



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월10일
(11) 등록번호 10-2553316
(24) 등록일자 2023년07월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/26 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/2602 (2023.05)
H04L 1/0071 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0004462
(22) 출원일자 2016년01월13일
심사청구일자 2020년10월14일
(65) 공개번호 10-2016-0108131
(43) 공개일자 2016년09월19일
(30) 우선권주장
1020150031907 2015년03월06일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
W02011043618 A2*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
이재영
대전광역시 유성구 노은로 416, 501동 1304호
박성익
대전 유성구 가정로 43. 110동 1203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
(유)한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

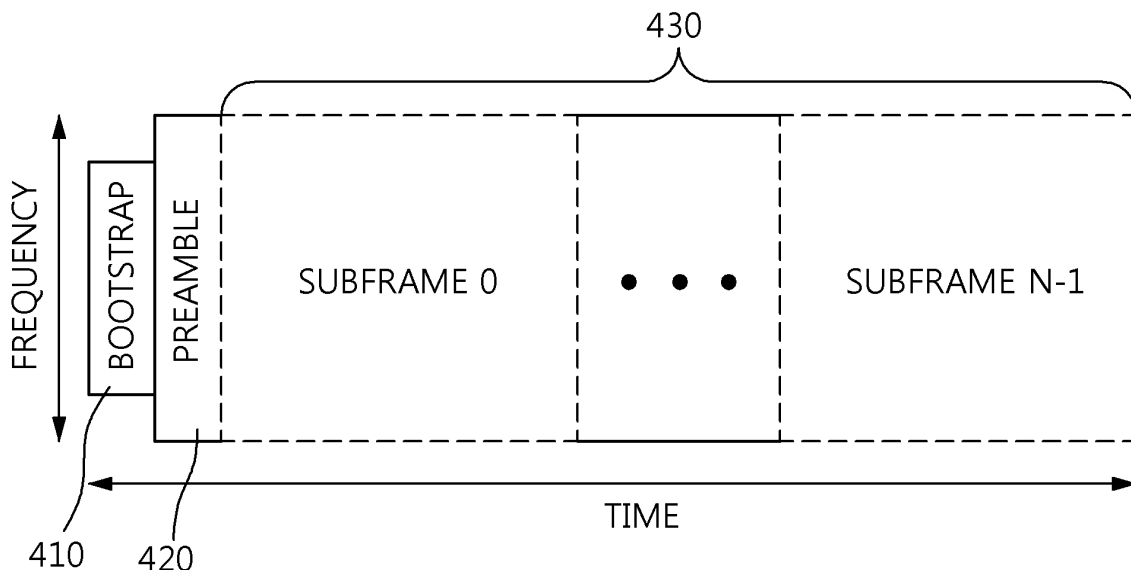
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 레이어드 디비전 멀티플렉싱을 이용한 방송 신호 프레임 생성 장치 및 방송 신호 프레임 생성 방법

(57) 요약

레이어드 디비전 멀티플렉싱을 이용한 방송 신호 프레임 생성 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 장치는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합(combine)하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 결합기; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 파워 노멀라이저; 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 타임 인터리버; 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보 및 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성하는 프레임 빌더를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류
H04L 27/2608 (2013.01)

(72) 발명자
임보미
 대전광역시 유성구 계룡로74번길 20, 1210호
권선형
 대전광역시 서구 대덕대로 319, 510호
김홍목
 대전 유성구 반석동로 33, 503동 202호

(56) 선행기술조사문헌
 W02011136574 A2*
 US20130291046 A1*
 US20070081587 A1
 KR1020080000587 A
 KR1020090039795 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	14-000-02-002
부처명	미래창조과학부
과제관리(전문)기관명	정보통신기술진흥센터
연구사업명	정보통신방송기술개발사업
연구과제명	융합형 실감방송 서비스 및 전송 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	정보통신기술진흥센터
연구기간	2014.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 결합(combine)하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 결합기;
 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 파워 노멀라이저;
 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 코어 레이어 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 상응하는 인헨스드 레이어에
 함께 적용되는 타임 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 타임 인터리버; 및
 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함
 하는 방송 신호 프레임 생성하는 프레임 빌더를 포함하고,
 상기 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정되고,
 상기 시작 위치 정보는
 레이어드 디비전 멀티플렉싱의 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들
 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함되는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 프레임 빌더는
 부트스트랩을 생성하는 부트스트랩 생성부;
 상기 프리앰블을 생성하는 프리앰블 생성부; 및
 상기 타임 인터리빙된 신호에 상응하는 페이로드를 생성하는 페이로드 생성부
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

청구항 1에 있어서,
 상기 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시
 작 위치(start position)를 지시(indicate)하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 방송 신호 프레임 생성 장치는

상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 줄여서 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 생성하는 인젝션 레벨 컨트롤러를 더 포함하고,

상기 결합기는

상기 코어 레이어 신호 및 상기 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 결합하여 상기 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 파워 노멀라이저는

노멀라이징 팩터(normalizing factor)에 상응하고, 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를 상기 결합기에 의하여 상승된 만큼 낮추는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 인젝션 레벨 컨트롤러는 스케일링 팩터에 상응하고,

상기 노멀라이징 팩터 및 상기 스케일링 팩터는 각각 0보다 크고 1보다 작은 값이고,

상기 스케일링 팩터는 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 파워 감소가 클수록 감소하고,

상기 노멀라이징 팩터는 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 파워 감소가 클수록 증가하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 인헨스드 레이어 신호는

상기 코어 레이어 신호에 상응하는 코어 레이어 데이터의 복원에 상응하는 캔슬레이션(cancellation)에 기반하여 복원되는 인헨스드 레이어 데이터에 상응하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 프레임 생성 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방송 시스템에서 사용되는 방송 신호 송/수신 기술에 관한 것으로, 특히 둘 이상의 신호들을 멀티플렉싱/디멀티플렉싱하여 송/수신하는 방송 신호 송/수신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] BICM(Bit-Interleaved Coded Modulation)은 대역-효율적인(bandwidth-efficient) 전송기술로 오류정정 부호화기(error-correction coder), 비트단위 인터리버(bit-by-bit interleaver) 및 높은 차수의 변조기(modulator)가 결합된 형태이다.

[0003] BICM은 오류정정 부호화기로 LDPC(Low-Density Parity Check) 부호기 또는 터보 부호기를 이용함으로써, 간단한 구조로 뛰어난 성능을 제공할 수 있다. 또한, BICM은 변조 차수(modulation order)와 오류정정 부호의 길이 및 부호율 등을 다양하게 선택할 수 있기 때문에, 높은 수준의 플렉서빌리티(flexibility)를 제공한다. 이와 같은 장점 때문에, BICM은 DVB-T2나 DVB-NGH 와 같은 방송표준에서 사용되고 있을 뿐만 아니라 다른 차세대 방송시스템에서도 사용될 가능성이 높다.

[0004] 여러 개의 다중 서비스를 동시에 지원하기 위해서는 다수개의 신호들을 섞어 주는 과정인 멀티플렉싱(multiplexing)이 필요하다. 이러한 멀티플렉싱 기법 중 현재 널리 사용되는 기법으로는 시간 자원을 나누어 사용하는 TDM(Time Division Multiplexing)과 주파수 자원을 나누어 사용하는 FDM(Frequency Division Multiplexing)이 있다. 즉, TDM은 서비스 별로 분할된 시간을 할당하는 방식이며, FDM은 서비스 별로 분할된 주파수 자원을 할당하여 사용하는 기법이다. 최근에는 차세대 방송 시스템에 적용 가능한 TDM 및 FDM보다 높은 수준의 플렉서빌리티(flexibility)와 우수한 성능을 제공하는 새로운 멀티플렉싱 기법에 대한 필요성이 절실하게 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 TDM(Time Division Multiplexing)이나 FDM(Frequency Division Multiplexing)보다 높은 수준의 플렉서빌리티와 우수한 성능을 제공할 수 있는 새로운 신호 멀티플렉싱 기술이 적용된 방송 신호 프레임 구조를 제공하는 것이다.

[0006] 또한, 본 발명의 목적은 차세대 방송시스템에서 다중 서비스를 동시에 지원하면서도 각각의 서비스가 시간과 주파수 자원을 100% 사용할 수 있도록 하는 것이다.

[0007] 또한, 본 발명의 목적은 둘 이상의 레이어들 각각에 상응하는 둘 이상의 신호들 각각을 서로 다른 파워 레벨로 결합하여 효율적으로 신호들을 멀티플렉싱/디멀티플렉싱하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 목적은 서로 다른 파워 레벨로 결합된 레이어들 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)을 효율적으로 시그널링하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 방송 신호 프레임 생성 장치는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합(combine)하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 결합기; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 파워 노멀라이저; 상기 코어 레이어 신호

및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 타임 인터리버; 및 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성하는 프레임 빌더를 포함한다.

- [0010] 이 때, 프레임 빌더는 부트스트랩을 생성하는 부트스트랩 생성부; 상기 프리앰블을 생성하는 프리앰블 생성부; 및 상기 타임 인터리빙된 신호에 상응하는 슈퍼 임포우즈드 페이로드를 생성하는 슈퍼 임포우즈드 페이로드 생성부를 포함할 수 있다.
- [0011] 이 때, 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0012] 이 때, 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 지시(indicate)할 수 있다.
- [0013] 이 때, 프리앰블은 상기 피지컬 레이어 파이프들을 식별하기 위한 PLP 식별 정보 및 계층적인 분할에 상응하는 레이어들을 식별하기 위한 레이어 식별 정보를 포함할 수 있다.
- [0014] 이 때, 시작 위치 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0015] 이 때, 타임 인터리버 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0016] 이 때, 방송 신호 프레임 생성 장치는 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 줄여서 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 생성하는 인젝션 레벨 컨트롤러를 더 포함하고, 상기 결합기는 상기 코어 레이어 신호 및 상기 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 결합하여 상기 멀티플렉싱된 신호를 생성할 수 있다.
- [0017] 이 때, 프리앰블은 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 인젝션 레벨 정보를 포함할 수 있다.
- [0018] 이 때, 파워 노멀라이저는 노멀라이징 팩터(normalizing factor)에 상응하고, 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를 상기 결합기에 의하여 상승된 만큼 낮출 수 있다.
- [0019] 이 때, 인젝션 레벨 컨트롤러는 스케일링 팩터에 상응하고, 상기 노멀라이징 팩터 및 상기 스케일링 팩터는 각각 0보다 크고 1보다 작은 값이고, 상기 스케일링 팩터는 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 파워 감소가 클수록 감소하고, 상기 노멀라이징 팩터는 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 파워 감소가 클수록 증가할 수 있다.
- [0020] 이 때, 인헨스드 레이어 신호는 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 코어 레이어 데이터의 복원에 상응하는 캔슬레이션(cancellation)에 기반하여 복원되는 인헨스드 레이어 데이터에 상응할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은, 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 단계; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 단계; 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 단계; 및 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성하는 단계를 포함한다.
- [0022] 이 때, 방송 신호 프레임을 생성하는 단계는 부트스트랩을 생성하는 단계; 상기 프리앰블을 생성하는 단계; 및 상기 타임 인터리빙된 신호에 상응하는 슈퍼 임포우즈드 페이로드를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 이 때, 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0024] 이 때, 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 지시(indicate)할 수 있다.
- [0025] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)을 식별하기 위한 PLP 식별 정보; 및 계층적인 분할에 상응하는 레이어들을 식별하기 위한 레이어 식별 정보를 포함할 수 있다.

[0026] 이 때, 시작 위치 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.

[0027] 이 때, 타임 인터리버 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명에 따르면, TDM(Time Division Multiplexing)이나 FDM(Frequency Division Multiplexing)보다 높은 수준의 플렉서빌리티와 우수한 성능을 제공할 수 있는 새로운 신호 멀티플렉싱 기술이 적용된 프레임 구조를 제공할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명은 차세대 방송시스템에서 다중 서비스를 동시에 지원하면서도 각각의 서비스가 시간과 주파수 자원을 100% 사용할 수 있다.

[0030] 또한, 본 발명은 둘 이상의 레이어들 각각에 상응하는 둘 이상의 신호들 각각을 서로 다른 파워 레벨로 결합하여 효율적으로 신호들을 멀티플렉싱/디멀티플렉싱할 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명은 서로 다른 파워 레벨로 결합된 레이어들 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes: PLPs)을 효율적으로 시그널링할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- 도 3은 도 1에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치의 일 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 4는 방송 신호 프레임 구조의 일 예를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 도 4에 도시된 방송 신호 프레임이 수신되는 과정의 일 예를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 도 4에 도시된 방송 신호 프레임이 수신되는 과정의 다른 예를 나타낸 도면이다.
- 도 7는 도 1에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치의 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 8는 도 1에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치의 일 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 9은 도 8에 도시된 코어 레이어 BICM 디코더 및 인헨스드 레이어 심볼 추출기의 일 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 10은 도 8에 도시된 코어 레이어 BICM 디코더 및 인헨스드 레이어 심볼 추출기의 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 11는 도 8에 도시된 코어 레이어 BICM 디코더 및 인헨스드 레이어 심볼 추출기의 또 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 12은 도 1에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치의 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- 도 13은 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호의 결합으로 인한 파워 상승을 나타낸 도면이다.
- 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임을 포함하는 슈퍼프레임 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 16은 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프를 적용한 LDM 프레임의 일 예를 나타낸 도면이다.
- 도 17은 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프를 적용한 LDM 프레임의 다른 예를 나타낸 도면이다.
- 도 18은 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프를 적용한 LDM 프레임의 활용 예를 나타낸 도면이다.
- 도 19는 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프를 적용한 LDM 프레임의 다른 활용 예를 나타낸 도면이다.

나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 반복되는 설명, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능, 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 본 발명의 실시형태는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0034] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 시스템은 방송 신호 송신 장치(110), 무선 채널(120) 및 방송 신호 수신 장치(130)를 포함한다.
- [0037] 방송 신호 송신 장치(110)는 코어 레이어 데이터 및 인헨스드 레이어 데이터를 멀티플렉싱하여 방송 신호 프레임임을 생성하는 방송 신호 프레임 생성 장치(111) 및 OFDM 송신기(113)를 포함한다.
- [0038] 방송 신호 프레임 생성 장치(111)는 코어 레이어 데이터에 상응하는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 데이터에 상응하는 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합(combine)하고, 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 멀티플렉싱된 신호를 생성한다. 이 때, 방송 신호 프레임 생성 장치(111)는 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 부트스트랩 및 프리앰블이 포함된 방송 신호 프레임을 생성할 수 있다. 이 때, 방송 신호 프레임은 ATSC 3.0 프레임일 수 있다.
- [0039] OFDM 송신기(113)는 멀티플렉싱된 신호를 OFDM 통신 방식을 이용하여 안테나(117)를 통해 송신하여 송신된 OFDM 신호가 무선 채널(120)을 통해 방송 신호 수신 장치(130)의 안테나(137)를 통해 수신되도록 한다.
- [0040] 방송 신호 수신 장치(130)는 OFDM 수신기(133) 및 신호 디멀티플렉싱 장치(131)를 포함한다. 무선 채널(120)을 통해 전송된 신호가 안테나(137)를 통해 수신되면, OFDM 수신기(133)는 동기(synchronization), 채널 추정(channel estimation) 및 등화(equalization) 과정 등을 통해 OFDM 신호를 수신한다.
- [0041] 이 때, OFDM 수신기(133)는 상기 OFDM 신호로부터 부트스트랩을 검출하여 복조하고, 부트스트랩에 포함된 정보를 이용하여 프리앰블을 복조하고, 프리앰블에 포함된 정보를 이용하여 슈퍼 임포우즈드 페이로드를 복조할 수도 있다.
- [0042] 신호 디멀티플렉싱 장치(131)는 OFDM 수신기(133)를 통해 수신된 신호(슈퍼 임포우즈드 페이로드)로부터 먼저 코어 레이어 데이터를 복원하고, 복원된 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션(cancellation)을 통해 인헨스드 레이어 데이터를 복원한다. 이 때, 신호 디멀티플렉싱 장치(131)는 먼저 방송 신호 프레임을 생성하고, 방송 신호 프레임으로부터 부트스트랩을 복원하고, 부트스트랩에 포함된 정보를 이용하여 프리앰블을 복원한 후 프리앰블에 포함된 시그널링 정보 데이터 신호의 복원에 활용할 수 있다. 이 때, 시그널링 정보는 L1 시그널링 정보일 수 있고, 인젝션 레벨 정보, 노멀라이징 팩터 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0043] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)을 식별하기 위한 PLP 식별 정보; 및 계층적인 분할에 상응하는 레이어들을 식별하기 위한 레이어 식별 정보를 포함할 수 있다.
- [0044] 이 때, PLP 식별 정보 및 레이어 식별 정보는 별개의 필드들로 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0045] 이 때, 타임 인터리버 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0046] 이 때, 프리앰블은 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 인젝션 레벨 정보를 포함할 수 있다.
- [0047] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들의 타입 정보 및 시작 위치 정보를 포함할 수 있다.
- [0048] 이 때, 타입 정보는 분산되지 않은(non-dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제1 타입과 분산된(dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제2 타입 중 어느 하나를 식별하기 위한 것일 수 있다.
- [0049] 이 때, 분산되지 않은 피지컬 레이어 파이프는 연속적인 데이터 셀 인덱스들(contiguous data cell indices)에 대하여 할당되고, 상기 분산된 피지컬 레이어 파이프는 둘 이상의 서브슬라이스들로 이루어질 수 있다.

- [0050] 이 때, 타임 정보는 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 시그널링될 수 있다.
- [0051] 이 때, 타임 정보는 코어 레이어에 대해서만 시그널링될 수 있다.
- [0052] 이 때, 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0053] 이 때, 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 지시(indicate)할 수 있다.
- [0054] 이 때, 시작 위치 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0055] 후술하겠지만, 도 1에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치(111)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합(combine)하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 결합기; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 파워 노멀라이저; 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 타임 인터리버; 및 상기 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성하는 프레임 빌더를 포함할 수 있다. 이 때, 도 1에 도시된 방송 신호 송신 장치(110)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합(combine)하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 결합기; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 파워 노멀라이저; 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 타임 인터리버; 상기 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성하는 프레임 빌더; 및 상기 방송 신호 프레임을 OFDM 통신 방식을 이용하여 안테나를 통해 송신하는 OFDM 송신기를 포함하는 것으로 볼 수 있다.
- [0056] 후술하겠지만, 도 1에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치는 방송 신호 프레임에 상응하는 수신 신호에 타임 디인터리빙을 적용하여 타임 디인터리빙 신호를 생성하는 타임 디인터리버; 상기 수신 신호 또는 상기 타임 디인터리빙 신호의 파워를 송신기의 파워 노멀라이저에 의한 파워 감소만큼 높이는 디-노멀라이저; 상기 디-노멀라이저에 의해 파워 조절된 신호로부터 코어 레이어 데이터를 복원하는 코어 레이어 BICM 디코더; 상기 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 FEC 디코더의 출력 신호를 이용하여, 상기 디-노멀라이저에 의해 파워 조절된 신호에 대한 상기 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 인헨스드 레이어 심볼 추출기; 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 디-인젝션 레벨 컨트롤러; 및 상기 디-인젝션 레벨 컨트롤러의 출력 신호를 이용하여 인헨스드 레이어 데이터를 복원하는 인헨스드 레이어 BICM 디코더를 포함할 수 있다. 이 때, 도 1에 도시된 방송 신호 수신 장치(130)는 방송 신호 프레임에 상응하는 전송된 신호에 대한 동기, 채널추정 및 등화 중 어느 하나 이상을 수행하여 수신 신호를 생성하는 OFDM 수신기; 상기 수신 신호에 타임 디인터리빙을 적용하여 타임 디인터리빙 신호를 생성하는 타임 디인터리버; 상기 수신 신호 또는 상기 타임 디인터리빙 신호의 파워를 송신기의 파워 노멀라이저에 의한 파워 감소만큼 높이는 디-노멀라이저; 상기 디-노멀라이저에 의해 파워 조절된 신호로부터 코어 레이어 데이터를 복원하는 코어 레이어 BICM 디코더; 상기 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 FEC 디코더의 출력 신호를 이용하여, 상기 디-노멀라이저에 의해 파워 조절된 신호에 대한 상기 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 인헨스드 레이어 심볼 추출기; 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 디-인젝션 레벨 컨트롤러; 및 상기 디-인젝션 레벨 컨트롤러의 출력 신호를 이용하여 인헨스드 레이어 데이터를 복원하는 인헨스드 레이어 BICM 디코더를 포함하는 것으로 볼 수 있다.
- [0057] 도 1에는 명시적으로 도시되지 아니하였으나, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 시스템은 코어 레이어 데이터 및 인헨스드 레이어 데이터 이외에도 하나 이상의 확장 레이어 데이터를 멀티플렉싱/디멀티플렉싱할 수 있다. 이 때, 확장 레이어 데이터는 코어 레이어 데이터 및 인헨스드 레이어 데이터보다 낮은 파워 레벨로 멀티플렉싱될 수 있다. 나아가, 둘 이상의 확장 레이어들이 포함되는 경우, 첫 번째 확장 레이어의 인젝션 파워 레벨보다 두 번째 확장 레이어의 인젝션 파워 레벨이 낮고, 두 번째 확장 레이어의 인젝션 파워 레벨보다

세 번째 확장 레이어의 인젝션 파워 레벨이 낮을 수 있다.

- [0058] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- [0059] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법은 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합하여 멀티플렉싱하여 코어 레이어 신호와 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성한다(S210).
- [0060] 이 때, 단계(S210)에 의하여 생성되는 방송 신호 프레임은 부트스트랩, 프리앰블 및 슈퍼-임포우즈드 페이로드를 포함할 수 있다. 이 때, 부트스트랩 및 프리앰블 중 어느 하나 이상은 L1 시그널링 정보를 포함할 수 있다. 이 때, L1 시그널링 정보는 인젝션 레벨 정보 및 노멀라이징 팩터 정보를 포함할 수 있다.
- [0061] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)을 식별하기 위한 PLP 식별 정보; 및 계층적인 분할에 상응하는 레이어들을 식별하기 위한 레이어 식별 정보를 포함할 수 있다.
- [0062] 이 때, PLP 식별 정보 및 레이어 식별 정보는 별개의 필드들로 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0063] 이 때, 타임 인터리버 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0064] 이 때, 프리앰블은 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 인젝션 레벨 정보를 포함할 수 있다.
- [0065] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들의 타임 정보 및 시작 위치 정보를 포함할 수 있다.
- [0066] 이 때, 타임 정보는 분산되지 않은(non-dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제1 타임과 분산된(dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제2 타임 중 어느 하나를 식별하기 위한 것일 수 있다.
- [0067] 이 때, 분산되지 않은 피지컬 레이어 파이프는 연속적인 데이터 셀 인덱스들(contiguous data cell indices)에 대하여 할당되고, 상기 분산된 피지컬 레이어 파이프는 둘 이상의 서브슬라이스들로 이루어질 수 있다.
- [0068] 이 때, 타임 정보는 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 시그널링될 수 있다.
- [0069] 이 때, 타임 정보는 코어 레이어에 대해서만 시그널링될 수 있다.
- [0070] 이 때, 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0071] 이 때, 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 지시(indicate)할 수 있다.
- [0072] 이 때, 시작 위치 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법은 방송 신호 프레임을 OFDM 전송한다(S220).
- [0074] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법은 전송된 신호를 OFDM 수신한다(S230).
- [0075] 이 때, 단계(S230)는 동기(synchronization), 채널 추정(channel estimation) 및 등화(equalization) 과정을 수행할 수 있다.
- [0076] 이 때, 단계(S230)는 부트스트랩을 복원하고, 복원된 부트스트랩에 포함된 신호를 이용하여 프리앰블을 복원하고, 프리앰블에 포함된 시그널링 정보를 이용하여 데이터 신호를 복원할 수 있다.
- [0077] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법은 수신된 신호에서 코어 레이어 데이터를 복원한다(S240).
- [0078] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 송/수신 방법은 코어 레이어 신호 캔슬레이션을 통해 인헨스드 레이어 데이터를 복원한다(S250).
- [0079] 특히, 도 2에 도시된 단계(S240) 및 단계(S250)는 단계(S210)에 상응하는 디멀티플렉싱 동작에 해당하는 것일

수 있다.

- [0080] 후술하겠지만, 도 2에 도시된 단계(S210)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 단계; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 단계; 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 단계; 및 상기 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블이 포함된 방송 신호 프레임 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 이 때, 단계(S210) 및 단계(S220)의 방송 신호 송신 방법은, 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 단계; 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 파워로 낮추는 단계; 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성하는 단계; 상기 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블이 포함된 방송 신호 프레임을 생성하는 단계; 및 상기 방송 신호 프레임을 OFDM 통신 방식을 이용하여 안테나를 통해 송신하는 단계를 포함하는 것으로 볼 수 있다.
- [0081] 후술하겠지만, 도 2에 도시된 단계들(S240, S250)은 방송 신호 프레임에 상응하는 수신 신호에 타임 디인터리빙을 적용하여 타임 디인터리빙 신호를 생성하는 단계; 상기 수신 신호 또는 상기 타임 디인터리빙 신호의 파워를 송신기의 파워 노멀라이저에 의한 파워 감소만큼 높이는 단계; 상기 파워 조절된 신호로부터 코어 레이어 데이터를 복원하는 단계; 상기 파워 조절된 신호에 대한 상기 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 단계; 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 단계; 및 파워 조절된 상기 인헨스드 레이어 신호를 이용하여 인헨스드 레이어 데이터를 복원하는 단계를 포함할 수 있다. 이 때, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 수신 방법은, 방송 신호 프레임에 상응하는 전송된 신호에 대한 동기, 채널추정 및 등화 중 어느 하나 이상을 수행하여 수신 신호를 생성하는 단계; 상기 수신 신호에 타임 디인터리빙을 적용하여 타임 디인터리빙 신호를 생성하는 단계; 상기 수신 신호 또는 상기 타임 디인터리빙 신호의 파워를 송신기의 파워 노멀라이저에 의한 파워 감소만큼 높이는 단계; 상기 파워 조절된 신호로부터 코어 레이어 데이터를 복원하는 단계; 상기 파워 조절된 신호에 대한 상기 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 단계; 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 단계; 및 파워 조절된 상기 인헨스드 레이어 신호를 이용하여 인헨스드 레이어 데이터를 복원하는 단계를 포함하는 것으로 볼 수 있다.
- [0082] 도 3은 도 1에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치의 일 예를 나타낸 블록도이다.
- [0083] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 장치는 코어 레이어 BICM부(310), 인헨스드 레이어 BICM부(320), 인젝션 레벨 컨트롤러(330), 결합기(340), 파워 노멀라이저(345), 타임 인터리버(350), 시그널링 생성부(360) 및 프레임 빌더(370)를 포함할 수 있다.
- [0084] 일반적으로, BICM(Bit-Interleaved Coded Modulation) 장치는 오류정정 부호화기, 비트 인터리버 및 심볼 맵퍼로 구성되며, 도 3에 도시된 코어 레이어 BICM부(310) 및 인헨스드 레이어 BICM부(320)도 각각 오류정정 부호화기, 비트 인터리버 및 심볼 맵퍼를 포함할 수 있다. 특히, 도 3에 도시된 오류정정 부호화기(CORE LAYER FEC ENCODER, ENHANCED LAYER FEC ENCODER)는 각각 BCH 인코더 및 LDPC 인코더가 직렬로 결합된 것일 수 있다. 이 때, 오류정정 부호화기의 입력은 BCH 인코더로 입력되고, BCH 인코더의 출력은 LDPC 인코더로 입력되며, LDPC 인코더의 출력은 오류정정 부호화기의 출력이 될 수 있다.
- [0085] 도 3에 도시된 바와 같이, 코어 레이어 데이터(Core Layer data) 및 인헨스드 레이어 데이터(Enhanced Layer data)는 각각 서로 다른 BICM부를 통과한 후 결합기(340)를 통해 합쳐진다. 즉, 본 발명에서 레이어드 디비전 멀티플렉싱(Layered Division Multiplexing; LDM)이라 함은 다수 개의 계층을 파워 차이를 이용하여 하나로 결합하여 전송하는 것을 의미할 수 있다.
- [0086] 즉, 코어 레이어 데이터는 코어 레이어 BICM부(310)를 통과하고, 인헨스드 레이어 데이터는 인헨스드 레이어 BICM부(320)를 통과한 후 인젝션 레벨 컨트롤러(330)를 거쳐서 결합기(340)에서 결합된다. 이 때, 인헨스드 레이어 BICM부(320)는 코어 레이어 BICM부(310)와는 상이한 BICM 인코딩을 수행할 수 있다. 즉, 인헨스드 레이어 BICM부(320)는 코어 레이어 BICM부(310)보다 높은 비트율에 상응하는 오류정정 부호화나 심볼 맵핑을 수행할 수 있다. 또한, 인헨스드 레이어 BICM부(320)는 코어 레이어 BICM부(310)보다 덜 강인한(less robust) 오류정정

부호화나 심볼 맵핑을 수행할 수 있다.

[0087] 예를 들어, 코어 레이어 오류정정 부호화기가 인헨스드 레이어 오류정정 부호화기보다 비트율이 낮을 수 있다. 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 맵핑은 코어 레이어 심볼 맵핑보다 덜 강인(less robust)할 수 있다.

[0088] 결합기(340)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합(combine)하는 것으로 볼 수 있다. 실시예에 따라, 파워 레벨 조절은 인헨스드 레이어 신호가 아닌 코어 레이어 신호에 대하여 수행될 수도 있다. 이 때, 코어 레이어 신호에 대한 파워는 인헨스드 레이어 신호의 파워보다 커지도록 조절될 수 있다.

[0089] 코어 레이어 데이터는 강인한(robust) 수신을 위해 낮은 부호율(low code rate)의 FEC(Forward error correction) 코드를 사용하는 반면, 인헨스드 레이어 데이터는 높은 데이터 전송률을 위해 높은 부호율의 FEC 코드를 사용할 수 있다.

[0090] 즉, 코어 레이어 데이터는 인헨스드 레이어 데이터와 비교하여 동일한 수신환경에서 더 넓은 방송구역(coverage)을 가질 수 있다.

[0091] 인헨스드 레이어 BICM부(320)를 통과한 인헨스드 레이어 데이터는 인젝션 레벨 컨트롤러(330)를 통해 그 개인(또는 파워)이 조절되어 결합기(340)에 의해 코어 레이어 데이터와 결합된다.

[0092] 즉, 인젝션 레벨 컨트롤러(330)는 인헨스드 레이어 신호의 파워를 줄여서 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 생성한다. 이 때, 인젝션 레벨 컨트롤러(330)에서 조절되는 신호의 크기는 인젝션 레벨(injection level)에 따라 결정될 수 있다. 이 때, 신호 A에 신호 B를 삽입하는 경우의 인젝션 레벨은 하기 수학적 식 1과 같이 정의될 수 있다.

[0093] [수학적 식 1]

$$\text{Injection level(dB)} = -10\log_{10} \left(\frac{\text{Signal Power of B}}{\text{Signal Power of A}} \right)$$

[0094] 예를 들어, 코어 레이어 신호에 인헨스드 레이어 신호를 삽입할 때 인젝션 레벨을 3dB라고 가정하면, 인헨스드 레이어 신호는 코어 레이어 신호의 절반에 해당하는 파워 크기를 가지는 것을 의미한다.

[0096] 이 때, 인젝션 레벨 컨트롤러(330)는 인헨스드 레이어 신호의 파워 레벨을 0dB에서 25.0dB까지 0.5dB 또는 1dB 간격으로 조절할 수 있다.

[0097] 일반적으로, 코어 레이어에 할당되는 전송 파워가 인헨스드 레이어에 할당되는 전송 파워에 비해 크게 할당되며, 이를 통해 수신기에서 코어 레이어에 대한 우선적인 복호가 가능하다.

[0098] 이 때, 결합기(340)는 코어 레이어 신호 및 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 결합하여 멀티플렉싱된 신호를 생성하는 것으로 볼 수 있다.

[0099] 결합기(340)에 의해 결합된 신호는 코어 레이어 신호와 인헨스드 레이어 신호의 결합에 의하여 발생한 파워 상승만큼 파워를 낮추기 위해 파워 노멀라이저(345)로 제공되어 파워 조절이 수행된다. 즉, 파워 노멀라이저(345)는 결합기(340)에 의해 멀티플렉싱된 신호의 파워를, 코어 레이어 신호에 상응하는 파워 레벨로 낮춘다. 결합된 신호의 레벨이 한 레이어 신호의 레벨보다 높기 때문에 방송 신호 송/수신 시스템의 나머지 부분에서 진폭 클리핑(amplitude clipping) 등을 방지하기 위해서 파워 노멀라이저(345)의 파워 노멀라이징이 필요하다.

[0100] 이 때, 파워 노멀라이저(345)는 하기 수학적 식 2의 노멀라이징 팩터(normalizing factor)를 결합된 신호의 크기에 곱하여 알맞은 신호의 크기로 조절할 수 있다. 하기 수학적 식 2를 계산하기 위한 인젝션 레벨 정보는 시그널링 플로우(signaling flow)를 통해 파워 노멀라이저(345)로 전달될 수 있다.

[0101] [수학적 식 2]

$$\text{Normalizing factor} = \left(\sqrt{\left(1 + 10^{-\text{InjectionLevel(dB)}/10}\right)} \right)^{-1}$$

[0102] 인헨스드 레이어 신호 S_E 가 코어 레이어 신호 S_C 에 기설정된 인젝션 레벨에 의해 인젝션될 때 코어 레이어 신호

및 인핸스드 레이어 신호의 파워 레벨이 1로 노멀라이즈된다고 가정하면, 결합 신호는 $S_C + \alpha S_E$ 와 같이 표현될 수 있다.

[0104] 이 때, α 는 다양한 인젝션 레벨들에 상응하는 스케일링 팩터(scaling factor)를 나타낸다. 즉, 인젝션 레벨 컨트롤러(330)는 스케일링 팩터에 상응하는 것일 수 있다.

[0105] 예를 들어, 인핸스드 레이어의 인젝션 레벨이 3dB이면, 결합된 신호는 $S_C + \sqrt{\frac{1}{2}}S_E$ 와 같이 표현될 수 있다.

[0106] 결합된(combined) 신호(멀티플렉싱된 신호)의 파워가 코어 레이어 신호와 비교하여 증가하였기 때문에, 파워 노멀라이저(345)는 이와 같은 파워 증가를 완화(mitigate)시켜야 한다.

[0107] 파워 노멀라이저(345)의 출력은 $\beta(S_C + \alpha S_E)$ 와 같이 표현될 수 있다.

[0108] 이 때, β 는 인핸스드 레이어의 다양한 인젝션 레벨에 따른 노멀라이징 팩터(normalizing factor)를 나타낸다.

[0109] 인핸스드 레이어의 인젝션 레벨이 3dB인 경우, 코어 레이어 신호 대비 결합 신호의 파워 증가는 50%이다. 따라

서, 파워 노멀라이저(345)의 출력은 $\sqrt{\frac{2}{3}} \left(S_C + \sqrt{\frac{1}{2}}S_E \right)$ 와 같이 표현될 수 있다.

[0110] 하기 표 1은 다양한 인젝션 레벨에 따른 스케일링 팩터 α 와 노멀라이징 팩터 β 를 나타낸다(CL: Core Layer, EL: Enhanced Layer). 인젝션 레벨과 스케일링 팩터 α 및 노멀라이징 팩터 β 와의 관계는 아래와 같이 정의될 수 있다.

[0111] [수학식 3]

$$\begin{cases} \alpha = 10^{\left(\frac{-Injection\ level}{20}\right)} \\ \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \alpha^2}} \end{cases}$$

[0112]

표 1

[0113]

EL Injection level relative to CL	Scaling factor α	Normalizing factor β
3.0 dB	0.7079458	0.8161736
3.5 dB	0.6683439	0.8314061
4.0 dB	0.6309573	0.8457262
4.5 dB	0.5956621	0.8591327
5.0 dB	0.5623413	0.8716346
5.5 dB	0.5308844	0.8832495
6.0 dB	0.5011872	0.8940022
6.5 dB	0.4731513	0.9039241
7.0 dB	0.4466836	0.9130512
7.5 dB	0.4216965	0.9214231
8.0 dB	0.3981072	0.9290819
8.5 dB	0.3758374	0.9360712
9.0 dB	0.3548134	0.9424353
9.5 dB	0.3349654	0.9482180
10.0 dB	0.3162278	0.9534626

[0114] 즉, 파워 노멀라이저(345)는 노멀라이징 팩터(normalizing factor)에 상응하고, 멀티플렉싱된 신호의 파워를 결합기(340)에 의하여 상승된 만큼 낮추는 것으로 볼 수 있다.

[0115] 이 때, 노멀라이징 팩터 및 스케일링 팩터는 각각 0보다 크고 1보다 작은 유리수일 수 있다.

[0116] 이 때, 스케일링 팩터는 인젝션 레벨 컨트롤러(330)에 상응하는 파워 감소가 클수록 감소하고, 노멀라이징 팩터

는 인젝션 레벨 컨트롤러(330)에 상응하는 파워 감소가 클수록 증가할 수 있다.

- [0117] 파워 노멀라이징된 신호는 채널에서 발생하는 군집오류(burst error)를 분산시키기 위한 타임 인터리버(time interleaver)(350)를 통과한다.
- [0118] 이 때, 타임 인터리버(350)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 인터리빙을 수행하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 코어 레이어와 인헨스드 레이어가 타임 인터리버를 공유함으로써 불필요한 메모리 사용을 방지하고, 수신기에서의 레이턴시를 줄일 수 있다.
- [0119] 후술하겠지만, 인헨스드 레이어 신호는 코어 레이어 신호에 상응하는 코어 레이어 데이터의 복원에 상응하는 캔슬레이션(cancellation)에 기반하여 복원되는 인헨스드 레이어 데이터에 상응하는 것일 수 있고, 결합기(340)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호보다 낮은 파워 레벨의 하나 이상의 확장 레이어(extension layer) 신호를 상기 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호와 함께 결합할 수 있다.
- [0120] 한편, 인젝션 레벨 정보를 포함하는 L1 시그널링 정보는 시그널링 전용의 BICM을 포함하는 시그널링 생성부(360)에서 부호화된다. 이 때, 시그널링 생성부(360)는 인젝션 레벨 컨트롤러(330)로부터 인젝션 레벨 정보(IL INFO)를 제공 받아서 L1 시그널링 신호를 생성할 수 있다.
- [0121] L1 시그널링에서 L1은 ISO 7 레이어 모델의 최하위 레이어(lowest layer)인 레이어 1(Layer-1)을 나타낸다. 이 때, L1 시그널링은 프리앰블(preamble)에 포함될 수도 있다.
- [0122] 일반적으로, L1 시그널링은 OFDM 송신기의 주요 파라미터인 FFT 사이즈, 가드 인터벌 사이즈(guard interval size) 등과 BICM 주요 파라미터인 채널 코드 레이트(channel code rate), 모듈레이션 정보 등을 포함할 수 있다. 이러한 L1 시그널링 신호는 데이터 신호와 결합하여 방송 신호 프레임을 구성한다.
- [0123] 프레임 빌더(370)는 L1 시그널링 신호와 데이터 신호를 결합하여 방송 신호 프레임을 생성한다. 이 때, 프레임 빌더(370)는 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블을 포함하는 방송 신호 프레임을 생성할 수 있다. 이 때, 방송 신호 프레임은 부트스트랩을 더 포함할 수 있다.
- [0124] 이 때, 프레임 빌더(370)는 상기 부트스트랩을 생성하는 부트스트랩 생성부;
- [0125] 상기 프리앰블을 생성하는 프리앰블 생성부; 및 상기 타임 인터리빙된 신호에 상응하는 수퍼 임포우즈드 페이로드를 생성하는 수퍼 임포우즈드 페이로드 생성부를 포함할 수 있다.
- [0126] 이 때, 부트스트랩은 상기 프리앰블보다 짧고, 고정된 길이를 가질 수 있다.
- [0127] 이 때, 부트스트랩은 상기 프리앰블의 구조를 나타내는 심볼을 포함하고,
- [0128] 상기 심볼은 상기 프리앰블의 변조방법/부호율, FFT 사이즈, 가드 인터벌 길이 및 파일럿 패턴의 조합을 나타내는 고정(fixed-length) 비트열(bit string)에 상응하는 것일 수 있다.
- [0129] 이 때, 심볼은 상기 변조방법/부호율이 동일한 경우, 제1 FFT 사이즈에 상응하는 프리앰블 구조보다, 상기 제1 FFT 사이즈보다 작은 제2 FFT 사이즈에 상응하는 프리앰블 구조가 우선적으로 할당되고, 상기 변조방법/부호율 및 상기 FFT 사이즈가 동일한 경우, 제1 가드 인터벌 길이에 상응하는 프리앰블 구조보다, 상기 제1 가드 인터벌 길이보다 큰 제2 가드 인터벌 길이에 상응하는 프리앰블 구조가 우선적으로 할당되는 록업 테이블에 상응하는 것일 수 있다.
- [0130] 방송 신호 프레임은 멀티패스(multi-path) 및 도플러(Doppler)에 강인한 OFDM 송신기를 거쳐서 전송된다. 이 때, OFDM 송신기는 차세대 방송시스템의 전송신호 생성을 담당하는 것으로 볼 수 있다.
- [0131] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)을 식별하기 위한 PLP 식별 정보; 및 계층적인 분할에 상응하는 레이어들을 식별하기 위한 레이어 식별 정보를 포함할 수 있다.
- [0132] 이 때, PLP 식별 정보 및 레이어 식별 정보는 별개의 필드들로 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0133] 이 때, 타임 인터리버 정보는 상기 레이어 식별 정보(j)에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0134] 이 때, 프리앰블은 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교

(IF(j>0))한 결과에 따라 선택적으로 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 인젝션 레벨 정보를 포함할 수 있다.

- [0135] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들의 타입 정보 및 시작 위치 정보를 포함할 수 있다.
- [0136] 이 때, 타입 정보는 분산되지 않은(non-dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제1 타입과 분산된(dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제2 타입 중 어느 하나를 식별하기 위한 것일 수 있다.
- [0137] 이 때, 분산되지 않은 피지컬 레이어 파이프는 연속적인 데이터 셀 인덱스들(contiguous data cell indices)에 대하여 할당되고, 상기 분산된 피지컬 레이어 파이프는 둘 이상의 서브슬라이스들로 이루어질 수 있다.
- [0138] 이 때, 타입 정보는 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 시그널링될 수 있다.
- [0139] 이 때, 타입 정보는 코어 레이어에 대해서만 시그널링될 수 있다.
- [0140] 이 때, 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0141] 이 때, 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 지시(indicate)할 수 있다.
- [0142] 이 때, 시작 위치 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0143] 도 4는 방송 신호 프레임 구조의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0144] 도 4를 참조하면, 방송 신호 프레임은 부트스트랩(410), 프리앰블(420) 및 슈퍼-임포우스트 페이로드(super-imposed payload)(430)를 포함한다.
- [0145] 도 4에 도시된 프레임은 슈퍼프레임(super-frame)에 포함될 수 있다.
- [0146] 이 때, 방송 신호 프레임은 하나 이상의 OFDM 심볼들로 구성될 수 있다. 방송 신호 프레임은 레퍼런스 심볼 또는 파일럿 심볼을 포함할 수도 있다.
- [0147] LDM(Layered Division Multiplexing)이 적용된 프레임 구조는 도 4에 도시된 바와 같이 부트스트랩(410) 및 프리앰블(420) 및 슈퍼-임포우스트 페이로드(430)를 포함한다.
- [0148] 이 때, 부트스트랩(410) 및 프리앰블(420)은 두 개의 프리앰블들이 계층화된(hierarchical) 것으로 볼 수 있다.
- [0149] 이 때, 부트스트랩(410)은 빠른(fast) 획득(acquisition) 및 검출(detection)을 위해 프리앰블(420)보다 짧은 길이를 가질 수 있다. 이 때, 부트스트랩(410)은 고정된 길이를 가질 수 있다. 이 때, 부트스트랩(410)은 고정된 길이의 심볼을 포함할 수 있다. 예를 들어, 부트스트랩(410)은 각각 0.5ms 길이의 OFDM 심볼들 4개로 구성되어 총 2ms의 고정된 시간길이를 가질 수 있다.
- [0150] 이 때, 부트스트랩(410)은 고정된 대역폭(bandwidth)을 가지고, 프리앰블(420) 및 슈퍼-임포우스트 페이로드(430)는 부트스트랩(410)보다 넓고 가변적인 대역폭을 가질 수 있다.
- [0151] 프리앰블(420)은 강인(robust)한 LDPC 코드를 사용하여 상세한 시그널링 정보를 전송할 수 있다. 이 때, 프리앰블(420)은 시그널링 정보에 따라 길이가 가변될 수 있다.
- [0152] 이 때, 부트스트랩(410) 및 페이로드(430)는 모두 여러 레이어들이 공유하는 공통 신호에 상응하는 것으로 볼 수 있다.
- [0153] 슈퍼-임포우스트 페이로드(430)는 두 개 이상의 계층(layer) 신호들이 멀티플렉싱된 신호에 상응하는 것일 수 있다. 이 때, 슈퍼-임포우스트 페이로드(430)는 코어 레이어 페이로드 및 인밴드 레이어 페이로드가 서로 다른 파워 레벨로 결합된 것일 수 있다. 이 때, 코어 레이어 페이로드에는 인-밴드 시그널링부(in-band signaling section)가 포함될 수 있다. 이 때, 인-밴드 시그널링부는 인밴드 레이어 서비스를 위한 시그널링 정보를 포함할 수 있다.
- [0154] 이 때, 부트스트랩(410)은 프리앰블의 구조(preamble structure)를 나타내는 심볼을 포함할 수 있다.
- [0155] 이 때, 프리앰블의 구조를 나타내기 위해 부트스트랩에 포함되는 심볼은 하기 표 2와 같이 설정될 수 있다.

표 2

[0156]

preamble_structure	L1-Basic Mode	FFT Size	GI Length (samples)	Pilot Pattern (D _k)
0	L1-Basic Mode 1	8192	2048	3
1	L1-Basic Mode 1	8192	1536	4
2	L1-Basic Mode 1	8192	1024	3
3	L1-Basic Mode 1	8192	768	4
4	L1-Basic Mode 1	16384	4096	3
5	L1-Basic Mode 1	16384	3648	4
6	L1-Basic Mode 1	16384	2432	3
7	L1-Basic Mode 1	16384	1536	4
8	L1-Basic Mode 1	16384	1024	6
9	L1-Basic Mode 1	16384	768	8
10	L1-Basic Mode 1	32768	4864	3
11	L1-Basic Mode 1	32768	3648	3
12	L1-Basic Mode 1	32768	3648	8
13	L1-Basic Mode 1	32768	2432	6
14	L1-Basic Mode 1	32768	1536	8
15	L1-Basic Mode 1	32768	1024	12
16	L1-Basic Mode 1	32768	768	16
17	L1-Basic Mode 2	8192	2048	3
18	L1-Basic Mode 2	8192	1536	4
19	L1-Basic Mode 2	8192	1024	3
20	L1-Basic Mode 2	8192	768	4
21	L1-Basic Mode 2	16384	4096	3
22	L1-Basic Mode 2	16384	3648	4
23	L1-Basic Mode 2	16384	2432	3
24	L1-Basic Mode 2	16384	1536	4
25	L1-Basic Mode 2	16384	1024	6
26	L1-Basic Mode 2	16384	768	8
27	L1-Basic Mode 2	32768	4864	3
28	L1-Basic Mode 2	32768	3648	3
29	L1-Basic Mode 2	32768	3648	8
30	L1-Basic Mode 2	32768	2432	6
31	L1-Basic Mode 2	32768	1536	8
32	L1-Basic Mode 2	32768	1024	12
33	L1-Basic Mode 2	32768	768	16
34	L1-Basic Mode 3	8192	2048	3
35	L1-Basic Mode 3	8192	1536	4
36	L1-Basic Mode 3	8192	1024	3
37	L1-Basic Mode 3	8192	768	4
38	L1-Basic Mode 3	16384	4096	3
39	L1-Basic Mode 3	16384	3648	4
40	L1-Basic Mode 3	16384	2432	3
41	L1-Basic Mode 3	16384	1536	4
42	L1-Basic Mode 3	16384	1024	6
43	L1-Basic Mode 3	16384	768	8
44	L1-Basic Mode 3	32768	4864	3
45	L1-Basic Mode 3	32768	3648	3
46	L1-Basic Mode 3	32768	3648	8
47	L1-Basic Mode 3	32768	2432	6
48	L1-Basic Mode 3	32768	1536	8
49	L1-Basic Mode 3	32768	1024	12
50	L1-Basic Mode 3	32768	768	16
51	L1-Basic Mode 4	8192	2048	3
52	L1-Basic Mode 4	8192	1536	4
53	L1-Basic Mode 4	8192	1024	3
54	L1-Basic Mode 4	8192	768	4

55	L1-Basic Mode 4	16384	4096	3
56	L1-Basic Mode 4	16384	3648	4
57	L1-Basic Mode 4	16384	2432	3
58	L1-Basic Mode 4	16384	1536	4
59	L1-Basic Mode 4	16384	1024	6
60	L1-Basic Mode 4	16384	768	8
61	L1-Basic Mode 4	32768	4864	3
62	L1-Basic Mode 4	32768	3648	3
63	L1-Basic Mode 4	32768	3648	8
64	L1-Basic Mode 4	32768	2432	6
65	L1-Basic Mode 4	32768	1536	8
66	L1-Basic Mode 4	32768	1024	12
67	L1-Basic Mode 4	32768	768	16
68	L1-Basic Mode 5	8192	2048	3
69	L1-Basic Mode 5	8192	1536	4
70	L1-Basic Mode 5	8192	1024	3
71	L1-Basic Mode 5	8192	768	4
72	L1-Basic Mode 5	16384	4096	3
73	L1-Basic Mode 5	16384	3648	4
74	L1-Basic Mode 5	16384	2432	3
75	L1-Basic Mode 5	16384	1536	4
76	L1-Basic Mode 5	16384	1024	6
77	L1-Basic Mode 5	16384	768	8
78	L1-Basic Mode 5	32768	4864	3
79	L1-Basic Mode 5	32768	3648	3
80	L1-Basic Mode 5	32768	3648	8
81	L1-Basic Mode 5	32768	2432	6
82	L1-Basic Mode 5	32768	1536	8
83	L1-Basic Mode 5	32768	1024	12
84	L1-Basic Mode 5	32768	768	16
85	L1-Basic Mode 6	8192	2048	3
86	L1-Basic Mode 6	8192	1536	4
87	L1-Basic Mode 6	8192	1024	3
88	L1-Basic Mode 6	8192	768	4
89	L1-Basic Mode 6	16384	4096	3
90	L1-Basic Mode 6	16384	3648	4
91	L1-Basic Mode 6	16384	2432	3
92	L1-Basic Mode 6	16384	1536	4
93	L1-Basic Mode 6	16384	1024	6
94	L1-Basic Mode 6	16384	768	8
95	L1-Basic Mode 6	32768	4864	3
96	L1-Basic Mode 6	32768	3648	3
97	L1-Basic Mode 6	32768	3648	8
98	L1-Basic Mode 6	32768	2432	6
99	L1-Basic Mode 6	32768	1536	8
100	L1-Basic Mode 6	32768	1024	12
101	L1-Basic Mode 6	32768	768	16
102	L1-Basic Mode 7	8192	2048	3
103	L1-Basic Mode 7	8192	1536	4
104	L1-Basic Mode 7	8192	1024	3
105	L1-Basic Mode 7	8192	768	4
106	L1-Basic Mode 7	16384	4096	3
107	L1-Basic Mode 7	16384	3648	4
108	L1-Basic Mode 7	16384	2432	3
109	L1-Basic Mode 7	16384	1536	4
110	L1-Basic Mode 7	16384	1024	6
111	L1-Basic Mode 7	16384	768	8
112	L1-Basic Mode 7	32768	4864	3

113	L1-Basic Mode 7	32768	3648	3
114	L1-Basic Mode 7	32768	3648	8
115	L1-Basic Mode 7	32768	2432	6
116	L1-Basic Mode 7	32768	1536	8
117	L1-Basic Mode 7	32768	1024	12
118	L1-Basic Mode 7	32768	768	16
119	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
120	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
121	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
122	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
123	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
124	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
125	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
126	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
127	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved

- [0157] 예를 들어, 상기 표 2에 표시된 프리앰블 구조를 나타내기 위해, 7비트의 고정된 심볼이 할당될 수 있다.
- [0158] 상기 표 2에 기재된 L1-Basic Mode 1, L1-Basic Mode 2 및 L1-Basic Mode 3은 QPSK 및 3/15 LDPC에 상응하는 것일 수 있다.
- [0159] 상기 표 2에 기재된 L1-Basic Mode 4는 16-NUC(Non Uniform Constellation) 및 3/15 LDPC에 상응하는 것일 수 있다.
- [0160] 상기 표 2에 기재된 L1-Basic Mode 5는 64-NUC(Non Uniform Constellation) 및 3/15 LDPC에 상응하는 것일 수 있다.
- [0161] 상기 표 2에 기재된 L1-Basic Mode 6 및 L1-Basic Mode 7은 256-NUC(Non Uniform Constellation) 및 3/15 LDPC에 상응하는 것일 수 있다. 이하에서 설명하는 변조방법/부호율은 QPSK 및 3/15 LDPC와 같이 변조방법과 부호율의 조합을 나타낸다.
- [0162] 상기 표 2에 기재된 FFT size는 Fast Fourier Transform 크기를 나타내는 것일 수 있다.
- [0163] 상기 표 2에 기재된 GI length는 가드 인터벌 길이(Guard Interval Length)를 나타내는 것으로, 시간 영역에서 데이터가 아닌 가드 인터벌의 길이를 나타내는 것일 수 있다. 이 때, 가드 인터벌 길이가 길수록 시스템은 강인(robust)해진다.
- [0164] 상기 표 2에 기재된 Pilot Pattern은 파일럿 패턴의 Dx를 나타내는 것일 수 있다. 표 2에는 명시적으로 기재하지 않았으나 표 2에 기재된 예에서 Dy는 모두 1일 수 있다. 예를 들어, Dx = 3은 채널 추정을 위한 파일럿이 x축 방향으로 3개 중 하나 포함됨을 의미할 수 있다. 예를 들어, Dy = 1은 y축 방향으로 매 번 파일럿이 포함됨을 의미할 수 있다.
- [0165] 표 2의 예에서 알 수 있는 바와 같이, 제1 변조방법/부호율보다 강인한 제2 변조방법/부호율에 상응하는 프리앰블 구조가 상기 제1 변조방법/부호율에 상응하는 프리앰블 구조보다 우선적으로 록업테이블에 할당될 수 있다.
- [0166] 이 때, 우선적으로 할당된다 함은 록업테이블에 보다 작은 수의 인덱스에 상응하여 저장되는 것일 수 있다.
- [0167] 또한, 같은 변조방법/부호율의 경우 제1 FFT 사이즈보다 작은 제2 FFT 사이즈에 상응하는 프리앰블 구조가 상기 제1 FFT 사이즈에 상응하는 프리앰블 구조보다 우선적으로 록업테이블에 할당될 수 있다.
- [0168] 또한, 같은 변조방법/부호율 및 FFT 사이즈의 경우 제1 가드 인터벌보다 큰 제2 가드 인터벌에 상응하는 프리앰블 구조가 상기 제1 가드 인터벌에 상응하는 프리앰블 구조보다 우선적으로 록업테이블에 할당될 수 있다.
- [0169] 표 2에 기재된 바와 같이 록업테이블에 프리앰블 구조가 할당되는 순서를 설정함으로써 부트스트랩을 이용한 프리앰블 구조 식별이 보다 효율적으로 수행될 수 있다.
- [0170] 도 5는 도 4에 도시된 방송 신호 프레임이 수신되는 과정의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0171] 도 5를 참조하면, 부트스트랩(510)이 검출되어 복조되고, 복조된 정보를 이용하여 프리앰블(520)이 복조되어 시그널링 정보가 복원된다.

- [0172] 시그널링 정보를 이용하여 코어 레이어 데이터(530)가 복조되고, 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션 과정을 거쳐서 인헨스드 레이어 신호가 복조된다. 이 때, 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션에 대해서는 이후 보다 상세히 설명한다.
- [0173] 도 6은 도 4에 도시된 방송 신호 프레임이 수신되는 과정의 다른 예를 나타낸 도면이다.
- [0174] 도 6을 참조하면, 부트스트랩(610)이 검출되어 복조되고, 복조된 정보를 이용하여 프리앰블(620)이 복조되어 시그널링 정보가 복원된다.
- [0175] 시그널링 정보를 이용하여 코어 레이어 데이터(630)가 복조된다. 이 때, 코어 레이어 데이터(630)에는 인-밴드 시그널링부(650)가 포함된다. 인-밴드 시그널링부(650)는 인헨스드 레이어 서비스를 위한 시그널링 정보를 포함한다. 인-밴드 시그널링부(650)를 통해, 보다 효율적인 대역폭(bandwidth) 활용이 가능하다. 이 때, 인-밴드 시그널링부(650)는 인헨스드 레이어보다 강한 코어 레이어에 포함되는 것이 바람직하다.
- [0176] 도 6에 도시된 예에서, 프리앰블(620)을 통해 기본적인 시그널링 정보 및 코어 레이어 서비스를 위한 정보가 전달되고, 인-밴드 시그널링부(650)를 통해 인헨스드 레이어 서비스를 위한 시그널링 정보가 전달될 수 있다.
- [0177] 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션 과정을 거쳐서 인헨스드 레이어 신호가 복조된다.
- [0178] 이 때, 시그널링 정보는 L1(Layer-1) 시그널링 정보일 수 있다. L1 시그널링 정보는 물리 계층 파라미터들을 구성하기 위해 필요한 정보를 포함할 수 있다.
- [0179] 도 4를 참조하면, 방송 신호 프레임은 L1 시그널링 신호 및 데이터 신호를 포함한다. 예를 들어, 방송 신호 프레임은 ATSC 3.0 프레임일 수 있다.
- [0180] 도 7는 도 1에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치의 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [0181] 도 7를 참조하면, 방송 신호 프레임 생성 장치가 코어 레이어 데이터 및 인헨스드 레이어 데이터 이외에도 N개(N은 1이상의 자연수)의 확장 레이어들(Extension Layers)에 상응하는 데이터를 함께 멀티플렉싱하는 것을 알 수 있다.
- [0182] 즉, 도 7에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치는 코어 레이어 BICM부(310), 인헨스드 레이어 BICM부(320), 인젝션 레벨 컨트롤러(330), 결합기(340), 파워 노멀라이저(345), 타임 인터리버(350), 시그널링 생성부(360) 및 프레임 빌더(370) 이외에도 N개의 확장 레이어 BICM부들(410, ..., 430) 및 인젝션 레벨 컨트롤러들(440, ..., 460)을 포함한다.
- [0183] 도 7에 도시된 코어 레이어 BICM부(310), 인헨스드 레이어 BICM부(320), 인젝션 레벨 컨트롤러(330), 결합기(340), 파워 노멀라이저(345), 타임 인터리버(350), 시그널링 생성부(360) 및 프레임 빌더(370)에 대해서는 도 3을 통하여 이미 상세히 설명한 바 있다.
- [0184] N개의 확장 레이어 BICM부들(410, ..., 430)은 각각 독립적으로 BICM 인코딩을 수행하고, 인젝션 레벨 컨트롤러들(440, ..., 460)은 각각의 확장 레이어에 상응하는 파워 리듀싱을 수행하여 파워 리듀싱된 확장 레이어 신호가 결합기(340)를 통해 다른 레이어 신호들과 결합되도록 한다.
- [0185] 이 때, 확장 레이어 BICM부들(410, ..., 430) 각각의 오류정정 부호화기는 BCH 인코더와 LDPC 인코더가 직렬연결된 것일 수 있다.
- [0186] 특히, 인젝션 레벨 컨트롤러들(440, ..., 460) 각각에 상응하는 파워 감소는 인젝션 레벨 컨트롤러(330)의 파워 감소보다 큰 것이 바람직하다. 즉, 도 7에 도시된 인젝션 레벨 컨트롤러들(330, 440, ..., 460)은 아래로 내려올수록 큰 파워 감소에 상응할 수 있다.
- [0187] 도 7에 도시된 인젝션 레벨 컨트롤러들(330, 440, 460)로부터 제공된 인젝션 레벨 정보는 시그널링 생성부(360)를 거쳐서 프레임 빌더(370)의 방송 신호 프레임에 포함되어 수신기로 전송된다. 즉, 각 계층의 인젝션 레벨은 L1 시그널링 정보에 담겨, 수신기로 전달된다.
- [0188] 본 발명에서 파워 조절은 입력 신호의 파워를 증가 또는 감소시키는 것일 수도 있고, 입력 신호의 게인을 증가 또는 감소시키는 것일 수도 있다.
- [0189] 파워 노멀라이저(345)는 결합기(340)에 의하여 복수의 레이어 신호들이 결합됨으로써 야기되는 파워 증가를 완화(mitigate)시킨다.

[0190] 도 7에 도시된 예에서, 파워 노멀라이저(345)는 하기 수학식 4를 이용하여 노멀라이징 팩터를 각 계층(layer)들의 신호가 결합된 신호의 크기에 곱하여 알맞은 신호 크기로 신호 파워를 조절할 수 있다.

[0191] [수학식 4]

[0192] Normalizing Factor =

$$\left(\sqrt{\left(1 + 10^{-\text{InjectionLevel}\#1(\text{dB})/10} + 10^{-\text{InjectionLevel}\#2(\text{dB})/10} + \dots + 10^{-\text{InjectionLevel}\#(N+1)(\text{dB})/10} \right)} \right)^{-1}$$

[0194] 타임 인터리버(350)는 결합기(340)에 의하여 결합된 신호에 대한 인터리빙을 수행함으로써, 레이어들의 신호들에 함께 적용되는 인터리빙을 수행한다.

[0195] 도 8은 도 1에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치의 일 예를 나타낸 블록도이다.

[0196] 도 8를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 디멀티플렉싱 장치는 타임 디인터리버(510), 디-노멀라이저(1010), 코어 레이어 BICM 디코더(520), 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530), 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020) 및 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)를 포함한다.

[0197] 이 때, 도 8에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치는 도 3에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치에 상응하는 것일 수 있다.

[0198] 타임 디인터리버(510)는 시간/주파수 동기(synchronization), 채널추정(channel estimation) 및 등화(equalization) 등의 동작을 수행하는 OFDM 수신기로부터 수신 신호를 제공 받고, 채널에서 발생한 군집오류(burst error) 분산에 관한 동작을 수행한다. 이 때, L1 시그널링 정보는 OFDM 수신기에서 우선적으로 복호되어, 데이터 복호에 활용될 수 있다. 특히, L1 시그널링 정보 중 인젝션 레벨 정보는 디-노멀라이저(1010)와 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)에 전달될 수 있다. 이 때, OFDM 수신기는 수신 신호를 방송 신호 프레임(예를 들어, ATSC 3.0 프레임)의 형태로 복호화한 후, 프레임의 데이터 심볼 부분을 추출하여 타임 디인터리버(510)로 제공할 수 있다. 즉, 타임 디인터리버(510)는 데이터 심볼을 통과시키면서 역인터리빙 과정을 수행하여 채널에서 발생한 군집오류를 분산시킨다.

[0199] 디-노멀라이저(1010)는 송신기의 파워 노멀라이저에 상응하는 것으로, 파워 노멀라이저에서 감소시킨 만큼 파워를 높인다. 즉, 디-노멀라이저(1010)는 수신 신호를 상기 수학식 2의 노멀라이징 팩터로 나눈다.

[0200] 도 8에 도시된 예에서, 디-노멀라이저(1010)는 타임 인터리버(510)의 출력 신호의 파워를 조절하는 것으로 도시되었으나, 실시예에 따라 디-노멀라이저(1010)는 타임 인터리버(510)의 앞에 위치하여 인터리빙 되기 전에 파워 조절이 수행되도록 할 수도 있다.

[0201] 즉, 디-노멀라이저(1010)는 타임 인터리버(510)의 앞 또는 뒤에 위치하여 코어 레이어 심볼 디맵퍼의 LLR 계산 등을 위해 신호의 크기를 증폭하는 것으로 볼 수 있다.

[0202] 타임 디인터리버(510)의 출력(또는 디-노멀라이저(1010)의 출력)은 코어 레이어 BICM 디코더(520)로 제공되고, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 데이터를 복원한다.

[0203] 이 때, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 심볼 디맵퍼, 코어 레이어 비트 디인터리버 및 코어 레이어 오류정정 복호화기를 포함한다. 코어 레이어 심볼 디맵퍼는 심볼과 관련된 LLR(Log-Likelihood Ratio) 값들을 계산하고, 코어 레이어 비트 디인터리버는 계산된 LLR 값들을 군집오류에 강하게 섞으며, 코어 레이어 오류정정 복호화기는 채널에서 발생한 오류를 정정한다.

[0204] 이 때, 코어 레이어 심볼 디맵퍼는 미리 결정된 정상도를 이용하여 비트별로 LLR 값을 계산할 수 있다. 이 때 코어 레이어 심볼 디맵퍼에서 이용하는 정상도는 송신기에서 사용되는 코드 레이트와 모듈레이션 차수(modulation order)의 조합에 따라 상이할 수 있다.

[0205] 이 때, 코어 레이어 비트 디인터리버는 계산된 LLR 값들에 대하여 LDPC 코드워드 단위로 역인터리빙을 수행할 수 있다.

[0206] 특히, 코어 레이어 오류정정 복호화기는 정보(information) 비트들만을 출력할 수도 있고, 정보 비트들과 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 출력할 수도 있다. 이 때, 코어 레이어 오류정정 복호화기는 정보 비트들만을 코어 레이어 데이터로 출력하고, 정보 비트들에 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 인헨스드 레이어 심

볼 추출기(530)로 출력할 수 있다.

- [0207] 코어 레이어 오류 정정 복호화기는 코어 레이어 LDPC 복호화기와 코어 레이어 BCH 복호화기가 직렬 연결된 형태일 수 있다. 즉, 코어 레이어 오류 정정 복호화기의 입력이 코어 레이어 LDPC 복호화기로 입력되고, 코어 레이어 LDPC 복호화기의 출력이 코어 레이어 BCH 복호화기로 입력되고, 코어 레이어 BCH 복호화기의 출력이 코어 레이어 오류 정정 복호화기의 출력이 될 수 있다. 이 때, LDPC 복호화기는 LDPC 복호를 수행하고, BCH 복호화기는 BCH 복호를 수행한다.
 - [0208] 나아가, 인헨스드 레이어 오류 정정 복호화기도 인헨스드 레이어 LDPC 복호화기와 인헨스드 레이어 BCH 복호화기가 직렬 연결된 형태일 수 있다. 즉, 인헨스드 레이어 오류 정정 복호화기의 입력이 인헨스드 레이어 LDPC 복호화기로 입력되고, 인헨스드 레이어 LDPC 복호화기의 출력이 인헨스드 레이어 BCH 복호화기로 입력되고, 인헨스드 레이어 BCH 복호화기의 출력이 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기의 출력이 될 수 있다.
 - [0209] 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 BICM 디코더(520)의 코어 레이어 오류정정 복호화기로부터 전체 비트들을 제공 받아서 타임 디인터리버(510) 또는 디-노멀라이저(1010)의 출력 신호로부터 인헨스드 레이어 심볼들을 추출할 수 있다. 실시예에 따라 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 BICM 디코더(520)의 오류정정 복호화기로부터 전체 비트들을 제공 받지 않고, LDPC의 정보비트들(information bits)을 제공 받거나, BCH 정보 비트들을 제공 받을 수 있다.
 - [0210] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 버퍼, 감산기(subtractor), 코어 레이어 심볼 맵퍼 및 코어 레이어 비트 인터리버를 포함한다. 버퍼는 타임 디인터리버(510) 또는 디-노멀라이저(1010)의 출력 신호를 저장한다. 코어 레이어 비트 인터리버는 코어 레이어 BICM 디코더의 전체 비트들(정보 비트들+패리티 비트들)을 입력 받아 송신기와 동일한 코어 레이어 비트 인터리빙을 수행한다. 코어 레이어 심볼 맵퍼는 인터리빙된 신호로부터 송신기와 동일한 코어 레이어 심볼을 생성한다. 감산기는 버퍼에 저장된 신호에서 코어 레이어 심볼 맵퍼의 출력 신호를 감산함으로써, 인헨스드 레이어 심볼을 획득하고 이를 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)에 전달한다. 특히, LDPC 정보비트들을 제공 받는 경우 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 LDPC 인코더를 더 포함할 수 있다. 또한, BCH 정보 비트들을 제공 받는 경우 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 LDPC 인코더뿐만 아니라 코어 레이어 BCH 인코더를 더 포함할 수 있다.
 - [0211] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)에 포함되는 코어 레이어 LDPC 인코더, 코어 레이어 BCH 인코더, 코어 레이어 비트 인터리버 및 코어 레이어 심볼 맵퍼는 도 3을 통하여 설명한 코어 레이어의 LDPC 인코더, BCH 인코더, 비트 인터리버 및 심볼 맵퍼와 동일한 것일 수 있다.
 - [0212] 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 인헨스드 레이어 심볼을 입력 받아서 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러에 의하여 떨어진 파워만큼 파워를 증가시킨다. 즉, 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 입력 신호를 증폭하여 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)로 제공한다. 예를 들어, 송신기에서 인헨스드 레이어 신호의 파워를 코어 레이어 신호의 파워보다 3dB 작게 결합하였다면, 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 입력 신호의 파워를 3dB 증가시키는 역할을 한다.
 - [0213] 이 때, 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 OFDM 수신기로부터 인젝션 레벨 정보를 받아서 추출된 인헨스드 레이어 신호에 하기 수학식 5의 인헨스드 레이어 게인을 곱하는 것으로 볼 수 있다.
 - [0214] [수학식 5]
- $$\left(\sqrt{10^{-\text{Injection Level(dB)/10}}} \right)^{-1}$$
- [0215] Enhanced Layer Gain =
 - [0216] 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)는 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)에 의하여 파워가 상승된 인헨스드 레이어 심볼을 입력 받아서 인헨스드 레이어 데이터를 복원한다.
 - [0217] 이 때, 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)는 인헨스드 레이어 심볼 디맵퍼, 인헨스드 레이어 비트 디인터리버 및 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기를 포함할 수 있다. 인헨스드 레이어 심볼 디맵퍼는 인헨스드 레이어 심볼과 관련된 LLR(Log-Likelihood Ratio) 값들을 계산하고, 인헨스드 레이어 비트 디인터리버는 계산된 LLR 값들을 균집오류에 강하게 섞으며, 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기는 채널에서 발생한 오류를 정정한다.
 - [0218] 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)는 코어 레이어 BICM 디코더(520)와 유사한 작업을 수행하지만, 일반적으로 인헨스드 레이어 LDPC 디코더는 6/15 이상인 코드레이트에 대한 LDPC 복호를 수행한다.

- [0219] 예를 들어, 코어 레이어는 5/15 이하의 코드 레이트를 가지는 LDPC 코드를 사용하고, 인헨스드 레이어는 6/15 이상의 코드 레이트를 가지는 LDPC 코드를 사용할 수 있다. 이 때, 인헨스드 레이어 데이터의 복호가 가능한 수신 환경에서는 코어 레이어 데이터는 적은 수의 LDPC 디코딩 이터레이션(iteration)만으로도 복호가 가능하다. 이러한 성질을 이용하면 수신기 하드웨어는 하나의 LDPC 디코더를 코어 레이어와 인헨스드 레이어가 공유하여 하드웨어 구현시 발생하는 비용을 줄일 수 있다. 이 때, 코어 레이어 LDPC 디코더는 약간의 시간자원(LDPC 디코딩 이터레이션)만을 사용하고 대부분의 시간자원을 인헨스드 레이어 LDPC 디코더가 사용할 수 있다.
- [0220] 도 8에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치는 먼저 코어 레이어 데이터를 복원하고, 수신 신호 심볼에서 코어 레이어 심볼들을 캔슬레이션(cancellation)하여 인헨스드 레이어 심볼들만 남긴 후, 인헨스드 레이어 심볼의 파워를 증가시켜서 인헨스드 레이어 데이터를 복원한다. 도 3 및 5를 통해 이미 설명한 바와 같이, 각각의 레이어에 상응하는 신호들이 서로 다른 파워레벨로 결합되므로 가장 강한 파워로 결합된 신호부터 복원되어야 가장 오류가 적은 데이터 복원이 가능하다.
- [0221] 결국 도 8에 도시된 예에서 신호 디멀티플렉싱 장치는, 수신 신호에 타임 디인터리빙을 적용하여 타임 디인터리빙 신호를 생성하는 타임 디인터리버(510); 상기 수신 신호 또는 상기 타임 디인터리빙 신호의 파워를 송신기의 파워 노멀라이저에 의한 파워 감소만큼 높이는 디-노멀라이저(1010); 상기 디-노멀라이저(1010)에 의해 파워 조절된 신호로부터 코어 레이어 데이터를 복원하는 코어 레이어 BICM 디코더(520); 상기 코어 레이어 BICM 디코더(520)의 코어 레이어 FEC 디코더의 출력 신호를 이용하여, 상기 디-노멀라이저(1010)에 의해 파워 조절된 신호에 대한 상기 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530); 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020); 및 상기 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)의 출력 신호를 이용하여 인헨스드 레이어 데이터를 복원하는 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)를 포함할 수 있다.
- [0222] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기는 상기 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 LDPC 디코더로부터 전체 코드워드를 입력 받고, 상기 전체 코드워드를 바로 비트 인터리빙할 수 있다.
- [0223] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기는 상기 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 LDPC 디코더로부터 정보 비트들을 입력 받고, 상기 정보 비트들을 코어 레이어 LDPC 인코딩한 후 비트 인터리빙을 수행할 수 있다.
- [0224] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기는 상기 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 BCH 디코더로부터 정보 비트들을 입력 받고, 상기 정보 비트들을 코어 레이어 BCH 인코딩 및 코어 레이어 LDPC 인코딩한 후 비트 인터리빙을 수행할 수 있다.
- [0225] 이 때, 상기 디-노멀라이저 및 상기 디-인젝션 레벨 컨트롤러는 L1 시그널링에 기반하여 제공된 인젝션 레벨 정보(IL INFO)를 제공 받고, 상기 인젝션 레벨 정보에 기반하여 파워 컨트롤을 수행할 수 있다.
- [0226] 이 때, 상기 코어 레이어 BICM 디코더는 상기 인헨스드 레이어 BICM 디코더보다 낮은 비트율을 가지고, 상기 인헨스드 레이어 BICM 디코더보다 강인할(robust) 수 있다.
- [0227] 이 때, 상기 디-노멀라이저는 노멀라이징 팩터의 역수에 상응할 수 있다.
- [0228] 이 때, 상기 디-인젝션 레벨 컨트롤러는 스케일링 팩터의 역수에 상응할 수 있다.
- [0229] 이 때, 인헨스드 레이어 데이터는 코어 레이어 신호에 상응하는 코어 레이어 데이터의 복원에 상응하는 캔슬레이션에 기반하여 복원될 수 있다.
- [0230] 이 때, 신호 디멀티플렉싱 장치는 이전 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 확장 레이어 신호를 추출하는 하나 이상의 확장 레이어 심볼 추출기; 상기 확장 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 하나 이상의 디-인젝션 레벨 컨트롤러 및 상기 하나 이상의 디-인젝션 레벨 컨트롤러의 출력 신호를 이용하여 하나 이상의 확장 레이어 데이터를 복원하는 하나 이상의 확장 레이어 BICM 디코더를 더 포함할 수 있다.
- [0231] 도 8에 도시된 구성을 통해 본 발명의 일실시예에 따른 신호 디멀티플렉싱 방법은, 수신 신호에 타임 디인터리빙을 적용하여 타임 디인터리빙 신호를 생성하는 단계; 상기 수신 신호 또는 상기 타임 디인터리빙 신호의 파워를 송신기의 파워 노멀라이저에 의한 파워 감소만큼 높이는 단계; 상기 파워 조절된 신호로부터 코어 레이어 데이터를 복원하는 단계; 상기 파워 조절된 신호에 대한 상기 코어 레이어 데이터에 상응하는 캔슬레이션을 수행하여 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 단계; 상기 인헨스드 레이어 신호의 파워를 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러의 파워 감소만큼 높이는 단계; 및 파워 조절된 상기 인헨스드 레이어 신호를 이용하여 인헨스드 레이어 데

이터를 복원하는 단계를 포함함을 알 수 있다.

- [0232] 이 때, 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 단계는 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 LDPC 디코더로부터 전체 코드워드를 입력 받고, 상기 전체 코드워드를 바로 비트 인터리빙할 수 있다.
- [0233] 이 때, 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 단계는 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 LDPC 디코더로부터 정보 비트들을 입력 받고, 상기 정보 비트들을 코어 레이어 LDPC 인코딩한 후 비트 인터리빙을 수행할 수 있다.
- [0234] 이 때, 인헨스드 레이어 신호를 추출하는 단계는 코어 레이어 BICM 디코더의 코어 레이어 BCH 디코더로부터 정보 비트들을 입력 받고, 상기 정보 비트들을 코어 레이어 BCH 인코딩 및 코어 레이어 LDPC 인코딩한 후 비트 인터리빙을 수행할 수 있다.
- [0235] 도 9는 도 8에 도시된 코어 레이어 BICM 디코더(520) 및 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)의 일 예를 나타낸 블록도이다.
- [0236] 도 9을 참조하면, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 심볼 디맵퍼, 코어 레이어 비트 디인터리버, 코어 레이어 LDPC 디코더 및 코어 레이어 BCH 디코더를 포함한다.
- [0237] 즉, 도 9에 도시된 예에서 코어 레이어 오류정정 복호화기는 코어 레이어 LDPC 디코더 및 코어 레이어 BCH 디코더를 포함한다.
- [0238] 또한, 도 9에 도시된 예에서 코어 레이어 LDPC 디코더는 패리티 비트들이 포함된 전체 코드워드(whole codeword)를 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)로 제공한다. 즉, 일반적으로 LDPC 디코더는 전체 LDPC 코드워드 중에서 정보 비트들(information bits)만을 출력하나, 전체 코드워드를 출력하는 것도 가능하다.
- [0239] 이 경우, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 별도로 코어 레이어 LDPC 인코더나 코어 레이어 BCH 인코더를 구비할 필요가 없어서 구현이 간단하나, LDPC 코드 패리티 부분에 잔여 오류가 남아 있을 가능성이 존재한다.
- [0240] 도 10은 도 8에 도시된 코어 레이어 BICM 디코더(520) 및 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)의 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [0241] 도 10을 참조하면, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 심볼 디맵퍼, 코어 레이어 비트 디인터리버, 코어 레이어 LDPC 디코더 및 코어 레이어 BCH 디코더를 포함한다.
- [0242] 즉, 도 10에 도시된 예에서 코어 레이어 오류정정 복호화기는 코어 레이어 LDPC 디코더 및 코어 레이어 BCH 디코더를 포함한다.
- [0243] 또한, 도 10에 도시된 예에서 코어 레이어 LDPC 디코더는 패리티 비트들이 포함되지 않은 정보 비트들(information bits)을 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)로 제공한다.
- [0244] 이 경우, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 별도로 코어 레이어 BCH 인코더를 구비할 필요가 없으나, 코어 레이어 LDPC 인코더를 포함하여야 한다.
- [0245] 도 10에 도시된 예는 도 9에 도시된 예에 비하여 LDPC 코드 패리티 부분에 남아 있을 수 있는 잔여 오류를 제거할 수 있다.
- [0246] 도 11는 도 8에 도시된 코어 레이어 BICM 디코더(520) 및 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)의 또 다른 예를 나타낸 블록도이다.
- [0247] 도 11를 참조하면, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 심볼 디맵퍼, 코어 레이어 비트 디인터리버, 코어 레이어 LDPC 디코더 및 코어 레이어 BCH 디코더를 포함한다.
- [0248] 즉, 도 11에 도시된 예에서 코어 레이어 오류정정 복호화기는 코어 레이어 LDPC 디코더 및 코어 레이어 BCH 디코더를 포함한다.
- [0249] 도 11에 도시된 예에서는 코어 레이어 데이터에 해당하는 코어 레이어 BCH 디코더의 출력을 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)로 제공한다.
- [0250] 이 경우, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 LDPC 인코더 및 코어 레이어 BCH 인코더를 모두 포함하여야 하므로 복잡도가 높지만, 도 9 및 도 10의 예와 비교하여 가장 높은 성능을 보장한다.
- [0251] 도 12은 도 1에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치의 다른 예를 나타낸 블록도이다.

- [0252] 도 12을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 디멀티플렉싱 장치는 타임 디인터리버(510), 디-노멀라이저(1010), 코어 레이어 BICM 디코더(520), 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530), 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540), 하나 이상의 확장 레이어 심볼 추출기들(650, 670), 하나 이상의 확장 레이어 BICM 디코더들(660, 680) 및 디-인젝션 레벨 컨트롤러들(1020, 1150, 1170)을 포함한다.
- [0253] 이 때, 도 12에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치는 도 7에 도시된 방송 신호 프레임 생성 장치에 상응하는 것일 수 있다.
- [0254] 타임 디인터리버(510)는 동기(synchronization), 채널추정(channel estimation) 및 등화(equalization) 등의 동작을 수행하는 OFDM 수신기로부터 수신 신호를 제공 받고, 채널에서 발생한 군집오류(burst error) 분산에 관한 동작을 수행한다. 이 때, L1 시그널링 정보는 OFDM 수신기에서 우선적으로 복호되어, 데이터 복호에 활용될 수 있다. 특히, L1 시그널링 정보 중 인젝션 레벨 정보는 디-노멀라이저(1010)와 디-인젝션 레벨 컨트롤러들(1020, 1150, 1170)에 전달될 수 있다.
- [0255] 이 때, 디-노멀라이저(1010)는 모든 레이어의 인젝션 레벨 정보를 취득하여 하기 수학적 식 6을 이용하여 디-노멀라이징 팩터를 구한 후, 입력신호에 곱할 수 있다.
- [0256] [수학적 식 6]
- [0257] De-Normalizing factor = (Normalizing factor)⁻¹ =
- [0258]
$$\left(\sqrt{1 + 10^{-\text{InjectionLevel}\#1(\text{dB})/10} + 10^{-\text{InjectionLevel}\#2(\text{dB})/10} + \dots + 10^{-\text{InjectionLevel}\#(N+1)(\text{dB})/10}} \right)$$
- [0259] 즉, 디-노멀라이징 팩터는 상기 수학적 식 4에 의하여 표현된 노멀라이징 팩터의 역수이다.
- [0260] 실시예에 따라, N1 시그널링에 인젝션 레벨 정보뿐만 아니라 노멀라이징 팩터 정보가 포함된 경우 디-노멀라이저(1010)는 인젝션 레벨을 이용하여 디-노멀라이징 팩터를 계산할 필요 없이 노멀라이징 팩터의 역수를 취하여 간단히 디-노멀라이징 팩터를 구할 수 있다.
- [0261] 디-노멀라이저(1010)는 송신기의 파워 노멀라이저에 상응하는 것으로, 파워 노멀라이저에서 감소시킨 만큼 파워를 높인다.
- [0262] 도 12에 도시된 예에서, 디-노멀라이저(1010)는 타임 인터리버(510)의 출력 신호의 파워를 조절하는 것으로 도시되었으나, 실시예에 따라 디-노멀라이저(1010)는 타임 인터리버(510)의 앞에 위치하여 인터리빙 되기 전에 파워 조절이 수행되도록 할 수도 있다.
- [0263] 즉, 디-노멀라이저(1010)는 타임 인터리버(510)의 앞 또는 뒤에 위치하여 코어 레이어 심볼 디맵퍼의 LLR 계산 등을 위해 신호의 크기를 증폭하는 것으로 볼 수 있다.
- [0264] 타임 디인터리버(510)의 출력(또는 디-노멀라이저(1010)의 출력)은 코어 레이어 BICM 디코더(520)로 제공되고, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 데이터를 복원한다.
- [0265] 이 때, 코어 레이어 BICM 디코더(520)는 코어 레이어 심볼 디맵퍼, 코어 레이어 비트 디인터리버 및 코어 레이어 오류정정 복호화기를 포함한다. 코어 레이어 심볼 디맵퍼는 심볼과 관련된 LLR(Log-Likelihood Ratio) 값들을 계산하고, 코어 레이어 비트 디인터리버는 계산된 LLR 값들을 군집오류에 강하게 섞으며, 코어 레이어 오류정정 복호화기는 채널에서 발생한 오류를 정정한다.
- [0266] 특히, 코어 레이어 오류정정 복호화기는 정보(information) 비트들만을 출력할 수도 있고, 정보 비트들과 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 출력할 수도 있다. 이 때, 코어 레이어 오류정정 복호화기는 정보 비트들만을 코어 레이어 데이터로 출력하고, 정보 비트들에 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)로 출력할 수 있다.
- [0267] 코어 레이어 오류 정정 복호화기는 코어 레이어 LDPC 복호화기와 코어 레이어 BCH 복호화기가 직렬 연결된 형태일 수 있다. 즉, 코어 레이어 오류 정정 복호화기의 입력이 코어 레이어 LDPC 복호화기로 입력되고, 코어 레이어 LDPC 복호화기의 출력이 코어 레이어 BCH 복호화기로 입력되고, 코어 레이어 BCH 복호화기의 출력이 코어 레이어 오류 정정 복호화기의 출력이 될 수 있다. 이 때, LDPC 복호화기는 LDPC 복호를 수행하고, BCH 복호화기는 BCH 복호를 수행한다.

- [0268] 인헨스드 레이어 오류 정정 복호화기도 인헨스드 레이어 LDPC 복호화기와 인헨스드 레이어 BCH 복호화기가 직렬 연결된 형태일 수 있다. 즉, 인헨스드 레이어 오류 정정 복호화기의 입력이 인헨스드 레이어 LDPC 복호화기로 입력되고, 인헨스드 레이어 LDPC 복호화기의 출력이 인헨스드 레이어 BCH 복호화기로 입력되고, 인헨스드 레이어 BCH 복호화기의 출력이 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기의 출력이 될 수 있다.
- [0269] 나아가, 확장 레이어 오류 정정 복호화기도 확장 레이어 LDPC 복호화기와 확장 레이어 BCH 복호화기가 직렬 연결된 형태일 수 있다. 즉, 확장 레이어 오류 정정 복호화기의 입력이 확장 레이어 LDPC 복호화기로 입력되고, 확장 레이어 LDPC 복호화기의 출력이 확장 레이어 BCH 복호화기로 입력되고, 확장 레이어 BCH 복호화기의 출력이 확장 레이어 오류정정 복호화기의 출력이 될 수 있다.
- [0270] 특히, 도 9, 도 10 및 도 11를 통하러 설명한 오류정정 복호화기의 출력 중 어느 것을 사용할지에 따른 구현의 복잡성과 성능 사이의 트레이드 오프(trade off)는 도 12의 코어 레이어 BICM 디코더(520)와 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)뿐만 아니라, 확장 레이어 심볼 추출기들(650, 670), 확장 레이어 BICM 디코더들(660, 680)에도 적용된다.
- [0271] 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 BICM 디코더(520)의 코어 레이어 오류정정 복호화기로부터 전체 비트들을 제공 받아서 타임 디인터리버(510) 또는 디-노멀라이저(1010)의 출력 신호로부터 인헨스드 레이어 심볼들을 추출할 수 있다. 실시예에 따라 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 코어 레이어 BICM 디코더(520)의 오류정정 복호화기로부터 전체 비트들을 제공 받지 않고, LDPC의 정보비트들(information bits)을 제공 받거나, BCH 정보 비트들을 제공 받을 수 있다.
- [0272] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)는 버퍼, 감산기(subtractor), 코어 레이어 심볼 맵퍼 및 코어 레이어 비트 인터리버를 포함한다. 버퍼는 타임 디인터리버(510) 또는 디-노멀라이저(1010)의 출력 신호를 저장한다. 코어 레이어 비트 인터리버는 코어 레이어 BICM 디코더의 전체 비트들(정보 비트들+패리티 비트들)을 입력 받아 송신기와 동일한 코어 레이어 비트 인터리빙을 수행한다. 코어 레이어 심볼 맵퍼는 인터리빙된 신호로부터 송신기와 동일한 코어 레이어 심볼을 생성한다. 감산기는 버퍼에 저장된 신호에서 코어 레이어 심볼 맵퍼의 출력 신호를 감산함으로써, 인헨스드 레이어 심볼을 획득하고 이를 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)에 전달한다.
- [0273] 이 때, 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)에 포함되는 코어 레이어 비트 인터리버 및 코어 레이어 심볼 맵퍼는 도 7에 도시된 코어 레이어의 비트 인터리버 및 심볼 맵퍼와 동일한 것일 수 있다.
- [0274] 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 인헨스드 레이어 심볼을 입력 받아서 송신기의 인젝션 레벨 컨트롤러에 의하여 떨어진 파워만큼 파워를 증가시킨다. 즉, 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 입력 신호를 증폭하여 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)로 제공한다.
- [0275] 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)는 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)에 의하여 파워가 상승된 인헨스드 레이어 심볼을 입력 받아서 인헨스드 레이어 데이터를 복원한다.
- [0276] 이 때, 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)는 인헨스드 레이어 심볼 디맵퍼, 인헨스드 레이어 비트 디인터리버 및 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기를 포함할 수 있다. 인헨스드 레이어 심볼 디맵퍼는 인헨스드 레이어 심볼과 관련된 LLR(Log-Likelihood Ratio) 값들을 계산하고, 인헨스드 레이어 비트 디인터리버는 계산된 LLR 값들을 균집오류에 강하게 섞으며, 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기는 채널에서 발생한 오류를 정정한다.
- [0277] 특히, 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기는 정보(information) 비트들만을 출력할 수도 있고, 정보 비트들과 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 출력할 수도 있다. 이 때, 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기는 정보 비트들만을 인헨스드 레이어 데이터로 출력하고, 정보 비트들에 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 확장 레이어 심볼 추출기(650)로 출력할 수 있다.
- [0278] 확장 레이어 심볼 추출기(650)는 인헨스드 레이어 BICM 디코더(540)의 인헨스드 레이어 오류정정 복호화기로부터 전체 비트들을 제공 받아서 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)의 출력 신호로부터 확장(extension) 레이어 심볼들을 추출한다.
- [0279] 이 때, 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)는 인헨스드 레이어 심볼 추출기(530)의 감산기의 출력 신호의 파워를 증폭시킬 수 있다.
- [0280] 이 때, 확장 레이어 심볼 추출기(650)는 버퍼, 감산기(subtractor), 인헨스드 레이어 심볼 맵퍼 및 인헨스드 레이어 비트 인터리버를 포함한다. 버퍼는 디-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)의 출력 신호를 저장한다. 인헨스드 레이어 비트 인터리버는 인헨스드 레이어 BICM 디코더의 전체 비트들(정보 비트들+패리티 비트들)을 입력 받아

송신기와 동일한 인헨스드 레이어 비트 인터리빙을 수행한다. 인헨스드 레이어 심볼 맵퍼는 인터리빙된 신호로부터 송신기와 동일한 인헨스드 레이어 심볼을 생성한다. 감산기는 버퍼에 저장된 신호에서 인헨스드 레이어 심볼 맵퍼의 출력 신호를 감산함으로써, 확장 레이어 심볼을 획득하고 이를 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1150)에 전달한다.

- [0281] 이 때, 확장 레이어 심볼 추출기(650)에 포함되는 인헨스드 레이어 비트 인터리버 및 인헨스드 레이어 심볼 맵퍼는 도 7에 도시된 인헨스드 레이어의 비트 인터리버 및 심볼 맵퍼와 동일한 것일 수 있다.
- [0282] 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1150)는 송신기에서 해당 레이어의 인젝션 레벨 컨트롤러에 의하여 감소된 만큼 파워를 증가시킨다.
- [0283] 이 때, 다-인젝션 레벨 컨트롤러는 하기 수학식 7의 확장 레이어 계인을 곱하는 동작을 수행하는 것으로 볼 수 있다. 이 때, 0번째 인젝션 레벨은 0dB로 간주할 수 있다.
- [0284] [수학식 7]

$$\frac{10^{-\text{Injection level} \#(n-1)(dB)/10}}{10^{-\text{Injection level} \#n(dB)/10}}$$

- [0285] n-th Extension Layer Gain =
- [0286] 확장 레이어 BICM 디코더(660)는 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1150)에 의하여 파워가 증가된 확장 레이어 심볼을 입력 받아서 확장 레이어 데이터를 복원한다.
- [0287] 이 때, 확장 레이어 BICM 디코더(660)는 확장 레이어 심볼 디맵퍼, 확장 레이어 비트 디인터리버 및 확장 레이어 오류정정 복호화기를 포함할 수 있다. 확장 레이어 심볼 디맵퍼는 확장 레이어 심볼과 관련된 LLR(Log-Likelihood Ratio) 값들을 계산하고, 확장 레이어 비트 디인터리버는 계산된 LLR 값들을 균집오류에 강하게 섞으며, 확장 레이어 오류정정 복호화기는 채널에서 발생한 오류를 정정한다.
- [0288] 특히, 확장 레이어 심볼 추출기 및 확장 레이어 BICM 디코더는 확장 레이어가 둘 이상인 경우 각각 둘 이상 구비될 수 있다.
- [0289] 즉, 도 12에 도시된 예에서, 확장 레이어 BICM 디코더(660)의 확장 레이어 오류정정 복호화기는 정보 (information) 비트들만을 출력할 수도 있고, 정보 비트들과 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 출력할 수도 있다. 이 때, 확장 레이어 오류정정 복호화기는 정보 비트들만을 확장 레이어 데이터로 출력하고, 정보 비트들에 패리티 비트들이 결합된 전체 비트들을 다음 확장 레이어 심볼 추출기(670)로 출력할 수 있다.
- [0290] 확장 레이어 심볼 추출기(670), 확장 레이어 BICM 디코더(680) 및 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1170)의 구조 및 동작은 전술한 확장 레이어 심볼 추출기(650), 확장 레이어 BICM 디코더(660) 및 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1150)의 구조 및 동작으로부터 쉽게 알 수 있다.
- [0291] 도 12에 도시된 다-인젝션 레벨 컨트롤러들(1020, 1150, 1170)은 아래로 내려갈수록 더 큰 파워 상승에 상응하는 것일 수 있다. 즉, 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1020)보다 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1150)가 파워를 더 크게 증가시키고, 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1150)보다 다-인젝션 레벨 컨트롤러(1170)가 더 파워를 크게 증가시킬 수 있다.
- [0292] 도 12에 도시된 신호 디멀티플렉싱 장치는 가장 먼저 코어 레이어 데이터를 복원하고, 코어 레이어 심볼의 캔슬레이션을 이용하여 인헨스드 레이어 데이터를 복원하고, 인헨스드 레이어 심볼의 캔슬레이션을 이용하여 확장 레이어 데이터를 복원하는 것을 알 수 있다. 확장 레이어는 둘 이상 구비될 수 있고, 이 경우 더 높은 파워 레벨로 결합된 확장 레이어부터 복원된다.
- [0293] 도 13은 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호의 결합으로 인한 파워 상승을 나타낸 도면이다.
- [0294] 도 13을 참조하면, 코어 레이어 신호에 인젝션 레벨(injection level)만큼 파워 감소된 인헨스드 레이어 신호가 결합되어 멀티플렉싱된 신호가 생성된 경우 멀티플렉싱된 신호의 파워 레벨이 코어 레이어 신호나 인헨스드 레이어 신호의 파워 레벨보다 높은 것을 알 수 있다.
- [0295] 이 때, 도 3 및 도 7에 도시된 인젝션 레벨 컨트롤러(injection level controller)에 의해 조절되는 인젝션 레벨은 0dB부터 25.0dB까지 0.5dB 또는 1dB 간격으로 조절될 수 있다. 인젝션 레벨이 3.0dB인 경우 인헨스드 레

이어 신호의 파워가 코어 레이어 신호의 파워보다 3dB 만큼 낮다. 인젝션 레벨이 10.0dB인 경우 인헨스드 레이어 신호의 파워가 코어 레이어 신호의 파워보다 10dB 만큼 낮다. 이와 같은 관계는 코어 레이어 신호와 인헨스드 레이어 신호 사이에만 적용되는 것이 아니라, 인헨스드 레이어 신호와 확장 레이어 신호 또는 확장 레이어 신호들 사이에도 적용될 수 있다.

- [0296] 도 3 및 도 7에 도시된 파워 노멀라이저는 결합 후의 파워 레벨을 조절하여 결합으로 인한 파워 증가로 야기될 수 있는 신호의 왜곡 등의 문제를 해결할 수 있다.
- [0297] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- [0298] 도 14를 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 코어 레이어 데이터에 BICM을 적용한다(S1210).
- [0299] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 인헨스드 레이어 데이터에 BICM을 적용한다(S1220).
- [0300] 단계(S1220)에서 적용되는 BICM과 단계(S1210)에서 적용되는 BICM은 상이한 것일 수 있다. 이 때, 단계(S1220)에서 적용되는 BICM이 단계(S1210)에서 적용되는 BICM보다 덜 강인한 것일 수 있다. 이 때, 단계(S1220)에서 적용되는 BICM의 비트율이 단계(S1210)에서 적용되는 비트율보다 클 수 있다.
- [0301] 이 때, 인헨스드 레이어 신호는 상기 코어 레이어 신호에 상응하는 코어 레이어 데이터의 복원에 상응하는 캔슬레이션(cancellation)에 기반하여 복원되는 인헨스드 레이어 데이터에 상응하는 것일 수 있다.
- [0302] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 인헨스드 레이어 신호의 파워를 줄여서 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 생성한다(S1230).
- [0303] 이 때, 단계(S1230)는 인젝션 레벨을 0dB에서 25.0dB 사이에서 0.5dB 또는 1dB 간격으로 변화시킬 수 있다.
- [0304] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 코어 레이어 신호 및 파워 리듀스드 인헨스드 레이어 신호를 결합하여 멀티플렉싱된 신호를 생성한다(S1240).
- [0305] 즉, 단계(S1240)는 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호를 서로 다른 파워 레벨로 결합하되, 인헨스드 레이어 신호의 파워 레벨이 코어 레이어 신호의 파워 레벨보다 낮도록 하여 결합한다.
- [0306] 이 때, 단계(S1240)는 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호보다 낮은 파워 레벨의 하나 이상의 확장 레이어(extension layer) 신호를 상기 코어 레이어 신호 및 상기 인헨스드 레이어 신호와 함께 결합할 수 있다.
- [0307] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 단계(S1250)에 의하여 멀티플렉싱된 신호의 파워를 낮춘다(S1250).
- [0308] 이 때, 단계(S1250)는 멀티플렉싱된 신호의 파워를 상기 코어 레이어 신호의 파워만큼 낮출 수 있다. 이 때, 단계(S1250)는 상기 멀티플렉싱된 신호의 파워를 상기 단계(S1240)에 의하여 상승된 만큼 낮출 수 있다.
- [0309] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 상기 코어 레이어 신호 및 인헨스드 레이어 신호에 함께 적용되는 타임 인터리빙을 수행하여 타임 인터리빙된 신호를 생성한다(S1260).
- [0310] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임 생성 방법은 상기 타임 인터리빙된 신호를 이용하여 상기 코어 레이어 신호와 상기 인헨스드 레이어 신호에 공유되는 타임 인터리버 정보 및 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)의 시작 위치 정보를 시그널링하기 위한 프리앰블이 포함된 방송 신호 프레임을 생성한다(S1270).
- [0311] 이 때, 단계(S1270)는 상기 부트스트랩을 생성하는 단계; 상기 프리앰블을 생성하는 단계; 및 상기 타임 인터리빙된 신호에 상응하는 슈퍼 임포우즈드 페이로드를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0312] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들(Physical Layer Pipes; PLPs)을 식별하기 위한 PLP 식별 정보; 및 계층적인 분할에 상응하는 레이어들을 식별하기 위한 레이어 식별 정보를 포함할 수 있다.
- [0313] 이 때, PLP 식별 정보 및 레이어 식별 정보는 별개의 필드들로 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0314] 이 때, 타임 인터리버 정보는 상기 레이어 식별 정보(j)에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.

- [0315] 이 때, 프리앰블은 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교 (IF(j>0))한 결과에 따라 선택적으로 상기 인젝션 레벨 컨트롤러에 상응하는 인젝션 레벨 정보를 포함할 수 있다.
- [0316] 이 때, 부트스트랩은 상기 프리앰블보다 짧고, 고정된 길이를 가지는 것일 수 있다.
- [0317] 이 때, 부트스트랩은 상기 프리앰블의 구조를 나타내는 심볼을 포함하고, 상기 심볼은 상기 프리앰블의 변조방법/부호율, FFT 사이즈, 가드 인터벌 길이 및 파일럿 패턴의 조합을 나타내는 고정 비트열에 상응하는 것일 수 있다.
- [0318] 이 때, 심볼은 상기 변조방법/부호율이 동일한 경우, 제1 FFT 사이즈에 상응하는 프리앰블 구조보다, 상기 제1 FFT 사이즈보다 작은 제2 FFT 사이즈에 상응하는 프리앰블 구조가 우선적으로 할당되고, 상기 변조방법/부호율 및 상기 FFT 사이즈가 동일한 경우, 제1 가드 인터벌 길이에 상응하는 프리앰블 구조보다 상기 제1 가드 인터벌 길이보다 큰 제2 가드 인터벌 길이에 상응하는 프리앰블 구조가 우선적으로 할당되는 룩업 테이블에 상응하는 것일 수 있다.
- [0319] 이 때, 방송 신호 프레임은 ATSC 3.0 프레임일 수 있다.
- [0320] 이 때, L1 시그널링 정보는 인젝션 레벨 정보 및/또는 노멀라이징 팩터 정보를 포함할 수 있다.
- [0321] 이 때, 프리앰블은 피지컬 레이어 파이프들의 타입 정보 및 시작 위치 정보를 포함할 수 있다.
- [0322] 이 때, 타입 정보는 분산되지 않은(non-dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제1 타입과 분산된(dispersed) 피지컬 레이어 파이프에 상응하는 제2 타입 중 어느 하나를 식별하기 위한 것일 수 있다.
- [0323] 이 때, 분산되지 않은 피지컬 레이어 파이프는 연속적인 데이터 셀 인덱스들(contiguous data cell indices)에 대하여 할당되고, 상기 분산된 피지컬 레이어 파이프는 둘 이상의 서브슬라이스들로 이루어질 수 있다.
- [0324] 이 때, 타입 정보는 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 레이어 식별 정보와 기설정된 값을 비교한 결과에 따라 선택적으로 시그널링될 수 있다.
- [0325] 이 때, 타입 정보는 코어 레이어에 대해서만 시그널링될 수 있다.
- [0326] 이 때, 시작 위치 정보는 피지컬 레이어 파이프의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스와 동일하게 설정될 수 있다.
- [0327] 이 때, 시작 위치 정보는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 상기 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 지시(indicate)할 수 있다.
- [0328] 이 때, 시작 위치 정보는 상기 레이어 식별 정보에 상응하는 조건문의 조건 판단 없이 상기 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 상기 프리앰블에 포함될 수 있다.
- [0329] 도 14에는 명시적으로 도시되지 아니하였지만, 방송 신호 프레임 생성 방법은 단계(S1230)에 상응하는 인젝션 레벨 정보를 포함하는 시그널링 정보를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다. 이 때, 시그널링 정보는 L1 시그널링 정보일 수 있다.
- [0330] 도 14에 도시된 방송 신호 프레임 생성 방법은 도 2에 도시된 단계(S210)에 상응하는 것일 수 있다.
- [0331] 도 15는 본 발명의 일실시예에 따른 방송 신호 프레임을 포함하는 슈퍼프레임(super-frame) 구조를 나타낸 도면이다.
- [0332] 도 15를 참조하면, 레이어드 디비전 멀티플렉싱(Layered Division Multiplexing; LDM) 기반의 슈퍼프레임은 하나 이상의 프레임들로 구성되고, 하나의 프레임은 하나 이상의 OFDM 심볼들로 구성되는 것을 알 수 있다.
- [0333] 이 때, 각각의 OFDM 심볼들은 하나 이상의 프리앰블 심볼로 시작될 수 있다. 또한, 프레임은 레퍼런스 심볼이나 파일럿 심볼을 포함할 수도 있다.
- [0334] 도 15에 도시된 슈퍼프레임(1510)은 LDM 프레임(1520), LDM을 하지 않은 싱글-레이어(single-layer) 프레임(1530) 및 퓨처 익스텐서빌리티(future extensibility)를 위한 퓨처 익스텐션 프레임(Future Extension Frame; FEF)(1540) 등을 포함하여, 타임 디비전 멀티플렉싱(Time Division Multiplexing; TDM) 방식으로 구성될 수 있다.

- [0335] LDM 프레임(1520)은 2개의 레이어(layer)가 적용되었을 때, 어퍼 레이어(Upper Layer; UL)(1553)와 로어 레이어(Lower Layer; LL)(1555)로 구성될 수 있다.
- [0336] 이 때, 어퍼 레이어는(1553) 코어 레이어에 상응하는 것일 수 있고, 로어 레이어(1555)는 인헨스드 레이어에 상응하는 것일 수 있다.
- [0337] 이 때, 어퍼 레이어(1553) 및 로어 레이어(1555)를 포함하는 LDM 프레임(1520)은 부트스트랩(1552) 및 프리앰블(1551)을 포함할 수 있다.
- [0338] 이 때, 어퍼 레이어(1553) 데이터 및 로어 레이어(1555) 데이터는 복잡도(complexity) 및 메모리 사이즈를 줄이기 위해, 타임 인터리버를 공유하며 같은 프레임 길이(frame length) 및 FFT 사이즈를 사용할 수 있다.
- [0339] 또한, 싱글-레이어(single-layer) 프레임(1530)도 부트스트랩(1562) 및 프리앰블(1561)을 포함할 수 있다.
- [0340] 이 때, 싱글-레이어(single-layer) 프레임(1530)은 LDM 프레임(1520)과는 다른 FFT 사이즈, 타임 인터리버 및 프레임 길이를 사용할 수 있다. 이 때, 싱글-레이어 프레임(1530)은 슈퍼프레임(1510) 내에서 LDM 프레임(1520)과 TDM 방식으로 멀티플렉싱되는 것으로 볼 수 있다.
- [0341] 도 16은 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프(PLP; Physical Layer Pipe)를 적용한 LDM 프레임의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0342] 도 16을 참조하면, LDM 프레임은 시스템의 버전(version) 정보나 일반적인 시그널링 정보를 포함하는 부트스트랩 신호로 시작되는 것을 알 수 있다. 부트스트랩 이후 코드 레이트(code rate), 모듈레이션 정보, 피지컬 레이어 파이프(Physical Layer Pipe) 개수 정보 등을 포함하는 L1 시그널링 신호가 프리앰블로써 뒤따를 수 있다.
- [0343] 프리앰블(L1 SIGNAL)에 이어서 버스트(burst) 형태의 공통 피지컬 레이어 파이프(Physical Layer Pipe; PLP)가 전송될 수 있다. 이 때, 공통 피지컬 레이어 파이프는 프레임 내의 다른 피지컬 레이어 파이프들과 공유될 수 있는 데이터를 전송할 수 있다.
- [0344] 공통 피지컬 레이어 파이프 이후 서로 다른 방송 신호를 서비스하기 위한 멀티플-피지컬 레이어 파이프(Multiple-Physical Layer Pipe)가 2개 레이어들의 LDM 방식으로 전송된다. 이 때, 인도어/모바일 등 견고(robust)한 수신을 요구하는 서비스(720p나 1080p HD 등)는 코어 레이어 (어퍼 레이어) 데이터 피지컬 레이어 파이프들을 통하여, 높은 전송률을 요구하는 고정 수신 서비스(4K-UHD나 멀티플 HD 등)는 인헨스드 레이어(로어 레이어) 데이터 피지컬 레이어 파이프들을 통하여 전송될 수 있다.
- [0345] 멀티플-피지컬 레이어 파이프들이 레이어 디비전드 멀티플렉싱되면, 결과적으로 멀티플-피지컬 레이어 파이프들의 총 개수(total number)가 증가하는 것으로 볼 수 있다.
- [0346] 이 때, 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프와 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프는 복잡도(complexity) 및 메모리 사이즈를 줄이기 위하여 타임 인터리버를 공유할 수 있다. 이 때, 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프와 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프는 같은 피지컬 레이어 파이프 사이즈(PLP size)를 가질 수도 있고, 다른 피지컬 레이어 파이프 사이즈를 가질 수도 있다.
- [0347] 실시예에 따라, 레이어로 분할된 피지컬 레이어 파이프들은 서로 다른 PLP 사이즈를 가질 수도 있고, 이 경우 PLP의 시작 위치(start position)나 PLP의 사이즈를 식별하기 위한 정보를 시그널링할 수 있다.
- [0348] 도 17은 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프(PLP; Physical Layer Pipe)를 적용한 LDM 프레임의 다른 예를 나타낸 도면이다.
- [0349] 도 17을 참조하면, LDM 프레임은 부트스트랩, 프리앰블(L1 SIGNAL) 이후 공통 피지컬 레이어 파이프를 포함할 수 있는 것을 알 수 있다. 공통 피지컬 레이어 파이프 이후, 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프들과 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프들이 2-레이어 LDM 방식으로 전송될 수 있다.
- [0350] 특히, 도 17에 도시된 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프들 및 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프들은 타입1과 타입2 중 어느 하나의 타입을 가질 수 있고, 타입1과 타입2는 다음과 같이 정의될 수 있다.
- [0351] - 타입1 PLP
- [0352] 공통 PLP가 존재할 경우, 공통 PLP 이후에 전송됨
- [0353] 프레임 안에서 하나의 버스트(burst) 형태 (one slice)로 전송됨

- [0355] -타입2 PLP
- [0356] 타입1 PLP가 존재할 경우, 타입1 PLP 이후에 전송됨
- [0357] 프레임 안에서 두 개 이상의 서브-슬라이스(sub-slice) 형태로 분산되어 전송됨
- [0358] 서브-슬라이스 개수가 증가함에 따라 타임 다이버시티(time diversity)가 증가하며, 파워 소모(power consumption)의 효과를 가짐
- [0359] 이 때, 타입1 PLP는 분산되지 않은(nun-dispersed) PLP에 상응할 수 있고, 타입2 PLP는 분산된(dispersed) PLP에 상응할 수 있다. 이 때, 분산되지 않은 PLP는 연속적인 데이터 셀 인덱스(contiguous data cell indices)에 할당될 수 있다. 이 때, 분산된 PLP는 둘 이상의 서브슬라이스에 나뉘어 할당될 수 있다.
- [0360] 도 18은 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프(PLP; Physical Layer Pipe)를 적용한 LDM 프레임의 활용 예를 나타낸 도면이다.
- [0361] 도 18을 참조하면, LDM 프레임은 부트스트랩, 프리앰블 이후 공통 피지컬 레이어 파이프(PLP(1,1))를 포함할 수 있고, 로버스트한 오디오 서비스를 위한 데이터 피지컬 레이어 파이프(PLP(2,1))를 타임-다비전(time-division) 방식으로 포함할 수 있다.
- [0362] 또한, 모바일/인도어 서비스(720p 또는 1080p HD)를 위한 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프(PLP(3,1))와, 하이 데이터 레이트 서비스(4K-UHD 또는 멀티플 HD)를 위한 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프(PLP(3,2))가 2-레이어 LDM 방식으로 전송될 수 있다.
- [0363] 도 19는 2개의 레이어들을 사용하는 LDM과 멀티플-피지컬 레이어 파이프를 적용한 LDM 프레임의 다른 활용 예를 나타낸 도면이다.
- [0364] 도 19를 참조하면, LDM 프레임은 부트스트랩, 프리앰블, 공통 피지컬 레이어 파이프(PLP(1,1))를 포함할 수 있다. 이 때, 로버스트한 오디오 서비스와 모바일/인도어 서비스(720p 또는 1080p HD)는 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프들(PLP(2,1), PLP(3,1))에 나뉘어 전송되고, 하이 데이터 레이트 서비스(4K-UHD 또는 멀티플 HD)는 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프들(PLP(2,2), PLP(3,2))에 의하여 전송될 수 있다.
- [0365] 이 때, 코어 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프와 인헨스드 레이어 데이터 피지컬 레이어 파이프는 동일한 타임 인터리버를 사용할 수 있다.
- [0366] 이 때, 같은 서비스를 제공하는 피지컬 레이어 파이프들(PLP(2,2), PLP(3,2))은 동일한 PLP 그룹을 나타내는 PLP_GROUP_ID를 이용하여 동일한 서비스를 제공하는 것임을 시그널링할 수 있다.
- [0367] 도 18 및 19에서 PLP(i,j)에 의해 멀티플 피지컬 레이어 파이프들 및 레이어 다비전드 멀티플렉싱에 상응하는 레이어들을 식별하는 경우를 예로 들었으나, PLP 식별 정보 및 레이어 식별 정보는 각각 별개의 필드로 시그널링될 수도 있다.
- [0368] 실시예에 따라, 레이어마다 서로 다른 크기의 PLP가 사용될 수도 있다. 이 경우, PLP 식별자를 통해 각각의 서비스를 식별할 수 있다.
- [0369] 레이어마다 서로 다른 크기의 PLP가 사용되는 경우, PLP마다 PLP 시작 위치 및 PLP 길이를 시그널링할 수 있다.
- [0370] 하기 수도코드는 본 발명의 일실시예에 따른 프리앰블에 포함되는 필드들의 일 예를 나타낸 것이다. 이 때, 하기 수도코드는 프리앰블의 L1 시그널링 정보에 포함될 수 있다.
- [0371] [수도코드]
- [0372] SUB_SLICES_PER_FRAME (15 bits)
- [0373] NUM_PLP (8 bits)
- [0374] NUM_AUX (4 bits)
- [0375] AUX_CONFIG_RFU (8 bits)
- [0377] for i=0.. NUM_RF-1 {
- [0378] RF_IDX (3 bits)

[0379]	FREQUENCY	(32 bits)
[0380]	}	
[0382]	IF S2=='xxx1' {	
[0383]	FEF_TYPE	(4 bits)
[0384]	FEF_LENGTH	(22 bits)
[0385]	FEF_INTERVAL	(8 bits)
[0386]	}	
[0388]	for i=0 .. NUM_PLP-1 {	
[0389]	NUM_LAYER	(2~3 bits)
[0390]	for j=0 .. NUM_LAYER-1{	
[0391]	/* Signaling for each layer */	
[0392]	PLP_ID (i, j)	(8 bits)
[0393]	PLP_GROUP_ID	(8 bits)
[0394]	PLP_TYPE	(3 bits)
[0395]	PLP_PAYLOAD_TYPE	(5 bits)
[0396]	PLP_COD	(4 bits)
[0397]	PLP_MOD	(3 bits)
[0398]	PLP_SSD	(1 bit)
[0399]	PLP_FEC_TYPE	(2 bits)
[0400]	PLP_NUM_BLOCKS_MAX	(10 bits)
[0401]	IN_BAND_A_FLAG	(1 bit)
[0402]	IN_BAND_B_FLAG	(1 bit)
[0403]	PLP_MODE	(2 bits)
[0404]	STATIC_PADDING_FLAG	(1 bit)
[0405]	IF (j > 0)	
[0406]	LL_INJECTION_LEVEL	(3~8 bits)
[0407]	} /* End of NUM_LAYER loop */	
[0409]	/* Common signaling for all layers */	
[0410]	FF_FLAG	(1 bit)
[0411]	FIRST_RF_IDX	(3 bits)
[0412]	FIRST_FRAME_IDX	(8 bits)
[0413]	FRAME_INTERVAL	(8 bits)
[0414]	TIME_IL_LENGTH	(8 bits)
[0415]	TIME_IL_TYPE	(1 bit)
[0416]	RESERVED_1	(11 bits)
[0417]	STATIC_FLAG	(1 bit)

- [0418] PLP_START (24 bits)
- [0419] } / * End of NUM_PLP loop */
- [0420]
- [0421] FEF_LENGTH_MSB (2 bits)
- [0422] RESERVED_2 (30 bits)
- [0424] for i=0 .. NUM_AUX-1 {
- [0425] AUX_STREAM_TYPE (4 bits)
- [0426] AUX_PRIVATE_CONF (28 bits)
- [0427] }
- [0428] 상기 수도코드에서 NUM_LAYER는 2비트 또는 3비트로 구성될 수 있다. 이 때, NUM_LAYER는 시간적으로 분할된 각각의 PLP 내에서 레이어들의 개수를 나타내기 위해 사용되는 필드일 수 있다. 이 때, NUM_LAYER는 NUM_PLP 루프 내에서 정의되어 시간적으로 분할된 각각의 PLP마다 다른 개수의 레이어들을 가질 수 있다.
- [0429] 상기 수도코드에서 LL_INJECTION_LEVEL은 3~8비트로 구성될 수 있다. 이 때, LL_INJECTION_LEVEL은 로어 레이어(인헨스드 레이어)의 삽입 레벨(injection level)을 정의하기 위한 필드일 수 있다. 이 때, LL_INJECTION_LEVEL은 인젝션 레벨 정보에 상응하는 것일 수 있다.
- [0430] 이 때, LL_INJECTION_LEVEL은 레이어가 2개 이상인 경우, 두 번째 레이어부터(j>0) 정의될 수 있다.
- [0431] PLP_ID(i, j), PLP_GROUP_ID, PLP_TYPE, PLP_PAYLOAD_TYPE, PLP_COD, PLP_MOD, PLP_SSD, PLP_FEC_TYPE, PLP_NUM_BLOCKS_MAX, IN_BAND_A_FLAG, IN_BAND_B_FLAG, PLP_MODE, STATIC_PADDING_FLAG 등의 필드들은 각각의 레이어 별로 정의되는 파라미터들로, NUM_LAYER 루프 내에서 정의될 수 있다.
- [0432] 이 때, PLP_ID(i, j)는 PLP 식별 정보 및 레이어 식별 정보에 상응하는 것일 수 있다. 예를 들어, PLP_ID(i, j)의 i는 PLP 식별 정보에 상응하고, j는 레이어 식별 정보에 상응하는 것일 수 있다.
- [0433] 실시예에 따라, PLP 식별 정보와 레이어 식별 정보는 별개의 필드들로 프리앰블에 포함될 수도 있다.
- [0434] 또한, TIME_IL_LENGTH나 TIME_IL_TYPE 등의 타임 인터리버 정보나 PLP 사이즈와 관련된 FRAME_INTERVAL이나 FF_FLAG, FIRST_RF_IDX, FIRST_FRAME_IDX, RESERVED_1, STATIC_FLAG 등의 필드들은 NUM_LAYER 루프 밖, NUM_PLP 루프 안에서 정의될 수 있다.
- [0435] 특히, PLP_TYPE은 전송한 피지컬 레이어 파이프들의 타입 정보를 나타내는 것으로, 제1 타입과 제2 타입 두 가지를 식별하면 되므로 1비트로 구성될 수도 있다. 상기 수도코드에서는 PLP_TYPE이 레이어 식별 정보(j)에 상응하는 조건문의 판단 없이 상기 프리앰블에 포함되는 예를 설명하였으나, PLP_TYPE은 레이어 식별 정보(j)와 기설정된 값(0)을 비교한 결과(if(j=0))에 따라 선택적으로 시그널링(코어 레이어에 대해서만 전송)될 수도 있다.
- [0436] 상기 수도코드에서 PLP_START는 해당 피지컬 레이어 파이프의 시작 위치(start position)를 나타낸다. 이 때, PLP_START는 셀 어드레싱 스킴(cell addressing scheme)을 이용하여 시작 위치를 나타낼 수 있다. 이 때, PLP_START는 해당 PLP의 첫 번째 데이터 셀에 상응하는 인덱스일 수 있다.
- [0437] 특히, PLP_START는 모든 피지컬 레이어 파이프들 각각에 대하여 시그널링될 수 있고, 실시예에 따라 PLP의 사이즈를 시그널링하는 필드와 함께 멀티플-피지컬 레이어 파이프를 이용한 서비스 식별에 이용될 수도 있다.
- [0438] 이상에서와 같이 본 발명에 따른 방송 신호 프레임 생성 장치 및 방법은 상기한 바와 같이 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

- [0439] 310: 코어 레이어 BICM부
- 320: 인헨스드 레이어 BICM부

330: 인젝션 레벨 컨트롤러

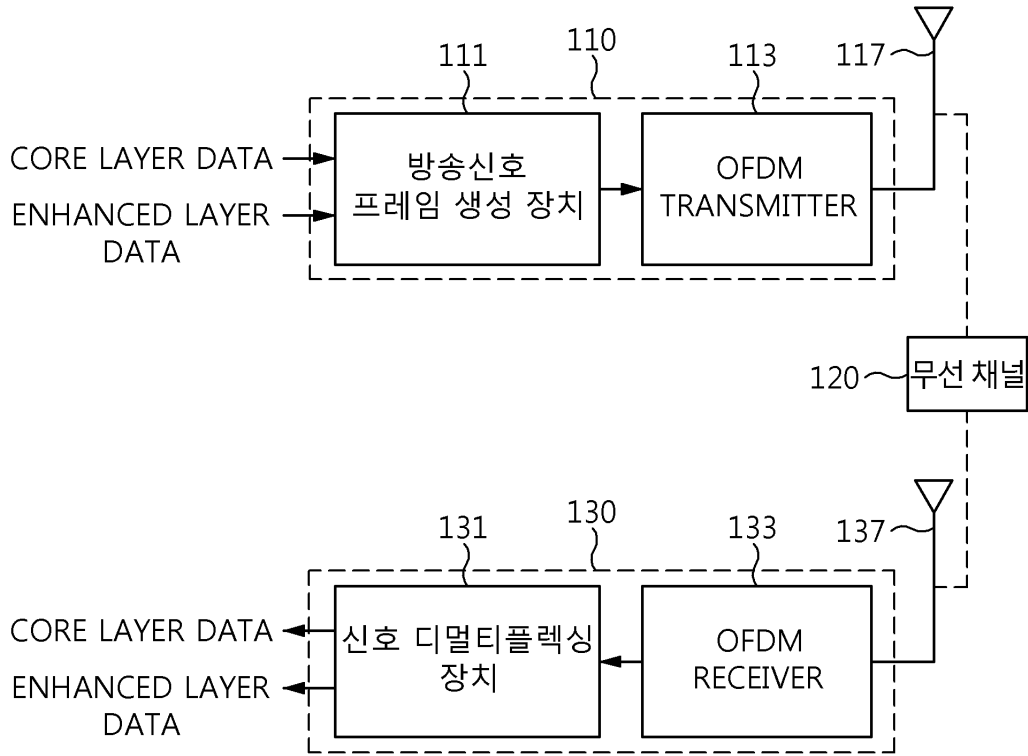
340: 결합기

350: 타임 인터리버

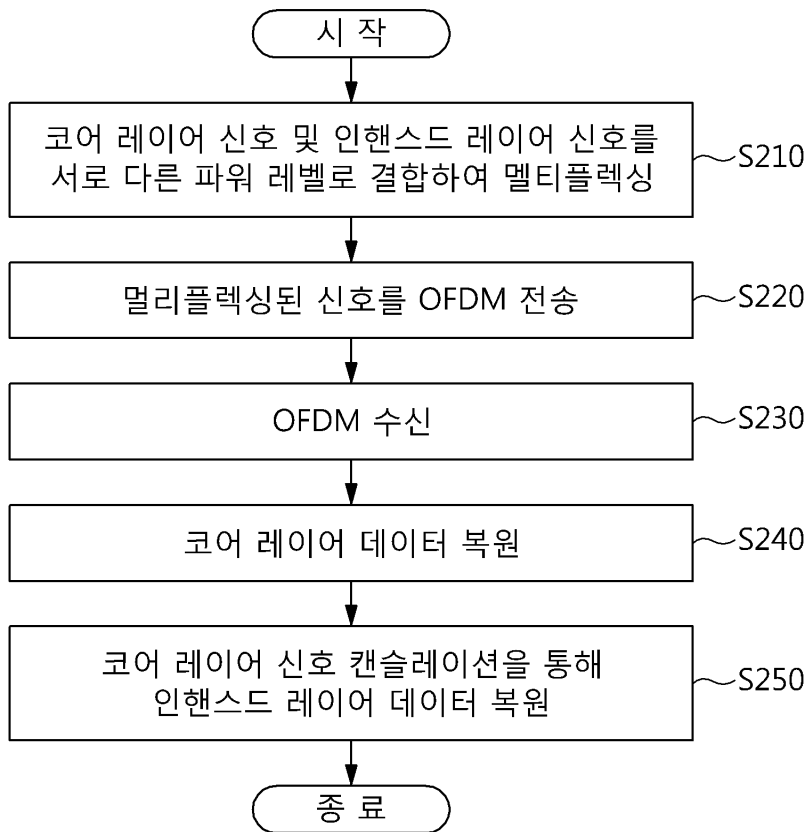
345: 파워 노멀라이저

도면

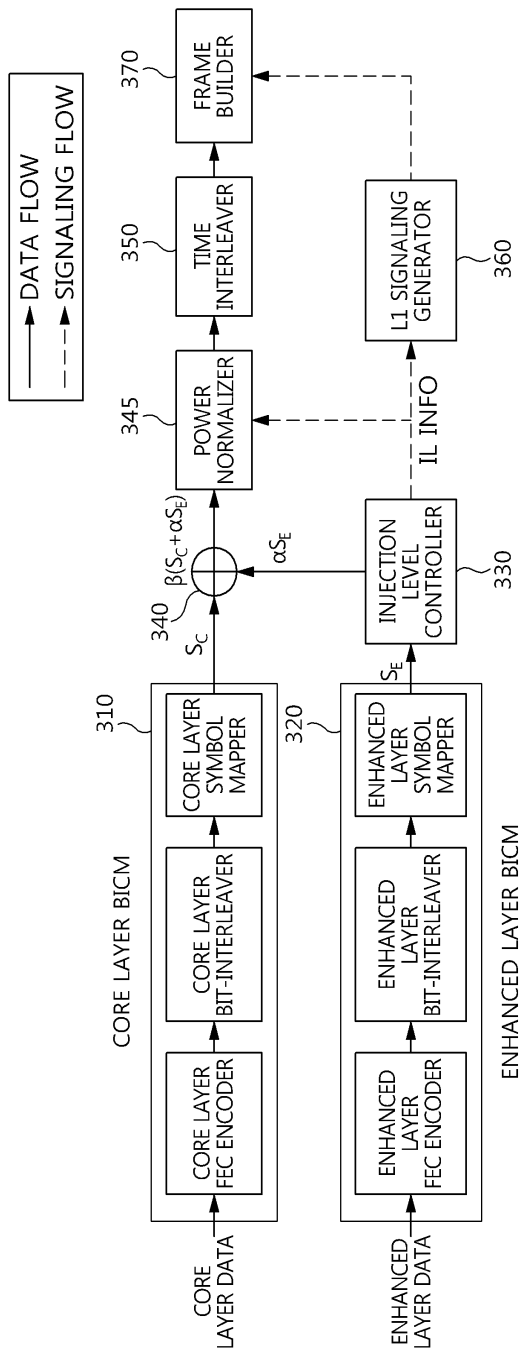
도면1



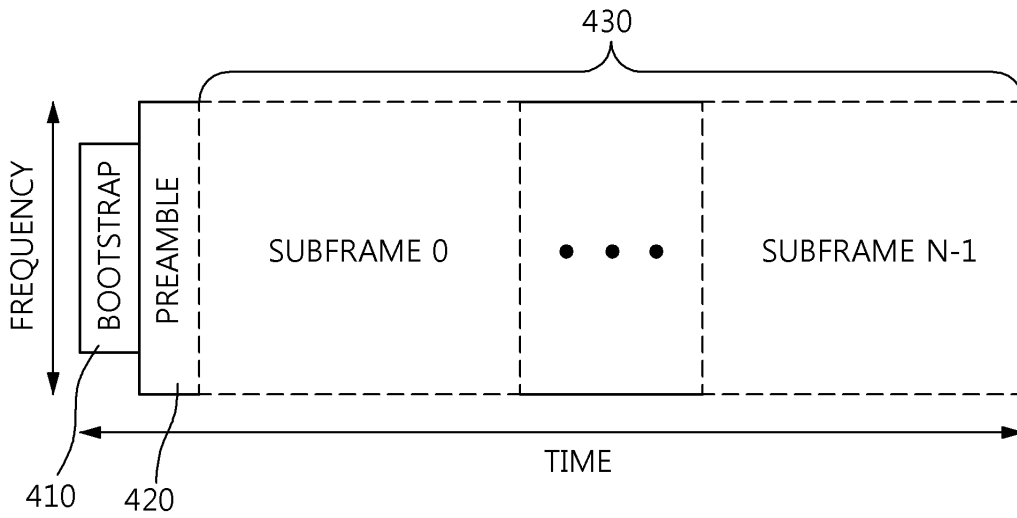
도면2



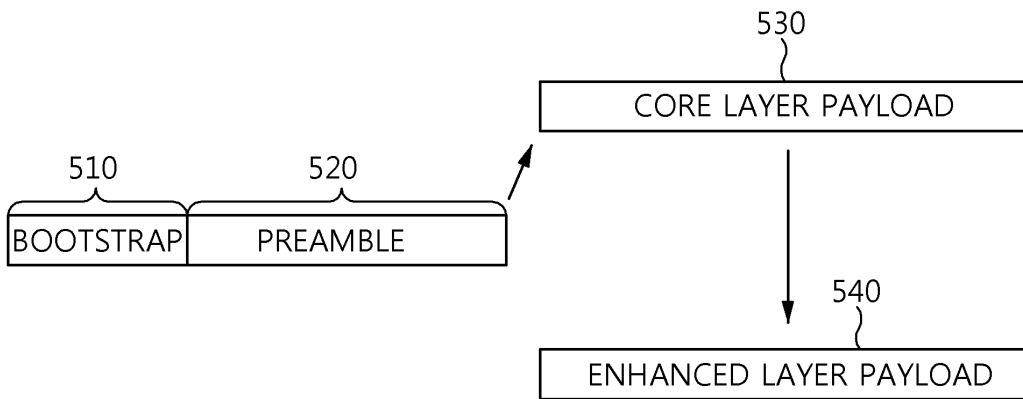
도면3



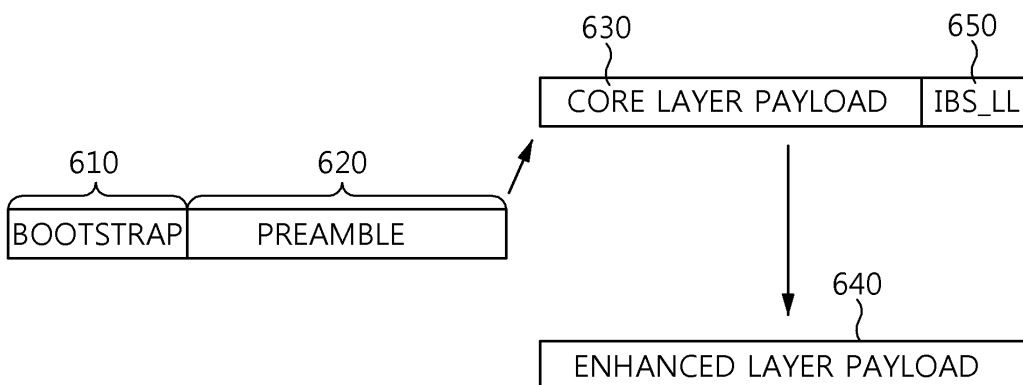
도면4



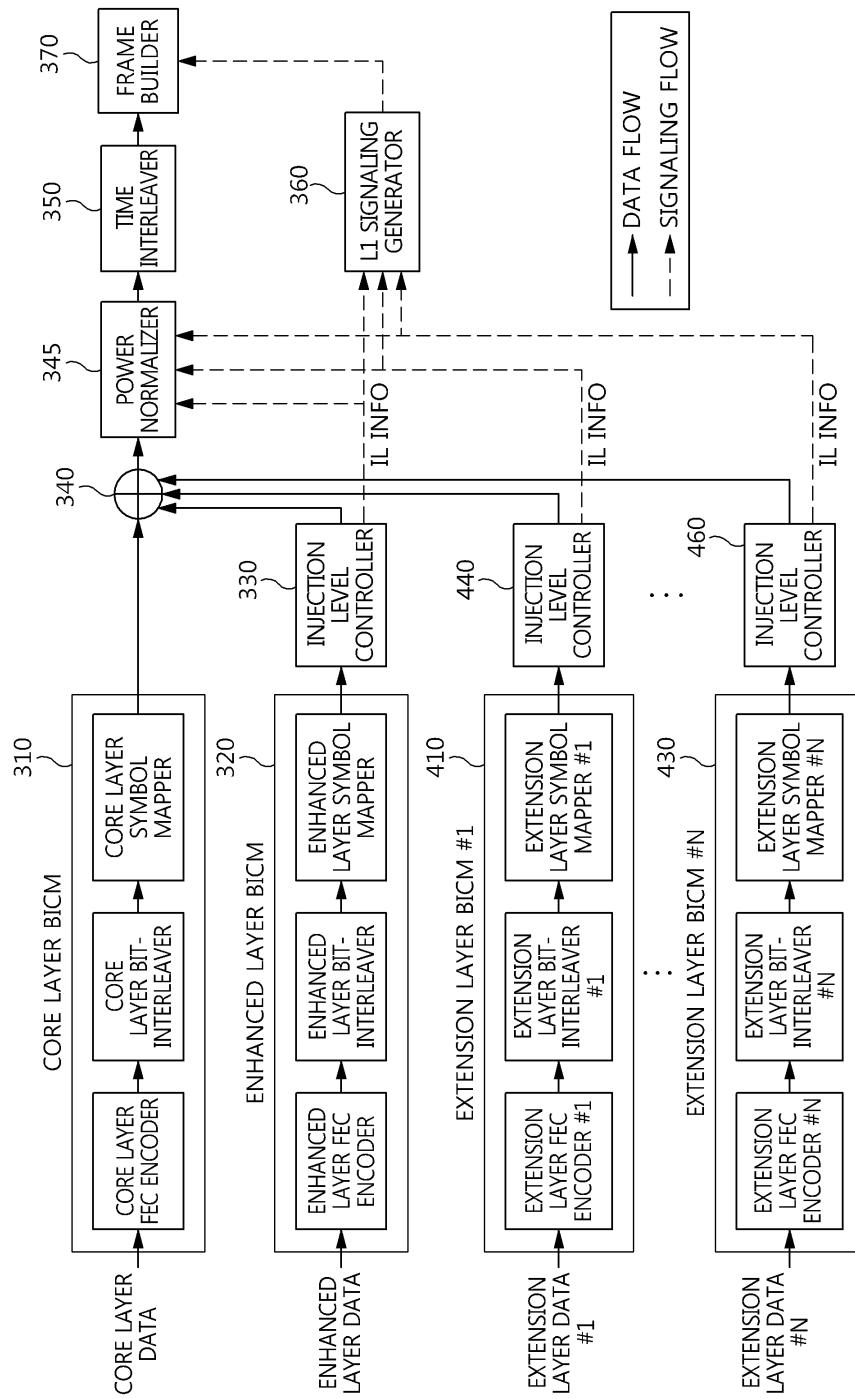
도면5



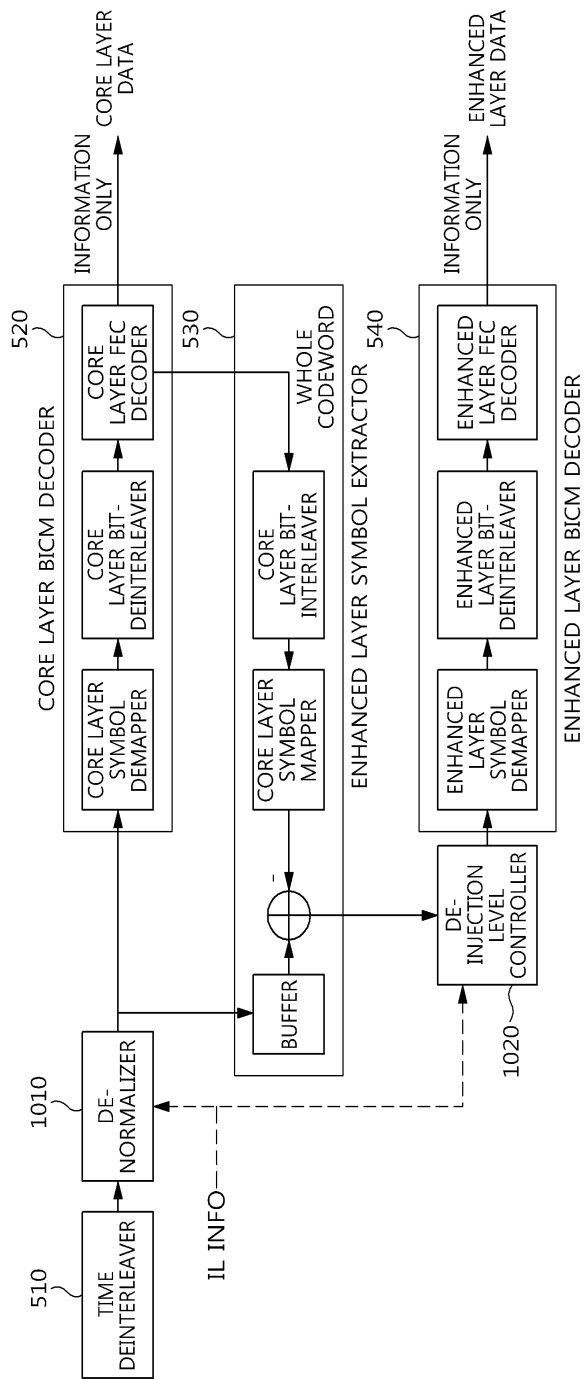
도면6



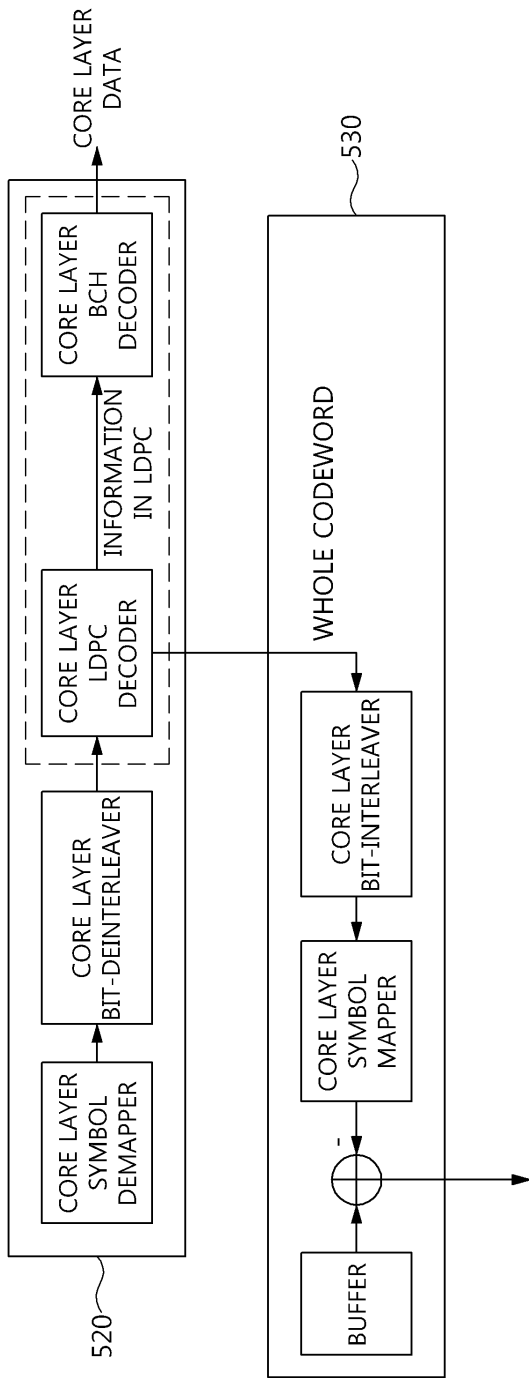
도면7



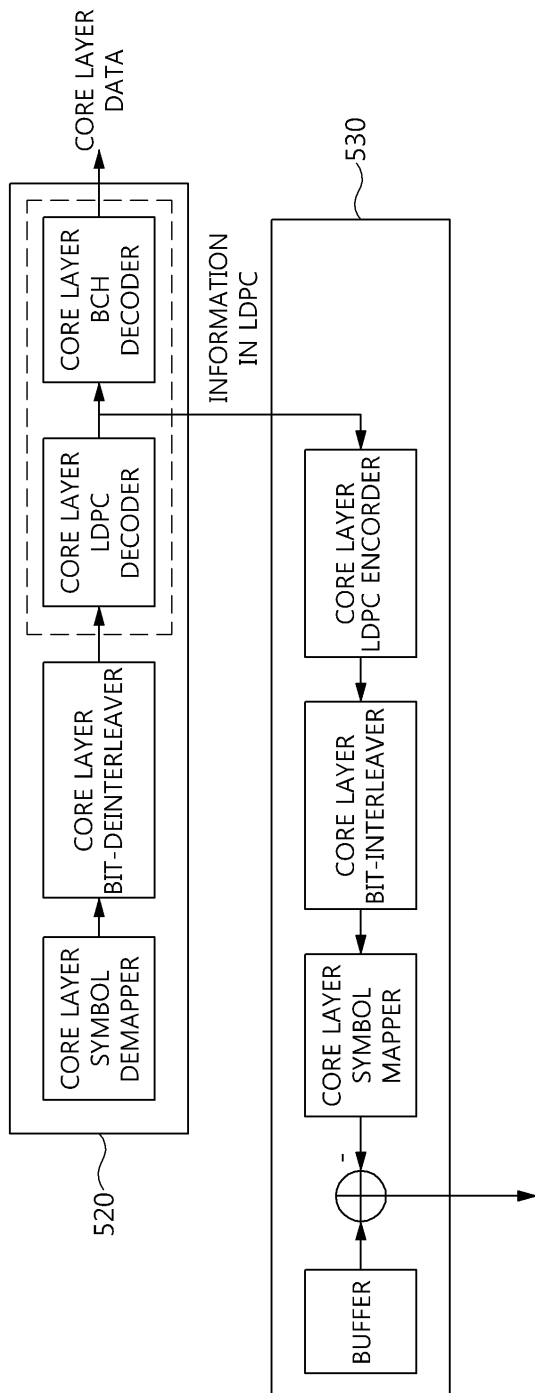
도면8



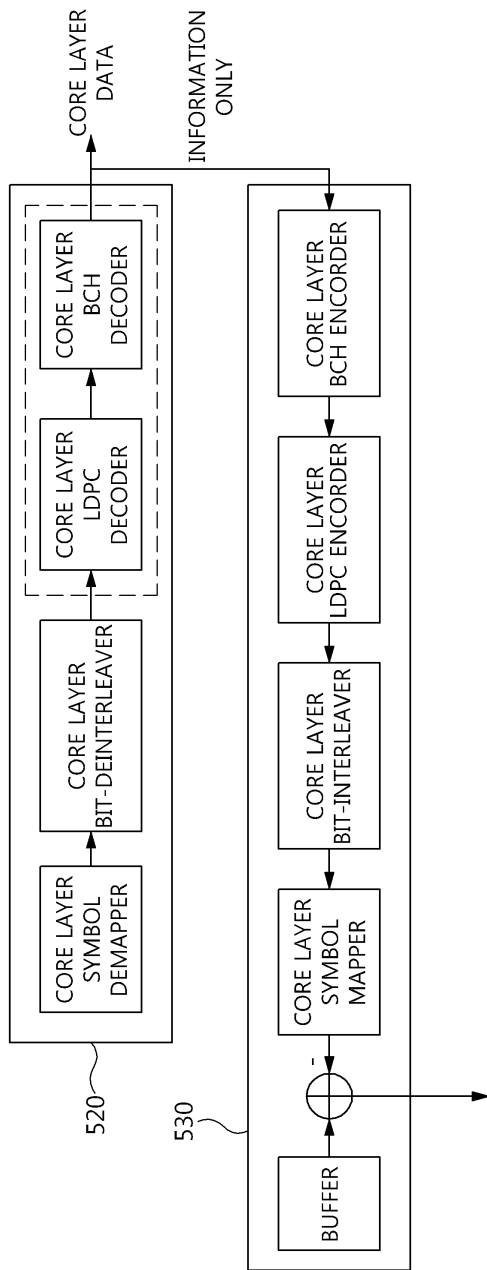
도면9



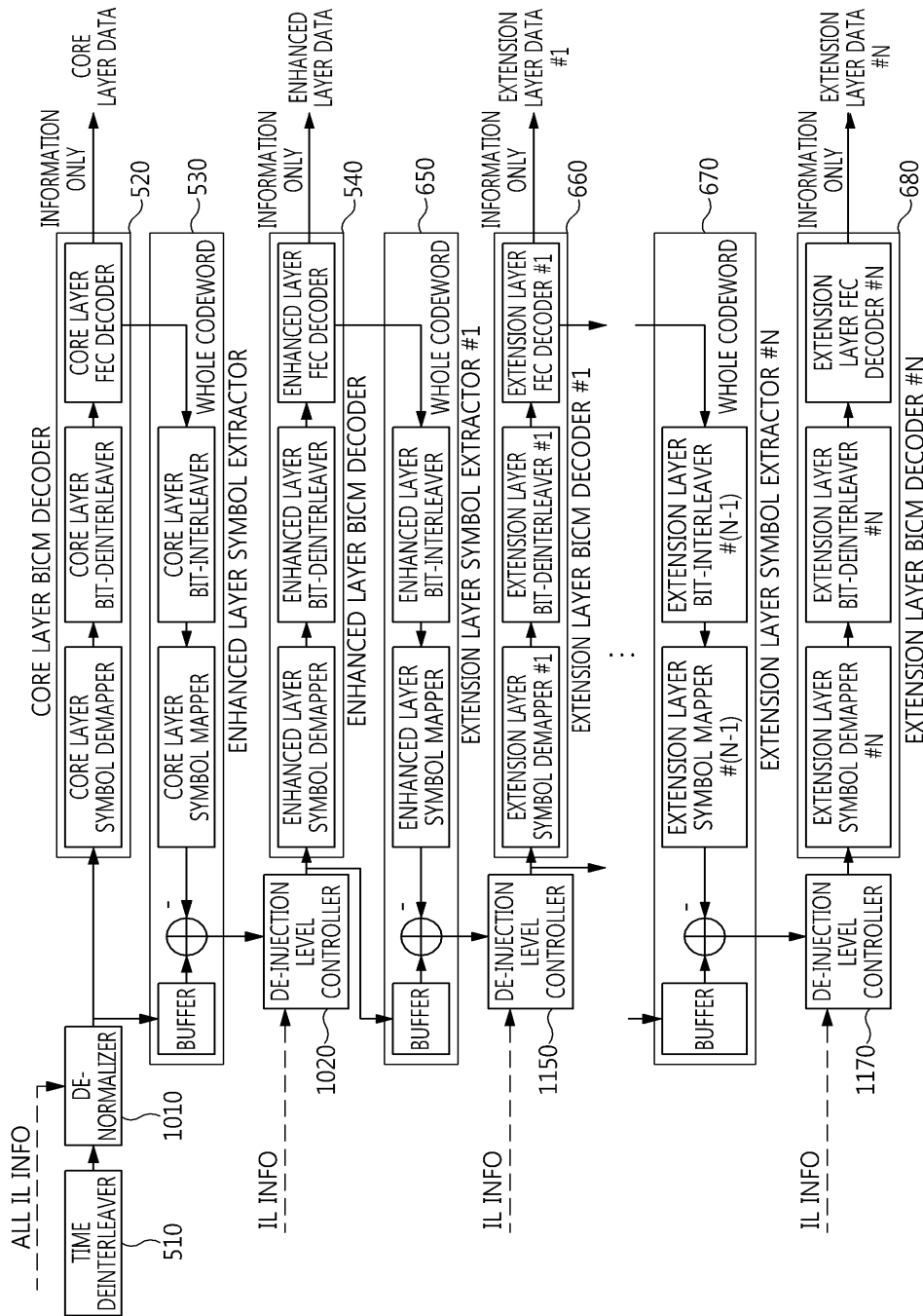
도면10



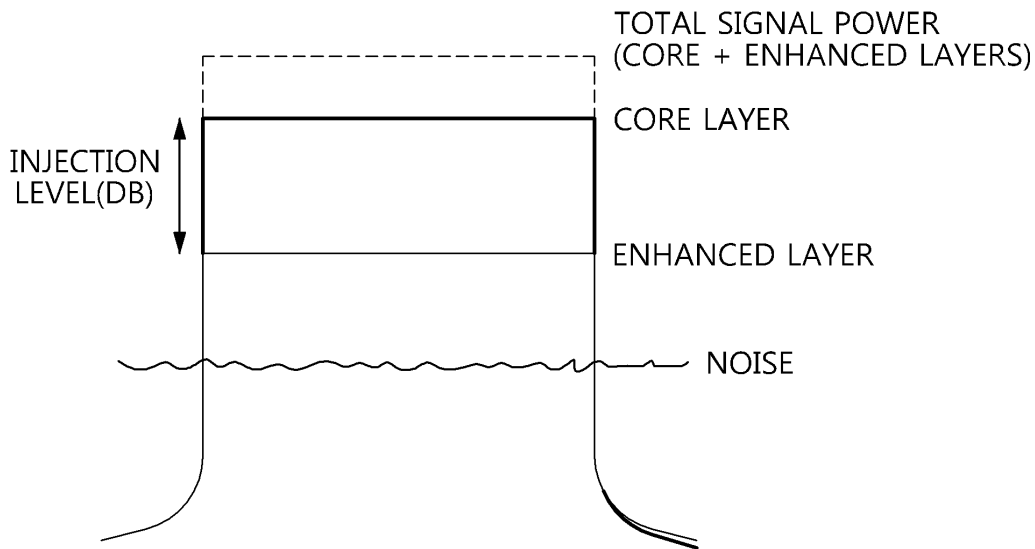
도면11



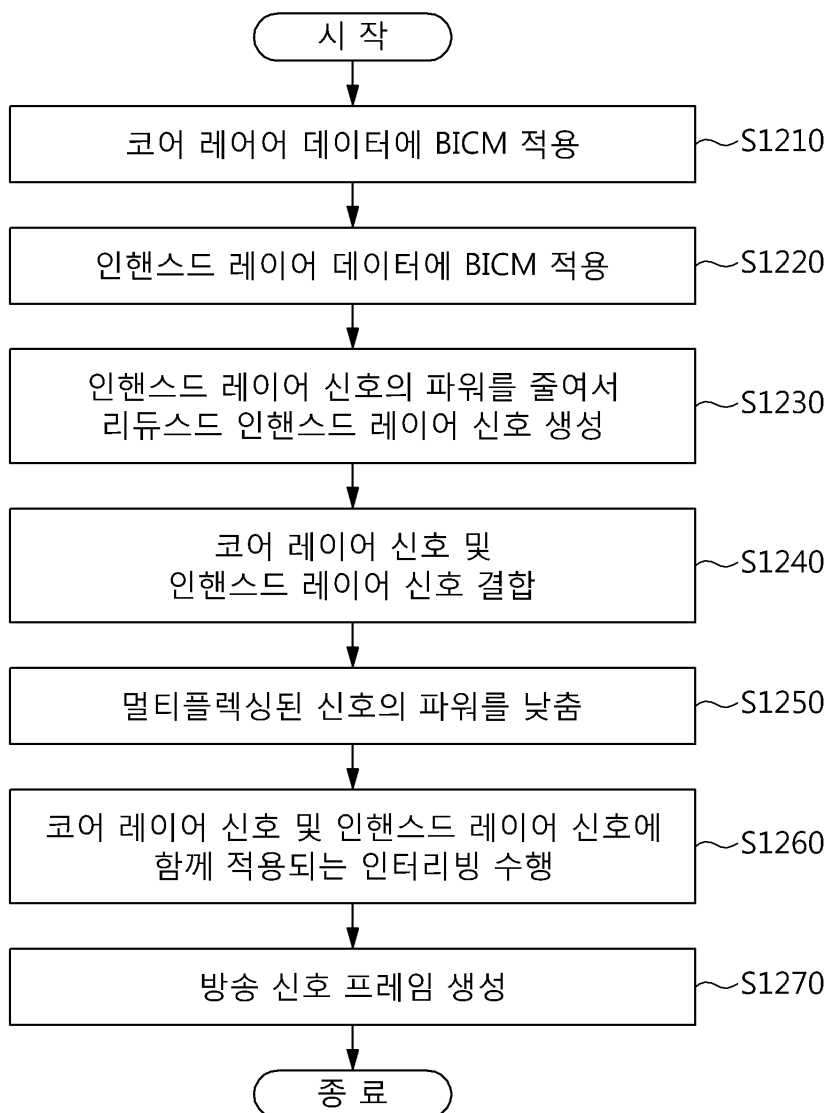
도면 12



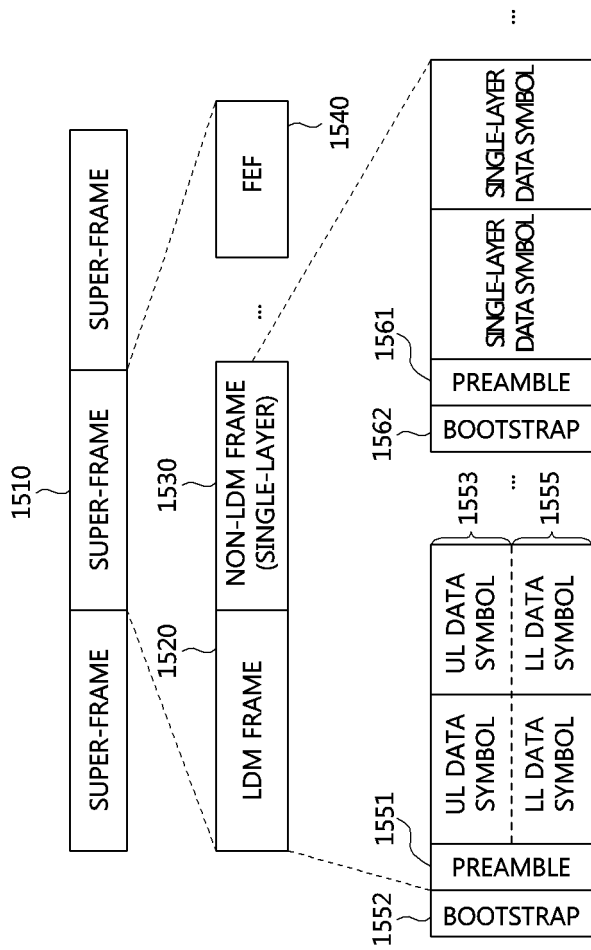
도면13



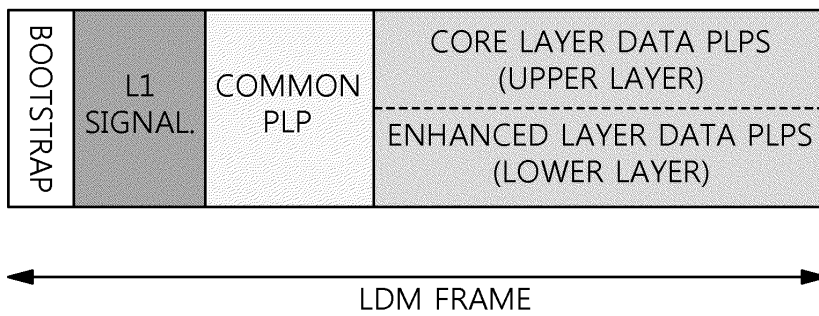
도면14



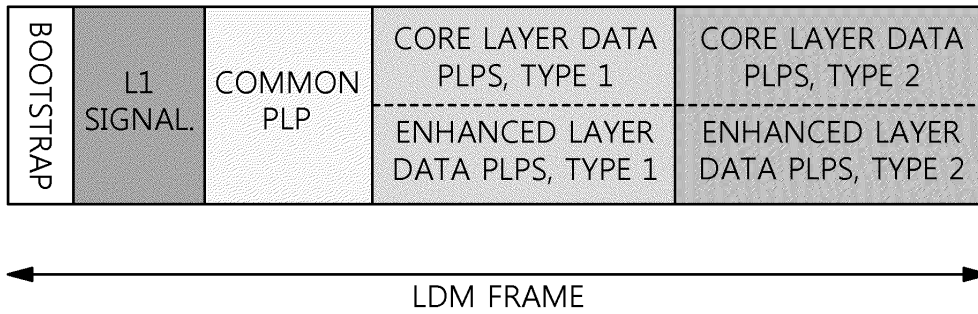
도면15



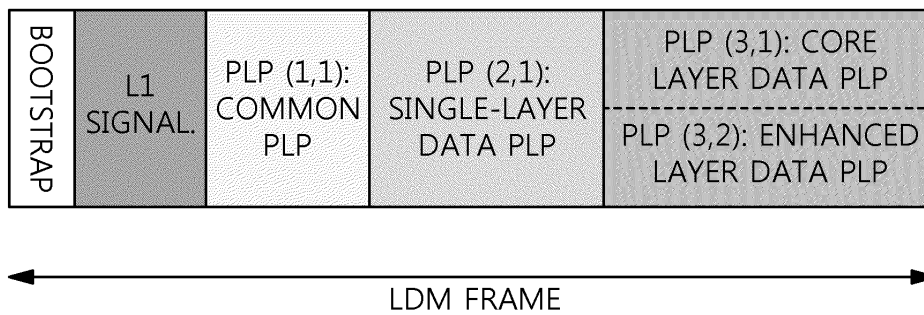
도면16



도면17



도면18



도면19

