



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 7/02 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0022589

(43) 공개일자 2007년02월27일

(21) 출원번호 10-2006-0074307

(22) 출원일자 2006년08월07일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장 1020050076921 2005년08월22일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지
경희대학교 산학협력단
경기 용인시 기흥읍 서천리 1

(72) 발명자
권재균
대전 유성구 어은동 한빛아파트 129-1204
안재영
대전 유성구 전민동 엑스포아파트 105-1203
김윤희
경기 용인시 기흥구 서천동 SK아파트 106-1003
강성교
서울 금천구 가산동 145-17 행운빌리지 402호

(74) 대리인 리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 57 항

(54) OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트서비스를 제공하는 방법, 이를 이용하는 송/수신 방법, 송/수신 장치 및 시스템

(57) 요약

본 발명은 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법, 이를 이용하는 송/수신 방법, 송/수신 장치 및 시스템에 관한 것으로, 이 방법은 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 복수 개의 셀 그룹을 생성하는 단계; 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 부호화 방식을 각 셀 그룹에 할당하는 단계; 각 기지국이 소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 단계; 및 단말이 상기 각 기지국에서 송신된 OFDM 심볼에 따른 수신신호로부터 추출된 수신심볼을 다이버시티 결합하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 셀 경계에 있는 단말의 수신 품질을 증가시킬 수 있으며, 특정 데이터 전송률에 대한 커버리지를 향상시킬 수 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템에 있어서,

동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 복수 개의 셀 그룹을 생성하는 그룹핑부;

동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 부호화 방식을 각 셀 그룹에 할당하는 부호화 방식 할당부;

소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 복수 개의 기지국; 및

상기 각 기지국에서 송신된 OFDM 심볼에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하고, 상기 추출된 수신 심볼을 다이버시티 결합하는 적어도 하나의 단말을 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 부호화 방식 할당부는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성부; 및

셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 각 기지국은 복수 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 할당부는, 기지국내에서, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 기지국내 송신안테나 각각에 서브부호를 할당하고,

상기 각 기지국은, 상기 할당된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 부호화 방식 할당부는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성부; 및

송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 할당부는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나에 대한 서브부호를 할당하고,

상기 각 기지국은 N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 할당된 서브부호에 따라 상기 선택된 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 부호화 방식 할당부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성부를 더 포함하고,

상기 각 기지국은 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M 개의 송신안테나를 선택하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 7.

제1항에 있어서,

각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 할당부는,

상기 N 개의 송신안테나를 선형 결합하여 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 데 사용되는 길이 N 인 M 개의 시퀀스를 각 셀 그룹에 할당하는 시퀀스 할당부;

서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부를 포함하고,

상기 각 기지국은,

상기 할당된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 부호화부; 및

상기 M개의 부호 심볼에 상기 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 송신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 M개의 시퀀스는 직교시퀀스, 의사잡음 시퀀스를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 9.

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이버시티 부호는

$$A = \begin{bmatrix} X(2l) & X(2l+1) \\ -X^*(2l+1) & X^*(2l) \end{bmatrix} \text{ (여기서, } X(2l), X(2l+1) \text{은 부호화될 데이터심볼)에 따른 부호이며,}$$

상기 서브부호는 상기 행렬의 각 행에 따른 부호인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 10.

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이버시티 부호는

$$B = \begin{bmatrix} X(3l) & X(3l+1) & X(3l+2) & 0 \\ X^*(3l+1) & -X^*(3l) & 0 & X(3l+2) \\ X^*(3l+2) & 0 & -X^*(3l) & X(3l+1) \end{bmatrix} \text{ (여기서, } X(3l), X(3l+1), X(3l+2) \text{은 부호화될 데이터심볼)에 따른 부호이며,}$$

상기 서브부호는 상기 행렬의 각 행에 따른 부호인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 11.

제1항 내지 제6항에 중 어느 한 항에 있어서, 상기 각 단말은,

각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로 상기 추출된 수신심볼들을 결합하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 12.

제7항 또는 제8항에 있어서, 상기 각 단말은,

상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 13.

제11항에 있어서,

상기 각 기지국은 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로의 채널 추정을 위한 파일럿 심볼 및 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하고,

상기 각 단말은, 상기 수신신호로부터 파일럿 심볼을 추출하고, 상기 추출된 파일럿 심볼을 기초로 상기 채널 주파수 응답을 추정하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 14.

제13항에 있어서,

상기 부호화 방식 할당부는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하고,

상기 각 기지국은,

상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성부; 및

상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템.

청구항 15.

OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치에 있어서, 상기 송신 장치는,

동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹 중 하나의 셀 그룹에 소속하고,

적어도 하나의 송신안테나;

동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 상기 소속된 셀 그룹의 부호화 방식을 설정하는 부호화 방식 설정부;

상기 설정된 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하는 다이버시티 부호화부; 및

상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공하는 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 부호화 방식 설정부는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정부; 및

셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 17.

제15항에 있어서,

상기 송신 장치는 복수 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 설정부는, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하고,

상기 다이버시티 부호화부는, 상기 설정된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 부호화 방식 설정부는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정부; 및

송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 19.

제15항에 있어서,

상기 송신 장치는 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 설정부는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하고,

상기 다이버시티 부호화부는 상기 설정된 부호에 따라 M 개의 송신안테나 각각을 위한 부호심볼을 생성하고,

상기 전송부는, N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 전송부는,

상기 선택된 M개의 송신안테나 각각에는 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 제공하고, 선택되지 않은 송신안테나 각각에는 널 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 제공하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 21.

제19항에 있어서, 상기 전송부는,

상기 생성된 부호심볼을 기초로, M개의 송신안테나 각각을 위한 OFDM 심볼을 생성하는 변조부; 및

N개의 송신안테나 중에서 M개의 송신안테나를 선택하여 상기 생성된 M개의 OFDM 심볼을 상기 선택된 송신안테나에 각각 제공하는 스위칭부를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 22.

제19항에 있어서,

상기 부호화 방식 설정부는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정부를 더 포함하고,

상기 전송부는 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M개의 송신안테나를 선택하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 23.

제15항에 있어서,

상기 송신 장치는 N(N은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 설정부는,

길이 N인 M 개의 시퀀스를 기초로, 상기 N개의 송신안테나가 선형 결합된 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 가상 송신안테나 생성부; 및

서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 대한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부를 포함하고,

상기 다이버시티 부호화부는 상기 설정된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하고,

상기 전송부는 상기 M개의 부호 심볼에 상기 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 24.

제23항에 있어서,

상기 M개의 시퀀스는 직교시퀀스, 의사잡음 시퀀스를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 25.

제15항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이버시티 부호는

$$A = \begin{bmatrix} X(2l) & X(2l+1) \\ -X^*(2l+1) & X^*(2l) \end{bmatrix} \text{ (여기서, } X(2l), X(2l+1) \text{은 부호화될 데이터심볼)에 따른 부호이며,}$$

상기 서브부호는 상기 행렬의 각 행에 따른 부호인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 26.

제15항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이버시티 부호는

$$B = \begin{bmatrix} X(3l) & X(3l+1) & X(3l+2) & 0 \\ X^*(3l+1) & -X^*(3l) & 0 & X(3l+2) \\ X^*(3l+2) & 0 & -X^*(3l) & X(3l+1) \end{bmatrix} \text{ (여기서, } X(3l), X(3l+1), X(3l+2) \text{은 부호화될 데이터심볼)에 따른 부호이며,}$$

상기 서브부호는 상기 행렬의 각 행에 따른 부호인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 27.

제15항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부호화 방식 설정부는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하고,

상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성부를 더 포함하고,

상기 전송부는 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치.

청구항 28.

OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치에 있어서, 상기 수신 장치는,

동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹의 각 송신안테나가 소정의 부호화 방식에 따라 송신함에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하는 심볼추출부; 및

다이버시티 부호의 일부인 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 수신심볼들을 결합하는 결합부를 포함하고,

상기 소정의 부호화 방식은, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 각 셀 그룹의 송신안테나에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치.

청구항 29.

제28항에 있어서,

상기 결합 결과인 결합심볼을 복조하는 심볼복조부; 및

상기 복조된 결과를 채널복호화하는 채널복호화부를 더 포함하고,

상기 부호화 방식은, 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하고, 셀 그룹의 각 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분 영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 각 송신안테나에 복수 개의 부분 영역에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치.

청구항 30.

제28항에 있어서,

상기 결합부는, 상기 추출된 수신심볼 중 파일럿 심볼에 해당되는 수신심볼을 기초로, 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고,

상기 부호화 방식은, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 설정된 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치.

청구항 31.

제28항에 있어서,

상기 부호화 방식은 다이버시티 부호화에 따른 M개의 부호 심볼에 길이 N인 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역 상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 방식을 포함하고,

상기 결합부는 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치.

청구항 32.

제28항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이버시티 부호는

$$A = \begin{bmatrix} X(2l) & X(2l+1) \\ -X^*(2l+1) & X^*(2l) \end{bmatrix} \text{ (여기서, } X(2l), X(2l+1) \text{은 부호화될 데이터심볼)에 따른 부호이며,}$$

상기 서브부호는 상기 행렬의 각 행에 따른 부호인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치.

청구항 33.

제28항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 다이버시티 부호는

$$B = \begin{bmatrix} X(3l) & X(3l+1) & X(3l+2) & 0 \\ X^*(3l+1) & -X^*(3l) & 0 & X(3l+2) \\ X^*(3l+2) & 0 & -X^*(3l) & X(3l+1) \end{bmatrix} \text{ (여기서, } X(3l), X(3l+1), X(3l+2) \text{은 부호화될 데이터심볼)에 따른 부호이며,}$$

상기 서브부호는 상기 행렬의 각 행에 따른 부호인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치.

청구항 34.

OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법에 있어서,

동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 복수 개의 셀 그룹을 생성하는 그룹핑 단계;

동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 부호화 방식을 각 셀 그룹에 할당하는 부호화 방식 할당단계;

각 기지국이 소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 송신 단계; 및

단말이 상기 각 기지국에서 송신된 OFDM 심볼에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하고, 상기 추출된 수신 심볼을 다이버시티 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 35.

제34항에 있어서, 상기 부호화 방식 할당 단계는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성 단계; 및

셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 36.

제34항에 있어서,

상기 각 기지국은 복수 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 할당 단계는, 기지국내에서, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 기지국내 송신안테나 각각에 서브부호를 할당하는 단계를 포함하고,

상기 송신 단계는 상기 각 기지국이 상기 할당된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 37.

제36항에 있어서, 상기 부호화 방식 할당 단계는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성 단계; 및

송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 38.

제34항에 있어서,

상기 각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 할당 단계는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나에 대한 서브부호를 할당하는 단계를 포함하고,

상기 송신 단계는, 상기 각 기지국이 N개의 송신안테나들 중 M개의 송신안테나를 선택하고, 상기 할당된 서브부호에 따라 상기 선택된 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 39.

제38항에 있어서,

상기 부호화 방식 할당 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성 단계를 더 포함하고,

상기 송신 단계는 상기 각 기지국이 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M개의 송신안테나를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 40.

제34항에 있어서,

상기 각 기지국은 N(N은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 할당 단계는,

상기 N개의 송신안테나를 선형 결합하여 M개의 가상 송신안테나를 생성하는 데 사용되는 길이 N인 M개의 시퀀스를 각 셀 그룹에 할당하는 시퀀스 할당 단계; 및

서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당 단계를 포함하고,

상기 송신 단계는

상기 할당된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 부호화 단계; 및

상기 M개의 부호 심볼에 상기 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 송신 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 41.

제34항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수신 단계는 상기 각 단말이 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로 상기 추출된 수신심볼들을 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 42.

제40항에 있어서,

상기 수신 단계는 상기 각 단말이 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로 상기 추출된 수신심볼들을 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 43.

제41항에 있어서,

상기 송신 단계는 각 기지국은 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로의 채널 추정을 위한 파일럿 심볼 및 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 단계를 포함하고,

상기 수신 단계는 상기 수신 신호에 포함된 파일럿 심볼을 기초로, 상기 채널 주파수 응답을 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 44.

제34항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부호화 방식 할당 단계는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하는 단계를 포함하고,

상기 송신 단계는,

상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성 단계; 및

상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 전송 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법.

청구항 45.

OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치가 송신하는 방법에 있어서,

상기 송신 장치는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹 중 하나의 셀 그룹에 소속하고, 적어도 하나의 송신안테나를 구비하며,

동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 상기 소속된 셀 그룹의 부호화 방식을 설정하는 부호화 방식 설정 단계;

상기 설정된 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하는 다이버시티 부호화 단계; 및

상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공하는 전송 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 46.

제45항에 있어서, 상기 부호화 방식 설정 단계는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정 단계; 및

셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 47.

제45항에 있어서,

상기 송신 장치는 복수 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 설정 단계는, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하는 단계를 포함하고,

상기 다이버시티 부호화 단계는, 상기 설정된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 48.

제47항에 있어서, 상기 부호화 방식 설정 단계는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정 단계; 및

송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 49.

제45항에 있어서,

상기 송신 장치는 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 설정 단계는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하는 단계를 포함하고,

상기 다이버시티 부호화 단계는 상기 설정된 부호에 따라 M 개의 송신안테나 각각을 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 전송 단계는, N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 50.

제49항에 있어서,

상기 부호화 방식 설정 단계는

동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정 단계를 더 포함하고,

상기 전송 단계는 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M개의 송신안테나를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 51.

제45항에 있어서,

상기 송신 장치는 N(N은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고,

상기 부호화 방식 설정 단계는,

길이 N인 M 개의 시퀀스를 기초로, 상기 N개의 송신안테나가 선형 결합된 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 가상 송신 안테나 생성 단계; 및

서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 대한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정 단계를 포함하고,

상기 다이버시티 부호화 단계는 상기 설정된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함하고,

상기 전송 단계는 상기 M개의 부호 심볼에 상기 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 52.

제45항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부호화 방식 설정 단계는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정 가능성이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하는 단계를 포함하고,

상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성 단계를 더 포함하고,

상기 전송 단계는 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법.

청구항 53.

OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치가 수신하는 방법에 있어서,

동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹의 각 송신안테나가 소정의 부호화 방식에 따라 송신함에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하는 심볼 추출 단계; 및

다이버시티 부호의 일부인 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 수신심볼들을 결합하는 결합 단계를 포함하고,

상기 소정의 부호화 방식은, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 각 셀 그룹의 송신안테나에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 방법.

청구항 54.

제53항에 있어서,

상기 결합 결과인 결합심볼을 복조하는 심볼복조 단계; 및

상기 복조된 결과를 채널복호화하는 채널복호화 단계를 더 포함하고,

상기 부호화 방식은, 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하고, 셀 그룹의 각 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분 영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 각 송신안테나에 복수 개의 부분 영역에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식인 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 방법.

청구항 55.

제53항에 있어서,

상기 결합 단계는, 상기 추출된 수신심볼 중 파일럿 심볼에 해당되는 수신심볼을 기초로, 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하는 단계를 포함하고,

상기 부호화 방식은, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 설정된 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 방법.

청구항 56.

제53항에 있어서,

상기 부호화 방식은 다이버시티 부호화에 따른 M개의 부호 심볼에 길이 N인 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역 상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 방식을 포함하고,

상기 결합 단계는 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 방법.

청구항 57.

제34항 내지 56항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 수록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 무선 셀룰러 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법 및 시스템에 관한 것이다. 또한 상기 방법 및 시스템에서 사용되는 송/수신 장치 및 방법에 관한 것이다.

무선 셀룰러 통신 시스템이, 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하기 위하여, 셀룰러 망에 있는 여러 단말에게 공통의 무선 자원을 사용하여 동일한 데이터를 동시에 전송하는 일대다(point-to-multipoint) 전송 방식을 사용할 수 있다. 이 방식은 여러 단말이 동일한 데이터를 요구하는 경우, 단말과 망이 일대일(point-to-point)로 통신하는 유니캐스트보다 효율적으로 데이터를 전송할 수 있다.

그러나, 브로드캐스트/멀티캐스트 패킷 데이터 전송시, 공통 무선 자원을 사용하여 데이터를 송신하므로, 채널 상태가 좋지 않은 단말, 특히 셀 경계에 있는 단말에 의해 특정 데이터 전송률에서의 셀 커버리지가 제한되거나 데이터 전송률을 증가시키는데 한계가 있다.

도 1은 종래의 무선 셀룰러 통신 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 위한 송수신 장치를 예시한다.

도 1을 참조하면, 본 실시예는 제1 기지국(100), 제2 기지국(110), 제3기지국(120) 및 단말(150)을 포함한다. 제1 기지국(100), 제2 기지국(110) 및 제3기지국(120)은 서로 인접해 있으며, 단말(150)에게 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스에 해당되는 데이터를 송신하기 위한 셀 사이트 송신기(Cell Site Transmitter)(130)를 각각 포함한다. 또한, 단말은 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 향유하기 위해 상기 데이터를 수신하는 사용자 장비 수신기(User Equipment Receiver)(160)를 포함한다.

셀 사이트 송신기(130)는 도 1을 참조하면, 채널부호화기(Channel Encoder)(132), 심볼 매퍼(Symbol Mapper)(134), 파일럿 생성기(Pilot Generator)(136) 및 OFDM 변조기(Modulator)(138)를 포함한다. 채널부호화기(132)는 제1 기지국(100), 제2 기지국(110) 및 제3기지국(120)에 공통되는 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 동일한 채널 부호화 방식으로 채널부호화한다. 심볼 매퍼(134)는 상기 채널부호화된 데이터를 해당 변조 심볼로 맵핑하여 데이터 심볼 열을 생성한다. 파일럿 생성기(136)는 파일럿 심볼 열을 생성한다. OFDM 변조기(138)는 데이터 심볼 열과 파일럿 심볼 열을 OFDM 변조하여 무선채널(102, 112, 122)로 전송한다. 특히, 단말(150)이 기지국 신호의 합으로 이루어진 수신신호에 대한 채널을 추정할 수 있도록 하는 제1 기지국(100), 제2 기지국(110) 및 제3기지국(120)에 공통되는 파일럿 심볼이 생성되며, 상기 생성된 파일럿 심볼은 OFDM 심볼의 동일한 위치에 삽입된다(3GPP2 C30-20040823-060, "Detailed description of the enhanced BCMCS transmit waveform description," Aug. 2004).

사용자 장비 수신기(160)는 도 1을 참조하면, OFDM 복조기(Demodulator)(162), 채널 추정기(Channel Estimator)(164), 심볼복조기(Symbol Demodulator)(166) 및 채널 복호화기(Channel Decoder)(168)를 포함한다. 일반적으로 단말(150)이 셀 안쪽에 있을 때는, 가까이 있는 기지국 신호만 강하게 수신되지만, 셀 경계에 있을 때에는 주위 기지국으로부터 비슷한 세기의 신호가 수신된다. 이 때, 수신 신호들의 전파 지연(transmission delay) 차가 보호 구간(guard interval)보다 크지 않으면, 다른 기지국 신호는 지연 시간이 다른 다중 경로 페이딩 신호의 일부로 생각될 수 있다. 따라서, OFDM 복조기(162)는 여러 기지국 신호가 합쳐진 수신 신호를 주파수 영역의 해당 수신 심볼 $Y(l)$ 로 변환하며, 이 때의 수신 심볼은 수학식 1로 표현될 수 있다.

$$Y(l) = H(l)X(l) + W(l), \quad l = 0, 1, \dots, L-1$$

$$\text{where } H(l) = \sum H_i(l)$$

여기서, $X(l)$ 은 브로드캐스트 패킷 데이터 물리 채널의 l 번째 데이터 심볼이다. $H_i(l)$ 은 i 번째 기지국과 단말 간에 채널의 주파수 응답 값으로서, l 번째 데이터 심볼에 해당되는 채널 주파수 응답 값이다. 즉, $H_1(l)$ 은 참조부호 170으로 표기된 전송 경로의 채널 주파수 응답을 나타내며, $H_2(l)$ 및 $H_3(l)$ 은 각각 참조부호 172 및 174로 표기된 전송 경로의 채널 주파수 응답을 나타낸다. $W(l)$ 은 l 번째 수신 심볼에 포함된 가산 잡음(additive noise)이다.

채널 추정기(164)는 수신 신호에 포함된 파일럿 심볼을 이용하여 $H(l)$ 을 추정한다. 이 때, 채널 추정기(164)는, 상술한 바와 같이, 제1 기지국(100), 제2 기지국(110) 및 제3기지국(120)에 공통되는 파일럿 심볼이 생성되며, 상기 생성된 파일럿 심볼은 OFDM 심볼의 동일한 위치에 삽입된다는 점을 이용한다.

심볼 복조기(166)는 상기 채널 추정된 결과를 이용하여 수신 심볼을 복조하고, 상기 복조된 결과를 채널복호화기(168)에 제공한다. 채널복호화기(168)는 상기 복조된 결과를 기초로, 원래 전송된 데이터를 복원한다. 한편, 심볼 복조기(166)를 통해 채널이 보상된 심볼의 수신 신호대잡음비(SNR)는 수학식 2와 같다.

$$SNR(l) = |H(l)|^2 \frac{E_T}{N_o}$$

여기서, E_T 는 기지국의 송신 에너지이며, N_o 는 가산 잡음의 전력 스펙트럼 밀도를 나타낸다. 이때, 여러 기지국으로부터의 채널 응답의 위상이 서로 다르며, 이러한 채널 응답이 합쳐진 형태로 복조된다. 따라서, 이 때의 수신 SNR은 한 기지국만이 송신하는 경우의 수신 SNR에 비해, 평균 값만 증가하고 다이버시티 차수(Diversity Order)는 증가하지 않는다. 즉, 기존의 방식에서는 한 패킷을 구성하는 심볼들의 수신 전력이 페이딩에 의해 동시에 약하게 수신될 확률이 높아 패킷 오류가 발생할 확률이 크다.

한편, CDMA 기반으로 하는 무선 셀룰러 통신 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 패킷 데이터 서비스를 제공하기 위한 물리 채널 성능 향상 방법에 대한 연구가 이루어졌으나(M.Chuah, T.Hu, W.Luo, "UMTS Release 99/4 airlink enhancement for supporting MBMS services," IEEE International Conference on Communications, vol. 6, pp. 3231-3235, June 20-24, 2004.), 여기서 논의한 방법은 주로 기존의 물리 채널을 바꾸지 않고 성능을 향상시키는 방법을 모색하였기 때문에, 기존의 CDMA 구조에서 크게 바뀐 것이 없으며 전력 제어 및 물리 채널로의 맵핑 등에 대해서만 논의하였다.

한편, WCDMA 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트를 위한 공통 채널을 수신할 때, 셀 경계에 있는 사용자는 선택 결합(selective combining) 또는 소프트 결합 등으로 수신할 수 있다(3GPP TS 25.346 V6.3.0, "Introduction of the multimedia broadcast multicast service (MBMS) in the radio access network (RAN); stage 2(Release 6)," Dec. 2004.). 이러한 소프트 결합은, 기지국에서 서로 다른 의사잡음 수열로 확산된 신호를 전송하고, 단말에서 레이크 수신기로 최대율 결합(Maximal Ratio Combining)으로 데이터를 복원하는 것으로 다이버시티 차수를 높일 수는 있으나, 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)은 여전히 남아 있게 되어 확산 이득(spreading gain)이 적으면 성능 저하가 크게 되며, 그 결과 데이터 전송률을 높이는 데 한계가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 무선 셀룰러 통신 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공할 때, 셀 경계에 있는 단말의 수신 품질을 향상시킬 수 있으며, 특정 데이터 전송률에 대한 커버리지를 향상시킬 수 있는 서비스 제공 방법 및 그 시스템을 제공하는 데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 서비스 제공 방법 및 그 시스템에서 사용되는 브로드캐스트 멀티캐스트 데이터를 송/수신 하는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기의 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템은 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 복수 개의 셀 그룹을 생성하는 그룹핑부; 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 부호화 방식을 각 셀 그룹에 할당하는 부호화 방식

할당부; 소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 복수 개의 기지국; 및 상기 각 기지국에서 송신된 OFDM 심볼에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하고, 상기 추출된 수신 심볼을 다이버시티 결합하는 적어도 하나의 단말을 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 할당부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성부; 및 셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부를 포함한다.

바람직하게, 상기 각 기지국은 복수 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 할당부는, 기지국내에서, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 기지국내 송신안테나 각각에 서브부호를 할당하고, 상기 각 기지국은, 상기 할당된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성한다. 바람직하게, 상기 부호화 방식 할당부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성부; 및 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부를 포함한다.

바람직하게, 상기 각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 할당부는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나에 대한 서브부호를 할당하고, 상기 각 기지국은 N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 할당된 서브부호에 따라 상기 선택된 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신한다. 바람직하게, 상기 부호화 방식 할당부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성부를 더 포함하고, 상기 각 기지국은 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M 개의 송신안테나를 선택한다.

바람직하게, 각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 할당부는, 상기 N 개의 송신안테나를 선형 결합하여 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 데 사용되는 길이 N 인 M 개의 시퀀스를 각 셀 그룹에 할당하는 시퀀스 할당부; 서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부를 포함하고, 상기 각 기지국은, 상기 할당된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 부호화부; 및 상기 M 개의 부호 심볼에 상기 M 개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N 개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 송신부를 포함한다.

바람직하게, 상기 각 단말은, 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로 상기 추출된 수신심볼들을 결합한다. 바람직하게, 상기 각 단말은, 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정한다.

바람직하게, 상기 각 기지국은 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로의 채널 추정을 위한 파일럿 심볼 및 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하고, 상기 각 단말은, 상기 수신신호로부터 파일럿 심볼을 추출하고, 상기 추출된 파일럿 심볼을 기초로 상기 채널 주파수 응답을 추정한다. 바람직하게, 상기 부호화 방식 할당부는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하고, 상기 각 기지국은, 상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성부; 및 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 전송부를 포함한다.

상기의 다른 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치는 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치에 있어서, 상기 송신 장치는, 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹 중 하나의 셀 그룹에 소속하고, 적어도 하나의 송신안테나; 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 상기 소속된 셀 그룹의 부호화 방식을 설정하는 부호화 방식 설정부; 상기 설정된 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하는 다이버시티 부호화부; 및 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공하는 전송부를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정부; 및 셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부를 포함한다.

바람직하게, 상기 송신 장치는 복수 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 설정부는, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하고, 상기 다이버시티 부호화부는, 상기 설정된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정부; 및 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부를 포함한다.

바람직하게, 상기 송신 장치는 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 설정부는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하고, 상기 다이버시티 부호화부는 상기 설정된 부호에 따라 M 개의 송신안테나 각각을 위한 부호심볼을 생성하고, 상기 전송부는, N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정부는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정부를 더 포함하고, 상기 전송부는 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M 개의 송신안테나를 선택한다.

바람직하게, 상기 송신 장치는 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 설정부는, 길이 N 인 M 개의 시퀀스를 기초로, 상기 N 개의 송신안테나가 선형 결합된 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 가상 송신안테나 생성부; 및 서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 대한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부를 포함하고, 상기 다이버시티 부호화부는 상기 설정된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하고, 상기 전송부는 상기 M 개의 부호 심볼에 상기 M 개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N 개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정부는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하고, 상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성부를 더 포함하고, 상기 전송부는 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성한다.

상기의 다른 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹의 각 송신안테나가 소정의 부호화 방식에 따라 송신함에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하는 심볼추출부; 및 다이버시티 부호의 일부인 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 수신심볼들을 결합하는 결합부를 포함하고, 상기 소정의 부호화 방식은, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 각 셀 그룹의 송신안테나에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식이다.

바람직하게, 상기 수신 장치는, 상기 결합 결과인 결합심볼을 복조하는 심볼복조부; 및 상기 복조된 결과를 채널복호화하는 채널복호화부를 더 포함하고, 상기 부호화 방식은, 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하고, 셀 그룹의 각 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분 영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 각 송신안테나에 복수 개의 부분 영역에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식이다.

바람직하게, 상기 결합부는, 상기 추출된 수신심볼 중 파일럿 심볼에 해당되는 수신심볼을 기초로, 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 부호화 방식은, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 설정된 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식은 다이버시티 부호화에 따른 M개의 부호 심볼에 길이 N인 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 방식을 포함하고, 상기 결합부는 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정한다.

상기의 다른 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법은 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 복수 개의 셀 그룹을 생성하는 그룹핑 단계; 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 부호화 방식을 각 셀 그룹에 할당하는 부호화 방식 할당단계; 각 기지국이 소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 송신 단계; 및 단말이 상기 각 기지국에서 송신된 OFDM 심볼에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하고, 상기 추출된 수신 심볼을 다이버시티 결합하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 할당 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성 단계; 및 셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 각 기지국은 복수 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 할당 단계는, 기지국내에서, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 기지국내 송신안테나 각각에 서브부호를 할당하는 단계를 포함하고, 상기 송신 단계는 상기 각 기지국이 상기 할당된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 할당 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성 단계; 및 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 할당 단계는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나에 대한 서브부호를 할당하는 단계를 포함하고, 상기 송신 단계는, 상기 각 기지국이 N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 할당된 서브부호에 따라 상기 선택된 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 할당 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 생성 단계를 더 포함하고, 상기 송신 단계는 상기 각 기지국이 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M 개의 송신안테나를 선택하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 각 기지국은 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 할당 단계는, 상기 N 개의 송신안테나를 선형 결합하여 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 데 사용되는 길이 N 인 M 개의 시퀀스를 각 셀 그룹에 할당하는 시퀀스 할당 단계; 서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당 단계를 포함하고, 상기 송신 단계는 상기 할당된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 부호화 단계; 및 상기 M 개의 부호 심볼에 상기 M 개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N 개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 송신 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 수신 단계는 상기 각 단말이 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로 상기 추출된 수신심볼들을 결합하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 수신 단계는 상기 각 단말이 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로 상기 추출된 수신심볼들을 결합하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 송신 단계는 각 기지국은 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로의 채널 추정을 위한 파일럿 심볼 및 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신하는 단계를 포함하고, 상기 수신 단계는 상기 수신 신호에 포함된 파일럿 심볼을 기초로, 상기 채널 주파수 응답을 추정하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 할당 단계는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하는 단계를 포함하고, 상기 송신 단계는, 상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성 단계; 및 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 전송 단계를 포함한다.

상기의 다른 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법은 송신 장치는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹 중 하나의 셀 그룹에 소속하고, 적어도 하나의 송신안테나를 구비하며, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 상기 소속된 셀 그룹의 부호화 방식을 설정하는 부호화 방식 설정 단계; 상기 설정된 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하는 다이버시티 부호화 단계; 및 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공하는 전송 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정 단계; 및 셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 송신 장치는 복수 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 설정 단계는, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하는 단계를 포함하고, 상기 다이버시티 부호화 단계는, 상기 설정된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정 단계; 및 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 송신 장치는 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 설정 단계는, 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M (M 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정하는 단계를 포함하고, 상기 다이버시티 부호화 단계는 상기 설정된 부호에 따라 M 개의 송신안테나 각각을 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 전송 단계는, N 개의 송신안테나들 중 M 개의 송신안테나를 선택하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정 단계는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하는 부분 영역 설정 단계를 더 포함하고, 상기 전송 단계는 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M 개의 송신안테나를 선택하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 송신 장치는 N (N 은 2이상의 자연수) 개의 송신안테나를 구비하고, 상기 부호화 방식 설정 단계는, 길이 N 인 M 개의 시퀀스를 기초로, 상기 N 개의 송신안테나가 선형 결합된 M 개의 가상 송신안테나를 생성하는 가상 송신안테나 생성 단계; 및 서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 가상 송신안테나

에 대한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정 단계를 포함하고, 상기 다이버시티 부호화 단계는 상기 설정된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하는 단계를 포함하고, 상기 전송 단계는 상기 M개의 부호 심볼에 상기 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 단계를 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식 설정 단계는, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정 가능성이 가능하도록, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정하는 단계를 포함하고, 상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성하는 파일럿 심볼 생성 단계를 더 포함하고, 상기 전송 단계는 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 취합하여 OFDM 심볼을 생성하는 단계를 포함한다.

상기의 다른 기술적 과제를 이루기 위한, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공받기 위한 수신 방법은 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹의 각 송신안테나가 소정의 부호화 방식에 따라 송신함에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하는 심볼 추출 단계; 및 다이버시티 부호의 일부인 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 수신심볼들을 결합하는 결합 단계를 포함하고, 상기 소정의 부호화 방식은, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 각 셀 그룹의 송신안테나에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식이다.

바람직하게, 상기 결합 결과인 결합심볼을 복조하는 심볼복조 단계; 및 상기 복조된 결과를 채널복호화하는 채널복호화 단계를 더 포함하고, 상기 부호화 방식은, 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성하고, 셀 그룹의 각 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분 영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 각 송신안테나에 복수 개의 부분 영역에 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화를 수행하는 부호화 방식이다.

바람직하게, 상기 결합 단계는, 상기 추출된 수신심볼 중 파일럿 심볼에 해당되는 수신심볼을 기초로, 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하는 단계를 포함하고, 상기 부호화 방식은, 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록, 설정된 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 포함한다.

바람직하게, 상기 부호화 방식은 다이버시티 부호화에 따른 M개의 부호 심볼에 길이 N인 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신하는 방식을 포함하고, 상기 결합 단계는 상기 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하는 단계를 포함한다.

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 방법 및 장치에 대해 상세히 설명한다.

본 발명의 실시예에서는 무선 셀룰러 통신 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공함에 있어서, 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 물리적으로 인접한 셀들을 둘 이상의 셀 그룹으로 나누고, 채널 부호화의 단위가 되는 물리 채널을 둘 이상의 부분 영역으로 나눈 뒤, 물리 채널의 부분 영역마다 직교 시공간(주파수 공간) 부호의 일부를 전송하는 셀 그룹과 기지국 송신안테나를 다르게 배정함으로써, 각 물리 채널의 부분 영역별로 얻을 수 있는 최대 송신 다이버시티를 증가시키고 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 채널부호화 심볼들이 서로 다른 채널 특성을 갖도록 한다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템을 나타낸다.

본 실시예에 따른 시스템은 그룹핑부(200), 부호화 방식 할당부(210), 제1 기지국(220), 제2 기지국(230), 제3 기지국(240) 및 단말(250)을 포함한다.

그룹핑부(200)는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 셀들을 그룹화하여 복수 개의 셀 그룹을 생성한다. 도 3a 및 도 3b는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접한 셀들을 각각 두개의 셀 그룹 및 세 개의 셀 그룹으로 나누는 본 발명의 일실시예로서, 도 2의 그룹화부(200)의 작용을 설명하는 도면이다. 도 3a는 인접한 셀들(300)이 S_0 로 표기된 셀 그룹 0과 S_1 으로 표기된 셀 그룹 1으로 나누어진 실시예이며, 도 3b는 인접한 셀들(350)이 C_0 로 표기

된 셀그룹 0, C_1 으로 표기된 셀 그룹 1 및 C_2 으로 표기된 셀 그룹 2로 나누어진 실시예이다. 특히, 도 2는 도 3b에 따른 그룹핑 실시예로서, 도 2를 참조하면, 제1 기지국(220)에 해당되는 셀은 셀 그룹 0에 속하며, 제2 기지국(230)에 해당되는 셀은 셀 그룹 1에 속하며, 제3 기지국에 해당되는 셀은 셀 그룹 2에 속한다.

그룹핑부(200)가 도 3b의 그룹화 방식에 따라 셀 그룹핑을 수행한 경우를 전제하여 도 2의 나머지 블록에 대해 설명한다. 즉, 셀 그룹의 개수가 3개인 경우로서, 제1 기지국(220), 제2 기지국(230), 제3 기지국(240) 및 도 2에 도시되지 않은 나머지 기지국들이 그룹화되어 셀 그룹 0, 셀 그룹 1, 셀 그룹 2 중 하나에 각각 속하게 된다. 특히, 도 2를 참조하면, 제1 기지국(220), 제2 기지국(230) 및 제3 기지국(240)은 각각 셀 그룹 0, 셀 그룹 1 및 셀 그룹 2에 속하여 서로 다른 셀 그룹에 속한다.

부호화 방식 할당부(210)는 각 셀 그룹에 각각의 부호화 방식을 할당한다. 도 2를 참조하면, 부호화 방식 할당부(210)는 셀 그룹 0, 셀 그룹 1 및 셀 그룹 2에 각각 부호화 방식 0, 부호화 방식 1, 부호화 방식 2를 할당한다. 여기서의 부호화 방식 할당은, 기본적으로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 부호화 방식을 할당하는 것을 의미한다. 다만, 이외에도 부분 영역, 송신안테나 선택, 가상송신안테나 등을 포함하는 다양한 부호화 방식이 있으며 이에 대해서는 후술한다. 여기서, 다이버시티 부호의 예로는, 직교 시 공간 부호(Orthogonal Time Space Code), 직교 주파수 공간 부호(Orthogonal Frequency Space Code)를 들 수 있으며, 직교 시 공간 부호 또는 직교 주파수 공간 부호의 예로는 수학식 3 및 수학식 4로 표현되는 부호행렬 A, 부호 행렬 B를 들 수 있다. 또한, 서브부호의 예로는 수학식 3 및 수학식 4로 표현되는 부호 행렬의 각 행을 들 수 있다.

$$A = \begin{bmatrix} X(2l) & X(2l+1) \\ -X^*(2l+1) & X^*(2l) \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} X(3l) & X(3l+1) & X(3l+2) & 0 \\ X^*(3l+1) & -X^*(3l) & 0 & X(3l+2) \\ X^*(3l+2) & 0 & -X^*(3l) & X(3l+1) \end{bmatrix}$$

수학식 3은 다이버시티 차수가 2인 부호 행렬 A(S.M. Alamouti, "A simple transmit diversity technique for wireless communication," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 16, no. 8, pp. 1451-1458, Oct, 1998)를 나타내며, 수학식 4는 다이버시티 차수가 3인 부호행렬 B(B. Hochwald, T.L. Marzetta, and C. B. Papadidas, "A transmitter diversity scheme for wideband CDMA systems based on space-time spreading," IEEE Journal on Selected Areas Commun., vol. 19, no. 1, pp. 48-60, Jan. 2001)를 나타낸다. 다만, 수학식 3 및 수학식 4는 예에 불과하며, 이 외에도 다이버시티 부호 및 부호 행렬이 존재할 수 있음은 이 분야에 종사하는 자라면 충분히 이해할 수 있다.

한편, 그룹핑부(200) 및 부호화 방식 할당부(210)의 동작은 장치로 구현되어 수행될 수도 있으며 관리자에 의해 관념적으로 수행되어 각 기지국에 설정될 수도 있다. 전자의 구현 방법의 예로는, OFDM 셀룰러 시스템을 총괄하는 장치에 장착되어 상기 장치가 그룹핑 및 부호화 방식 할당을 수행하는 방법, 모든 기지국 또는 일부 기지국에 장착되어 각 기지국들이 연동하여 그룹핑 및 부호화 방식 할당을 수행하는 방법을 들 수 있다. 후자의 구현 방법으로는, 본 발명에 의한 OFDM 셀룰러 시스템을 구축하는 때에, 시스템 관리자가 상술한 그룹화 과정을 수행하여 각 기지국 장치에 셀 그룹 정보 및 부호화 방식 정보를 설정하는 방법을 예로 들 수 있다. 다만 상술한 방법은 하나의 예에 불과하므로 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

참조부호 260은 제1 기지국(220)의 송신 장치의 일실시예를 나타낸다. 도 2를 참조하면, 본 실시예의 송신 장치(260)는 채널부호화부(262), 심볼 맵핑부(264) 및 매크로 다이버시티 송신부(266)를 포함하며, 적어도 하나의 송신안테나를 구비한다.

채널부호화부(262)는 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터 열을 채널부호화하여 채널 부호화된 데이터 열을 생성한다. 심볼 맵핑부(264)는 상기 채널부호화된 데이터 열을, 소정의 변조 방식에 따라, 데이터 심볼 열로 변환한다. 변조 방식의 예로는 M-PSK(M-ary Phase Shift Keying), M-QAM(M-ary Quadrature Amplitude Modulation) 등을 들 수 있다.

매크로 다이버시티 송신부(266)는 소속된 셀그룹의 부호화 방식인 부호화 방식 0에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티 부호화하여 부호심볼을 생성하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 송신안테나를 통해 무선 채널로 송출한다.

브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해 제2 기지국(230), 제3 기지국(230) 및 미도시된 기지국들도 참조부호 260에 따른 송신 장치를 구비한다. 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 세 기지국(220, 230, 240)이 포함하는 채널부호화부(262)의 입,출력 및 심볼 맵핑부(264)의 입,출력은 동일하다. 즉, 세 기지국(220, 230, 240)의 매크로 다이버시티 송신부(266)가 수행하는 부호화 방식이 다를 뿐이다. 상술한 예와 같이 부호화 방식 0, 부호화 방식 1 및 부호화 방식 2가 수학식 4의 각 행에 따라 부호화를 수행하는 방식이고, 현재 부호화할 데이터 심볼 벡터가 $[X(3l) \ X(3l+1) \ X(3l+2)]$ 인 경우라면, 제1 기지국(220)의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 $[X(3l) \ X(3l+1) \ X(3l+2) \ 0]$ 을 송신하고, 제2 기지국(230)의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 $[X^*(3l+1) \ -X^*(3l) \ 0 \ X(3l+2)]$ 를 송신하며, 제3 기지국(240)의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 $[X^*(3l+2) \ 0 \ -X^*(3l) \ -X(3l+1)]$ 을 송신한다. 이러한 매크로 다이버시티 송신부(266)의 구체적인 구조에 대해서는 후술한다.

단말(250)은 각 기지국으로부터 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공받는다. 참조부호 270은 단말(250)의 수신 장치의 일실시예를 나타내며, 도 2를 참조하면, 본 실시예의 수신 장치는 매크로 다이버시티 수신부(272), 심볼 복조부(274), 채널 복호화부(276)를 포함하며, 적어도 하나의 수신안테나를 구비한다.

매크로 다이버시티 수신부(272)는 무선채널로부터 수신안테나를 통하여 제공되는 수신 신호를 OFDM 복조하여, 수신 심볼들을 추출하고, 상기 추출된 수신 심볼들을 다이버시티 결합한다. 여기서, 다이버시티 결합 방식은 그룹핑부(200) 및 부호화 방식 할당부(210)에서 수행되는 결과에 의존하며, 이에 대해서는 후술한다.

심볼 복조기(274)는 상기 결합심볼을 복조하여, 송신된 데이터 심볼을 복원하고, 상기 복원된 데이터 심볼을 채널복호화부(276)에 제공한다. 채널복호화부(276)는 상기 복조된 결과를 기초로, 원래 전송된 데이터를 복원한다.

도 4a 내지 도 4g는 본 발명의 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타낸다.

도 4a 내지 도 4c는 동일한 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널 영역(400, 410, 420)을 복수 개의 영역으로 분할하지 않고 매크로 다이버시티를 수행하는 부호화 방식을 나타낸다. 즉, 도 4a 내지 도 4c의 실시예는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터 심볼들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역(400, 410, 420)에 공통되는 서브부호를 각 셀 그룹에 할당하는 방식을 예로 든 것이다. 여기서의 물리 채널 영역(400, 410, 420)은 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 적어도 하나의 OFDM 심볼을 구성하는 부반송파들로 구성된다. 또한, 물리 채널 영역(400, 410, 420)은 복수 개의 OFDM 심볼이 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용될 수 있으므로 주파수 자원 뿐만 아니라 시간 자원까지 포함하는 채널 영역을 의미한다.

도 4a는 본 발명의 일실시예에 따른 2 셀 그룹 -2 다이버시티 방식을 나타낸다. 그룹핑부(200)는 인접 셀들을 2개의 셀 그룹으로 그룹핑한다. 그룹핑 방법의 예로는 도 4a에 개시된 그룹핑 방식을 들 수 있다.

부호화 방식 할당부(210)가 셀 그룹 0에는 서브부호 SC_0 에 따라 동일한 채널 코드화 블록에 속하는 모든 데이터 심볼을 다이버시티 부호화하는 부호화 방식 0을 할당하고, 셀 그룹 1에는 서브부호 SC_1 에 따라 동일한 채널 코드화 블록에 속하는 모든 데이터 심볼을 다이버시티 부호화하는 부호화 방식 1을 할당한다.

이에 따라, 셀 그룹 0에 속하는 송신안테나는 SC_0 에 따른 부호 심볼을 전송하며, 셀 그룹 1에 속하는 송신안테나는 SC_1 에 따른 부호 심볼을 전송한다. 여기서, SC_0 , SC_1 의 예로는, 각각 수학식 3의 a_0 , a_1 를 들 수 있다. 예컨대, 현재 부호화할 데이터 심볼 벡터가 $[X(2l) \ X(2l+1)]$ 인 경우라면, 셀 그룹 0에 속하는 기지국의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 부호 행렬 A의 첫 번째 행 a_0 에 따른 부호 심볼 $[X(2l) \ X(2l+1)]$ 을 송신안테나를 통하여 송신하고, 셀 그룹 1에 속하는 기지국의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 부호 행렬 A의 2번째 행 a_1 에 따른 부호 심볼 $[-X(2l+1)^* \ X(2l)^*]$ 을 송신안테나를 통하여 송신한다. 이러한 매크로 다이버시티 송신부(266)의 구체적인 구조에 대해서는 후술한다.

단말의 매크로 다이버시티 수신부(272)는 상술한 바와 같이 여러 셀의 송신안테나의 송신 신호와 가산 잡음의 합 형태인 수신신호로부터 수신 심볼을 추출하는 데, 상기 추출된 수신 심볼 $Y(2l)$, $Y(2l+1)$ 은 수학식 5와 같다.

$$\begin{aligned} Y(2l) &= H_0(2l)X(2l) - H_1(2l)X^*(2l+1) + W(2l) \\ Y(2l+1) &= H_0(2l+1)X(2l+1) + H_1(2l+1)X^*(2l) + W(2l+1) \end{aligned}$$

여기서, $H_i()$ 은, $\mathbf{a}_i$ 에 따른 부호 심볼을 전송하는 각 송신안테나와 수신 단말 간의 채널 주파수 응답 값들을 합한 값을 나타낸다. 즉, $H_i()$ 은 i 번째 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로들에 대한 채널 주파수 응답 값을 합한 값이다. 특히, 부호 행렬의 각 행에 따른 부호심볼들이 실리는 부반송파들의 채널 주파수 응답들이 유사한 경우(즉, $H_i(2l) = H_i(2l+1)$ 인 경우), 매크로 다이버시티 수신부(272)는 수학식 6의 신호처리를 수행하여 결합 심볼 $Z(2l)$, $Z(2l+1)$ 을 생성하고, 상기 생성된 결합 심볼을 심볼 복조부(274)에 제공함으로써, 낮은 계산상 복잡도로도 데이터 심볼 $X(2l)$, $X(2l+1)$ 를 검출하는 성능을 높일 수 있다. 즉, 두 인접한 수신 심볼에 대해 채널 응답의 변화가 거의 없다고 하면, 단말의 매크로 다이버시티 수신부(272)는 수신 심볼들로부터 각 데이터 심볼에 해당되는 결합 심볼을 추출할 수 있으며, 이러한 결합 심볼은 수학식 6으로 표현된다.

$$\begin{aligned} Z(2l) &= H_0^*(2l)Y(2l) - H_1(2l)Y^*(2l+1) \\ &= \left(|H_0(2l)|^2 + |H_1(2l)|^2 \right) X(2l) + \tilde{W}(2l) \\ Z(2l+1) &= -H_1(2l)Y^*(2l) + H_0^*(2l)Y(2l+1) \\ &= \left(|H_0(2l)|^2 + |H_1(2l)|^2 \right) X(2l+1) + \tilde{W}(2l+1) \end{aligned}$$

따라서, $X(l)$ 에 대응되는 결합 심볼의 신호대잡음비는 수학식 7과 같다.

$$SNR(l) = \left(|H_0(l)|^2 + |H_1(l)|^2 \right) \frac{E_T}{N_o}$$

한편, 수학식 6을 참조하면, 다이버시티 결합을 위해서는 채널 주파수 응답 $H_i(2l)$ 에 대한 추정이 필요함을 알 수 있다. 즉, 단말의 매크로 다이버시티 수신부(272)에서 다이버시티 결합을 수행하기 위해서는 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정해야 한다.

본 실시예는 부호 행렬 A의 제1행인 서브부호 0, 제2행인 서브부호 1로 구성되므로, 두개의 채널에 대한 주파수 응답 즉, $H_i(l)$ 을 추정해야 한다. 동일한 서브부호를 전송하는 송신안테나들은 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하기 위한 파일럿 심볼을 공유할 수는 있으나, 서브부호 각각에 해당되는 채널 주파수 응답을 추정할 수 있는 파일럿 심볼 패턴이 사용되어야 한다. 여기서, 파일럿 심볼 패턴의 예로는, 파일럿 심볼의 배치 방식, 파일럿 심볼에 대한 부호화 방식 등을 들 수 있다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 일실시예에 따른 파일럿 심볼 패턴을 나타내며, 도 4a와 같은 2- 다이버시티 기법에 적용될 수 있는 파일럿 심볼 및 데이터 심볼을 배치하는 방식을 예시한다.

도 5a는 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하기 위한 파일럿 심볼을 서로 다른 부반송파에 배치하는 일 실시예를 나타낸다. 빗금친 영역은 데이터 심볼 $X()$ 가 부호화된 부호 심볼이 실리는 부반송파들로 구성된 영역을 나타내며, 구체적으로는, 참조부호 500, 501 및 502로 표기된 영역은 $\mathbf{a}_0$ 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이며, 참조부호 503, 504 및 505로 표기된 영역은 $\mathbf{a}_1$ 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이다. 또한, $X_{p0}()$ 및 $X_{p1}()$ 은 파일럿 심볼을 나타낸다. 도 5a에 도시된 바와 같이, $H_0(l)$, $H_1(l)$ 을 추정하기 위해, $\mathbf{a}_0$ 에 따른 부호심볼들을 전송하는 송신안테나를 위한 파일럿 심볼 $X_{p0}(l)$ (510, 511, 512)과 $\mathbf{a}_1$ 에 따른 부호심볼들을 전송하는 송신안테나를 위한 파일럿 심볼 $X_{p1}(l)$ (513, 514, 515)이 서로 다른 부반송파에 배치된다. 그리고, 다른 서브부호를 위한 파일럿 심볼이 전송되는 부반송파에는 널(null)이 할당된다. 즉, 참조부호 520, 521, 522, 523, 524, 525에 해당되는 부반송파는 널 캐리어이다.

도 5a에 따른 파일럿 배치 방식은 기존의 방식보다 오버헤드가 2배가 된다. 기존의 방식과 데이터 전송률을 같게 하기 위한 방법의 하나로는, 데이터 심볼 중 채널 부호화부(262)의 출력에서 패리티 부분을 천공하여 부호화율(code rate)을 높이는 방법을 들 수 있다. 한편, 이러한 파일럿 배치 방식은 데이터 심볼 위치에 널을 전송함으로써, 전송되는 파일럿 전력을 기존의 방식보다 더 크게 할 수 있다.

도 5b는 각 서브부호의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하기 위한 파일럿 심볼을 동일한 부반송파에 배치하는 일실시예를 나타낸다. 빗금친 영역은 데이터 심볼 X(l)가 부호화된 부호 심볼이 실리는 부반송파들로 구성된 영역을 나타내며, 구체적으로는, 참조부호 530, 531 및 532로 표기된 영역은 a_0 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이며, 참조부호 533, 534 및 535로 표기된 영역은 a_1 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이다. 또한, $X_{p0}(l)$ 및 $X_{p1}(l)$ 은 파일럿 심볼을 나타낸다. 도 5a와는 달리, 도 5b의 실시예는, a_0 에 따른 부호심볼들을 전송하는 송신안테나를 위한 파일럿 심볼 $X_{p0}(l)$ (540, 541, 542)과 a_1 에 따른 부호심볼들을 전송하는 송신안테나를 위한 파일럿 심볼 $X_{p1}(l)$ (543, 544, 545)이 동일한 부반송파에 배치된다(Ye Li의 "Simplified channel estimation for OFDM systems with multiple transmit antennas," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 1, no. 1, Jan., 2002 참조). 따라서, 동일한 부반송파에 배치된 파일럿 심볼로부터 각 서브부호에 해당되는 전송 경로의 채널 주파수 응답 $H_0(l)$, $H_1(l)$ 각각을 간섭 없이 추정할 수 있으면 $X_{p0}(l)$ (540, 541, 542)과 $X_{p1}(l)$ (543, 544, 545) 간에는 특별한 관계가 성립되어야 하는데, 특별한 관계를 성립하는 방법의 예로는 파일럿 심볼에 채널을 구분가능하게 하는 수열을 적용하는 것을 들 수 있다. 도 5b의 실시예는 도 5a의 실시예와는 달리, 데이터 심볼을 천공하지 않고도, 기존의 방식과 동일한 데이터 전송률을 유지할 수 있다.

한편, 채널 추정 방법의 예로는 본 명세서에서는 편의상 파일럿 심볼을 OFDM 심볼에 포함시켜 전송하는 방법만을 예시하나, 파일럿 심볼을 이용하지 않는 채널 추정 방법도 존재할 수 있으므로 본 발명에 적용될 수 있는 채널 추정 방식은 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

도 4a의 실시예에서 송신안테나가 하나이면, 단말의 위치에 따라 $|H_0(l)|^2$ 와 $|H_1(l)|^2$ 의 세기가 다양하다. 단말이 셀 안쪽에 위치할 경우에는 두 다이버시티 채널 가운데 하나의 채널만 두드러지므로 기존의 방식과 성능 차이가 없다. 즉, 수학식 7에서 $|H_0(l)|^2$ 과 $|H_1(l)|^2$ 중 하나만 큰 값을 가지기 때문에 수학식 2와 같이 다이버시티 차수가 1에 가깝다. 또한, 도 3a의 셀 그룹 토폴로지에서 동일한 셀 그룹에 속하는 두 셀의 경계에 단말이 위치하는 경우도 비슷한 결과를 갖는다. 그러나, 단말이 다른 셀 그룹에 속하는 두 셀의 경계에 위치하는 경우 등과 같이 두 다이버시티 채널의 세기가 비슷할 때에는, 본 실시예에 따른 평균 신호대잡음비가 기존 방식에 따른 평균 신호대잡음비와 비슷하게 유지하면서도 다이버시티 차수를 최대 2까지 얻을 수 있다.

도 4b는 본 발명의 일실시예에 따른 3 셀 그룹 -3 다이버시티 방식을 나타낸다. 도 4b의 실시예는 3개의 셀 그룹으로 이용되며, 3개의 서브부호가 사용되는 점만이 도 4a의 실시예와 다르다. 즉, 그룹펄브(200)가, 도 3b와 같이, 인접 셀들을 3개의 셀 그룹으로 그룹화하고, 부호화 방식 할당부(210)가 셀 그룹 0에는 서브부호 SC_0 에 따라 동일한 채널 코드화 블록에 속하는 모든 데이터 심볼을 다이버시티 부호화하는 부호화 방식 0을 할당하고, 셀 그룹 1에는 서브부호 SC_1 에 따라 동일한 채널 코드화 블록에 속하는 모든 데이터 심볼을 다이버시티 부호화하는 부호화 방식 1을 할당하며, 셀 그룹 2에는 서브부호 SC_2 에 따라 동일한 채널 코드화 블록에 속하는 모든 데이터 심볼을 다이버시티 부호화하는 부호화 방식 2을 할당한다.

이에 따라, 셀 그룹 0에 속하는 송신안테나는 SC_0 에 따른 부호 심볼을 전송하며, 셀 그룹 1에 속하는 송신안테나는 SC_1 에 따른 부호 심볼을 전송하며, 셀 그룹 2에 속하는 송신안테나는 SC_2 에 따른 부호 심볼을 전송한다. 여기서, SC_0 , SC_1 , SC_2 의 예로는, 각각 수학식 4의 b_0 , b_1 , b_2 를 들 수 있다. 즉, 이 경우, 데이터 심볼 $X(3l)$, $X(3l+1)$, $X(3l+2)$ 의 전송을 위해, 셀 그룹 0에 속하는 송신안테나는 $[X(3l) X(3l+1) X(3l+2) 0]$ 을 전송하고, 셀 그룹 1의 송신안테나는 $[X^*(3l+1) -X^*(3l) 0 X(3l+2)]$ 을 전송하고, 셀 그룹 2의 송신안테나는 $[X^*(3l+2) 0 -X^*(3l) -X(3l+1)]$ 을 전송한다.

단말의 매크로 다이버시티 수신부(272)는 여러 셀의 송신안테나에 따른 송신신호와 가산 잡음의 합의 형태인 수신신호로부터 수신 심볼을 추출한 후, 상기 추출된 수신심볼들에 대해 다이버시티 결합을 수행한다. 상기 수신신호 $Y(m)$, $Y(m+1)$, $Y(m+2)$, $Y(m+3)$ 는 수학식 8로 표현될 수 있으며, 이 경우의 다이버시티 결합 결과인 결합 심볼 $Z(3l)$, $Z(3l+1)$, $Z(3l+2)$ 는 데이터 심볼 $X(3l)$, $X(3l+1)$, $X(3l+2)$ 에 대응되며 수학식 9로 표현된다.

$$Y(m) = H_0(m)X(3l) + H_1(m)X^*(3l+1) + H_2(m)X^*(3l+2) + W(m)$$

$$Y(m+1) = H_0(m+1)X(3l+1) - H_1(m+1)X^*(3l) + W(m)$$

$$Y(m+2) = H_0(m+2)X(3l+2) - H_2(m+2)X^*(3l) + W(m)$$

$$Y(m+3) = H_1(m+3)X(3l+2) + H_2(m+3)X(3l+1) + W(m)$$

여기서, $m, m+1, m+2, m+3$ 은 물리 채널의 일부를 구성하는 부반송파의 인덱스를 나타낸다. 또한, $H_1()$ 은 $\mathbf{b}_1$ 에 따른 부호 심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 나타낸다. 또한, $W()$ 는 가산 잡음을 나타낸다. 즉, 수학적 8은 $\mathbf{b}_1$ 에 따른 부호 심볼들이 상기 인덱스에 해당되는 부반송파에 실려 전송되는 것을 전제했을 때, 단말이 수신신호로부터 추출한 수신 심볼들을 표현한 식이다.

$$Z(3l) = H_1^*(m)Y(m) - H_2(m)Y^*(m+1) - H_3(m)Y^*(m+2)$$

$$Z(3l+1) = H_2(m)Y^*(m) + H_1(m)Y(m+1) + H_3^*(m)Y(m+3)$$

$$Z(3l+2) = H_3^*(m)Y(m) + H_1^*(m)Y(m+2) + H_2^*(m)Y(m+3)$$

여기서, 매크로 다이버시티 수신부(272)는 다이버시티 결합을 수행하기 위해서는, SC_0 에 해당되는 전송 경로의 채널 주파수 응답 $H_0()$, SC_1 에 해당되는 전송 경로의 채널 주파수 응답 $H_1()$ 및 SC_2 에 해당되는 전송 경로의 채널 주파수 응답 $H_2()$ 를 추정해야 한다. 채널 추정 방법의 예로는 도 5c의 파일럿 심볼 패턴을 이용하는 방법을 들 수 있다. 즉, 도 5c은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 파일럿 심볼 패턴으로서, 3-다이버시티 기법을 사용할 때의 파일럿 심볼의 배치 방식을 나타낸다. $H_1()$ 을 추정하기 위해 Ye Li의 채널 추정에 따른 파일럿 심볼 패턴을 사용한 일예이다.

도 5c에서, 빗금친 영역은 데이터 심볼 $X()$ 가 부호화된 부호 심볼이 실리는 부반송파들로 구성된 영역을 나타내며, 구체적으로는, 참조부호 560 및 561으로 표기된 영역은 $\mathbf{b}_0$ 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이며, 참조부호 562 및 563으로 표기된 영역은 $\mathbf{b}_1$ 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이며, 참조부호 564 및 565로 표기된 영역은 $\mathbf{b}_2$ 에 따른 부호심볼들의 전송을 위한 영역이다. 또한, $X_{p0}()$ 및 $X_{p1}()$ 은 파일럿 심볼을 나타낸다.

$\mathbf{b}_0$ 에 해당되는 부호 심볼들로 구성된 영역(560, 561)의 채널 주파수 응답을 추정하기 위해 필요한 파일럿 심볼 $X_{p0}()$ (550, 551), $\mathbf{b}_1$ 에 해당되는 부호 심볼들로 구성된 영역(562, 563)의 채널 주파수 응답을 추정하기 위해 필요한 파일럿 심볼 $X_{p1}()$ (552, 553), $\mathbf{b}_2$ 에 해당되는 부호 심볼로 구성된 영역(564, 565)의 채널 주파수 응답을 추정하기 위해 필요한 파일럿 심볼 $X_{p2}()$ (554, 555)은 동일한 부반송파에 할당된다.

수학적 9에 따른 결합 심볼의 신호대잡음비는 수학적 10과 같다.

$$SNR(I) = \left(|H_0(I)|^2 + |H_1(I)|^2 + |H_2(I)|^2 \right) \frac{E_T}{N_o}$$

도 5b의 실시예에 따르면, 다이버시티 차수를 최대 3까지 얻을 수 있다. 이때, 각 셀 그룹은 4 시간(또는 주파수) 자원마다 3개의 데이터 심볼만 전송하므로 다이버시티 부호에 의한 부호화율이 3/4가 된다. 따라서, 기존 방식과 같은 데이터 전송율을 유지하려면 채널 부호화부(262)의 패리티 부분을 천공하여 채널 부호율을 4/3배 증가시켜야 한다. 이 경우, 데이터 심볼이 전송되는 부반송파의 전력도 4/3배 증가시킬 수 있다.

도 4c는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며, 도 4b의 3-셀 그룹 3-다이버시티 방법에 2개의 송신안테나를 적용하는 방법을 예시한다. 그룹핑부(200)가, 도 3b와 같이, 인접 셀들을 3개의 셀 그룹으로 그룹화하고, 부호화 방식 할당부(210)가 셀 그룹 0에 '두 송신안테나가 각각 서브부호 SC_0 에 및 SC_1 에 따른 부호 심볼들을 전송하도록 하는 부호화 방식 0'를 할당하고, 셀 그룹 1에 '두 송신안테나가 각각 서브부호 SC_1 에 및 SC_2 에 따른 부호 심볼들을 전송하도록 하는 부호화 방식 1'를 할당하며, 셀 그룹 2에 '두 송신안테나가 각각 서브부호 SC_2 에 및 SC_0 에 따른 부호 심볼

들을 전송하도록 하는 부호화 방식 2'를 할당한다. 즉, 각 셀그룹의 두 송신안테나에 서브부호를 할당하는 방식이며, 각 기지국은 동일한 채널 코드화 블록에 속하는 모든 데이터 심볼을 상기 할당된 서브부호에 따라 다이버시티 부호화함으로써, 각 송신안테나를 위한 부호 심볼을 생성하는 것이다.

기지국의 송신안테나가 2개일 때, 셀 그룹 C_i 의 m 번째 송신안테나는 부호 행렬 B 의 $\mathbf{b}_{(i+m) \bmod 3}$ 에 따른 부호 심볼들을 전송한다. 한편, 각 기지국이 3개 이상의 송신안테나를 구비한 경우에도 3-셀 그룹 3- 다이버시티 방법을 적용할 수 있는 데, 그 방법의 예로는 각 기지국은 자신이 구비한 송신안테나들 중 3개를 선택하고, 상기 선택된 송신안테나 각각이 부호 행렬 B 의 각 행에 따른 부호 심볼들을 전송하도록 하고, 나머지 선택되지 않은 송신안테나는 널 심볼을 전송하도록 하는 방법들을 들 수 있다.

도 4d 내지 도 4h는 동일한 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 복수 개의 부분 영역으로 분할하여 매크로 다이버시티를 수행하는 부호화 방식을 나타낸다. 물리 채널의 모든 영역에서 셀 그룹이 모두 동일한 서브부호를 사용하는 도 4a 내지 4c와 같은 방법과 비교하여, 도 4d 내지 4h의 실시예처럼 물리 채널을 부분 영역으로 나누고 부분 영역별로 다이버시티 채널을 달리 형성하는 방법은 각 수신 심볼에 대한 다이버시티 차수를 증가시키지는 않지만 채널 부호화의 단위가 되는 수신 심볼 열들이 영역별로 다른 채널 특성을 가지므로 채널 복호시의 다이버시티를 증가시키는 효과를 도출한다.

도 4d는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며 특히, 3-셀 그룹 2- 다이버시티 기법에 해당된다. 도 4d의 실시예에서는 그룹핑부(200)는 인접 셀들을 나누어 3개의 셀 그룹으로 그룹핑한다. 그룹핑 방법의 예는 도 3b의 방식을 들 수 있다. 부호화 방식 할당부(210)는 복수 개의 부분 영역(432, 434, 436)을 생성하고, 상기 부분 영역(432, 434, 436) 각각에 대한 서브부호를 할당한다. 도 6a는 도 4d의 실시예를 위한 도 2의 부호화 방식 할당부(210)의 구체적인 구성을 예시하는 블록도로서, 도 6a를 참조하면, 부호화 방식 할당부(210)는 부분 영역 생성부(600), 서브부호 할당부(610)를 포함하여 이루어진다. 부분 영역 생성부(600)는 동일한 채널 부호화 블록(Channel Coding Block)에 속하는 데이터 심볼들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역(430)을 분할하여 복수 개의 부분 영역(432, 434, 436)을 생성한다. 여기서, 물리 채널 영역의 분할은, 상술한 바와 같이, 주파수 관점의 분할 뿐만 아니라 시간 관점의 분할도 포함한다. 복수 개의 OFDM 심볼이 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용될 수 있기 때문이다. 도 4d를 참조하면, 부분 영역 생성부(600)는 $P_0(432)$, $P_1(434)$, $P_2(436)$ 라는 3개의 부분 영역을 생성한다. 서브부호 할당부(610)는 각 셀 그룹내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분 영역에 서브부호를 할당한다. 한편, 도 4a 내지 4c에서 예시한 부호화 방식을 위한 부호화 방식 할당부(210)는 부분 영역 생성부(600)를 생략하고, 각 셀 그룹에 서브부호를 할당하는 서브부호 할당부(610)만 구비하여도 족하다.

도 5d는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 파일럿 심볼 패턴을 나타내며, 도 4d의 실시예에 수학적 식 3의 부호 행렬을 적용한 경우를 다이버시티 심볼 및 파일럿 심볼의 배치를 예시한다. 물리 채널을 세개의 부분 영역 $P_0(570)$, $P_1(571)$, $P_2(572)$ 으로 나누고, P_m 부분 영역에서 전송될 데이터 심볼 열의 j 번째 부분 $X_j = \{X(jL/3 + 2l), X(jL/3 + 2l + 1), l=0,1,2,\dots,L/6-1\}$ 을 단말에 전송하기 위하여, $C_{j \bmod 3}$, $C_{(j+1) \bmod 3}$ 인 셀 그룹에 속하는 기지국의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 $\mathbf{a}_0$ 형태(575, 577, 578, 579, 582, 583)로 송신하고, $C_{(j+2) \bmod 3}$ 인 셀 그룹에 속하는 기지국의 매크로 다이버시티 송신부(266)는 $\mathbf{a}_1$ 형태(576, 580, 581)로 송신한다. 그러면, 단말에서 수신된 패킷을 구성하는 P_j 영역에 대한 수신 심볼은 수학적 식 11과 같이 영역 별로 다른 채널을 거쳐 수신된 것으로 볼 수 있다.

$$\begin{aligned} Y_j(2l) &= (\bar{H}_{j \bmod 3}(2l) + \bar{H}_{(j+1) \bmod 3}(2l)) X_j(2l) \\ &\quad - \bar{H}_{(j+2) \bmod 3}(2l) X_j^*(2l+1) + W_j(2l) \\ Y_j(2l+1) &= (\bar{H}_{j \bmod 3}(2l+1) + \bar{H}_{(j+1) \bmod 3}(2l+1)) X_j(2l+1) \\ &\quad - \bar{H}_{(j+2) \bmod 3}(2l+1) X_j^*(2l) + W_j(2l+1) \end{aligned}$$

여기서, $\bar{H}_k(l)$ 는 셀 그룹 C_k 로부터 단말까지의 채널 응답이고, $\text{mod}(a,b)$ 는 정수 a 를 b 로 나누었을 때의 나머지이다. 데이터 심볼 $X(l)$ 에 대응되는 결합 심볼의 신호대잡음비는 수학적 식 12와 같다.

$$SNR_j(l) = \left(|\bar{H}_{j \bmod 3}(l) + \bar{H}_{(j+1) \bmod 3}(l)|^2 + |\bar{H}_{j \bmod 3}(l)|^2 \right) \frac{E_T}{N_o}$$

즉, 수학식 7에서 $H_0(2l) = \bar{H}_{j \bmod 3}(l) + \bar{H}_{(j+1) \bmod 3}(l)$, $H_1(l) = \bar{H}_{j \bmod 3}(l)$ 인 경우에 해당된다. 따라서, 단말이 셀 그룹 C_0 와 셀 그룹 C_1 사이에 위치할 때에는 $\bar{H}_0(l)$ 과 $\bar{H}_1(l)$ 의 값이 크므로 수신 패킷 가운데 P_0 영역에서는 부가적인 다이버시티 차수를 얻을 수는 없지만, P_1 , P_2 영역에서는 다이버시티 차수를 최대 2까지 얻을 수 있다. 즉, 단말이 두 셀 경계에서는 (해당 셀이 어느 셀 그룹이냐에 상관 없이) 항상 수신 심볼의 2/3는 다이버시티 차수를 얻을 수 있고, 나머지 1/3은 수신 신호대잡음비만 증가한다. 따라서, 어느 수신 패킷의 2/3 심볼 이상이 향상된 품질로 얻을 수 있으며, 채널 복호를 거쳐 올바른 데이터로 복원될 가능성이 더욱 높아진다.

도 4e는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며, 기지국의 송신안테나가 2일 때의 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법에 해당된다. 도 4e의 실시예에서는 그룹핑부(200)는 인접 셀들을 나누어 3개의 셀 그룹으로 그룹핑한다. 그룹핑 방법의 예는 도 3b의 방식을 들 수 있다. 부호화 방식 할당부(210)는 복수 개의 부분 영역(442, 444, 446, 448)을 생성하고, 셀 그룹 각각에 대해 상기 부분 영역(442, 444, 446, 448) 각각을 위한 서브부호를 할당한다.

즉, 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널(440)을 4개의 부분 영역(442, 444, 446, 448)으로 나눈 뒤, $j=0$ 번째 영역에서 모든 셀 그룹의 $m(=0,1)$ 번째 송신안테나가 부호 행렬 A 의 $\mathbf{a}_m$ 에 따른 부호 심볼들을 전송하고, j ($1 \leq j \leq 3$)번째 부분 영역에서 셀 그룹($G_{j \bmod 3}$, $G_{(j+1) \bmod 3}$)은 $m(=0, 1)$ 번째 송신안테나가 부호 행렬 A 의 $\mathbf{a}_m$ 에 따른 부호 심볼들을 전송하며, 셀 그룹 $G_{(j+2) \bmod 3}$ 은 $m(=0,1)$ 번째 송신안테나가 부호 행렬 A 의 $\mathbf{a}_{(m+1) \bmod 2}$ 에 따른 부호 심볼들을 전송하는 것이다.

그러면, 수학식 7에서의 $H_0(l)$ 과 $H_1(l)$ 은 수학식 13과 같이 부분 영역(442, 444, 446, 448) 별로 다르게 나타난다.

$j=0$ 번째 부분 영역:

$$H_0(l) = \bar{H}_{0,0}(l) + \bar{H}_{1,0}(l) + \bar{H}_{2,0}(l)$$

$$H_1(l) = \bar{H}_{0,1}(l) + \bar{H}_{1,1}(l) + \bar{H}_{2,1}(l)$$

$j=1,2,3$ 번째 부분 영역:

$$H_0(l) = \bar{H}_{j \bmod 3,0}(l) + \bar{H}_{(j+1) \bmod 3,0}(l) + \bar{H}_{(j+2) \bmod 3,1}(l)$$

$$H_1(l) = \bar{H}_{j \bmod 3,1}(l) + \bar{H}_{(j+1) \bmod 3,1}(l) + \bar{H}_{(j+2) \bmod 3,0}(l)$$

여기서, $\bar{H}_{k,m}(l)$ 은 셀 그룹 C_k 의 m 번째 송신안테나에 대한 채널 주파수 응답이다.

본 실시예에서도 각 부분 영역에 대해 두 다이버시티 채널 $H_0(l)$ 과 $H_1(l)$ 만을 독립적으로 추정하면 족하므로 파일럿 심볼에 대한 오버헤드는 송신안테나 수가 하나일 때와 동일하다. 또한, 동일한 크기의 물리 채널인 조건에서는 부분 영역을 많이 생성할 수록 채널 추정 성능이 저하되므로 채널 추정 성능과 다이버시티 성능을 고려하여 부분 영역의 갯수를 4 이하의 값으로 선택할 수 있다.

도 4f는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며, 구체적으로는 송신안테나 수가 3 이상인 경우에 도 4e의 실시예를 적용하는 방법을 예시한다. 즉, 도 4f를 위한 그룹핑부(200) 및 부호화 방식 할당부(210)의 구성 및 작용은 도 4e의 실시예에서 설명한 그룹핑부(200) 및 부호화 방식 할당부(210)의 구성 및 작용과 동일하다. 다만, 각 기지국이 물리 채널영역(450)이 나뉘어진 각 부분 영역(452, 454, 456, 458)별로 할당된 서브부호에 따른 부호 심볼들을 전송하는 송신안테나를 선택하는 과정이 추가되는 것이 도 4e의 실시예와 다른 점이다. 셀 그룹의 각 기지국은 자신이 가지는 송신안테나들 중 두 송신안테나를 선택하고, 상기 선택된 송신안테나를 통하여 $\mathbf{a}_0$, $\mathbf{a}_1$ 에 해당되는 부호 심볼들을 각각 전송하 · 도록 하고 나머지 송신안테나는 널 심볼을 전송하도록 하는 방법이다.

이 때, 각 기지국의 송신안테나 개수가 N 개인 경우, 각 셀 그룹마다 두 송신안테나를 선택하고, 상기 선택된 안테나에 서브부호를 맵핑하는 가짓 수는 총 $(N \cdot C_2 \cdot 2)^3 / 2$ 가지이다. 예컨대, $N=3$ 이면 108가지, $N=4$ 이면 총 864가지에 해당한다. 특히, 도 4f의 실시예는 각 기지국이 3개의 송신안테나를 구비할 때의 경우로서 108가지 각 셀 그룹의 108 가지의 부호화 방식

중 하나에 해당된다. 채널 부호화의 단위가 되는 물리 채널을 부분 영역별로 나누어 영역 별로 다른 전송 방식을 적용할 때에 최대 $(N C_2 \cdot 2)^3 / 2$ 개의 부분 영역으로 나눌 수 있으나, 복잡도, 채널 추정 및 다이버시티 성능 개선의 한계에 따라 부분 영역의 개수는 제한되는 것이 바람직하다.

도 4g는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며, 도 4c의 실시예를 물리 채널 영역(460)을 나누고, 복수 개의 송신안테나를 이용하는 방식을 예시한다. 즉, 각 부분 영역(462, 464, 466)마다 부호 행렬 B의 $\mathbf{b}_i$ 를 전송하는 셀 그룹 및 송신안테나를 다르게 선택한다. 도 4g는 특히, 송신안테나 수가 2 개인 경우로서, 부호 행렬 B의 $\mathbf{b}_i$ 를 전송하는 셀 그룹의 집합을 $(C_i, C_{(i+1) \bmod 3})$ 으로 설정하고, 물리 채널의 각 부분 영역마다 $\mathbf{b}_i$ 에 따른 부호 심볼들을 전송하는 송신안테나를 다양한 조합으로 설정함으로써 물리 채널의 부분 영역마다 다이버시티 채널을 다르게 설정하는 방식이다. j번째 부분 영역에서 $\mathbf{b}_i$ 에 따른 부호 심볼들을 전송하는 송신안테나의 인덱스는 $z_{i,k,j}$ 로 본 명세서에서는 표현한다.

수학식 10의 신호대잡음비에서 채널 응답은, 수학식 14와 같이, 셀 그룹 별로 송신안테나 인덱스를 어떻게 사용하느냐에 따라 다른 경로 채널로 구성된다.

물리 채널의 j번째 부분 영역:

$$H_0(l) = \bar{H}_{0,z_{0,0,j}}(l) + \bar{H}_{1,z_{0,1,j}}(l)$$

$$H_1(l) = \bar{H}_{1,z_{1,1,j}}(l) + \bar{H}_{2,z_{1,2,j}}(l)$$

$$H_2(l) = \bar{H}_{2,z_{2,2,j}}(l) + \bar{H}_{0,z_{2,0,j}}(l)$$

여기서, $\bar{H}_{k,m}(l)$ 은 셀 그룹 C_k 의 m번째 송신안테나에 대한 채널의 주파수 응답이다. 이 때, 수학식 14에서 부분 영역 별로 다이버시티 채널을 다르게 하는 송신안테나 인덱스 조합수는 셀 그룹별로 송신안테나 수가 2일 때 최대 8이다. 따라서, 물리 채널 영역을 최대 8까지 나눌 수 있으나 채널 추정 성능 및 부호 다이버시티 성능에 따라 물리 채널의 부분 영역 수를 더 적은 수로 나눌 수 있다. 예컨대, 물리 채널을 3개의 부분 영역으로 나눈 경우, $\mathbf{b}_i$ 를 전송하는 셀 그룹 집합 $(C_i, C_{(i+1) \bmod 3})$ 의 송신안테나 인덱스 쌍 $(z_{i,i,j}, z_{i,(i+1) \bmod 3,j})$ 을 j=0번째 부분 영역에서 i=0일 때 (0,0), i=1일 때 (1,0), i=2일 때 (1,1)으로 대응시키고, j=1번째 부분 영역에서 i=0일 때 (1,0), i=1일 때 (1,1), i=2일 때 (0,0)으로 대응시키고, j=2번째 부분 영역에서는 i=0일 때 (1,1), i=1일 때 (0,0), i=2일 때 (1,0)으로 대응시킬 수 있다. 만약, 송신안테나 수가 3개 이상이면 부분 영역 별로 2개의 송신안테나를 선택하고, 상기 선택된 송신안테나는 상술한 방식으로 부호심볼들을 전송하며, 나머지 송신안테나는 널 심볼을 전송한다.

도 4h는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며, 도 4d의 실시예를 송신안테나 수가 복수일 때로 확장하는 방법을 나타낸다.

그룹핑부(200)는 상술한 바와 같이 그룹핑을 수행하며, 부호화 방식 할당부(210)의 부분 영역 생성부(600)는 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널(470)을 나누어 복수 개의 부분 영역(472, 474, 476)을 생성한다. 부호화 방식 할당부(210)의 서브부호 할당부(610)는 각 셀 그룹마다 각 부분 영역(472, 474, 476)을 위한 서브부호를 할당한다. 각 기지국은 자신이 구비한 복수 개의 송신안테나들 중에서 각 부분 영역(472, 474, 476)에 해당되는 부호 심볼들의 전송에 사용되는 송신안테나를 선택하여 상기 선택된 송신안테나를 통하여 부호 심볼들을 전송한다.

즉, 도 4h의 실시예는 각 셀 그룹에서 하나의 송신안테나씩을 선택하고, 상술한 바와 같은 송신안테나가 원래 하나일 때의 다이버시티 방법을 이용한다. 이 때, 각 셀 그룹에서 송신안테나의 선택은 돌아가면서 스위칭한다. 이 방법은 한 기지국내의 송신안테나 간 상관성이 클 때, 두 송신안테나를 선택하는 방법보다 유용할 수 있다.

도 4i는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타내며, 각각 도 4c의 실시예에 가상 송신안테나를 적용하는 방식을 예시한다. 도 4g 및 도 4h의 실시예와 같이 기지국내 송신안테나 수가 복수일 때 그 중에서 하나 또는 두 송신안테나를 선택하여 전송하면 전송 전력이 일부 송신안테나에만 몰리게 된다. 송신안테나 각각의 최대 송신 전력 마진이 제한되어 있을 때, 시스템의 다중화 방식에 따라서는 이러한 전송 전력 몰림 현상이 문제가 될 수 있다. 도 4i의 실시예는 이러한 전송 전력 몰림 현상을 해결하는 방법으로 다이버시티는 그대로 이용하면서 전력을 송신안테나 전체에 고르게 분포시키는 방법이다.

한 셀의 물리적인 N개의 송신안테나들에 해당되는 채널은 각각 $H_0, H_1, \dots, H_{N-1}$ 이다. 여기서, 0, 1인 인덱스에 해당되는 송신안테나 즉, 2개의 송신안테나를 이용한다면 사용가능한 N개의 다이버시티 채널 중에서 H_0, H_1 만을 이용하는 결과가 된다. 여기서, 송신안테나 별 전력을 고르게 분포시키기 위해 $w_{i,0}H_0 + w_{i,1}H_1 + \dots + w_{i,N-1}H_{N-1} (=G_i)$ 의 가상 송신안테나 채널을 개념적으로 생성한다. i는 가상 송신안테나 채널의 인덱스를 나타낸다. $G_0, G_1, \dots$ 의 가상 송신안테나 채널 중에서 두 개의 가상 송신안테나를 선택한다고 한다면, 다이버시티 효과는 똑같이 얻으면서 송신안테나 별 전력 분포는 고르게 하는 효과를 얻을 수 있다.

가상 송신안테나 채널 G_i 를 얻기 위한 시퀀스 $w_{i,0}, \dots, w_{i,N-1}$ 를 획득하는 방법의 예로는 왈쉬(Walsh) 부호, DFT (Discrete Fourier Transform)-based sequence 등의 직교 시퀀스에 의한 방법, 의사 랜덤 시퀀스를 의한 방법을 들 수 있다. 왈쉬 부호에 의한 방법은 N이 2의 완전 제곱수의 경우에 적용될 수 있는 간단한 방식이며, DFT(Discrete Fourier Transform)-based sequence에 의한 방식은 N이 2의 완전 제곱수가 아닌 경우에도 사용 가능하다. 직교 시퀀스에 의한 방식은 원래의 송신안테나 수와 같은 N개의 가상 송신안테나 채널을 생성할 수 있으며, 그 이상의 가상 송신안테나 채널을 생성하는 방법으로는 직교성을 포기하고 의사 랜덤 시퀀스를 사용하는 것이 바람직하다.

그룹핑부(200)는 상술한 바와 같이 그룹핑을 수행한다. 도 6b는 도 4i의 실시예를 위한 도 2의 부호화 방식 할당부(210)의 구체적인 구성을 예시하는 블록도로서, 도 6b를 참조하면 시퀀스 할당부(660) 및 서브부호 할당부(670)를 포함하여 이루어진다. 시퀀스 할당부(660)는 각 기지국이 가지는 물리적인 N개의 송신안테나에 상술한 소정의 시퀀스를 적용하여 M개의 가상 송신안테나를 개념적으로 생성한다. 즉, M개의 시퀀스를 각 셀 그룹에 할당한다. 서브부호 할당부(670)은 각 셀 그룹에 대해 M개의 서브부호를 할당한다. 여기서 M개의 서브부호는 M개의 가상 송신안테나를 통해 전송되는 부호 심볼의 생성에 사용된다. 각 기지국은 소속된 셀 그룹의 부호화 방식에 따라 매크로 다이버시티 송신을 수행하는데, 이를 위해서 소속된 셀그룹의 M개의 서브부호 및 가상 송신안테나 생성을 위한 시퀀스가 매크로 다이버시티 송신부(266)에 설정되어야 한다. 이에 대한 내용은 후술한다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다. 즉, OFDM 셀룰러 시스템에서 각 기지국이 멀티캐스트 서비스 제공을 위해 구비해야 하는 송신 장치의 구조를 예시한다.

도 7을 참조하면, 본 실시예의 송신 장치는, 적어도 하나의 송신안테나, 채널 부호화부(700), 심볼 맵핑부(710) 및 매크로 다이버시티 송신부(720)를 포함하여 이루어진다. 채널부호화부(700) 및 심볼맵핑부(710)은 도 2의 채널부호화부(262) 및 심볼 맵핑부(264)와 동일한 기능 및 작용을 가지므로 이하 설명은 생략한다.

본 실시예의 매크로 다이버시티 송신부(720)는 도 4a 및 4b의 실시예를 위한 구성으로서, 도 7을 참조하면, 부호화 방식 설정부(730), 다이버시티 부호화부(740), 전송부(750)를 포함하여 이루어진다.

부호화 방식 설정부(730)는 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 서로 다른 셀 그룹에 속하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 다이버시티 부호의 일부인 서브부호를 포함하는 상기 소속된 셀 그룹의 부호화 방식을 설정한다. 즉, 부호화 방식 설정부(730)는 상술한 서브부호를 설정하는 서브부호 설정부(732)를 구비한다. 여기서, 다이버시티 부호의 예는 수학식 3의 부호 행렬, 수학식 4의 부호 행렬에 따른 부호를 들 수 있으며, 서브부호의 예는 상기 부호 행렬의 각 행에 따른 부호를 들 수 있다.

다이버시티 부호화부(740)는 상기 설정된 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성한다.

전송부(750)는 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공한다. 즉, OFDM 심볼 생성부(752)는 상기 생성된 부호 심볼을 OFDM 변조하여 OFDM 심볼을 생성한다.

한편, 단말의 수신 장치(270)가 파일럿 심볼 기반의 채널 추정 방식을 사용해야 하는 경우에는 본 발명에 따른 송신 장치는 도 7에 도시된 바와 같이 파일럿 방식 설정부(734) 및 파일럿 심볼 생성부(760)를 더 포함한다. 즉, 부호화 방식 설정부(730)의 파일럿 방식 설정부(734)는 단말의 수신 장치(270)에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널

널 추정 가능성이 있도록, 도 5a 내지 5d에 도시한 바처럼, 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 설정한다. 파일럿 심볼 생성부(760)는 상기 설정된 배치 방식 또는 부호화 방식에 따라 파일럿 심볼을 생성한다. 상기 OFDM 심볼 생성부(750)는 상기 생성된 부호 심볼 및 상기 생성된 파일럿 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성한다.

도 8은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도로서, 특히 도 4c의 실시예를 위한 송신 장치의 구성을 예시한다. 설명의 편의를 위해 파일럿 심볼 생성을 위한 블록을 생략하여 도시하였다.

도 8을 참조하면, 본 실시예의 송신 장치는, 복수 개의 송신안테나, 채널 부호화부(800), 심볼 맵핑부(810) 및 매크로 다이버시티 송신부(820)를 포함하여 이루어진다. 채널부호화부(800) 및 심볼맵핑부(810)은 도 2의 채널부호화부(262) 및 심볼 맵핑부(264)와 동일한 기능 및 작용을 가지므로 이하 설명은 생략한다.

도 7의 실시예의 송신 장치는 1개의 송신안테나를 구비하여도 족하지만, 도 8의 실시예에 의한 송신 장치는 2 개의 송신안테나를 구비한 경우로서, 도 4c와 같이 복수 개의 송신안테나에 따른 실시예를 설명하기 위한 구성이다.

매크로 다이버시티 송신부(820)는 부호화 방식 설정부(830), 다이버시티 부호화부(840) 및 전송부(850)를 포함하여 이루어진다. 매크로 다이버시티 송신부(820)의 동작을 송신안테나가 2개이고, 도 4c에 따른 부호화 방식을 사용하며, 도 8의 송신 장치가 셀 그룹 0에 속하는 경우를 전제하여 설명하면 다음과 같다.

상기 부호화 방식 설정부(830)는, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 부호심볼들의 서로 다른 일부를 전송하는 송신안테나 쌍이 존재하도록, 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정한다. 즉, 서브부호 설정부(832)는 송신안테나 0를 위한 서브부호로 서브부호 0를 설정하며, 송신안테나 1을 위한 서브부호로 서브부호 1을 설정한다.

상기 다이버시티 부호화부(840)는, 상기 설정된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하여 전송부(850)의 제1 OFDM 심볼 생성부(852) 및 제2 OFDM 심볼 생성부(854)로 제공한다. 즉, 다이버시티 부호화부(840)는, 입력되는 데이터심볼 벡터를 서브부호 0 및 서브부호 1에 따라 각각 다이버시티 부호화하여 부호화된 결과를 전송부(850)에 제공한다. 이때 제1 OFDM 심볼 생성부(852)에는 서브부호 0에 해당되는 부호 심볼들이 제공되며, 제2 OFDM 심볼 생성부(854)는 서브부호 1에 해당되는 부호 심볼들이 제공된다. 제1 OFDM 심볼 생성부(852)는 서브부호 0에 따른 부호 심볼들을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여, 상기 생성된 OFDM 심볼을 송신안테나 0로 제공하고, 제2 OFDM 심볼 생성부(854)는 서브부호 1에 따른 부호 심볼들을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여, 상기 생성된 OFDM 심볼을 송신안테나 1로 제공한다. 예컨대, 서브부호 0가 b_0 에 따른 부호라면 다이버시티 부호화부(840)는 $[X(3l) X(3l+1) X(3l+2) 0]$ 형태의 부호 심볼들을 제1 OFDM 심볼 생성부(852)에 제공하고, 서브부호 1이 b_1 에 따른 부호라면 다이버시티 부호화부(840)는 $[X^*(3l+1) -X^*(3l) 0 X(3l+2)]$ 형태의 부호 심볼들을 제2 OFDM 심볼 생성부(854)에 제공한다.

도 9는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도로서, 특히 도 4d의 실시예를 위한 송신 장치의 구성을 예시한다. 마찬가지로 설명의 편의를 위해 파일럿 심볼 생성을 위한 구성을 생략하여 도시하였다.

도 9를 참조하면, 본 실시예의 송신 장치는, 적어도 하나의 송신안테나, 채널 부호화부(900), 심볼 맵핑부(910) 및 매크로 다이버시티 송신부(920)를 포함하여 이루어진다. 채널부호화부(900) 및 심볼맵핑부(910)은 도 2의 채널부호화부(262) 및 심볼 맵핑부(264)와 동일한 기능 및 작용을 가지므로 이하 설명은 생략한다.

도 9의 실시예에 따른 송신 장치의 매크로 다이버시티 송신부(920)는 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널을 복수 개의 부분영역으로 분할하여 매크로 다이버시티 송신을 수행하는 구성으로서 부호화 방식 설정부(930), 다이버시티 부호화부(940) 및 전송부(950)를 포함하여 이루어진다.

부호화 방식 설정부(930)는 부분 영역 설정부(932) 및 서브부호 설정부(934)를 포함하여 이루어진다. 부분 영역 설정부(932)는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 설정한다. 즉, 도 4d에 따르면 부분 영역 설정부(932)는 물리 채널 영역(430)을 분할하여 3개의 부분 영역(432, 434, 436)을 설정한다. 서브부호 설정부(934)는 셀 그룹 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정한다. 도 9의 송신 장치가 셀 그룹 0에 소속되는 경우 도 4d에 따르면 서브부호 설정부(934)는 제1 부분 영역(432)을 위한 서브부호로 서브부호 0를 설정하고, 제2 부분 영역(434)을 위한 서브부호로 서브부호 1을 설정하며, 제3 부분 영역(436)을 위한 서브부호로 서브부호 0를 설정한다.

다이버시티 부호화부(940)는 상기 설정된 부호화 방식에 따라 데이터심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성한다. 즉, 다이버시티 부호화부(940)는 입력되는 데이터 심볼 벡터의 전송에 사용되는 부분 영역에 설정된 서브부호에 따라, 상기 데이터 심볼 벡터를 다이버시티 부호화한다.

전송부(950)는 상기 생성된 부호 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공한다. 즉, OFDM 심볼 생성부(952)는 상기 생성된 부호 심볼을 OFDM 변조하여 OFDM 심볼을 생성한다.

도 10는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도로서, 특히 도 4e의 실시예를 위한 송신 장치의 구성을 예시한다. 마찬가지로 설명의 편의를 위해 파일럿 심볼 생성을 위한 구성을 생략하여 도시하였다.

도 10을 참조하면, 본 실시예의 송신 장치는, 복수 개의 송신안테나, 채널 부호화부(1000), 심볼 맵핑부(1010) 및 매크로 다이버시티 송신부(1020)를 포함하여 이루어진다. 마찬가지로 채널부호화부(1000) 및 심볼맵핑부(1010)은 도 2의 채널 부호화부(262) 및 심볼 맵핑부(264)와 동일한 기능 및 작용을 가지므로 이하 설명은 생략한다.

도 10의 실시예에 의한 매크로 다이버시티 송신부(1020)는 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널을 복수 개의 부분영역으로 분할하고 복수 개의 송신안테나를 통하여 매크로 다이버시티 송신을 수행하는 실시예로서, 도 4e의 실시예를 설명하기 위한 구성이다.

부호화 방식 설정부(1030)는 부분 영역 설정부(1032) 및 서브부호 설정부(1034)를 포함하여 이루어진다. 부분 영역 설정부(1032)는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 설정한다. 즉, 도 4e에 따르면 부분 영역 설정부(1032)는 물리 채널 영역(440)을 분할하여 4개의 부분 영역(442, 444, 446, 448)을 설정한다.

서브부호 설정부(1034)는 송신안테나 내에서, 서로 다른 서브부호를 사용하는 부분영역 쌍이 적어도 하나 존재하도록, 상기 각 부분영역을 위한 서브부호를 설정한다. 도 10의 송신 장치가 셀 그룹 0에 소속되는 경우 도 4e에 따르면 서브부호 설정부(1034)는 송신안테나 0의 제1 부분 영역(442), 제3 부분 영역(446) 및 제4 부분 영역(448)을 위한 서브부호로 서브부호 0을 설정하고, 송신안테나 0의 제2 부분 영역(444)을 위한 서브부호로 서브부호 1을 설정한다. 또한, 서브부호 설정부(1034)는 송신안테나 1의 제1 부분 영역(442), 제3 부분 영역(446) 및 제4 부분 영역(448)을 위한 서브부호로 서브부호 1을 설정하고, 송신안테나 1의 제2 부분 영역(444)을 위한 서브부호로 서브부호 0을 설정한다.

상기 다이버시티 부호화부(1040)는, 상기 설정된 서브부호에 따라, 각 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성하여 전송부(1050)의 제1 OFDM 심볼 생성부(1052) 및 제2 OFDM 심볼 생성부(1054)로 제공한다. 특히, 도 4e의 실시예에서 도 10의 송신 장치가 셀 그룹 0에 속하며, 현지 부호화할 데이터심볼 벡터의 전송에 사용되는 부분 영역이 제1 부분 영역(442)인 경우를 전제하여 설명하면 다음과 같다. 다이버시티 부호화부(1040)는, 상기 데이터심볼 벡터를 서브부호 0에 따라 다이버시티 부호화하여 생성된 부호 심볼을 제1 OFDM 심볼 생성부(1052)에 제공하며, 상기 데이터 심볼 벡터를 서브부호 1에 따라 다이버시티 부호화하여 생성된 부호 심볼을 제2 OFDM 심볼 생성부(1054)에 제공한다.

제1 OFDM 심볼 생성부(1052)는 서브부호 0에 따른 부호 심볼들을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하고, 제2 OFDM 심볼 생성부(1054)는 서브부호 1에 따른 부호 심볼들을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하여 각 송신안테나에 제공한다. 서브부호 0, 서브부호 1이 각각 $\mathbf{a}_0$, $\mathbf{a}_1$ 에 따른 부호이며, 현재 다이버시티 부호화할 데이터 심볼 벡터가 $[X(2l) \ X(2l+1)]$ 인 경우, 제1 OFDM 심볼 생성부(1052)는 $X(2l)$, $X(2l+1)$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하고, 제2 OFDM 심볼 생성부(1054)는 $-X(2l+1)^*$, $X(2l)^*$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 생성하는 것이다.

도 11은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도로서, 특히 도 4f 내지 4h의 실시예를 위한 송신 장치의 구성을 예시한다. 마찬가지로, 설명의 편의를 위해 파일럿 심볼 생성을 위한 구성을 생략하여 도시하였다.

도 11을 참조하면, 본 실시예의 송신 장치는, N (N 은 2 이상의 자연수) 개의 송신안테나, 채널 부호화부(1100), 심볼 맵핑부(1110) 및 매크로 다이버시티 송신부(1120)를 포함하여 이루어진다. 채널부호화부(1100) 및 심볼맵핑부(1110)은 도 2의 채널부호화부(262) 및 심볼 맵핑부(264)와 동일한 기능 및 작용을 가지므로 이하 설명은 생략한다.

도 11의 실시예에 의한 매크로 다이버시티 송신부(1120)는 하나의 채널 부호화 블록의 전송에 사용되는 물리 채널을 복수 개의 부분영역으로 분할하고 M개의 선택된 송신안테나를 통하여 매크로 다이버시티 송신을 수행하는 구성이다.

도 11을 참조하면, 매크로 다이버시티 송신부(1120)는 부호화 방식 설정부(1130), 다이버시티 부호화부(1140) 및 전송부(1150)를 포함하여 이루어진다.

부호화 방식 설정부(1130)는 부분영역 설정부(1132) 및 서브부호 설정부(1134)를 포함한다. 부분영역 설정부(1132)는 동일한 채널 부호화 블록에 속하는 데이터심볼 벡터들의 전송에 사용되는 물리 채널 영역을 분할하여 복수 개의 부분 영역을 생성한다. 서브부호 설정부(1134)는 서로 다른 서브부호를 사용하는 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, $M(N$ 은 N 보다 작은 자연수)개의 송신안테나 각각을 위한 서브부호를 설정한다.

다이버시티 부호화부(1140)는 상기 설정된 부호에 따라 M개의 송신안테나 각각을 위한 부호심볼을 생성한다.

전송부(1150)는 N개의 송신안테나들 중 M개의 송신안테나를 선택하고, 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼 각각을 상기 선택된 송신안테나 각각을 통하여 송신한다. 이때, 전송부(1150)는 송신안테나의 선택 패턴이 서로 다른 부분 영역쌍이 존재하도록, 상기 M개의 송신안테나를 선택하는 것이 바람직하다.

도 12a 및 도 12b는 $N=3$, $M=2$ 인 경우를 전제하여 도 11의 전송부(1150)의 구체적인 구성을 예시하는 블록도이다. 본 실시예에 따른 전송부(1150A)는 상기 선택된 M개의 송신안테나 각각에는 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 제공하고, 선택되지 않은 송신안테나 각각에는 널 심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 제공한다. 전송부(1150A)는 도 12a를 참조하면 스위칭부(1252) 및 변조부(1254)를 포함하여 이루어진다.

도 4f의 부호화 방식을 사용하는 경우를 전제하여, 본 실시예의 전송부(1150A)의 동작을 설명하면 다음과 같다.

다이버시티 부호화부(1140)가 출력하는 부호 심볼들을 전송하는 부분 영역이 제2 부분 영역(454)인 경우, 전송부(1150A)에서 선택되는 송신안테나는 송신안테나 2 및 송신안테나 0이다. 스위칭부(1252)는 서브부호 1에 따른 부호심볼들 및 서브부호 0에 따른 부호 심볼들을 입력받고, 서브부호 1에 따른 부호 심볼들을 제3 OFDM 심볼 생성부(1254_3)에 제공하고, 서브부호 0에 따른 부호심볼들을 제1 OFDM 심볼 생성부(1254_1)에 제공하며, 널 심볼을 제2 OFDM 심볼 생성부(1254_2)에 제공한다.

도 12b를 참조하면 전송부(1150B)는 변조부(1262) 및 스위칭부(1264)를 포함하여 이루어진다. 도 4f의 부호화 방식을 사용하는 경우를 전제하여, 본 실시예의 전송부(1150B)의 동작을 설명하면 다음과 같다.

다이버시티 부호화부(1140)가 출력하는 부호 심볼들을 전송하는 부분 영역이 제2 부분 영역(454)인 경우, 전송부(1150A)에서 선택되는 송신안테나는 송신안테나 2 및 송신안테나 0이다.

변조부(1262)는 서브부호 1에 따른 부호심볼들 및 서브부호 0에 따른 부호 심볼들을 입력받는다. 구체적으로, 제1 OFDM 심볼 생성부(1262_1)는 서브부호 1에 따른 부호 심볼들을 입력받고, 이를 포함하는 제1 OFDM 심볼을 생성한다. 또한, 제2 OFDM 심볼 생성부(1262_2)는 서브부호 0에 따른 부호 심볼들을 입력받고, 이를 포함하는 제2 OFDM 심볼을 생성한다. 스위칭부(1264)는 제1 OFDM 심볼을 송신안테나 2에 제2 OFDM 심볼을 송신안테나 0에 제공한다.

도 13은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도로서, 특히 도 4i의 실시예와 같이 가상 송신안테나를 이용하는 송신 장치의 구성을 예시한다. 마찬가지로 설명의 편의를 위해 파일럿 심볼 생성을 위한 구성을 생략한다.

도 13을 참조하면, 본 실시예의 송신 장치는, $N(N$ 은 2 이상의 자연수) 개의 송신안테나, 채널 부호화부(1300), 심볼 맵핑부(1310) 및 매크로 다이버시티 송신부(1320)를 포함하여 이루어진다. 마찬가지로 채널부호화부(1300) 및 심볼맵핑부(1310)은 도 2의 채널부호화부(262) 및 심볼 맵핑부(264)와 동일한 기능 및 작용을 가지므로 이하 설명은 생략한다.

매크로 다이버시티 송신부(1320)는 도 13을 참조하면 부호화 방식 설정부(1330), 다이버시티 부호화부(1340) 및 전송부(1350)를 포함하여 이루어진다.

부호화 방식 설정부(1330)는 가상 송신안테나 생성부(1332) 및 서브부호 설정부(1334)를 포함한다.

가상 송신안테나 생성부(1332)는 길이 N인 M 개의 시퀀스를 기초로, 상기 N개의 송신안테나가 선형 결합된 M 개의 가상 송신안테나를 생성한다. 여기서, 상기 M개의 시퀀스의 예는 상술한 바와 같이 직교 시퀀스, 의사잡음 시퀀스를 들 수 있다. 서브부호 설정부(1334)는 서로 다른 서브부호를 사용하는 가상 송신안테나 쌍이 적어도 하나 존재하도록, M 개의 가상 송신안테나에 대한 서브부호를 설정한다.

다이버시티 부호화부(1340)는 상기 설정된 서브부호에 따라 상기 각 가상 송신안테나를 위한 부호심볼을 생성한다.

전송부(1350)는 상기 M개의 부호 심볼에 상기 M개의 시퀀스를 시간 영역 또는 주파수 영역상에서 적용하여 N개의 OFDM 심볼을 생성하고, 상기 생성된 OFDM 심볼을 각각의 송신안테나를 통해 송신한다.

도 14a 및 도 14b는 N=3이고, M=2인 경우 도 13의 전송부(1350)의 구체적인 구성을 예시하는 블록도이다. 특히, 도 4i의 부호화 방식을 사용하며 도 13의 송신 장치가 셀 그룹 0에 속하는 경우를 전제하여 설명한다. 여기서, 가상 송신안테나 i (i=0,1)를 생성하기 위한 시퀀스 $\mathbf{w}_i$ 는 $\mathbf{w}_{i,0}$, $\mathbf{w}_{i,1}$, $\mathbf{w}_{i,2}$ 이다.

상술한 전제조건에서 서브부호 설정부(1334)는 가상 송신안테나 0를 위한 서브부호로 서브부호 0를 설정하고, 가상 송신안테나 1를 위한 서브부호로 서브부호 1을 설정한다.

도 14a를 참조하면 전송부(1350A)는 심볼 변환부(1400) 및 변조부(1410)를 포함하여 이루어진다. 변조부(1410)는 제1 OFDM 심볼 생성부(1410_1), 제2 OFDM 심볼 생성부(1410_2) 및 제3 OFDM 심볼 생성부(1410_3)을 포함한다.

심볼 변환부(1400)는 가상 송신안테나 생성부(1332)로부터 제공받은 시퀀스의 $\mathbf{w}_{0,n-1}$, $\mathbf{w}_{1,n-1}$ 에 상기 생성된 2개의 부호 심볼을 각각 곱하여 합산함으로써, n번째 심볼을 생성하고, 상기 생성된 n번째 심볼을 제 n OFDM 심볼 생성부(1410_n)에 제공한다. 예컨대, 상술한 전제 조건에서, 현재 부호화될 데이터 심볼 벡터가 $[X(2l) \ X(2l+1)]$ 인 경우 가상 송신안테나 0는 $[X(2l) \ X(2l+1)]$ 를 전송하고, 가상 송신안테나 1은 $[-X(2l+1)^* \ X(2l)^*]$ 을 전송해야 한다.

이를 위해 심볼 변환부(1400)는 제1 OFDM 심볼 생성부(1410_1)에 $[\mathbf{w}_{0,0} X(2l) - \mathbf{w}_{1,0} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,0} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,0} X(2l)^*]$ 을 제공하고, 제2 OFDM 심볼 생성부(1410_2)에 $[\mathbf{w}_{0,1} X(2l) - \mathbf{w}_{1,1} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,1} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,1} X(2l)^*]$ 을 제공하고, 제3 OFDM 심볼 생성부(1410_3)에 $[\mathbf{w}_{0,2} X(2l) - \mathbf{w}_{1,2} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,2} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,2} X(2l)^*]$ 을 제공한다. 따라서, 이 경우, 송신안테나 0는 $[\mathbf{w}_{0,0} X(2l) - \mathbf{w}_{1,0} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,0} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,0} X(2l)^*]$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 전송하고, 송신안테나 1은 $[\mathbf{w}_{0,1} X(2l) - \mathbf{w}_{1,1} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,1} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,1} X(2l)^*]$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 전송하고, 송신안테나 2는 $[\mathbf{w}_{0,2} X(2l) - \mathbf{w}_{1,2} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,2} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,2} X(2l)^*]$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 전송한다.

도 14b를 참조하면 전송부(1350B)는 심볼 변환부(1450) 및 변조부(1460)를 포함하여 이루어진다.

변조부(1460)는 상기 M개의 부호 심볼 각각을 OFDM 변조하여 M개의 OFDM 심볼을 생성한다. 상술한 전제조건에서는 M=2이며, 생성된 제1 OFDM 심볼은 $[X(2l) \ X(2l+1)]$ 을 포함하며, 생성된 제2 OFDM 심볼은 $[-X(2l+1)^* \ X(2l)^*]$ 을 포함한다.

심볼 변환부(1400)는 가상 송신안테나 생성부(1332)로부터 제공받은 시퀀스의 $\mathbf{w}_{0,n-1}$, $\mathbf{w}_{1,n-1}$ 에 상기 생성된 2개의 OFDM 심볼을 각각 곱하여 합산함으로써, 송신안테나 n를 통해 전송되는 새로운 OFDM 심볼을 생성한다. 즉, 상술한 신호 처리 과정을 거치면 송신안테나 0는 송신안테나 0는 $[\mathbf{w}_{0,0} X(2l) - \mathbf{w}_{1,0} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,0} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,0} X(2l)^*]$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 전송하고, 송신안테나 1은 $[\mathbf{w}_{0,1} X(2l) - \mathbf{w}_{1,1} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,1} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,1} X(2l)^*]$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 전송하고, 송신안테나 2는 $[\mathbf{w}_{0,2} X(2l) - \mathbf{w}_{1,2} X(2l+1)^* \ \mathbf{w}_{0,2} X(2l+1) - \mathbf{w}_{1,2} X(2l)^*]$ 을 포함하는 OFDM 심볼을 전송하게 된다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 15를 참조하면, 본 발명의 수신 장치는 매크로 다이버시티 수신부(1500), 심볼복조부(1510) 및 채널복호화부(1520)를 포함하여 이루어진다. 심볼복조부(1510) 및 채널복호화부(1520)는 도 2에서 설명한 심볼복조부(274) 및 채널복호화부(276)와 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다.

매크로 다이버시티 수신부(1500)는 도 15를 참조하면 심볼추출부(1502) 및 결합부(1504)를 포함하여 이루어진다. 심볼추출부(1502)는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹의 각 송신안테나가 소정의 부호화 방식에 따라 송신함에 따른 수신신호로부터, 수신 심볼을 추출한다. 여기서, 상기 추출된 수신심볼의 형태는 수학식 5 및 수학식 8에 예시되어 있으며, 소정의 부호화 방식은 도 4a 내지 도 4i에 예시된 부호화 방식을 포함하는 본 발명에 따른 부호화 방식을 의미한다.

결합부(1504)는 다이버시티 부호의 일부인 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 수신심볼들을 결합한다. 여기서, 결합 방법의 예로는 수학식 6 및 수학식 9에 따른 결합방법을 들 수 있다.

한편, 채널 추정의 방법으로는, 파일럿 심볼 기반의 채널 추정 방식을 예로 들 수 있는데, 이 방법에 따르면, 송신단에서는 파일럿 심볼을 OFDM 심볼에 포함시켜 각 송신안테나를 통해 전송해야 한다. 이때, 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템은 수신단에서 상기 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 추정이 가능하도록 설정된 파일럿 심볼의 배치 방식 또는 파일럿 심볼의 부호화 방식을 이용해야 한다. 이 경우, 상기 수신신호는 다이버시티 부호화에 따른 부호 심볼에 해당되는 수신심볼 뿐만 아니라 파일럿 심볼에 해당되는 수신심볼을 포함하며, 따라서, 결합부(1504)는 상기 추출된 수신심볼 중 파일럿 심볼에 해당되는 수신심볼을 기초로, 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정할 수 있다.

또한, 가상 송신안테나에 따른 부호화 방식으로 각 송신안테나가 송신하는 경우, 결합부(1504)는 가상 송신안테나 생성에 사용된 시퀀스를 반영하여 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정한다.

한편, 본 발명에 따른 단말이 셀 안쪽에 있을 경우, 단말의 매크로 다이버시티 수신부(1500)로 입력되는 수신심볼들 중에서 채널 응답의 세기가 약한 수신심볼들에 결합에 포함시키지 않고, 채널 응답의 세기가 큰 수신심볼들에 대해서만 결합에 적용시키는 방법을 사용할 수 있다. 일 예로, 2-셀 그룹 2- 다이버시티 기법에서, 수학식 6의 채널 응답 가운데 $H_1(l)$ 값이 매우 작으면, 수학식 6은 $Z(2l)=H_0^*(2l)Y(2l)$, $Z(2l+1)=H_0^*(2l+1)Y(2l+1)$ 로 대치할 수 있다. 이 경우 송신안테나가 하나인 경우와 같이 심볼을 복조한다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 16을 참조하면, 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법은 도 2에서 도시된 시스템에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 2에 도시된 시스템에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법에도 적용된다.

본 실시예에 따른 방법을 도 2를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

S1600 단계에서, 그룹핑부(200)가 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 셀들을 그룹화하여 복수 개의 셀 그룹을 도 3a 및 도 3b와 같이 생성한다.

S1610 단계에서, 부호화 방식 할당부(210)는 각 셀 그룹에 각각의 부호화 방식을 할당한다. 부호화 방식에 대한 설명은 도 4a 내지 4i에 설명하였으므로 이에 대한 설명은 생략한다.

S1620 단계에서, 각 기지국의 채널부호화부(262)는 채널부호화부(262)는 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터 열을 채널부호화하여 채널 부호화된 데이터 열을 생성한다.

S1630 단계에서, 심볼 맵핑부(264)는 상기 채널부호화된 데이터 열을, 소정의 변조 방식에 따라, 데이터 심볼 열로 변환한다.

S1640 단계에서 매크로 다이버시티 송신부(266)는, 소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라, 데이터 심볼 열에 속하는 데이터 심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하고 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 각 송신안테나를 통해 무선 채널로 송출한다.

S1650 단계에서, 단말(250)의 매크로 다이버시티 수신부(272)는 각 기지국의 송신안테나로부터 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스에 따른 수신신호를 OFDM 복조하여, 수신 심볼들을 추출한다.

S1660 단계에서, 매크로 다이버시티 수신부(272)는 상기 추출된 수신 심볼들을 다이버시티 결합한다.

S1670 단계에서, 심볼 복조기(274)는 상기 결합심볼을 복조하여, 송신된 데이터 심볼을 복원하고, 상기 복원된 데이터 심볼을 채널복호화부(276)에 제공한다.

S1680 단계에서, 채널복호화부(276)는 상기 복조된 결과를 기초로, 원래 전송된 데이터를 복원한다.

도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 17을 참조하면, 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법은 도 2, 도 7 내지 14b에 도시된 송신 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 2, 도 7 내지 14b에 도시된 송신 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법에도 적용된다.

본 실시예에 따른 방법을 도 2 및 도 7 내지 14b를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

S1700 단계에서, 매크로 다이버시티 송신부(262)는 소속된 셀 그룹의 부호화 방식을 설정한다. 구체적으로는, 도 4a 내지 4i에 예시된 방법과 같은 부호화 방식이 부호화 방식 설정부(730, 830, 930, 1030, 1130, 1330)에 설정된다. 설정 방법으로는 도 2의 그룹화 방식 할당부(210)로부터 제공되는 부호화 방식을 설정하는 방법, 관리자가 직접 송신 장치(260)에 설정하는 방법 등을 들 수 있으나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

S1710 단계에서, 각 기지국의 채널부호화부(262)는 채널부호화부(262)는 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터 열을 채널부호화하여 채널 부호화된 데이터 열을 생성한다.

S1720 단계에서, 심볼 맵핑부(264)는 상기 채널부호화된 데이터 열을, 소정의 변조 방식에 따라, 데이터 심볼 열로 변환한다.

S1730 단계에서 매크로 다이버시티 송신부(266)는 소속된 셀그룹의 부호화 방식에 따라 데이터 심볼 열에 속하는 데이터 심볼 벡터를 다이버시티부호화하여 부호심볼을 생성하고 상기 생성된 부호심볼을 포함하는 OFDM 심볼을 각 송신안테나를 통해 무선 채널로 송출한다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공받기 위한 수신 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 18을 참조하면, 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공받기 위한 수신 방법은 도 2 및 도 15에 도시된 수신 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 2 및 도 15에 도시된 수신 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공받기 위한 수신 방법에도 적용된다.

본 실시예에 따른 방법을 도 2 및 도 15를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

S1800 단계에서, 심볼 추출부(1502)는 동일한 브로드캐스트/멀티캐스트 데이터를 전송하는 인접 셀들을 나누어 생성된 복수 개의 셀 그룹의 각 송신안테나가 소정의 부호화 방식에 따라 송신함에 따른 수신신호로부터 수신 심볼을 추출한다. 여기서 소정의 부호화 방식은 도 4a 내지 도 4i에 예시된 부호화 방식을 포함하는 본 발명에 따른 부호화 방식을 의미한다.

S1810 단계에서, 결합부(1504)는 다이버시티 부호의 일부인 각 서브부호에 따른 부호심볼들의 전송 경로에 대한 채널 주파수 응답을 추정하고, 상기 추정된 채널 주파수 응답을 기초로, 동일한 데이터심볼 벡터에 해당되는 수신심볼들을 결합한다. 여기서, 결합 방법의 예로는 수학적 6 및 수학적 9에 따른 결합방법을 들 수 있다.

S1820 단계에서, 심볼 복조기(274)는 상기 결합심볼을 복조하여, 송신된 데이터 심볼을 복원하고, 상기 복원된 데이터 심볼을 채널복호화부(276)에 제공한다.

S1830 단계에서, 채널복호화부(276)는 상기 복조된 결과를 기초로, 원래 전송된 데이터를 복원한다.

도 19 및 20은 기존의 방식과 2-셀그룹 2- 다이버시티 기법과 3-셀그룹 2-다이버시티 기법의 성능을 예시하는 그래프이다.

시스템 파라미터로서, 2GHz 주파수 대역의 20MHz의 대역폭 및 2048 FFT(Fast Fourier Transform)을 사용한다. 또한, 보호 구간이 충분히 길어 심볼간 간섭(Inter-Symbol Interference)이 없는 조건 하에서 모의 실험한 결과이다. 무선 채널은 이동통신 표준 권고 채널인 ITU-R 보행자(Pedestrian) A 채널을 사용하고, 속도는 3km/h이다. 또한, 채널 부호화를 적용할 경우 저밀도 패리티 검사 부호(Low-density parity-check code)를 사용하였다. 또한, 기지국은 모두 송신안테나가 하나로 가정하고 채널 추정은 완벽하다고 가정하였다.

도 19의 (a)와 (b)는 두 셀 경계에서 각 셀로부터 수신된 신호의 평균 신호대잡음비가 동일한 경우, 기존의 방식(Conv)과 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법(3CG- 2-DO) 및 2-셀 그룹 2-다이버시티 기법(2-CG 2-Div)이 최대로 얻을 수 있는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 시스템 성능을 평균 신호대 잡음비 (Average Es/No)에 따라 채널 부호화를 사용하지 않을 때와 사용할 때를 비교하여 나타낸 것이다.

서로 다른 셀 그룹에 속하는 두 셀의 경계에 있을 때, 2- 셀 그룹 2- 다이버시티 기법은 도 19의 (a) 및 (b)의 참조부호 2-CG 2-DO 성능을 얻을 수 있으나, 같은 셀 그룹들의 셀 경계에서는 참조부호 Conv로 표기된 기존의 방식과 성능이 동일하다.

한편, 도 19 및 20의 실시예에서 채널 부호화를 적용할 때 정보 길이(K)가 736이고, 기존 방식에서 채널 부호화 후의 부호어(codeword)의 길이(N)이 1792이며, 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법에서 파일럿 심볼을 다른 부반송파 위치에 삽입하여 데이터 심볼의 천공이 필요한 경우를 고려하여 $N=1536$ 으로 고려하였다. 즉, 본 발명의 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법(3-CG 2-DO)과 2-셀 그룹 2-다이버시티 기법을 적용할 때 파일럿 오버 헤드를 2배로 증가시켜 성능 이득 효과가 가장 적은 경우를 예시한 것이다. 그럼에도 불구하고, 도 19의 (a) 및 (b)에서 볼 수 있듯이 본 발명에서 제시한 방식들이 기존의 방식보다 셀 경계에서 향상된 성능을 보이고 다양성 차수가 증가되어 비트오율(Bit Error Rate) 곡선의 기울기가 가파름을 볼 수 있다.

또한, 채널 부호화를 사용하지 않을 경우에는 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법의 성능이 기존 방식과 더 가까우나 채널 부호화가 있는 경우에는 수신 패킷에 2/3 이상이 좀더 신뢰성 있게 수신되므로 채널 복호시 패킷이 올바르게 복호화될 확률이 커져서 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법의 최대 성능에 가까워짐을 볼 수 있다. 따라서, 평균적인 셀 경계 조건에서는 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법의 성능이 2-셀 그룹 2-다이버시티 기법의 성능보다 향상될 수 있다. 대신, 파일럿 심볼 삽입 및 채널 추정에 있어서 2-셀 그룹 2-다이버시티 기법보다 복잡하다.

도 20의 (a) 및 (b)는 세 셀 경계에서 세 셀로부터 수신된 평균 신호대잡음비가 일정할 때, 채널 부호화 없이 QPSK 및 16-QAM의 성능을 기존 방식과 2-셀 그룹 2-다이버시티 기법, 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법의 성능을 비교한 것이다. 이 경우에는 2-셀 그룹 2-다이버시티 기법과 3-셀 그룹 2-다이버시티 기법은 모두 다이버시티 차수를 2까지 얻을 수 있으므로 동일한 성능을 보이며, 기존의 방식보다 성능 향상이 큼을 볼 수 있다. 따라서, 채널 복호 후에도 성능 향상을 기대할 수 있다.

본 발명의 일실시예에 따른 송수신 장치 및 방법은 도 19 및 20에 개시된 바와 같이 사용자가 셀 경계에 있는 경우 더욱 향상된 성능을 보이며, 각 기법에 따라 파일럿 오버 헤드 및 수신 복잡도, 또는 성능 면이 각각 다르다. 따라서, 매크로 다이버시티 기법을 적용할 시스템의 요구 조건에 따라 매크로 다이버시티 기법을 선택하여 셀 계획시 셀 마다 그룹을 할당하고, 전송 방식을 미리 고정하여 본 발명의 송수신 장치 및 방법을 적용할 수 있다.

또, 다른 방법으로 기존의 방식이 매크로 다이버시티를 얻기 어려운 셀 내부의 사용자에게 좀더 유리하고, 본 발명에서 예시한 매크로 다이버시티 기법은 셀 경계의 사용자에게 향상된 성능을 제공한다는 점에서, 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공할 때 서비스 영역의 셀들 안에 있는 핸드오버 영역에 있는 사용자 수를 세서 사용자 수가 문턱값(threshold)보다 크면 본 발명에서 예시한 매크로 다이버시티 기법으로 데이터를 전송하는 모드를 선택하고, 사용자 수가 문턱 값보다 작으면 기존의 방식으로 데이터를 전송하는 모드를 선택하는 방법으로 확장할 수 있다.

본 발명은 또한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의해 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고, 본 발명을 구현하기 위한 기능적인(functional) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 본 발명이 속하는 기술 분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.

이러한 본원 발명인 방법 및 장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 셀 경계에 있는 단말에 기존의 방법보다 높은 수신 신호대잡음비를 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 부분적으로 증가된 송신 매크로 다이버시티 및 채널 부호 다이버시티를 제공할 수 있다. 그 결과, 채널 환경이 열악한 셀 경계에 위치한 단말의 수신 품질을 향상시킬 수 있다. 따라서, 브로드캐스트 패킷 데이터의 요구 품질을 만족하는 데이터 전송률을 높이거나 특정 데이터 전송률에 대한 커버리지를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 무선 셀룰러 통신 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 위한 송수신 장치를 예시한다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 시스템을 나타낸다.

도 3a 및 3b는 본 발명의 일실시예에 따른 셀 그룹핑 방법을 예시한다.

도 4a 내지 4i는 본 발명의 일실시예에 따른 각 셀 그룹의 부호화 방식을 나타낸다.

도 5a 내지 5d는 본 발명의 일실시예에 따른 파일럿 심볼 패턴을 나타낸다.

도 6a 및 6b는 도 2의 부호화 방식 할당부의 구체적인 구성을 예시하는 블록도이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 8은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 9는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 10는 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 11은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 12a 및 도 12b는 $N=3$, $M=2$ 인 경우를 전제하여 도 11의 전송부의 구체적인 구성을 예시하는 블록도이다.

도 13은 본 발명의 다른 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 14a 및 도 14b는 $N=3$ 이고, $M=2$ 인 경우 도 13의 전송부의 구체적인 구성을 예시하는 블록도이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 받는 수신 장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스를 제공하는 방법을 나타내는 흐름도이다.

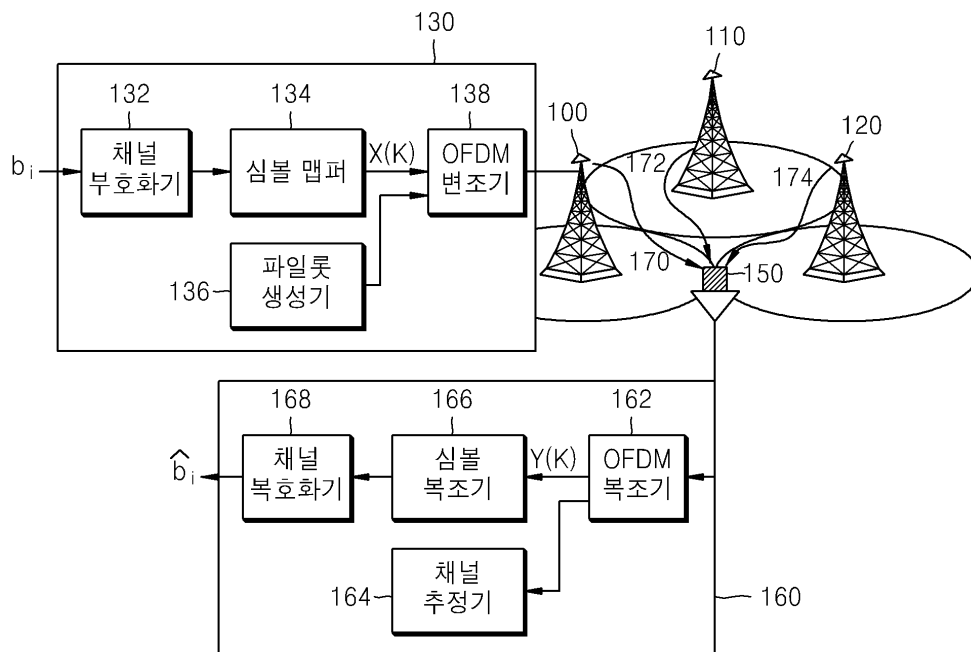
도 17은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공을 위한 송신 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 18은 본 발명의 일실시예에 따른 OFDM 셀룰러 시스템에서 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 제공받기 위한 수신 방법을 나타내는 흐름도이다.

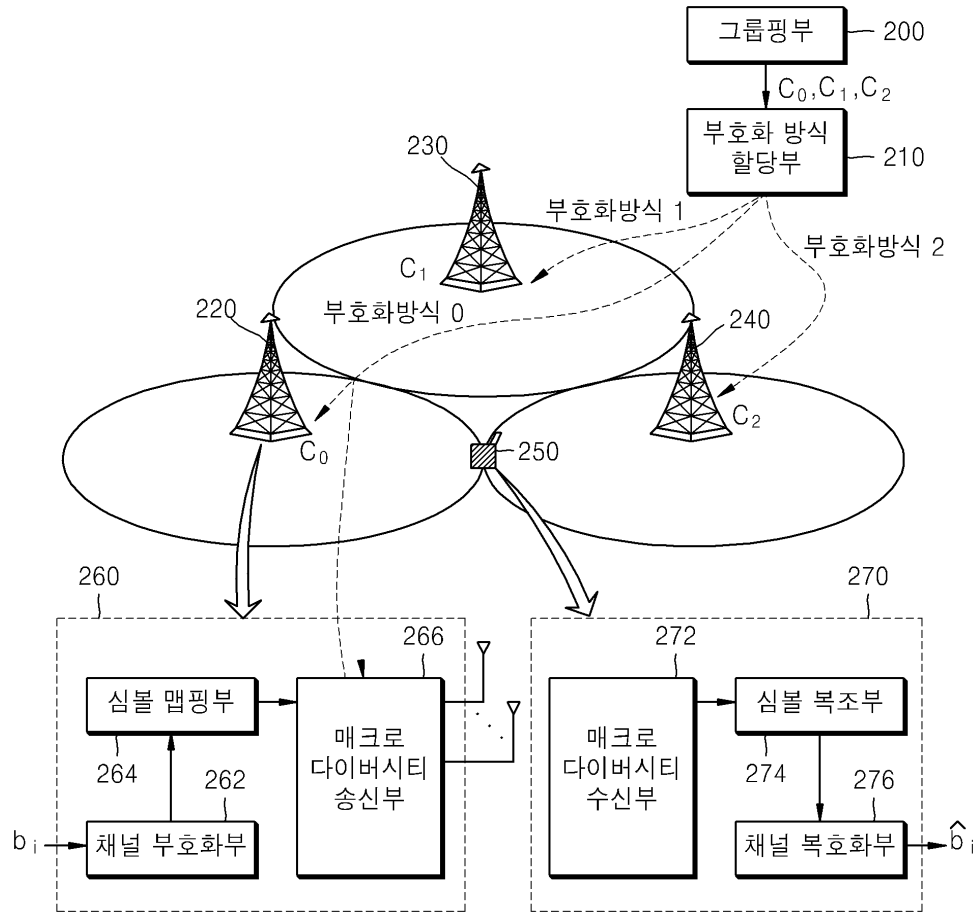
도 19 및 20은 기존의 방식과 2-셀그룹 2-다이버시티 기법과 3-셀그룹 3-다이버시티 기법의 성능을 예시하는 그래프이다.

도면

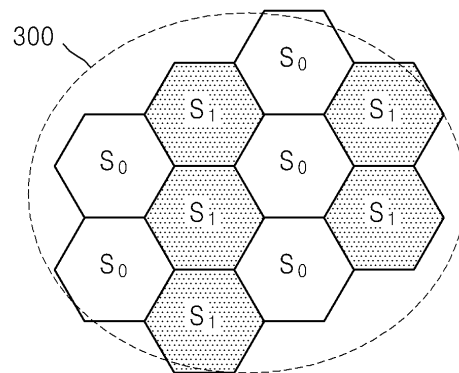
도면1



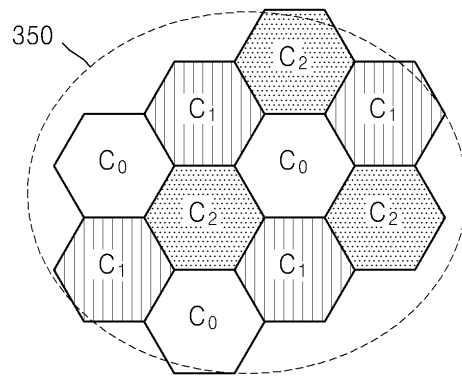
도면2



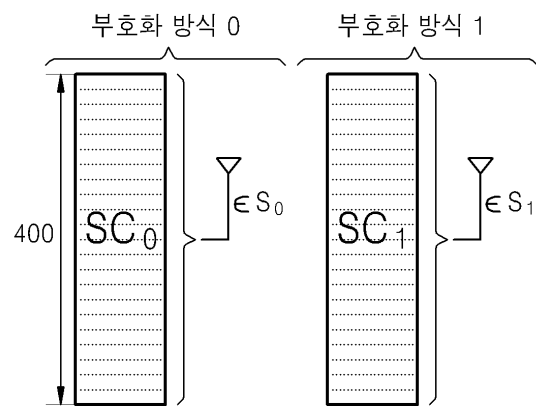
도면3a



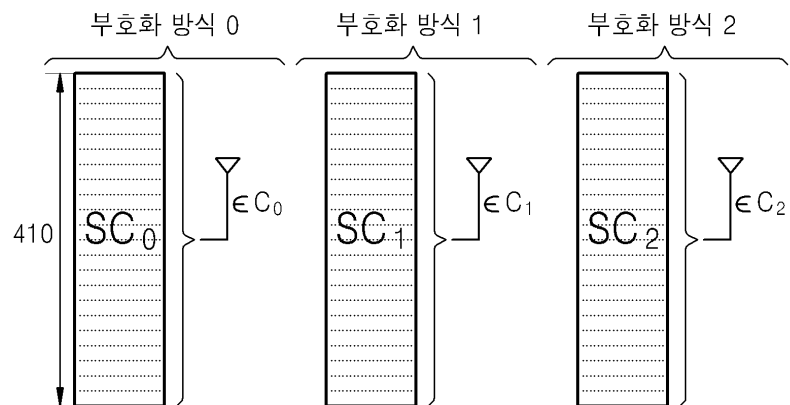
도면3b



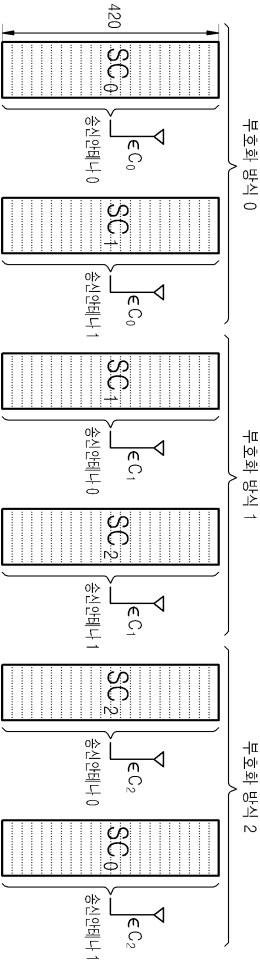
도면4a



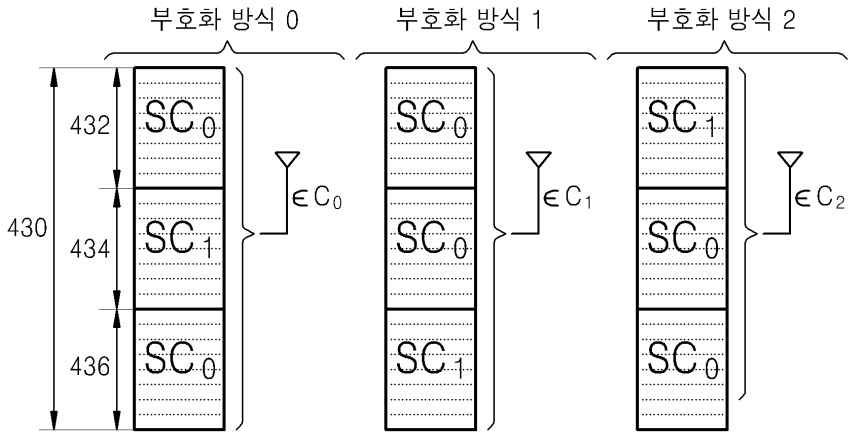
도면4b



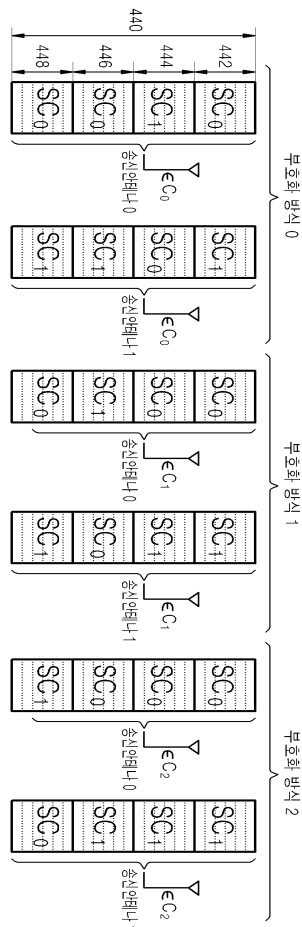
도면4c



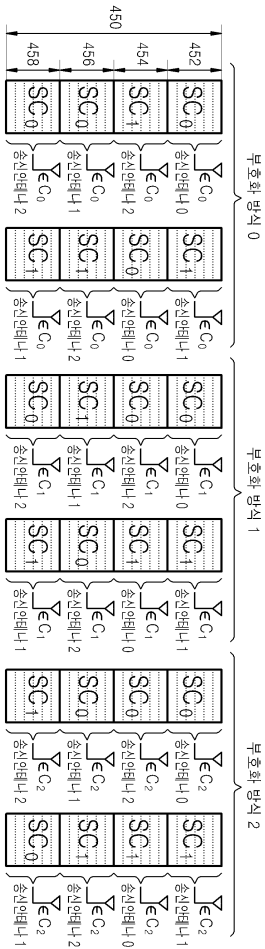
도면4d



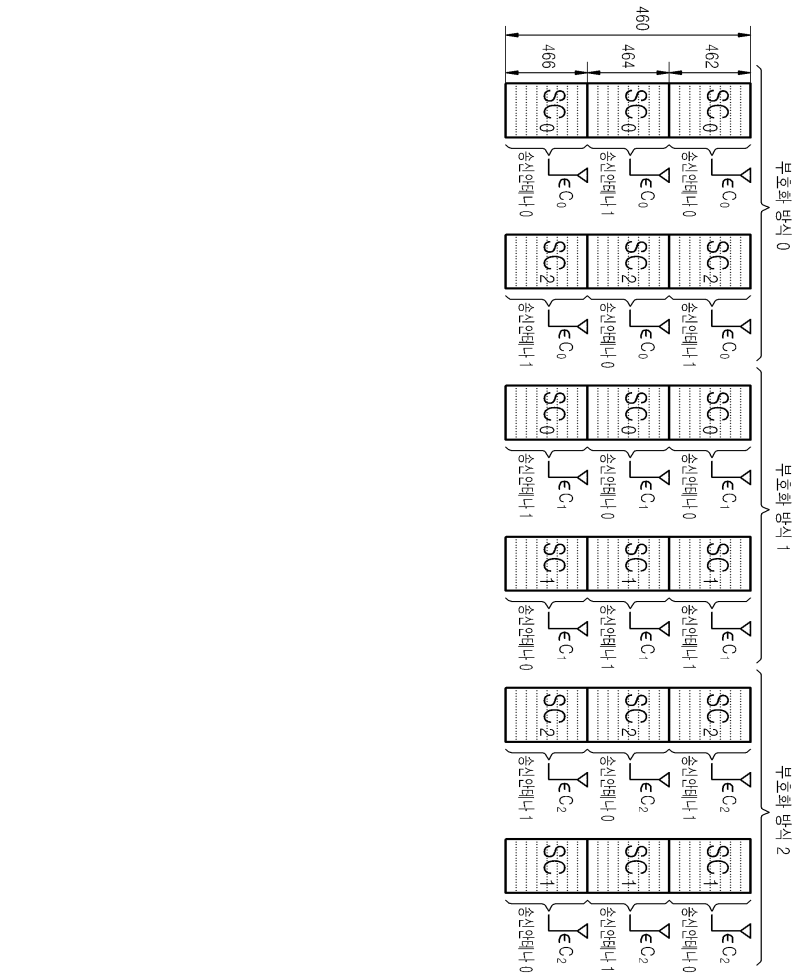
도면4e



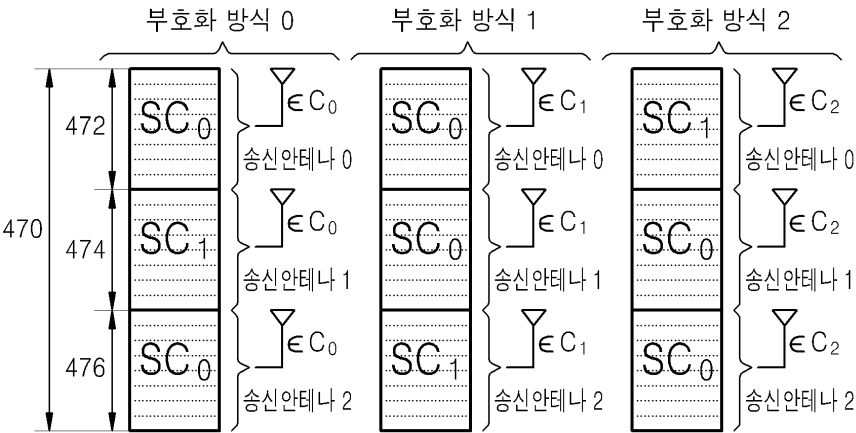
도면4f



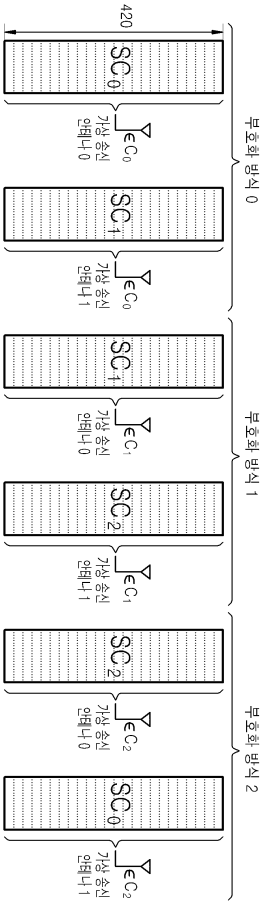
도면4g



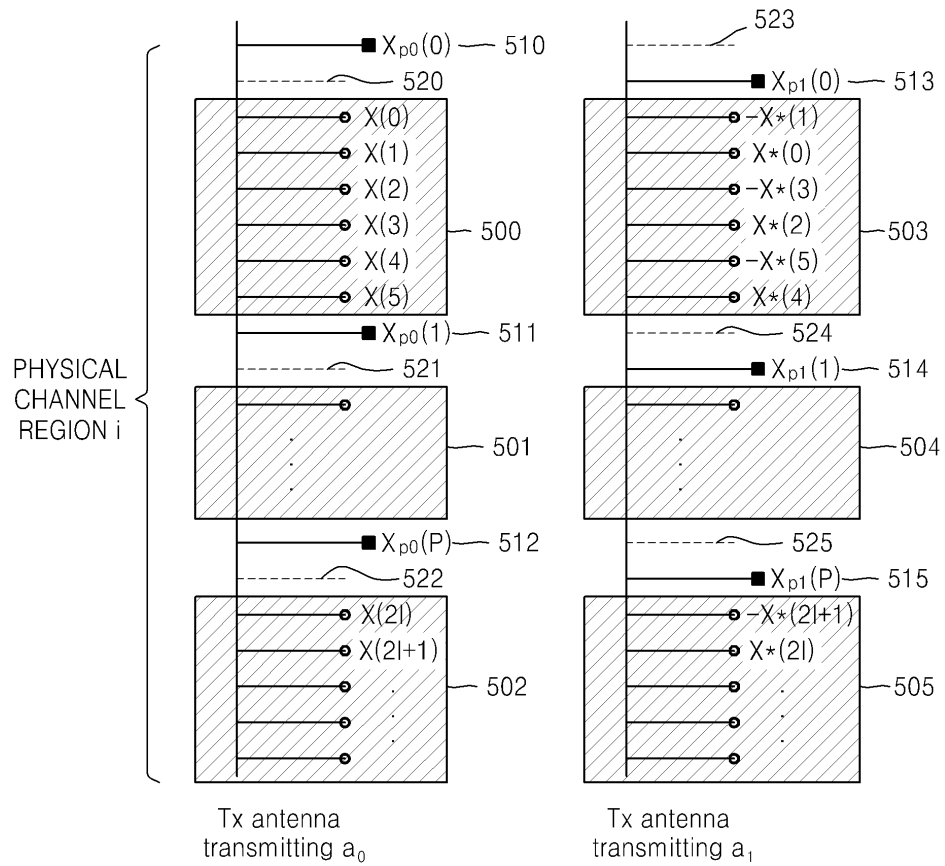
도면4h



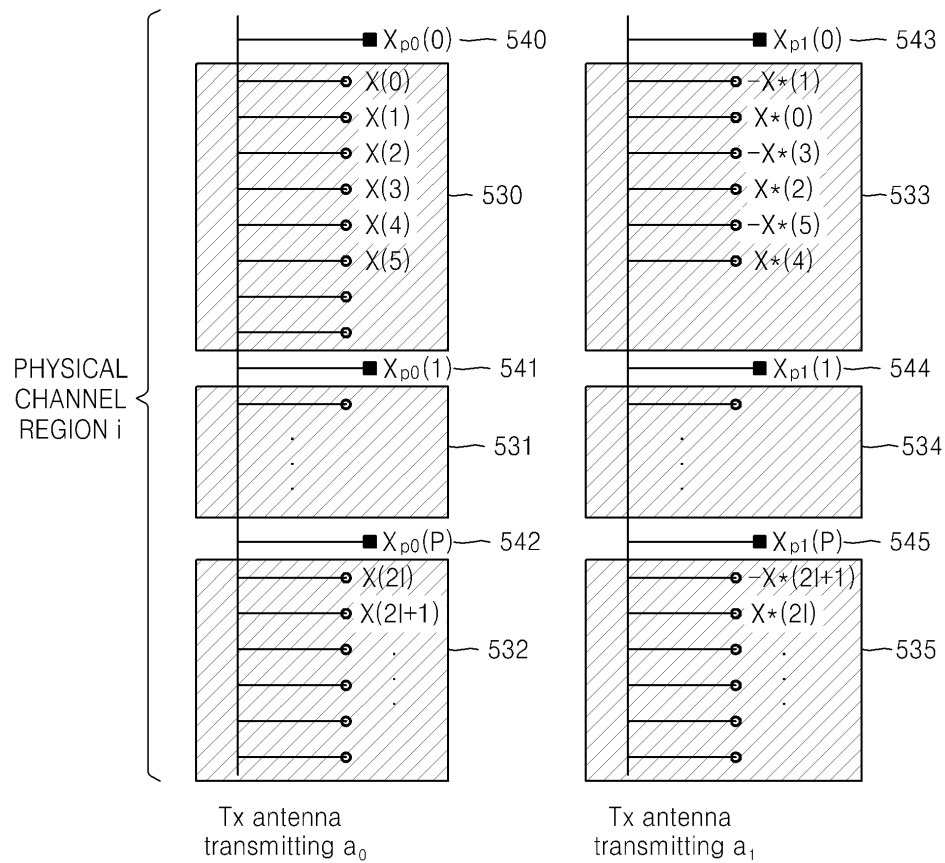
도면4i



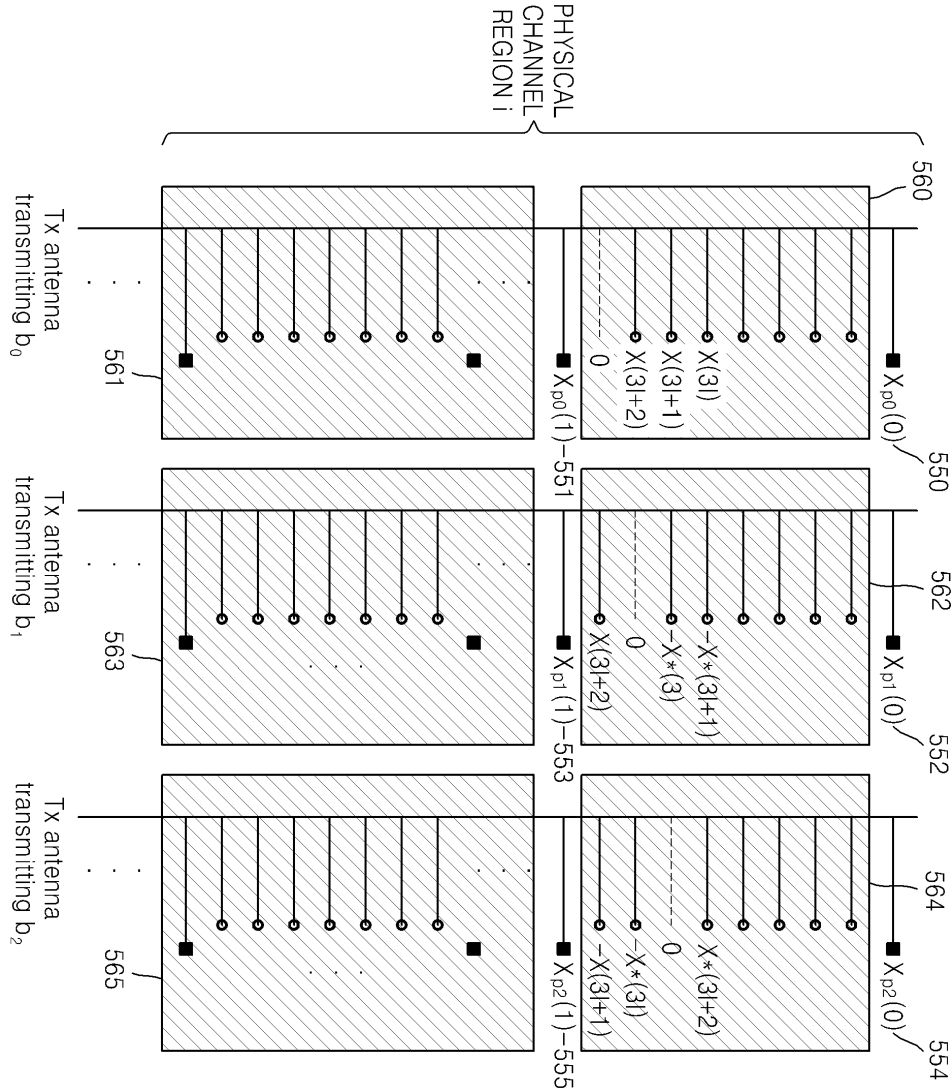
도면5a



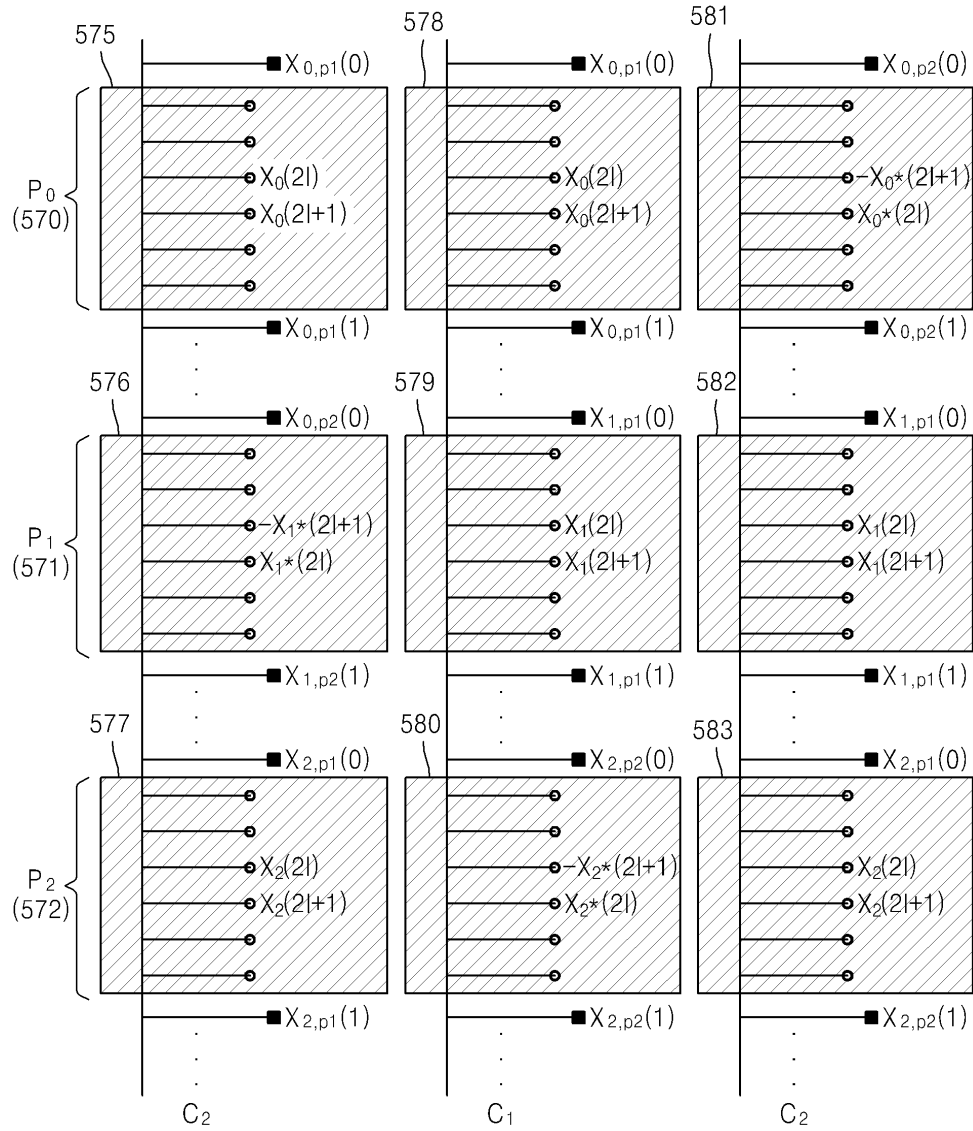
도면5b



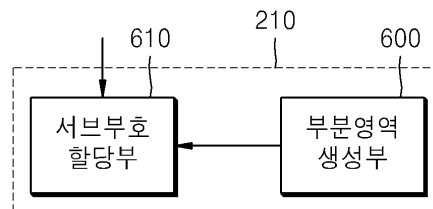
도면5c



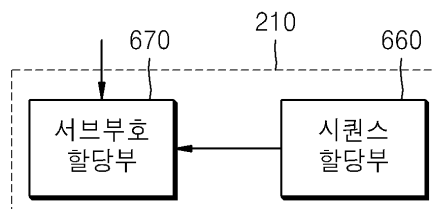
도면5d



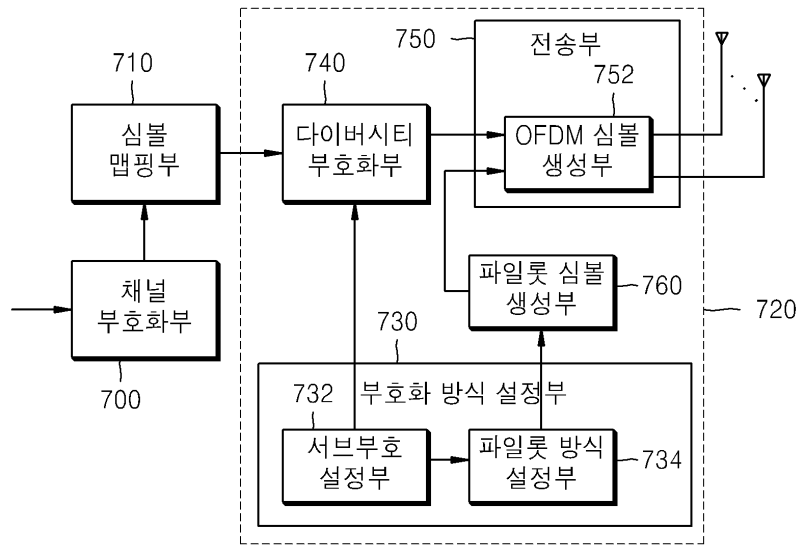
도면6a



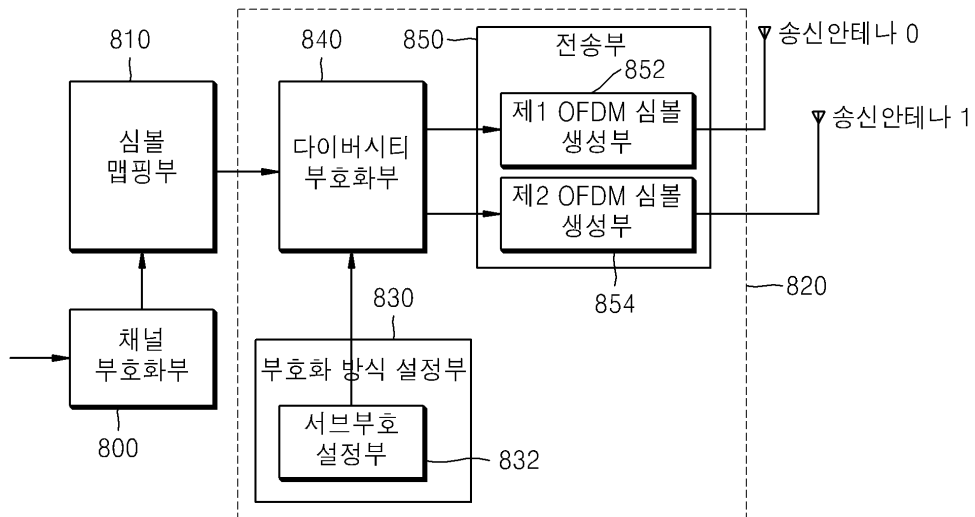
도면6b



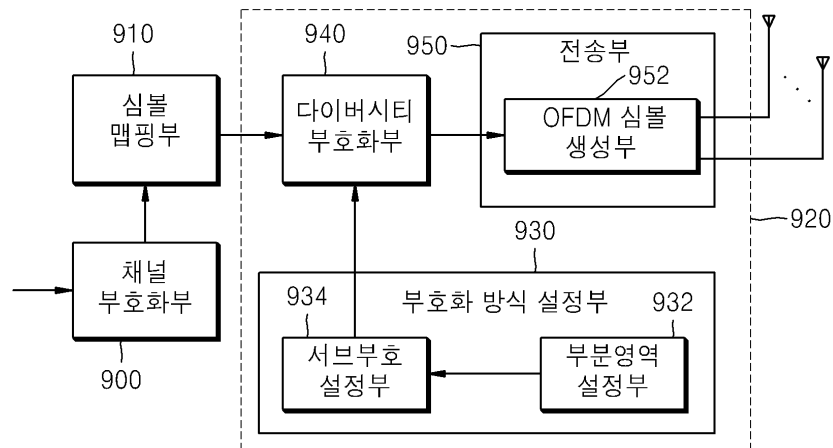
도면7



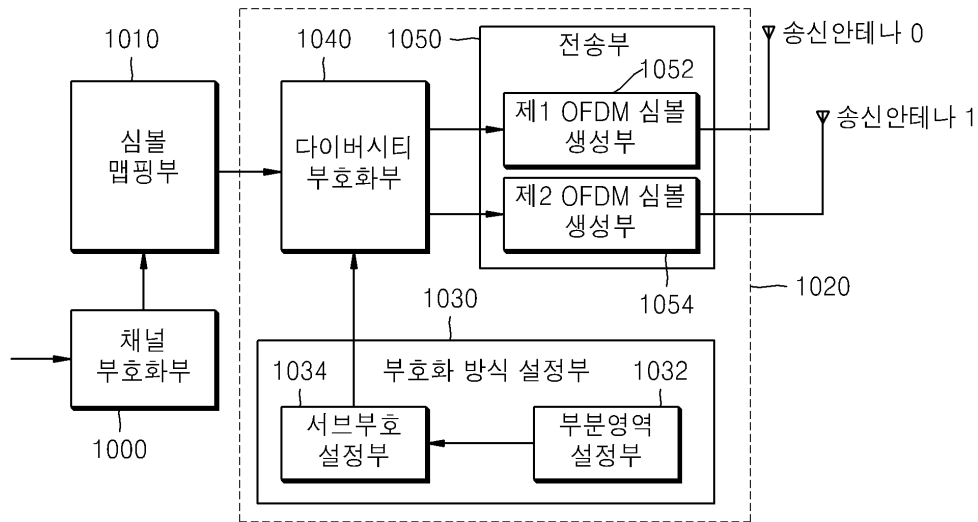
도면8



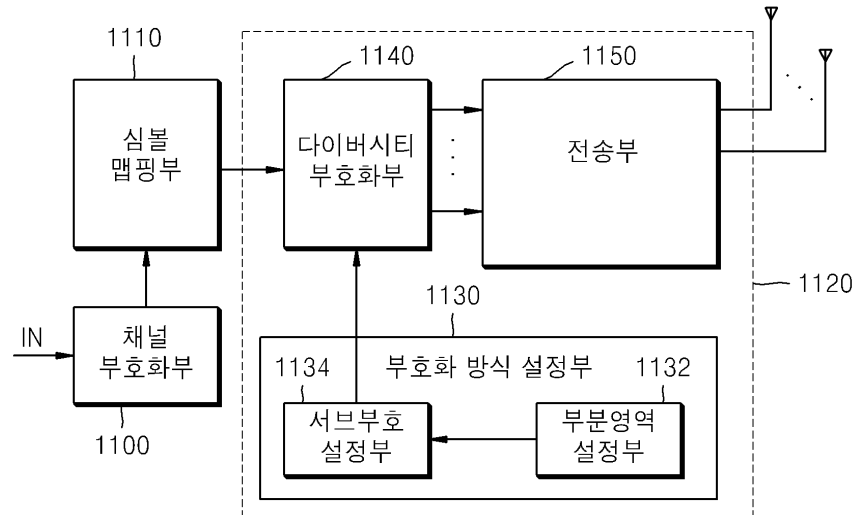
도면9



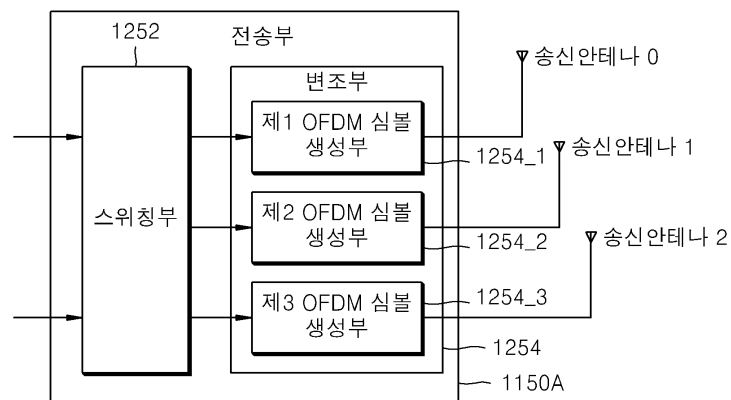
도면10



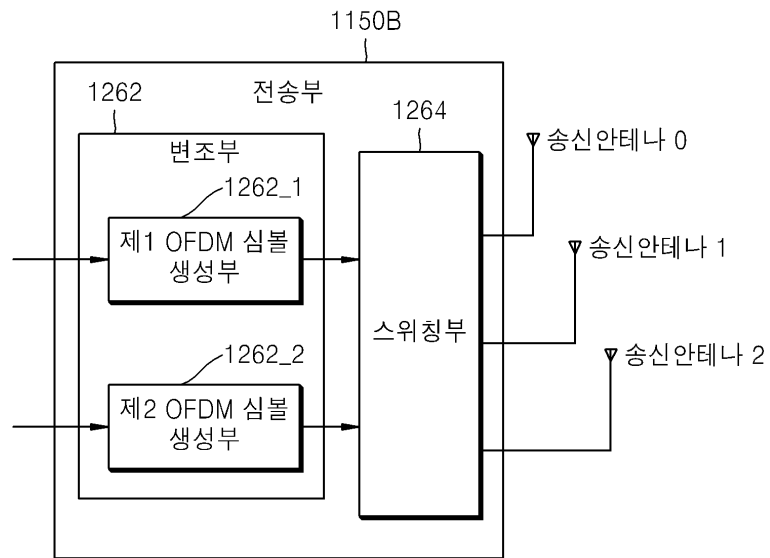
도면11



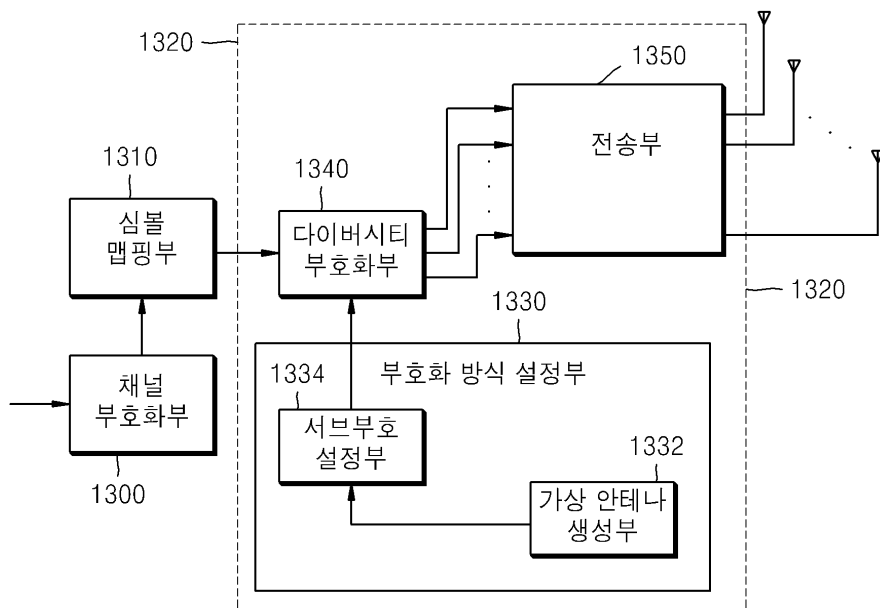
도면12a



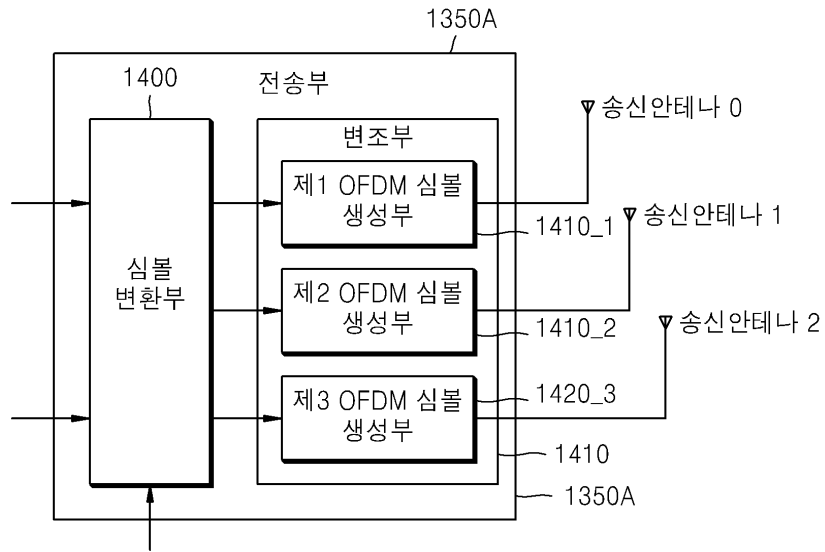
도면12b



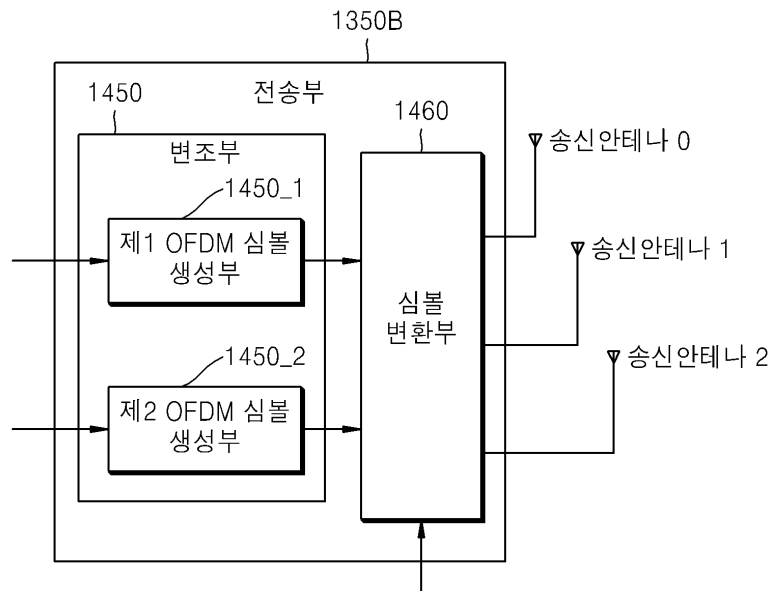
도면13



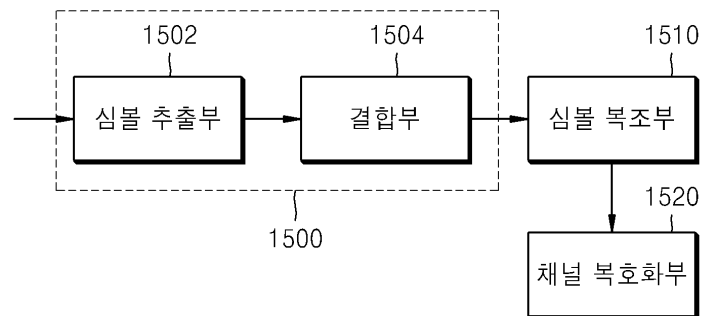
도면14a



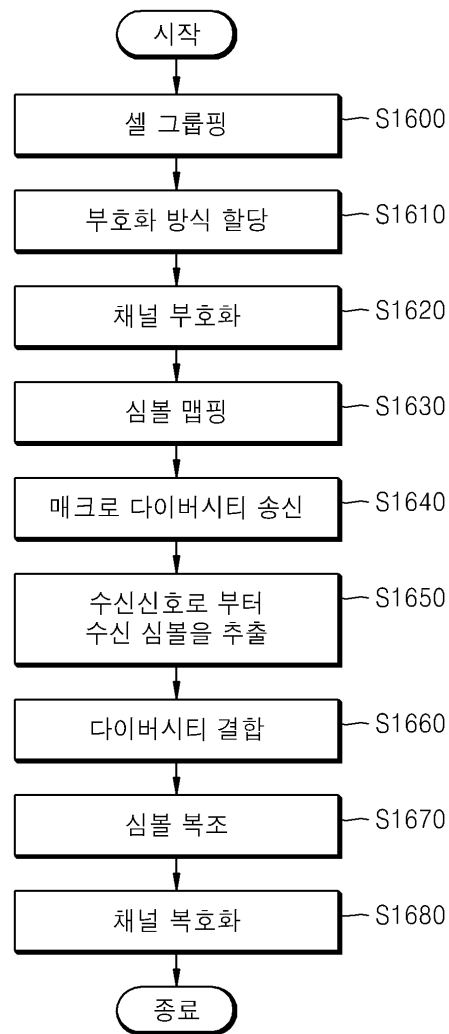
도면14b



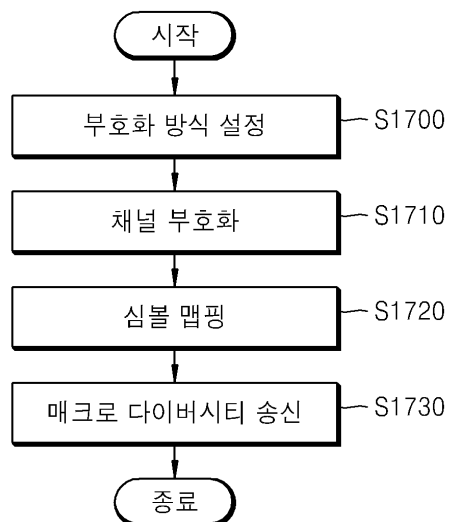
도면15



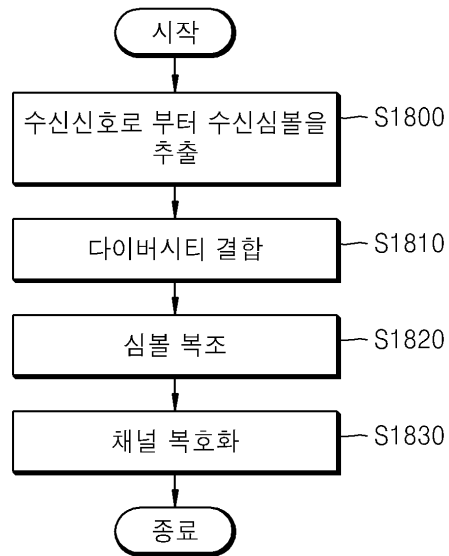
도면16



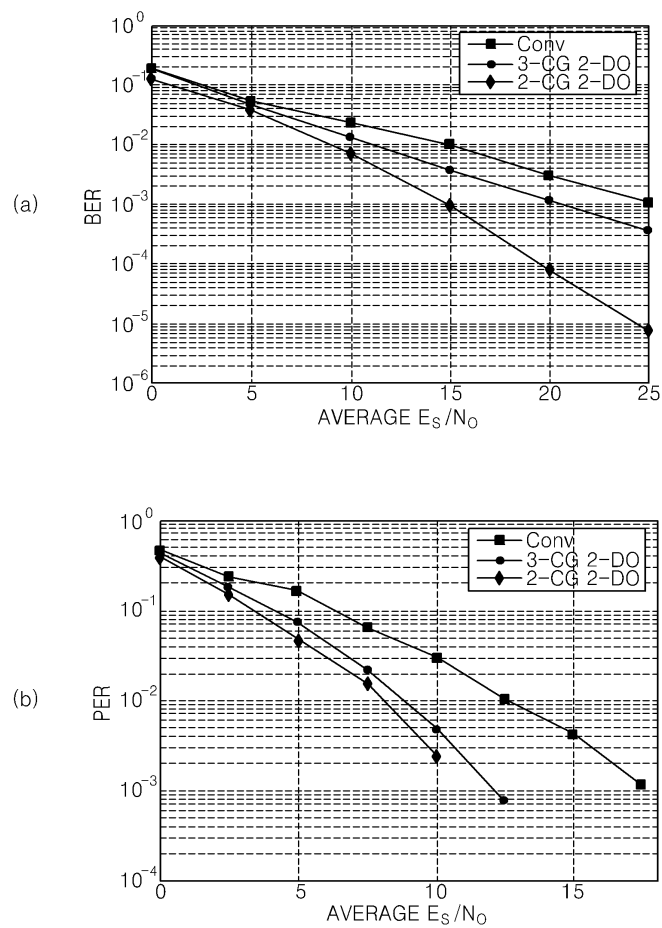
도면17



도면18



도면19



도면20

