

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2011-0069735 2011년06월23일
(51) Int. Cl.		(71) 출원인	엘지전자 주식회사
	H04L 1/18 (2006.01)		서울특별시 영등포구 여의도동 20번지
(21) 출원번호	10-2010-0129573	(72) 발명자	노민석
(22) 출원일자	2010년12월17일		경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
	심사청구일자 없음		문성호
(30) 우선권주장			경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소
	61/287,202 2009년12월17일 미국(US)		(뒷면에 계속)
	61/290,013 2009년12월24일 미국(US)	(74) 대리인	양문옥

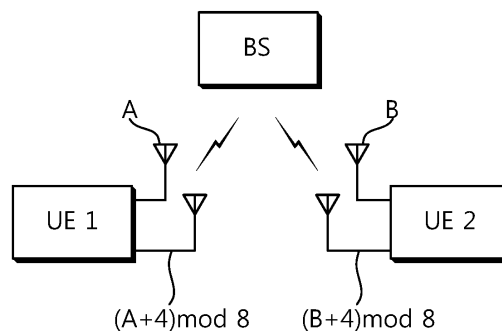
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 무선 통신 시스템에서 HARQ 수행 방법 및 장치

(57) 요약

무선 통신 시스템에서 단말에 의한 HARQ 수행 방법 및 장치가 제공된다. 상기 HARQ 수행 방법에서 단말은 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 상으로 상향링크 데이터를 전송하고, 상기 PUSCH에 대응되는 PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 상으로 복수의 레이어를 통해 상기 상향링크 데이터의 수신 여부를 지시하는 ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 신호를 수신한다. 이때 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 서로 겹치지 않으며, 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 서로 다른 순환 쉬프트(cyclic shift) 값을 기반으로 결정될 수 있다.

대표도 - 도21



(72) 발명자

정재훈

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

한승희

경기도 안양시 동안구 호계1동 LG연구소

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말에 의한 HARQ 수행 방법에 있어서,

PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 상으로 상향링크 데이터를 전송하고,

상기 PUSCH에 대응되는 PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 상으로 복수의 레이어를 통해 상기 상향링크 데이터의 수신 여부를 지시하는 ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 신호를 수신하는 것을 포함하되,

상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 서로 겹치지 않으며,

상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 서로 다른 순환 쉬프트(cyclic shift) 값을 기반으로 결정되는 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 레이어의 개수가 2개인 경우,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 4만큼 차이 나는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 레이어의 개수가 4개인 경우,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 2만큼 차이 나는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 0 내지 7 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값 중 어느 하나는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)을 통해 전송되는 DCI(Downlink Control Information) 내의 순환 쉬프트 필드에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 아래의 수식을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left(\left\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \right\rfloor + n_{DMRS} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

단, n_{PHICH}^{group} 는 PHICH 그룹 인덱스, n_{PHICH}^{seq} 는 PHICH 그룹 내의 직교 시퀀스 인덱스, $I_{PRB_RA}^{lowest_index}$ 는 상기

PUSCH가 맵핑된 PRB(Physical Resource Block) 중 가장 작은 PRB의 인덱스, n_{DMRS} 는 상향링크 DMRS(Demodulation Reference Signal) 순환 쉬프트 파라미터, $N_{\text{PHICH}}^{\text{group}}$ 은 PHICH 그룹의 개수 및 $N_{\text{SF}}^{\text{PHICH}}$ 는 스프레딩 인자(SF; Spreading Factor)이다.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 $N_{\text{PHICH}}^{\text{group}}=4$ 이며, $2N_{\text{SF}}^{\text{PHICH}}=4$ 인 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 ACK/NACK 신호를 기반으로 상기 상향링크 데이터의 재전송 데이터를 전송하는 것을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 9

무선 통신 시스템에서 단말에 의한 HARQ 수행 방법에 있어서,

제1 단말 및 제2 단말은 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 상으로 각각 제1 상향링크 데이터 및 제2 상향링크 데이터를 기지국으로 전송하고,

기지국은 상기 PUSCH에 대응되는 PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 상으로 복수의 레이어를 통해 상기 제1 상향링크 데이터 및 상기 제2 상향링크 데이터의 수신 여부를 각각 지시하는 제1 ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 신호 및 제2 ACK/NACK 신호를 각각 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말로 전송하는 것을 포함하되,

상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트(cyclic shift) 값을 기반으로 결정되는 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 레이어의 개수가 2개인 경우,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 4만큼 차이 나는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 레이어의 개수가 4개인 경우,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 2만큼 차이 나는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 0 내지 7 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 OCC(Orthogonal Code Covering) 인덱스를 더 기반으로 하여 결정되는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제1 단말 및 상기 제2 단말에 대하여 서로 다른 상기 OCC 인덱스가 할당되는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 아래의 수식을 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 HARQ 수행 방법.

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS} + n_{OCC}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left(\left\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \right\rfloor + n_{DMRS} + n_{OCC} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

단, n_{PHICH}^{group} 는 PHICH 그룹 인덱스, n_{PHICH}^{seq} 는 PHICH 그룹 내의 직교 시퀀스 인덱스, $I_{PRB_RA}^{lowest_index}$ 는 상기 PUSCH가 맵핑된 PRB(Physical Resource Block) 중 가장 작은 PRB의 인덱스, n_{DMRS} 는 상향링크 DMRS(Demodulation Reference Signal) 순환 쉬프트 파라미터, n_{OCC} 는 상기 OCC 인덱스, N_{PHICH}^{group} 은 PHICH 그룹의 개수 및 N_{SF}^{PHICH} 는 스프레딩 인자(SF; Spreading Factor)이다.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 통신에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) 수행 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광대역 무선 통신 시스템의 경우 한정된 무선 자원의 효율성을 극대화하기 위하여 효과적인 송수신 기법 및 활용 방안들이 제안되어 왔다. 차세대 무선통신 시스템에서 고려되고 있는 시스템 중 하나가 낮은 복잡도로 심벌 간 간섭(ISI; Inter-Symbol Interference) 효과를 감쇄시킬 수 있는 직교 주파수 분할 다중(OFDM; Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템이다. OFDM은 직렬로 입력되는 데이터 심벌을 N개의 병렬 데이터 심벌로 변환하여 각각 분리된 N개의 부반송파(subcarrier)에 실어 전송한다. 부반송파는 주파수 차원에서 직교성을 유지하도록 한다. 각각의 직교 채널은 상호 독립적인 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading)을 경험하게 되고, 이에 따라 수신단에서의 복잡도가 감소하고 전송되는 심벌의 간격이 길어져 심벌간 간섭이 최소화될 수 있다.

[0003] 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access; 이하 OFDMA)은 OFDM을 변조 방식으로 사용하는 시스템에 있어서 이용 가능한 부반송파의 일부를 각 사용자에게 독립적으로 제공하여 다중 접속을 실현하는 다중 접속 방법을 말한다. OFDMA는 부반송파라는 주파수 자원을 각 사용자에게 제공하며, 각각의 주파수 자원은 다수의 사용자에게 독립적으로 제공되어 서로 중첩되지 않는 것이 일반적이다. 결국 주파수 자원은 사용자마다 상호 배타적으로 할당된다. OFDMA 시스템에서 주파수 선택적 스케줄링(frequency selective scheduling)을 통하여 다중 사용자에게 대한 주파수 다이버시티(frequency diversity)를 얻을 수 있으며, 부반송파에 대한 순열(permutation) 방식에 따라 부반송파를 다양한 형태로 할당할 수 있다. 그리고 다중 안테나(multiple antenna)를 이용한 공간 다중화 기법으로 공간 영역의 효율성을 높일 수 있다.

[0004] MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 기술은 다중 송신 안테나와 다중 수신 안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시킨다. MIMO 시스템에서 다이버시티를 구현하기 위한 기법에는 SFBC(Space Frequency Block Code), STBC(Space Time Block Code), CDD(Cyclic Delay Diversity), FSTD(frequency switched transmit diversity), TSTD(time switched transmit diversity), PVS(Precoding Vector Switching), 공간 다중화(SM;

Spatial Multiplexing) 등이 있다. 수신 안테나 수와 송신 안테나 수에 따른 MIMO 채널 행렬은 다수의 독립 채널로 분해될 수 있다. 각각의 독립 채널은 레이어(layer) 또는 스트림(stream)이라 한다. 레이어의 개수는 랭크(rank)라 한다.

[0005] 3GPP (3rd generation partnership project) TS 36.211 V8.8.0 (2009-09) “Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 8)” 의 6절에 나타난 바와 같이 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널들은 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다. 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심벌에서 전송되는 PCFICH는 서브프레임 내에서 제어 채널들의 전송에 사용되는 OFDM 심벌의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어 정보(DCI; Downlink Control Information)라고 한다. DCI는 상향링크 또는 하향링크 스케줄링 정보 및 임의의 UE 그룹들에 대한 상향링크 전송 파워 제어 명령 등을 가리킨다. PHICH는 상향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한 ACK(Acknowledgement)/NACK(Non-Acknowledgement) 신호를 나른다. 즉, 단말이 전송한 상향링크 데이터에 대한 ACK/NACK 신호는 PHICH 상으로 전송된다.

[0006] 시스템 환경에 따라서 복수의 PHICH가 할당될 수 있다. 특히 복수의 반송파를 이용하여 데이터를 전송하는 반송파 집합 시스템(carrier aggregation system), MIMO 시스템 등에서 복수의 PHICH가 동시에 할당될 필요가 있다. 기지국은 복수의 PHICH에 자원을 할당하고 PHICH를 통해서 ACK/NACK을 전송한다.

[0007] 다중 사용자 MIMO(MU-MIMO; Multi User MIMO) 환경에서 PHICH 자원이 충돌하지 않게 하기 위한 자원 할당 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 기술적 과제는 무선 통신 시스템에서 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) 수행 방법 및 장치를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 일 양태에 있어서, 무선 통신 시스템에서 단말에 의한 HARQ 수행 방법이 제공된다. 상기 HARQ 수행 방법은 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel) 상으로 상향링크 데이터를 전송하고, 상기 PUSCH에 대응되는 PHICH(Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel) 상으로 복수의 레이어를 통해 상기 상향링크 데이터의 수신 여부를 지시하는 ACK/NACK(Acknowledgement/Non-Acknowledgement) 신호를 수신하는 것을 포함하되, 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 서로 겹치지 않으며, 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 서로 다른 순환 쉬프트(cyclic shift) 값을 기반으로 결정된다.

[0010] 상기 복수의 레이어의 개수가 2개인 경우, 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 4만큼 차이날 수 있다.

[0011] 상기 복수의 레이어의 개수가 4개인 경우, 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 2만큼 차이날 수 있다.

[0012] 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 0 내지 7 중 어느 하나일 수 있다.

[0013] 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값 중 어느 하나는 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)을 통해 전송되는 DCI(Downlink Control Information) 내의 순환 쉬프트 필드에 의해 결정될 수 있다.

[0014] 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 수학적

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left(\left\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \right\rfloor + n_{DMRS} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

을 기반으로 결정될 수 있다. 단,

n_{PHICH}^{group} 는 PHICH 그룹 인덱스, n_{PHICH}^{seq} 는 PHICH 그룹 내의 직교 시퀀스 인덱스, $I_{PRB_RA}^{lowest_index}$ 는 상기 PUSCH가

맵핑된 PRB(Physical Resource Block) 중 가장 작은 PRB의 인덱스, n_{DMRS} 는 상향링크 DMRS(Demodulation Reference Signal) 순환 쉬프트 파라미터, N_{PHICH}^{group} 은 PHICH 그룹의 개수 및 N_{SF}^{PHICH} 는 스프레딩 인자(SF; Spreading Factor)이다. 상기 $N_{PHICH}^{group}=4$ 이며, $2N_{SF}^{PHICH}=4$ 일 수 있다.

[0015] 상기 HARQ 수행 방법은 상기 ACK/NACK 신호를 기반으로 상기 상향링크 데이터의 재전송 데이터를 전송하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0016] 다른 양태에 있어서, 무선 통신 시스템에서 단말에 의한 HARQ 수행 방법이 제공된다. 상기 HARQ 수행 방법은 제 1 단말 및 제2 단말은 PUSCH 상으로 각각 제1 상향링크 데이터 및 제2 상향링크 데이터를 기지국으로 전송하고, 기지국은 상기 PUSCH에 대응되는 PHICH 상으로 복수의 레이어를 통해 상기 제1 상향링크 데이터 및 상기 제2 상향링크 데이터의 수신 여부를 각각 지시하는 제1 ACK/NACK 신호 및 제2 ACK/NACK 신호를 각각 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말로 전송하는 것을 포함하되, 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값을 기반으로 결정된다.

[0017] 상기 복수의 레이어의 개수가 2개인 경우, 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 4만큼 차이날 수 있다.

[0018] 상기 복수의 레이어의 개수가 4개인 경우, 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 2만큼 차이날 수 있다.

[0019] 상기 복수의 레이어 각각에 할당되는 순환 쉬프트 값은 0 내지 7 중 어느 하나일 수 있다.

[0020] 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 OCC(Orthogonal Code Covering) 인덱스를 더 기반으로 하여 결정될 수 있다. 상기 제1 단말 및 상기 제2 단말에 대하여 서로 다른 상기 OCC 인덱스가 할당될 수 있다. 상기 복수의 레이어 각각에 대한 PHICH가 맵핑되는 하향링크 자원은 수학적

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS} + n_{OCC}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left(\left\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \right\rfloor + n_{DMRS} + n_{OCC} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

을 기반으로 결정될 수 있다.

단, n_{PHICH}^{group} 는 PHICH 그룹 인덱스, n_{PHICH}^{seq} 는 PHICH 그룹 내의 직교 시퀀스 인덱스, $I_{PRB_RA}^{lowest_index}$ 는 상기 PUSCH가 맵핑된 PRB 중 가장 작은 PRB의 인덱스, n_{DMRS} 는 상향링크 DMRS 순환 쉬프트 파라미터, n_{OCC} 는 상기 OCC 인덱스, N_{PHICH}^{group} 은 PHICH 그룹의 개수 및 N_{SF}^{PHICH} 는 스프레딩 인자이다.

발명의 효과

[0021] 복수의 PHICH가 맵핑되는 자원이 서로 충돌하는 것을 방지함으로써, 효율적으로 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)를 수행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 무선 통신 시스템이다.

도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.

도 6은 SC-FDMA 시스템에서 전송기 구조의 일 예를 나타낸다.

도 7은 부반송파 매퍼가 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 맵핑하는 방식의 일 예를 나타낸다.

도 8은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 일 예이다.

도 9는 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 또 다른 예이다.

도 10은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 또 다른 예이다.

도 11은 복조를 위한 참조 신호 전송기의 구조의 일 예를 나타낸다.

도 12는 참조 신호가 전송되는 서브프레임의 구조의 일 예이다.

도 13은 참조 신호에 OCC가 적용되는 일 예를 나타낸다.

도 14는 OCC를 적용하여 서로 다른 대역폭을 가지는 2개의 단말에서 전송되는 참조 신호가 다중화되는 일 예를 나타낸다.

도 15는 PARC 기법의 일 예를 나타내는 블록도이다.

도 16은 PU2RC 기법의 일 예를 나타내는 블록도이다.

도 17은 상향링크 HARQ를 나타낸다.

도 18은 PHICH 상으로 ACK/NACK 신호가 전송되는 것을 나타내는 블록도이다.

도 19는 SC-FDMA 전송 방식을 적용한 상향링크에서 MIMO 전송 과정을 나타내는 블록도이다.

도 20은 PHICH 자원 할당의 일 예이다.

도 21은 제안된 HARQ 수행 방법에 따른 2개의 단말에 대한 순환 쉬프트 값의 할당의 일 예를 나타낸다.

도 22는 제안된 HARQ 수행 방법에 따른 2개의 단말에 대한 순환 쉬프트 값의 할당의 일 예를 나타낸다.

도 23은 제안된 HARQ 수행 방법의 일 실시예를 나타내는 블록도이다.

도 24는 제안된 하향링크 제어 신호 전송 방법의 일 실시예를 나타낸다.

도 25는 본 발명의 실시예가 구현되는 기지국 및 단말의 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하의 기술은 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 통신 시스템에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11(Wi-Fi), IEEE 802.16(WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. IEEE 802.16m은 IEEE 802.16e의 진화로, IEEE 802.16e에 기반한 시스템과의 하위 호환성(backward compatibility)를 제공한다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA(Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access)를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

[0024] 설명을 명확하게 하기 위해, LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 사상이 이에 제한되는 것은 아니다.

[0025] 도 1은 무선 통신 시스템이다.

[0026] 무선 통신 시스템(10)은 적어도 하나의 기지국(11; Base Station, BS)을 포함한다. 각 기지국(11)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(15a, 15b, 15c)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 셀은 다시 다수의 영역(섹터라고 함)으로 나누어질 수 있다. 단말(12; User Equipment, UE)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(11)은 일반적으로 단말(12)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

[0027] 단말은 통상적으로 하나의 셀에 속하는데, 단말이 속한 셀을 서빙 셀(serving cell)이라 한다. 서빙 셀에 대해

통신 서비스를 제공하는 기지국을 서빙 기지국(serving BS)이라 한다. 무선통신 시스템은 셀룰러 시스템(cellular system)이므로, 서빙 셀에 인접하는 다른 셀이 존재한다. 서빙 셀에 인접하는 다른 셀을 인접 셀(neighbor cell)이라 한다. 인접 셀에 대해 통신 서비스를 제공하는 기지국을 인접 기지국(neighbor BS)이라 한다. 서빙 셀 및 인접 셀은 단말을 기준으로 상대적으로 결정된다.

[0028] 이 기술은 하향링크(downlink) 또는 상향링크(uplink)에 사용될 수 있다. 일반적으로 하향링크는 기지국(11)에서 단말(12)로의 통신을 의미하며, 상향링크는 단말(12)에서 기지국(11)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서 송신기는 기지국(11)의 일부분이고, 수신기는 단말(12)의 일부분일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말(12)의 일부분이고, 수신기는 기지국(11)의 일부분일 수 있다.

[0029] 무선 통신 시스템은 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 시스템, MISO(Multiple-Input Single-Output) 시스템, SISO(Single-Input Single-Output) 시스템 및 SIMO(Single-Input Multiple-Output) 시스템 중 어느 하나일 수 있다. MIMO 시스템은 다수의 전송 안테나(transmit antenna)와 다수의 수신 안테나(receive antenna)를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 전송 안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 전송 안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다. 이하에서, 전송 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 전송하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미하고, 수신 안테나는 하나의 신호 또는 스트림을 수신하는 데 사용되는 물리적 또는 논리적 안테나를 의미한다.

[0030] 도 2는 3GPP LTE에서 무선 프레임(radio frame)의 구조를 나타낸다.

[0031] 이는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TS 36.211 V8.2.0 (2008-03) "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (Release 8)"의 5절을 참조할 수 있다. 도 2를 참조하면, 무선 프레임은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 무선 프레임 내 슬롯은 #0부터 #19까지 슬롯 번호가 매겨진다. 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(Transmission Time Interval)라 한다. TTI는 데이터 전송을 위한 스케줄링 단위라 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 무선 프레임의 길이는 10ms이고, 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.

[0032] 하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. OFDM 심벌은 3GPP LTE가 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 하나의 심벌 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것으로, 다중 접속 방식에 따라 다른 명칭으로 불릴 수 있다. 예를 들어, 상향링크 다중 접속 방식으로 SC-FDMA가 사용될 경우 SC-FDMA 심벌이라고 할 수 있다. 자원블록(RB; Resource Block)은 자원 할당 단위로 하나의 슬롯에서 복수의 연속하는 부반송파를 포함한다. 상기 무선 프레임의 구조는 일 예에 불과한 것이다. 따라서 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 개수나 서브프레임에 포함되는 슬롯의 개수, 또는 슬롯에 포함되는 OFDM 심벌의 개수는 다양하게 변경될 수 있다.

[0033] 3GPP LTE는 노멀(normal) 사이클릭 프리픽스(CP; Cyclic Prefix)에서 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심벌을 포함하고, 확장(extended) CP에서 하나의 슬롯은 6개의 OFDM 심벌을 포함하는 것으로 정의하고 있다.

[0034] 무선 통신 시스템은 크게 FDD(Frequency Division Duplex) 방식과 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 나눌 수 있다. FDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서로 다른 주파수 대역을 차지하면서 이루어진다. TDD 방식에 의하면 상향링크 전송과 하향링크 전송이 같은 주파수 대역을 차지하면서 서로 다른 시간에 이루어진다. TDD 방식의 채널 응답은 실질적으로 상호적(reciprocal)이다. 이는 주어진 주파수 영역에서 하향링크 채널 응답과 상향링크 채널 응답이 거의 동일하다는 것이다. 따라서, TDD에 기반한 무선통신 시스템에서 하향링크 채널 응답은 상향링크 채널 응답으로부터 얻어질 수 있는 장점이 있다. TDD 방식은 전체 주파수 대역을 상향링크 전송과 하향링크 전송이 시분할되므로 기지국에 의한 하향링크 전송과 단말에 의한 상향링크 전송이 동시에 수행될 수 없다. 상향링크 전송과 하향링크 전송이 서브프레임 단위로 구분되는 TDD 시스템에서, 상향링크 전송과 하향링크 전송은 서로 다른 서브프레임에서 수행된다.

[0035] 도 3은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)의 일 예를 나타낸다.

[0036] 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심벌을 포함하고, 주파수 영역에서 N_{RB} 개의 자원 블록을 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록의 수 N_{RB} 는 셀에서 설정되는 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다. 예를 들어, LTE 시스템에서 N_{RB} 은 60 내지 110 중 어느 하나일 수 있다. 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 복수의 부반송파를 포함한다. 상향링크 슬롯의 구조도 상기 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

- [0037] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 자원 요소(resource element)라 한다. 자원 그리드 상의 자원 요소는 슬롯 내 인덱스 쌍(pair) (k, l) 에 의해 식별될 수 있다. 여기서, $k(k=0, \dots, N_{RB} \times 12 - 1)$ 는 주파수 영역 내 부반송파 인덱스이고, $l(l=0, \dots, 6)$ 은 시간 영역 내 OFDM 심벌 인덱스이다.
- [0038] 여기서, 하나의 자원 블록은 시간 영역에서 7 OFDM 심벌, 주파수 영역에서 12 부반송파로 구성되는 7×12 자원 요소를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 자원 블록 내 OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 이에 제한되는 것은 아니다. OFDM 심벌의 수와 부반송파의 수는 CP의 길이, 주파수 간격(frequency spacing) 등에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 노멀 CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 7이고, 확장된 CP의 경우 OFDM 심벌의 수는 6이다. 하나의 OFDM 심벌에서 부반송파의 수는 128, 256, 512, 1024, 1536 및 2048 중 하나를 선정하여 사용할 수 있다.
- [0039] 도 4는 하향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0040] 하향링크 서브프레임은 시간 영역에서 2개의 슬롯을 포함하고, 각 슬롯은 노멀 CP에서 7개의 OFDM 심벌을 포함한다. 서브프레임 내의 첫 번째 슬롯의 앞선 최대 3 OFDM 심벌들(1.4Mhz 대역폭에 대해서는 최대 4 OFDM 심벌들)이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심벌들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)가 할당되는 데이터 영역이 된다.
- [0041] PDCCH는 DL-SCH(Downlink-Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷, UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보, PCH 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 랜덤 액세스 응답과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 UE 그룹 내 개별 UE들에 대한 전송 파워 제어 명령의 집합 및 VoIP(Voice over Internet Protocol)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 몇몇 연속적인 CCE(Control Channel Elements)의 집합(aggregation) 상으로 전송된다. CCE는 무선채널의 상태에 따른 부호화율을 PDCCH에 게 제공하기 위해 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)에 대응된다. CCE의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율의 연관 관계에 따라 PDCCH의 포맷 및 가능한 PDCCH의 비트 수가 결정된다.
- [0042] 기지국은 단말에게 보내려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(RNTI; Radio Network Temporary Identifier)가 마스킹된다. 특정 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는, 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보(SIB; System Information Block)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(System Information-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위해 RA-RNTI(Random Access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.
- [0043] 도 5는 상향링크 서브프레임의 구조를 나타낸다.
- [0044] 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나뉠 수 있다. 상기 제어 영역은 상향링크 제어 정보가 전송되기 위한 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 상기 데이터 영역은 데이터가 전송되기 위한 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 단일 반송파(single carrier)의 특성을 유지하기 위하여, 단말은 PUCCH와 PUSCH를 동시에 전송하지 않는다.
- [0045] 하나의 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원 블록 쌍(RB pair)으로 할당된다. 자원 블록 쌍에 속하는 자원 블록들은 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각에서 서로 다른 부반송파를 차지한다. PUCCH에 할당되는 자원 블록 쌍에 속하는 자원 블록이 차지하는 주파수는 슬롯 경계(slot boundary)를 기준으로 변경된다. 이를 PUCCH에 할당되는 RB 쌍이 슬롯 경계에서 주파수가 홉핑(frequency-hopped)되었다고 한다. 단말이 상향링크 제어 정보를 시간에 따라 서로 다른 부반송파를 통해 전송함으로써, 주파수 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. m 은 서브프레임 내에서 PUCCH에 할당된 자원블록 쌍의 논리적인 주파수 영역 위치를 나타내는 위치 인덱스이다.
- [0046] PUCCH 상으로 전송되는 상향링크 제어정보에는 HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest) ACK(Acknowledgement)/NACK(Non-acknowledgement), 하향링크 채널 상태를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator), 상향링크 무선 자원 할당 요청인 SR(Scheduling Request) 등이 있다.
- [0047] PUSCH는 전송 채널(transport channel)인 UL-SCH(Uplink Shared Channel)에 맵핑된다. PUSCH 상으로 전송되는

상향링크 데이터는 TTI 동안 전송되는 UL-SCH를 위한 데이터 블록인 전송 블록(transport block)일 수 있다. 상기 전송 블록은 사용자 정보일 수 있다. 또는, 상향링크 데이터는 다중화된(multiplexed) 데이터일 수 있다. 다중화된 데이터는 UL-SCH를 위한 전송 블록과 제어정보가 다중화된 것일 수 있다. 예를 들어, 데이터에 다중화되는 제어정보에는 CQI, PMI(Precoding Matrix Indicator), HARQ, RI(Rank Indicator) 등이 있을 수 있다. 또는 상향링크 데이터는 제어정보만으로 구성될 수도 있다.

[0048] LTE-A 시스템에서 상향링크는 SC-FDMA 전송 방식을 적용한다. DFT 확산(spreading) 후 IFFT가 수행되는 전송 방식을 SC-FDMA라 한다. SC-FDMA는 DFT-s OFDM(DFT-spread OFDM)이라고도 할 수 있다. SC-FDMA에서는 PAPR(peak-to-average power ratio) 또는 CM(cubic metric)이 낮아질 수 있다. SC-FDMA 전송 방식을 이용하는 경우, 전력 증폭기(power amplifier)의 비선형(non-linear) 왜곡 구간을 피할 수 있으므로 전력 소모가 제한된 단말에서 전송 전력 효율이 높아질 수 있다. 이에 따라, 사용자 수율(user throughput)이 높아질 수 있다.

[0049] 도 6은 SC-FDMA 시스템에서 전송기 구조의 일 예를 나타낸다.

[0050] 도 6을 참조하면, 전송기(50)는 DFT(Discrete Fourier Transform)부(51), 부반송파 맵퍼(52), IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)부(53) 및 CP 삽입부(54)를 포함한다. 전송기(50)는 스램블 유닛(미도시; scramble unit), 모듈레이션 맵퍼(미도시; modulation mapper), 레이어 맵퍼(미도시; layer mapper) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시; layer permutator)를 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(51)에 앞서 배치될 수 있다.

[0051] DFT부(51)는 입력되는 심벌들에 DFT를 수행하여 복소수 심벌들(complex-valued symbol)을 출력한다. 예를 들어, N_{tx} 심벌들이 입력되면(단, N_{tx} 는 자연수), DFT 크기(size)는 N_{tx} 이다. DFT부(51)는 변환 프리코더(transform precoder)라 불릴 수 있다. 부반송파 맵퍼(52)는 상기 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 맵핑시킨다. 상기 복소수 심벌들은 데이터 전송을 위해 할당된 자원 블록에 대응하는 자원 요소들에 맵핑될 수 있다. 부반송파 맵퍼(52)는 자원 맵퍼(resource element mapper)라 불릴 수 있다. IFFT부(53)는 입력되는 심벌에 대해 IFFT를 수행하여 시간 영역 신호인 데이터를 위한 기본 대역(baseband) 신호를 출력한다. CP 삽입부(54)는 데이터를 위한 기본 대역 신호의 뒷부분 일부를 복사하여 데이터를 위한 기본 대역 신호의 앞부분에 삽입한다. CP 삽입을 통해 ISI(Inter-Symbol Interference), ICI(Inter-Carrier Interference)가 방지되어 다중 경로 채널에서도 직교성이 유지될 수 있다.

[0052] 도 7은 부반송파 맵퍼가 복소수 심벌들을 주파수 영역의 각 부반송파에 맵핑하는 방식의 일 예를 나타낸다.

[0053] 도 7-(a)를 참조하면, 부반송파 맵퍼는 DFT부로부터 출력된 복소수 심벌들을 주파수 영역에서 연속된 부반송파들에 맵핑한다. 복소수 심벌들이 맵핑되지 않는 부반송파에는 '0'이 삽입된다. 이를 집중된 맵핑(localized mapping)이라 한다. 3GPP LTE 시스템에서는 집중된 맵핑 방식이 사용된다. 도 7-(b)를 참조하면, 부반송파 맵퍼는 DFT부로부터 출력된 연속된 2개의 복소수 심벌들 사이마다 L-1개의 '0'을 삽입한다(L은 자연수). 즉, DFT부로부터 출력된 복소수 심벌들은 주파수 영역에서 등간격으로 분산된 부반송파들에 맵핑된다. 이를 분산된 맵핑(distributed mapping)이라 한다. 부반송파 맵퍼가 도 7-(a)와 같이 집중된 맵핑 방식 또는 도 7-(b)와 같이 분산된 맵핑 방식을 사용하는 경우, 단일 반송파 특성이 유지된다.

[0054] 클러스터된(clustered) DFT-s OFDM 전송 방식은 기존의 SC-FDMA 전송 방식의 변형으로, 프리코더를 거친 데이터 심벌들을 복수의 서브 블록으로 나누고 이를 주파수 영역에서 서로 분리시켜 맵핑하는 방법이다.

[0055] 도 8은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 일 예이다.

[0056] 도 8을 참조하면, 전송기(70)는 DFT부(71), 부반송파 맵퍼(72), IFFT부(73) 및 CP 삽입부(74)를 포함한다. 전송기(70)는 스램블 유닛(미도시), 모듈레이션 맵퍼(미도시), 레이어 맵퍼(미도시) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(71)에 앞서 배치될 수 있다.

[0057] DFT부(71)로부터 출력되는 복소수 심벌들은 N개의 서브 블록으로 나뉜다(N은 자연수). N개의 서브 블록은 서브 블록 #1, 서브 블록 #2, ..., 서브 블록 #N으로 나타낼 수 있다. 부반송파 맵퍼(72)는 N개의 서브 블록들을 주파수 영역에서 분산시켜 부반송파들에 맵핑한다. 연속된 2개의 서브블록들 사이마다 NULL이 삽입될 수 있다. 하나의 서브 블록 내 복소수 심벌들은 주파수 영역에서 연속된 부반송파에 맵핑될 수 있다. 즉, 하나의 서브 블록 내에서는 집중된 맵핑 방식이 사용될 수 있다.

[0058] 도 8의 전송기(70)는 단일 반송파(single carrier) 전송기 또는 다중 반송파(multi-carrier) 전송기에 모두 사용될 수 있다. 단일 반송파 전송기에 사용되는 경우, N개의 서브 블록들이 모두 하나의 반송파에 대응된다. 다중 반송파 전송기에 사용되는 경우, N개의 서브 블록들 중 각각의 서브 블록마다 하나의 반송파에 대응될 수 있다.

다. 또는, 다중 반송파 전송기에 사용되는 경우에도, N개의 서브 블록들 중 복수의 서브 블록들은 하나의 반송파에 대응될 수도 있다. 한편, 도 8의 전송기(70)에서 하나의 IFFT부(73)를 통해 시간 영역 신호가 생성된다. 따라서, 도 8의 전송기(70)가 다중 반송파 전송기에 사용되기 위해서는 연속된 반송파 할당(contiguous carrier allocation) 상황에서 인접한 반송파와 간 부반송파 간격이 정렬(alignment)되어야 한다.

[0059] 도 9는 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 또 다른 예이다.

[0060] 도 9를 참조하면, 전송기(80)는 DFT부(81), 부반송파 맵퍼(82), 복수의 IFFT부(83-1, 83-2, ..., 83-N)(N은 자연수) 및 CP 삽입부(84)를 포함한다. 전송기(80)는 스크램블 유닛(미도시), 모듈레이션 맵퍼(미도시), 레이어 맵퍼(미도시) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(71)에 앞서 배치될 수 있다.

[0061] N개의 서브 블록들 중 각각의 서브 블록에 대해 개별적으로 IFFT가 수행된다. 제n IFFT부(83-N)는 서브 블록 #n에 IFFT를 수행하여 제n 기본 대역 신호를 출력한다($n=1, 2, \dots, N$). 제n 기본 대역 신호에 제n 반송파 신호가 곱해져 제n 무선 신호가 생성된다. N개의 서브 블록들로부터 생성된 N개의 무선 신호들은 더해진 후, CP 삽입부(84)에 의해 CP가 삽입된다. 도 9의 전송기(80)는 전송기가 할당 받은 반송파들이 인접하지 않는 불연속된 반송파 할당(non-contiguous carrier allocation) 상황에서 사용될 수 있다.

[0062] 도 10은 클러스터된 DFT-s OFDM 전송 방식을 적용한 전송기의 또 다른 예이다.

[0063] 도 10은 청크(chunk) 단위로 DFT 프리코딩을 수행하는 청크 특정 DFT-s OFDM 시스템이다. 이는 Nx SC-FDMA로 불릴 수 있다. 도 10을 참조하면, 전송기(90)는 코드 블록 분할부(91), 청크(chunk) 분할부(92), 복수의 채널 코딩부(93-1, ..., 93-N), 복수의 변조기(94-1, ..., 94-N), 복수의 DFT부(95-1, ..., 95-N), 복수의 부반송파 맵퍼(96-1, ..., 96-N), 복수의 IFFT부(97-1, ..., 97-N) 및 CP 삽입부(98)를 포함한다. 여기서, N은 다중 반송파 전송기가 사용하는 다중 반송파의 개수일 수 있다. 채널 코딩부(93-1, ..., 93-N) 각각은 스크램블 유닛(미도시)을 포함할 수 있다. 변조기(94-1, ..., 94-N)는 모듈레이션 맵퍼를 칭할 수도 있다. 전송기(90)는 레이어 맵퍼(미도시) 및 레이어 퍼뮤테이터(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 이는 DFT부(95-1, ..., 95-N)에 앞서 배치될 수 있다.

[0064] 코드 블록 분할부(91)는 전송 블록을 복수의 코드 블록으로 분할한다. 청크 분할부(92)는 코드 블록을 복수의 청크로 분할한다. 여기서, 코드 블록은 다중 반송파 전송기로부터 전송되는 데이터라 할 수 있고, 청크는 다중 반송파 중 하나의 반송파를 통해 전송되는 데이터 조각이라 할 수 있다. 전송기(90)는 청크 단위로 DFT를 수행한다. 전송기(90)는 불연속된 반송파 할당 상황 또는 연속된 반송파 할당 상황에서 모두 사용될 수 있다.

[0065] 이하 상향링크 참조 신호에 대해서 설명한다.

[0066] 참조 신호는 일반적으로 시퀀스로 전송된다. 참조 신호 시퀀스는 특별한 제한 없이 임의의 시퀀스가 사용될 수 있다. 참조 신호 시퀀스는 PSK(Phase Shift Keying) 기반의 컴퓨터를 통해 생성된 시퀀스(PSK-based computer generated sequence)를 사용할 수 있다. PSK의 예로는 BPSK(Binary Phase Shift Keying), QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 등이 있다. 또는, 참조 신호 시퀀스는 CAZAC(Constant Amplitude Zero Auto-Correlation) 시퀀스를 사용할 수 있다. CAZAC 시퀀스의 예로는 ZC(Zadoff-Chu) 기반 시퀀스(ZC-based sequence), 순환 확장(cyclic extension)된 ZC 시퀀스(ZC sequence with cyclic extension), 절단(truncation) ZC 시퀀스(ZC sequence with truncation) 등이 있다. 또는, 참조 신호 시퀀스는 PN(pseudo-random) 시퀀스를 사용할 수 있다. PN 시퀀스의 예로는 m-시퀀스, 컴퓨터를 통해 생성된 시퀀스, 골드(Gold) 시퀀스, 카사미(Kasami) 시퀀스 등이 있다. 또, 참조 신호 시퀀스는 순환 쉬프트된 시퀀스(cyclically shifted sequence)를 이용할 수 있다.

[0067] 상향링크 참조 신호는 복조 참조 신호(DMRS; Demodulation Reference Signal)와 사운딩 참조 신호(SRS; Sounding Reference Signal)로 구분될 수 있다. DMRS는 수신된 신호의 복조를 위한 채널 추정에 사용되는 참조 신호이다. DMRS는 PUSCH 또는 PUCCH의 전송과 결합될 수 있다. SRS는 상향링크 스케줄링을 위해 단말이 기지국으로 전송하는 참조 신호이다. 기지국은 수신된 사운딩 참조신호를 통해 상향링크 채널을 추정하고, 추정된 상향링크 채널을 상향링크 스케줄링에 이용한다. SRS는 PUSCH 또는 PUCCH의 전송과 결합되지 않는다. DMRS와 SRS를 위하여 동일한 종류의 기본 시퀀스가 사용될 수 있다. 한편, 상향링크 다중 안테나 전송에서 DMRS에 적용된 프리코딩은 PUSCH에 적용된 프리코딩과 같을 수 있다. 순환 쉬프트 분리(cyclic shift separation)는 DMRS를 다중화하는 기본 기법(primary scheme)이다. LTE-A 시스템에서 SRS는 프리코딩되지 않을 수 있으며, 또한 안테나 특정된 참조 신호일 수 있다.

[0068] 참조 신호 시퀀스 $r_{u,v}^{(a)}(n)$ 은 수학식 1에 의해서 기본 시퀀스 $b_{u,v}(n)$ 와 순환 쉬프트 a 를 기반으로 정의될 수 있다.

[0069] <수 1>

$$r_{u,v}^{(\alpha)}(n) = e^{j\alpha n} b_{u,v}(n), \quad 0 \leq n < M_{sc}^{RS}$$

[0071] 수학식 1에서 M_{sc}^{RS} ($1 \leq m \leq N_{RB}^{max,UL}$)는 참조 신호 시퀀스의 길이이며, $M_{sc}^{RS} = m \cdot N_{sc}^{RB}$ 이다. N_{sc}^{RB} 는 주파수 영역에서 부반송파의 개수로 나타낸 자원 블록의 크기를 나타내며, $N_{RB}^{max,UL}$ 는 N_{sc}^{RB} 의 배수로 나타낸 상향링크 대역폭의 최대치를 나타낸다. 복수의 참조 신호 시퀀스는 하나의 기본 시퀀스로부터 순환 쉬프트 값인 α 를 다르게 적용하여 정의될 수 있다.

[0072] 기본 시퀀스 $b_{u,v}(n)$ 는 복수의 그룹으로 나누어지며, 이때 $u \in \{0, 1, \dots, 29\}$ 는 그룹 인덱스를, v 는 그룹 내에서 기본 시퀀스 인덱스를 나타낸다. 기본 시퀀스는 기본 시퀀스의 길이(M_{sc}^{RS})에 의존한다. 각 그룹은 $1 \leq m \leq 5$ 인 m 에 대해서 길이가 M_{sc}^{RS} 인 하나의 기본 시퀀스($v=0$)를 포함하며, $6 \leq m \leq N_{RB}^{max,UL}$ 인 m 에 대해서는 길이가 M_{sc}^{RS} 인 2개의 기본 시퀀스($v=0, 1$)를 포함한다. 시퀀스 그룹 인덱스 u 와 그룹 내의 기본 시퀀스 인덱스 v 는 후술할 그룹 홉핑(group hopping) 또는 시퀀스 홉핑(sequence hopping)과 같이 시간에 따라 변할 수 있다.

[0073] 또한, 참조 신호 시퀀스의 길이가 $3N_{sc}^{RB}$ 또는 그 이상인 경우, 기본 시퀀스는 수학식 2에 의해서 정의될 수 있다.

[0074] <수 2>

$$b_{u,v}(n) = x_q(n \bmod N_{ZC}^{RS}), \quad 0 \leq n < M_{sc}^{RS}$$

[0076] 수학식 2에서 q 는 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스의 루트 인덱스(root index)를 나타낸다. N_{ZC}^{RS} 는 ZC 시퀀스의 길이이며, M_{sc}^{RS} 보다 작은 최대 소수(prime number)로 주어질 수 있다. 루트 인덱스 q 인 ZC 시퀀스는 수학식 3에 의해 정의될 수 있다.

[0077] <수 3>

$$x_q(m) = e^{-j \frac{\pi q m(m+1)}{N_{ZC}^{RS}}}, \quad 0 \leq m \leq N_{ZC}^{RS} - 1$$

[0079] q 는 수학식 4에 의해서 주어질 수 있다.

[0080] <수 4>

$$q = \lfloor \bar{q} + 1/2 \rfloor + v \cdot (-1)^{\lfloor 2\bar{q} \rfloor}$$

$$\bar{q} = N_{ZC}^{RS} \cdot (u+1) / 31$$

[0082] 참조 신호 시퀀스의 길이가 $3N_{sc}^{RB}$ 이하인 경우, 기본 시퀀스는 수학식 5에 의해서 정의될 수 있다.

[0083] <수 5>

$$b_{u,v}(n) = e^{j\phi(n)\pi/4}, \quad 0 \leq n \leq M_{sc}^{RS} - 1$$

[0085] 표 1은 $M_{sc}^{RS} = N_{sc}^{RB}$ 일 때 $\phi(n)$ 을 정의한 예시이다.

표 1

	$\phi(0), \dots, \phi(11)$											
0	-1	1	3	-3	3	3	1	1	3	1	-3	3
1	1	1	3	3	3	-1	1	-3	-3	1	-3	3

2	1	1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	1	-3	1	-1
3	-1	1	1	1	1	-1	-3	-3	1	-3	3	-1
4	-1	3	1	-1	1	-1	-3	-1	1	-1	1	3
5	1	-3	3	-1	-1	1	1	-1	-1	3	-3	1
6	-1	3	-3	-3	-3	3	1	-1	3	3	-3	1
7	-3	-1	-1	-1	1	-3	3	-1	1	-3	3	1
8	1	-3	3	1	-1	-1	-1	1	1	3	-1	1
9	1	-3	-1	3	3	-1	-3	1	1	1	1	1
10	-1	3	-1	1	1	-3	-3	-1	-3	-3	3	-1
11	3	1	-1	-1	3	3	-3	1	3	1	3	3
12	1	-3	1	1	-3	1	1	1	-3	-3	-3	1
13	3	3	-3	3	-3	1	1	3	-1	-3	3	3
14	-3	1	-1	-3	-1	3	1	3	3	3	-1	1
15	3	-1	1	-3	-1	-1	1	1	3	1	-1	-3
16	1	3	1	-1	1	3	3	3	-1	-1	3	-1
17	-3	1	1	3	-3	3	-3	-3	3	1	3	-1
18	-3	3	1	1	-3	1	-3	-3	-1	-1	1	-3
19	-1	3	1	3	1	-1	-1	3	-3	-1	-3	-1
20	-1	-3	1	1	1	1	3	1	-1	1	-3	-1
21	-1	3	-1	1	-3	-3	-3	-3	-3	1	-1	-3
22	1	1	-3	-3	-3	-3	-1	3	-3	1	-3	3
23	1	1	-1	-3	-1	-3	1	-1	1	3	-1	1
24	1	1	3	1	3	3	-1	1	-1	-3	-3	1
25	1	-3	3	3	1	3	3	1	-3	-1	-1	3
26	1	3	-3	-3	3	-3	1	-1	-1	3	-1	-3
27	-3	-1	-3	-1	-3	3	1	-1	1	3	-3	-3
28	-1	3	-3	3	-1	3	3	-3	3	3	-1	-1
29	3	-3	-3	-1	-1	-3	-1	3	-3	3	1	-1

[0087] 표 2는 $M_{sc}^{RS} = 2 * N_{sc}^{RB}$ 일 때 $\phi(n)$ 을 정의한 예시이다.

표 2

[0088]

	$\phi(0), \dots, \phi(23)$																							
0	-1	3	1	-3	3	-1	1	3	-3	3	1	3	-3	3	1	1	-1	1	3	-3	3	-3	-1	-3
1	-3	3	-3	-3	-3	1	-3	-3	3	-1	1	1	1	3	1	-1	3	-3	-3	1	3	1	1	-3
2	3	-1	3	3	1	1	-3	3	3	3	3	1	-1	3	-1	1	1	-1	-3	-1	-1	1	3	3
3	-1	-3	1	1	3	-3	1	1	-3	-1	-1	1	3	1	3	1	-1	3	1	1	-3	-1	-3	-1
4	-1	-1	-1	-3	-3	-1	1	1	3	3	-1	3	-1	1	-1	-3	1	-1	-3	-3	1	-3	-1	-1
5	-3	1	1	3	-1	1	3	1	-3	1	-3	1	1	-1	-1	3	-1	-3	3	-3	-3	-3	1	1
6	1	1	-1	-1	3	-3	-3	3	-3	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-3	-1	1	-1	3	-1	-3
7	-3	3	3	-1	-1	-3	-1	3	1	3	1	3	1	1	-1	3	1	-1	1	3	-3	-1	-1	1
8	-3	1	3	-3	1	-1	-3	3	-3	3	-1	-1	-1	-1	1	-3	-3	-3	1	-3	-3	-3	1	-3
9	1	1	-3	3	3	-1	-3	-1	3	-3	3	3	3	-1	1	1	-3	1	-1	1	1	-3	1	1
10	-1	1	-3	-3	3	-1	3	-1	-1	-3	-3	-3	-1	-3	-3	1	-1	1	3	3	-1	1	-1	3
11	1	3	3	-3	-3	1	3	1	-1	-3	-3	-3	3	3	-3	3	3	-1	-3	3	-1	1	-3	1
12	1	3	3	1	1	1	-1	-1	1	-3	3	-1	1	1	-3	3	3	-1	-3	3	-3	-1	-3	-1
13	3	-1	-1	-1	-1	-3	-1	3	3	1	-1	1	3	3	3	-1	1	1	-3	1	3	-1	-3	3
14	-3	-3	3	1	3	1	-3	3	1	3	1	1	3	3	-1	-1	-3	1	-3	-1	3	1	1	3
15	-1	-1	1	-3	1	3	-3	1	-1	-3	-1	3	1	3	1	-1	-3	-3	-1	-1	-3	-3	-3	-1
16	-1	-3	3	-1	-1	-1	-1	1	1	-3	3	1	3	3	1	-1	1	-3	1	-3	1	1	-3	-1
17	1	3	-1	3	3	-1	-3	1	-1	-3	3	3	3	-1	1	1	3	-1	-3	-1	3	-1	-1	-1
18	1	1	1	1	1	-1	3	-1	-3	1	1	3	-3	1	-3	-1	1	1	-3	-3	3	1	1	-3
19	1	3	3	1	-1	-3	3	-1	3	3	3	-3	1	-1	1	-1	-3	-1	1	3	-1	3	-3	-3
20	-1	-3	3	-3	-3	-3	-1	-1	-3	-1	-3	3	1	3	-3	-1	3	-1	1	-1	3	-3	1	-1
21	-3	-3	1	1	-1	1	-1	1	-1	3	1	-3	-1	1	-1	1	-1	-1	3	3	-3	-1	1	-3

22	-3	-1	-3	3	1	-1	-3	-1	-3	-3	3	-3	3	-3	-1	1	3	1	-3	1	3	3	-1	-3
23	-1	-1	-1	-1	3	3	3	1	3	3	-3	1	3	-1	3	-1	3	3	-3	3	1	-1	3	3
24	1	-1	3	3	-1	-3	3	-3	-1	-1	3	-1	3	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-3	-1	3
25	1	-1	1	-1	3	-1	3	1	1	-1	-1	-3	1	1	-3	1	3	-3	1	1	-3	-3	-1	-1
26	-3	-1	1	3	1	1	-3	-1	-1	-3	3	-3	3	1	-3	3	-3	1	-1	1	-3	1	1	1
27	-1	-3	3	3	1	1	3	-1	-3	-1	-1	-1	3	1	-3	-3	-1	3	-3	-1	-3	-1	-3	-1
28	-1	-3	-1	-1	1	-3	-1	-1	1	-1	-3	1	1	-3	1	-3	-3	3	1	1	-1	3	-1	-1
29	1	1	-1	-1	-3	-1	3	-1	3	-1	1	3	1	-1	3	1	3	-3	-3	1	-1	-1	1	3

[0089] 참조 신호의 홉핑은 다음과 같이 적용될 수 있다.

[0090] 슬롯 인덱스 n_s 의 시퀀스 그룹 인덱스 u 는 수학적식 6에 의해서 그룹 홉핑 패턴 $f_{gh}(n_s)$ 와 시퀀스 쉬프트 패턴 f_{ss} 를 기반으로 정의될 수 있다.

[0091] <수 6>

$$u = (f_{gh}(n_s) + f_{ss}) \bmod 30$$

[0093] 17개의 서로 다른 그룹 홉핑 패턴과 30개의 서로 다른 시퀀스 쉬프트 패턴이 존재할 수 있다. 그룹 홉핑의 적용 여부는 상위 계층에 의해서 지시될 수 있다.

[0094] PUCCH와 PUSCH는 같은 그룹 홉핑 패턴을 가질 수 있다. 그룹 홉핑 패턴 $f_{gh}(n_s)$ 는 수학적식 7에 의해서 정의될 수 있다.

[0095] <수 7>

$$f_{gh}(n_s) = \begin{cases} 0 & \text{if group hopping is disabled} \\ \left(\sum_{i=0}^7 c(8n_s + i) \cdot 2^i \right) \bmod 30 & \text{if group hopping is enabled} \end{cases}$$

[0097] 수학적식 8에서 $c(i)$ 는 PN 시퀀스인 모조 임의 시퀀스(pseudo-random sequence)로, 길이-31의 골드(Gold) 시퀀스에 의해 정의될 수 있다. 수학적식 9는 골드 시퀀스 $c(n)$ 의 일 예를 나타낸다.

[0098] <수 8>

$$\begin{aligned} c(n) &= (x_1(n + N_c) + x_2(n + N_c)) \bmod 2 \\ x_1(n + 31) &= (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2 \\ x_2(n + 31) &= (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_1(n + 1) + x_1(n)) \bmod 2 \end{aligned}$$

[0100] 수학적식 8에서 $N_c=1600$ 이고, $x_1(i)$ 은 제1 m-시퀀스이고, $x_2(i)$ 는 제2 m-시퀀스이다. 예를 들어, 제1 m-시퀀스 또는 제2 m-시퀀스는 매 OFDM 심벌마다 셀 ID, 하나의 무선 프레임 내 슬롯 번호, 슬롯 내 OFDM 심벌 인덱스, CP의 종류 등에 따라 초기화(initialization)될 수 있다. 모조 임의 시퀀스 생성기는 각 무선 프레임의 처음에서

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{cell}}{30} \right\rfloor \text{로 초기화될 수 있다.}$$

[0101] PUCCH와 PUSCH는 다른 시퀀스 쉬프트 패턴을 가질 수 있다. PUCCH의 시퀀스 쉬프트 패턴 $f_{ss}^{PUCCH} = N_{ID}^{cell} \bmod 30$ 으로 주어질 수 있다. PUSCH의 시퀀스 쉬프트 패턴 $f_{ss}^{PUSCH} = (f_{ss}^{PUCCH} + \Delta_{ss}) \bmod 30$ 으로 주어질 수 있으며, $\Delta_{ss} \in \{0, 1, \dots, 29\}$ 는 상위 계층에 의해서 구성될 수 있다.

[0102] 시퀀스 홉핑은 길이가 $6N_{sc}^{RB}$ 보다 긴 참조 신호 시퀀스에만 적용될 수 있다. 이때 슬롯 인덱스 n_s 의 기본 시퀀스 그룹 내의 기본 시퀀스 인덱스 v 는 수학적식 9에 의해 정의될 수 있다.

[0103] <수 9>

$$v = \begin{cases} c(n_s) & \text{if group hopping is disabled and sequence hopping is enabled} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[0105] $c(i)$ 는 수학적식 8의 예시에 의해서 표현될 수 있으며, 시퀀스 홉핑의 적용 여부는 상위 계층에 의해서 지시될 수

있다. 모조 임의 시퀀스 생성기는 각 무선 프레임의 처음에서

$$c_{init} = \left\lfloor \frac{N_{ID}^{cell}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + f_{ss}^{PUSCH}$$
로 초기화될 수 있다.

[0106] PUSCH를 위한 DMRS 시퀀스는 수학적식 10에 의해서 정의될 수 있다.

[0107] <수 10>

$$r^{PUSCH}(m \cdot M_{sc}^{RS} + n) = r_{u,v}^{(\alpha)}(n)$$

[0109] 수학적식 10에서 $m=0,1,\dots$ 이며, $n=0,\dots,M_{sc}^{RS}-1$ 이다. $M_{sc}^{RS}=M_{sc}^{PUSCH}$ 이다.

[0110] 슬롯 내에서 순환 쉬프트 값인 $\alpha=2\pi n_{cs}/12$ 로 주어지며, n_{cs} 는 수학적식 11에 의해서 정의될 수 있다.

[0111] <수 11>

$$n_{cs} = (n_{DMRS}^{(1)} + n_{DMRS}^{(2)} + n_{PRS}(n_s)) \bmod 12$$

[0113] 수학적식 11에서 $n_{DMRS}^{(1)}$ 는 상위 계층에서 전송되는 파라미터에 의해 지시되며, 표 3은 상기 파라미터와 $n_{DMRS}^{(1)}$ 의 대응 관계의 예시를 나타낸다.

표 3

[0114]

Parameter	$n_{DMRS}^{(1)}$
0	0
1	2
2	3
3	4
4	6
5	8
6	9
7	10

[0115] 다시 수학적식 11에서 $n_{DMRS}^{(2)}$ 는 PUSCH 전송에 대응되는 전송 블록을 위한 DCI 포맷 0 내의 순환 쉬프트 필드(cyclic shift field)에 의해서 정의될 수 있다. DCI 포맷은 PDCCH에서 전송된다. 상기 순환 쉬프트 필드는 3비트의 길이를 가질 수 있다.

[0116] 표 4는 상기 순환 쉬프트 필드와 $n_{DMRS}^{(2)}$ 의 대응 관계의 일 예이다.

표 4

[0117]

Cyclic shift field in DCI format 0	$n_{DMRS}^{(2)}$
000	0
001	6
010	3
011	4

100	2
101	8
110	10
111	9

[0118] 표 5는 상기 순환 쉬프트 필드와 $n_{\text{DMRS}}^{(2)}$ 의 대응 관계의 또 다른 예이다.

표 5

[0119]

Cyclic shift field in DCI format 0	$n_{\text{DMRS}}^{(2)}$
000	0
001	2
010	3
011	4
100	6
101	8
110	9
111	10

[0120] 동일한 전송 블록에서 DCI 포맷 0를 포함하는 PDCCH가 전송되지 않는 경우, 동일한 전송 블록에서 최초 PUSCH가 반영구적(semi-persistently)으로 스케줄링된 경우, 또는 동일한 전송 블록에서 최초 PUSCH가 임의 접속 응답 그랜트(random access response grant)에 의해 스케줄링된 경우에 $n_{\text{DMRS}}^{(2)}$ 는 0일 수 있다.

[0121] $n_{\text{PRS}}(n_s)$ 는 수학식 12에 의해서 정의될 수 있다.

[0122] <수 12>

[0123]

$$n_{\text{PRS}}(n_s) = \sum_{i=0}^7 c(8N_{\text{symb}}^{\text{UL}} \cdot n_s + i) \cdot 2^i$$

[0124] $c(i)$ 는 수학식 8의 예시에 의해서 표현될 수 있으며, $c(i)$ 의 셀 별로(cell-specific) 적용될 수 있다. 모조 임의

$$c_{\text{init}} = \left\lfloor \frac{N_{\text{ID}}^{\text{cell}}}{30} \right\rfloor \cdot 2^5 + f_{\text{ss}}^{\text{PUSCH}}$$

시퀀스 생성기는 각 무선 프레임의 처음에서 로 초기화될 수 있다.

[0125] DMRS 시퀀스 r^{PUSCH} 는 진폭 스케일링 인자(amplitude scaling factor) β_{PUSCH} 와 곱해지고, 해당하는 PUSCH 전송에 사용되는 물리 전송 블록에 $r^{\text{PUSCH}}(0)$ 부터 시작하여 시퀀스로 맵핑된다. 상기 DMRS 시퀀스는 하나의 슬롯 내에서 노멀 CP인 경우 4번째 OFDM 심벌(OFDM 심벌 인덱스 3), 확장 CP인 경우 3번째 OFDM 심벌(OFDM 심벌 인덱스 2)에 맵핑된다.

[0126] 도 11은 복조를 위한 참조 신호 전송기의 구조의 일 예를 나타낸다.

[0127] 도 11을 참조하면, 참조 신호 전송기(60)는 부반송파 매퍼(61), IFFT부(62) 및 CP 삽입부(63)를 포함한다. 참조 신호 전송기(60)는 도 6의 전송기(50)과 다르게 DFT부(51)를 거치지 않고 주파수 영역에서 바로 생성되어 부반송파 매퍼(61)를 통해 부반송파에 맵핑된다. 이때 부반송파 매퍼는 도 7-(a)의 집중된 맵핑 방식을 이용하여 참조 신호를 부반송파에 맵핑할 수 있다.

[0128] 도 12는 참조 신호가 전송되는 서브프레임의 구조의 일 예이다.

[0129] 도 12-(a)의 서브프레임의 구조는 노멀 CP의 경우를 나타낸다. 서브프레임은 제1 슬롯과 제2 슬롯을 포함한다. 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 7 OFDM 심벌을 포함한다. 서브프레임 내 14 OFDM 심벌은 0부터 13까지 심벌 인덱스가 매겨진다. 심벌 인덱스가 3 및 10인 OFDM 심벌을 통해 참조 신호가 전송될 수 있다. 참조 신호가 전송되는 OFDM 심벌을 제외한 나머지 OFDM 심벌을 통해 데이터가 전송될 수 있다. 도 12-(b)의 서브프레임의 구조는 확장 CP의 경우를 나타낸다. 서브프레임은 제1 슬롯과 제2 슬롯을 포함한다. 제1 슬롯과 제2 슬롯 각각은 6 OFDM 심

별을 포함한다. 서브프레임 내 12 OFDM 심벌은 0부터 11까지 심벌 인덱스가 매겨진다. 심벌 인덱스가 2 및 8인 OFDM 심벌을 통해 참조 신호가 전송된다. 참조 신호가 전송되는 OFDM 심벌을 제외한 나머지 OFDM 심벌을 통해 데이터가 전송된다. 도 12에 나타내지 않았으나, 서브프레임 내 OFDM 심벌을 통해 사운딩 참조 신호(SRS; Sounding Reference Signal)가 전송될 수도 있다.

[0130] 도 13은 참조 신호에 OCC가 적용되는 일 예를 나타낸다.

[0131] 하나의 서브프레임 내에서 레이어 0에 대한 참조 신호 시퀀스와 레이어 1에 대한 참조 신호 시퀀스는 모두 1번째 슬롯의 4번째 OFDM 심벌과 2번째 슬롯의 4번째 OFDM 심벌에 맵핑된다. 각 레이어에서 2개의 OFDM 심벌에 동일한 시퀀스가 맵핑된다. 이때 레이어 0에 대한 참조 신호 시퀀스는 $[+1 \ +1]$ 의 직교 시퀀스가 곱해져서 OFDM 심벌에 맵핑된다. 레이어 1에 대한 참조 신호 시퀀스는 $[+1 \ -1]$ 의 직교 시퀀스가 곱해져서 OFDM 심벌에 맵핑된다. 즉, 레이어 1에 대한 참조 신호 시퀀스가 하나의 서브프레임 내에서 2번째 슬롯에 맵핑될 때 -1 이 곱해져서 맵핑된다.

[0132] 상기와 같이 OCC가 적용될 경우, 참조 신호를 수신하는 기지국은 1번째 슬롯에서 전송되는 참조 신호 시퀀스와 2번째 슬롯에서 전송되는 참조 신호 시퀀스를 더하여 레이어 0의 채널을 추정할 수 있다. 또한, 기지국은 1번째 슬롯에서 전송되는 참조 신호 시퀀스에서 2번째 슬롯에서 전송되는 참조 신호 시퀀스를 뺀으로써 레이어 1의 채널을 추정할 수 있다. 즉, OCC를 적용함으로써 기지국은 각 레이어에서 전송되는 참조 신호를 구분할 수 있다. 따라서 동일한 자원을 사용하여 복수의 참조 신호를 전송할 수 있다. 만약, 가능한 순환 쉬프트의 값이 6개인 경우, 상기의 OCC를 적용하여 다중화할 수 있는 레이어 또는 사용자의 개수를 12개까지 증가시킬 수 있다.

[0133] 본 예에서는 $[+1 \ +1]$ 또는 $[+1 \ \text{또는} \ -1]$ 의 이진 포맷(binary format)이 OCC로 사용되는 것을 가정하나, 이에 한정되는 것은 아니고 다양한 종류의 직교 시퀀스가 OCC로 사용될 수 있다. 예를 들어 Walsh 코드, DFT 계수(coefficients), CAZAC 시퀀스 등의 직교 시퀀스가 OCC에 적용될 수 있다.

[0134] 또한, OCC를 적용함으로써 서로 다른 대역폭을 가지는 사용자 사이에 참조 신호가 보다 용이하게 다중화될 수 있다.

[0135] 도 14는 OCC를 적용하여 서로 다른 대역폭을 가지는 2개의 단말에서 전송되는 참조 신호가 다중화되는 일 예를 나타낸다.

[0136] 제1 단말과 제2 단말은 각각 다른 대역폭으로 참조 신호를 전송한다. 제1 단말(UE #0)은 제1 대역폭(BW0)을 통해서 참조 신호를 전송하고, 제2 단말(UE #1)은 제2 대역폭(BW1)을 통해서 참조 신호를 전송한다. 제1 단말이 전송하는 참조 신호는 1번째 슬롯과 2번째 슬롯에서 각각 $[+1 \ +1]$ 의 직교 시퀀스와 곱해진다. 제2 단말이 전송하는 참조 신호는 1번째 슬롯과 2번째 슬롯에서 각각 $[+1 \ -1]$ 의 직교 시퀀스와 곱해진다. 이에 따라 제1 단말과 제2 단말로부터 참조 신호를 수신하는 기지국은 두 단말을 구분하여 각각 채널 추정을 수행할 수 있다.

[0137] 이하 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)에 대해서 설명한다. MIMO 기법은 크게 PARC(Per-Antenna Rate Control)와 PU2RC(Per-User Unitary Rate Control)의 2가지 방법으로 구분될 수 있다.

[0138] 도 15는 PARC 기법의 일 예를 나타내는 블록도이다.

[0139] PARC는 기본적인 공간 다중화(spatial multiplexing) 방법을 이용하여 MIMO를 수행하는 기법이다. PARC 기법을 통해 공간 자원을 하나의 단말에 할당할 수도 있고, 복수의 단말에 할당할 수도 있다. 공간 자원을 하나의 단말에 할당할 경우 단일 사용자(SU; Single-User) MIMO라 하고, 복수의 단말에 할당할 경우 다중 사용자(MU; Multi-User) MIMO라 한다.

[0140] 도 15는 PARC 기법을 SU-MIMO에 적용한 경우이다. 3개의 단말을 가정할 경우, 기지국은 상기 3개의 단말 중 복수의 안테나가 데이터를 전송할 하나의 단말을 선택한다. 제1 단말이 선택된 경우, 복수의 안테나 각각의 스트림에 대한 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨을 결정하고, OFDMA 변조기를 거쳐 복수의 안테나를 통해 제1 단말로 데이터를 전송한다. 각 단말은 해당 단말의 복수의 안테나에 대한 CQI(Channel Quality Indicator)를 각각 기지국으로 전송한다.

[0141] 도 16은 PU2RC 기법의 일 예를 나타내는 블록도이다.

[0142] PU2RC는 코드북(codebook)을 기반으로 데이터를 프리코딩(precoding)하여 다중 사용자의 간섭을 줄여 MIMO를 수행한다. 단계 S100에서 기지국은 복수의 단말에 대한 스트림을 그룹핑(100)하여 복수의 그룹 스트림을 생성하고, 단계 S101에서 생성된 그룹 스트림을 스케줄링 및 다중화(101)한다. 기지국은 각 그룹 스트림을 해당

그룹에 대응되는 프리코딩 행렬(precoding matrix)을 이용하여 프리코딩(102)하며, 복수의 안테나를 통해 전송한다. 프리코딩시 유니타리 코드북(unitary codebook) 기반의 프리코딩이 사용될 수 있다. 각 단말은 선호하는 프리코딩 행렬과 송신 안테나 및 각 송신 안테나에 해당하는 CQI를 기지국으로 피드백하며, 기지국은 피드백 정보를 스케줄링 시에 이용할 수 있다. 이와 같이 프리코딩을 사용하여 MIMO를 수행함으로써 공간적인 다중 사용자 간섭을 줄일 수 있으므로, MU-MIMO 환경에서 높은 성능 이득을 얻을 수 있다.

[0143] 무선 통신 시스템은 상향링크 또는 하향링크 HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)를 지원할 수 있다.

[0144] 도 17은 상향링크 HARQ를 나타낸다.

[0145] 단말로부터 PUSCH 상으로 상향링크 데이터(110)를 수신한 기지국은 일정 서브프레임이 경과한 후에 PHICH 상으로 ACK/NACK 신호(111)를 전송한다. ACK/NACK 신호(111)는 상기 상향링크 데이터(110)가 성공적으로 디코딩되면 ACK 신호가 되고, 상기 상향링크 데이터(110)의 디코딩에 실패하면 NACK 신호가 된다. 단말은 NACK 신호가 수신되면, ACK 정보가 수신되거나 최대 재전송 횟수까지 상기 상향링크 데이터(110)에 대한 재전송 데이터(120)를 전송할 수 있다. 기지국은 재전송 데이터(120)에 대한 ACK/NACK 신호(121)를 PHICH 상으로 전송할 수 있다.

[0146] 이하 PHICH에 대해서 설명한다.

[0147] 도 18은 PHICH 상으로 ACK/NACK 신호가 전송되는 것을 나타내는 블록도이다.

[0148] LTE 시스템에서는 상향링크에서 SU-MIMO를 지원하지 않으므로 1개의 PHICH는 하나의 단말의 PUSCH, 즉 단일 스트림(single stream)에 대한 1비트 ACK/NACK만을 전송한다. 단계 S130에서 1비트의 ACK/NACK을 코드율(code rate)이 1/3인 반복 코드를 이용하여 3비트로 코딩한다. 단계 S131에서 코딩된 ACK/NACK을 BPSK(Binary Phase Key-Shifting) 방식으로 변조하여 3개의 변조 심벌들을 생성한다. 단계 S132에서 상기 변조 심벌은 노멀 CP 구조에서 스프레딩 인자 SF(Spreading Factor)=4, 확장 CP 구조에서 SF=2를 이용하여 스프레딩(spreading)된다. 상기 변조 심벌들을 스프레딩할 때 직교 시퀀스가 사용되며, 사용되는 직교 시퀀스의 개수는 I/Q 다중화(multiplexing)를 적용하기 위해 SF*2가 된다. SF*2개의 직교 시퀀스를 사용하여 스프레딩된 PHICH들이 1개의 PHICH 그룹으로 정의될 수 있다. 단계 S133에서 스프레딩된 심벌들에 대하여 레이어 맵핑이 수행된다. 단계 S124에서 레이어 맵핑된 심벌들이 자원 맵핑되어 전송된다.

[0149] PHICH는 PUSCH 전송에 따른 HARQ ACK/NACK을 나른다. 동일한 집합의 자원 요소에 맵핑된 복수의 PHICH가 PHICH 그룹을 형성하며, PHICH 그룹 내의 각각의 PHICH는 서로 다른 직교 시퀀스(orthogonal sequence)에 의해서 구분된다. FDD 시스템에서 PHICH 그룹의 개수인 $N_{\text{PHICH}}^{\text{group}}$ 는 모든 서브프레임에서 일정하며, 수학적 식 13에 의해서 결정될 수 있다.

[0150] <수 13>

$$N_{\text{PHICH}}^{\text{group}} = \begin{cases} \left\lceil N_g \left(N_{\text{RB}}^{\text{DL}} / 8 \right) \right\rceil & \text{for normal cyclic prefix} \\ 2 \cdot \left\lceil N_g \left(N_{\text{RB}}^{\text{DL}} / 8 \right) \right\rceil & \text{for extended cyclic prefix} \end{cases}$$

[0151]

[0152] 수학적 식 13에서 N_g 는 PBCH(Physical Broadcast Channel)을 통해서 상위 계층에서 전송되며, $N_g \in \{1/6, 1/2, 1, 2\}$ 이다. PBCH는 단말이 기지국과 통신하는데 필수적인 시스템 정보를 나르며, PBCH를 통해 전송되는 시스템 정보를 MIB(Master Information Block)라 한다. 이와 비교하여, PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송되는 시스템 정보를 SIB(System Information Block)라 한다. $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 은 주파수 영역에서의 자원 블록의 크기인 $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ 의 배수로 표현한 하향링크 대역폭 구성이다. PHICH 그룹 인덱스 $n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}$ 는 0부터 $N_{\text{PHICH}}^{\text{group}} - 1$ 중 어느 하나의 정수이다.

[0153] PHICH에 사용되는 자원은 PUSCH의 자원 할당시 가장 작은 PRB 인덱스와 상향링크 그랜트(UL grant)로 전송되는 DMRS(Demodulation Reference Signal)의 순환 쉬프트 값을 기반으로 결정될 수 있다. PHICH가 맵핑되는 자원(이하 PHICH 자원)은 인덱스 쌍인 $(n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}, n_{\text{PHICH}}^{\text{seq}})$ 로 표현할 수 있으며, $n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}$ 는 PHICH 그룹 인덱스, $n_{\text{PHICH}}^{\text{seq}}$ 는 상기 PHICH 그룹 내의 직교 시퀀스 인덱스를 나타낸다. 상기 $(n_{\text{PHICH}}^{\text{group}}, n_{\text{PHICH}}^{\text{seq}})$ 는 수학적 식 14에 의해서

결정될 수 있다.

<수 14>

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left(\left\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \right\rfloor + n_{DMRS} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

n_{DMRS} 는 표 6에 의해서 DCI 포맷 0 내의 DMRS 순환 쉬프트(Cyclic shift for DMRS) 필드를 기반으로 결정될 수 있다.

표 6

Cyclic Shift for DMRS Field in DCI format 0	n_{DMRS}
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

또한, 동일한 전송 블록에서 DCI 포맷 0를 포함하는 PDCCH가 전송되지 않는 경우에 동일한 전송 블록에서 최초 PUSCH가 반영구적(semi-persistently)으로 스케줄링 되거나 또는 동일한 전송 블록에서 최초 PUSCH가 임의 접속 응답 그랜트(random access response grant)에 의해 스케줄링 된 경우에 n_{DMRS} 는 0일 수 있다.

다시 수식 14에서 N_{SF}^{PHICH} 는 도 18의 PHICH 변조에 사용되는 스프레딩 인자(SF; Spreading Factor)이다. $I_{PRB_RA}^{lowest_index}$ 는 해당 PHICH에 대응되는 PUSCH가 전송되는 슬롯의 PRB 중 가장 작은 PRB 인덱스이다. I_{PHICH} 는 0 또는 1의 값이다.

PHICH에 사용되는 직교 시퀀스는 표 7에 의하여 결정될 수 있다. 사용되는 직교 시퀀스는 n_{PHICH}^{seq} 값에 따라서 또는 CP 구조에 따라서 달라질 수 있다.

표 7

시퀀스 인덱스(n_{PHICH}^{seq})	직교 시퀀스	
	노멀 CP($N_{SF}^{PHICH}=4$)	확장 CP($N_{SF}^{PHICH}=2$)
0	[+1 +1 +1 +1]	[+1 +1]
1	[+1 -1 +1 -1]	[+1 -1]
2	[+1 +1 -1 -1]	[+j +j]
3	[+1 -1 -1 +1]	[+j -j]
4	[+j +j +j +j]	-
5	[+j -j +j -j]	-
6	[+j +j -j -j]	-
7	[+j -j -j +j]	-

복수의 PHICH가 동시에 할당될 수 있다. 특히 반송파 집합 시스템, MU-MIMO, CoMP(Cooperative Multi-Point) 전송 방식 등의 시스템에서 복수의 PHICH가 할당될 수 있다.

도 19는 SC-FDMA 전송 방식을 적용한 상향링크에서 MIMO 전송 과정을 나타내는 블록도이다.

MIMO 전송을 수행하기 위하여 복수의 부호어(codeword)가 사용될 수 있다. 부호어의 개수가 2개라 가정할 때, 단계 S140에서 각 부호어는 스크램블링 되고, 단계 S141에서 상기 부호어가 변조 심벌로 맵핑되며, 단계 S142에

서 상기 각 심벌이 각 레이어로 맵핑된다. 단계 S143에서 상기 각 레이어는 DFT 스프레딩되며, 단계 S144에서 상기 각 레이어는 프리코딩된다. 단계 S145에서 프리코딩되어 생성된 스트림은 자원 요소에 맵핑되며, 단계 S146에서 생성된 SC-FDMA 신호 생성기를 통해 각 안테나를 통해 전송된다. 상향링크에 대한 HARQ를 용이하게 하기 위하여, 각 부호어에 대하여 2개의 독립한 ACK/NACK 신호가 각각 필요하다.

[0165] 도 20은 PHICH 자원 할당의 일 예이다.

[0166] 도 20에서 가로축은 PHICH 그룹 인덱스, 세로축은 PHICH 그룹 내의 직교 시퀀스 인덱스를 나타낸다. 각 단말에서 PUSCH가 할당되는 가장 작은 PRB 인덱스와 n_{DMRS} 값에 따라서 대응되는 PHICH 자원이 결정된다. 예를 들어 수학식 23에 의해서 PHICH 자원이 결정될 수 있다. n_{DMRS} 에 의해서 MU-MIMO 환경에서 최대 8명의 사용자에게 대한 PHICH 자원을 구별할 수 있다. 이에 따라 복수의 PHICH가 전송될 때 PHICH 자원이 서로 충돌하는 것을 방지할 수 있다.

[0167] 인덱스 (0,0)인 자원 요소(자원 요소 #0)와 인덱스 (1,0)인 자원 요소(자원 요소 #1)에는 제1 단말에서 2개의 안테나를 통해 전송되는 2개의 PUSCH에 대응되는 PHICH 자원이 각각 할당된다. 이때 PUSCH가 전송되는 가장 작은 PRB 인덱스는 같고 n_{DMRS} 가 서로 다를 수 있다. 또한, 인덱스 (2,0)인 자원 요소(자원 요소 #2)에는 제2 단말에서 전송되는 PUSCH에 대응되는 PHICH 자원이 할당된다. 마찬가지로 인덱스 (0,1)인 자원 요소(자원 요소 #3), 인덱스 (1,1)인 자원 요소(자원 요소 #4)에는 제3 단말 및 제4 단말에서 각각 전송되는 PUSCH에 대응되는 PHICH 자원이 각각 할당된다.

[0168] 그러나 OCC를 적용하여 데이터를 다중화하는 경우, 가장 작은 PRB 인덱스와 n_{DMRS} 가 같고 서로 다른 OCC를 적용함으로써 같은 자원을 사용하여 복수의 데이터 또는 복수의 참조 신호를 전송하는 것이 가능하다. 이때 대응되는 복수의 PHICH는 수학식 14에 의할 경우 동일한 자원을 이용하게 되고, PHICH 자원이 충돌하게 된다. 따라서 복수의 PHICH가 할당될 경우 PHICH 자원의 충돌을 막기 위한 방법이 요구된다.

[0169] 이하, PHICH 자원의 충돌 문제를 해결하기 위한 방법을 기술하도록 한다. 본 발명은 상향링크 MU-MIMO 환경에서 각 단말이 ACK/NACK 신호를 전송하는 PHICH 자원이 서로 충돌하지 않게 하기 위하여 각 단말 내의 복수의 안테나에 대하여 DMRS를 위한 순환 쉬프트 값을 할당하는 방법을 제안한다.

[0170] 수학식 14에서 언급된 바와 같이, PHICH 자원은 수학식 15에 의해서 할당될 수 있다.

[0171] <수 15>

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = (\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \rfloor + n_{DMRS}) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

[0173] 확장 CP 구조를 가지는 경우에 $2N_{SF}^{PHICH} = 4$ 이며, 또한 $N_{PHICH}^{group} = 4$ 라 가정하면 $n_{DMRS}=0$ 일 때와 $n_{DMRS}=4$ 일 때 PHICH 자원이 할당되는 위치를 지시하는 n_{PHICH}^{group} 과 n_{PHICH}^{seq} 이 같아질 수 있다. 즉, 서로 다른 n_{DMRS} 를 할당하는 경우에도 PHICH 자원이 서로 충돌할 수 있다. 예를 들어 제1 단말이 $n_{DMRS}=0$ 을 사용하고 제2 단말이 $n_{DMRS}=4$ 를 사용하는 경우에 PHICH 자원이 서로 충돌할 수 있다. 또한, 각 단말에 할당되는 n_{DMRS} 가 각각 1 및 5, 2 및 6 또는 3 및 7인 경우에도 마찬가지로 PHICH 자원의 충돌이 발생할 수 있다. 이때 각 단말이 단일 안테나를 가진다면 기지국이 PHICH 자원의 충돌이 발생하지 않도록 스케줄러에서 DCI 포맷 0 상의 DMRS의 순환 쉬프트 값을 유연하게 할당할 수 있다. 그러나 각 단말이 복수의 안테나를 가지는 경우에는 각 단말 간에 서로 다른 순환 쉬프트 값이 할당되는 것은 물론 하나의 단말 내의 각 안테나에 대하여도 서로 다른 순환 쉬프트 값이 할당될 필요가 있으므로, 각 단말들 간의 PHICH 자원이 충돌하는 확률을 줄이기 위한 방법이 요구된다.

[0174] 따라서 본 발명에서는 하나의 단말 내의 복수의 레이어(layer)에 순환 쉬프트 값을 각각 할당할 때, 각 레이어에 각각 PHICH 자원의 충돌이 날 수 있는 순환 쉬프트 값을 할당함으로써 복수의 단말에 대한 PHICH 자원의 충돌을 방지하는 방법을 제안한다. 즉, 예를 들어 앞에서 설명한 $n_{DMRS}=0$ 과 $n_{DMRS}=4$ 를 하나의 단말 내의 복수의 레이어에 각각 할당함으로써, 복수의 단말 간의 PHICH 자원의 충돌 확률을 줄이는 방법이 제안된다.

[0175] 다양한 실시예를 통하여 본 발명을 설명하도록 한다. 이하의 설명에서는 복수의 레이어에 서로 다른 순환 쉬프트

트 값이 각각 할당되나, 복수의 안테나에 서로 다른 순환 쉬프트 값이 각각 할당될 수 있다. 또한, 복수의 레이어에 할당되는 서로 다른 순환 쉬프트 값은 DCI 포맷 0를 통해 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값을 기반으로 암묵적으로 할당될 수 있다. 이하의 설명에서 DCI 포맷 0를 통해 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값 $n_{DMRS}=A$ 로 설정된다.

[0176] 먼저 단일 부호어(single codeword) 또는 복수의 부호어에 대한 ACK/NACK 신호가 하나의 PHICH 상으로 전송되는 경우에 본 발명이 적용되는 경우를 설명한다.

[0177] 상향링크 MU-MIMO 전송을 수행하는 각 단말들에 서로 다른 순환 쉬프트 값을 할당할 수 있다.

[0178] 도 21은 제안된 HARQ 수행 방법에 따른 2개의 단말에 대한 순환 쉬프트 값의 할당의 일 예를 나타낸다. 도 21은 각 단말이 2개의 전송 안테나를 가지면서 rank-2 전송을 하는 경우를 나타낸다. 즉, 각 단말에 대하여 서로 다른 2개의 순환 쉬프트 값이 요구된다.

[0179] 도 21을 참조하면, 제1 단말(UE 1)의 2개의 레이어에 각각 순환 쉬프트 값으로 A와 $(A+4)\text{mod}8$ 이 할당된다. 또한, 제2 단말(UE 2)의 2개의 레이어에 각각 순환 쉬프트 값으로 B와 $(B+4)\text{mod}8$ 이 할당된다. A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 예를 들어 제1 단말의 각 안테나에 대한 순환 쉬프트 값으로 각각 0과 4가 할당되며, 제2 단말의 각 안테나에 대한 순환 쉬프트 값으로 각각 1과 5가 할당될 수 있다. 이에 따라 각 단말 간의 PHICH 자원이 충돌하는 확률을 줄일 수 있다. 또한, 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 예를 들어 제1 단말의 제1 레이어에 순환 쉬프트 값으로 $(A+4)\text{mod}8$ 이 할당되고 제2 레이어에 순환 쉬프트 값으로 A가 할당될 수 있다.

[0180] 또한, 각 단말이 2개의 전송 안테나를 가지면서 rank-2 전송을 하는 경우에 4개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-2 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 2개의 순환 쉬프트 값이 필요하다. 표 8은 4개의 단말 내의 각각 2개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 예를 나타낸다.

표 8

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	B	C	D
제2 레이어	$(A+4)\text{mod}8$	$(B+4)\text{mod}8$	$(C+4)\text{mod}8$	$(D+4)\text{mod}8$

[0182] A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A, $(A+4)\text{mod}8$, B 및 $(B+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, $(A+4)\text{mod}8$, B, $(B+4)\text{mod}8$, C 및 $(C+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 또한, 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0183] 또한, 각 단말이 4개의 전송 안테나를 가지면서 rank-4 전송을 하는 경우에 2개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-4 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 4개의 순환 쉬프트 값이 필요하다. 표 9 및 표 10은 2개의 단말 내의 각각 4개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 예를 나타낸다.

표 9

	제1 단말	제2 단말	제1 단말	제2 단말
제1 레이어	A	C	A	C
제2 레이어	$(A+4)\text{mod}8$	$(C+4)\text{mod}8$	B	D
제3 레이어	B	D	$(A+4)\text{mod}8$	$(C+4)\text{mod}8$
제4 레이어	$(B+4)\text{mod}8$	$(D+4)\text{mod}8$	$(B+4)\text{mod}8$	$(D+4)\text{mod}8$

표 10

	제1 단말	제2 단말	제1 단말	제2 단말
제1 레이어	A	B	A	B
제2 레이어	(A+2)mod8	(B+2)mod8	(A+4)mod8	(B+4)mod8
제3 레이어	(A+4)mod8	(B+4)mod8	(A+2)mod8	(B+2)mod8
제4 레이어	(A+6)mod8	(B+6)mod8	(A+6)mod8	(B+6)mod8

[0185]

[0186]

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 (A+4)mod8과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A, (A+4)mod8, B 및 (B+4)mod8과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, (A+4)mod8, B, (B+4)mod8, C 및 (C+4)mod8과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 또한, 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0187]

또한, 각 단말이 4개의 전송 안테나를 가지면서 rank-4 전송을 하는 경우에 4개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-4 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 4개의 순환 쉬프트 값이 필요하다. 표 11 및 표 12는 4개의 단말 내의 각각 4개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 예를 나타낸다.

표 11

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	A	C	D
제2 레이어	(A+2)mod8	(B+2)mod8	(C+2)mod8	(D+2)mod8
제3 레이어	(A+4)mod8	(B+4)mod8	(C+4)mod8	(D+4)mod8
제4 레이어	(A+6)mod8	(B+6)mod8	(C+6)mod8	(D+6)mod8

[0188]

표 12

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	A	C	D
제2 레이어	(A+4)mod8	(B+4)mod8	(C+4)mod8	(D+4)mod8
제3 레이어	(A+2)mod8	(B+2)mod8	(C+2)mod8	(D+2)mod8
제4 레이어	(A+6)mod8	(B+6)mod8	(C+6)mod8	(D+6)mod8

[0189]

[0190]

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 (A+4)mod8과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A, (A+4)mod8, B 및 (B+4)mod8과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, (A+4)mod8, B, (B+4)mod8, C 및 (C+4)mod8과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 또한, 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0191]

또는, 상향링크 MU-MIMO 전송을 수행하는 각 단말들에 서로 동일한 순환 쉬프트 값을 할당하되, 서로 다른 OCC 인덱스를 참조 신호 다중화의 용도로 사용하여 각 단말을 구분할 수 있다.

[0192]

수학식 16은 OCC 인덱스를 적용하여 PHICH 자원을 할당하는 수식의 일 예이다.

[0193]

<수 16>

$$n_{PHICH}^{group} = (I_{PRB_RA}^{lowest_index} + n_{DMRS} + n_{OCC}) \bmod N_{PHICH}^{group} + I_{PHICH} N_{PHICH}^{group}$$

$$n_{PHICH}^{seq} = \left(\left\lfloor I_{PRB_RA}^{lowest_index} / N_{PHICH}^{group} \right\rfloor + n_{DMRS} + n_{OCC} \right) \bmod 2N_{SF}^{PHICH}$$

[0194]

[0195]

수학식 16에서 OCC 인덱스를 지시하는 n_{OCC} 는 최대 3비트의 길이를 가질 수 있다. 즉, MU-MIMO 전송 환경에서

OCC 인덱스를 기반으로 구분할 수 있는 단말의 최대 개수는 8개이다. 이하의 설명에서는 n_{occ} 는 1비트의 길이를 가지며 0 또는 1 중 어느 하나의 값을 가지는 것을 가정한다. 또한, 서브프레임 내에 2개의 SC-FDMA 심벌에서 DMRS가 전송되는 것을 가정한다.

[0196] 도 22는 제안된 HARQ 수행 방법에 따른 2개의 단말에 대한 순환 쉬프트 값의 할당의 일 예를 나타낸다. 도 22는 각 단말이 2개의 전송 안테나를 가지면서 rank-2 전송을 하는 경우를 나타낸다.

[0197] 도 22를 참조하면, 제1 단말(UE 1)의 2개의 레이어에 각각 순환 쉬프트 값으로 A와 $(A+4) \bmod 8$ 이 할당된다. 마찬가지로, 제2 단말(UE 2)의 2개의 레이어에도 각각 순환 쉬프트 값으로 A와 $(A+4) \bmod 8$ 이 할당된다. 다만, 제1 단말과 제2 단말에 각각 OCC 인덱스가 0과 1로 서로 다르게 할당된다. 이에 따라 제1 단말과 제2 단말을 구분할 수 있다. A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 이에 따라 각 단말 간의 PHICH 자원이 충돌하는 확률을 줄일 수 있다. 또한, 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 예를 들어 제1 단말의 제1 레이어에 순환 쉬프트 값으로 $(A+4) \bmod 8$ 이 할당되고 제2 레이어에 순환 쉬프트 값으로 A가 할당될 수 있다.

[0198] 또한, 각 단말이 2개의 전송 안테나를 가지면서 rank-2 전송을 하는 경우에 4개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 표 13은 4개의 단말 내의 각각 2개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 예를 나타낸다.

표 13

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	B	A	B
제2 레이어	$(A+4) \bmod 8$	$(B+4) \bmod 8$	$(A+4) \bmod 8$	$(B+4) \bmod 8$
OCC 인덱스	0	1	0	1

[0200] A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4) \bmod 8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 또한, OCC 인덱스는 동일한 순환 쉬프트 값이 할당되는 단말 내에서 바뀔 수 있다.

[0201] 표 13에서는 OCC 인덱스가 1비트의 길이로 0 또는 1 중 어느 하나의 값을 가지는 경우를 가정하나, OCC 인덱스의 길이는 최대 3비트까지 커질 수 있다. OCC 인덱스가 2비트인 경우, 제1 단말 내지 제4 단말에 대하여 OCC 인덱스가 0 내지 3으로 할당될 수 있다. 표 14는 4개의 단말 내의 각각 2개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 또 다른 예를 나타낸다.

표 14

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	A	A	A
제2 레이어	$(A+4) \bmod 8$	$(A+4) \bmod 8$	$(A+4) \bmod 8$	$(A+4) \bmod 8$
OCC 인덱스	0	1	2	3

[0203] A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 또한, OCC 인덱스는 동일한 순환 쉬프트 값이 할당되는 단말 내에서 바뀔 수 있다.

[0204] 또한, 각 단말이 4개의 전송 안테나를 가지면서 rank-4 전송을 하는 경우에 2개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 표 15는 2개의 단말 내의 각각 4개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 예를 나타낸다.

표 15

	제1 단말	제2 단말
제1 레이어	A	A
제2 레이어	$(A+2)\text{mod}8$	$(A+2)\text{mod}8$
제3 레이어	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+4)\text{mod}8$
제4 레이어	$(A+6)\text{mod}8$	$(A+6)\text{mod}8$
OCC 인덱스	0	1

[0205]

[0206]

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 또한, OCC 인덱스는 동일한 순환 쉬프트 값이 할당되는 단말 내에서 바뀔 수 있다.

[0207]

또한, 각 단말이 4개의 전송 안테나를 가지면서 rank-4 전송을 하는 경우에 4개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 표 16은 4개의 단말 내의 각각 4개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 예를 나타낸다. 이때 OCC 인덱스는 1비트의 길이를 가지며, 0 또는 1 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다.

표 16

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	A	B	B
제2 레이어	$(A+2)\text{mod}8$	$(A+2)\text{mod}8$	$(B+2)\text{mod}8$	$(B+2)\text{mod}8$
제3 레이어	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+4)\text{mod}8$	$(B+4)\text{mod}8$	$(B+4)\text{mod}8$
제4 레이어	$(A+6)\text{mod}8$	$(A+6)\text{mod}8$	$(B+6)\text{mod}8$	$(B+6)\text{mod}8$
OCC 인덱스	0	1	0	1

[0208]

[0209]

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 또한, OCC 인덱스는 동일한 순환 쉬프트 값이 할당되는 단말 내에서 바뀔 수 있다.

[0210]

표 17은 4개의 단말 내의 각각 4개의 레이어에 순환 쉬프트 값이 할당되는 또 다른 예를 나타낸다. 이때 OCC 인덱스는 2비트의 길이를 가지며, 0 내지 3 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다.

표 17

	제1 단말	제2 단말	제3 단말	제4 단말
제1 레이어	A	A	A	A
제2 레이어	$(A+2)\text{mod}8$	$(A+2)\text{mod}8$	$(A+2)\text{mod}8$	$(A+2)\text{mod}8$
제3 레이어	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+4)\text{mod}8$
제4 레이어	$(A+6)\text{mod}8$	$(A+6)\text{mod}8$	$(A+6)\text{mod}8$	$(A+6)\text{mod}8$
OCC 인덱스	0	1	2	3

[0211]

[0212]

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다. 또한, OCC 인덱스는 동일한 순환 쉬프트 값이 할당되는 단말 내에서 바뀔 수 있다.

[0213]

한편, 본 발명은 복수의 부호어에 대한 ACK/NACK 신호가 복수의 PHICH 상으로 전송되는 경우에도 적용될 수 있다. 복수의 부호어에 대한 ACK/NACK 신호가 하나의 PHICH 상으로 전송되는 경우와 마찬가지로, 하나의 단말 내의 복수의 레이어에 각각 PHICH 자원의 충돌이 날 수 있는 순환 쉬프트 값을 할당함으로써 복수의 단말에 대한 PHICH 자원의 충돌 확률을 줄일 수 있다. 다만, 각 단말에 복수의 PHICH를 할당하기 위하여 각 PHICH가 할당되는 자원의 충돌이 나지 않도록, 최소 2개의 서로 다른 순환 쉬프트 값을 설정할 필요가 있다.

[0214]

상향링크 MU-MIMO 전송을 수행하는 각 단말들에 서로 다른 순환 쉬프트 값을 할당할 수 있다.

[0215]

각 단말이 2개의 전송 안테나를 가지면서 rank-2 전송을 하는 경우에 2개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환

쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-2 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 2개의 순환 쉬프트 값이 필요하며, 각 단말당 2개의 PHICH 자원이 할당된다고 가정한다. 표 18은 2개의 단말 내의 2개의 레이어에 제1 PHICH에 대한 순환 쉬프트 값이 각각 할당되는 예를 나타낸다.

표 18

	제1 레이어	제2 레이어
제1 단말	A	$(A+4)\text{mod}8$
제2 단말	B	$(B+4)\text{mod}8$

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 다른 경우, 제1 단말에서의 제2 PHICH 자원은 $n_{\text{DMRS}}=(A+\alpha)\text{mod}8$ 을 기반으로 하여 할당될 수 있다. 또한, 제2 단말에서의 제2 PHICH 자원은 $n_{\text{DMRS}}=(B+\alpha)\text{mod}8$ 을 기반으로 하여 할당될 수 있다. α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있으며, 제1 단말 및 제2 단말에 적용될 때 동일한 값을 가질 수 있다.

또한, PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 동일한 경우에는, 하나의 단말 내에서 서로 다른 부호어 간의 PHICH 자원의 충돌을 방지하기 위하여 PHICH 자원 충돌이 발생하지 않는 순환 쉬프트 값을 각 레이어에 할당할 수 있다. 즉, 표 19와 같이 각 레이어에 순환 쉬프트 값을 할당할 수 있다.

표 19

	제1 레이어	제2 레이어
제1 단말	A	$(A+\alpha)\text{mod}8$
제2 단말	B	$(B+\alpha)\text{mod}8$

α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A와 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

각 단말이 2개의 전송 안테나를 가지면서 rank-2 전송을 하는 경우에 4개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-2 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 2개의 순환 쉬프트 값이 필요하며, 각 단말당 2개의 PHICH 자원이 할당된다고 가정한다. 표 20은 4개의 단말 내의 2개의 레이어에 제1 PHICH에 대한 순환 쉬프트 값이 각각 할당되는 예를 나타낸다.

표 20

	제1 레이어	제2 레이어
제1 단말	A	$(A+4)\text{mod}8$
제2 단말	B	$(B+4)\text{mod}8$
제3 단말	C	$(C+4)\text{mod}8$
제4 단말	D	$(D+4)\text{mod}8$

A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A, $(A+4)\text{mod}8$, B 및 $(B+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, $(A+4)\text{mod}8$, B, $(B+4)\text{mod}8$, C 및 $(C+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 다른 경우, 제1 단말 내지 제4

단말에서의 제2 PHICH 자원은 각각 $n_{DMRS}=(A+\alpha)\bmod 8$, $n_{DMRS}=(B+\alpha)\bmod 8$, $n_{DMRS}=(C+\alpha)\bmod 8$ 및 $n_{DMRS}=(D+\alpha)\bmod 8$ 을 기반으로 하여 할당될 수 있다. α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있으며, 제1 단말 내지 제4 단말에 적용될 때 동일한 값을 가질 수 있다.

[0226] 또한, PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 동일한 경우에는, 하나의 단말 내에서 서로 다른 부호어 간의 PHICH 자원의 충돌을 방지하기 위하여 PHICH 자원 충돌이 발생하지 않는 순환 쉬프트 값을 각 레이어에 할당할 수 있다. 즉, 표 21과 같이 각 레이어에 순환 쉬프트 값을 할당할 수 있다.

표 21

[0227]

	제1 레이어	제2 레이어
제1 단말	A	$(A+\alpha)\bmod 8$
제2 단말	B	$(B+\alpha)\bmod 8$
제3 단말	C	$(C+\alpha)\bmod 8$
제4 단말	D	$(D+\alpha)\bmod 8$

[0228] α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A와 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A 및 B와 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, B 및 C와 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0229] 각 단말이 4개의 전송 안테나를 가지면서 rank-4 전송을 하는 경우에 2개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-4 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 4개의 순환 쉬프트 값이 필요하며, 각 단말당 2개의 PHICH 자원이 할당된다고 가정한다. 표 22는 2개의 단말 내의 4개의 레이어에 제1 PHICH에 대한 순환 쉬프트 값이 각각 할당되는 예를 나타낸다.

표 22

[0230]

	제1 레이어	제2 레이어	제3 레이어	제4 레이어
제1 단말	A	$(A+4)\bmod 8$	$(A+2)\bmod 8$	$(A+6)\bmod 8$
제2 단말	B	$(B+4)\bmod 8$	$(B+2)\bmod 8$	$(B+6)\bmod 8$

[0231] A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\bmod 8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0232] PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 다른 경우, 제1 단말 및 제2 단말에서의 제2 PHICH 자원은 각각 $n_{DMRS}=(A+\alpha)\bmod 8$ 및 $n_{DMRS}=(B+\alpha)\bmod 8$ 을 기반으로 하여 할당될 수 있다. α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있으며, 제1 단말 및 제2 단말에 적용될 때 동일한 값을 가질 수 있다.

[0233] 또한, PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 동일한 경우에는, 하나의 단말 내에서 서로 다른 부호어 간의 PHICH 자원의 충돌을 방지하기 위하여 PHICH 자원 충돌이 발생하지 않는 순환 쉬프트 값을 각 레이어에 할당할 수 있다. 즉, 표 23과 같이 각 레이어에 순환 쉬프트 값을 할당할 수 있다.

표 23

[0234]

	제1 레이어	제2 레이어	제3 레이어	제4 레이어
제1 단말	A	$(A+\alpha)\bmod 8$	$(A+4)\bmod 8$	$(A+\alpha+4)\bmod 8$
제2 단말	B	$(B+\alpha)\bmod 8$	$(B+4)\bmod 8$	$(B+\alpha+4)\bmod 8$

[0235] α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A와 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환

쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0236] 각 단말이 4개의 전송 안테나를 가지면서 rank-4 전송을 하는 경우에 4개의 단말에 대하여 본 발명에 따른 순환 쉬프트 값이 할당될 수 있다. 각 단말이 rank-4 전송을 하므로 각 단말에 대하여 서로 다른 4개의 순환 쉬프트 값이 필요하며, 각 단말당 2개의 PHICH 자원이 할당된다고 가정한다. 표 24는 4개의 단말 내의 4개의 레이어에 제1 PHICH에 대한 순환 쉬프트 값이 각각 할당되는 예를 나타낸다.

표 24

[0237]

	제1 레이어	제2 레이어	제3 레이어	제4 레이어
제1 단말	A	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+2)\text{mod}8$	$(A+6)\text{mod}8$
제2 단말	B	$(B+4)\text{mod}8$	$(B+2)\text{mod}8$	$(B+6)\text{mod}8$
제3 단말	C	$(C+4)\text{mod}8$	$(C+2)\text{mod}8$	$(C+6)\text{mod}8$
제4 단말	D	$(D+4)\text{mod}8$	$(D+2)\text{mod}8$	$(D+6)\text{mod}8$

[0238] A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A 및 $(A+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A, $(A+4)\text{mod}8$, B 및 $(B+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, $(A+4)\text{mod}8$, B, $(B+4)\text{mod}8$, C 및 $(C+4)\text{mod}8$ 과 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

[0239] PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 다른 경우, 제1 단말 내지 제4 단말에서의 제2 PHICH 자원은 각각 $n_{\text{DMRS}}=(A+\alpha)\text{mod}8$, $n_{\text{DMRS}}=(B+\alpha)\text{mod}8$, $n_{\text{DMRS}}=(C+\alpha)\text{mod}8$ 및 $n_{\text{DMRS}}=(D+\alpha)\text{mod}8$ 을 기반으로 하여 할당될 수 있다. α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있으며, 제1 단말 내지 제4 단말에 적용될 때 동일한 값을 가질 수 있다.

[0240] 또한, PHICH 자원이 할당되는 규칙과 각 레이어 간 순환 쉬프트 값이 할당되는 규칙이 동일한 경우에는, 하나의 단말 내에서 서로 다른 부호어 간의 PHICH 자원의 충돌을 방지하기 위하여 PHICH 자원 충돌이 발생하지 않는 순환 쉬프트 값을 각 레이어에 할당할 수 있다. 즉, 표 25와 같이 각 레이어에 순환 쉬프트 값을 할당할 수 있다.

표 25

[0241]

	제1 레이어	제2 레이어	제3 레이어	제4 레이어
제1 단말	A	$(A+\alpha)\text{mod}8$	$(A+4)\text{mod}8$	$(A+\alpha+4)\text{mod}8$
제2 단말	B	$(B+\alpha)\text{mod}8$	$(B+4)\text{mod}8$	$(B+\alpha+4)\text{mod}8$
제3 단말	C	$(C+\alpha)\text{mod}8$	$(C+\alpha)\text{mod}8$	$(C+\alpha+4)\text{mod}8$
제4 단말	D	$(D+\alpha)\text{mod}8$	$(D+\alpha)\text{mod}8$	$(D+\alpha+4)\text{mod}8$

[0242] α 는 1 내지 8 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. A는 DCI 포맷 0 상으로 전송되는 DMRS의 순환 쉬프트 값이며 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. B는 A와 서로 다른 값으로써, A와 마찬가지로 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. C는 A 및 B와 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. D는 A, B 및 C와 서로 다른 값으로써, 0 내지 7 중 어느 하나의 값을 가질 수 있다. 각 단말 내의 각 레이어에 할당된 순환 쉬프트 값 또는 각 단말들 간에 할당된 순환 쉬프트 값의 순서는 바뀔 수 있다.

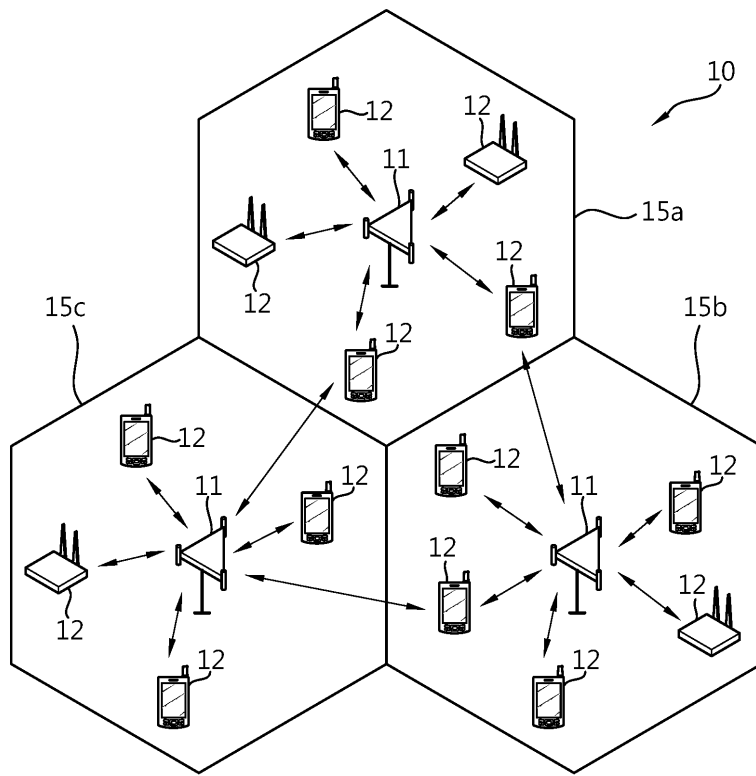
[0243] 한편, 확장 CP 구조에서 하나의 PHICH 그룹에 할당될 수 있는 PHICH 시퀀스의 개수가 4개이므로, 단말의 개수가 4개 이상인 경우에 복수의 부호어에 대한 복수의 PHICH를 지원할 수 없다. 따라서 단말의 개수가 4개 이상인 경우에 복수의 PHICH를 지원하기 위하여 하나의 PHICH 그룹 내의 PHICH 시퀀스의 개수를 증가시킬 수 있다. 또는, LTE rel-8에서 정의되지 않은 새로운 파라미터를 적용하여 복수의 PHICH를 지원할 수 있다. 상기 새로운 파라미터는 정적(static), 반정적(semi-static) 또는 동적(dynamic) 파라미터일 수 있으며, RRC(Radio Resource Control) 시그널링 되거나 또는 DCI 포맷을 통해 PDCCH 상으로 시그널링될 수 있다.

[0244] 또한, 복수의 PHICH 자원을 할당하는 경우에도 도 22와 같이 상향링크 MU-MIMO 전송을 수행하는 각 단말들에 서로 동일한 순환 쉬프트 값을 할당하되, 서로 다른 OCC 인덱스를 참조 신호 다중화의 용도로 사용하여 각 단말을 구분할 수 있다.

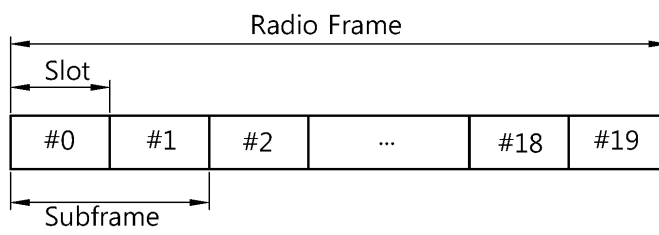
- [0245] 도 23은 제안된 HARQ 수행 방법의 일 실시예를 나타내는 블록도이다. 단계 S100에서 단말은 상향링크 데이터를 PUSCH 상으로 기지국으로 전송한다. 단계 S110에서 단말은 상기 상향링크 데이터의 수신 여부를 지시하는 ACK/NACK 신호를 상기 PUSCH에 대응하는 PHICH 상으로 복수의 레이어를 통해 기지국으로부터 수신한다. 이때 복수의 레이어에 대한 PHICH 자원은 서로 겹치지 않으며, 상기 PHICH 자원은 서로 다른 순환 쉬프트 값을 가질 수 있다.
- [0246] 도 24는 제안된 하향링크 제어 신호 전송 방법의 일 실시예를 나타낸다.
- [0247] 단계 S300에서 기지국은 복수의 단말에 대한 복수의 PHICH 시퀀스를 생성한다. 단계 S310에서 기지국은 상기 생성한 복수의 PHICH 시퀀스를 하향링크 자원에 맵핑한다. 이때 상기 각 단말 내에서 복수의 PHICH 시퀀스가 맵핑되는 자원은 서로 겹치지 않는다. 단계 S320에서 기지국은 상기 맵핑된 복수의 PHICH 시퀀스를 단말로 전송한다.
- [0248] 도 25는 본 발명의 실시예가 구현되는 기지국 및 단말의 나타낸 블록도이다.
- [0249] 기지국(800)은 프로세서(810; processor), 메모리(820; memory) 및 RF부(830; Radio Frequency unit)을 포함한다. 프로세서(810)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(810)에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(810)는 ACK/NACK 신호 전송을 위한 PHICH 자원을 할당한다. 메모리(820)는 프로세서(810)와 연결되어, 프로세서(810)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(830)는 프로세서(810)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신하고, 상기 할당된 PHICH 자원을 통해 ACK/NACK 신호를 전송한다.
- [0250] 단말(900)은 프로세서(910), 메모리(920) 및 RF부(930)을 포함한다. RF부(930)는 프로세서(910)와 연결되어, PUSCH 상으로 상향링크 데이터를 전송한다. 프로세서(910)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(910)에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(910)는 수신한 ACK/NACK 신호를 처리한다. 메모리(920)는 프로세서(910)와 연결되어, 프로세서(910)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다.
- [0251] 프로세서(810, 910)은 ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로 및/또는 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 메모리(820, 920)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(830, 930)은 무선 신호를 처리하기 위한 베이스밴드 회로를 포함할 수 있다. 실시예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(820, 920)에 저장되고, 프로세서(810, 910)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(820, 920)는 프로세서(810, 910) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(810, 910)와 연결될 수 있다.
- [0252] 상술한 예시적인 시스템에서, 방법들은 일련의 단계 또는 블록으로써 순서도를 기초로 설명되고 있지만, 본 발명은 단계들의 순서에 한정되는 것은 아니며, 어떤 단계는 상술한 바와 다른 단계와 다른 순서로 또는 동시에 발생할 수 있다. 또한, 당업자라면 순서도에 나타난 단계들이 배타적이지 않고, 다른 단계가 포함되거나 순서도의 하나 또는 그 이상의 단계가 본 발명의 범위에 영향을 미치지 않고 삭제될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0253] 상술한 실시예들은 다양한 양태의 예시들을 포함한다. 다양한 양태들을 나타내기 위한 모든 가능한 조합을 기술할 수는 없지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 다른 조합이 가능함을 인식할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 이하의 특허청구범위 내에 속하는 모든 다른 교체, 수정 및 변경을 포함한다고 할 것이다.

도면

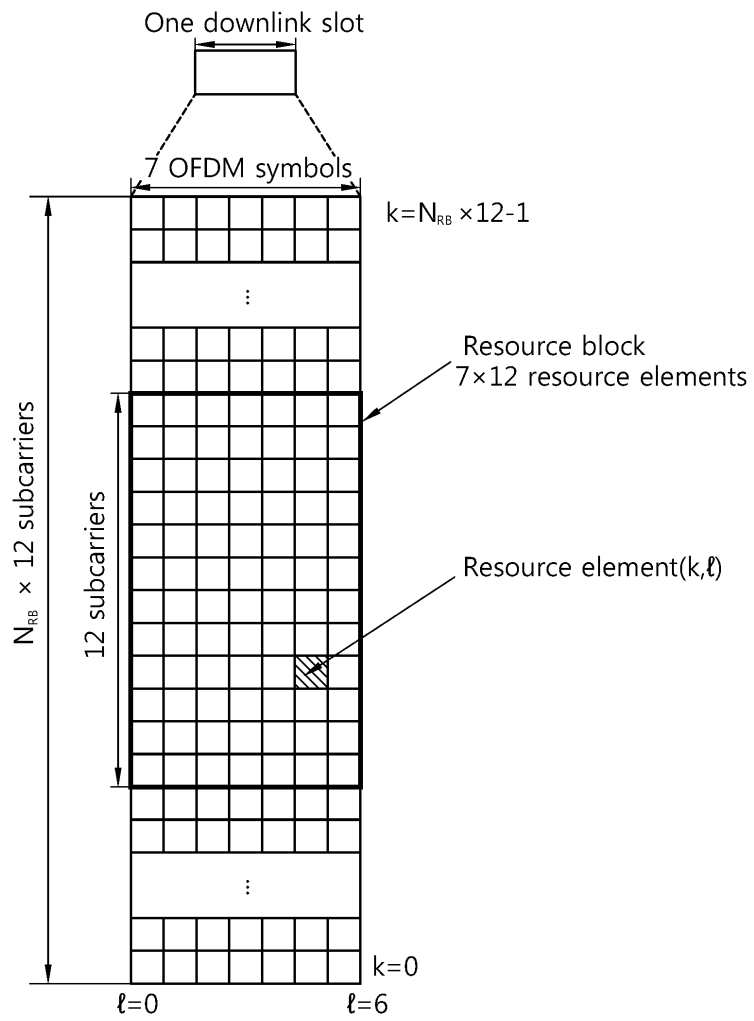
도면1



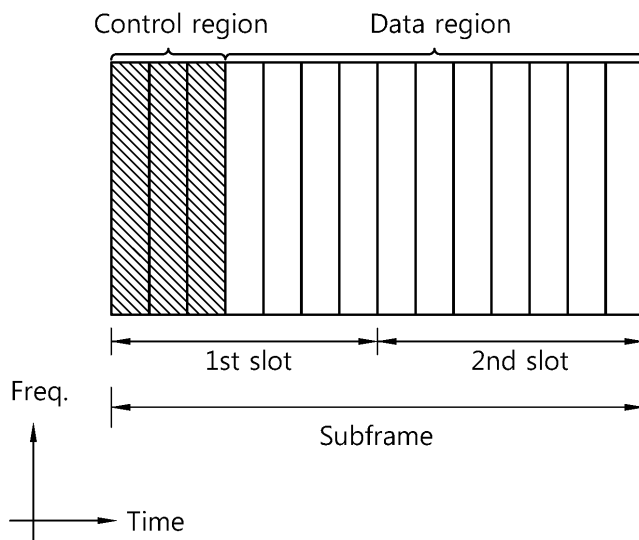
도면2



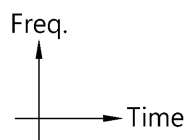
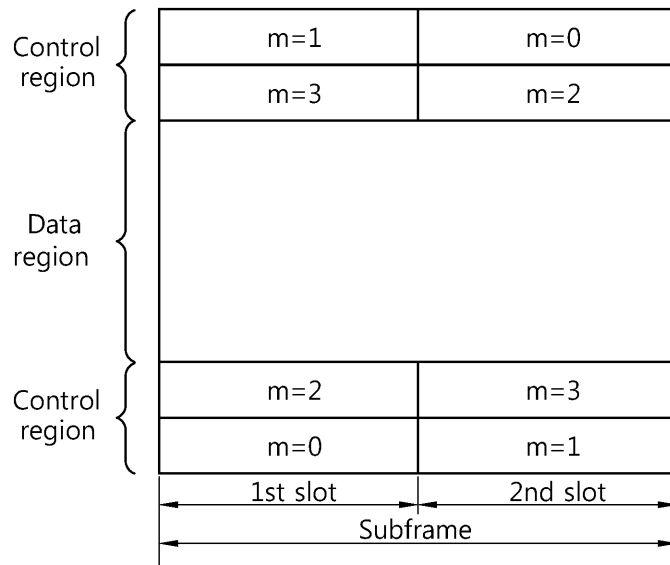
도면3



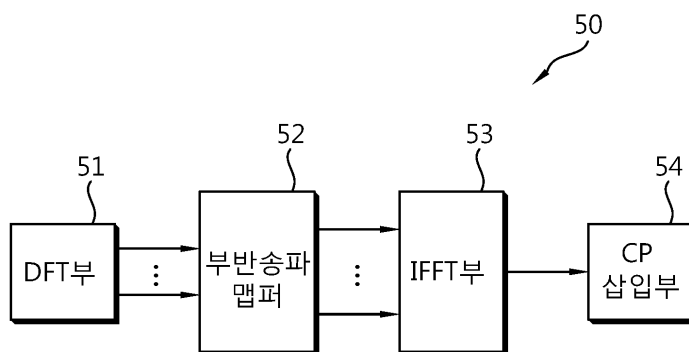
도면4



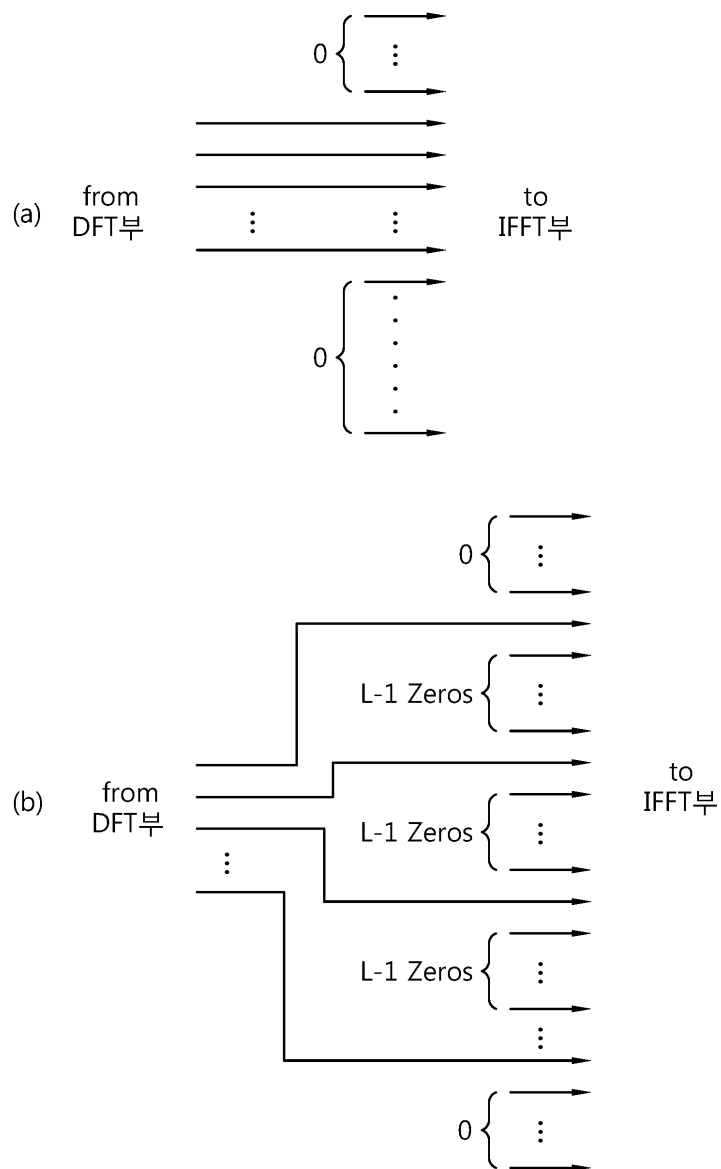
도면5



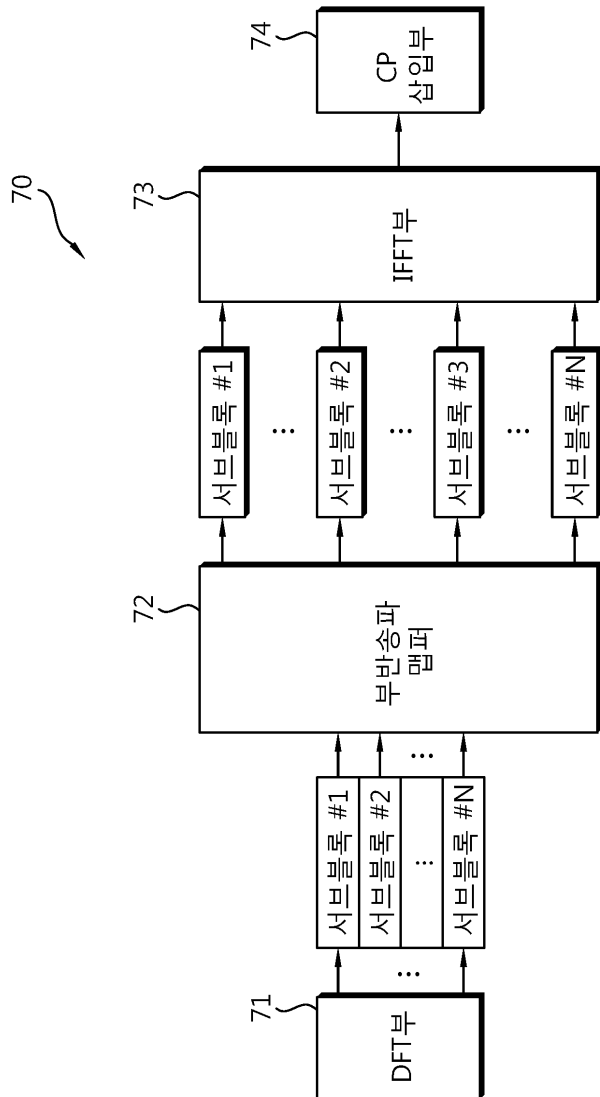
도면6



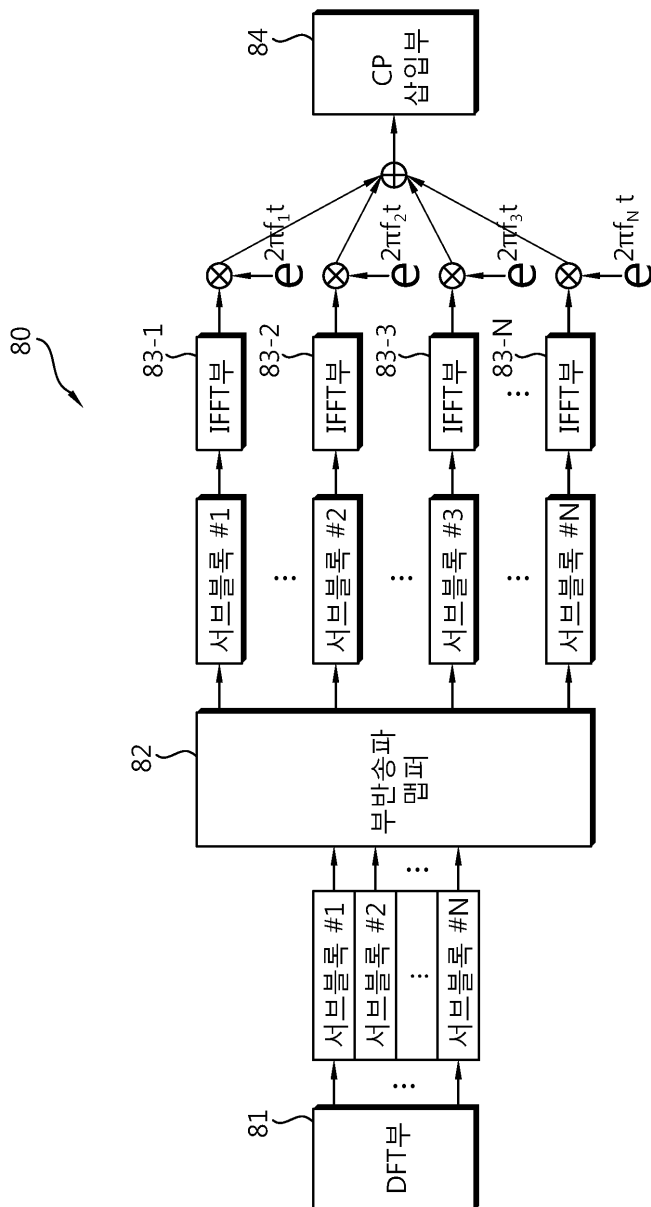
도면7



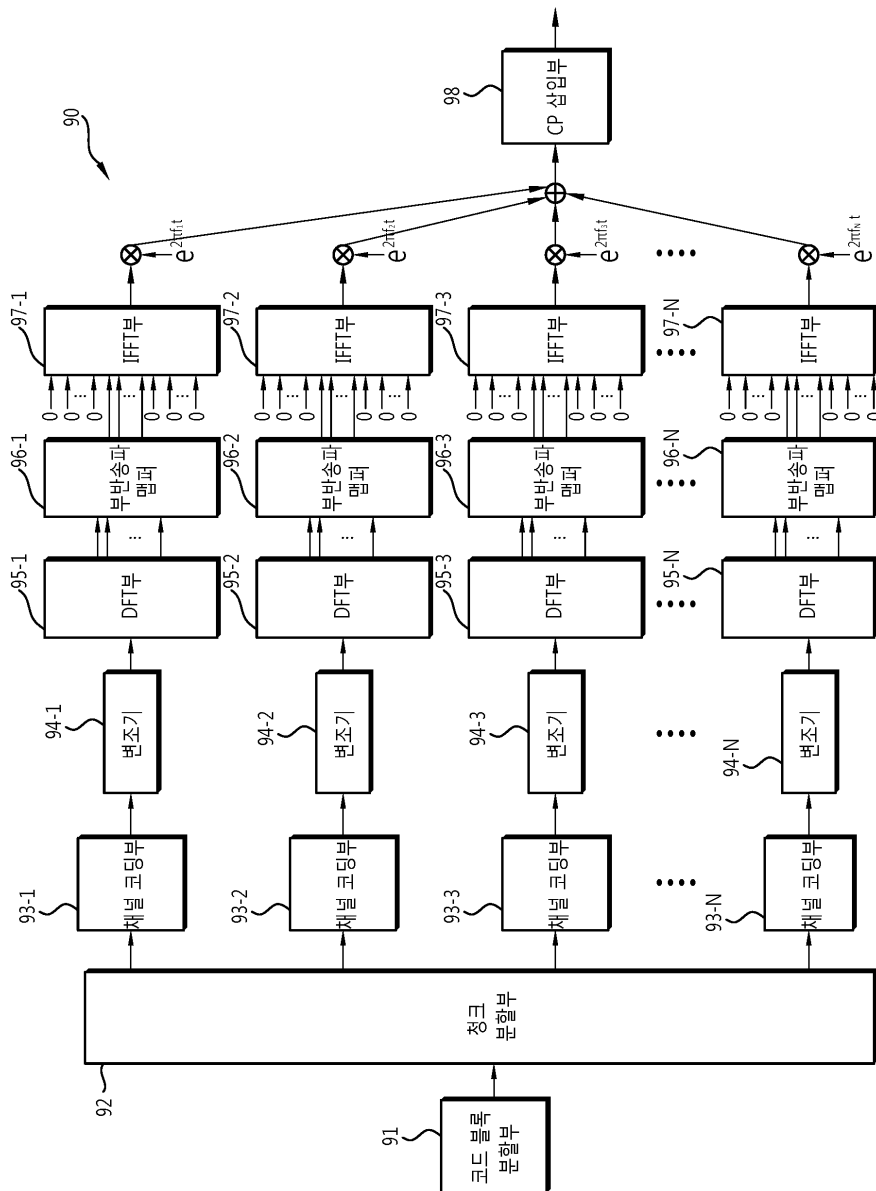
도면8



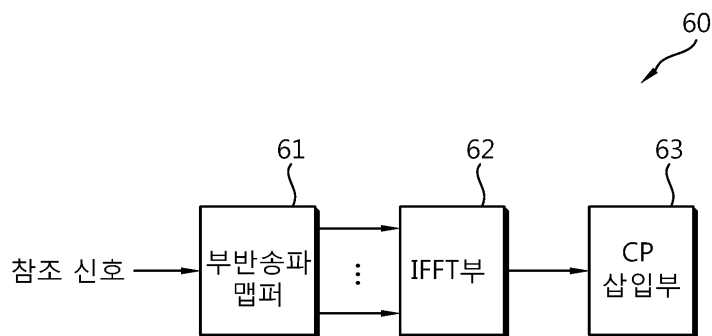
도면9



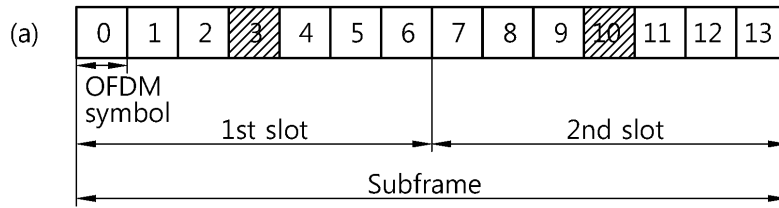
도면10



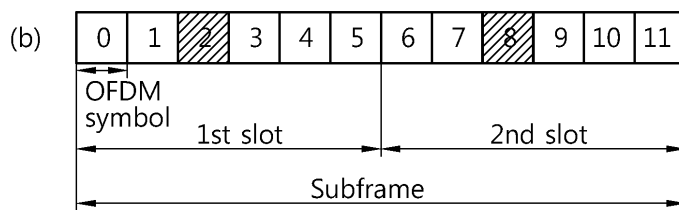
도면11



도면12



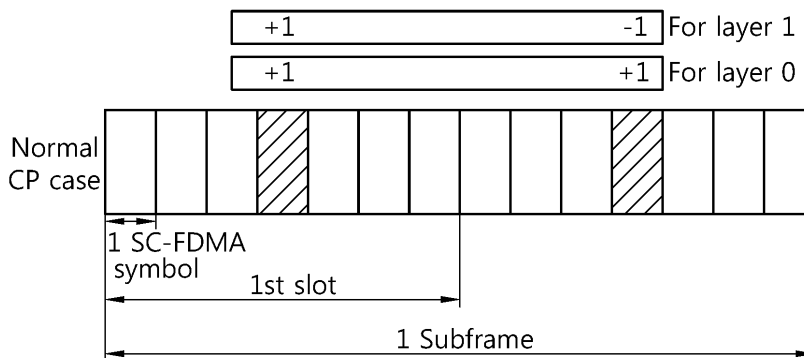
 RS



 RS

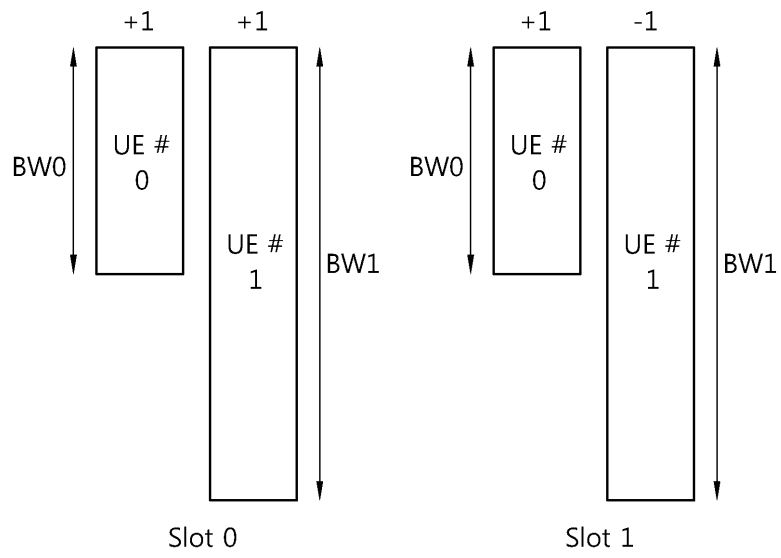
Freq.
↑
Time →

도면13

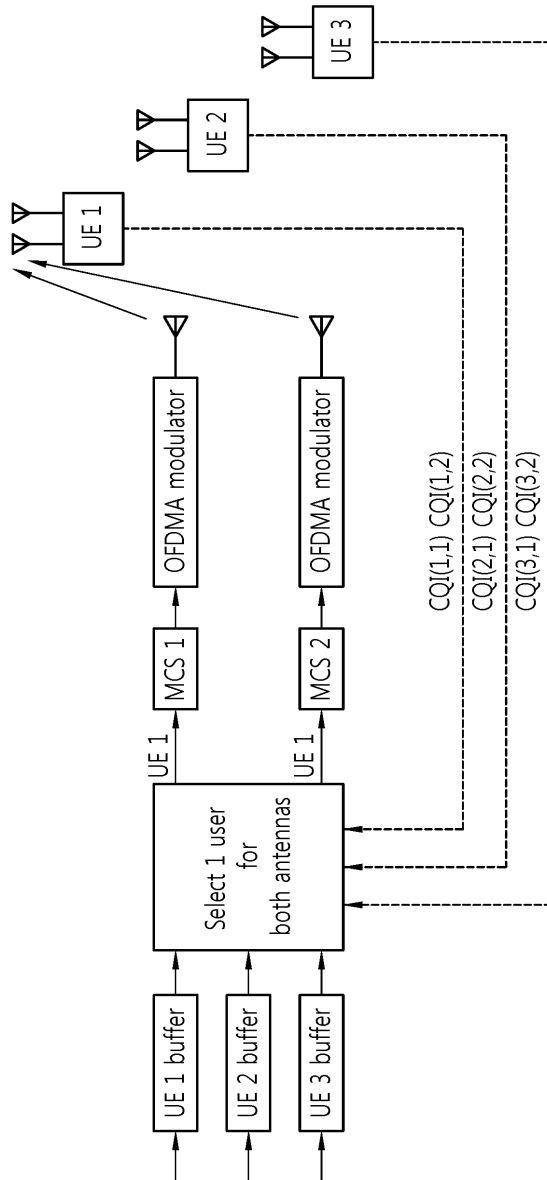


 Reference Signal

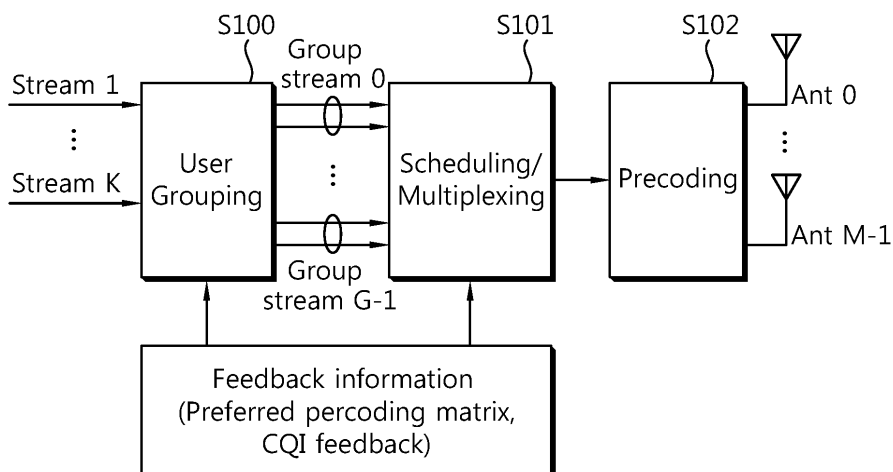
도면14



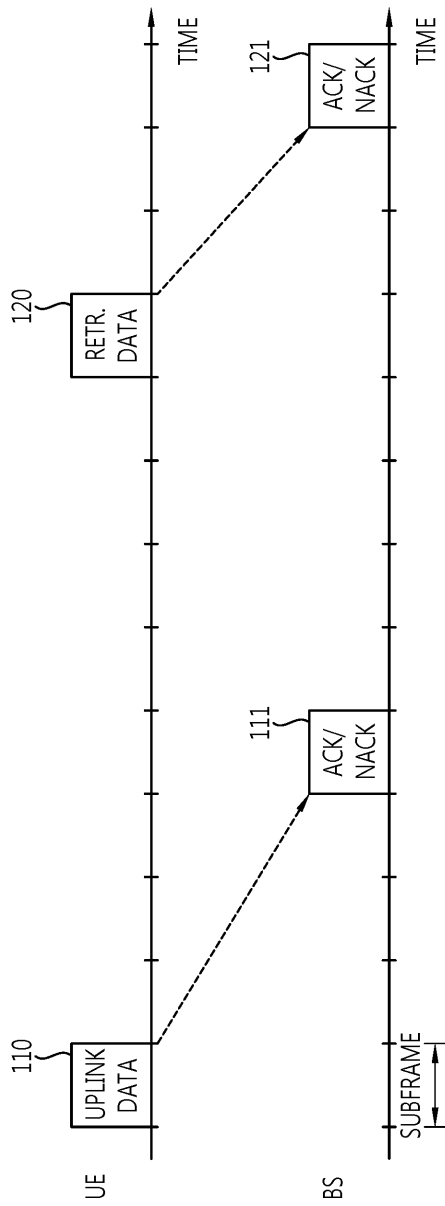
도면15



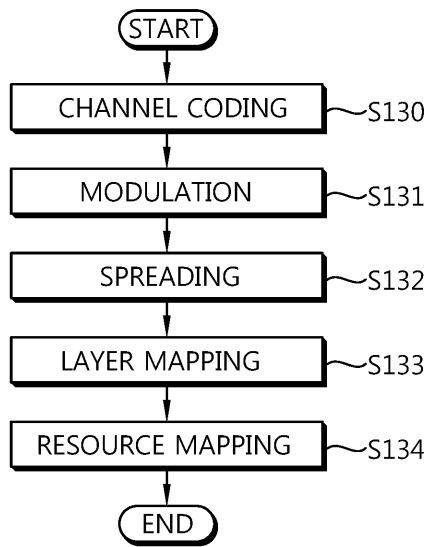
도면16



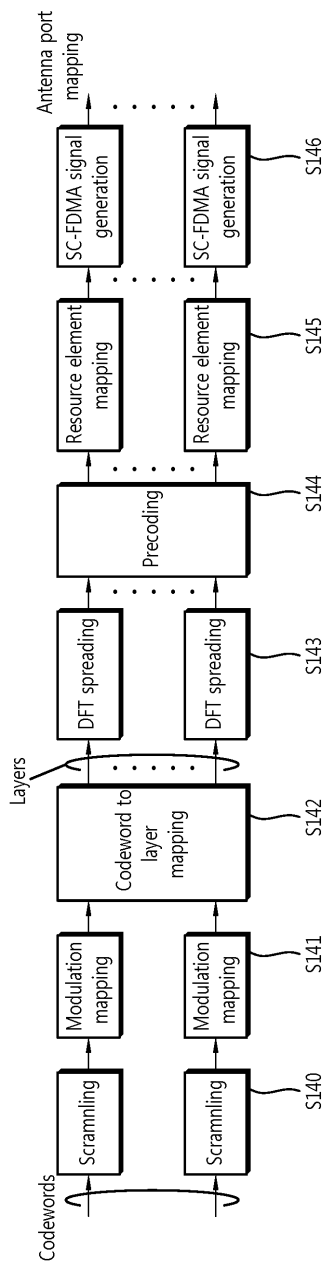
도면17



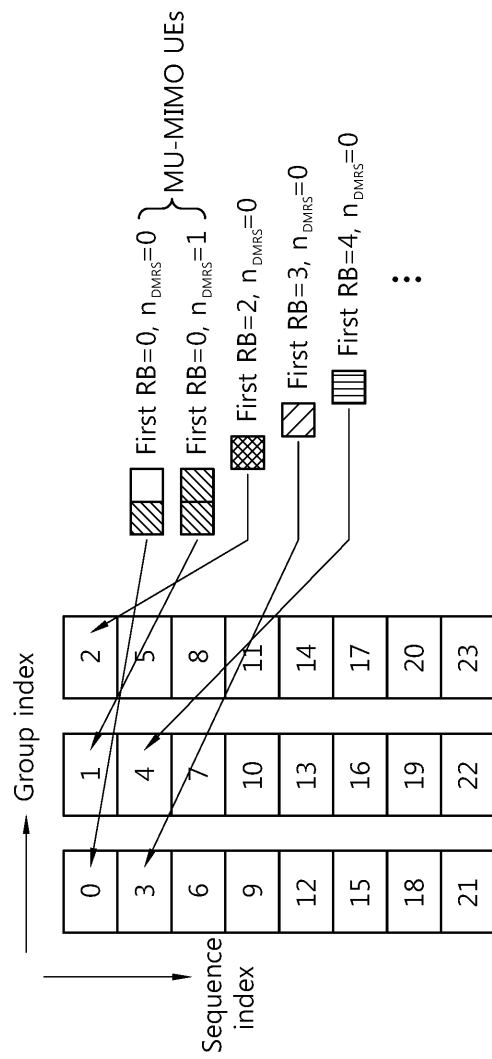
도면18



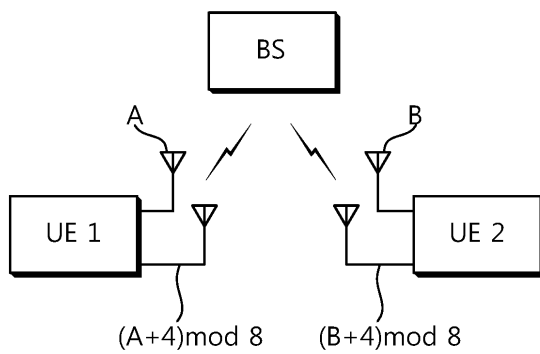
도면19



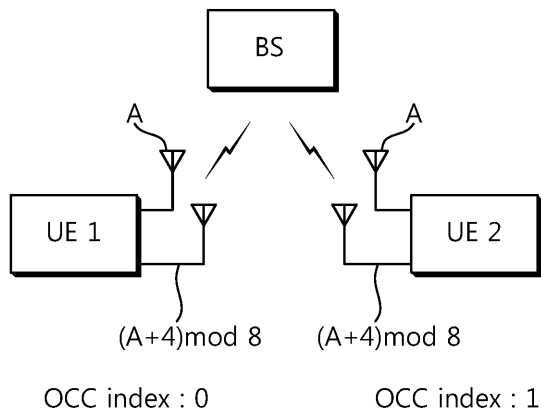
도면20



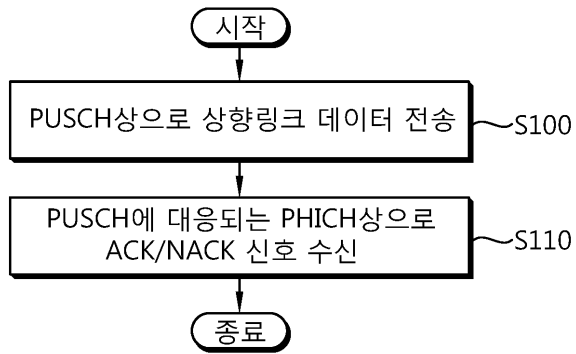
도면21



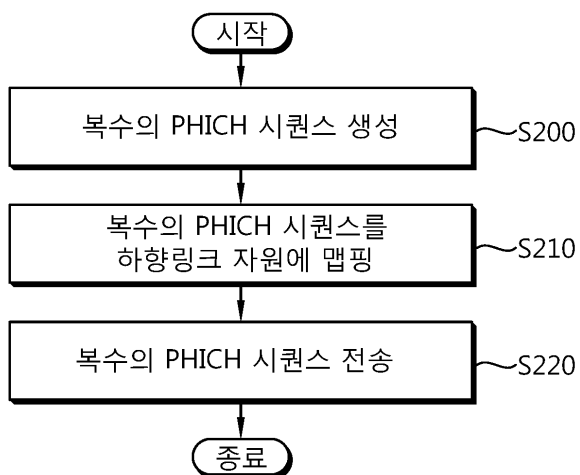
도면22



도면23



도면24



도면25

