.
- [0087] 이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 중계기가 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게 하는 것이다. 즉, 중계기로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 중계기로부터의 어떠한 전송도 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast Single Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다
- [0088] 도 10 은 중계기 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.
- [0089] 도 10 에서는 제 1 서브프레임은 일반 서브프레임으로서 중계기로부터 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 제 2 서브프레임은 MBSFN 서브프레임으로서 하향링크 서브프레임의 제어 영역에서는 중계기로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지 영역에서는 중계기로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다. 여기서, 레거시 단말의 경우에는 모든 하향링크 서브프레임에서 물리하향링크제어채널(PDCCH)의 전송을 기대하게 되므로 (다시 말하자면, 중계기는 자신의 영역 내의 레거시 단말들이 매 서브프레임에서 PDCCH 를 수신하여 측정 기능을 수행하도록 지원할 필요가 있으므로), 레거시 단말의 올바른 동작을 위해서는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH 를 전송할 필요가 있다. 따라서, 기지국으로부터 중계기로의 하향링크 (즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해 설정된 서브프레임 (제 2 서브프레임(1020))상에서도, 서브프레임의 처음 N (N=1, 2 또는 3) 개의 OFDM 심볼구간에서 중계기는 백홀 하향링크를 수신하는 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야할 필요가 있다. 이에 대하여, 제 2 서브프레임의 제어 영역에서 PDCCH 가 중계기로부터 단말로 전송되므로 중계기에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다. 제 2 서브프레임의 나머지 영역에서는 중계기로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는 동안에 중계기는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다. 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 중계기에서 액세스 하향링크 전

송과 백홀 하향링크 수신에 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.

- [0090] MBSFN 서브프레임을 이용하는 제 2 서브프레임에 대하여 구체적으로 설명한다. 제 2 서브프레임의 제어 영역은 중계기 비-청취(non-hearing) 구간이라고 할 수 있다. 중계기 비-청취 구간은 중계기가 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을 의미한다. 이 구간은 전송한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수 있다. 중계기 비-청취 구간에서 중계기는 단말로의 액세스 하향링크 전송을 수행하고 나머지 영역에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수 있다. 이 때, 중계기는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수 없으므로, 중계기가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 데에 시간이 소요된다. 따라서, 백홀 하향링크 수신 영역의 처음 일부 구간에서 중계기가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간(GT)이 설정될 필요가 있다. 유사하게 중계기가 기지국으로부터의 백홀 하향링크를 수신하고 단말로의 액세스 하향링크를 전송하도록 동작하는 경우에도, 중계기의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드 시간(GT)이 설정될 수 있다. 이러한 가드 시간의 길이는 시간 영역의 값으로 주어질 수 있고, 예를 들어, k ($k \geq 1$) 개의 시간 샘플(time sample, T_s) 값으로 주어질 수 있고, 또는 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수도 있다. 또는, 중계기 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라서, 서브프레임의 마지막 부분의 가드시간은 정의되거나 설정되지 않을 수 있다. 이러한 가드 시간은 역방향 호환성을 유지하기 위하여, 백홀 하향링크 서브프레임 전송을 위해 설정되어 있는 주파수 영역에서만 정의될 수 있다 (액세스 하향링크 구간에서 가드 시간이 설정되는 경우에는 레거시 단말을 지원할 수 없다). 가드 시간을 제외한 백홀 하향링크 수신 구간에서 중계기는 기지국으로부터 PDCCH 및 PDSCH 를 수신할 수 있다. 이를 중계기 전용 물리 채널이라는 의미에서 R-PDCCH (Relay-PDCCH) 및 R-PDSCH (Relay-PDSCH)로 표현할 수도 있다.
- [0091] R-PDCCH 를 구성하고 여러 R-PDCCH 를 함께 인터리빙하는 기본 단위를 R-REG 라고 한다. LTE 시스템에서 REG 는 4 개의 RE 로 구성되지만, 릴레이 노드를 위한 백홀 하향링크의 R-REG 는 이와 동일하게 혹은 이와 다르게 설정할 수 있다.
- [0092] 도 11(a)는 3GPP 릴리즈 8 시스템에서의 참조 신호 패턴을 도시하며, 도 11(b)는 3GPP 릴리즈 9 시스템 또는 3GPP 릴리즈 10 시스템에서의 참조 신호 패턴을 도시한다.
- [0093] 도 11 의 (a)를 참조하면, CRS 는 안테나 포트 0, 1, 2, 3 에 대해서 각각 존재한다. 특이한 점은 안테나 포트 0, 1 에 대한 CRS 에 할당되는 RE 의 수와 안테나 포트 2, 3 에 대한 CRS 에 할당되는 RE 의 수가 서로 다르고, 특히 백홀 자원으로 사용될 수 없는 OFDM 심볼 인덱스 #0, #1 에 CRS 에 할당되는 RE 가 많이 존재한다.
- [0094] 도 11 의 (b)은 DM-RS 가 추가된 것으로 심볼 인덱스 #0 내지 #2 는 백홀 데이터 전송으로 사용할 수 없는 경우를 도시 한 것이지만, 사용할 수 없는 심볼의 수는 가변 될 수 있다.
- [0095] 도 12는 일반적인 REG 인덱싱(indexing) 순서의 예시하는 도면이다.
- [0096] 도 12 를 참조하면, REG 인덱싱은 (a)와 같이 시간 우선 또는 (b)와 같이 주파수 우선 방식으로 수행하는 것이 일반적이며, 이에 대한 변형으로서 특정 개수의 심볼을 묶은 뒤 그 묶음 단위로 시간 우선 혹은 주파수 우선으로 인덱싱을 수행하는 하이브리드 방법도 고려할 수 있다.
- [0097] 도 13 은 본 발명의 실시예에 따라 R-PDCCH 를 위한 R-REG 인덱싱의 예를 도시한다.
- [0098] 도 13 의 (a)는 CRS 와 DM-RS 모두가 존재하는 경우로서, 하나의 R-REG 가 4 개의 RE 로 구성되는 경우를 예시한다. 도 13 의 (a)에서는 심볼 인덱스 3 및 4 를 하나로 묶고, 심볼 인덱스 5 및 6 을 하나로 묶어서, 그 안에서 인덱싱을 수행한다. 이 경우 백홀 채널을 위한 심볼이 3 번 인덱스의 심볼부터 유효할 경우이다. 유효 심볼 인덱스가 가변이라면 인덱싱을 시작하기는 심볼 인덱스 역시 가변할 수 있다. 또한, 시간영역 인덱스 "1" 가 적은 것, 부반송파 인덱스 "k" 가 작은 RE 먼저 할당하는 하며 CRS, DM RS 를 제외하고 4 개의 RE 를 묶어서 할당한다. 만약 RS 를 만나면 그를 제외한 비어있는 다른 RE 를 R-REG 그룹에 포함시켜 가는 방식으로 R-REG 인덱스를 정의 한다. 따라서 배치된 RS 의 개수에 따라서 R-REG 모양, 위치, 인덱스 등이 달라질 수 있다. 두 번째 슬롯에도 동일한 규칙을 적용하여 R-REG 인덱싱을 수행할 수 있으며 두 번째 심볼 그룹 (1=5,6)에서의 인덱싱 순서는 k 가 큰 값에서 작은 값으로 인덱싱할 수도 있다.
- [0099] 도 13 의 (b) 역시 백홀 서브프레임의 첫 번째 슬롯에 4 RE 단위의 R-REG 를 정의하고 R-REG 인덱싱을 수행한 예를 도시하지만, 이 경우 DM-RS 의 일부 포트를 할당하지 않은 경우이다. 도 13 의 (b)의 특징은 2 개의 미점유 RE 가 있다는 것이다. 도 13 의 (b)에서 미점유 RE 의 위치는 (1,k)=(5,10), (6,10)에 위치하며, 이로 인하

여 R-REG 내 4 RE 들간 거리를 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

- [0100] 도 13 의 (c) 및 (d)는 하나의 R-REG 에 속하는 2 RE 단위로 인접하도록 페어링(pairing)을 하는 것이다. 즉 대각선 방향으로의 페어링을 제외한 것이다. 예를 들면 그림 도 13 의 (b)에서 (4,2)에 위치한 RE 는 R-REG #1 에 속했으나, 도 13 의 (c) 및 (d)에서는 R-REG #0 에 속한다. 이렇게 함으로서 2 RE 단위로 묶어서 전송 다이버시티 기법을 적용하기에 더욱 유리하다는 장점이 있다. 특히 도 13 의 (d)는 DM-RS 를 위한 RE 수가 적은 경우를 보인 것이다. 이 경우 남은 2 RE 는 인접 RB 와 함께 묶어서 하나의 R-REG 를 구성할 수 있다. 만약 홀수 RB 로 사용되거나 2 RB 단위 R-REG 구성을 하지 않을 경우에는 2 RE 를 마지막 인덱스로 하거나 사용하지 않을 수 있다. 마지막 인덱스로 설정한 경우에는 이전 R-REG 중에 실렸던 정보를 다시 한번 반복해서 전송하는 용도로 사용될 수 있다.
- [0101] 도 13 의 (e)는 심볼 단위로 주파수 우선 방식으로 R-REG 인덱싱을 수행한 예이며, 도 13 의 (f)는 1=3,4 심볼에는 주파수 우선 방식으로 R-REG 인덱싱을 수행하고, DM-RS 가 많이 존재하는 1=5,6 심볼에서는 시간 우선 방식으로 R-REG 인덱싱을 수행한다. 도 13 의 (e)와 (f)를 참조하면, 2 RB 단위로 인덱싱을 수행하는 경우에 R-REG 구성에 더 유리함을 알 수 있다.
- [0102] 도 14 는 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0103] 도 14 를 참조하면, 점선으로 표시된 영역에 존재하는 RS 는 안테나 포트 #0, #1 에 대한 CRS 뿐임을 알 수 있다. 만약 R-PDCCH 가 그 영역에만 존재하고, CRS 에 의존하여 복조를 수행하여야 한다면 안테나 포트 #0, #1 에 대한 CRS 만을 이용하여 R-PDCCH 를 복조하는 것을 제안한다. 즉, 안테나 포트 0, 1 만을 이용하는 R-PDCCH 디코딩을 의미한다. 이렇게 함으로서 디코딩 레이턴시를 줄일 수 있다.
- [0104] 여기서, 4 개의 CRS 안테나 포트를 이용하도록 설정된 상황에서 CRS 포트 #0 과 #1 만을 사용하도록 제한하는 방법으로 아래의 두 가지를 고려할 수 있다. 첫 번째는 기지국이 R-PDCCH 전송에는 2 개의 CRS 포트를 사용하는 전송 포맷을 사용하는 방식으로, 이는 곧 R-PDCCH 라는 특정 물리 채널은 셀 특정한 물리 채널 설정과는 다른 안테나 포트의 수가 적용되는 전송 포맷을 사용함을 의미한다. 두 번째는 R-PDCCH 전송에 있어서 기지국이 4 개의 CRS 포트를 사용하는 전송 포맷을 사용하되 CRS 포트 #2 와 #3 에서는 널(null) 신호를 전송하는 것이다. 기지국은 이런 동작을 수행한다는 점을 상위 계층 신호를 통하여 중계기에게 알릴 수 있으며, 중계기는 CRS 포트 #2 와 #3 에서는 아무런 신호가 전송되지 않는다는 가정 하에서 R-PDCCH 신호를 디코딩한다.
- [0105] 한편, SFBC(Space-Frequency Block Coding) 기법을 수행하기 위해서는 R-REG 는 가능한 동일 심볼내의 RE 로 구성하여야 한다. 물론 2TX SFBC, 4TX SFBC 인지 여부에 따라서 하나의 R-REG 에 포함되는 RE 의 개수 변경될 수 있다.
- [0106] 도 15 는 4TX SFBC 를 적용하기 위한 R-PDCCH 전송을 예시하는 도면이다. 특히 도 15는 4TX SFBC 를 적용하기 위해 심볼 인덱스 1=3 및 4 만 R-PDCCH 전송에 사용하는 예이며, 도 15 의 (a)는 주파수 우선 방식을, (b)는 시간 우선 방식을 도시한다.
- [0107] 특히 1 RB 에 R-REG 수가 5 개뿐이므로 다수의 RB 를 묶어서 R-PDCCH 를 전송하는 것이 바람직하다. 예를 들어 10 R-REG 가 R-PDCCH 전송의 기본 단위라면 2 RB 를 할당하는 것이 바람직하다. 물론 백홀 채널은 특수한 경우이기 때문에 5 R-REG 만을 이용한 R-PDCCH 전송도 가능할 수 있다.
- [0108] 도 16 은 4TX SFBC 를 적용하기 위한 R-PDCCH 전송을 예시하는 다른 도면이다. 특히 도 16 은 DM-RS 의 유무에 따라서 R-REG 패턴과 R-REG 의 수가 변화하는 문제를 해결하기 위한 방법의 하나로 첫 번째 슬롯에서 2 개의 심볼, 두 번째 슬롯에서 2 개의 심볼을 택하여 R-PDCCH 전송에 사용하는 방법이다 (1=3, 4, 7, 8). 또한, 도 16 의 (a)는 주파수 우선 방식을, (b)는 시간 우선 방식을 도시한다.
- [0109] 특히 R-REG 수도 18 개이므로 기존 LTE 시스템의 CCE 단위로 환산하면 2 CCE 가 되어 R-PDCCH 할당 시 R-REG 그룹구성이 되지 않아 낭비 되는 자원을 최소화할 수 있다. 또한 1 RB 가 9 R-REG 즉 1 CCE 를 형성하므로 기존 LTE 와 동일한 CCE 크기를 유지할 수 있다.
- [0110] 도 17 은 R-REG 또는 R-CCE 의 구성을 도시하는 도면이다. 특히 도 17 의 (a)는 하나의 R-REG 또는 R-CCE 에 포함되는 RE 의 수가 2 개인 경우를 예시하며, 도 17 의 (b)는 하나의 R-REG 또는 R-CCE 에 포함되는 RE 의 수가 4 개인 경우를 예시한다.
- [0111] 일반적으로 R-REG 구성은 SFBC 와 같은 RE 쌍 (예를 들어, 2 RE, 4 RE 및 8 RE) 단위로 자원을 할당하는 기술을 적용하기 위한 목적이 있다. 이러한 기술이 적용되었을 경우 어느 하나의 RE 가 손상이 된다면 (예를 들어 서빙

셀이 전송하는 CSI-RS 와의 위치 중복 혹은 인접 셀이 전송하는 CSI-RS 수신을 위해서 서빙 셀이 ping-pong하는 RE 와의 위치 중복) 그 영향은 R-REG 에 영향을 미치게 된다. 만약 CSI-RS 와 같은 신호가 전송되는 RE 들이 여러 R-REG 에 걸쳐서 위치하게 되면 해당 RE 들이 속한 R-REG 모두 영향을 받게 된다 (도 18 의 기존 구성 참조) 이러한 문제를 해결하기 위해서 CSI-RS 를 위치/패턴을 설계할 때 REG 구성을 고려하는 것이 바람직하다.

[0112] 먼저 하나의 셀이 전송하는 CSI-RS 가 차지하는 RE 는 동일한 R-REG (혹은 동일한 R-CCE)에 존재하는 RE 가 되도록 설계할 것을 제안한다. 예를 들어 하나의 셀이 4 포트의 CSI-RS 를 전송하기 위하여 4 개의 RE 를 사용하고 도 17 의 (b)와 같이 하나의 R-REG 가 4 개의 RE 로 구성된다면, 상기 CSI-RS 전송 RE 는 모두 하나의 R-REG 에 존재하는 RE 가 되도록 CSI-RS 전송 패턴을 결정한다. 도면을 참조하여 보다 상세히 설명한다.

[0113] 도 18 은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG 또는 R-CCE 의 구성을 도시하는 다른 도면이다. 특히 도 18 은 R-REG 또는 R-CCE 의 구성에 있어, CSI-RS (channel status information reference signal)의 존재하는 경우이며, 설명의 편의를 위하여 기존의 구성(Conventional)과 제안하는 구성(Proposal)을 하나의 도면에 도시하였음을 주의한다.

[0114] 인접 셀의 CSI-RS 수신을 위해서 서빙 셀이 인접 셀의 CSI-RS 에 대응하는 RE 에 대해서 ping-pong을 실시하는 경우에도 마찬가지로 ping-pong되는 RE 는 모두 동일한 R-REG 에 존재하는 RE 가 되도록 설계한다. 또한 CoMP 와 같은 셀 간 협력 통신을 지원하기 위하여 여러 셀에서 전송되는 다중 셀 CSI-RS 세트 (예를 들어, 셀 1, 셀 2 및 셀 3 으로부터 수신되는 각각의 CSI-RS)를 가능한 동일한 R-REG (혹은 동일한 R-CCE)에 존재하도록 설계하는 것을 제안한다. (도 18 의 "Proposal" 참조). 이렇게 함으로서 특정 RE 들에서 CSI-RS 전송 혹은 그에 따른 ping-pong이 수행되는 경우에 다수의 R-REG 의 피해를 최소화 할 수 있다.

[0115] 또 다른 방식으로, R-PDCCH 가 전송되는 RE 와 CSI-RS 가 충돌할 경우 CSI-RS 가 전송되는 동작을 제안한다. 즉 R-PDCCH 대신 CSI-RS 가 전송되는 것이다. 또한 인접 셀의 CSI-RS 가 전송되는 RE 를 서빙 셀이 ping-pong 하는 경우에도 마찬가지로 R-PDCCH 전송에 사용되는 RE 를 ping-pong한다. 이는 사전에 이러한 규칙을 정해 놓거나 시그널링에 의해서 가능하며 CSI-RS 의 전송 여부를 수신부에서 알 수 있도록 함으로서 채널 추정 성능을 크게 향상시킬 수 있다. 또한 릴레이는 특정 R-REG 의 RE 에는 R-PDCCH 가 아닌 CSI-RS 가 전송됨을 상위 계층 신호 등을 통해서 인식하고 해당 RE 를 R-PDCCH 디코딩에서 제외하는 동작을 수행할 수 있다.

[0116] 한편, CSI-RS 는 매 서브프레임마다 전송되는 것이 아닌 채널 상황에 따라 5 서브프레임 또는 그 보다 큰 주기로 전송되므로, 전체 서브프레임은 CSI-RS 가 전송되는 서브프레임과 CSI-RS 가 전송되지 않는 서브프레임으로 구분된다. 이 경우 CSI-RS 의 존재 유무를 고려하여 R-PDCCH REG 구성을 달리하거나 CSI-RS 위치에 R-PDCCH 를 아예 전송하지 않는 방법을 제안한다. 즉, CSI-RS 를 전송하기로 설정되어 있는 서브프레임에서는 뮤팅(muting)된 RE(인접 셀 CSI-RS 를 위하여 ping-pong시키는 RE)를 포함하는 CSI-RS RE 또는 CSI-RS REG (2, 4, 8 개의 포트 구성된 RE 들의 묶음) 위치와 중복되는 R-REG 를 R-PDCCH 맵핑 시 건너뛰는 방법 (R-PDCCH REG 레벨 레이트 매칭) 또는 해당 R-REG 인덱싱 자체를 건너뛰는 방법 (R-PDCCH REG 레벨 ping-pong)을 고려할 수 있다. 여기서 뮤팅이란 해당 RE 를 송신하기 위한 송신 전력이 0 임을 지시하는 것으로 이해하는 것이 바람직하다. 상술한 동작은 CSI-RS 전송 주기를 기반으로 수행하거나, 별도의 전용 시그널링을 통해 수행할 수도 있다.

[0117] 도 19 는 본 발명의 실시예에 따른 R-REG 의 구성 및 인덱싱을 예시하는 도면이다. 특히 도 19 는 CRS 를 위한 안테나 포트가 4 개인 경우에, DM-RS 와 CRS 가 모두 존재하는 경우와 CRS 만 존재하는 경우를 나누어 도시하며, 하나의 R-REG 를 구성하는 RE 의 개수(4 개 또는 2 개)도 달리하여 예시한다.

[0118] 도 19 의 (a)의 경우, 하나의 R-REG 를 구성하는 RE 의 개수가 4 개이며 DM-RS 와 CRS 가 모두 존재하는 경우를 도시한다. 특히 도 19 의 (a)에서는 DM-RS 의 위치로 인해 첫 번째 슬롯의 R-REG #7 과 두 번째 슬롯의 R-REG #14 가 두 심볼에 걸쳐서 구성되었으며, R-REG #2, #3 과 R-REG #5, #6 의 경우에는 불연속적으로 위치한 RE 들이 하나의 R-REG 를 구성하고 있다. 또한, 도 19 의 (b)의 경우, 하나의 R-REG 를 구성하는 RE 의 개수가 2 개이며 CRS 만 존재하는 경우를 도시한다.

[0119] 도 19 의 (c)의 경우 하나의 R-REG 를 구성하는 RE 의 개수가 2 개이며 DM-RS 와 CRS 가 모두 존재하는 경우를 도시한다. 특히 도 19 의 (c)에서는 DM-RS 의 위치 때문에 불연속적으로 위치한 RE 들이 한 R-REG 를 이루는 것을 피하기 위해 두 심볼에 걸쳐 구성된 R-REG 들이 존재한다. (R-REG #7, #13, #14 및 #27) 또한, 도 19 의 (d)의 경우, 하나의 R-REG 를 구성하는 RE 의 개수가 2 개이며 CRS 만 존재하는 경우를 도시한다.

[0120] 도 19 의 (e) 내지 도 19 의 (g)의 경우, 첫 번째 슬롯에서는 4 개 포트의 DM-RS 를 모두 고려한 반면, 두 번째 슬롯에서는 2 포트 이하의 DM-RS 만을 사용하게 되는 경우를 가정한 것이다. 도 19 의 (e) 및 (f)와 같이 4 개

의 RE 를 하나의 R-REG 로 구성할 경우, 두 번째 슬롯에서 2 개의 RE 가 R-REG 에 속하지 못하고 남게 된다.

- [0121] 도 20 은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG 의 구성 및 인덱싱을 예시하는 다른 도면이다. 특히 도 20 은 CRS 를 위한 안테나 포트가 2 개인 경우에, DM-RS 와 CRS 가 모두 존재하는 경우와 CRS 만 존재하는 경우를 나누어 도시하며, 하나의 R-REG 를 구성하는 RE 의 개수(4 개 또는 2 개)도 달리하여 예시한다.
- [0122] 도 21 은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG 의 구성 및 인덱싱을 예시하는 도면이다. 특히 도 21 은 CSI-RS 전송을 위한 전용 OFDM 심볼을 고정하는 방법을 설명한다.
- [0123] 도 21 의 (a) 및 (b)의 경우, 릴레이가 수신하는 CSI-RS 는 첫 번째 슬롯에는 존재하지 않는다는 특징이 있다. 이는 첫 번째 슬롯에 존재하는 가용 RE 의 수가 두 번째 슬롯에 비해서 적기 때문에, 첫 번째 슬롯에 CSI-RS 를 배치한다는 것은 첫 번째 슬롯에 전송되는 제어정보(즉, R-PDCCH) 전송에 사용될 수 있는 RE 의 수가 상대적으로 크게 줄어든다는 것을 의미하기 때문이다. 따라서 릴레이가 수신하는 CSI-RS 를 항상 두 번째 슬롯에 위치하는 것을 제안한다.
- [0124] 특히 위치는 일반 CP 의 경우, 9, 10 번 심볼을 CSI-RS 전송을 위한 전용 OFDM 심볼로 고정하는 것이 바람직하며, 확장 CP 의 경우에는 8 번 심볼에 고정하는 것이 바람직하다. 이는 해당 OFDM 심볼에는 RS 가 존재하지 않기 때문에 CSI-RS 의 포트 수를 고려한 배치에 유리하기 때문이다. 특히 CSI-RS 가 존재하지 않은 서브프레임에서도 항상 CSI-RS 로 사용되는 심볼은 R-PDCCH 전송의 용도로 사용되지 않도록 동작할 수 있다. 반면 릴레이로 전송되는 데이터는 CSI-RS 로 사용되는 심볼에서도 CSI-RS 가 사용하는 RE 이외의 다른 RE 를 사용할 수는 있다. 즉 데이터 채널은 CSI-RS RE 에 대해서 널링을 수행하거나, 레이트 매칭을 수행한다. 이렇게 함으로써 두 번째 슬롯에서 R-PDCCH 를 위한 가용 RE 수를 가급적 일정하게 유지할 수 있으며, 첫 번째 슬롯의 가용 RE 의 수와 두 번째 슬롯이 가용 RE 수를 비슷하게 맞출 수 있다는 장점이 있다. 따라서 첫 번째 슬롯에 하향링크 그랜트를 전송하고 두 번째 슬롯에 상향링크 그랜트를 전송하는 경우 하향링크 그랜트와 상향링크 그랜트가 차지하는 RE 수가 유사하기 때문에 비슷한 채널상황에서 서로 비슷한 코딩 레이트 및 셀 커버리지를 유지할 수 있다.
- [0125] 또 다른 방법으로는 CSI-RS 가 존재하는 서브프레임에 한해서 도 21 과 같이 CSI-RS 용 OFDM 심볼을 고정하되 CSI-RS 가 존재하지 않는 서브프레임에는 해당 OFDM 심볼을 CSI-RS 전송 이외의 목적으로 사용하는 것도 고려할 수 있다.
- [0126] 이러한 CSI-RS 전용 OFDM 심볼의 도입은 R-REG 구성에 매우 유용할 뿐만 아니라 DCI(Downlink Control Information)를 구성하는데도 매우 유용하다. 도 21 의 (a)에서 R-REG 인덱스를 살펴보면 CSI-RS 전용 OFDM 심볼에서는 그 인덱스가 #2, #3, #7, #8, #12, #18 이다. 여기서 주목할 것은 #9, #10 번 심볼내의 모든 R-REG 의 경계는 해당 심볼과 정확히 일치한다. 따라서 R-REG 단위로 자원을 맵핑하는 경우 #9, #10 번 심볼이 없어도 R-REG 단위 맵핑이 가능하다. 특히 #9, #10 번 심볼을 항상 CSI-RS 전용 OFDM 심볼로 사용하는 경우에는 #9, #10 번에 대한 R-REG 인덱싱을 하지 않는 방법도 고려할 수 있다.
- [0127] 하지만 서브프레임에 CSI-RS 의 유무에 따라서 해당 심볼을 사용할 수도 있는 두 번째 방법에서는 다음과 같은 방식의 설계가 가능하다. 즉, CSI-RS 가 존재하지 않는 경우에는 #9, #10 번 심볼을 포함해서 정상적인 R-REG 인덱싱을 수행하고, CSI-RS 가 존재하는 경우에는 #9, #10 번 심볼을 제외하고 R-REG 인덱싱을 수행하도록 설계하는 것이다. 즉 두 종류의 R-REG 인덱싱 방법을 정의하고 이를 CSI-RS 전송 유무에 따라서 자동적으로 변경되도록 하는 것이다. 릴레이 입장에서는 CSI-RS 가 어떤 서브프레임에 존재하는지 알기 때문에 언제 어느 R-REG 인덱싱 방법을 바탕으로 디-맵핑 및 복조를 수행하여야 하는지 알 수 있다는 점을 이용하면 별도의 시그널링 없이도 제안 방식을 도입할 수 있다.
- [0128] 도 21 의 (c)는 하나의 R-REG 에 복수 셀의 CSI-RS 포트가 존재하도록 구성한다. 여기서 재사용 인자(reuse factor)가 얼마인지에 따라서 CSI-RS 포트 배치는 달라질 수다. 만약 4 개의 셀이 협력하는 경우에는 1 R-REG(=4RE)는 4 셀에 대응하는 4 개 안테나 포트의 CSI-RS 를 포함한다.
- [0129] 특히 R-REG 단위로 맵핑을 수행하는 경우, 도 21 의 (d)와 같이 CSI-RS 가 할당된 OFDM 심볼을 존재하지 않는다는 가정하여 R-REG 인덱싱을 수행하는 방법과 도 21 의 (e)와 같이 CSI-RS 가 할당된 OFDM 심볼에 해당하는 REG 인덱싱이 존재하되 다만 데이터 맵핑 시 CSI-RS 가 할당된 OFDM 심볼이라는 점을 고려해서 해당 심볼은 건너뛰는 방법도 고려할 수 있다. 물론 이러한 맵핑 방법은 R-REG 레벨 단위에서도 수행될 수도 있다.
- [0130] 도 22 는 확장 CP 인 경우 CSI-RS 용 OFDM 심볼의 위치와 이를 고려한 R-REG 인덱싱의 예를 도시한다. 특히 도 22 의 (a)는 CRS 와 DM-RS 가 모두 존재하는 경우를, (b)는 CRS 와 DM-RS 가 모두 존재하는 경우를 도시한다.

도 22 에서는 8 번째 심볼을 CSI-RS 용으로 고정하더라도 해당 심볼에 R-REG 인덱싱을 수행하되 여기에는 R-PDCCH 또는 R-PDSCH 를 맵핑하지 않는 경우이다. 하지만 CSI-RS 용 심볼을 전송하는 서브프레임이라면 R-REG 인덱싱 시 해당 심볼의 REG 를 생략하는 방법 역시 가능하다.

- [0131] 도 23 은 본 발명의 실시예에 따른 R-REG 의 구성 및 인덱싱을 예시하는 다른 도면이다. 특히 도 23 역시 CSI-RS 전송을 위한 전용 OFDM 심볼을 고정하는 방법이며, 특히 도 23 의 (a)는 CRS 와 DM-RS 가 모두 존재하는 경우를, (b)는 CRS 와 DM-RS 가 모두 존재하는 경우를 도시한다.
- [0132] 도 23 에서는 CSI-RS 로 사용되는 심볼은 R-REG 인덱싱 시 가장 마지막에 인덱싱을 할당하는 방법을 제안한다. 이 방법의 장점은 CSI-RS 의 존재 여부와 상관없이 인덱싱 순서대로 맵핑하고 마지막 CSI-RS 심볼에까지 맵핑할지 여부는 CSI-RS 의 존재를 파악해서 수행할 수 있다.
- [0133] 도 24 는 본 발명의 실시예에 따라 확장 CP 의 경우 R-REG 구성 및 인덱싱을 예시하는 도면이다. 특히 도 24 의 (a)는 CRS 와 DM-RS 가 모두 존재하는 경우를, (b)는 CRS 와 DM-RS 가 모두 존재하는 경우를 도시한다.
- [0134] 도 24 를 참조하면, CP 의 길이와 상관없이 첫 번째 슬롯의 R-REG 구성 및 R-REG 인덱싱을 동일하게 만들기 위해, 확장 CP 를 사용하는 경우에는 R-PDCCH 의 시작점을 세 번째 심볼로 설정하고 R-REG 구성 및 인덱싱을 구성하는 방법을 도시한다. 제안하는 방법을 통해 하향링크 그랜트가 존재하는 첫 번째 슬롯의 R-REG 구성 및 R-REG 인덱싱을 CP 의 길이와 상관없이 동일하게 가져갈 수 있으며, CP 의 길이와 상관없이 같은 양의 자원을 이용하는 하향링크 그랜트의 디자인이 가능해진다.
- [0135] 도 25 및 도 26 은 R-REG 를 구성하는 과정에서 안테나 간 전력 밸런싱을 유지하기 위한 방법을 설명하는 도면이다. 특히 도 25 및 도 26 에서의 R-REG 인덱스는 예시일 뿐, 앞서 기술한 인덱싱 기법 모두를 적용할 수 있음은 물론이다.
- [0136] 4 개의 안테나를 가진 기지국에서 R-PDCCH 전송을 기존 LTE 시스템에서의 다이버시티 방식을 이용하는 경우, 4 개의 심볼 단위로 프리코딩이 수행된다. 즉 프리코더 출력에서 0 번째 심볼과 1 번째 심볼은 0 번째 안테나와 2 번째 안테나를 통해서만 전송되고, 2 번째 심볼과 3 번째 심볼은 1 번째 안테나와 3 번째 안테나를 통해서만 전송된다. 그러므로 프리코더의 입력 단위인 4 개의 심볼이 동일 시간에 다른 주파수를 통해 전송되는 것이 안테나 간 전력 밸런싱을 위해 중요하다.
- [0137] 주파수상으로 4 RE 를 확보하지 못하는 R-REG 의 경우 주파수 우선 맵핑을 적용하기에 적합하지 않기 때문에, 해당 REG 에 한해서 시간 우선 맵핑을 적용하는 것을 제안한다. 도 25 의 (a)를 살펴보면, R-REG 인덱스 0 의 경우 동일한 OFDM 심볼에 4 RE 로 REG 가 구성되기 때문에 주파수 우선 맵핑을 적용하고, 이와 달리 첫 번째 슬롯의 R-REG 인덱스 #5, #6, #7 와 두 번째 슬롯의 R-REG 인덱스 #12, #13, #14 는 시간 우선 맵핑을 적용할 것을 제안한다.
- [0138] 도 26 은 시간 우선 맵핑을 적용하는 R-REG 를 최소화하기 위한 방법이다. 첫 번째 슬롯의 R-REG 인덱스 #5, #6 은 기존의 주파수 우선 맵핑을 적용할 수 있도록 동일한 심볼의 RE 로 구성한다. 하지만 R-REG 인덱스 #7 의 경우 그렇게 구성할 수 없기 때문에 두 심볼에 걸쳐 시간 우선 맵핑을 적용한다.
- [0139] 도 27 은 모든 R-REG 를 주파수 우선 방법으로 구성한 경우에도 안테나 간 전력 밸런싱을 유지하기 위한 방법을 도시한다. 특히, 도 27 은 안테나 간 전력 밸런싱을 유지하기 위하여, RB 간에 서로 다른 순서로 주파수 우선 방법을 적용한 예이다. 즉 RB#1 에서 안테나 맵핑 순서와 RB#2 에서의 안테나 맵핑 순서를 서로 다르게 설정함으로써 균일한 안테나당 전력 분배를 달성할 수 있다.
- [0140] 도 28 은 도 25 내지 도 27 의 개념을 단순화하여 도시한 개념도이다. 특히 도 28 의 (a)는 주파수 우선 맵핑 또는 시간 우선 맵핑에 따라서, 전송 다이버시티를 적용할 경우 실제 안테나 맵핑이 어떻게 이루어지는지에 관한 예시이다.
- [0141] 도 28 의 (b)는 주파수 우선 맵핑의 경우 안테나 간 전력 불균형 문제가 발생할 수 있기 때문에, R-REG 의 RE 맵핑 순서를 REG 마다 다르게 설정할 필요가 있음을 보인 것이다. 도 27 의 R-REG #7 과 같이 문제가 되는 R-REG 가 RB 마다 하나씩 존재 할 경우, RB 마다 RE 맵핑 순서를 다르게 해줘야 한다. 도 28 의 (c)와 같이 시간 우선 맵핑의 경우 안테나 간 전력 불균형 문제가 자연스럽게 해결되기 때문에 시간 우선 맵핑이 요구되는 R-REG 에 대해서 동일한 RE 맵핑 순서를 유지해도 무관하다.
- [0142] 도 29 및 도 30 은 본 발명의 실시예에 따라 CSI-RS 뮤티핑 기법을 고려한 R-REG 구성 방법이다. 여기서 뮤티핑이란

해당 RE 를 송신하기 위한 송신 전력이 0 임을 지시하는 것으로 이해하는 것이 바람직하다.

- [0143] 특히 도 29 에서는 5 개의 CSI-RS 패턴 (각각 8 개의 안테나 포트)을 도시한 것이다. 각 안테나 포트는 0, 1, ..., 7 로 표기하였다. 같은 무늬로 구성된 RE 들의 그룹이 하나의 CSI-RS 패턴이며 그 RE 중에서 안테나 포트는 기입된 숫자로 구분한다. CSI-RS 는 특정 서브프레임을 기준으로 주기적으로 전송되는 특징을 가지고 있다. 인접 셀의 CSI-RS 을 뮤팅하는 절차 또한 CSI-RS 의 주기와 연관되어 수행할 수 있다. 예를 들어 5 개의 셀이 도 29 및 도 30 과 같이 서로 다른 5 개의 CSI-RS 패턴을 사용하며 그 전송 주기가 동일하다면 CSI-RS 가 전송되는 특정 서브프레임에서는 뮤팅된 인접 셀의 CSI-RS 패턴을 포함하여 5 개의 CSI-RS 패턴의 RE 들이 모두 R-PDCCH 또는 R-PDSCH 를 전송할 수 없다. 따라서 이를 고려하여 R-REG 를 설계하여야 한다.
- [0144] 도 29 은 OFDM 심볼 인덱스 #5, #6, #12, #13 에서 CSI-RS RE 를 피하여 R-REG 를 구성한 예시를 보인 것이다. 심볼 인덱스 #5 에서는 뮤팅된 CSI-RS 포트 #0, #4 를 배제한 하나의 R-REG, 뮤팅된 CSI-RS 포트 #2, #6 을 제외한 또 다른 하나의 R-REG 의 구성을 예시한다. 이렇게 함으로서 모든 R-REG 는 총 4 개의 가용 RE 로 구성되게 된다. 또한 CSI-RS RE 를 건너뛰어 하나의 R-REG 를 구성하더라도 R-REG 내 인접한 2 개의 RE 는 각각 인접하도록 구성되었기 때문에 SFBC 동작에는 문제가 되지 않는다.
- [0145] 반면 도 30 은 CSI-RS RE 를 포함하여 하나의 R-REG 를 구성한 경우를 예시한다. 예를 들어 OFDM 심볼 인덱스 #5 에서는 3 개의 R-REG 가 구성되었고 아래로부터 첫 번째와 세 번째는 CSI-RS port #6, #2, #4, #0 을 포함하여 각각 R-REG 를 구성하였다. 여기서 CSI-RS 가 전송될 경우 CSI-RS 를 포함하는 REG 는 오직 2 개의 RE 로 구성된 R-REG 를 전송하게 된다. 앞서 언급했지만 SFBC 는 주파수상에서 인접한 두 개의 부반송파 또는 2 개의 RE 단위로 구성되었기 때문에 CSI-RS RE 로 사용되는 2 개의 RE 를 평처링한다고 해도 복조 과정에서는 문제가 발생하지 않는다. 다만 릴레이는 이러한 상황을 알 수 있도록 이 경우 기지국의 동작을 정의하여야 한다. 특히 안테나 간 전력 밸런싱을 위하여 안테나 포트를 배치하여야 한다. 즉 하나의 OFDM 심볼에서 안테나 포트 #0 과 #1 이 평처링되면 안테나 포트 #2 와 #3 도 동일한 양만큼 평처링되도록 구성하는 것이 바람직하다.
- [0146] R-REG 인덱싱은 R-REG 단위의 시간 우선 인덱싱을 수행할 수 도 있고 R-REG 단위의 주파수 우선 인덱싱을 수행할 수 도 있다. 다만 인터리빙 되지 않는 R-PDCCH 경우 R-PDSCH 에 존재하기 때문에 R-PDSCH 와 같이 주파수 우선 맵핑을 수행하므로, 이와 유사성을 유지하기 위해서 주파수 우선 인덱싱을 사용하는 것이 일관성이 있다. 또한 하나의 R-REG 내 일부의 RE 가 CSI-RS 와 충돌하게 되면 해당 RE 만 평처링되는 것도 고려할 수 있다.
- [0147] 한편, 서빙 셀이 인접 셀의 CSI-RS 를 위한 RE 를 뮤팅하기 위하여, 인접 셀은 서빙 셀로 X2 인터페이스를 통하여 CSI-RS 의 패턴 정보를 시그널링 하는 것이 바람직하다. 또는 OAM(Operation, Administration and Maintenance) 서버를 통하여 네트워크 오퍼레이터가 직접 패턴 정보를 직접 서빙 셀로 시그널링하는 것도 고려할 수 있다.
- [0148] 도 31 은 본 발명의 일 실시예에 따른 단말 장치의 블록 구성도를 예시한다.
- [0149] 도 31 을 참조하면, 단말 장치(1200)는 프로세서(1210), 메모리(1220), RF 모듈(1230), 디스플레이 모듈(1240) 및 사용자 인터페이스 모듈(1250)을 포함한다.
- [0150] 단말 장치(1200)는 설명의 편의를 위해 도시된 것으로서 일부 모듈은 생략될 수 있다. 또한, 단말 장치(1200)는 필요한 모듈을 더 포함할 수 있다. 또한, 단말 장치(1200)에서 일부 모듈은 보다 세분화된 모듈로 구분될 수 있다. 프로세서(1210)는 도면을 참조하여 예시한 본 발명의 실시예에 따른 동작을 수행하도록 구성된다.
- [0151] 구체적으로, 프로세서(1210)는 제어 신호와 데이터 신호를 다중화하는데 필요한 동작을 수행할 수 있다. 프로세서(1210)의 자세한 동작은 도 1 내지 도 30 에 기재된 내용을 참조할 수 있다.
- [0152] 메모리(1220)는 프로세서(1210)에 연결되며 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 프로그램 코드, 데이터 등을 저장한다. RF 모듈(1230)은 프로세서(1210)에 연결되며 기저대역 신호를 무선 신호를 변환하거나 무선신호를 기저대역 신호로 변환하는 기능을 수행한다. 이를 위해, RF 모듈(1230)은 아날로그 변환, 증폭, 필터링 및 주파수 상향 변환 또는 이들의 역과정을 수행한다. 디스플레이 모듈(1240)은 프로세서(1210)에 연결되며 다양한 정보를 디스플레이한다. 디스플레이 모듈(1240)은 이로 제한되는 것은 아니지만 LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode), OLED(Organic Light Emitting Diode)와 같은 잘 알려진 요소를 사용할 수 있다. 사용자 인터페이스 모듈(1250)은 프로세서(1210)와 연결되며 키패드, 터치 스크린 등과 같은 잘 알려진 사용자 인터페이스의 조합으로 구성될 수 있다.
- [0153] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는

특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

[0154] 본 문서에서 본 발명의 실시예들은 주로 단말과 기지국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행된다고 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 그 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 기지국을 포함하는 복수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. 기지국은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

[0155] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[0156] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

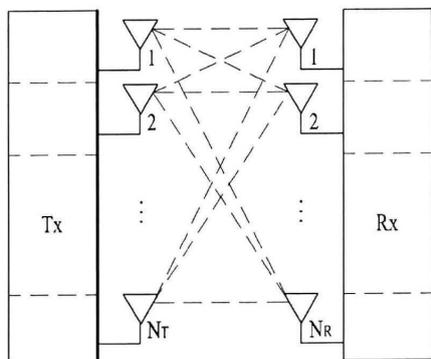
[0157] 본 발명은 본 발명의 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

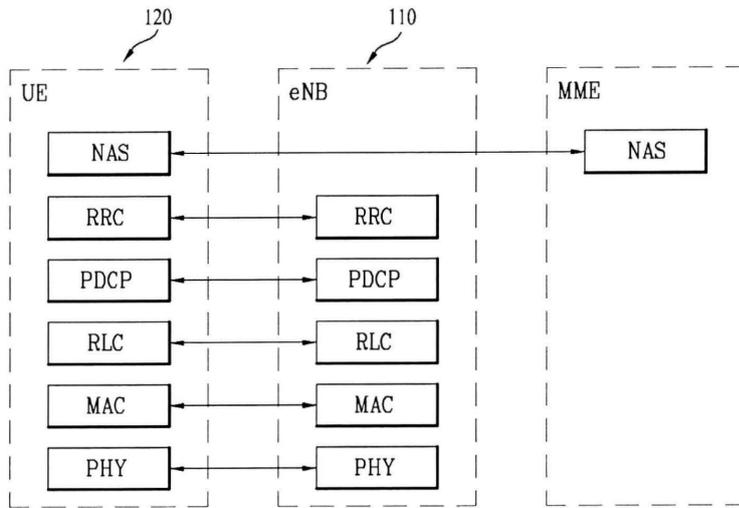
[0158] 상술한 바와 같은 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 기지국이 릴레이 노드로 제어 신호를 송신하는 방법 및 이를 위한 장치는 3GPP LTE 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 다중 안테나 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

도면

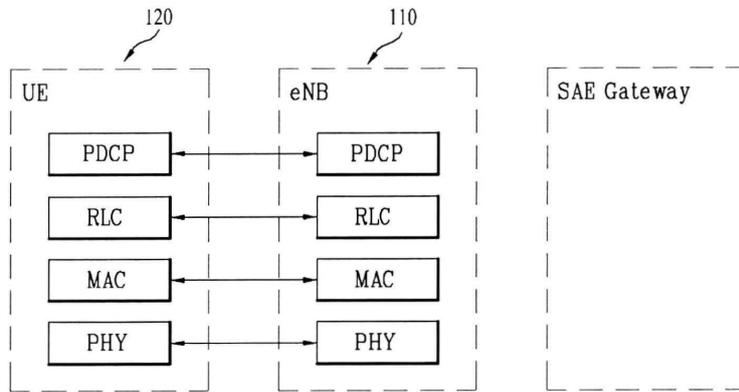
도면1



도면2

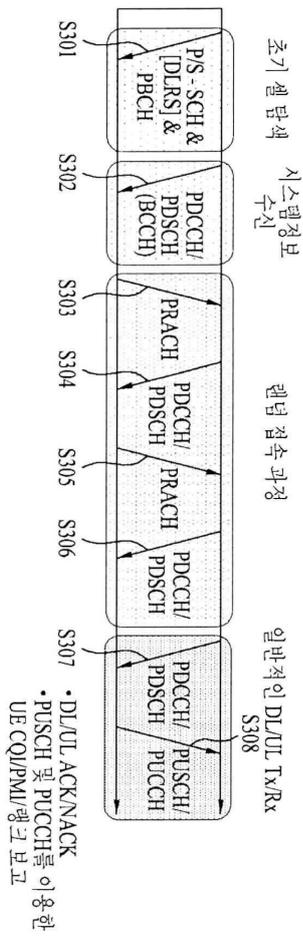


(a) 제어-평면 프로토콜 스택

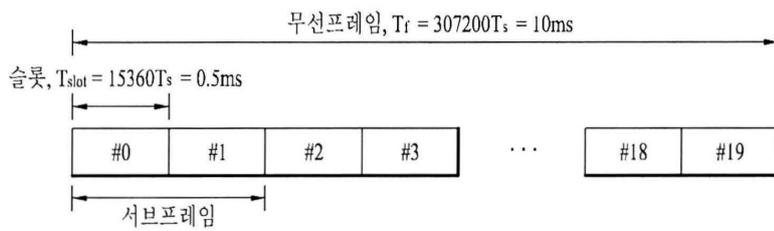


(b) 사용자-평면 프로토콜 스택

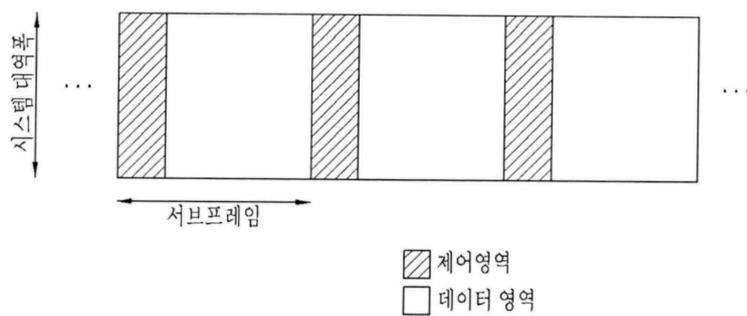
도면3



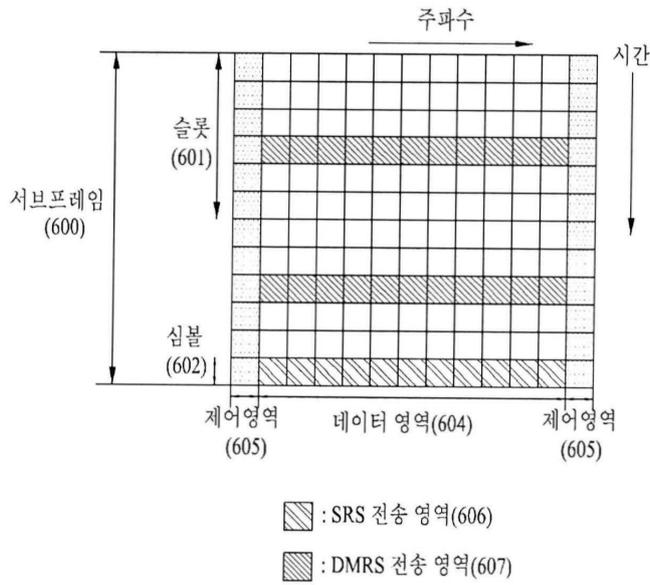
도면4



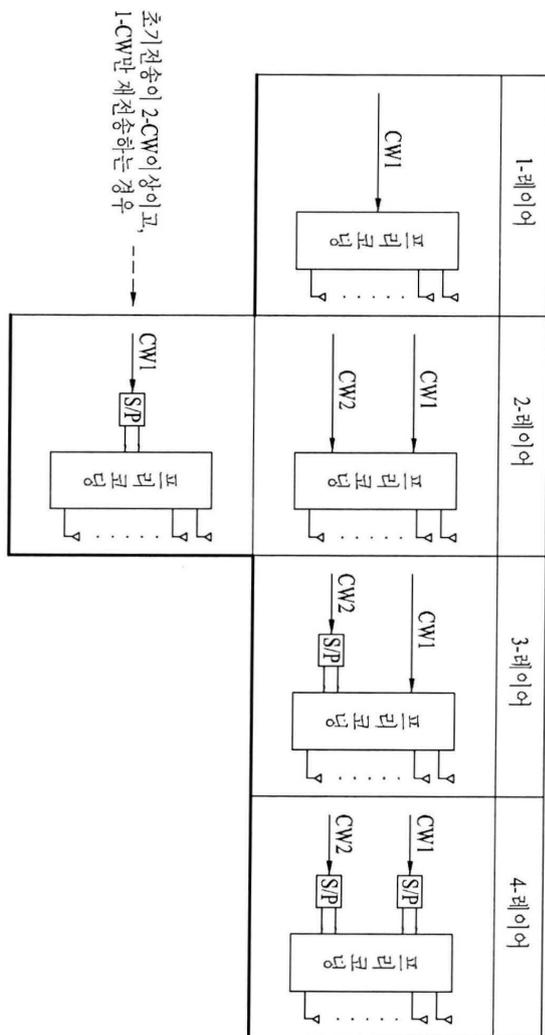
도면5



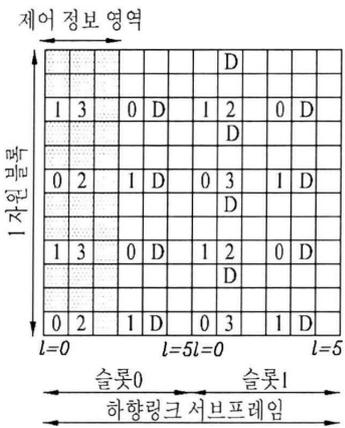
도면6



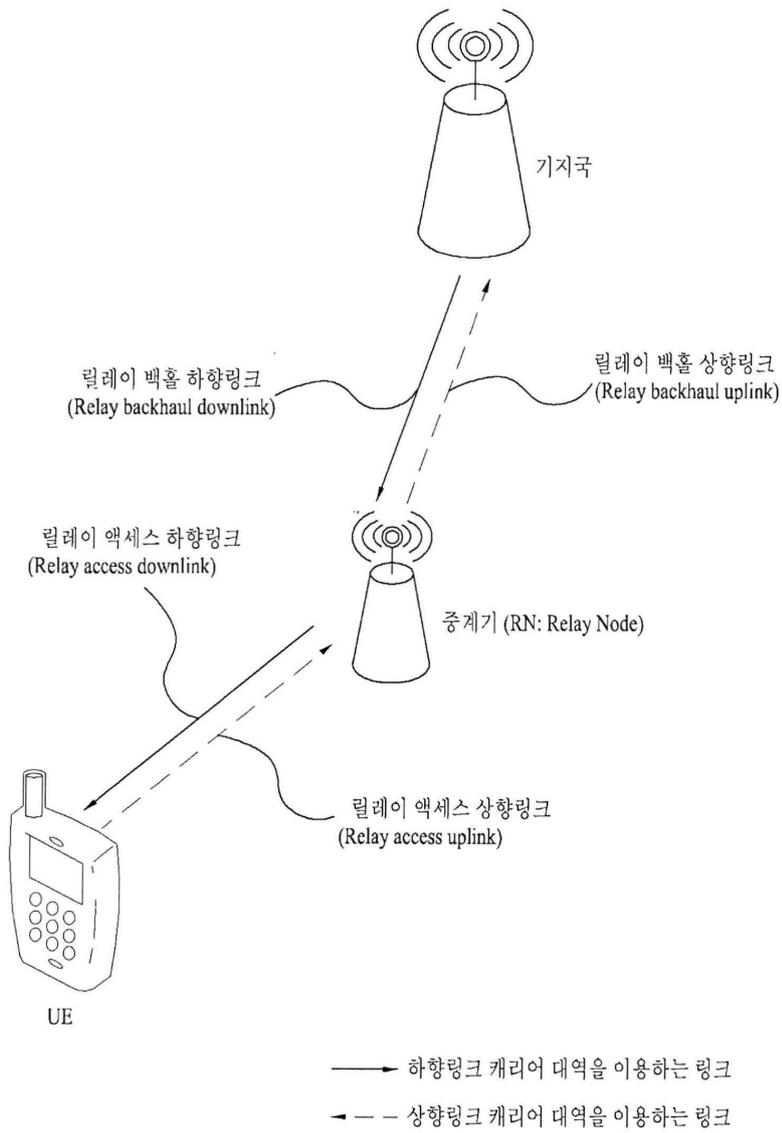
도면7



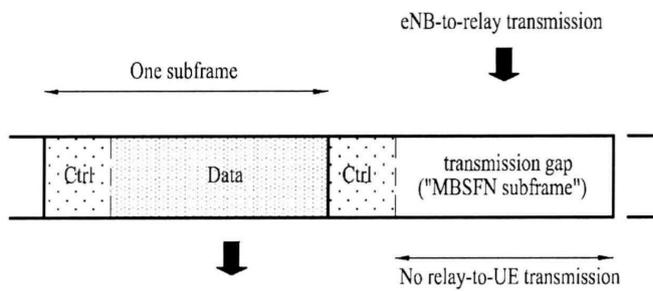
도면8



도면9

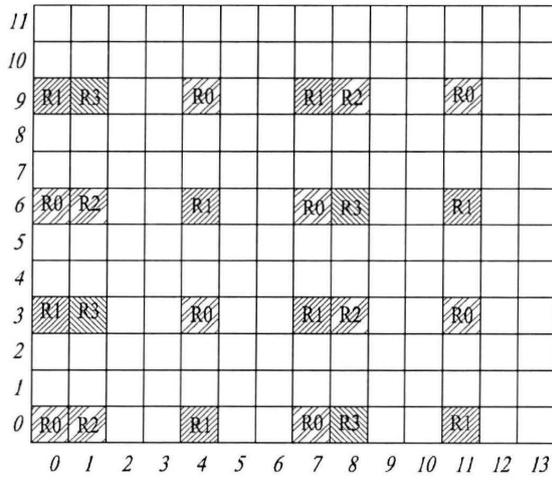


도면10

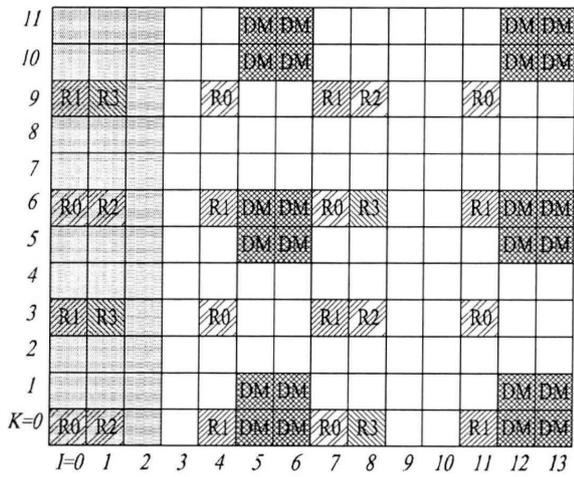


도면11

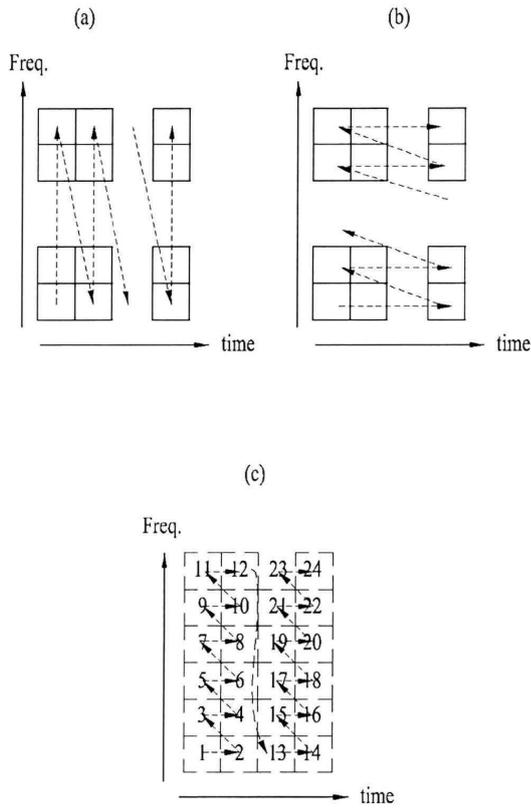
(a)



(b)



도면12



도면13a

11			4	4	DM	DM								DM	DM
10			4	4	DM	DM								DM	DM
9	R1	R3	3	R0	7	7	R1	R2			R0				
8			3	3	7	7									
7			2	3	6	6									
6	R0	R2	2	R1	DM	DM	R0	R3			R1	DM	DM		
5			2	2	DM	DM							DM	DM	
4			1	1	6	6									
3	R1	R3	1	R0	5	5	R1	R2			R0				
2			0	1	5	5									
1			0	0	DM	DM								DM	DM
K=0	R0	R2	0	R1	DM	DM	R0	R3			R1	DM	DM		
	l=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

도면13b

11				4	4	DM	DM							DM	DM
10				4	4	(9)	(9)								
9	R1	R3		3	R0	8	8	R1	R2				R0		
8				3	3	8	8								
7				2	3	7	7								
6	R0	R2		2	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
5				2	2	7	7								
4				1	1	6	6								
3	R1	R3		1	R0	6	6	R1	R2				R0		
2				0	1	5	5								
1				0	0	DM	DM							DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	5	5	R0	R3				R1		
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

도면13c

11				4	4	DM	DM							DM	DM
10				4	4	DM	DM							DM	DM
9	R1	R3		3	R0	7	7	R1	R2				R0		
8				3	3	7	7								
7				2	3	6	6								
6	R0	R2		2	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
5				2	2	DM	DM							DM	DM
4				1	1	6	6								
3	R1	R3		1	R0	5	5	R1	R2				R0		
2				1	0	5	5								
1				0	0	DM	DM							DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

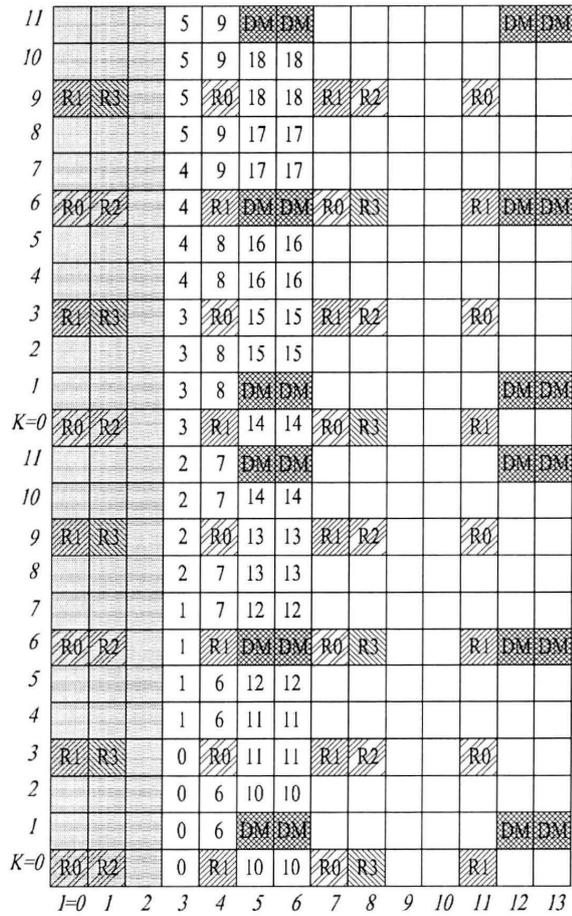
도면13d

11				4	4	DM	DM							DM	DM
10				4	4	(9)	(9)								
9	R1	R3		3	R0	8	8	R1	R2				R0		
8				3	3	8	8								
7				2	3	7	7								
6	R0	R2		2	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
5				2	2	7	7								
4				1	1	6	6								
3	R1	R3		1	R0	6	6	R1	R2				R0		
2				1	0	5	5								
1				0	0	DM	DM							DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	5	5	R0	R3				R1		
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

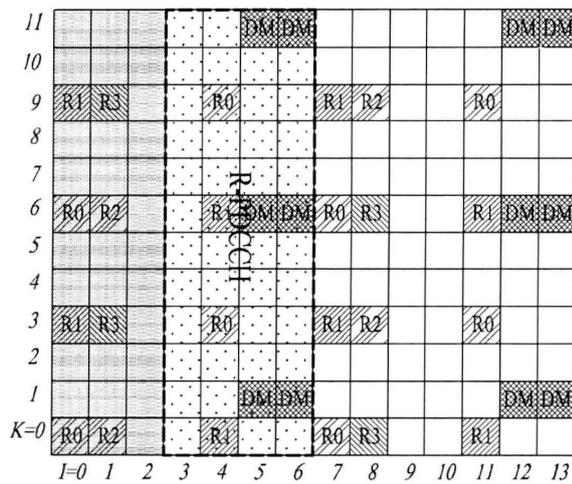
도면13e

11				5	9	DM	DM							DM	DM
10				5	9	DM	DM							DM	DM
9	R1	R3		5	R0	12	15	R1	R2				R0		
8				5	9	12	15								
7				4	9	12	15								
6	R0	R2		4	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
5				4	8	DM	DM							DM	DM
4				4	8	12	15								
3	R1	R3		3	R0	11	14	R1	R2				R0		
2				3	8	11	14								
1				3	8	DM	DM							DM	DM
K=0	R0	R2		3	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
11				2	7	DM	DM							DM	DM
10				2	7	DM	DM							DM	DM
9	R1	R3		2	R0	11	14	R1	R2				R0		
8				2	7	11	14								
7				1	7	10	13								
6	R0	R2		1	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
5				1	6	DM	DM							DM	DM
4				1	6	10	13								
3	R1	R3		0	R0	10	13	R1	R2				R0		
2				0	6	10	13								
1				0	6	DM	DM							DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3				R1	DM	DM
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

도면13f



도면14



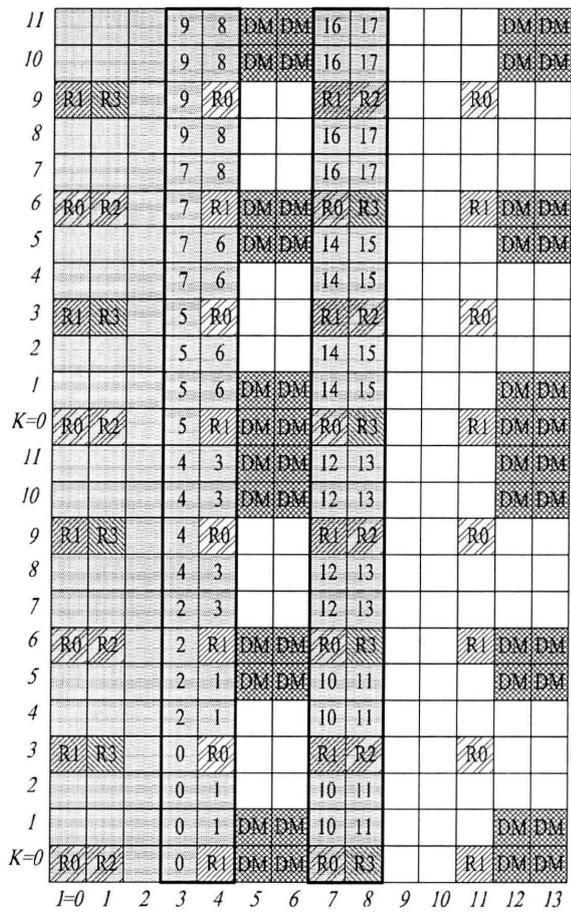
도면15b

11				9	8	DM	DM							DM	DM
10				9	8	DM	DM							DM	DM
9	R1	R3		9	R0			R1	R2			R0			
8				9	8										
7				7	8										
6	R0	R2		7	R1	DM	DM	R0	R3			R1	DM	DM	
5				7	6	DM	DM						DM	DM	
4				7	6										
3	R1	R3		5	R0			R1	R2			R0			
2				5	6										
1				5	6	DM	DM						DM	DM	
K=0	R0	R2		5	R1	DM	DM	R0	R3			R1	DM	DM	
11				4	3	DM	DM						DM	DM	
10				4	3	DM	DM						DM	DM	
9	R1	R3		4	R0			R1	R2			R0			
8				4	3										
7				2	3										
6	R0	R2		2	R1	DM	DM	R0	R3			R1	DM	DM	
5				2	1	DM	DM						DM	DM	
4				2	1										
3	R1	R3		0	R0			R1	R2			R0			
2				0	1										
1				0	1	DM	DM						DM	DM	
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3			R1	DM	DM	
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

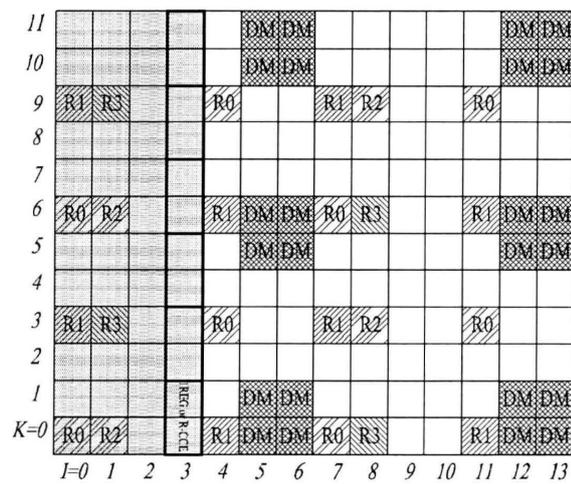
도면16a

11				5	9	DM	DM	13	17				DM	DM
10				5	9	DM	DM	13	17				DM	DM
9	R1	R3		5	R0			R1	R2		R0			
8				5	9			13	17					
7				4	9			13	17					
6	R0	R2		4	R1	DM	DM	R0	R3		R1	DM	DM	
5				4	8	DM	DM	12	16				DM	DM
4				4	8			12	16					
3	R1	R3		3	R0			R1	R2		R0			
2				3	8			12	16					
1				3	8	DM	DM	12	16				DM	DM
K=0	R0	R2		3	R1	DM	DM	R0	R3		R1	DM	DM	
11				2	7	DM	DM	11	15				DM	DM
10				2	7	DM	DM	11	15				DM	DM
9	R1	R3		2	R0			R1	R2		R0			
8				2	7			11	15					
7				1	7			11	15					
6	R0	R2		1	R1	DM	DM	R0	R3		R1	DM	DM	
5				1	6	DM	DM	10	14				DM	DM
4				1	6			10	14					
3	R1	R3		0	R0			R1	R2		R0			
2				0	6			10	14					
1				0	6	DM	DM	10	14				DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3		R1	DM	DM	
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

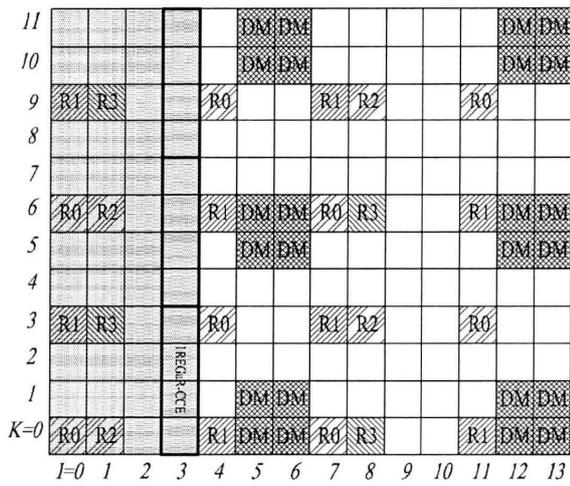
도면16b



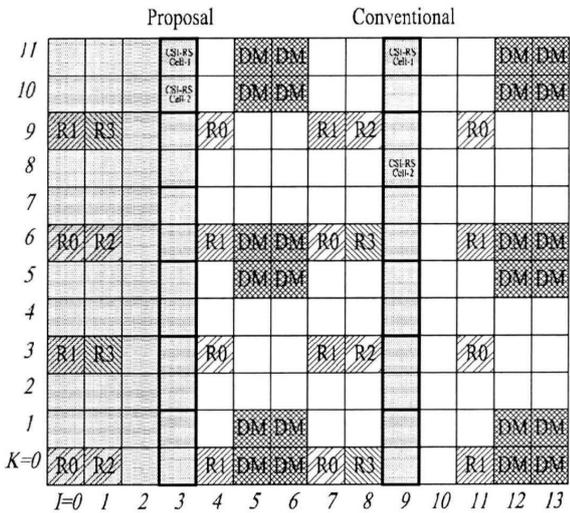
도면17a



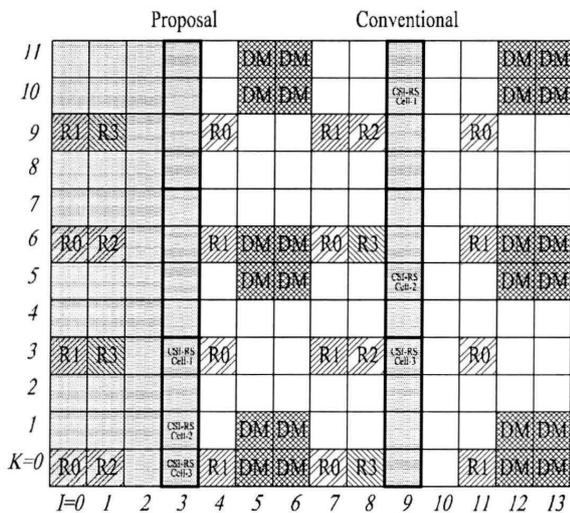
도면17b



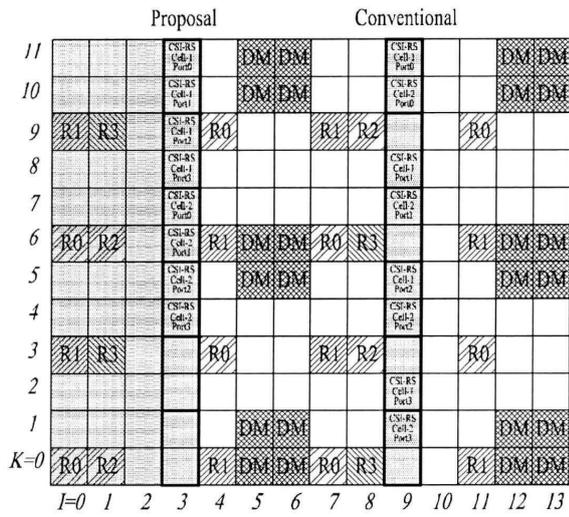
도면18a



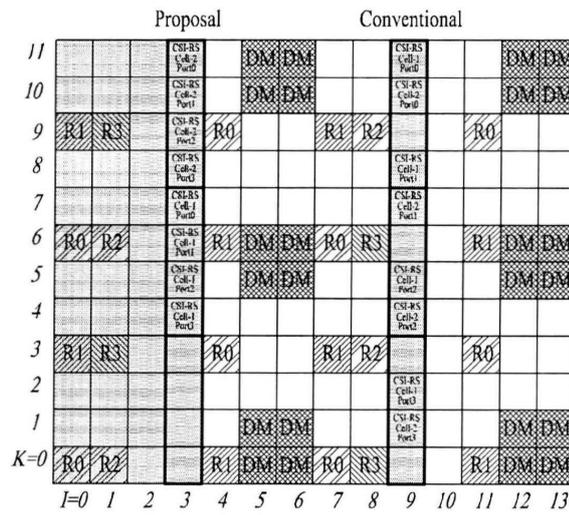
도면18b



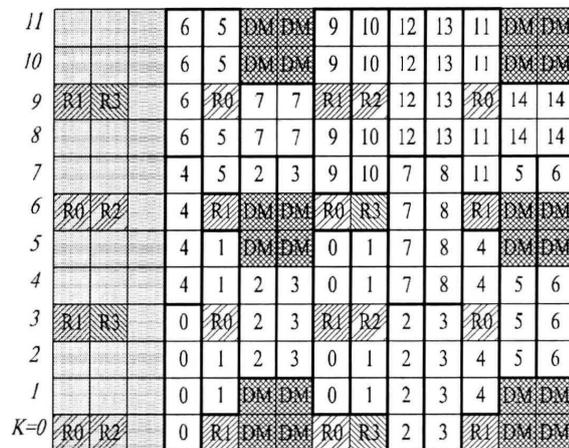
도면18c



도면18d



도면19a



도면19b

11				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
10				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
9	R1	R3		8	R0	9	10	R1	R2	14	15	R0	16	17
8				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
7				4	7	5	6	11	12	7	8	13	9	10
6	R0	R2		4	R1	5	6	R0	R3	7	8	R1	9	10
5				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
4				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
K=0	R0	R2		0	R1	2	3	R0	R3	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면19c

11				15	14	DM	DM	24	25	28	29	26	DM	DM
10				15	14	DM	DM	24	25	28	29	26	DM	DM
9	R1	R3		12	R0	13	13	R1	R2	22	23	R0	27	27
8				12	11	8	9	17	18	22	23	21	15	16
7				10	11	8	9	17	18	19	20	21	15	16
6	R0	R2		10	R1	DM	DM	R0	R3	19	20	R1	DM	DM
5				6	5	DM	DM	9	10	12	13	11	DM	DM
4				6	5	7	7	9	10	12	13	11	14	14
3	R1	R3		4	R0	2	3	R1	R2	7	8	R0	5	6
2				4	1	2	3	0	1	7	8	4	5	6
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	2	3	R1	DM	DM

도면19d

11				19	18	20	21	29	30	32	33	31	34	35
10				19	18	20	21	29	30	32	33	31	34	35
9	R1	R3		15	R0	16	17	R1	R2	25	26	R0	27	28
8				15	12	16	17	18	19	25	26	22	27	28
7				11	12	13	14	18	19	20	21	22	23	24
6	R0	R2		11	R1	13	14	R0	R3	20	21	R1	23	24
5				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
4				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
3	R1	R3		4	R0	5	6	R1	R2	7	8	R0	9	10
2				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
1				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
K=0	R0	R2		0	R1	2	3	R0	R3	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면19e

11				6	5	DM	DM	9	10	14	15	11	DM	DM
10				6	5	DM	DM	9	10	14	15	11	12	13
9	R1	R3		6	R0	7	7	R1	R2	14	15	R0	12	13
8				6	5	7	7	9	10	14	15	11	12	13
7				4	5	2	3	9	10	7	8	11	12	13
6	R0	R2		4	R1	DM	DM	R0	R3	7	8	R1	DM	DM
5				4	1	DM	DM	0	1	7	8	4	5	6
4				4	1	2	3	0	1	7	8	4	5	6
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	2	3	R1	x	x

도면19f

11				6	5	DM	DM	9	10	14	15	11	DM	DM
10				6	5	DM	DM	9	10	14	15	11	x	x
9	R1	R3		6	R0	7	7	R1	R2	14	15	R0	12	13
8				6	5	7	7	9	10	14	15	11	12	13
7				4	5	2	3	9	10	7	8	11	12	13
6	R0	R2		4	R1	DM	DM	R0	R3	7	8	R1	DM	DM
5				4	1	DM	DM	0	1	7	8	4	12	13
4				4	1	2	3	0	1	7	8	4	5	6
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	2	3	R1	5	6

l=0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

도면19g

11				15	14	DM	DM	26	27	31	32	28	DM	DM
10				15	14	DM	DM	26	27	31	32	28	29	30
9	R1	R3		12	R0	13	13	R1	R2	24	25	R0	29	30
8				12	11	8	9	17	18	24	25	21	22	23
7				10	11	8	9	17	18	19	20	21	22	23
6	R0	R2		10	R1	DM	DM	R0	R3	19	20	R1	DM	DM
5				6	5	DM	DM	10	11	13	14	12	15	16
4				6	5	7	7	10	11	13	14	12	15	16
3	R1	R3		4	R0	2	3	R1	R2	8	9	R0	6	7
2				4	1	2	3	0	1	8	9	4	6	7
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	2	3	R1	5	5

도면20a

11				8	5	DM	DM	10	14	15	16	11	DM	DM
10				8	5	6	7	10	14	15	16	11	12	13
9	R1			8	R0	6	7	R1	14	15	16	R0	12	13
8				8	5	6	7	10	14	15	16	11	12	13
7				4	5	6	7	10	7	8	9	11	12	13
6	R0			4	R1	DM	DM	R0	7	8	9	R1	DM	DM
5				4	1	2	3	0	7	8	9	4	5	6
4				4	1	2	3	0	7	8	9	4	5	6
3	R1			0	R0	2	3	R1	1	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0			0	R1	x	x	R0	1	2	3	R1	x	x
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면20b

11				8	7	DM	DM	12	14	15	16	13	DM	DM
10				8	7	x	x	12	14	15	16	13	x	x
9	R1			8	R0	5	6	R1	14	15	16	R0	10	11
8				8	7	5	6	12	14	15	16	13	10	11
7				4	7	6	6	12	7	8	9	13	10	11
6	R0			4	R1	DM	DM	R0	7	8	9	R1	DM	DM
5				4	1	6	6	0	7	8	9	4	10	11
4				4	1	2	3	0	7	8	9	4	5	6
3	R1			0	R0	2	3	R1	1	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0			0	R1	2	3	R0	1	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면20c

11				8	7	9	10	12	14	15	16	13	17	18
10				8	7	9	10	12	14	15	16	13	17	18
9	R1			8	R0	9	10	R1	14	15	16	R0	17	18
8				8	7	9	10	12	14	15	16	13	17	18
7				4	7	5	6	12	7	8	9	13	10	11
6	R0			4	R1	5	6	R0	7	8	9	R1	10	11
5				4	1	5	6	0	7	8	9	4	10	11
4				4	1	5	6	0	7	8	9	4	10	11
3	R1			0	R0	2	3	R1	1	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
K=0	R0			0	R1	2	3	R0	1	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면20d

11				18	15	DM	DM	28	32	33	34	29	DM	DM
10				18	15	16	17	28	32	33	34	29	30	31
9	R1			14	R0	16	17	R1	25	26	27	R0	30	31
8				14	11	12	13	18	25	26	27	22	23	24
7				10	11	12	13	18	19	20	21	22	23	24
6	R0			10	R1	DM	DM	R0	19	20	21	R1	DM	DM
5				7	6	8	9	11	13	14	15	12	16	17
4				7	6	8	9	11	13	14	15	12	16	17
3	R1			5	R0	3	4	R1	8	9	10	R0	6	7
2				5	1	3	4	0	8	9	10	4	6	7
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0			0	R1	2	2	R0	1	2	3	R1	5	5
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면20e

11				19	18	20	21	31	33	34	35	32	36	37
10				19	18	20	21	31	33	34	35	32	36	37
9	R1			15	R0	16	17	R1	26	27	28	R0	29	30
8				15	12	16	17	12	26	27	28	23	29	30
7				11	12	13	14	12	20	21	22	23	24	25
6	R0			11	R1	13	14	R0	20	21	22	R1	24	25
5					7	9	10	12	14	15	16	13	17	18
4					7	9	10	12	14	15	16	13	17	18
3	R1			4	R0	5	6	R1	7	8	9	R0	10	11
2				4	1	5	6	0	7	8	9	4	10	11
1				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
K=0	R0			0	R1	2	3	R0	1	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면21a

11				6	5	DM	DM	9	10	12	13	11	DM	DM
10				6	5	DM	DM	9	10	12	13	11	DM	DM
9	R1	R3		6	R0	7	7	R1	R2	12	13	R0	14	14
8				6	5	7	7	9	10	12	13	11	14	14
7				4	5	2	3	9	10	7	8	11	5	6
6	R0	R2		4	R1	DM	DM	R0	R3	7	8	R1	DM	DM
5				4	1	DM	DM	0	1	7	8	4	DM	DM
4				4	1	2	3	0	1	7	8	4	5	6
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	4	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	2	3	R1	DM	DM
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면21b

11				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
10				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
9	R1	R3		8	R0	9	10	R1	R2	14	15	R0	16	17
8				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
7				4	7	5	6	11	12	7	8	13	9	10
6	R0	R2		4	R1	5	6	R0	R3	7	8	R1	9	10
5				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
4				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
K=0	R0	R2		0	R1	2	3	R0	R3	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면21c

11				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
10				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
9	R1	R3		8	R0	9	10	R1	R2	14	15	R0	16	17
8				8	7	9	10	11	12	14	15	13	16	17
7				4	7	5	6	11	12	7	8	13	9	10
6	R0	R2		4	R1	5	6	R0	R3	7	8	R1	9	10
5				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
4				4	1	5	6	0	1	7	8	4	9	10
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	3	R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
1				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5	6
K=0	R0	R2		0	R1	2	3	R0	R3	2	3	R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면21d

11				8	7	9	10	7	8			9	10	11
10				8	7	9	10	7	8			9	10	11
9	R1	R3		8	R0	9	10	R1	R2			R0	10	11
8				8	7	9	10	7	8			9	10	11
7				4	7	5	6	7	8			9	5	6
6	R0	R2		4	R1	5	6	R0	R3			R1	5	6
5				4	1	5	6	0	1			2	5	6
4				4	1	5	6	0	1			2	5	6
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2			R0	3	4
2				0	1	2	3	0	1			2	3	4
1				0	1	2	3	0	1			2	3	4
K=0	R0	R2		0	R1	2	3	R0	R3			R1	3	4
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면21e

11				8	7	9	10	11	12			13	16	17
10				8	7	9	10	11	12			13	16	17
9	R1	R3		8	R0	9	10	R1	R2			R0	16	17
8				8	7	9	10	11	12			13	16	17
7				4	7	5	6	11	12			13	9	10
6	R0	R2		4	R1	5	6	R0	R3			R1	9	10
5				4	1	5	6	0	1			4	9	10
4				4	1	5	6	0	1			4	9	10
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2			R0	5	6
2				0	1	2	3	0	1			4	5	6
1				0	1	2	3	0	1			4	5	6
K=0	R0	R2		0	R1	2	3	R0	R3			R1	5	6
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면22a

11					DM DM	7	8	10	9	DM DM				
10					DM DM	7	8	10	9	DM DM				
9	R1	R3		R0			R1	R2	10	R0	11	11		
8							7	8	10	9	11	11		
7							7	8	6	9	4	5		
6	R0	R2		R1	DM DM	R0	R3	6	R1	DM DM				
5					DM DM		0	1	6	3	DM DM			
4							0	1	6	3	4	5		
3	R1	R3		R0			R1	R2	2	R0	4	5		
2							0	1	2	3	4	5		
1					DM DM		0	1	2	3	DM DM			
K=0	R0	R2		R1	DM DM	R0	R3	2	R1	DM DM				
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		

도면22b

11							9	10	12	11	13	14		
10							9	10	12	11	13	14		
9	R1	R3		R0			R1	R2	12	R0	13	14		
8							9	10	12	11	13	14		
7							9	10	6	11	7	8		
6	R0	R2		R1			R0	R3	6	R1	7	8		
5							0	1	6	3	7	8		
4							0	1	6	3	7	8		
3	R1	R3		R0			R1	R2	2	R0	4	5		
2							0	1	2	3	4	5		
1							0	1	2	3	4	5		
K=0	R0	R2		R1			R0	R3	2	R1	4	5		
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		

도면23a

11				2	4	DM	DM	1	3	11	14	5	DM	DM
10				2	4	DM	DM	1	3	11	14	5	DM	DM
9	R1	R3		2	R0	6	7	R1	R2	11	14	R0	7	8
8				2	4	6	7	1	3	11	14	5	7	8
7				1	4	5	7	1	3	10	13	5	6	8
6	R0	R2		1	R1	DM	DM	R0	R3	10	13	R1	DM	DM
5				1	3	DM	DM	0	2	10	13	4	DM	DM
4				1	3	5	7	0	2	10	13	4	6	8
3	R1	R3		0	R0	5	6	R1	R2	9	12	R0	6	7
2				0	3	5	6	0	2	9	12	4	6	7
1				0	3	DM	DM	0	2	9	12	4	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	9	12	R1	DM	DM
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면23b

11				2	4	7	10	1	3	14	17	5	8	11
10				2	4	7	10	1	3	14	17	5	8	11
9	R1	R3		2	R0	7	10	R1	R2	14	17	R0	8	11
8				2	4	7	10	1	3	14	17	5	8	11
7				1	4	6	9	1	3	13	16	5	7	10
6	R0	R2		1	R1	6	9	R0	R3	13	16	R1	7	10
5				1	3	6	9	0	2	13	16	4	7	10
4				1	3	6	9	0	2	13	16	4	7	10
3	R1	R3		0	R0	5	8	R1	R2	12	15	R0	6	9
2				0	3	5	8	0	2	12	15	4	6	9
1				0	3	5	8	0	2	12	15	4	6	9
K=0	R0	R2		0	R1	5	8	R0	R3	12	15	R1	6	9
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

도면24a

11				6	5	DM	DM	7	8	10	9	DM	DM
10				6	5	DM	DM	7	8	10	9	DM	DM
9	R1	R3		6	R0	7	7	R1	R2	10	R0	11	11
8				6	5	7	7	7	8	10	9	11	11
7				4	5	2	3	7	8	6	9	4	5
6	R0	R2		4	R1	DM	DM	R0	R3	6	R1	DM	DM
5				4	1	DM	DM	0	1	6	3	DM	DM
4				4	1	2	3	0	1	6	3	4	5
3	R1	R3		0	R0	2	3	R1	R2	2	R0	4	5
2				0	1	2	3	0	1	2	3	4	5
1				0	1	DM	DM	0	1	2	3	DM	DM
K=0	R0	R2		0	R1	DM	DM	R0	R3	2	R1	DM	DM
	I=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

도면24b

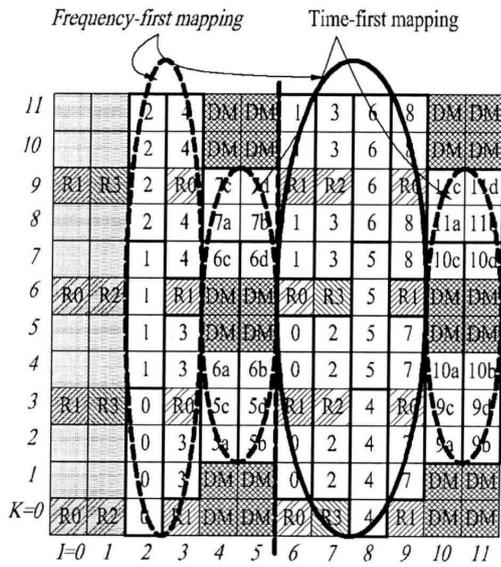
11			8	7	9	10	9	10	12	11	13	14
10			8	7	9	10	9	10	12	11	13	14
9	R1	R3	8	R0	9	10	R1	R2	12	R0	13	14
8			8	7	9	10	9	10	12	11	13	14
7			4	7	5	6	9	10	6	11	7	8
6	R0	R2	4	R1	5	6	R0	R3	6	R1	7	8
5			4	1	5	6	0	1	6	3	7	8
4			4	1	5	6	0	1	6	3	7	8
3	R1	R3	0	R0	2	3	R1	R2	2	R0	4	5
2			0	1	2	3	0	1	2	3	4	5
1			0	1	2	3	0	1	2	3	4	5
K=0	R0	R2	0	R1	2	3	R0	R3	2	R1	4	5
	l=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

도면25a

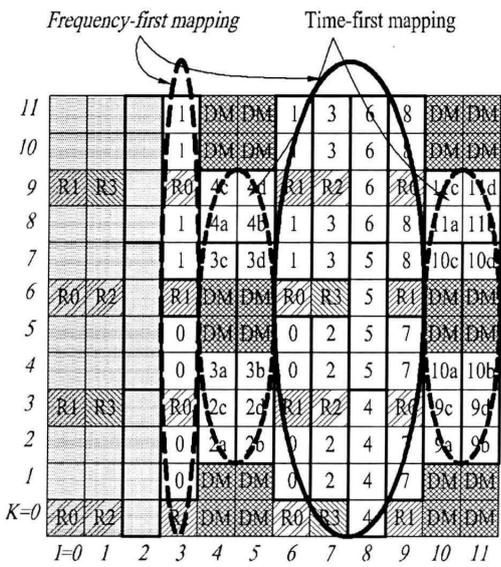
Frequency-first mapping Time-first mapping

11			2	4	DM	DM	1	3	6	9	11	DM	DM	
10			2	4	DM	DM		3	6	9	11	DM	DM	
9	R1	R3	2	R0	7c	7d	R1	R2	6	9	R0	12c	12d	
8			2	4	7a	7b	1	3	6	9	11	14a	14b	
7			1	4	6c	6d	1	3	5	8	11	13c	13d	
6	R0	R2	1	R1	DM	DM	R0	R3	5	8	R1	DM	DM	
5			1	3	DM	DM	0	2	5	8	10	DM	DM	
4			1	3	6a	6b	0	2	5	8	10	13a	13b	
3	R1	R3	0	R0	5c	5d	R1	R2	4	7	R0	12c	12d	
2			0	3	5a	5b		2	4	7	10	12a	12b	
1			0	3	DM	DM	0	2	4	7	10	DM	DM	
K=0	R0	R2	0	R1	DM	DM	R0	R3	4	7	R1	DM	DM	
	l=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

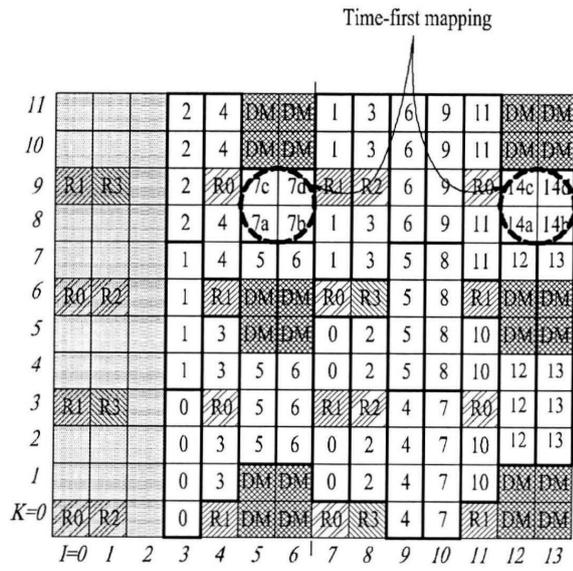
도면25b



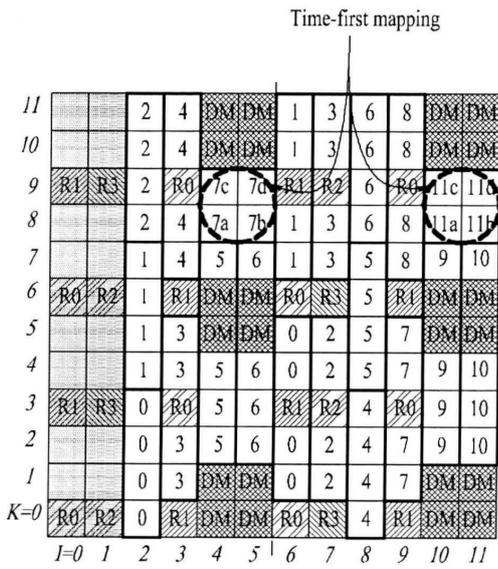
도면25c



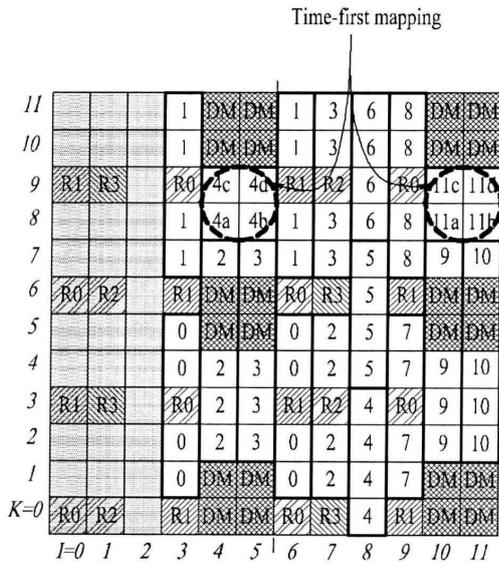
도면26a



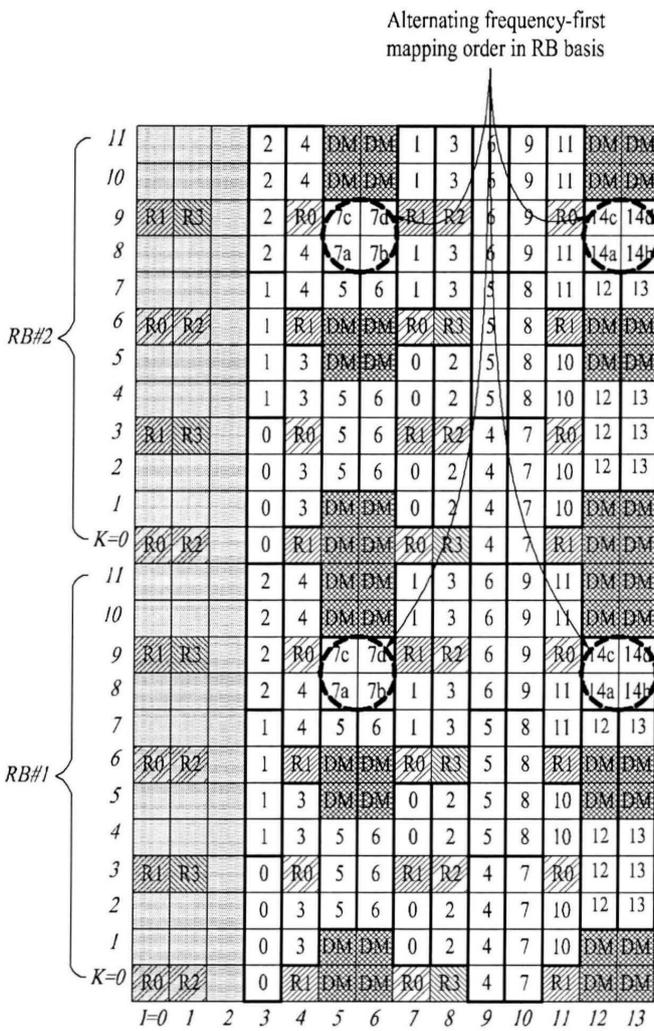
도면26b



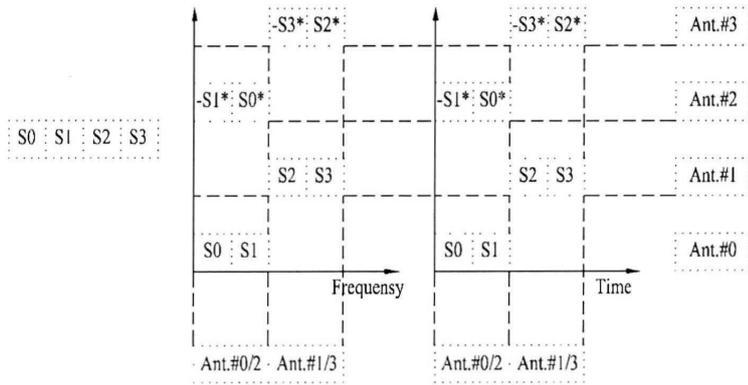
도면26c



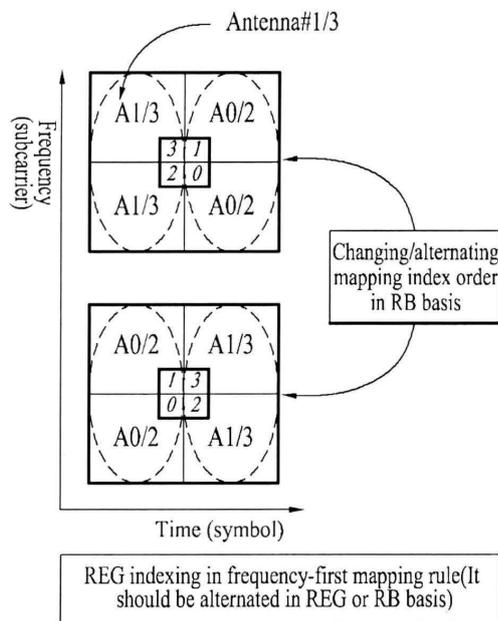
도면27



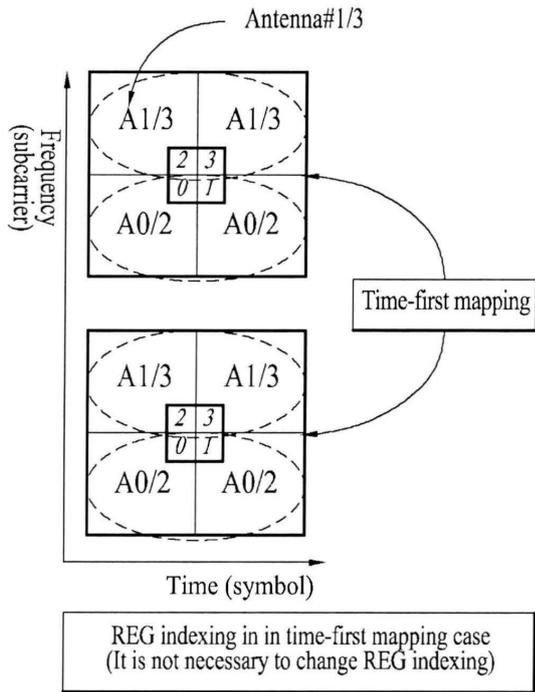
도면28a



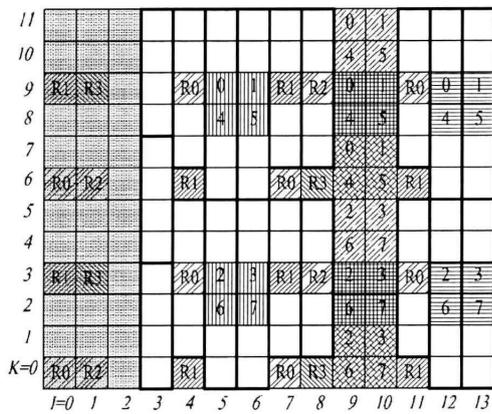
도면28b



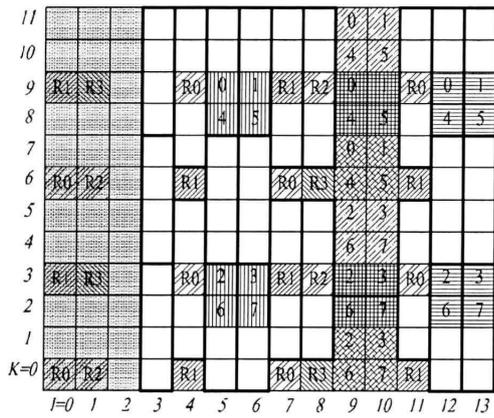
도면28c



도면29



도면30



도면31

