



- (51) 국제특허분류:
H04L 1/00 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/008613
- (22) 국제출원일: 2015년 8월 18일 (18.08.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
62/135,722 2015년 3월 20일 (20.03.2015) US
62/144,869 2015년 4월 8일 (08.04.2015) US
- (71) 출원인: 엘지전자(주) (LG ELECTRONICS INC.)
[KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 백종섭 (BAEK, Jongseob); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
신종웅 (SHIN, Jongwoong); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
고우석 (KO, Woosuk); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR).
홍성룡 (HONG, Sungryong); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19, LG 전자 특허센터, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 로알 (ROYAL PATENT & LAW OFFICE); 08806 서울시 관악구 남부순환로 2072, 도원회관 빌딩 1층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

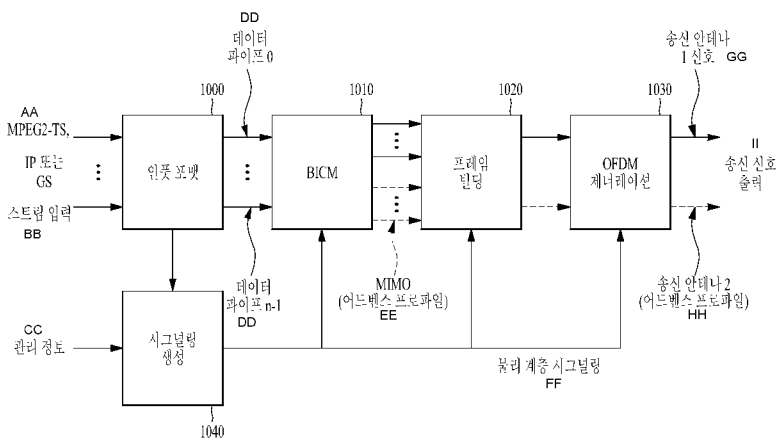
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: BROADCAST SIGNAL TRANSMISSION OR RECEPTION DEVICE AND METHOD

(54) 발명의 명칭: 방송 신호 송수신 장치 및 방법



1000 ... Input format
1020 ... Frame building
1030 ... OFDM generation
1040 ... Signaling generation
AA ... MPEG2-TS, IP or GS
BB ... Stream input
CC ... Management information
DD ... Data pipe
EE ... MIMO (advanced profile)
FF ... Physical layer signaling
GG ... Transmission antenna 1 signal
HH ... Transmission antenna 2 (advanced profile)
II ... Transmission signal output

(57) Abstract: Disclosed is a broadcast signal transmitter. The broadcast signal transmitter comprises: a first BICM unit for performing FEC encoding of first layer data; a second BICM unit for performing FEC encoding of second layer data; a layered division multiplexing (LDM) injection unit for performing LDM processing of the first layer data and the second layer data so as to output combined LDM data; a framing/interleaving unit for interleaving the combined LDM data and generating a signal frame; and a waveform generation unit for performing OFDM modulation of the LDM data and generating a broadcast signal.

(57) 요약서: 방송 신호 송신기가 개시된다. 방송 신호 송신기는, 제 1 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 제 1 BICM 유닛, 제 2 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 제 2 BICM 유닛, 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 LDM(Layered Division Multiplexing) 프로세싱하여 컴바이닝된 LDM 데이터를 출력하는 LDM 인젝션 유닛, 상기 컴바이닝된 LDM 데이터를 인터리빙하고 신호 프레임을 생성하는 프레임링/인터리빙 유닛 및 상기 LDM 데이터를 OFDM

변조하고 방송 신호를 생성하는 웨이브폼 생성 유닛을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 방송 신호 송수신 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 방송 신호 송신 장치, 방송 신호 수신 장치, 및 방송 신호 송수신 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 아날로그 방송 신호 송신이 종료됨에 따라, 디지털 방송 신호를 송수신하기 위한 다양한 기술이 개발되고 있다. 디지털 방송 신호는 아날로그 방송 신호에 비해 더 많은 양의 비디오/오디오 데이터를 포함할 수 있고, 비디오/오디오 데이터뿐만 아니라 다양한 종류의 부가 데이터를 더 포함할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 즉, 디지털 방송 시스템은 HD(High Definition) 이미지, 멀티채널(multi channel, 다채널) 오디오, 및 다양한 부가 서비스를 제공할 수 있다. 그러나, 디지털 방송을 위해서는, 많은 양의 데이터 전송에 대한 데이터 전송 효율, 송수신 네트워크의 견고성(robustness), 및 모바일 수신 장치를 고려한 네트워크 유연성(flexibility)이 향상되어야 한다.

과제 해결 수단

- [4] 상술한 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신기는, 제 1 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 제 1 BICM 유닛; 제 2 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 제 2 BICM 유닛; 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 LDM(Layered Division Multiplexing) 데이터를 출력하는 LDM 인젝션 유닛; 상기 LDM 데이터를 인터리빙하고 신호 프레임 생성하는 프레임/인터리빙 유닛 및 상기 LDM 데이터에 OFDM 변조를 수행하고 방송 신호를 생성하는 웨이브폼 생성 유닛을 포함하며, 상기 프레임/인터리빙 유닛은 상기 LDM 데이터를 타임 인터리빙하는 타임 인터리버를 더 포함한다.
- [5] 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신기에 있어서, 상기 LDM 인젝션 유닛은, 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터 간의 전송 전력 분배(distribution)를 컨트롤하는 인젝션 레벨 컨트롤러; 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 상기 LDM 데이터를 출력하는 레이어 컴바이너; 및 상기 LDM 데이터의 전력을 노멀라이징하는 파워 노멀라이저를 더 포함한다.
- [6] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신기에 있어서, 상기 타임 인터리버는 상기 LDM 데이터를 TI(Time Interleaver) 블록 단위로 인터리빙할 수 있다.

- [7] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신기에 있어서, 상기 TI 블록의 사이즈는 상기 제 1 레이어에 대해 정수개의 제 1 FEC 블록의 사이즈에 해당하고, 상기 제 2 레이어에 대해 정수개의 제 2 FEC 블록의 사이즈에 해당할 수 있다.
- [8] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신기에 있어서, 상기 TI 블록의 사이즈는 상기 제 1 레이어에 대해 정수개의 제 1 FEC 블록의 사이즈에 해당하며, 상기 TI 블록의 사이즈가 상기 제 2 레이어에 대해 정수개의 제 2 FEC 블록의 사이즈에 해당하지 않는 경우, 상기 TI 블록의 사이즈를 초과하는 마지막 FEC 블록을 삭제하고 더미 셀을 삽입함으로써 상기 TI 블록을 채울 수 있다.
- [9] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신기에 있어서, 적어도 하나의 상기 TI 블록은 하나의 TI 그룹에 포함되며, 상기 하나의 TI 그룹은 상기 제 1 레이어의 하나의 PLP에 해당할 수 있다.
- [10] 본 발명에 따른 방송 신호 송신 방법은, 제 1 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 단계; 제 2 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 단계; 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 LDM(Layered Division Multiplexing) LDM 데이터를 출력하는 단계; 상기 LDM 데이터를 인터리빙하고 신호 프레임 생성하는 단계; 및 상기 LDM 데이터에 OFDM 변조를 수행하고 방송 신호를 생성하는 단계를 포함하며, 상기 인터리빙 및 신호 프레임 생성 단계는 상기 LDM 데이터를 타임 인터리빙하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [11] 본 발명의 실시예에 따른 방송 신호 송신 방법에 있어서, 상기 LDM 프로세싱 단계는, 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터 간의 전송 전력 분배(distribution)를 컨트롤하는 단계; 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 상기 LDM 데이터를 출력하는 단계; 및 상기 LDM 데이터의 전력을 노멀라이징하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [12] 본 발명은 서비스 특성에 따라 데이터를 처리하여 각 서비스 또는 서비스 컴포넌트에 대한 QoS (Quality of Service)를 제어함으로써 다양한 방송 서비스를 제공할 수 있다.
- [13] 본 발명은 동일한 RF (radio frequency) 신호 대역폭을 통해 다양한 방송 서비스를 전송함으로써 전송 유연성(flexibility)을 달성할 수 있다.
- [14] 본 발명은 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 시스템을 이용하여 데이터 전송 효율 및 방송 신호의 송수신 견고성(Robustness)을 향상시킬 수 있다.
- [15] 본 발명에 따르면, 모바일 수신 장치를 사용하거나 실내 환경에 있더라도, 어려 없이 디지털 방송 신호를 수신할 수 있는 방송 신호 송신 및 수신 방법 및 장치를 제공할 수 있다.
- [16] 이하에서 본 발명의 추가적인 효과들을 실시예와 관련하여 더욱 상세히 설명하도록 한다.

도면의 간단한 설명

- [17] 본 발명에 대해 더욱 이해하기 위해 포함되며 본 출원에 포함되고 그 일부를 구성하는 첨부된 도면은 본 발명의 원리를 설명하는 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시예를 나타낸다.
- [18] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치의 구조를 나타낸다.
- [19] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인풋 포매팅(Input formatting, 입력 포맷) 블록을 나타낸다.
- [20] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 인풋 포매팅(Input formatting, 입력 포맷) 블록을 나타낸다.
- [21] 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 인풋 포매팅(Input formatting, 입력 포맷) 블록을 나타낸다.
- [22] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 BICM (bit interleaved coding & modulation) 블록을 나타낸다.
- [23] 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 BICM 블록을 나타낸다.
- [24] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임 빌딩(Frame Building, 프레임 생성) 블록을 나타낸다.
- [25] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) 제너레이션(generation, 생성) 블록을 나타낸다.
- [26] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 수신 장치의 구조를 나타낸다.
- [27] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임 구조를 나타낸다.
- [28] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임의 시그널링 계층 구조를 나타낸다.
- [29] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 프리앰블 시그널링 데이터를 나타낸다.
- [30] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 PLS1 데이터를 나타낸다.
- [31] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타낸다.
- [32] 도 15는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타낸다.
- [33] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임의 로지컬(logical, 논리) 구조를 나타낸다.
- [34] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 PLS (physical layer signalling) 매핑을 나타낸다.
- [35] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 EAC (emergency alert channel) 매핑을 나타낸다.
- [36] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 FIC (fast information channel) 매핑을 나타낸다.
- [37] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 DP(data pipe, 데이터 파이프)의 타입을 나타낸다.

- [38] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 DP(data pipe, 데이터 파이프) 매핑을 나타낸다.
- [39] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 FEC (forward error correction) 구조를 나타낸다.
- [40] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 비트 인터리빙을 나타낸다.
- [41] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타낸다.
- [42] 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 타임 인터리빙을 나타낸다.
- [43] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 트위스트된 행-열 블록 인터리버의 기본 동작을 나타낸다.
- [44] 도 27은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 트위스트된 행-열 블록 인터리버의 동작을 나타낸다.
- [45] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 트위스트된 행-열 블록 인터리버의 대각선 방향 읽기 패턴을 나타낸다.
- [46] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 각 인터리빙 어레이(array)로부터 인터리빙된 XFECBLOCK을 나타낸다.
- [47] 도 30은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 BICM 블록의 상세 블록도를 나타낸다.
- [48] 도 31은 본 발명의 실시예에 따른 타임 인터리버를 나타낸다.
- [49] 도 32는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신기의 구성을 나타낸다.
- [50] 도 33는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신기 중 일부의 구성을 나타낸다.
- [51] 도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱 방법을 나타낸다.
- [52] 도 35는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [53] 도 36은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [54] 도 37은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [55] 도 38은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [56] 도 39는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [57] 도 40은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [58] 도 41은 본 발명의 실시예에 따른 디매핑/디코딩 블록의 상세 블록도를 나타낸다.
- [59] 도 42는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 수신기 중 일부의 구성을 나타낸다.

[60] 도 43은 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신 방법을 나타낸다.

[61] 도 44는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 수신 방법을 나타낸다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[62] 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 구체적으로 설명하며, 그 예는 첨부된 도면에 나타낸다. 첨부된 도면을 참조한 아래의 상세한 설명은 본 발명의 실시예에 따라 구현될 수 있는 실시예만을 나타내기보다는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기 위한 것이다. 다음의 상세한 설명은 본 발명에 대한 철저한 이해를 제공하기 위해 세부 사항을 포함한다. 그러나 본 발명이 이러한 세부 사항 없이 실행될 수 있다는 것은 당업자에게 자명하다.

[63] 본 발명에서 사용되는 대부분의 용어는 해당 분야에서 널리 사용되는 일반적인 것들에서 선택되지만, 일부 용어는 출원인에 의해 임의로 선택되며 그 의미는 필요에 따라 다음 설명에서 자세히 서술한다. 따라서 본 발명은 용어의 단순한 명칭이나 의미가 아닌 용어의 의도된 의미에 근거하여 이해되어야 한다.

[64] 본 발명은 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 및 수신 장치 및 방법을 제공한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스는 지상파 방송 서비스, 모바일 방송 서비스, UHDTV 서비스 등을 포함한다. 본 발명은 일 실시예에 따라 비-MIMO (non-Multiple Input Multiple Output) 또는 MIMO 방식을 통해 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호를 처리할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 비-MIMO 방식은 MISO (Multiple Input Single Output) 방식, SISO (Single Input Single Output) 방식 등을 포함할 수 있다.

[65] 이하에서는 설명의 편의를 위해 MISO 또는 MIMO 방식은 두 개의 안테나를 사용하지만, 본 발명은 두 개 이상의 안테나를 사용하는 시스템에 적용될 수 있다. 본 발명은 특정 용도에 요구되는 성능을 달성하면서 수신기 복잡도를 최소화하기 위해 최적화된 세 개의 피지컬 프로파일(PHY profile) (베이스(base), 핸드헬드(handheld), 어드벤스(advanced) 프로파일)을 정의할 수 있다. 피지컬 프로파일은 해당하는 수신기가 구현해야 하는 모든 구조의 서브셋이다.

[66] 세 개의 피지컬 프로파일은 대부분의 기능 블록을 공유하지만, 특정 블록 및/또는 파라미터에서는 약간 다르다. 추후에 추가로 피지컬 프로파일이 정의될 수 있다. 시스템 발전을 위해, 퓨처 프로파일은 FEF (future extension frame)을 통해 단일 RF (radio frequency) 채널에 존재하는 프로파일과 멀티플렉싱 될 수도 있다. 각 피지컬 프로파일에 대한 자세한 내용은 후술한다.

[67] 1. 베이스 프로파일

[68] 베이스 프로파일은 주로 루프 톱(roof-top) 안테나와 연결되는 고정된 수신 장치의 주된 용도를 나타낸다. 베이스 프로파일은 어떤 장소로 이동될 수 있지만 비교적 정지된 수신 범주에 속하는 휴대용 장치도 포함할 수 있다. 베이스 프로파일의 용도는 약간의 개선된 실행에 의해 핸드헬드 장치 또는 차량용으로 확장될 수 있지만, 이러한 사용 용도는 베이스 프로파일 수신기 동작에서는

기대되지 않는다.

- [69] 수신기의 타겟 신호 대 잡음비 범위는 대략 10 내지 20 dB인데, 이는 기존 방송 시스템(예를 들면, ATSC A/53)의 15 dB 신호 대 잡음비 수신 능력을 포함한다. 수신기 복잡도 및 소비 전력은 핸드헬드 프로파일을 사용할 배터리로 구동되는 핸드헬드 장치에서만 중요하지 않다. 베이스 프로파일에 대한 중요 시스템 파라미터가 아래 표 1에 기재되어 있다.

- [70] [표1]

LDPC 코드워드 길이	16K, 64K 비트
컨스텔레이션 사이즈	4~10 bpcu (bits per channel use)
타임 디인터리빙 메모리 사이즈	$\leq 2^{19}$ 데이터 셀
파일럿 패턴	고정 수신에 대한 파일럿 패턴
FFT 사이즈	16K, 32K points

- [71] 2. 핸드헬드 프로파일

- [72] 핸드헬드 프로파일은 배터리 전원으로 구동되는 핸드헬드 및 차량용 장치에서의 사용을 위해 설계된다. 해당 장치는 보행자 또는 차량 속도로 이동할 수 있다. 수신기 복잡도뿐만 아니라 소비 전력은 핸드헬드 프로파일의 장치의 구현을 위해 매우 중요하다. 핸드헬드 프로파일의 타겟 신호 대 잡음비 범위는 대략 0 내지 10 dB이지만, 더 낮은 실내 수신을 위해 의도된 경우 0 dB 아래에 달하도록 설정될 수 있다.

- [73] 저 신호 대 잡음비 능력뿐만 아니라, 수신기 이동성에 의해 나타난 도플러 효과에 대한 복원력은 핸드헬드 프로파일의 가장 중요한 성능 속성이다. 핸드헬드 프로파일에 대한 중요 시스템 파라미터가 아래 표 2에 기재되어 있다.

- [74] [표2]

LDPC 코드워드 길이	16K 비트
컨스텔레이션 사이즈	2~8 bpcu
타임 디인터리빙 메모리 사이즈	$\leq 2^{18}$ 데이터 셀
파일럿 패턴	이동 및 실내 수신에 대한 파일럿 패턴
FFT 사이즈	8K, 16K points

- [75] 3. 어드벤스 프로파일

- [76] 어드벤스 프로파일은 더 큰 실행 복잡도에 대한 대가로 더 높은 채널 능력을 제공한다. 해당 프로파일은 MIMO 송신 및 수신을 사용할 것을 요구하며, UHDTV 서비스는 타겟 용도이고, 이를 위해 해당 프로파일이 특별히 설계된다. 향상된 능력은 주어진 대역폭에서 서비스 수의 증가, 예를 들면, 다수의 SDTV 또는 HDTV 서비스를 허용하는 데도 사용될 수 있다.

- [77] 어드벤스 프로파일의 타겟 신호 대 잡음비 범위는 대략 20 내지 30 dB이다. MIMO 전송은 초기에는 기존의 타원 분극 전송 장비를 사용하고, 추후에 전출력 교차 분극 전송으로 확장될 수 있다. 어드벤스 프로파일에 대한 중요 시스템 파라미터가 아래 표 3에 기재되어 있다.

[78] [표3]

LDPC 코드워드 길이	16K, 64K 비트
컨스텔레이션 사이즈	8~12 bpcu
타임 디인터리빙 메모리 사이즈	$\leq 2^{19}$ 데이터 셀
파일럿 패턴	고정 수신에 대한 파일럿 패턴
FFT 사이즈	16K, 32K points

- [79] 이 경우, 베이스 프로파일은 지상파 방송 서비스 및 모바일 방송 서비스 모두에 대한 프로파일로 사용될 수 있다. 즉, 베이스 프로파일은 모바일 프로파일을 포함하는 프로파일의 개념을 정의하기 위해 사용될 수 있다. 또한, 어드벤스 프로파일은 MIMO를 갖는 베이스 프로파일에 대한 어드벤스 프로파일 및 MIMO를 갖는 핸드헬드 프로파일에 대한 어드벤스 프로파일로 구분될 수 있다. 그리고 해당 세 프로파일은 설계자의 의도에 따라 변경될 수 있다.
- [80] 다음의 용어 및 정의는 본 발명에 적용될 수 있다. 다음의 용어 및 정의는 설계에 따라 변경될 수 있다.
- [81] 보조 스트림: 퓨처 익스텐션(future extension, 추후 확장) 또는 방송사나 네트워크 운영자에 의해 요구됨에 따라 사용될 수 있는 아직 정의되지 않은 변조 및 코딩의 데이터를 전달하는 셀의 시퀀스
- [82] 베이스 데이터 파이프(base data pipe): 서비스 시그널링 데이터를 전달하는 데이터 파이프
- [83] 베이스밴드 프레임 (또는 BBFRAME): 하나의 FEC 인코딩 과정 (BCH 및 LDPC 인코딩)에 대한 입력을 형성하는 Kbch 비트의 집합
- [84] 셀(cell): OFDM 전송의 하나의 캐리어에 의해 전달되는 변조값
- [85] 코딩 블록(coded block): PLS1 데이터의 LDPC 인코딩된 블록 또는 PLS2 데이터의 LDPC 인코딩된 블록들 중 하나
- [86] 데이터 파이프(data pipe): 하나 또는 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트를 전달할 수 있는 서비스 데이터 또는 관련된 메타데이터를 전달하는 물리 계층(physical layer)에서의 로지컬 채널
- [87] 데이터 파이프 유닛(DPU, data pipe unit): 데이터 셀을 프레임에서의 데이터 파이프에 할당할 수 있는 기본 유닛
- [88] 데이터 심볼(data symbol): 프리앰블 심볼이 아닌 프레임에서의 OFDM 심볼 (프레임 시그널링 심볼 및 프레임 엣지(edge) 심볼은 데이터 심볼에 포함된다.)
- [89] DP_ID: 해당 8비트 필드는 SYSTEM_ID에 의해 식별된 시스템 내에서 데이터 파이프를 유일하게 식별한다.
- [90] 더미 셀(dummy cell): PLS (physical layer signalling) 시그널링, 데이터 파이프, 또는 보조 스트림을 위해 사용되지 않은 남아 있는 용량을 채우는 데 사용되는 의사 랜덤값을 전달하는 셀
- [91] FAC (emergency alert channel, 비상 경보 채널): EAS 정보 데이터를 전달하는 프레임 중 일부
- [92] 프레임(frame): 프리앰블로 시작해서 프레임 엣지 심볼로 종료되는 물리

- 계층(physical layer) 타임 슬롯
- [93] 프레임 리피티션 유닛(frame repetition unit, 프레임 반복 단위): 슈퍼 프레임(super-frame)에서 8회 반복되는 FEF를 포함하는 동일한 또는 다른 피지컬 프로파일에 속하는 프레임의 집합
 - [94] FIC (fast information channel, 고속 정보 채널): 서비스와 해당 베이스 데이터 파이프 사이에서의 매핑 정보를 전달하는 프레임에서 로지컬 채널
 - [95] FECBLOCK: 데이터 파이프 데이터의 LDPC 인코딩된 비트의 집합
 - [96] FFT 사이즈: 기본 주기 T의 사이클로 표현된 액티브 심볼 주기 Ts와 동일한 특정 모드에 사용되는 명목상의 FFT 사이즈
 - [97] 프레임 시그널링 심볼(frame signaling symbol): PLS 데이터의 일부를 전달하는, FFT 사이즈, 가드 인터벌(guard interval), 및 스캐터(scattered) 파일럿 패턴의 특정 조합에서 프레임의 시작에서 사용되는 더 높은 파일럿 밀도를 갖는 OFDM 심볼
 - [98] 프레임 엣지 심볼(frame edge symbol): FFT 사이즈, 가드 인터벌, 및 스캐터 파일럿 패턴의 특정 조합에서 프레임의 끝에서 사용되는 더 높은 파일럿 밀도를 갖는 OFDM 심볼
 - [99] 프레임 그룹(frame-group): 슈퍼 프레임에서 동일한 피지컬 프로파일 타입을 갖는 모든 프레임의 집합
 - [100] 퓨처 익스텐션 프레임(future extension frame, 추후 확장 프레임): 프리앰블로 시작하는, 추후 확장에 사용될 수 있는 슈퍼 프레임 내에서 물리 계층(physical layer) 타임 슬롯
 - [101] 퓨처캐스트(futurecast) UTB 시스템: 입력이 하나 이상의 MPEG2-TS 또는 IP (Internet protocol) 또는 일반 스트림이고 출력이 RF 시그널인 제안된 물리 계층(physical layer) 방송 시스템
 - [102] 인풋 스트림(input stream, 입력 스트림): 시스템에 의해 최종 사용자에게 전달되는 서비스의 조화(ensemble)를 위한 데이터의 스트림
 - [103] 노멀(normal) 데이터 심볼: 프레임 시그널링 심볼 및 프레임 엣지 심볼을 제외한 데이터 심볼
 - [104] 피지컬 프로파일(PHY profile): 해당하는 수신기가 구현해야 하는 모든 구조의 서브셋
 - [105] PLS: PLS1 및 PLS2로 구성된 물리 계층(physical layer) 시그널링 데이터
 - [106] PLS1: PLS2를 디코딩하는 데 필요한 파라미터뿐만 아니라 시스템에 관한 기본 정보를 전달하는 고정된 사이즈, 코딩, 변조를 갖는 FSS (frame signalling symbol)로 전달되는 PLS 데이터의 첫 번째 집합
 - [107] NOTE: PLS1 데이터는 프레임 그룹의 듀레이션(duration) 동안 일정하다.
 - [108] PLS2: 데이터 파이프 및 시스템에 관한 더욱 상세한 PLS 데이터를 전달하는 FSS로 전송되는 PLS 데이터의 두 번째 집합
 - [109] PLS2 다이내믹(dynamic, 동적) 데이터: 프레임마다 다이내믹(dynamic, 동적)으로 변화하는 PLS2 데이터

- [110] PLS2 스테틱(static, 정적) 데이터: 프레임 그룹의 듀레이션 동안 스테틱(static, 정적)인 PLS2 데이터
- [111] 프리앰블 시그널링 데이터(preamble signaling data): 프리앰블 심볼에 의해 전달되고 시스템의 기본 모드를 확인하는 데 사용되는 시그널링 데이터
- [112] 프리앰블 심볼(preamble symbol): 기본 PLS 데이터를 전달하고 프레임의 시작에 위치하는 고정된 길이의 파일럿 심볼
- [113] NOTE: 프리앰블 심볼은 시스템 신호, 그 타이밍, 주파수 오프셋, 및 FFT 사이즈를 검출하기 위해 고속 초기 밴드 스캔에 주로 사용된다.
- [114] 추후 사용(future use)을 위해 리저브드(reserved): 현재 문서에서 정의되지 않지만 추후에 정의될 수 있음
- [115] 슈퍼 프레임(superframe): 8개의 프레임 반복 단위의 집합
- [116] 타임 인터리빙 블록(time interleaving block, TI block): 타임 인터리버 메모리의 하나의 용도에 해당하는, 타임 인터리빙이 실행되는 셀의 집합
- [117] 타임 인터리빙 그룹(time interleaving group, TI group): 정수, 다이내믹(dynamic, 동적)으로 변화하는 XFECBLOCK의 수로 이루어진, 특정 데이터 파이프에 대한 다이내믹(dynamic, 동적) 용량 할당이 실행되는 단위
- [118] NOTE: 타임 인터리빙 그룹은 하나의 프레임에 직접 매핑되거나 다수의 프레임에 매핑될 수 있다. 타임 인터리빙 그룹은 하나 이상의 타임 인터리빙 블록을 포함할 수 있다.
- [119] 타입 1 데이터 파이프(Type 1 DP): 모든 데이터 파이프가 프레임에 TDM (time division multiplexing) 방식으로 매핑되는 프레임의 데이터 파이프
- [120] 타입 2 데이터 파이프(Type 2 DP): 모든 데이터 파이프가 프레임에 FDM 방식으로 매핑되는 프레임의 데이터 파이프
- [121] XFECBLOCK: 하나의 LDPC FECBLOCK의 모든 비트를 전달하는 N_{cells} 셀들의 집합
- [122] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치의 구조를 나타낸다.
- [123] 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치는 인풋 포맷 블록 (Input Format block) (1000), BICM (bit interleaved coding & modulation) 블록(1010), 프레임 빌딩 블록 (Frame building block) (1020), OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) 제너레이션 블록 (OFDM generation block)(1030), 및 시그널링 생성 블록(1040)을 포함할 수 있다. 방송 신호 송신 장치의 각 블록의 동작에 대해 설명한다.
- [124] IP 스트림/패킷 및 MPEG2-TS은 주요 입력 포맷이고, 다른 스트림 타입은 일반 스트림으로 다루어진다. 이들 데이터 입력에 추가로, 관리 정보가 입력되어 각 입력 스트림에 대한 해당 대역폭의 스케줄링 및 할당을 제어한다. 하나 또는 다수의 TS 스트림, IP 스트림 및/또는 일반 스트림 입력이 동시에 허용된다.
- [125] 인풋 포맷 블록(1000)은 각각의 입력 스트림을 독립적인 코딩 및 변조가

적용되는 하나 또는 다수의 데이터 파이프로 디멀티플렉싱 할 수 있다. 데이터 파이프는 견고성(robustness) 제어를 위한 기본 단위이며, 이는 QoS (Quality of Service)에 영향을 미친다. 하나 또는 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트가 하나의 데이터 파이프에 의해 전달될 수 있다. 인풋 포맷 블록(1000)의 자세한 동작은 후술한다.

[126] 데이터 파이프는 하나 또는 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트를 전달할 수 있는 서비스 데이터 또는 관련 메타데이터를 전달하는 물리 계층(physical layer)에서의 로지컬 채널이다.

[127] 또한, 데이터 파이프 유닛은 하나의 프레임에서 데이터 셀을 데이터 파이프에 할당하기 위한 기본 유닛이다.

[128] 인풋 포맷 블록(1000)에서, 패리티(parity) 데이터는 에러 정정을 위해 추가되고, 인코딩된 비트 스트림은 복소수값 컨스텔레이션 심볼에 매핑된다. 해당 심볼은 해당 데이터 파이프에 사용되는 특정 인터리빙 깊이에 걸쳐 인터리빙 된다. 어드벤스 프로파일에 있어서, BICM 블록(1010)에서 MIMO 인코딩이 실행되고 추가 데이터 경로가 MIMO 전송을 위해 출력에 추가된다. BICM 블록(1010)의 자세한 동작은 후술한다.

[129] 프레임 빌딩 블록(1020)은 하나의 프레임 내에서 입력 데이터 파이프의 데이터 셀을 OFDM 실볼로 매핑할 수 있다. 매핑 후, 주파수 영역 다이버시티를 위해, 특히 주파수 선택적 페이딩 채널을 방지하기 위해 주파수 인터리빙이 이용된다. 프레임 빌딩 블록(1020)의 자세한 동작은 후술한다.

[130] 프리앰블을 각 프레임의 시작에 삽입한 후, OFDM 제너레이션 블록(1030)은 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix)를 가드 인터벌로 갖는 기존의 OFDM 변조를 적용할 수 있다. 안테나 스페이스 다이버시티를 위해, 분산된(distributed) MISO 방식이 송신기에 걸쳐 적용된다. 또한, PAPR (peak-to-average power ratio) 방식이 시간 영역에서 실행된다. 유연한 네트워크 방식을 위해, 해당 제안은 다양한 FFT 사이즈, 가드 인터벌 길이, 해당 파일럿 패턴의 집합을 제공한다. OFDM 제너레이션 블록(1030)의 자세한 동작은 후술한다.

[131] 시그널링 생성 블록(1040)은 각 기능 블록의 동작에 사용되는 물리 계층(physical layer) 시그널링 정보를 생성할 수 있다. 해당 시그널링 정보는 또한 관심 있는 서비스가 수신기 측에서 적절히 복구되도록 전송된다. 시그널링 생성 블록(1040)의 자세한 동작은 후술한다.

[132] 도 2, 3, 4는 본 발명의 실시예에 따른 인풋 포맷 블록(1000)을 나타낸다. 각 도면에 대해 설명한다.

[133] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인풋 포맷 블록을 나타낸다. 도 2는 입력 신호가 단일 입력 스트림(single input stream)일 때의 인풋 포맷 블록을 나타낸다.

[134] 도 2에 도시된 인풋 포맷 블록은 도 1을 참조하여 설명한 인풋 포맷 블록(1000)의 일 실시예에 해당한다.

[135] 물리 계층(physical layer)으로의 입력은 하나 또는 다수의 데이터 스트림으로

구성될 수 있다. 각각의 데이터 스트림은 하나의 데이터 파이프에 의해 전달된다. 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 모듈은 입력되는 데이터 스트림을 BBF (baseband frame)의 데이터 필드로 슬라이스한다. 해당 시스템은 세 가지 종류의 입력 데이터 스트림, 즉 MPEG2-TS, IP, GS (generic stream)을 지원한다. MPEG2-TS는 첫 번째 바이트가 동기 바이트(0x47)인 고정된 길이(188 바이트)의 패킷을 특징으로 한다. IP 스트림은 IP 패킷 헤더 내에서 시그널링되는 가변 길이 IP 데이터그램 패킷으로 구성된다. 해당 시스템은 IP 스트림에 대해 IPv4와 IPv6을 모두 지원한다. GS는 캡슐화 패킷 헤더 내에서 시그널링되는 가변 길이 패킷 또는 일정 길이 패킷으로 구성될 수 있다.

- [136] (a)는 신호 데이터 파이프에 대한 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 블록(2000) 및 스트림 어댑테이션(stream adaptation, 스트림 적응)(2010)을 나타내고, (b)는 PLS 데이터를 생성 및 처리하기 위한 PLS 생성 블록(2020) 및 PLS 스크램블러(2030)를 나타낸다. 각 블록의 동작에 대해 설명한다.
- [137] 입력 스트림 스플리터는 입력된 TS, IP, GS 스트림을 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트(오디오, 비디오 등) 스트림으로 분할한다. 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 모듈(2010)은 CRC 인코더, BB (baseband) 프레임 슬라이서, 및 BB 프레임 헤더 삽입 블록으로 구성된다.
- [138] CRC 인코더는 유저 패킷 (user packet, UP)레벨에서의 에러 검출을 위한 세 종류의 CRC 인코딩, 즉 CRC-8, CRC-16, CRC-32를 제공한다. 산출된 CRC 바이트는 UP 뒤에 첨부된다. CRC-8은 TS 스트림에 사용되고, CRC-32는 IP 스트림에 사용된다. GS 스트림이 CRC 인코딩을 제공하지 않으면, 제안된 CRC 인코딩이 적용되어야 한다.
- [139] BB 프레임 슬라이서는 입력을 내부 로지컬 비트 포맷에 매핑한다. 첫 번째 수신 비트는 MSB라고 정의한다. BB 프레임 슬라이서는 가용 데이터 필드 용량과 동일한 수의 입력 비트를 할당한다. BBF 페이로드와 동일한 수의 입력 비트를 할당하기 위해, UP 스트림이 BBF의 데이터 필드에 맞게 슬라이스된다.
- [140] BB 프레임 헤더 삽입 블록은 2바이트의 고정된 길이의 BBF 헤더를 BB 프레임의 앞에 삽입할 수 있다. BBF 헤더는 STUFFI (1비트), SYNCN (13비트), 및 RFU (2비트)로 구성된다. 고정된 2바이트 BBF 헤더뿐만 아니라, BBF는 2바이트 BBF 헤더 끝에 확장 필드(1 또는 3바이트)를 가질 수 있다.
- [141] 스트림 어댑테이션(stream adaptation, 스트림 적응)(2010)은 스테핑(stuffing) 삽입 블록 및 BB 스크램블러로 구성된다. 스테핑 삽입 블록은 스테핑 필드를 BB 프레임의 페이로드에 삽입할 수 있다. 스트림 어댑테이션(stream adaptation, 스트림 적응)에 대한 입력 데이터가 BB 프레임을 채우기에 충분하면, STUFFI는 0으로 설정되고, BBF는 스테핑 필드를 갖지 않는다. 그렇지 않으면, STUFFI는 1로 설정되고, 스테핑 필드는 BBF 헤더 직후에 삽입된다. 스테핑 필드는 2바이트의 스테핑 필드 헤더 및 가변 사이즈의 스테핑 데이터를 포함한다.
- [142] BB 스크램블러는 에너지 분산을 위해 완전한 BBF를 스크램블링한다.

스크램블링 시퀀스는 BBF와 동기화된다. 스크램블링 시퀀스는 피드백 시프트 레지스터에 의해 생성된다.

- [143] PLS 생성 블록(2020)은 PLS 데이터를 생성할 수 있다. PLS는 수신기에서 피지컬 레이어(physical layer) 데이터 파이프에 접속할 수 있는 수단을 제공한다. PLS 데이터는 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터로 구성된다.
- [144] PLS1 데이터는 PLS2 데이터를 디코딩하는 데 필요한 파라미터뿐만 아니라 시스템에 관한 기본 정보를 전달하는 고정된 사이즈, 코딩, 변조를 갖는 프레임에서 FSS로 전달되는 PLS 데이터의 첫 번째 집합이다. PLS1 데이터는 PLS2 데이터의 수신 및 디코딩을 가능하게 하는 데 요구되는 파라미터를 포함하는 기본 송신 파라미터를 제공한다. 또한, PLS1 데이터는 프레임 그룹의 듀레이션 동안 일정하다.
- [145] PLS2 데이터는 데이터 파이프 및 시스템에 관한 더욱 상세한 PLS 데이터를 전달하는 FSS로 전송되는 PLS 데이터의 두 번째 집합이다. PLS2는 수신기가 원하는 데이터 파이프를 디코딩하는 데 충분한 정보를 제공하는 파라미터를 포함한다. PLS2 시그널링은 PLS2 스테틱(static, 정적) 데이터(PLS2-STAT 데이터) 및 PLS2 다이내믹(dynamic, 동적) 데이터(PLS2-DYN 데이터)의 두 종류의 파라미터로 더 구성된다. PLS2 스테틱(static, 정적) 데이터는 프레임 그룹의 듀레이션 동안 스테틱(static, 정적)인 PLS2 데이터이고, PLS2 다이내믹(dynamic, 동적) 데이터는 프레임마다 다이내믹(dynamic, 동적)으로 변화하는 PLS2 데이터이다.
- [146] PLS 데이터에 대한 자세한 내용은 후술한다.
- [147] PLS 스크램블러(2030)는 에너지 분산을 위해 생성된 PLS 데이터를 스크램블링할 수 있다.
- [148] 전술한 블록은 생략될 수도 있고 유사 또는 동일 기능을 갖는 블록에 의해 대체될 수도 있다.
- [149] 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 인풋 포맷 블록을 나타낸다.
- [150] 도 3에 도시된 인풋 포맷 블록은 도 1을 참조하여 설명한 인풋 포맷 블록(1000)의 일 실시예에 해당한다.
- [151] 도 3은 입력 신호가 멀티 인풋 스트림(multi input stream, 다수의 입력 스트림)에 해당하는 경우 인풋 포맷 블록의 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 블록을 나타낸다.
- [152] 멀티 인풋 스트림(multi input stream, 다수의 입력 스트림)을 처리하기 위한 인풋 포맷 블록의 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 블록은 다수 입력 스트림을 독립적으로 처리할 수 있다.
- [153] 도 3을 참조하면, 멀티 인풋 스트림(multi input stream, 다수의 입력 스트림)을 각각 처리하기 위한 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 블록은 인풋 스트림 스플리터 (input stream splitter) (3000), 인풋 스트림 싱크로나이저 (input stream synchronizer) (3010), 컴펜세이팅 딜레이(compensatin delay, 보상 지연)

블록(3020), 널 패킷 딜리션 블록 (null packet deletion block) (3030), 헤더 컴프레션 블록 (header compression block) (3040), CRC 인코더 (CRC encoder) (3050), BB 프레임 슬라이서(BB frame slicer) (3060), 및 BB 헤더 삽입 블록 (BB header insertion block) (3070)을 포함할 수 있다. 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 블록의 각 블록에 대해 설명한다.

- [154] CRC 인코더(3050), BB 프레임 슬라이서(3060), 및 BB 헤더 삽입 블록(3070)의 동작은 도 2를 참조하여 설명한 CRC 인코더, BB 프레임 슬라이서, 및 BB 헤더 삽입 블록의 동작에 해당하므로, 그 설명은 생략한다.
- [155] 인풋 스트림 스플리터(3000)는 입력된 TS, IP, GS 스트림을 다수의 서비스 또는 서비스 컴포넌트(오디오, 비디오 등) 스트림으로 분할한다.
- [156] 인풋 스트림 싱크로나이저(3010)는 ISSY라 불릴 수 있다. ISSY는 어떠한 입력 데이터 포맷에 대해서도 CBR (constant bit rate) 및 일정한 종단간 전송(end-to-end transmission) 지연을 보장하는 적합한 수단을 제공할 수 있다. ISSY는 TS를 전달하는 다수의 데이터 파이프의 경우에 항상 이용되고, GS 스트림을 전달하는 다수의 데이터 파이프에 선택적으로 이용된다.
- [157] 컴펜세이팅 딜레이(compensatin delay, 보상 지연) 블록(3020)은 수신기에서 추가로 메모리를 필요로 하지 않고 TS 패킷 재결합 메커니즘을 허용하기 위해 ISSY 정보의 삽입에 뒤따르는 분할된 TS 패킷 스트림을 지연시킬 수 있다.
- [158] 널 패킷 딜리션 블록(3030)은 TS 입력 스트림 경우에만 사용된다. 일부 TS 입력 스트림 또는 분할된 TS 스트림은 VBR (variable bit-rate) 서비스를 CBR TS 스트림에 수용하기 위해 존재하는 많은 수의 널 패킷을 가질 수 있다. 이 경우, 불필요한 전송 오버헤드를 피하기 위해, 널 패킷은 확인되어 전송되지 않을 수 있다. 수신기에서, 제거된 널 패킷은 전송에 삽입된 DNP(deleted null-packet, 삭제된 널 패킷) 카운터를 참조하여 원래 존재했던 정확한 장소에 재삽입될 수 있어, CBR이 보장되고 타임 스탬프(PCR) 갱신의 필요가 없어진다.
- [159] 헤더 컴프레션 블록(3040)은 TS 또는 IP 입력 스트림에 대한 전송 효율을 증가시키기 위해 패킷 헤더 압축을 제공할 수 있다. 수신기는 헤더의 특정 부분에 대한 선형적인(a priori) 정보를 가질 수 있기 때문에, 이 알려진 정보(known information)는 송신기에서 삭제될 수 있다.
- [160] TS에 대해, 수신기는 동기 바이트 구성(0x47) 및 패킷 길이(188 바이트)에 관한 선형적인 정보를 가질 수 있다. 입력된 TS가 하나의 PID만을 갖는 콘텐츠를 전달하면, 즉, 하나의 서비스 컴포넌트(비디오, 오디오 등) 또는 서비스 서브 컴포넌트(SVC 베이스 레이어, SVC 인스턴스먼트 레이어, MVC 베이스 뷰, 또는 MVC 의존 뷰)에 대해서만, TS 패킷 헤더 압축이 TS에 (선택적으로) 적용될 수 있다. TS 패킷 헤더 압축은 입력 스트림이 IP 스트림인 경우 선택적으로 사용된다. 상기 블록은 생략되거나 유사 또는 동일 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [161] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 인풋 포맷 블록을 나타낸다.

- [162] 도 4에 도시된 인풋 포맷 블록은 도 1을 참조하여 설명한 인풋 포맷 블록(1000)의 일 실시예에 해당한다.
- [163] 도 4는 입력 신호가 멀티 인풋 스트림(multi input stream, 다수의 입력 스트림)에 해당하는 경우 인풋 포맷 블록의 스트림 어댑테이션(stream adaptation, 스트림 적응) 블록을 나타낸다.
- [164] 도 4를 참조하면, 멀티 인풋 스트림(multi input stream, 다수의 입력 스트림)을 각각 처리하기 위한 모드 어댑테이션(mode adaptaion, 모드 적응) 블록은 스케줄러(4000), 1-프레임 딜레이(delay) 블록(4010), 스테리핑 삽입 블록(4020), 인 밴드(In-band) 시그널링 블록(4030), BB 프레임 스캐램블러(4040), PLS 생성 블록(4050), PLS 스캐램블러(4060)를 포함할 수 있다. 스트림 어댑테이션(stream adaptation, 스트림 적응) 블록의 각 블록에 대해 설명한다.
- [165] 스테리핑 삽입 블록(4020), BB 프레임 스캐램블러(4040), PLS 생성 블록(4050), PLS 스캐램블러(4060)의 동작은 도 2를 참조하여 설명한 스테리핑 삽입 블록, BB 스캐램블러, PLS 생성 블록, PLS 스캐램블러(4060)의 동작에 해당하므로 그 설명은 생략한다.
- [166] 스케줄러(4000)는 각 데이터 파이프의 FECBLOCK의 양으로부터 전체 프레임에 걸쳐 전체의 셀 할당을 결정할 수 있다. PLS, EAC 및 FIC에 대한 할당을 포함해서, 스케줄러는 프레임의 FSS의 PLS 셀 또는 인 밴드(In-band) 시그널링으로 전송되는 PLS2-DYN 데이터의 값을 생성한다. FECBLOCK, EAC, FIC에 대한 상세한 내용은 후술한다.
- [167] 1-프레임 딜레이(delay) 블록(4010)은 다음 프레임에 관한 스케줄링 정보가 데이터 파이프에 삽입될 인 밴드(In-band) 시그널링 정보에 관한 현 프레임들 통해 전송될 수 있도록 입력 데이터를 하나의 전송 프레임만큼 지연시킬 수 있다.
- [168] 인 밴드(In-band) 시그널링 블록(4030)은 PLS2 데이터의 지연되지 않은 부분을 프레임의 데이터 파이프에 삽입할 수 있다.
- [169] 전술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [170] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 BICM 블록을 나타낸다.
- [171] 도 5에 도시된 BICM 블록은 도 1을 참조하여 설명한 BICM 블록(1010)의 일 실시예에 해당한다.
- [172] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치는 지상파 방송 서비스, 모바일 방송 서비스, UHDTV 서비스 등을 제공할 수 있다.
- [173] QoS가 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치에 의해 제공되는 서비스의 특성에 의존하므로, 각각의 서비스에 해당하는 데이터는 서로 다른 방식을 통해 처리되어야 한다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 BICM 블록은 SISO, MISO, MIMO 방식을 각각의 데이터 경로에

해당하는 데이터 파이프에 독립적으로 적용함으로써 각 데이터 파이프를 독립적으로 처리할 수 있다. 결과적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치는 각각의 데이터 파이프를 통해 전송되는 각 서비스 또는 서비스 컴포넌트에 대한 QoS를 조절할 수 있다.

[174] (a)는 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일에 의해 공유되는 BICM 블록을 나타내고, (b)는 어드벤스 프로파일의 BICM 블록을 나타낸다.

[175] 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일에 의해 공유되는 BICM 블록 및 어드벤스 프로파일의 BICM 블록은 각각의 데이터 파이프를 처리하기 위한 복수의 처리 블록을 포함할 수 있다.

[176] 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일에 대한 BICM 블록 및 어드벤스 프로파일에 대한 BICM 블록의 각각의 처리 블록에 대해 설명한다.

[177] 베이스 프로파일 및 핸드헬드 프로파일에 대한 BICM 블록의 처리 블록(5000)은 데이터 FEC 인코더(5010), 비트 인터리버(5020), 컨스텔레이션 매퍼(mapper)(5030), SSD (signal space diversity) 인코딩 블록(5040), 타임 인터리버(5050)를 포함할 수 있다.

[178] 데이터 FEC 인코더(5010)는 외부 코딩(BCH) 및 내부 코딩(LDPC)을 이용하여 FECBLOCK 절차를 생성하기 위해 입력 BBF에 FEC 인코딩을 실행한다. 외부 코딩(BCH)은 선택적인 코딩 방법이다. 데이터 FEC 인코더(5010)의 구체적인 동작에 대해서는 후술한다.

[179] 비트 인터리버(5020)는 효율적으로 실현 가능한 구조를 제공하면서 데이터 FEC 인코더(5010)의 출력을 인터리빙하여 LDPC 코드 및 변조 방식의 조합으로 최적화된 성능을 달성할 수 있다. 비트 인터리버(5020)의 구체적인 동작에 대해서는 후술한다.

[180] 컨스텔레이션 매퍼(5030)는 QPSK, QAM-16, 불균일 QAM (NUQ-64, NUQ-256, NUQ-1024) 또는 불균일 컨스텔레이션 (NUC-16, NUC-64, NUC-256, NUC-1024)을 이용해서 베이스 및 핸드헬드 프로파일에서 비트 인터리버(5020)로부터의 각각의 셀 워드를 변조하거나 어드벤스 프로파일에서 셀 워드 디멀티플렉서(5010-1)로부터의 셀 워드를 변조하여 파워가 정규화된 컨스텔레이션 포인트 c_i 를 제공할 수 있다. 해당 컨스텔레이션 매핑은 데이터 파이프에 대해서만 적용된다. NUQ가 임의의 형태를 갖는 반면, QAM-16 및 NUQ는 정사각형 모양을 갖는 것이 관찰된다. 각각의 컨스텔레이션이 90도의 배수만큼 회전되면, 회전된 컨스텔레이션은 원래의 것과 정확히 겹쳐진다. 회전 대칭 특성으로 인해 실수 및 허수 컴포넌트의 용량 및 평균 파워가 서로 동일해진다. NUQ 및 NUC는 모두 각 코드 레이트(code rate)에 대해 특별히 정의되고, 사용되는 특정 하나는 PLS2 데이터에 보관된 파라미터 DP_MOD에 의해 시그널링 된다.

[181] SSD 인코딩 블록(5040)은 2차원, 3차원, 4차원에서 셀을 프리코딩하여, 어려운 페이딩 조건에서 수신 견고성(robustness)을 증가시킬 수 있다.

- [182] 타임 인터리버(5050)는 데이터 파이프 레벨에서 동작할 수 있다. 타임 인터리빙의 파라미터는 각각의 데이터 파이프에 대해 다르게 설정될 수 있다. 타임 인터리버(5050)의 구체적인 동작에 관해서는 후술한다.
- [183] 어드벤스 프로파일에 대한 BICM 블록의 처리 블록(5000-1)은 데이터 FEC 인코더, 비트 인터리버, 컨스텔레이션 매핑, 및 타임 인터리버를 포함할 수 있다.
- [184] 단, 처리 블록(5000-1)은 셀 워드 디멀티플렉서(5010-1) 및 MIMO 인코딩 블록(5020-1)을 더 포함한다는 점에서 처리 블록(5000)과 구별된다.
- [185] 또한, 처리 블록(5000-1)에서의 데이터 FEC 인코더, 비트 인터리버, 컨스텔레이션 매핑, 타임 인터리버의 동작은 전술한 데이터 FEC 인코더(5010), 비트 인터리버(5020), 컨스텔레이션 매핑(5030), 타임 인터리버(5050)의 동작에 해당하므로, 그 설명은 생략한다.
- [186] 셀 워드 디멀티플렉서(5010-1)는 어드벤스 프로파일의 데이터 파이프가 MIMO 처리를 위해 단일 셀 워드 스트림을 이중 셀 워드 스트림으로 분리하는 데 사용된다. 셀 워드 디멀티플렉서(5010-1)의 구체적인 동작에 관해서는 후술한다.
- [187] MIMO 인코딩 블록(5020-1)은 MIMO 인코딩 방식을 이용해서 셀 워드 디멀티플렉서(5010-1)의 출력을 처리할 수 있다. MIMO 인코딩 방식은 방송 신호 송신을 위해 최적화되었다. MIMO 기술은 용량 증가를 얻기 위한 유망한 방식이지만, 채널 특성에 의존한다. 특별히 방송에 대해서, 서로 다른 신호 전파 특성으로 인한 두 안테나 사이의 수신 신호 파워 차이 또는 채널의 강한 LOS 컴포넌트는 MIMO로부터 용량 이득을 얻는 것을 어렵게 한다. 제안된 MIMO 인코딩 방식은 MIMO 출력 신호 중 하나의 위상 랜덤화 및 회전 기반 프리코딩을 이용하여 이 문제를 극복한다.
- [188] MIMO 인코딩은 송신기 및 수신기 모두에서 적어도 두 개의 안테나를 필요로 하는 2x2 MIMO 시스템을 위해 의도된다. 두 개의 MIMO 인코딩 모드는 본 제안인 FR-SM (full-rate spatial multiplexing) 및 FRFD-SM (full-rate full-diversity spatial multiplexing)에서 정의된다. FR-SM 인코딩은 수신기 측에서의 비교적 작은 복잡도 증가로 용량 증가를 제공하는 반면, FRFD-SM 인코딩은 수신기 측에서의 큰 복잡도 증가로 용량 증가 및 추가적인 다이버시티 이득을 제공한다. 제안된 MIMO 인코딩 방식은 안테나 극성 배치를 제한하지 않는다.
- [189] MIMO 처리는 어드벤스 프로파일 프레임에 요구되는데, 이는 어드벤스 프로파일 프레임에서의 모든 데이터 파이프가 MIMO 인코더에 의해 처리된다는 것을 의미한다. MIMO 처리는 데이터 파이프 레벨에서 적용된다. 컨스텔레이션 매핑 출력의 페어(pair, 쌍)인 NUQ ($e_{1,i}$ 및 $e_{2,i}$)는 MIMO 인코더의 입력으로 공급된다. MIMO 인코더 출력 페어(pair, 쌍)($g_{1,i}$ 및 $g_{2,i}$)은 각각의 송신 안테나의 동일한 캐리어 k 및 OFDM 심볼 l 에 의해 전송된다.
- [190] 전술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [191] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 BICM 블록을 나타낸다.

- [192] 도 6에 도시된 BICM 블록은 도 1을 참조하여 설명한 BICM 블록(1010)의 일 실시예에 해당한다.
- [193] 도 6은 PLS, EAC, 및 FIC의 보호를 위한 BICM 블록을 나타낸다. EAC는 EAS 정보 데이터를 전달하는 프레임의 일부이고, FIC는 서비스와 해당하는 베이스 데이터 파이프 사이에서 매핑 정보를 전달하는 프레임에서의 로지컬 채널이다. EAC 및 FIC에 대한 상세한 설명은 후술한다.
- [194] 도 6을 참조하면, PLS, EAC, 및 FIC의 보호를 위한 BICM 블록은 PLS FEC 인코더(6000), 비트 인터리버(6010), 및 컨스텔레이션 매핑(6020)를 포함할 수 있다.
- [195] 또한, PLS FEC 인코더(6000)는 스크램블러, BCH 인코딩/제로 삽입 블록, LDPC 인코딩 블록, 및 LDPC 패리티 평처링(puncturing) 블록을 포함할 수 있다. BICM 블록의 각 블록에 대해 설명한다.
- [196] PLS FEC 인코더(6000)는 스크램블링된 PLS 1/2 데이터, EAC 및 FIC 섹션을 인코딩할 수 있다.
- [197] 스크램블러는 BCH 인코딩 및 쇼트닝(shortening) 및 평처링된 LDPC 인코딩 전에 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 스크램블링 할 수 있다.
- [198] BCH 인코딩/제로 삽입 블록은 PLS 보호를 위한 쇼트닝된 BCH 코드를 이용하여 스크램블링된 PLS 1/2 데이터에 외부 인코딩을 수행하고, BCH 인코딩 후에 제로 비트를 삽입할 수 있다. PLS1 데이터에 대해서만, 제로 삽입의 출력 비트가 LDPC 인코딩 전에 퍼뮤테이션(permutation) 될 수 있다.
- [199] LDPC 인코딩 블록은 LDPC 코드를 이용하여 BCH 인코딩/제로 삽입 블록의 출력을 인코딩할 수 있다. 완전한 코딩 블록을 생성하기 위해, C_{ldpc} 및 패리티 비트 P_{ldpc} 는 각각의 제로가 삽입된 PLS 정보 블록 I_{ldpc} 로부터 조직적으로 인코딩되고, 그 뒤에 첨부된다.
- [200] [수식1]

$$C_{ldpc} = [I_{ldpc} \ P_{ldpc}] = [i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}, p_0, p_1, \dots, p_{N_{ldpc}-K_{ldpc}-1}]$$

- [201] PLS1 및 PLS2에 대한 LDPC 코드 파라미터는 다음의 표 4와 같다.

- [202] [표4]

시그널링 타입	K_{sig}	K_{bch}	N_{bch_parity}	K_{ldpc} (= N_{bch})	N_{ldpc}	N_{ldpc_parity}	코드 레이트 (code rate)	Q_{ldpc}
PLS1	342	1020	60	1080	4320	3240	1/4	36
PLS2	<1021 >1020	2100		2160	7200	5040	3/10	56

- [203] LDPC 패리티 평처링 블록은 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터에 대해 평처링을 수행할 수 있다.
- [204] 쇼트닝이 PLS1 데이터 보호에 적용되면, 일부 LDPC 패리티 비트는 LDPC 인코딩 후에 평처링된다. 또한, PLS2 데이터 보호를 위해, PLS2의 LDPC 패리티

- 비트가 LDPC 인코딩 후에 펼쳐링된다. 이들 펼쳐링된 비트는 전송되지 않는다.
- [205] 비트 인터리버(6010)는 각각의 쇼트닝 및 펼쳐링된 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 인터리빙할 수 있다.
- [206] 컨스텔레이션 매퍼(6020)는 비트 인터리빙된 PLS1 데이터 및 PLS2 데이터를 컨스텔레이션에 매핑할 수 있다.
- [207] 전송한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [208] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임 빌딩 블록(frame building block)을 나타낸다.
- [209] 도 7에 도시한 프레임 빌딩 블록은 도 1을 참조하여 설명한 프레임 빌딩 블록(1020)의 일 실시예에 해당한다.
- [210] 도 7을 참조하면, 프레임 빌딩 블록은 딜레이 컴펜세이션(delay compensation, 지연보상) 블록(7000), 셀 매퍼 (cell mapper) (7010), 및 프리퀀시 인터리버 (frequency interleaver) (7020)를 포함할 수 있다. 프레임 빌딩 블록의 각 블록에 관해 설명한다.
- [211] 딜레이 컴펜세이션(delay compensation, 지연보상) 블록(7000)은 데이터 파이프와 해당하는 PLS 데이터 사이의 타이밍을 조절하여 송신기 측에서 데이터 파이프와 해당하는 PLS 데이터 간의 동시성(co-time)을 보장할 수 있다. 인풋 포맷 블록 및 BICM 블록으로 인한 데이터 파이프의 지연을 다룸으로써 PLS 데이터는 데이터 파이프만큼 지연된다. BICM 블록의 지연은 주로 타임 인터리버(5050)로 인한 것이다. 인 밴드(In-band) 시그널링 데이터는 다음 타임 인터리빙 그룹의 정보를 시그널링될 데이터 파이프보다 하나의 프레임 앞서 전달되도록 할 수 있다. 딜레이 컴펜세이션(delay compensation, 지연보상) 블록은 그에 맞추어 인 밴드(In-band) 시그널링 데이터를 지연시킨다.
- [212] 셀 매퍼(7010)는 PLS, EAC, FIC, 데이터 파이프, 보조 스트림, 및 더미 셀을 프레임 내에서 OFDM 심볼의 액티브(active) 캐리어에 매핑할 수 있다. 셀 매퍼(7010)의 기본 기능은 각각의 데이터 파이프, PLS 셀, 및 EAC/FIC 셀에 대한 타임 인터리빙에 의해 생성된 데이터 셀을, 존재한다면, 하나의 프레임 내에서 각각의 OFDM 심볼에 해당하는 액티브(active) OFDM 셀의 어레이에 매핑하는 것이다. (PSI(program specific information)/SI와 같은) 서비스 시그널링 데이터는 개별적으로 수집되어 데이터 파이프에 의해 보내질 수 있다. 셀 매퍼는 프레임 구조의 구성 및 스케줄러에 의해 생성된 다이내믹 인포메이션(dynamic information, 동적 정보)에 따라 동작한다. 프레임에 관한 자세한 내용은 후술한다.
- [213] 프리퀀시 인터리버(7020)는 셀 매퍼(7010)로부터 의해 수신된 데이터 셀을 랜덤하게 인터리빙하여 주파수 다이버시티를 제공할 수 있다. 또한, 프리퀀시 인터리버(7020)는 단일 프레임에서 최대의 인터리빙 이득을 얻기 위해 다른 인터리빙 시드(seed) 순서를 이용하여 두 개의 순차적인 OFDM 심볼로 구성된

- OFDM 심볼 페어(pair, 쌍)에서 동작할 수 있다.
- [214] 전술한 블록은 생략되거나 유사 또는 동일 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [215] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM 제너레이션 블록을 나타낸다.
- [216] 도 8에 도시된 OFDM 제너레이션 블록은 도 1을 참조하여 설명한 OFDM 제너레이션 블록(1030)의 일 실시예에 해당한다.
- [217] OFDM 제너레이션 블록은 프레임 빌딩 블록에 의해 생성된 셀에 의해 OFDM 캐리어를 변조하고, 파일럿을 삽입하고, 전송을 위한 시간 영역 신호를 생성한다. 또한, 해당 블록은 순차적으로 가드 인터벌을 삽입하고, PAPR 감소 처리를 적용하여 최종 RF 신호를 생성한다.
- [218] 도 8을 참조하면, OFDM 제너레이션 블록은 파일럿 및 리저브드 톤 삽입 블록(pilot and reserved tone insertion block) (8000), 2D-eSFN (single frequency network) 인코딩 블록(8010), IFFT (inverse fast Fourier transform) 블록(8020), PAPR 감소 블록(8030), 가드 인터벌 삽입 블록(guard interval insertion block)(8040), 프리앰블 삽입 블록(preamble insertion block)(8050), 기타 시스템 삽입 블록(8060), 및 DAC 블록(8070)을 포함할 수 있다. OFDM 제너레이션 블록의 각 블록에 대해 설명한다.
- [219] 파일럿 및 리저브드 톤 삽입 블록(8000)은 파일럿 및 리저브드 톤을 삽입할 수 있다.
- [220] OFDM 심볼 내의 다양한 셀은 수신기에서 선형적으로 알려진 전송된 값을 갖는 파일럿으로 알려진 참조 정보로 변조된다. 파일럿 셀의 정보는 분산 파일럿, 연속 파일럿, 엷지 파일럿, FSS (frame signalling symbol) 파일럿, 및 FES (frame edge symbol) 파일럿으로 구성된다. 각 파일럿은 파일럿 타입 및 파일럿 패턴에 따라 특정 주파수 레벨에서 전송된다. 파일럿 정보의 값은 주어진 심볼에서 하나가 각각의 전송 캐리어에 대한 것인 일련의 값들에 해당하는 참조 시퀀스에서 유도된다. 파일럿은 프레임 동기화, 주파수 동기화, 시간 동기화, 채널 추정, 전송 모드 식별을 위해 사용될 수 있고, 또한 위상 잡음을 추적하기 위해 사용될 수 있다.
- [221] 참조 시퀀스로부터 취한 참조 정보는 프레임의 프리앰블, FSS 및 FES를 제외한 모든 심볼에서 분산 파일럿 셀에서 전송된다. 연속 파일럿은 프레임의 모든 심볼에 삽입된다. 연속 파일럿의 수 및 위치는 FFT 사이즈 및 분산 파일럿 패턴에 모두 의존한다. 엷지 캐리어들은 프리앰블 심볼을 제외한 모든 심볼 내의 엷지 파일럿들과 동일하다. 엷지 캐리어들은 스펙트럼의 엷지까지 주파수 인터폴레이션(interpolation, 보간)을 허용하기 위해 삽입된다. FSS 파일럿들은 FSS에 삽입되고, FES 파일럿들은 FES에 삽입된다. FSS 파일럿들 및 FES 파일럿들은 프레임의 엷지까지 시간 인터폴레이션(interpolation, 보간)을 허용하기 위해 삽입된다.
- [222] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템은 매우 견고한 전송 모드를 지원하기 위해

분산 MISO 방식이 선택적으로 사용되는 SFN을 지원한다. 2D-eSFN은 다수의 송신 안테나를 사용하는 분산 MISO 방식으로, 각 안테나는 SFN 네트워크에서 각각 다른 송신기에 위치할 수 있다.

- [223] 2D-eSFN 인코딩 블록(8010)은 SFN 구성에서 시간 및 주파수 다이버시티를 생성하기 위해 2D-eSFN 처리를 하여 다수의 송신기로부터 전송된 신호의 위상을 왜곡시킬 수 있다. 따라서, 장시간 동안의 낮은 평면 페이딩 또는 깊은 페이딩으로 인한 버스트 오류가 경감될 수 있다.
- [224] IFFT 블록(8020)은 OFDM 변조 방식을 이용하여 2D-eSFN 인코딩 블록(8010)으로부터의 출력을 변조할 수 있다. 파일럿 (또는 리저브드 톤)으로 지정되지 않은 데이터 심볼에서의 모든 셀은 주파수 인터리버로부터의 데이터 셀 중 하나를 전달한다. 셀들은 OFDM 캐리어에 매핑된다.
- [225] PAPR 감소 블록(8030)은 시간 영역에서 다양한 PAPR 감소 알고리즘을 이용하여 입력 신호에 PAPR 감소를 실행한다.
- [226] 가드 인터벌 삽입블록(8040)은 가드 인터벌을 삽입할 수 있고, 프리앰블 삽입 블록(8050)은 신호 앞에 프리앰블을 삽입할 수 있다. 프리앰블의 구조에 대한 자세한 내용은 후술한다.
- [227] 기타 시스템 삽입 블록(8060)은 방송 서비스를 제공하는 둘 이상의 서로 다른 방송 송신/수신 시스템의 데이터가 동일한 RF 신호 대역에서 동시에 전송될 수 있도록 시간 영역에서 복수의 방송 송신/수신 시스템의 신호를 멀티플렉싱 할 수 있다. 이 경우, 둘 이상의 서로 다른 방송 송신/수신 시스템은 서로 다른 방송 서비스를 제공하는 시스템을 말한다. 서로 다른 방송 서비스는 지상파 방송 서비스, 모바일 방송 서비스 등을 의미할 수 있다. 각각의 방송 서비스에 관련된 데이터는 서로 다른 프레임을 통해 전송될 수 있다.
- [228] DAC 블록(8070)은 입력된 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하여 출력할 수 있다. DAC 블록(8070)으로부터 출력된 신호는 물리 계층 프로파일에 따라 다수의 출력 안테나를 통해 전송될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 안테나는 수직 또는 수평 극성을 가질 수 있다.
- [229] 전술한 블록은 설계에 따라 생략되거나 유사 또는 동일한 기능을 갖는 블록으로 대체될 수 있다.
- [230] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 수신 장치의 구조를 나타낸다.
- [231] 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 수신 장치는 도 1을 참조하여 설명한 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 송신 장치에 대응할 수 있다.
- [232] 본 발명의 일 실시예에 따른 차세대 방송 서비스에 대한 방송 신호 수신 장치는 동기 및 복조 모듈 (synchronization & demodulation module) (9000), 프레임 파싱 모듈 (frame parsing module) (9010), 디매핑 및 디코딩 모듈 (demapping & decoding module) (9020), 출력 프로세서 (output processor) (9030), 및 시그널링 디코딩 모듈

- (signaling decoding module) (9040)을 포함할 수 있다. 방송 신호 수신 장치의 각 모듈의 동작에 대해 설명한다.
- [233] 동기 및 복조 모듈(9000)은 m 개의 수신 안테나를 통해 입력 신호를 수신하고, 방송 신호 수신 장치에 해당하는 시스템에 대해 신호 검출 및 동기화를 실행하고, 방송 신호 송신 장치에 의해 실행되는 절차의 역과정에 해당하는 복조를 실행할 수 있다.
- [234] 프레임 파싱 모듈(9010)은 입력 신호 프레임을 파싱하고, 사용자에게 의해 선택된 서비스가 전송되는 데이터를 추출할 수 있다. 방송 신호 송신 장치가 인터리빙을 실행하면, 프레임 파싱 모듈(9010)은 인터리빙의 역과정에 해당하는 디인터리빙을 실행할 수 있다. 이 경우, 추출되어야 하는 신호 및 데이터의 위치가 시그널링 디코딩 모듈(9040)로부터 출력된 데이터를 디코딩함으로써 획득되어, 방송 신호 송신 장치에 의해 생성된 스케줄링 정보가 복원될 수 있다.
- [235] 디매핑 및 디코딩 모듈(9020)은 입력 신호를 비트 영역 데이터로 변환한 후, 필요에 따라 비트 영역 데이터들을 디인터리빙할 수 있다. 디매핑 및 디코딩 모듈(9020)은 전송 효율을 위해 적용된 매핑에 대한 디매핑을 실행하고, 디코딩을 통해 전송 채널에서 발생한 에러를 정정할 수 있다. 이 경우, 디매핑 및 디코딩 모듈(9020)은 시그널링 디코딩 모듈(9040)로부터 출력된 데이터를 디코딩함으로써 디매핑 및 디코딩을 위해 필요한 전송 파라미터를 획득할 수 있다.
- [236] 출력 프로세서(9030)는 전송 효율을 향상시키기 위해 방송 신호 송신 장치에 의해 적용되는 다양한 압축/신호 처리 절차의 역과정을 실행할 수 있다. 이 경우, 출력 프로세서(9030)는 시그널링 디코딩 모듈(9040)로부터 출력된 데이터에서 필요한 제어 정보를 획득할 수 있다. 출력 프로세서(9030)의 출력은 방송 신호 송신 장치에 입력되는 신호에 해당하고, MPEG-TS, IP 스트림 (v4 또는 v6) 및 GS일 수 있다.
- [237] 시그널링 디코딩 모듈(9040)은 동기 및 복조 모듈(9000)에 의해 복조된 신호로부터 PLS 정보를 획득할 수 있다. 전송한 바와 같이, 프레임 파싱 모듈(9010), 디매핑 및 디코딩 모듈(9200), 출력 프로세서(9300)는 시그널링 디코딩 모듈(9040)로부터 출력된 데이터를 이용하여 그 기능을 실행할 수 있다.
- [238] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임 구조를 나타낸다.
- [239] 도 10은 프레임 타임의 구성에 및 슈퍼 프레임에서의 FRU (frame repetition unit, 프레임 반복 단위)를 나타낸다. (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 슈퍼 프레임을 나타내고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 FRU를 나타내고, (c)는 FRU에서의 다양한 피지컬 프로파일(PHY profile)의 프레임을 나타내고, (d)는 프레임의 구조를 나타낸다.
- [240] 슈퍼 프레임은 8개의 FRU로 구성될 수 있다. FRU는 프레임의 TDM에 대한 기본 멀티플렉싱 단위이고, 슈퍼 프레임에서 8회 반복된다.
- [241] FRU에서 각 프레임은 피지컬 프로파일(베이스, 핸드헬드, 어드벤스 프로파일)

중 하나 또는 FEF에 속한다. FRU에서 프레임의 최대 허용수는 4이고, 주어진 피지컬 프로파일은 FRU에서 0회 내지 4회 중 어느 횟수만큼 나타날 수 있다(예를 들면, 베이스, 베이스, 핸드헬드, 어드벤스). 피지컬 프로파일 정의는 필요시 프리앰블에서의 PHY_PROFILE의 리저브드 값을 이용하여 확장될 수 있다.

[242] FEF 부분은 포함된다면 FRU의 끝에 삽입된다. FEF가 FRU에 포함되는 경우, FEF의 최대수는 슈퍼 프레임에서 8이다. FEF 부분들이 서로 인접할 것이 권장되지 않는다.

[243] 하나의 프레임은 다수의 OFDM 심볼 및 프리앰블로 더 분리된다. (d)에 도시한 바와 같이, 프레임은 프리앰블, 하나 이상의 FSS, 노멀 데이터 심볼, FES를 포함한다.

[244] 프리앰블은 고속 퓨처캐스트 UTB 시스템 신호 검출을 가능하게 하고, 신호의 효율적인 송신 및 수신을 위한 기본 전송 파라미터의 집합을 제공하는 특별한 심볼이다. 프리앰블에 대한 자세한 내용은 후술한다.

[245] FSS의 주된 목적은 PLS 데이터를 전달하는 것이다. 고속 동기화 및 채널 추정을 위해, 이에 따른 PLS 데이터의 고속 디코딩을 위해, FSS는 노멀 데이터 심볼보다 고밀도의 파일럿 패턴을 갖는다. FES는 FSS와 완전히 동일한 파일럿을 갖는데, 이는 FES에 바로 앞서는 심볼에 대해 외삽(extrapolation) 없이 FES 내에서의 주파수만의 인터폴레이션(interpolation, 보간) 및 시간적 보간(temporal interpolation)을 가능하게 한다.

[246] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임의 시그널링 계층 구조(signaling hierarchy structure)를 나타낸다.

[247] 도 11은 시그널링 계층 구조를 나타내는데, 이는 세 개의 주요 부분인 프리앰블 시그널링 데이터(11000), PLS1 데이터(11010), 및 PLS2 데이터(11020)로 분할된다. 매 프레임마다 프리앰블 신호에 의해 전달되는 프리앰블의 목적은 프레임의 기본 전송 파라미터 및 전송 타입을 나타내는 것이다. PLS1은 수신기가 관심 있는 데이터 파이프에 접속하기 위한 파라미터를 포함하는 PLS2 데이터에 접속하여 디코딩할 수 있게 한다. PLS2는 매 프레임마다 전달되고, 두 개의 주요 부분인 PLS2-STAT 데이터와 PLS2-DYN 데이터로 분할된다. PLS2 데이터의 스태틱(static, 정적) 및 다이내믹(dynamic, 동적) 부분에는 필요시 패딩이 뒤따른다.

[248] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 프리앰블 시그널링 데이터를 나타낸다.

[249] 프리앰블 시그널링 데이터는 수신기가 프레임 구조 내에서 PLS 데이터에 접속하고 데이터 파이프를 추적할 수 있게 하기 위해 필요한 21비트의 정보를 전달한다. 프리앰블 시그널링 데이터에 대한 자세한 내용은 다음과 같다.

[250] PHY_PROFILE: 해당 3비트 필드는 현 프레임의 피지컬 프로파일 타입을 나타낸다. 서로 다른 피지컬 프로파일 타입의 매핑은 아래 표 5에 주어진다.

[251] [표5]

값	피지컬 프로파일
000	베이스 프로파일
001	핸드헬드 프로파일
010	어드벤스 프로파일
011~110	리저브드
111	FEF

[252]

[253] FFT_SIZE: 해당 2비트 필드는 아래 표 6에서 설명한 바와 같이 프레임 그룹 내에서 현 프레임의 FFT 사이즈를 나타낸다.

[254] [표6]

Value	FFT 사이즈
00	8K FFT
01	16K FFT
10	32K FFT
11	리저브드

[255] GI_FRACTION: 해당 3비트 필드는 아래 표 7에서 설명한 바와 같이 현 슈퍼 프레임에서의 가드 인터벌 일부(fraction) 값을 나타낸다.

[256] [표7]

값	GI_FRACTION
000	1/5
001	1/10
010	1/20
011	1/40
100	1/80
101	1/160
110~111	리저브드

[257] EAC_FLAG: 해당 1비트 필드는 EAC가 현 프레임에 제공되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드가 1로 설정되면, EAS가 현 프레임에 제공된다. 해당 필드가 0으로 설정되면, EAS가 현 프레임에서 전달되지 않는다. 해당 필드는 슈퍼 프레임 내에서 다이내믹(dynamic, 동적)으로 전환될 수 있다.

[258] PILOT_MODE: 해당 1비트 필드는 현 프레임 그룹에서 현 프레임에 대해 파일럿 모드가 모바일 모드인지 또는 고정 모드인지 여부를 나타낸다. 해당 필드가 0으로 설정되면, 모바일 파일럿 모드가 사용된다. 해당 필드가 1로 설정되면, 고정 파일럿 모드가 사용된다.

[259] PAPR_FLAG: 해당 1비트 필드는 현 프레임 그룹에서 현 프레임에 대해 PAPR 감소가 사용되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드가 1로 설정되면, 톤 예약(tone reservation)이 PAPR 감소를 위해 사용된다. 해당 필드가 0으로 설정되면, PAPR 감소가 사용되지 않는다.

[260] FRU_CONFIGURE: 해당 3비트 필드는 현 슈퍼 프레임에서 존재하는 FRU의 피지컬 프로파일 타입 구성을 나타낸다. 현 슈퍼 프레임에서 모든

프리앰블에서의 해당 필드에서, 현 슈퍼 프레임에서 전달되는 모든 프로파일 타입이 식별된다. 해당 3비트 필드는 아래 표 8에 나타난 바와 같이 각각의 프로파일에 대해 다르게 정의된다.

[261] [표8]

	커런트(current) PHY_PROFILE = '000' (베이스)	커런트(current) PHY_PROFILE = '001' (핸드헬드)	커런트(current) PHY_PROFILE = '010' (어드밴스)	커런트(current) PHY_PROFILE = '111' (FEF)
FRU_CONFIGURE = 000	베이스 프로파일만 존재	핸드헬드 프로파일만 존재	어드밴스 프로파일만 존재	FEF만 존재
FRU_CONFIGURE = 1XX	핸드헬드 프로파일 존재	베이스 프로파일 존재	베이스 프로파일 존재	베이스 프로파일 존재
FRU_CONFIGURE = X1X	어드밴스 프로파일 존재	어드밴스 프로파일 존재	핸드헬드 프로파일 존재	핸드헬드 프로파일 존재
FRU_CONFIGURE = XX1	FEF 존재	FEF 존재	FEF 존재	어드밴스 프로파일 존재

[262] RESERVED: 해당 7비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.

[263]

[264] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 PLS1 데이터를 나타낸다.

[265] PLS1 데이터는 PLS2의 수신 및 디코딩을 가능하게 하기 위해 필요한 파라미터를 포함한 기본 전송 파라미터를 제공한다. 전송한 바와 같이, PLS1 데이터는 하나의 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 변화하지 않는다. PLS1 데이터의 시그널링 필드의 구체적인 정의는 다음과 같다.

[266] PREAMBLE_DATA: 해당 20비트 필드는 EAC_FLAG를 제외한 프리앰블 시그널링 데이터의 카피이다.

[267] NUM_FRAME_FRU: 해당 2비트 필드는 FRU당 프레임 수를 나타낸다.

[268] PAYLOAD_TYPE: 해당 3비트 필드는 프레임 그룹에서 전달되는 페이로드 데이터의 포맷을 나타낸다. PAYLOAD_TYPE은 표 9에 나타난 바와 같이 시그널링 된다.

[269] [표9]

값	페이로드 타입
1XX	TS가 전송됨
X1X	IP 스트림이 전송됨
XX1	GS가 전송됨

[270] NUM_FSS: 해당 2비트 필드는 현 프레임에서 FSS의 수를 나타낸다.

[271] SYSTEM_VERSION: 해당 8비트 필드는 전송되는 신호 포맷의 버전을 나타낸다. SYSTEM_VERSION은 주 버전 및 부 버전의 두 개의 4비트 필드로 분리된다.

[272] 주 버전: SYSTEM_VERSION 필드의 MSB인 4비트는 주 버전 정보를 나타낸다. 주 버전 필드에서의 변화는 호환이 불가능한 변화를 나타낸다. 디폴트 값은 0000이다. 해당 표준에서 서술된 버전에 대해, 값이 0000으로 설정된다.

- [273] 부 버전: SYSTEM_VERSION 필드의 LSB인 4비트는 부 버전 정보를 나타낸다. 부 버전 필드에서의 변화는 호환이 가능하다.
- [274] CELL_ID: 이는 ATSC 네트워크에서 지리적 셀을 유일하게 식별하는 16비트 필드이다. ATSC 셀 커버리지는 퓨처캐스트 UTB 시스템당 사용되는 주파수수에 따라 하나 이상의 주파수로 구성될 수 있다. CELL_ID의 값이 알려지지 않거나 특정되지 않으면, 해당 필드는 0으로 설정된다.
- [275] NETWORK_ID: 이는 현 ATSC 네트워크를 유일하게 식별하는 16비트 필드이다.
- [276] SYSTEM_ID: 해당 16비트 필드는 ATSC 네트워크 내에서 퓨처캐스트 UTB 시스템을 유일하게 식별한다. 퓨처캐스트 UTB 시스템은 입력이 하나 이상의 입력 스트림(TS, IP, GS)이고 출력이 RF 신호인 지상파 방송 시스템이다. 퓨처캐스트 UTB 시스템은 존재한다면 FEF 및 하나 이상의 피지컬 프로파일을 전달한다. 동일한 퓨처캐스트 UTB 시스템은 서로 다른 입력 스트림을 전달하고 서로 다른 지리적 영역에서 서로 다른 RF를 사용할 수 있어, 로컬 서비스 삽입을 허용한다. 프레임 구조 및 스케줄링은 하나의 장소에서 제어되고, 퓨처캐스트 UTB 시스템 내에서 모든 전송에 대해 동일하다. 하나 이상의 퓨처캐스트 UTB 시스템은 모두 동일한 피지컬 구조 및 구성을 갖는다는 동일한 SYSTEM_ID 의미를 가질 수 있다.
- [277] 다음의 루프(loop)는 각 프레임 타입의 길이 및 FRU 구성을 나타내는 FRU_PHY_PROFILE, FRU_FRAME_LENGTH, FRU_GI_FRACTION, RESERVED로 구성된다. 루프(loop) 사이즈는 FRU 내에서 4개의 피지컬 프로파일(FEF 포함)이 시그널링되도록 고정된다. NUM_FRAME_FRU가 4보다 작으면, 사용되지 않는 필드는 제로로 채워진다.
- [278] FRU_PHY_PROFILE: 해당 3비트 필드는 관련된 FRU의 (i+1)번째 프레임(i는 루프(loop) 인덱스)의 피지컬 프로파일 타입을 나타낸다. 해당 필드는 표 8에 나타난 것과 동일한 시그널링 포맷을 사용한다.
- [279] FRU_FRAME_LENGTH: 해당 2비트 필드는 관련된 FRU의 (i+1)번째 프레임의 길이를 나타낸다. FRU_GI_FRACTION와 함께 FRU_FRAME_LENGTH를 사용하면, 프레임 듀레이션의 정확한 값이 얻어질 수 있다.
- [280] FRU_GI_FRACTION: 해당 3비트 필드는 관련된 FRU의 (i+1)번째 프레임의 가드 인터벌 일부 값을 나타낸다. FRU_GI_FRACTION은 표 7에 따라 시그널링 된다.
- [281] RESERVED: 해당 4비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.
- [282] 다음의 필드는 PLS2 데이터를 디코딩하기 위한 파라미터를 제공한다.
- [283] PLS2_FEC_TYPE: 해당 2비트 필드는 PLS2 보호에 의해 사용되는 FEC 타입을 나타낸다. FEC 타입은 표 10에 따라 시그널링 된다. LDPC 코드에 대한 자세한 내용은 후술한다.

[284] [표10]

콘텐츠	PLS2 FEC 타입
00	4K-1/4 및 7K-3/10 LDPC 코드
01 ~ 11	리저브드(reserved)

[285] PLS2_MOD: 해당 3비트 필드는 PLS2에 의해 사용되는 변조 타입을 나타낸다. 변조 타입은 표 11에 따라 시그널링 된다.

[286] [표11]

값	PLS2_MODE
000	BPSK
001	QPSK
010	QAM-16
011	NUQ-64
100~111	리저브드(reserved)

[287] PLS2_SIZE_CELL: 해당 15비트 필드는 현 프레임 그룹에서 전달되는 PLS2에 대한 모든 코딩 블록의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)인 $C_{total_partial_block}$ 를 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[288] PLS2_STAT_SIZE_BIT: 해당 14비트 필드는 현 프레임 그룹에 대한 PLS2-STAT의 사이즈를 비트수로 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[289] PLS2_DYN_SIZE_BIT: 해당 14비트 필드는 현 프레임 그룹에 대한 PLS2-DYN의 사이즈를 비트수로 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[290] PLS2_REP_FLAG: 해당 1비트 플래그는 PLS2 반복 모드가 현 프레임 그룹에서 사용되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드의 값이 1로 설정되면, PLS2 반복 모드는 활성화된다. 해당 필드의 값이 0으로 설정되면, PLS2 반복 모드는 비활성화된다.

[291] PLS2_REP_SIZE_CELL: 해당 15비트 필드는 PLS2 반복이 사용되는 경우 현 프레임 그룹의 매 프레임마다 전달되는 PLS2에 대한 부분 코딩 블록의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)인 $C_{total_partial_block}$ 를 나타낸다. 반복이 사용되지 않는 경우, 해당 필드의 값은 0과 동일하다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.

[292] PLS2_NEXT_FEC_TYPE: 해당 2비트 필드는 다음 프레임 그룹의 매 프레임에서 전달되는 PLS2에 사용되는 FEC 타입을 나타낸다. FEC 타입은 표 10에 따라 시그널링 된다.

[293] PLS2_NEXT_MOD: 해당 3비트 필드는 다음 프레임 그룹의 매 프레임에서 전달되는 PLS2에 사용되는 변조 타입을 나타낸다. 변조 타입은 표 11에 따라 시그널링 된다.

[294] PLS2_NEXT_REP_FLAG: 해당 1비트 플래그는 PLS2 반복 모드가 다음 프레임 그룹에서 사용되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드의 값이 1로 설정되면, PLS2 반복 모드는 활성화된다. 해당 필드의 값이 0으로 설정되면, PLS2 반복 모드는 비활성화된다.

- [295] PLS2_NEXT_REP_SIZE_CELL: 해당 15비트 필드는 PLS2 반복이 사용되는 경우 다음 프레임 그룹의 매 프레임마다 전달되는 PLS2에 대한 전체 코딩 블록의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)인 $C_{total_full_block}$ 를 나타낸다. 다음 프레임 그룹에서 반복이 사용되지 않는 경우, 해당 필드의 값은 0과 동일하다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.
- [296] PLS2_NEXT_REP_STAT_SIZE_BIT: 해당 14비트 필드는 다음 프레임 그룹에 대한 PLS2-STAT의 사이즈를 비트수로 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹에서 일정하다.
- [297] PLS2_NEXT_REP_DYN_SIZE_BIT: 해당 14비트 필드는 다음 프레임 그룹에 대한 PLS2-DYN의 사이즈를 비트수로 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹에서 일정하다.
- [298] PLS2_AP_MODE: 해당 2비트 필드는 현 프레임 그룹에서 PLS2에 대해 추가 패리티가 제공되는지 여부를 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다. 아래의 표 12는 해당 필드의 값을 제공한다. 해당 필드의 값이 00으로 설정되면, 현 프레임 그룹에서 추가 패리티가 PLS2에 대해 사용되지 않는다.
- [299] [표12]

값	PLS2-AP 모드
00	추가 패리티가 제공되지 않음
01	API 모드
10~11	리저브드(reserved)

- [300] PLS2_AP_SIZE_CELL: 해당 15비트 필드는 PLS2의 추가 패리티 비트의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)를 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.
- [301] PLS2_NEXT_AP_MODE: 해당 2비트 필드는 다음 프레임 그룹의 매 프레임마다 PLS2 시그널링에 대해 추가 패리티가 제공되는지 여부를 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다. 표 12는 해당 필드의 값을 정의한다.
- [302] PLS2_NEXT_AP_SIZE_CELL: 해당 15비트 필드는 다음 프레임 그룹의 매 프레임마다 PLS2의 추가 패리티 비트의 사이즈(QAM 셀의 수로 특정됨)를 나타낸다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.
- [303] RESERVED: 해당 32비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.
- [304] CRC_32: 전체 PLS1 시그널링에 적용되는 32비트 에러 검출 코드
- [305]
- [306] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타낸다.
- [307] 도 14는 PLS2 데이터의 PLS2-STAT 데이터를 나타낸다. PLS2-STAT 데이터는 프레임 그룹 내에서 동일한 반면, PLS2-DYN 데이터는 현 프레임에 대해 특정한 정보를 제공한다.
- [308] PLS2-STAT 데이터의 필드에 대해 다음에 구체적으로 설명한다.

- [309] FIC_FLAG: 해당 1비트 필드는 FIC가 현 프레임 그룹에서 사용되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드의 값이 1로 설정되면, FIC는 현 프레임에서 제공된다. 해당 필드의 값이 0으로 설정되면, FIC는 현 프레임에서 전달되지 않는다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.
- [310] AUX_FLAG: 해당 1비트 필드는 보조 스트림이 현 프레임 그룹에서 사용되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드의 값이 1로 설정되면, 보조 스트림은 현 프레임에서 제공된다. 해당 필드의 값이 0으로 설정되면, 보조 프레임은 현 프레임에서 전달되지 않는다. 해당 값은 현 프레임 그룹의 전체 듀레이션 동안 일정하다.
- [311] NUM_DP: 해당 6비트 필드는 현 프레임 내에서 전달되는 데이터 파이프의 수를 나타낸다. 해당 필드의 값은 1에서 64 사이이고, 데이터 파이프의 수는 NUM_DP+1이다.
- [312] DP_ID: 해당 6비트 필드는 피지컬 프로파일 내에서 유일하게 식별한다.
- [313] DP_TYPE: 해당 3비트 필드는 데이터 파이프의 타입을 나타낸다. 이는 아래의 표 13에 따라 시그널링 된다.

[314] [표13]

값	데이터 파이프 타입
000	타입 1 데이터 파이프
001	타입 2 데이터 파이프
010~111	리저브드(reserved)

- [315] DP_GROUP_ID: 해당 8비트 필드는 현 데이터 파이프가 관련되어 있는 데이터 파이프 그룹을 식별한다. 이는 수신기가 동일한 DP_GROUP_ID를 갖게 되는 특정 서비스와 관련되어 있는 서비스 컴포넌트의 데이터 파이프에 접속하는 데 사용될 수 있다.
- [316] BASE_DP_ID: 해당 6비트 필드는 관리 계층에서 사용되는 (PSI/SI와 같은) 서비스 시그널링 데이터를 전달하는 데이터 파이프를 나타낸다. BASE_DP_ID에 의해 나타내는 데이터 파이프는 서비스 데이터와 함께 서비스 시그널링 데이터를 전달하는 노멀 데이터 파이프이거나, 서비스 시그널링 데이터만을 전달하는 전용 데이터 파이프일 수 있다.
- [317] DP_FEC_TYPE: 해당 2비트 필드는 관련된 데이터 파이프에 의해 사용되는 FEC 타입을 나타낸다. FEC 타입은 아래의 표 14에 따라 시그널링 된다.

[318] [표14]

값	FEC_TYPE
00	16K LDPC
01	64K LDPC
10 ~ 11	리저브드(reserved)

- [319] DP_COD: 해당 4비트 필드는 관련된 데이터 파이프에 의해 사용되는 코드 레이트(code rate)를 나타낸다. 코드 레이트(code rate)은 아래의 표 15에 따라 시그널링 된다.

[320] [표15]

값	코드 레이트(code rate)
0000	5/15
0001	6/15
0010	7/15
0011	8/15
0100	9/15
0101	10/15
0110	11/15
0111	12/15
1000	13/15
1001 ~ 1111	리저브드(reserved)

[321] DP_MOD: 해당 4비트 필드는 관련된 데이터 파이프에 의해 사용되는 변조를 나타낸다. 변조는 아래의 표 16에 따라 시그널링 된다.

[322] [표16]

값	변조
0000	QPSK
0001	QAM-16
0010	NUQ-64
0011	NUQ-256
0100	NUQ-1024
0101	NUC-16
0110	NUC-64
0111	NUC-256
1000	NUC-1024
1001~1111	리저브드(reserved)

[323] DP_SSD_FLAG: 해당 1비트 필드는 SSD 모드가 관련된 데이터 파이프에서 사용되는지 여부를 나타낸다. 해당 필드의 값이 1로 설정되면, SSD는 사용된다. 해당 필드의 값이 0으로 설정되면, SSD는 사용되지 않는다.

[324] 다음의 필드는 PHY_PROFILE가 어드벤스 프로파일을 나타내는 010과 동일할 때에만 나타난다.

[325] DP_MIMO: 해당 3비트 필드는 어떤 타입의 MIMO 인코딩 처리가 관련된 데이터 파이프에 적용되는지 나타낸다. MIMO 인코딩 처리의 타입은 아래의 표 17에 따라 시그널링 된다.

[326] [표17]

값	MIMO 인코딩
000	FR-SM
001	FRFD-SM
010~111	리저브드(reserved)

[327] DP_TI_TYPE: 해당 1비트 필드는 타임 인터리빙의 타입을 나타낸다. 0의 값은 하나의 타임 인터리빙 그룹이 하나의 프레임에 해당하고 하나 이상의 타임 인터리빙 블록을 포함하는 것을 나타낸다. 1의 값은 하나의 타임 인터리빙 그룹이 하나보다 많은 프레임으로 전달되고 하나의 타임 인터리빙 블록만을 포함하는 것을 나타낸다.

[328] DP_TI_LENGTH: 해당 2비트 필드(허용된 값은 1, 2, 4, 8뿐이다)의 사용은 다음과 같은 DP_TI_TYPE 필드 내에서 설정되는 값에 의해 결정된다.

[329] DP_TI_TYPE의 값이 1로 설정되면, 해당 필드는 각각의 타임 인터리빙 그룹이

매핑되는 프레임의 수인 P_i 를 나타내고, 타임 인터리빙 그룹당 하나의 타임 인터리빙 블록이 존재한다 ($N_{Ti}=1$). 해당 2비트 필드로 허용되는 P_i 의 값은 아래의 표 18에 정의된다.

- [330] DP_TL_TYPE의 값이 0으로 설정되면, 해당 필드는 타임 인터리빙 그룹당 타임 인터리빙 블록의 수 N_{Ti} 를 나타내고, 프레임당 하나의 타임 인터리빙 그룹이 존재한다 ($P_i=1$). 해당 2비트 필드로 허용되는 P_i 의 값은 아래의 표 18에 정의된다.

- [331] [표18]

2비트 필드	P_i	N_{Ti}
00	1	1
01	2	2
10	4	3
11	8	4

- [332] DP_FRAME_INTERVAL: 해당 2비트 필드는 관련된 데이터 파이프에 대한 프레임 그룹 내에서 프레임 간격(I_{JUMP})을 나타내고, 허용된 값은 1, 2, 4, 8 (해당하는 2비트 필드는 각각 00, 01, 10, 11)이다. 프레임 그룹의 모든 프레임에 나타나지 않는 데이터 파이프에 대해, 해당 필드의 값은 순차적인 프레임 사이의 간격과 동일하다. 예를 들면, 데이터 파이프가 1, 5, 9, 13 등의 프레임에 나타나면, 해당 필드의 값은 4로 설정된다. 모든 프레임에 나타나는 데이터 파이프에 대해, 해당 필드의 값은 1로 설정된다.

- [333] DP_TL_BYPASS: 해당 1비트 필드는 타임 인터리버(5050)의 가용성을 결정한다. 데이터 파이프에 대해 타임 인터리빙이 사용되지 않으면, 해당 필드 값은 1로 설정된다. 반면, 타임 인터리빙이 사용되면, 해당 필드 값은 0으로 설정된다.

- [334] DP_FIRST_FRAME_IDX: 해당 5비트 필드는 현 데이터 파이프가 발생하는 슈퍼 프레임의 첫 번째 프레임의 인덱스를 나타낸다. DP_FIRST_FRAME_IDX의 값은 0에서 31 사이이다.

- [335] DP_NUM_BLOCK_MAX: 해당 10비트 필드는 해당 데이터 파이프에 대한 DP_NUM_BLOCKS의 최대값을 나타낸다. 해당 필드의 값은 DP_NUM_BLOCKS와 동일한 범위를 갖는다.

- [336] DP_PAYLOAD_TYPE: 해당 2비트 필드는 주어진 데이터 파이프에 의해 전달되는 페이로드 데이터의 타입을 나타낸다. DP_PAYLOAD_TYPE은 아래의 표 19에 따라 시그널링 된다.

- [337] [표19]

값	페이로드 타입
00	TS.
01	IP
10	GS
11	리저브드(reserved)

- [338] DP_INBAND_MODE: 해당 2비트 필드는 현 데이터 파이프가 인 밴드(In-band)

시그널링 정보를 전달하는지 여부를 나타낸다. 인 밴드(In-band) 시그널링 타입은 아래의 표 20에 따라 시그널링 된다.

[339] [표20]

값	인 밴드 모드(In-band mode)
00	인 밴드(In-band) 시그널링이 전달되지 않음
01	INBAND-PLS만 전달됨
10	INBAND-ISSY만 전달됨
11	INBAND-PLS 및 INBAND-ISSY가 전달됨

[340] DP_PROTOCOL_TYPE: 해당 2비트 필드는 주어진 데이터 파이프에 의해 전달되는 페이로드의 프로토콜 타입을 나타낸다. 페이로드의 프로토콜 타입은 입력 페이로드 타입이 선택되면 아래의 표 21에 따라 시그널링 된다.

[341] [표21]

값	DP_PAYLOAD_TYPE이 TS인 경우	DP_PAYLOAD_TYPE이 IP인 경우	DP_PAYLOAD_TYPE이 GS인 경우
00	MPEG2-TS	IPv4	(Note)
01	리저브드(reserved)	IPv6	리저브드(reserved)
10	리저브드(reserved)	리저브드(reserved)	리저브드(reserved)
11	리저브드(reserved)	리저브드(reserved)	리저브드(reserved)

[342] DP_CRC_MODE: 해당 2비트 필드는 CRC 인코딩이 인풋 포맷 블록에서 사용되는지 여부를 나타낸다. CRC 모드는 아래의 표 22에 따라 시그널링 된다.

[343] [표22]

값	CRC 모드
00	사용되지 않음
01	CRC-8
10	CRC-16
11	CRC-32

[344] DNP_MODE: 해당 2비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS ('00')로 설정되는 경우에 관련된 데이터 파이프에 의해 사용되는 널 패킷 삭제 모드를 나타낸다. DNP_MODE는 아래의 표 23에 따라 시그널링 된다. DP_PAYLOAD_TYPE이 TS ('00')가 아니면, DNP_MODE는 00의 값으로 설정된다.

[345] [표23]

값	널 패킷 삭제 모드
00	사용되지 않음
01	DNP-NORMAL
10	DNP-OFFSET
11	리저브드(reserved)

[346] ISSY_MODE: 해당 2비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS ('00')로 설정되는 경우에 관련된 데이터 파이프에 의해 사용되는 ISSY 모드를 나타낸다. ISSY_MODE는 아래의 표 24에 따라 시그널링 된다. DP_PAYLOAD_TYPE이 TS ('00')가 아니면, ISSY_MODE는 00의 값으로 설정된다.

[347] [표24]

값	ISSY 모드
00	사용되지 않음
01	ISSY-UP
10	ISSY-BBF
11	리저브드(reserved)

[348] HC_MODE_TS: 해당 2비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS ('00')로 설정되는 경우에 관련된 데이터 파이프에 의해 사용되는 TS 헤더 압축 모드를 나타낸다. HC_MODE_TS는 아래의 표 25에 따라 시그널링 된다.

[349] [표25]

값	헤더 압축 모드
00	HC_MODE_TS 1
01	HC_MODE_TS 2
10	HC_MODE_TS 3
11	HC_MODE_TS 4

[350] HC_MODE_IP: 해당 2비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 IP ('01')로 설정되는 경우에 IP 헤더 압축 모드를 나타낸다. HC_MODE_IP는 아래의 표 26에 따라 시그널링 된다.

[351] [표26]

값	헤더 압축 모드
00	압축 없음
01	HC_MODE_IP 1
10-11	리저브드(reserved)

[352] PID: 해당 13비트 필드는 DP_PAYLOAD_TYPE이 TS ('00')로 설정되고 HC_MODE_TS가 01 또는 10으로 설정되는 경우에 TS 헤더 압축을 위한 PID 수를 나타낸다.

[353] RESERVED: 해당 8비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.

[354] 다음 필드는 FIC_FLAG가 1과 동일할 때만 나타난다.

[355] FIC_VERSION: 해당 8비트 필드는 FIC의 버전 넘버를 나타낸다.

[356] FIC_LENGTH_BYTE: 해당 13비트 필드는 FIC의 길이를 바이트 단위로 나타낸다.

[357] RESERVED: 해당 8비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.

[358] 다음 필드는 AUX_FLAG가 1과 동일할 때만 나타난다.

[359] NUM_AUX: 해당 4비트 필드는 보조 스트림의 수를 나타낸다. 제로는 보조 스트림이 사용되지 않는 것을 나타낸다.

[360] AUX_CONFIG_RFU: 해당 8비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.

[361] AUX_STREAM_TYPE: 해당 4비트는 현 보조 스트림의 타입을 나타내기 위한 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.

[362] AUX_PRIVATE_CONFIG: 해당 28비트 필드는 보조 스트림을 시그널링 하기 위한 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.

[363]

- [364] 도 15는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 PLS2 데이터를 나타낸다.
- [365] 도 15는 PLS2 데이터의 PLS2-DYN을 나타낸다. PLS2-DYN 데이터의 값은 하나의 프레임 그룹의 듀레이션 동안 변화할 수 있는 반면, 필드의 사이즈는 일정하다.
- [366] PLS2-DYN 데이터의 필드의 구체적인 내용은 다음과 같다.
- [367] FRAME_INDEX: 해당 5비트 필드는 슈퍼 프레임 내에서 현 프레임의 프레임 인덱스를 나타낸다. 슈퍼 프레임의 첫 번째 프레임의 인덱스는 0으로 설정된다.
- [368] PLS_CHANGE_COUNTER: 해당 4비트 필드는 구성이 변화하기 전의 슈퍼 프레임의 수를 나타낸다. 구성이 변화하는 다음 슈퍼 프레임은 해당 필드 내에서 시그널링 되는 값에 의해 나타낸다. 해당 필드의 값이 0000으로 설정되면, 이는 어떠한 예정된 변화도 예측되지 않는 것을 의미한다. 예를 들면, 1의 값은 다음 슈퍼 프레임에 변화가 있다는 것을 나타낸다.
- [369] FIC_CHANGE_COUNTER: 해당 4비트 필드는 구성(즉, FIC의 콘텐츠)이 변화하기 전의 슈퍼 프레임의 수를 나타낸다. 구성이 변화하는 다음 슈퍼 프레임은 해당 필드 내에서 시그널링 되는 값에 의해 나타낸다. 해당 필드의 값이 0000으로 설정되면, 이는 어떠한 예정된 변화도 예측되지 않는 것을 의미한다. 예를 들면, 0001의 값은 다음 슈퍼 프레임에 변화가 있다는 것을 나타낸다.
- [370] RESERVED: 해당 16비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.
- [371] 다음 필드는 현 프레임에서 전달되는 데이터 파이프와 관련된 파라미터를 설명하는 NUM_DP에서의 루프(loop)에 나타난다.
- [372] DP_ID: 해당 6비트 필드는 피지컬 프로파일 내에서 데이터 파이프를 유일하게 나타낸다.
- [373] DP_START: 해당 15비트 (또는 13비트) 필드는 DPU 어드레싱(addressing) 기법을 사용하여 데이터 파이프의 첫 번째의 시작 위치를 나타낸다. DP_START 필드는 아래의 표 27에 나타난 바와 같이 피지컬 프로파일 및 FFT 사이즈에 따라 다른 길이를 갖는다.
- [374] [표27]

피지컬 프로파일	DP START 필드 사이즈	
	64K	16K
베이스	13 비트	15 비트
핸드오프	-	13 비트
어드밴스	13 비트	15 비트

- [375] DP_NUM_BLOCK: 해당 10비트 필드는 현 데이터 파이프에 대한 현 타임 인터리빙 그룹에서 FEC 블록의 수를 나타낸다. DP_NUM_BLOCK의 값은 0에서 1023 사이에 있다.
- [376] RESERVED: 해당 8비트 필드는 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다.
- [377] 다음의 필드는 EAC와 관련된 FIC 파라미터를 나타낸다.
- [378] EAC_FLAG: 해당 1비트 필드는 현 프레임에서 EAC의 존재를 나타낸다. 해당

비트는 프리앰블에서 EAC_FLAG와 같은 값이다.

[379] EAS_WAKE_UP_VERSION_NUM: 해당 8비트 필드는 자동 활성화 지시의 버전 넘버를 나타낸다.

[380] EAC_FLAG 필드가 1과 동일하면, 다음의 12비트가 EAC_LENGTH_BYTE 필드에 할당된다. EAC_FLAG 필드가 0과 동일하면, 다음의 12비트가 EAC_COUNTER에 할당된다.

[381] EAC_LENGTH_BYTE: 해당 12비트 필드는 EAC의 길이를 바이트로 나타낸다.

[382] EAC_COUNTER: 해당 12비트 필드는 EAC가 도달하는 프레임 전의 프레임의 수를 나타낸다.

[383] 다음 필드는 AUX_FLAG 필드가 1과 동일한 경우에만 나타난다.

[384] AUX_PRIVATE_DYN: 해당 48비트 필드는 보조 스트림을 시그널링 하기 위한 추후 사용을 위해 리저브드(reserved)된다. 해당 필드의 의미는 설정 가능한 PLS2-STAT에서 AUX_STREAM_TYPE의 값에 의존한다.

[385] CRC_32: 전체 PLS2에 적용되는 32비트 에러 검출 코드.

[386] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 프레임의 로지컬(logical) 구조를 나타낸다.

[387] 전술한 바와 같이, PLS, EAC, FIC, 데이터 파이프, 보조 스트림, 더미 셀은 프레임에서 OFDM 심볼의 액티브(active) 캐리어에 매핑된다. PLS1 및 PLS2는 처음에 하나 이상의 FSS에 매핑된다. 그 후, EAC가 존재한다면 EAC 셀은 바로 뒤따르는 PLS 필드에 매핑된다. 다음에 FIC가 존재한다면 FIC 셀이 매핑된다. 데이터 파이프는 PLS 다음에 매핑되거나, EAC 또는 FIC가 존재하는 경우, EAC 또는 FIC 이후에 매핑된다. 타입 1 데이터 파이프가 처음에 매핑되고, 타입 2 데이터 파이프가 다음에 매핑된다. 데이터 파이프의 타입의 구체적인 내용은 후술한다. 일부 경우, 데이터 파이프는 EAS에 대한 일부 특수 데이터 또는 서비스 시그널링 데이터를 전달할 수 있다. 보조 스트림 또는 스트림은 존재한다면 데이터 파이프를 다음에 매핑되고 여기에는 차례로 더미 셀이 뒤따른다. 전술한 순서, 즉, PLS, EAC, FIC, 데이터 파이프, 보조 스트림, 및 더미 셀의 순서로 모두 함께 매핑하면 프레임에서 셀 용량을 정확히 채운다.

[388] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 PLS 매핑을 나타낸다.

[389] PLS 셀은 FSS의 액티브(active) 캐리어에 매핑된다. PLS가 차지하는 셀의 수에 따라, 하나 이상의 심볼이 FSS로 지정되고, FSS의 수 NFSS는 PLS1에서의 NUM_FSS에 의해 시그널링된다. FSS는 PLS 셀을 전달하는 특수한 심볼이다. 경고성 및 지연 시간(latency)은 PLS에서 중대한 사안이므로, FSS는 높은 파일럿 밀도를 가지고 있어 고속 동기화 및 FSS 내에서의 주파수만의 인터폴레이션(interpolation, 보간)을 가능하게 한다.

[390] PLS 셀은 도 17의 예에 나타난 바와 같이 하향식으로 FSS의 액티브(active) 캐리어에 매핑된다. PLS1 셀은 처음에 첫 FSS의 첫 셀부터 셀 인덱스의 오름차순으로 매핑된다. PLS2 셀은 PLS1의 마지막 셀 직후에 뒤따르고, 매핑은 첫 FSS의 마지막 셀 인덱스까지 아래방향으로 계속된다. 필요한 PLS 셀의 총

수가 하나의 FSS의 액티브(active) 캐리어의 수를 초과하면, 매핑은 다음 FSS로 진행되고 첫 FSS와 완전히 동일한 방식으로 계속된다.

[391] PLS 매핑이 완료된 후, 데이터 파이프가 다음에 전달된다. EAC, FIC 또는 둘 다 현 프레임에 존재하면, EAC 및 FIC는 PLS와 노멀 데이터 파이프 사이에 배치된다.

[392] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 EAC 매핑을 나타낸다.

[393] EAC는 EAS 메시지를 전달하는 전용 채널이고 EAS에 대한 데이터 파이프에 연결된다. EAS 지원은 제공되지만, EAC 자체는 모든 프레임에 존재할 수도 있고 존재하지 않을 수도 있다. EAC가 존재하는 경우, EAC는 PLS2 셀의 직후에 매핑된다. PLS 셀을 제외하고 FIC, 데이터 파이프, 보조 스트림 또는 터미 셀 중 어느 것도 EAC 앞에 위치하지 않는다. EAC 셀의 매핑 절차는 PLS와 완전히 동일하다.

[394] EAC 셀은 도 18의 예에 나타난 바와 같이 PLS2의 다음 셀부터 셀 인덱스의 오름차순으로 매핑된다. EAS 메시지 크기에 따라, 도 18에 나타난 바와 같이 EAC 셀은 적은 심볼을 차지할 수 있다.

[395] EAC 셀은 PLS2의 마지막 셀 직후에 뒤따르고, 매핑은 마지막 FSS의 마지막 셀 인덱스까지 아래방향으로 계속된다. 필요한 EAC 셀의 총 수가 마지막 FSS의 남아 있는 액티브(active) 캐리어의 수를 초과하면, EAC 매핑은 다음 심볼로 진행되며, FSS와 완전히 동일한 방식으로 계속된다. 이 경우 EAC의 매핑이 이루어지는 다음 심볼은 노멀 데이터 심볼이고, 이는 FSS보다 더 많은 액티브(active) 캐리어를 갖는다.

[396] EAC 매핑이 완료된 후, 존재한다면 FIC가 다음에 전달된다. FIC가 전송되지 않으면(PLS2 필드에서 시그널링으로), 데이터 파이프가 EAC의 마지막 셀 직후에 뒤따른다.

[397] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 FIC 매핑을 나타낸다.

[398] (a)는 EAC 없이 FIC 셀의 매핑의 예를 나타내고, (b)는 EAC와 함께 FIC 셀의 매핑의 예를 나타낸다.

[399] FIC는 고속 서비스 획득 및 채널 스캔을 가능하게 하기 위해 계층간 정보(cross-layer information)를 전달하는 전용 채널이다. 해당 정보는 주로 데이터 파이프 사이의 채널 바인딩(channel binding) 정보 및 각 방송사의 서비스를 포함한다. 고속 스캔을 위해, 수신기는 FIC를 디코딩하고 방송사 ID, 서비스 수, BASE_DP_ID와 같은 정보를 획득할 수 있다. 고속 서비스 획득을 위해, FIC뿐만 아니라 베이스 데이터 파이프도 BASE_DP_ID를 이용해서 디코딩될 수 있다. 베이스 데이터 파이프가 전송하는 콘텐츠를 제외하고, 베이스 데이터 파이프는 노멀 데이터 파이프와 정확히 동일한 방식으로 인코딩되어 프레임에 매핑된다. 따라서, 베이스 데이터 파이프에 대한 추가 설명이 필요하지 않다. FIC 데이터가 생성되어 관리 계층에서 소비된다. FIC 데이터의 콘텐츠는 관리 계층 사양에 설명된 바와 같다.

- [400] FIC 데이터는 선택적이고, FIC의 사용은 PLS2의 스테틱(static, 정적)인 부분에서 FIC_FLAG 파라미터에 의해 시그널링 된다. FIC가 사용되면, FIC_FLAG는 1로 설정되고, FIC에 대한 시그널링 필드는 PLS2의 스테틱(static, 정적)인 부분에서 정의된다. 해당 필드에서 시그널링되는 것은 FIC_VERSION이고, FIC_LENGTH_BYTE. FIC는 PLS2와 동일한 변조, 코딩, 타임 인터리빙 파라미터를 사용한다. FIC는 PLS2_MOD 및 PLS2_FEC와 같은 동일한 시그널링 파라미터를 공유한다. FIC 데이터는 존재한다면 PLS2 후에 매핑되거나, EAC가 존재하는 경우 EAC 직후에 매핑된다. 노멀 데이터 파이프, 보조 스트림, 또는 더미 셀 중 어느 것도 FIC 앞에 위치하지 않는다. FIC 셀을 매핑하는 방법은 EAC와 완전히 동일하고, 이는 다시 PLS와 동일하다.
- [401] PLS 후의 EAC가 존재하지 않는 경우, FIC 셀은 (a)의 예에 나타난 바와 같이 PLS2의 다음 셀부터 셀 인덱스의 오름차순으로 매핑된다. FIC 데이터 사이즈에 따라, (b)에 나타난 바와 같이, FIC 셀은 수 개의 심볼에 대해서 매핑된다.
- [402] FIC 셀은 PLS2의 마지막 셀 직후에 뒤따르고, 매핑은 마지막 FSS의 마지막 셀 인덱스까지 아래방향으로 계속된다. 필요한 FIC 셀의 총 수가 마지막 FSS의 남아 있는 액티브(active) 캐리어의 수를 초과하면, 나머지 FIC 셀의 매핑은 다음 심볼로 진행되며 이는 FSS와 완전히 동일한 방식으로 계속된다. 이 경우, FIC가 매핑되는 다음 심볼은 노멀 데이터 심볼이며, 이는 FSS보다 더 많은 액티브(active) 캐리어를 갖는다.
- [403] EAS 메시지가 현 프레임에서 전송되면, EAC는 FIC 보다 먼저 매핑되고 (b)에 나타난 바와 같이 EAC의 다음 셀부터 FIC 셀은 셀 인덱스의 오름차순으로 매핑된다.
- [404] FIC 매핑이 완료된 후, 하나 이상의 데이터 파이프가 매핑되고, 이후 존재한다면 보조 스트림, 더미 셀이 뒤따른다.
- [405] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 파이프의 타입을 나타낸다.
- [406] (a)는 타입 1 데이터 파이프를 나타내고, (b)는 타입 2 데이터 파이프를 나타낸다.
- [407] 선행하는 채널, 즉 PLS, EAC, FIC가 매핑된 후, 데이터 파이프의 셀이 매핑된다. 데이터 파이프는 매핑 방법에 따라 두 타입 중 하나로 분류된다.
- [408] 타입 1 데이터 파이프: 데이터 파이프가 TDM에 의해 매핑된다.
- [409] 타입 2 데이터 파이프: 데이터 파이프가 FDM에 의해 매핑된다.
- [410] 데이터 파이프의 타입은 PLS2의 스테틱(static, 정적)인 부분에서 DP_TYPE 필드에 의해 나타낸다. 도 20은 타입 1 데이터 파이프 및 타입 2 데이터 파이프의 매핑 순서를 나타낸다. 타입 1 데이터 파이프는 우선 셀 인덱스의 오름차순으로 매핑된 후, 마지막 셀 인덱스에 도달한 후, 심볼 인덱스가 1씩 증가된다. 다음 심볼 내에서, 데이터 파이프는 $p=0$ 을 시작으로 셀 인덱스의 오름차순으로 계속 매핑된다. 하나의 프레임에서 함께 매핑되는 다수의 데이터 파이프와 함께, 각각의 타입 1 데이터 파이프는 데이터 파이프의 TDM과 유사하게 시간으로

그루핑된다.

[411] 타입 2 데이터 파이프는 우선 심볼 인덱스의 오름차순으로 매핑되고, 프레임의 마지막 OFDM 심볼에 도달한 후, 셀 인덱스는 1씩 증가하고, 심볼 인덱스는 첫 번째 가용 심볼로 되돌아 간 후, 그 심볼 인덱스부터 증가한다. 하나의 프레임에서 다수의 데이터 파이프를 매핑한 후, 각각의 타입 2 데이터 파이프는 데이터 파이프의 FDM과 유사하게 주파수로 그루핑된다.

[412] 타입 1 데이터 파이프 및 타입 2 데이터 파이프는 필요시 프레임에서 공존할 수 있는데, 타입 1 데이터 파이프가 항상 타입 2 데이터 파이프에 선행한다는 제한이 있다. 타입 1 및 타입 2 데이터 파이프를 전달하는 OFDM 셀의 총 수는 데이터 파이프의 전송에 사용할 수 있는 OFDM 셀의 총 수를 초과할 수 없다.

[413] [수식2]

$$D_{DP1} + D_{DP2} \leq D_{DP}$$

[414] 이때, D_{DP1} 는 타입 1 데이터 파이프가 차지하는 OFDM 셀의 수에 해당하고, D_{DP2} 는 타입 2 데이터 파이프가 차지하는 셀의 수에 해당한다. PLS, EAC, FIC가 모두 타입 1 데이터 파이프와 마찬가지로 매핑되므로, PLS, EAC, FIC는 모두 "타입 1 매핑 규칙"에 따른다. 따라서, 대체로 타입 1 매핑이 항상 타입 2 매핑에 선행한다.

[415] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 데이터 파이프 매핑을 나타낸다.

[416] (a)는 타입 1 데이터 파이프를 매핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱을 나타내고, (b)는 타입 2 데이터 파이프를 매핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱을 나타낸다.

[417] 타입 1 데이터 파이프(0, ..., DDP1-1)를 매핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱은 타입 1 데이터 파이프의 액티브(active) 데이터 셀에 대해 정의된다. 어드레싱 방식은 각각의 타입 1 데이터 파이프에 대한 타임 인터리빙으로부터의 셀이 액티브(active) 데이터 셀에 할당되는 순서를 정의한다. 어드레싱 방식은 또한 PLS2의 다이내믹(dynamic, 동적) 부분에서 데이터 파이프의 위치를 시그널링하는 데 사용된다.

[418] EAC 및 FIC 없이, 어드레스 0은 마지막 FSS에서 PLS를 전달하는 마지막 셀에 바로 뒤따르는 셀을 말한다. EAC가 전송되고, FIC가 해당하는 프레임에 없으면, 어드레스 0은 EAC를 전달하는 마지막 셀에 바로 뒤따르는 셀을 말한다. FIC가 해당하는 프레임에서 전송되면, 어드레스 0은 FIC를 전달하는 마지막 셀에 바로 뒤따르는 셀을 말한다. 타입 1 데이터 파이프에 대한 어드레스 0은 (a)에 나타난 바와 같은 두 가지 서로 다른 경우를 고려해서 산출될 수 있다. (a)의 예에서, PLS, EAC, FIC는 모두 전송된다고 가정한다. EAC와 FIC 중 하나 또는 모두가 생략되는 경우로의 확장은 자명하다. (a)의 좌측에 나타난 바와 같이 FIC까지 모든 셀을 매핑한 후에 FSS에 남아 있는 셀이 있으면.

[419] 타입 2 데이터 파이프(0, ..., DDP2-1)를 매핑하기 위한 OFDM 셀의 어드레싱은 타입 2 데이터 파이프의 액티브(active) 데이터 셀에 대해 정의된다. 어드레싱

방식은 각각의 타입 2 데이터 파이프에 대한 타임 인터리빙으로부터의 셀이 액티브(active) 데이터 셀에 할당되는 순서를 정의한다. 어드레싱 방식은 또한 PLS2의 다이나믹(dynamic, 동적) 부분에서 데이터 파이프의 위치를 시그널링하는 데 사용된다.

- [420] (b)에 나타난 바와 같이, 세 가지 약간 다른 경우가 가능하다. (b)의 좌측에 나타난 첫 번째 경우에, 마지막 FSS에 있는 셀은 타입 2 데이터 파이프 매핑에 사용될 수 있다. 중앙에 나타난 두 번째 경우에, FIC는 노멀 심볼의 셀을 차지하지만, 해당 심볼에서의 FIC 셀의 수는 C_{FSS} 보다 크지 않다. (b)의 우측에 나타난 세 번째 경우는 해당 심볼에 매핑된 FIC 셀의 수가 C_{FSS} 를 초과한다는 점을 제외하고 두 번째 경우와 동일하다.
- [421] PLS, EAC, FIC가 타입 1 데이터 파이프와 동일한 "타입 1 매핑 규칙"에 따르므로, 타입 1 데이터 파이프가 타입 2 데이터 파이프에 선행하는 경우로의 확장은 자명하다.
- [422] 데이터 파이프 유닛(DPU)은 프레임에서 데이터 셀을 데이터 파이프에 할당하는 기본 단위이다.
- [423] DPU는 프레임에서 데이터 파이프의 위치를 찾아내기 위한 시그널링 단위로 정의된다. 셀 매핑(7010)은 각각의 데이터 파이프에 대해 타임 인터리빙에 의해 생성된 셀을 매핑할 수 있다. 타임 인터리버(5050)는 일련의 타임 인터리빙 블록을 출력하고, 각각의 타임 인터리빙 블록은 XFECBLOCK의 가변 수를 포함하고, 이는 결국 셀의 집합으로 구성된다. XFECBLOCK에서의 셀의 수 N_{cells} 는 FECBLOCK 사이즈, N_{ldpc} , 컨스텔레이션 심볼당 전송되는 비트 수에 의존한다. DPU는 주어진 피지컬 프로파일에서 지원되는 XFECBLOCK에서의 셀의 수 N_{cells} 의 모든 가능한 값의 최대 공약수로 정의된다. 셀에서의 DPU의 길이는 L_{DPU} 로 정의된다. 각각의 피지컬 프로파일은 FECBLOCK 사이즈의 서로 다른 조합 및 컨스텔레이션 심볼당 다른 비트 수를 지원하므로, L_{DPU} 는 피지컬 프로파일을 기초로 정의된다.
- [424] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 FEC 구조를 나타낸다.
- [425] 도 22는 비트 인터리빙 전의 본 발명의 일 실시예에 따른 FEC 구조를 나타낸다. 전술한 바와 같이, 데이터 FEC 인코더는 외부 코딩(BCH) 및 내부 코딩(LDPC)을 이용하여 FECBLOCK 절차를 생성하기 위해 입력 BBF에 FEC 인코딩을 실행할 수 있다. 도시된 FEC 구조는 FECBLOCK에 해당한다. 또한, FECBLOCK 및 FEC 구조는 LDPC 코드워드의 길이에 해당하는 동일한 값을 갖는다.
- [426] 도 22에 도시된 바와 같이, BCH 인코딩이 각각의 BBF(K_{bch} 비트)에 적용된 후, LDPC 인코딩이 BCH - 인코딩된 BBF(K_{ldpc} 비트 = N_{bch} 비트)에 적용된다.
- [427] N_{ldpc} 의 값은 64800 비트 (롱 FECBLOCK) 또는 16200 비트 (쇼트 FECBLOCK)이다.
- [428] 아래의 표 28 및 표 29는 롱 FECBLOCK 및 쇼트 FECBLOCK 각각에 대한 FEC 인코딩 파라미터를 나타낸다.

[429] [표28]

LDPC 비율	N_{ldpc}	K_{ldpc}	K_{bch}	BCH 에러 정정 능력	$N_{bch}-K_{bch}$
5/15	64800	21600	21408	12	192
6/15		25920	25728		
7/15		30240	30048		
8/15		34560	34368		
9/15		38880	38688		
10/15		43200	43008		
11/15		47520	47328		
12/15		51840	51648		
13/15		56160	55968		

[430] [표29]

LDPC 비율	N_{ldpc}	K_{ldpc}	K_{bch}	BCH 에러 정정 능력	$N_{bch}-K_{bch}$
5/15	16200	5400	5232	12	168
6/15		6480	6312		
7/15		7560	7392		
8/15		8640	8472		
9/15		9720	9552		
10/15		10800	10632		
11/15		11880	11712		
12/15		12960	12792		
13/15		14040	13872		

[431] BCH 인코딩 및 LDPC 인코딩의 구체적인 동작은 다음과 같다.

[432] 12-에러 정정 BCH 코드가 BBF의 외부 인코딩에 사용된다. 쇼트 FECBLOCK 및 롱 FECBLOCK에 대한 BBF 생성 다항식은 모든 다항식을 곱함으로써 얻어진다.

[433] LDPC 코드는 외부 BCH 인코딩의 출력을 인코딩하는 데 사용된다. 완성된 B_{ldpc} (FECBLOCK)를 생성하기 위해, P_{ldpc} (패리티 비트)가 각각의 I_{ldpc} (BCH - 인코딩된 BBF)로부터 조직적으로 인코딩되고, I_{ldpc} 에 첨부된다. 완성된 B_{ldpc} (FECBLOCK)는 다음의 수학적 식으로 표현된다.

[434] [수식3]

$$B_{ldpc} = [I_{ldpc} \ P_{ldpc}] = [i_0, i_1, \dots, i_{K_{ldpc}-1}, p_0, p_1, \dots, p_{N_{ldpc}-K_{ldpc}-1}]$$

[435] 롱 FECBLOCK 및 쇼트 FECBLOCK에 대한 파라미터는 위의 표 28 및 29에 각각 주어진다.

[436] 롱 FECBLOCK에 대해 $N_{ldpc} - K_{ldpc}$ 패리티 비트를 계산하는 구체적인 절차는 다음과 같다.

[437] 1) 패리티 비트 초기화

[438] [수식4]

$$p_0 = p_1 = p_2 = \dots = p_{N_{ldpc}-K_{ldpc}-1} = 0$$

[439] 2) 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 첫 번째 행에서 특정된 패리티 비트 어드레스에서 첫 번째 정보 비트 i_0 누산(accumulate). 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 상세한 내용은 후술한다. 예를 들면, 비율 13/15에 대해,

[440] [수식5]

$$p_{983} = p_{983} \oplus i_0 \quad p_{2815} = p_{2815} \oplus i_0$$

$$p_{4837} = p_{4837} \oplus i_0 \quad p_{4989} = p_{4989} \oplus i_0$$

$$p_{6138} = p_{6138} \oplus i_0 \quad p_{6458} = p_{6458} \oplus i_0$$

$$p_{6921} = p_{6921} \oplus i_0 \quad p_{6974} = p_{6974} \oplus i_0$$

$$p_{7572} = p_{7572} \oplus i_0 \quad p_{8260} = p_{8260} \oplus i_0$$

$$p_{8496} = p_{8496} \oplus i_0$$

[441] 3) 다음 359개의 정보 비트 i_s , $s=1, 2, \dots, 359$ 에 대해, 다음의 수학적식을 이용하여 패리티 비트 어드레스에서 i_s 누산(accumulate).

[442] [수식6]

$$\{x + (s \bmod 360) \times Q_{ldpc}\} \bmod (N_{ldpc} - K_{ldpc})$$

[443] 여기서, x 는 첫 번째 비트 i_0 에 해당하는 패리티 비트 누산기의 어드레스를 나타내고, Q_{ldpc} 는 패리티 체크 매트릭스의 어드레스에서 특정된 코드 레이트(code rate) 의존 상수이다. 상기 예인, 비율 13/15에 대한, 따라서 정보 비트 i_1 에 대한 $Q_{ldpc} = 24$ 에 계속해서, 다음 동작이 실행된다.

[444] [수식7]

$$p_{1007} = p_{1007} \oplus i_1 \quad p_{2839} = p_{2839} \oplus i_1$$

$$p_{4861} = p_{4861} \oplus i_1 \quad p_{5013} = p_{5013} \oplus i_1$$

$$p_{6162} = p_{6162} \oplus i_1 \quad p_{6482} = p_{6482} \oplus i_1$$

$$p_{6945} = p_{6945} \oplus i_1 \quad p_{6998} = p_{6998} \oplus i_1$$

$$p_{7596} = p_{7596} \oplus i_1 \quad p_{8284} = p_{8284} \oplus i_1$$

$$p_{8520} = p_{8520} \oplus i_1$$

[445] 4) 361번째 정보 비트 i_{360} 에 대해, 패리티 비트 누산기의 어드레스는 패리티 체크 매트릭스의 어드레스의 두 번째 행에 주어진다. 마찬가지로, 다음 359개의 정보 비트 i_s , $s=361, 362, \dots, 719$ 에 대한 패리티 비트 누산기의 어드레스는 수학적식 6을 이용하여 얻어진다. 여기서, x 는 정보 비트 i_{360} 에 해당하는 패리티 비트 누산기의 어드레스, 즉 패리티 체크 매트릭스의 두 번째 행의 엔트리를 나타낸다.

[446] 5) 마찬가지로, 360개의 새로운 정보 비트의 모든 그룹에 대해, 패리티 체크 매트릭스의 어드레스로부터의 새로운 행은 패리티 비트 누산기의 어드레스를 구하는 데 사용된다.

[447] 모든 정보 비트가 이용된 후, 최종 패리티 비트가 다음과 같이 얻어진다.

[448] 6) $i=1$ 로 시작해서 다음 동작을 순차적으로 실행

[449] [수식8]

$$p_i = p_i \oplus p_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, N_{ldpc} - K_{ldpc} - 1$$

[450] 여기서 p_i , $i=0, 1, \dots, N_{ldpc} - K_{ldpc} - 1$ 의 최종 콘텐츠는 패리티 비트 p_i 와 동일하다.

[451] [표30]

코드 레이트(code rate)	Q_{ldpc}
5/15	120
6/15	108
7/15	96
8/15	84
9/15	72
10/15	60
11/15	48
12/15	36
13/15	24

[452] 표 30을 표 31로 대체하고, 롱 FECBLOCK에 대한 패리티 체크 매트릭스의 어드레스를 쇼트 FECBLOCK에 대한 패리티 체크 매트릭스의 어드레스로 대체하는 것을 제외하고, 쇼트 FECBLOCK에 대한 해당 LDPC 인코딩 절차는 롱 FECBLOCK에 대한 t LDPC 인코딩 절차에 따른다.

[453] [표31]

코드 레이트(code rate)	Q_{ldpc}
5/15	30
6/15	27
7/15	24
8/15	21
9/15	18
10/15	15
11/15	12
12/15	9
13/15	6

[454] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 비트 인터리빙을 나타낸다.

[455] LDPC 인코더의 출력은 비트 인터리빙되는데, 이는 QCB (quasi-cyclic block) 인터리빙 및 내부 그룹 인터리빙이 뒤따르는 패리티 인터리빙으로 구성된다.

[456] (a)는 QCB 인터리빙을 나타내고, (b)는 내부 그룹 인터리빙을 나타낸다.

[457] FECBLOCK은 패리티 인터리빙될 수 있다. 패리티 인터리빙의 출력에서, LDPC 코드워드는 롱 FECBLOCK에서 180개의 인접하는 QCB으로 구성되고, 쇼트 FECBLOCK에서 45개의 인접하는 QCB으로 구성된다. 롱 또는 쇼트 FECBLOCK에서의 각각의 QCB는 360비트로 구성된다. 패리티 인터리빙된 LDPC 코드워드는 QCB 인터리빙에 의해 인터리빙된다. QCB 인터리빙의 단위는 QCB이다. 패리티 인터리빙의 출력에서의 QCB는 도 23에 나타난 바와 같이 QCB 인터리빙에 의해 퍼뮤테이션되는데, 여기서 FECBLOCK 길이에 따라 $N_{cells} =$

64800/ η_{MOD} 또는 16200/ η_{MOD} 이다. QCB 인터리빙 패턴은 변조 타입 및 LDPC 코드 레이트(code rate)의 각 조합에 고유하다.

[458] QCB 인터리빙 후에, 내부 그룹 인터리빙이 아래의 표 32에 정의된 변조 타입 및 차수(η_{MOD})에 따라 실행된다. 하나의 내부 그룹에 대한 QCB의 수 N_{QCB_IG} 도 정의된다.

[459] [표32]

변조 타입	η_{mod}	N_{QCB_IG}
QAM-16	4	2
NUC-16	4	4
NUQ-64	6	3
NUC-64	6	6
NUQ-256	8	4
NUC-256	8	8
NUQ-1024	10	5
NUC-1024	10	10

[460] 내부 그룹 인터리빙 과정은 QCB 인터리빙 출력의 N_{QCB_IG} 개의 QCB로 실행된다. 내부 그룹 인터리빙은 360개의 열 및 N_{QCB_IG} 개의 행을 이용해서 내부 그룹의 비트를 기입하고 판독하는 과정을 포함한다. 기입 동작에서, QCB 인터리빙 출력으로부터의 비트가 행 방향으로 기입된다. 판독 동작은 열 방향으로 실행되어 각 행에서 m 개의 비트를 판독한다. 여기서 m 은 NUC의 경우 1과 같고 NUQ의 경우 2와 같다.

[461] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타낸다.

[462] 도 24에서, (a)는 8 및 12 bpcu MIMO에 대한 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타내고, (b)는 10 bpcu MIMO에 대한 셀-워드 디멀티플렉싱을 나타낸다.

[463] 비트 인터리빙 출력의 각각의 셀 워드($c_{0,l}, c_{1,l}, \dots, c_{nmod-1,l}$)는 하나의 XFECBLOCK에 대한 셀-워드 디멀티플렉싱 과정을 설명하는 (a)에 나타난 바와 같이 ($d_{1,0,m}, d_{1,1,m}, \dots, d_{1,nmod-1,m}$) 및 ($d_{2,0,m}, d_{2,1,m}, \dots, d_{2,nmod-1,m}$)로 디멀티플렉싱된다.

[464] MIMO 인코딩을 위해 다른 타입의 NUQ를 이용하는 10 bpcu MIMO 경우에, NUQ-1024에 대한 비트 인터리버가 재사용된다. 비트 인터리버 출력의 각각의 셀 워드 ($c_{0,l}, c_{1,l}, \dots, c_{9,l}$)는 (b)에 나타난 바와 같이 ($d_{1,0,m}, d_{1,1,m}, \dots, d_{1,3,m}$) 및 ($d_{2,0,m}, d_{2,1,m}, \dots, d_{2,5,m}$)로 디멀티플렉싱된다.

[465] 도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 타임 인터리빙을 나타낸다.

[466] (a) 내지 (c)는 타임 인터리빙 모드의 예를 나타낸다.

[467] 타임 인터리버는 데이터 파이프 레벨에서 동작한다. 타임 인터리빙의 파라미터는 각각의 데이터 파이프에 대해 다르게 설정될 수 있다.

[468] PLS2-STAT 데이터의 일부에 나타나는 다음의 파라미터는 타임 인터리빙을 구성한다.

[469] DP_TL_TYPE (허용된 값: 0 또는 1): 타임 인터리빙 모드를 나타낸다. 0은 타임 인터리빙 그룹당 다수의 타임 인터리빙 블록(하나 이상의 타임 인터리빙 블록)을 갖는 모드를 나타낸다. 이 경우, 하나의 타임 인터리빙 그룹은 하나의 프레임에 (프레임간 인터리빙 없이) 직접 매핑된다. 1은 타임 인터리빙 그룹당 하나의 타임

인터리빙 블록만을 갖는 모드를 나타낸다. 이 경우, 타임 인터리빙 블록은 하나 이상의 프레임에 걸쳐 확산된다(프레임간 인터리빙).

- [470] DP_TI_LENGTH: DP_TI_TYPE = '0'이면, 해당 파라미터는 타임 인터리빙 그룹당 타임 인터리빙 블록의 수 N_{Ti} 이다. DP_TI_TYPE = '1'인 경우, 해당 파라미터는 하나의 타임 인터리빙 그룹으로부터 확산되는 프레임의 수 P_1 이다.
- [471] DP_NUM_BLOCK_MAX (허용된 값: 0 내지 1023): 타임 인터리빙 그룹당 XFECBLOCK의 최대 수를 나타낸다.
- [472] DP_FRAME_INTERVAL (허용된 값: 1, 2, 4, 8): 주어진 피지컬 프로파일의 동일한 데이터 파이프를 전달하는 두 개의 순차적인 프레임 사이의 프레임의 수 I_{JUMP} 를 나타낸다.
- [473] DP_TI_BYPASS (허용된 값: 0 또는 1): 타임 인터리빙이 데이터 프레임에 이용되지 않으면, 해당 파라미터는 1로 설정된다. 타임 인터리빙이 이용되면, 0으로 설정된다.
- [474] 추가로, PLS2-DYN 데이터로부터의 파라미터 DP_NUM_BLOCK은 데이터 그룹의 하나의 타임 인터리빙 그룹에 의해 전달되는 XFECBLOCK의 수를 나타낸다.
- [475] 타임 인터리빙이 데이터 프레임에 이용되지 않으면, 다음의 타임 인터리빙 그룹, 타임 인터리빙 동작, 타임 인터리빙 모드는 고려되지 않는다. 그러나 스케줄러로부터의 다이내믹(dynamic, 동적) 구성 정보를 위한 딜레이 컴펜세이션(delay compensation, 지연보상) 블록은 여전히 필요하다. 각각의 데이터 파이프에서, SSD/MIMO 인코딩으로부터 수신한 XFECBLOCK은 타임 인터리빙 그룹으로 그룹핑된다. 즉, 각각의 타임 인터리빙 그룹은 정수 개의 XFECBLOCK의 집합이고, 다이내믹(dynamic, 동적)으로 변화하는 수의 XFECBLOCK을 포함할 것이다. 인덱스 n 의 타임 인터리빙 그룹에 있는 XFECBLOCK의 수는 $N_{xBLOCK_Group}(n)$ 로 나타내고, PLS2-DYN 데이터에서 DP_NUM_BLOCK으로 시그널링된다. 이때, $N_{xBLOCK_Group}(n)$ 은 최소값 0에서 가장 큰 값이 1023인 최대값 $N_{xBLOCK_Group_MAX}$ (DP_NUM_BLOCK_MAX에 해당)까지 변화할 수 있다.
- [476] 각각의 타임 인터리빙 그룹은 하나의 프레임에 직접 매핑되거나 P_1 개의 프레임에 걸쳐 확산된다. 또한 각각의 타임 인터리빙 그룹은 하나 이상(N_{Ti} 개)의 타임 인터리빙 블록으로 분리된다. 여기서 각각의 타임 인터리빙 블록은 타임 인터리버 메모리의 하나의 사용에 해당한다. 타임 인터리빙 그룹 내의 타임 인터리빙 블록은 약간의 다른 수의 XFECBLOCK을 포함할 수 있다. 타임 인터리빙 그룹이 다수의 타임 인터리빙 블록으로 분리되면, 타임 인터리빙 그룹은 하나의 프레임에만 직접 매핑된다. 아래의 표 33에 나타낸 바와 같이, 타임 인터리빙에는 세 가지 옵션이 있다(타임 인터리빙을 생략하는 추가 옵션 제외).

[477] [표33]

모드	설명
옵션 1	(a)에 나타낸 바와 같이 각각의 타임 인터리빙 그룹은 하나의 타임 인터리빙 블록을 포함하고 하나의 프레임에 직접 매핑된다. 해당 옵션은 $DP_TI_TYPE = '0'$ 및 $DP_TI_LENGTH = '1'$ ($N_{TI}=1$)에 의해 PLS2-STAT에서 시그널링된다.
옵션 2	각각의 타임 인터리빙 그룹은 하나의 타임 인터리빙 블록을 포함하고 하나 이상의 프레임에 매핑된다. (b)는 하나의 타임 인터리빙 그룹이 두 개의 프레임, 즉 $DP_TI_LENGTH = '2'$ ($P_T=2$) 및 $DP_FRAME_INTERVAL$ ($I_{FIMP}=2$)에 매핑되는 예를 나타낸다. 이것은 낮은 데이터율 서비스에 더 높은 시간 다이버시티를 제공한다. 해당 옵션은 $DP_TI_TYPE = '1'$ 에 의해 PLS2-STAT에서 시그널링된다.
옵션 3	(c)에 나타낸 바와 같이 각각의 타임 인터리빙 그룹은 다수의 타임 인터리빙 블록으로 분리되고 하나의 프레임에 직접 매핑된다. 각각의 타임 인터리빙 블록은 데이터 파이프에 대해 최대의 비트율(bit rate)을 제공하도록 풀(full) 타임 인터리빙 메모리를 사용할 수 있다. 해당 옵션은 $P_T=1$ 이면서 $DP_TI_TYPE = '0'$ 및 $DP_TI_LENGTH = N_{TI}$ 에 의해 PLS2-STAT에서 시그널링된다.

[478] 각각의 데이터 파이프에서, 타임 인터리빙 메모리는 입력된 XFECBLOCK (SSD/MIMO 인코딩 블록으로부터 출력된 XFECBLOCK)을 저장한다. 입력된 XFECBLOCK은

$$(d_{n,s,0,0}, d_{n,s,0,1}, \dots, d_{n,s,0,N_{cells}-1}, d_{n,s,1,0}, \dots, d_{n,s,1,N_{cells}-1}, \dots, d_{n,s,N_{xBLOCK_TI}(n,s)-1,0}, \dots, d_{n,s,N_{xBLOCK_TI}(n,s)-1,N_{cells}-1}),$$

로 정의된다고 가정한다. 여기서, $d_{n,s,r,q}$ 는 n번째 타임 인터리빙 그룹의 s번째 타임 인터리빙 블록에서 r번째 XFECBLOCK의 q번째 셀이고, 다음과 같은 SSD 및 MIMO 인코딩의 출력을 나타낸다.

$$[479] \quad d_{n,s,r,q} = \begin{cases} f_{n,s,r,q} & , \text{the output of SSD} \cdots \text{encoding} \\ g_{n,s,r,q} & , \text{the output of MIMO encoding} \end{cases}$$

[480] 또한, 타임 인터리버(5050)로부터 출력된 XFECBLOCK은

$$(h_{n,s,0}, h_{n,s,1}, \dots, h_{n,s,i}, \dots, h_{n,s,N_{xBLOCK_TI}(n,s) \times N_{cells}-1}) \text{로 정의된다고 가정한다. 여기서, } h_{n,s,i}$$

는 n번째 타임 인터리빙 그룹의 s번째 타임 인터리빙 블록에서 i번째($i = 0, \dots, N_{xBLOCK_TI}(n,s) \times N_{cells} - 1$) 출력 셀이다.

[481] 일반적으로, 타임 인터리버는 프레임 생성 과정 이전에 데이터 파이프 데이터에 대한 버퍼로도 작용할 것이다. 이는 각각의 데이터 파이프에 대해 2개의 메모리 뱅크로 달성된다. 첫 번째 타임 인터리빙 블록은 첫 번째 뱅크에 기입된다. 첫 번째 뱅크에서 판독되는 동안 두 번째 타임 인터리빙 블록이 두 번째 뱅크에 기입된다.

[482] 타임 인터리빙은 트위스트된 행-열 블록 인터리버이다. n번째 타임 인터리빙 그룹의 s번째 타임 인터리빙 블록에 대해, 열의 수 N_c 가 $N_{xBLOCK_TI}(n,s)$ 와 동일한 반면, 타임 인터리빙 메모리의 행의 수 N_r 는 셀의 수 N_{cell} 와 동일하다(즉, $N_r = N_{cell}$).

[483] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 트위스트된 행-열 블록 인터리버의 기본 동작을 나타낸다.

[484] 도 26(a)는 타임 인터리버에서 기입 동작을 나타내고, 도 26(b)는 타임 인터리버에서 판독 동작을 나타낸다. (a)에 나타낸 바와 같이, 첫 번째 XFECBLOCK은 타임 인터리빙 메모리의 첫 번째 열에 열 방향으로 기입되고, 두 번째 XFECBLOCK은 다음 열에 기입되고, 이러한 동작이 이어진다. 그리고 인터리빙 어레이에서, 셀이 대각선 방향으로 판독된다. (b)에 나타낸 바와 같이 첫 번째 행으로부터 (가장 왼쪽 열을 시작으로 행을 따라 오른쪽으로) 마지막 행까지 대각선 방향 판독이 진행되는 동안, N_r 개의 셀이 판독된다. 구체적으로, $z_{n,s,i} (i = 0, \dots, N_r N_c)$ 이 순차적으로 판독될 타임 인터리빙 메모리 셀 위치라고 가정하면, 이러한 인터리빙 어레이에서의 판독 동작은 아래 식에서와 같이 행 인덱스 $R_{n,s,i}$, 열 인덱스 $C_{n,s,i}$, 관련된 트위스트 파라미터 $T_{n,s,i}$ 를 산출함으로써 실행된다.

[485] [수식9]

$$\begin{aligned} \text{GENERATE}(R_{n,s,i}, C_{n,s,i}) = \\ \{ \\ R_{n,s,i} = \text{mod}(i, N_r), \\ T_{n,s,i} = \text{mod}(S_{\text{shift}} \times R_{n,s,i}, N_c), \\ C_{n,s,i} = \text{mod}(T_{n,s,i} + \left\lfloor \frac{i}{N_r} \right\rfloor, N_c) \\ \} \end{aligned}$$

[486] 여기서,

S_{shift}
는

$$N_{\text{xBLOCK_TI}}(n, s)$$

에 상관없이 대각선 방향 판독 과정에 대한 공통 시프트 값이고, 시프트 값은 아래 식에서와 같이 PLS2-STAT에서 주어진

$$N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}$$

에 의해 결정된다.

[487] [수식10]

$$\begin{aligned} \text{for } \begin{cases} N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} = N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} + 1, & \text{if } N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} \bmod 2 = 0 \\ N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} = N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}}, & \text{if } N_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} \bmod 2 = 1 \end{cases} \\ S_{\text{shift}} = \frac{N'_{\text{xBLOCK_TI_MAX}} - 1}{2} \end{aligned}$$

[488] 결과적으로, 판독될 셀 위치는 좌표

$$z_{n,s,i} = N_r C_{n,s,i} + R_{n,s,i}$$

에 의해 산출된다.

[489] 도 27은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 트위스트된 행-열 블록 인터리버의 동작을 나타낸다.

[490] 더 구체적으로, 도 27은

$$N_{xBLOCK_TI}(0,0) = 3$$

,

$$N_{xBLOCK_TI}(1,0) = 6$$

,

$$N_{xBLOCK_TI}(2,0) = 5$$

일 때 가상 XFECBLOCK을 포함하는 각각의 타임 인터리빙 그룹에 대한 타임 인터리빙 메모리에서 인터리빙 어레이를 나타낸다.

[491] 변수

$$N_{xBLOCK_TI}(n,s) = N_r$$

는

$$N'_{xBLOCK_TI_MAX}$$

보다 작거나 같을 것이다. 따라서,

$$N_{xBLOCK_TI}(n,s)$$

에 상관없이 수신기 측에서 단일 메모리 디인터리빙을 달성하기 위해, 트위스트된 행-열 블록 인터리버용 인터리빙 어레이는 가상 XFECBLOCK을 타임 인터리빙 메모리에 삽입함으로써

$$N_r \times N_c = N_{cells} \times N'_{xBLOCK_TI_MAX}$$

의 크기로 설정되고, 판독 과정은 다음 식과 같이 이루어진다.

[492] [수식11]

$$p = 0;$$

$$\text{for } i = 0; i < N_{cells} N'_{xBLOCK_TI_MAX}; i = i + 1$$

$$\{ \text{GENERATE}(R_{n,s,i}, C_{n,s,i});$$

$$V_i = N_r C_{n,s,j} + R_{n,s,j}$$

$$\text{if } V_i < N_{cells} N_{xBLOCK_TI}(n,s)$$

{

$$Z_{n,s,p} = V_i; p = p + 1;$$

}

}

[493] 타임 인터리빙 그룹의 수는 3으로 설정된다. 타임 인터리버의 옵션은 DP_TI_TYPE='0', DP_FRAME_INTERVAL='1', DP_TI_LENGTH='1', 즉 NTI=1, IJUMP=1, PI=1에 의해 PLS2-STAT 데이터에서 시그널링된다. 각각 Ncells = 30인 XFECBLOCK의 타임 인터리빙 그룹당 수는 각각의 NxBLOCK_TI(0,0) = 3, NxBLOCK_TI(1,0) = 6, NxBLOCK_TI(2,0) = 5에 의해 PLS2-DYN 데이터에서 시그널링된다. XFECBLOCK의 최대 수는 NxBLOCK_Group_MAX에 의해 PLS2-STAT 데이터에서 시그널링 되고, 이는

$$\lfloor N_{xBLOCK_Group_MAX} / N_{TI} \rfloor = N_{xBLOCK_TI_MAX} = 6$$

로 이어진다.

[494] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 트위스트된 행-열 블록 인터리버의 대각선 방향 판독 패턴을 나타낸다.

[495] 더 구체적으로, 도 28은 파라미터

$$N'_{xBLOCK_TI_MAX} = 7$$

및 $S_{shift} = (7-1)/2 = 3$ 을 갖는 각각의 인터리빙 어레이로부터의 대각선 방향 판독 패턴을 나타낸다. 이때 위에 유사 코드로 나타낸 판독 과정에서,

$$V_i \geq N_{cells} N_{xBLOCK_TI}(n, s)$$

이면, V_i 의 값이 생략되고, V_i 의 다음 계산값이 사용된다.

[496] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 각각의 인터리빙 어레이로부터의 인터리빙된 XFECBLOCK을 나타낸다.

[497] 도 29는 파라미터

$$N'_{xBLOCK_TI_MAX} = 7$$

및 $S_{shift} = 3$ 을 갖는 각각의 인터리빙 어레이로부터 인터리빙된 XFECBLOCK을 나타낸다.

[498]

[499] 본 명세서에서, 상술한 DP는 PLP(Physical Layer Pipe)로, PLS 정보는 L1(Layer 1) 정보 또는 L1 시그널링 정보로 지칭할 수 있다. PLS1 정보는 L1(Layer 1) 스태틱(static) 정보 또는 L1 베이직(basic) 정보로, PLS2 정보는 L1 다이내믹 정보 또는 L1 디테일 정보로서 각각 지칭할 수도 있다.

[500]

[501] 도 30은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 BICM 블록의 상세 블록도를 나타낸다.

[502] 도 30의 세부 블록들에 대해, 상술한 설명과 동일한 설명은 중복하여 하지 않는다.

[503] 성상도 매퍼(30010)는 입력된 비트 워드를 하나의 성상도에 할당/매핑할 수 있다. 이 때 추가적으로 회전 및 Q-딜레이(rotation & Q delay)를 적용할 수 있다. 즉, 성상도 매퍼(30010)는 입력된 성상들을 회전 각도에 따라 회전시킨 후 인-페이즈(in-phase) 성분과 쿼드러처-페이즈(quadrature-phase) 성분으로 나누고, 이 중 쿼드러처-페이즈 성분만을 임의의 값만큼 딜레이시킬 수 있다. 성상도 매퍼(30010)는 이후 새로 페어가 된 인-페이즈 성분과 쿼드러처-페이즈 성분을 사용하여 새로운 성상으로 리매핑을 수행할 수 있다.

[504] 셀 인터리버(30020)는 하나의 FEC 블록에 해당하는 셀들을 랜덤하게 섞어서 출력하여, 각 FEC 블록에 해당하는 셀들을 각 FEC 블록마다 서로 다른 순서로 출력한다.

[505] 타임 인터리버(30030)는 복수의 FEC 블록에 속하는 셀들을 서로 섞어서 출력할 수 있다. 따라서 각 FEC 블록의 셀들이 타임 인터리빙 탭스만큼의 구간 내에 분산되어 전송됨으로써 부가적인 다이버시티 게인이 획득될 수 있다.

[506]

[507] 도 31은 본 발명의 실시예에 따른 타임 인터리버를 나타낸다.

[508] 상술한 바와 같이, 방송 시스템은 싱글 PLP(S-PLP)를 프로세싱하거나 멀티플 PLP(M-PLP)를 처리할 수 있다. 도 31에서, 셀 인터리버(32010)는 도 30에서 도시한 셀 인터리버와 같은 블록에 해당한다.

[509] 방송 신호 송신기는 멀티플 PLP 모드(M-PLP 모드)의 경우에는 트위스티드 블록 인터리버(BI; Block Interleaver)(31040) 및 컨벌루셔널 인터리버(CI; Convolutional Interleaver)(31050)를 사용하여 타임 인터리빙을 수행하고, 싱글 PLP 모드(S-PLP 모드)의 경우에는 블록 인터리버(31040)는 OFF되고, 컨벌루셔널 인터리버(31030)를 사용하여 타임 인터리빙을 수행할 수 있다. 멀티플 PLP 모드에서 사용하는 타임 인터리빙 유닛들을 함께 하이브리드(타임) 인터리버 또는 타임 인터리버라고 지칭할 수도 있다. 다만 멀티플 PLP 모드의 컨벌루셔널 인터리버(31030)는 컨벌루셔널 딜레이-라인을 사용하는 인터리버이고, 싱글 PLP 모드의 컨벌루셔널 인터리버(31050)는 임의의 컨벌루셔널 인터리버가 될 수 있다. 싱글 PLP 모드의 컨벌루셔널 인터리버를 Sheer CI라고 지칭할 수도 있다. 다만, 컨벌루셔널 딜레이-라인을 사용하는 인터리버 또한 컨벌루셔널 인터리버(CI)로 지칭되거나, 컨벌루셔널 딜레이-라인(유닛/모듈)으로 지칭될 수도 있다. 셀 인터리버(31010)는 싱글 PLP 모드 및 멀티플 PLP 모드에 모두 적용되거나, 멀티플 PLP 모드에만 적용될 수도 있다.

[510] 도 31에서와 같이, 타임 인터리빙 유닛은 셀 그룹핑 블록(31020)을 포함한다. 방송 신호 송신기는 셀 그룹핑 블록(31020)을 사용하여 타임 인터리빙 수행 시 메모리를 더욱 효율적으로 사용하고 인터리빙 탭스를 증가시킬 수 있다. 셀 그룹핑은 싱글와이즈(single wise) 그룹핑 또는 페어와이즈(pairwise) 그룹핑으로 수행될 수 있다. 싱글와이즈 그룹핑 방식은 하나의 데이터셀이 하나의 메모리 유닛(MU; Memory Unit)에 매핑하고, 페어와이즈 그룹핑 방식은 동일 PLP에 포함된 연속하는 2개의 셀을 하나의 메모리 유닛에 매핑한다. 이러한 동작을 수행하는 셀 그룹핑 블록(31020)은 셀 커플링 블록, 또는 셀-메모리 유닛 매퍼(Cell to MU Mapper)로 지칭할 수도 있다.

[511] 타임 인터리버는 베이스라인 레이어 신호 또는 LDM 신호를 타임 인터리빙할 수 있다. LDM 신호는 S-PLP 모드 또는 M-PLP 모드로 인터리빙될 수 있다.

[512]

[513] 이하에서는 LDM(Layered Division Multiplexing) 스킴을 사용하는 방송 신호 송신기 및 방송 신호 수신기에 대하여 설명하도록 한다.

[514] LDM은 다른 변조 및 채널 코딩 스킴을 사용되었을 수도 있는 다중 데이터 스트림을 상이한 파워 레벨에서 결합하는 성상도 중첩 기술을 나타낸다(LDM is a constellation superposition technology that combines multiple data streams at different power levels, possibly with different modulation and channel coding schemes before transmission in one RF channel). 이하에서는 2개의 레이어를 사용하는 LDM

스킴을 실시예로서 설명하도록 하나, 레이어는 2개 이상에 해당할 수도 있다.

[515]

[516] 도 32는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신기의 구성을 나타낸다.

[517] 도 32의 방송 신호 송신기는 인풋 포매팅 블록(32010; Input Formatting), BICM 블록(32020; BICM), LDM 인젝션(32030; LDM Injection) 블록, 프레임링 및 인터리빙 블록(32040; Framing & Interleaving) 및 웨이브폼 생성 블록(32050; Waveform Generation)을 포함할 수 있다. 도 32의 프레임링/인터리빙 블록(32040)은 도 1의 프레임 빌딩 블록에 해당하고, 웨이브폼 생성 블록(32050)은 도 1의 OFDM 생성 블록에 해당할 수 있다.

[518] 도 32의 경우 상술한 실시예들과 달리 프레임 빌딩 블록(1020)이 타임 인터리빙 블록을 포함하는 경우로서, 이에 따라 프레임 빌딩 블록(1020)이 프레임링/인터리빙 블록(32040)으로 지칭될 수 있다. 다시 말하면, 프레임링/인터리빙 블록(32040)은 타임 인터리빙 블록, 프레임링 블록 및 주파수 인터리빙 블록을 포함할 수 있다. 프레임링/인터리빙 블록(32040)은 이러한 서브 블록들을 사용하여 데이터에 대해 타임 인터리빙을 수행하고, 데이터를 매핑하여 신호 프레임을 생성하고, 주파수 인터리빙을 수행할 수 있다.

[519] LDM 인젝션 블록(32030)은 어퍼 레이어의 인풋 포매팅 블록(32010-1) 및 BICM 블록(32020-1)에서 처리된 데이터와 로워(lower) 레이어의 인풋 포매팅 블록(32010-2) 및 BICM 블록(32020-2)에서 처리된 데이터에 LDM을 수행하여 하나의 스트림을 출력한다. 본 명세서의 실시예에서 2개의 레이어는 코어 레이어와 인헨스드 레이어, 어퍼(upper) 레이어와 로워(lower) 레이어 또는 어퍼 레이어와 베이스라인 레이어로 지칭할 수 있다.

[520] 코어 레이어의 데이터는 인헨스드 레이어의 데이터 이상으로 로버스트한 ModCod 컴비네이션을 사용하여야만 한다. 2개의 레이어는 같은 FEC 코딩/성상도 매핑을 사용할 수도 있지만, 다른 FEC 코딩/성상도 매핑을 사용할 수도 있다.

[521] 타임 인터리빙 블록이 BICM 블록(32020)에서 프레임링/인터리빙 블록(32030)으로 이동하는 외에 다른 설명은 상술한 바와 같다. 웨이브폼 생성 블록(32050)은 도 1의 OFDM 생성 블록(1030)과 동일한 블록으로 명칭만을 다르게 지칭하는 것이다.

[522] 수신기 측에서도, 위와 같이 타임 디인터리빙 블록을 도 9의 디매핑 및 디코딩 블록(9020)에서 프레임 파싱 블록(9010)에 포함시키고, 프레임 파싱 블록(9010)을 프레임 파싱/디인터리빙 블록으로 지칭할 수도 있다.

[523]

[524] 도 33는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신기 중 일부의 구성을 나타낸다.

[525] 도 33은 도 32의 일부를 더 상세히 나타내는 도면으로서, 도 32에서 하나의 블록으로 나타낸 LDM 인젝션 블록은 도 33에서 3개의 블록을 더 포함한다. 다시

말하면, 도 32의 LDM 인젝션 블록은 도 33의 인젝션 레벨 컨트롤러(33020), 레이어 컴바이너(33030) 및 파워 노멀라이저(33040)를 포함한다.

[526] 도 33에서는 FE(Future Extension) 레이어, 어퍼 레이어(코어 레이어), 베이스라인 레이어(인헨스드 레이어)의 3개의 경로로 PLP 데이터를 처리하는 송신기를 나타내며, 각 레이어에 대한 PLP 데이터를 처리하기 위한 BICM 블록들(33010-0~2)를 포함한다. FE 레이어는 향후 서비스 추가를 목적으로 사용되며, 코어 레이어의 확장 레이어에 해당할 수 있다.

[527] 코어 레이어의 코딩 및 변조 구조는 인헨스드 레이어와 유사하나, 코어 레이어의 LDPC 코드 레이트는 인헨스드 레이어의 LDPC 코드 레이트보다 상대적으로 낮게 설정될 수 있다.

[528] 인젝션 레벨 컨트롤러(33020)는 코어 레이어와 인헨스드 레이어와의 전력 비를 컨트롤할 수 있다. 인젝션 레벨 컨트롤러(33020)는 인헨스드 레이어의 파워를 코어 레이어보다 상대적으로 감소시켜, 각 레이어에 대해 원하는 전송 에너지를 출력할 수 있다.

[529] 레이어 컴바이너(33030)는 어퍼 레이어의 데이터와 인헨스드 레이어의 데이터를 더하고(add), 어퍼 레이어와 인헨스드 레이어 간의 FEC 블록 비율을 결정할 수 있다. 이러한 동작은 타임 인터리빙/디인터리빙을 더욱 효율적으로 수행하기 위함이다. 도시한 바와 같이 레이어 컴바이닝은 셀 인터리빙 전에 수행된다.

[530] 파워 노멀라이저(33040)는 코어 레이어와 인헨스드 레이어의 전송 전력의 합이 1이 되도록 노멀라이징한다. 다시 말하면 파워 노멀라이저(33040)는 컴바이닝된 신호들의 토탈 전력을 유니티(unity)로 노멀라이징한다.

[531] 이렇게 코어 레이어 신호와 인헨스드 레이어 신호가 컴바이닝된 LDM 신호는 프레임링/인터리빙 블록 및 웨이브폼 생성 블록을 거쳐 송신될 수 있다. 이하에서는 레이어 컴바이너의 동작에 대하여 더 상세히 설명하도록 한다.

[532]

[533] 코어 레이어의 데이터 스트림과 인헨스드 레이어의 데이터 스트림은 다른 FEC 블록 사이즈를 가질 수 있다. 그러나 컴바이닝된 LDM 신호는 하나의 타임 인터리버에서 타임 인터리빙되며, 타임 인터리버는 FEC 블록 단위로 인터리빙을 수행한다. 따라서 타임 인터리버가 인터리빙 수행 시 코어 레이어의 데이터 스트림 또는 인헨스드 레이어의 데이터 스트림이 FEC 단위로 타임인터리빙되지 않는 문제점이 발생할 수 있다.

[534] 따라서 이하에서는 FEC 블록 단위를 깨지 않으면서 타임 인터리빙을 수행할 수 있도록 코어 레이어의 데이터 스트림과 인헨스드 레이어의 데이터 스트림을 프로세싱하는 방법에 대하여 설명한다.

[535]

[536] 먼저, 타임 인터리빙을 고려한 LDM 프로세싱 방법으로서, 타임 인터리빙 블록을 코어 레이어 및 인헨스드 레이어의 FEC 블록의 정수배로 구성하는 제 1

옵션을 설명한다.

[537] 도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱 방법을 나타낸다.

[538] 상술한 바와 같이 타임 인터리버가 FEC 블록 단위로 인터리빙을 할 수 있도록 어퍼 레이어와 로워 레이어의 FEC 블록의 정수배로 LDM 프로세싱을 할 수 있다.

[539] 도 34에서, $N_{UL,cells}$ 는 어퍼 레이어(UL)의 하나의 FEC 블록의 셀 길이를 나타내고, $N_{LL,cells}$ 는 로워 레이어(LL)의 하나의 FEC 블록의 셀 길이를 나타낸다. 그리고 이하의 설명에서 x 는 어퍼 레이어의 FEC 블록들의 최소의 수를 나타내며, x 는 N_{UL,FEC_TI_MIN} 으로 나타낼 수 있다. 또한, y 는 로워 레이어의 FEC 블록들의 최소의 수를 나타내며, y 는 N_{LL,FEC_TI_MIN} 으로 나타낼 수 있다. x 및 y 는 TI 블록에 FEC 블록이 정수배로 들어가는 조건을 만족하는 FEC 블록들의 최소 개수를 나타내는 것이다.

[540] 도 34의 모드-1(Mode-1)은 $N_{UL,FEC_TI_MIN}:N_{LL,FEC_TI_MIN}=1:1$ 인 경우를 나타낸다. 즉 어퍼 레이어의 FEC 블록의 셀길이($N_{UL,cells}$)와 로워 레이어의 FEC 블록의 셀길이($N_{LL,cells}$)가 같으므로, 어퍼 레이어 또는 로워 레이어 중 어느 레이어를 기준으로 타임 인터리빙을 수행하여도 양 레이어의 FEC 블록들은 정수개로 처리될 수 있다.

[541] 도 34의 모드-2(Mode-2)는 $N_{UL,FEC_TI_MIN}:N_{LL,FEC_TI_MIN}=x:1$ (또는 $1:y$)인 경우를 나타낸다. $1:y$ 인 경우, 어퍼레이어를 기준으로 타임 인터리빙을 수행하면 로워 레이어도 y 개의 FEC 블록들이 처리되므로, 양쪽 레이어의 FEC 블록들이 모두 정수개 단위로 인터리빙될 수 있다. $x:1$ 인 경우에는 로워레이어를 기준으로 타임 인터리빙을 수행하면 어퍼 레이어도 x 개의 FEC 블록들이 처리되므로, 양쪽 레이어의 FEC 블록들이 모두 정수개로 인터리빙될 수 있다.

[542] 도 34의 모드-3(Mode-3)은 $N_{UL,FEC_TI_MIN}:N_{LL,FEC_TI_MIN}=x:y$ 인 경우를 나타낸다. 이러한 경우, 서브 TI 블록에 포함되는 어퍼 레이어의 x 개의 FEC 블록의 길이와 서브 TI 블록에 포함되는 로워 레이어의 y 개의 FEC 블록의 길이가 같아야만 LDM 프로세싱된 데이터가 양 레이어에 대해 모두 정수개의 FEC 블록 단위로 인터리빙될 수 있다. 따라서 이하에서는 LDM 프로세싱된 데이터가 양 레이어에 대해 모두 정수개의 FEC 블록 단위로 인터리빙되도록 설정하는 방법을 설명하도록 한다.

[543]

[544] 방송 신호 송신기는 각 레이어의 TI 블록 당 FEC 블록의 최소 개수 및 FEC 블록의 최대 개수를 설정하여 LDM 프로세싱할 수 있다. 어퍼 레이어 및 로워 레이어에서 TI 블록 당 FEC 블록의 최소 개수(N_{UL,FEC_TI_MIN} , N_{LL,FEC_TI_MIN})는 수학적 식 12를 만족하여야 한다.

[545] [수식 12]

$$\min_{(x,y)} A, \text{ where } A = \{(x,y) | x \cdot N_{UL,cells} = y \cdot N_{LL,cells} \text{ and } xN_{UL,cells}, yN_{LL,cells} \leq M\}$$

- [546] 수학식 12에서, M 은 최대 TI 메모리 사이즈를, N_{UL_cells} 는 어퍼 레이어의 싱글 FEC 블록의 셀 길이를, N_{LL_cells} 는 로워 레이어의 싱글 FEC 블록의 셀 길이를, x 는 수학식 12의 조건을 만족하는 어퍼 레이어의 FEC 블록의 최소 개수를, y 는 수학식 12의 조건을 만족하는 로워 레이어의 FEC 블록의 최소 개수를 각각 나타낸다.
- [547] 상술한 바와 같이 $x=N_{UL_FEC_TI_MIN}$, $y=N_{LL_FEC_TI_MIN}$ 이 될 수 있다. 다시 말하면 수학식 12에서와 같이, x , y 는 타임 인터리버의 최대 메모리 사이즈 이하에서, 어퍼 레이어 FEC 블록 사이즈 및 로워 레이어 FEC 블록 사이즈의 최소 공배수 A 를 만족시키는 어퍼 레이어의 FEC 블록 개수 및 로워 레이어의 FEC 블록 개수를 나타낸다.
- [548] 또한, 어퍼 레이어 및 로워 레이어에서 TI 블록 당 FEC 블록의 최대 개수($N_{UL_FEC_TI_MAX}$, $N_{LL_FEC_TI_MAX}$)는 수학식 13을 만족하여야 한다.
- [549] [수식13]

$$N_{UL_FEC_TI_MAX} = x \left\lfloor \frac{N_{UL_FEC_MAX}}{x} \right\rfloor, \text{ where } N_{UL_FEC_MAX} = \left\lfloor \frac{2M}{N_{UL_cells}(N_{IU} + 1)} \right\rfloor$$

$$N_{LL_FEC_TI_MAX} = x \left\lfloor \frac{N_{LL_FEC_MAX}}{x} \right\rfloor, \text{ where } N_{LL_FEC_MAX} = \left\lfloor \frac{2M}{N_{LL_cells}(N_{IU} + 1)} \right\rfloor$$

- [550] 수학식 13에서, $N_{UL_FEC_TI_MAX}$ 및 $N_{LL_FEC_TI_MAX}$ 는 각각 어퍼레이어 및 로워레이어에서 TI 블록에 포함될 수 있는 FEC 블록들의 최대 개수를 나타낸다. N_{IU} 는 인터리빙 유닛의 수를 나타낸다. N_{IU} 는 컨벌루셔널 인터리버(컨벌루셔널 딜레이 라인) 동작 시 하나의 TI 블록이 스프레딩(spredding)되는 프레임의 개수를 나타낸다. 수학식 13에서와 같이, 각 레이어에서 TI 블록에 전송되는 최대 FEC 블록의 수는 수학식 12의 조건을 만족하는 x , y 를 사용하여 획득될 수 있다. 또한, $N_{UL_FEC_MAX}$ 및 $N_{LL_FEC_MAX}$ 를 넘지 않으면서 메모리에 입력할 수 있는 최대 FEC 블록의 개수가 각각 어퍼 레이어 및 로워 레이어에 대하여 수학식 13을 통해 획득될 수 있다.
- [551] 본 실시예에 따르면, 방송 신호 송신기는 어퍼 레이어 및 로워 레이어의 주어진 FEC 블록의 길이에 따라서 양 레이어가 모두 정수배의 FEC 블록에 해당하는 FEC 블록들의 수(x , y)를 각각 산출할 수 있다. 그리고 방송 신호 송신기는 정수개의 FEC 블록으로 길이가 맞는 블록(서브 TI 블록) 단위로 메모리에 기입할 수 있는 최대 FEC 블록들의 수($N_{UL_FEC_MAX}$ 및 $N_{LL_FEC_MAX}$)를 각각 산출할 수 있다. 그리고 방송 신호 송신기는 LDM 신호를 산출된 최대 FEC 블록들의 수 단위로 메모리에 기입함으로써 타임 인터리빙을 수행할 수 있다.
- [552] 이하에서는 상술한 조건들을 만족하는 실시예를 테스트 케이스를 사용하여

더욱 상세히 설명한다.

[553] <테스트 케이스>

[554] 이하의 테스트 케이스에서, 타임 인터리버는 $M=2^{19}$, $N_{IU}=2$ 인 것을 가정한다. 또한, 어퍼레이어의 FEC 블록 사이즈는 16200이고, 변조 방식은 QPSK(2비트)를 사용한 것을 가정하고, 로워 레이어의 FEC 블록 사이즈는 64800이고, 변조 방식은 1024QAM(10비트)를 사용한 것으로 가정한다. 따라서 아래의 표 34에서와 같이 어퍼레이어의 셀의 수($N_{(UL,cells)}$)는 8100이고, 로워 레이어의 셀의 수($N_{(LL,cells)}$)는 6480이 된다.

[555] [표34]

Modulation mode	h_{MOD}	Number of output data cells for $N_{inner} = 64800$	Number of output data cells for $N_{inner} = 16200$
QPSK	2	32400	8100
16-QAM	4	16200	4050
64-QAM	6	10800	2700
256-QAM	8	8100	2025
1024-QAM	10	6480	1620
4096-QAM	12	5400	1350

[556] 이러한 조건을 대입하면, 수식식 12에서 최소 공배수 A는 32400이 되어, $x=4$, $y=5$ 가 된다($32400=8100*4=6480*5$). 그리고 이러한 값들을 수식식 13에 대입한 결과는 이하의 수식식 14와 같다.

[557] [수식14]

$$N_{UL,FEC_TI_MAX} = x \left\lfloor \frac{N_{UL,FEC_MAX}}{x} \right\rfloor = 4 \left\lfloor \frac{43}{4} \right\rfloor = 40, \text{ where } N_{UL,FEC_MAX} = \left\lfloor \frac{2M}{8100(2+1)} \right\rfloor$$

$$N_{LL,FEC_TI_MAX} = y \left\lfloor \frac{N_{LL,FEC_MAX}}{y} \right\rfloor = 5 \left\lfloor \frac{53}{5} \right\rfloor = 50, \text{ where } N_{LL,FEC_MAX} = \left\lfloor \frac{2M}{6480(2+1)} \right\rfloor$$

[558] 따라서 어퍼 레이어의 TI 블록에 입력되는 FEC 블록의 최대수는 40($N_{(UL,FEC_TI_MAX)}=40$)이 되고, 로워 레이어의 TI 블록에 입력되는 FEC 블록의 최대수는 50($N_{(LL,FEC_TI_MAX)}=50$)이 된다. 결국 방송 신호 송신기는 324000($=40*8100=50*6480$)개의 셀 단위로 타임 인터리빙을 수행할 수 있으며, 이러한 경우 어퍼 레이어 및 로워 레이어가 모두 정수배의 FEC 블록 단위로 인터리빙된다.

[559]

[560] 도 35는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.

[561] 도 35는 상술한 옵션 1에 따라 타임 인터리버에 입력되는 데이터 스트림을 어퍼 레이어 및 로워 레이어 별도로 나타낸 도면이다. 특히, 도 35는 상술한 테스트 케이스의 결과에 따라 LDM 프로세싱한 데이터 스트림을 나타낸다.

[562] 상술한 테스트 케이스에서, 어퍼 레이어의 경우, 타임 인터리빙 블록에 대한 FEC 블록들의 최소 개수는 4이고, 최대 개수는 40이 획득되었다. 로워 레이어의

경우, 타임 인터리빙 블록에 대한 FEC 블록들의 최소 개수는 5이고 최소 개수는 50이 획득되었다.

- [563] 도 35에서와 같이, 테스트 케이스의 FEC 블록 사이즈와 변조 방식의 경우, LDM 컴бай너는 어퍼 레이어는 4개의 FEC 블록을, 로워 레이어는 5개의 FEC 블록을 포함하는 서브 TI 블록 단위로 LDM 프로세싱을 수행하여 데이터 스트림을 출력할 수 있다. 서브 TI 블록은 최소 FEC 개수로 구성될 수 있다. 타임 인터리버는 10개의 서브 TI 블록을 포함할 수 있으므로, 결국 하나의 타임 인터리빙 블록에 어퍼 레이어는 총 40개, 로워 레이어는 총 50개의 FEC 블록들이 포함되도록 LDM 프로세싱을 수행할 수 있다. 이러한 방식으로 LDM 프로세싱이 수행되면 출력되는 데이터 스트림은 타임 인터리버에서 FEC 블록 단위로 타임 인터리빙이 수행될 수 있다.
- [564] FEC 블록들의 그룹이 TI 블록들로 어레이지될 수 있다. TI 블록은 하나의 self-contained 타임 인터리버 동작에 해당할 수 있으며, 셀 인터리버, TBI, CI의 동작의 기초(basis)가 될 수 있다. 하나의 TI 블록은 하나의 인터리빙 프레임에 대항하거나, 복수의 TI 블록들이 하나의 인터리빙 프레임에 매핑될 수 있다.
- [565]
- [566] 도 34 내지 도 35와 관련하여 상술한, TI 블록에 대해 어퍼 레이어 및 로워 레이어 모두 정수배의 FEC 블록을 맞춰주는 제 1 옵션은 CBR(Constant Bit-Rate) 및 VBR(Variable Bit Rate)를 모두 지원할 수 있다. 다만, 서브 TI 블록의 구성이 가능해야만 하며, VBR은 TI 서브 블록의 수를 변경함으로써 지원될 수 있다. LDM 송수신기의 동작을 상대적으로 심플하게 구현할 수 있지만, TI 블록의 구성 및 VBR 지원에 제한(constraint)가 따른다.
- [567] 이하에서는 두 레이어 중 하나의 레이어의 FEC 블록수를 정수배로 맞추고, 다른 하나의 레이어는 정해진 TI 블록 사이즈에 따르는 제 2 옵션에 대하여 설명하도록 한다.
- [568]
- [569] 제 2 옵션의 경우, 로워 레이어의 TI 블록에 포함되는 전체 셀의 개수는 FEC 블록 크기의 정수배가 되도록 계산 및 설정된다. 어퍼 레이어의 경우 TI 블록에 포함되는 전체 셀의 개수는 먼저 결정된 로워 레이어의 전체 셀 개수와 동일하게 설정된다. 즉 어퍼 레이어의 TI 블록 당 전체 셀의 개수는 로워 레이어의 TI 블록 당 전체 셀 개수 등의 정보에 의해 결정되며, 전체 TI 블록 내의 셀의 개수는 동일하게 설정된다. 이러한 방법의 경우에는 옵션 1의 경우와 달리 어퍼 레이어의 전체 셀의 개수가 FEC 블록 크기의 정수배가 되는 조건을 만족시키지 못할 수 있다.
- [570]
- [571] 도 36은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [572] 도 36은 상술한 옵션 2에 따라 타임 인터리버에 입력되는 데이터 스트림을 어퍼

레이어 및 로워 레이어 별도로 나타낸 도면이다. 도 36에서와 같이 로워 레이어는 TI 블록이 정수개의 FEC 블록들을 포함하도록 설정된다. 그리고 어퍼 레이어는 로워 레이어에서 설정된 TI 블록 크기와 동일한 TI 블록 크기로 설정되므로, FEC 블록의 마지막이 TI 블록의 마지막에 일치하지 않을 수 있다.

[573] 어퍼 레이어의 TI 블록의 시작 및 마지막에 위치한 FEC 블록은 완전한 하나의 FEC 블록이 아닐 수도 있다. 따라서 TI 블록 내의 시작과 마지막의 셀들은 완전한 하나의 FEC 블록의 시작 또는 마지막이 되지 않을 수도 있다. 따라서 수신부에서 임의의 TI 블록 동기를 가정한 경우, 어퍼 레이어의 FEC 블록 동기를 위해 이러한 상황을 나타내는 시그널링이 필요할 수 있다. 실시예로서, 시그널링 정보는 아래와 같이 정의될 수 있다.

[574] PLP_UL_FECBLOCK_START 정보: 어퍼 레이어의 TI 블록에서 첫번째 완전한 FEC 블록의 시작점을 나타낸다.

[575] PLP_UL_FECBLOCK_START 필드 내에서의 특정 비트값(dedicated bit value)은 PLP_UL_FECBLOCK_START의 유용성을 나타낼 수 있다. 예를 들어 특정 비트 값이 "11111111111111"이면 첫 번째 완전한 FEC 블록의 시작점이 현재 TI-블록에 존재함을 나타내며, 다른 값이 사용되면 첫 번째 완전한 FEC 블록의 시작점이 이후 들어오는 TI-블록에 존재함을 나타낼 수 있다. 이때 특정 비트값은 임의의 값을 설정되어 사용될 수 있다. 나아가, 첫 번째 완전한 FEC 블록의 시작점에 대한 유효(valid) 정보는 다른 형태로 수신부에 알려 줄 수 있다.

[576] 도 36에서, PLP_UL_FECBLOCK_START 정보의 필드값은 200으로, 이 경우 첫번째 완전한 FEC 블록의 시작점이 이후 들어오는 TI 블록에 존재하며, 이 시작점의 위치를 다음 TI 블록 시작점으로부터의 거리로서 나타낼 수 있다.

[577]

[578] 도 36과 관련하여 상술한, 제 2 옵션은 CBR(Constant Bit-Rate) 및 VBR(Variable Bit Rate)를 모두 지원할 수 있다. 다만, 관련 정보를 시그널링해주어야 하며, 시그널링 정보는 다이내믹 필드에 포함될 수도 있다. 다이내믹 필드는 PLS2 다이내믹 파트를 나타낸다.

[579] 제 2 옵션은 매우 유연한 신호 구성과 동작을 가능하게 한다. 다만 시스템 정보 획득 후 로워 레이어의 초기 FEC 디코딩에 영향을 미칠 수 있다. 최초 복수(several)의 FEC 블록들은 특정 인밴드 시그널링에 사용될 수도 있다. 다만 상대적으로 시스템 복잡도가 높아질 수도 있다.

[580] 이하에서는 두 레이어 중 하나의 레이어의 FEC 블록수를 정수배로 맞추고, 다른 하나의 레이어는 정해진 TI 블록 크기에 따르는 제 3 옵션에 대하여 설명하도록 한다.

[581]

[582] 제 3 옵션의 경우, 하나의 레이어의 TI 블록에 포함되는 전체 셀의 개수는 FEC 블록 크기의 정수배가 되도록 계산 및 설정된다. 그리고 다른 레이어의 경우 TI 블록에 포함되는 전체 셀의 개수는 먼저 결정된 레이어의 전체 셀 개수와

동일하게 설정된다. 이러한 방법의 경우에는 옵션 2의 경우와 같이 어퍼 레이어의 전체 셀의 개수가 FEC 블록 크기의 정수배가 되는 조건을 만족시키지 못할 수 있다. 옵션 3의 경우에는 FEC 블록 크기의 정수배로 떨어지지 않는 경우 마지막 FEC 블록을 제외시키고, 제로/더미 셀들로 TI 블록의 남은 부분을 패딩하는 방법을 제안한다.

[583]

[584] 도 37은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.

[585] 도 37은 상술한 옵션 3에 따라 타임 인터리버에 입력되는 데이터 스트림을 어퍼 레이어 및 로워 레이어 별도로 나타낸 도면이다. 도 37에서와 같이 어퍼 레이어는 TI 블록이 정수개의 FEC 블록들을 포함하도록 설정된다. 그리고 로워 레이어는 어퍼 레이어에서 설정된 TI 블록 크기와 동일한 TI 블록 크기로 설정되므로, FEC 블록의 마지막이 TI 블록의 마지막에 일치하지 않을 수 있다.

[586] 도 37의 실시예에서, 어퍼 레이어의 TI 블록은 9개의 FEC 블록을 포함할 수 있다. 이렇게 결정된 어퍼 레이어의 TI 블록 크기를 통해 로워 레이어에서 전송할 수 있는 FEC 블록의 개수는 11개이며 12번째 FEC 블록은 남은 셀(excess cell) 만큼 TI 블록 크기를 초과하게 된다. 따라서 방송 송신기는 로워 레이어의 TI 블록에 대해 11개의 FEC 블록을 삽입하고, 마지막 남은 부분에는 제로 셀들 또는 더미 셀들을 삽입할 수 있다. 제로/더미 셀들의 길이는 수학식 15와 같이 산출될 수 있다.

[587] [수식15]

$$N_{zero/dummy_padding} = (N_{UL_FEC_NUM} N_{UL_cells}) - (N_{LL_FEC_NUM} N_{LL_cells})$$

[588] 수학식 15는 제로/더미 셀들의 길이= 어퍼 레이어 FEC 블록의 수 * 어퍼 레이어 FEC 블록의 셀 길이 - 로워 레이어 FEC 블록의 수 * 로워 레이어 FEC 블록의 셀 길이 와 같다. 더미 셀들은 미리 송수신부에 정의되어 있거나 임의의 정의된 생성기를 사용하여 생성될 수 있다. 이러한 제로/더미 셀들을 삽입하는 방법은 임의의 LDM의 조합에 보편적으로 적용될 수 있다.

[589]

[590] 도 38은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.

[591] 도 38은 상술한 옵션 3에 따라 타임 인터리버에 입력되는 데이터 스트림을 어퍼 레이어 및 로워 레이어 별도로 나타낸 도면이다. 도 38에서, 신호 프레임에는 S-PLP, UPLP0, UPLP1, LPLP0, LPLP1의 5개의 PLP가 포함된다. 이중 UPLP0 및 UPLP1은 코어 레이어의 PLP이고, LPLP0 및 LPLP1은 인핸스드 레이어의 PLP이다. 도 38의 실시예에서, 방송 송신기는 코어 레이어의 3개의 PLP에 대해 각각 TI 그룹을 정의하고, 정의된 TI 그룹 단위로 타임 인터리빙을 수행할 수 있다.

- [592] 도 38에서와 같이 어퍼 레이어는 TI 블록이 정수개의 FEC 블록들을 포함하도록 설정된다. 그리고 로워 레이어는 어퍼 레이어에서 설정된 TI 블록 사이즈와 동일한 TI 블록 사이즈로 설정되므로, FEC 블록의 마지막이 TI 블록의 마지막에 일치하지 않을 수 있다. 도 38의 실시예에서는, 도 37에서처럼 매 TI 블록에 패딩을 삽입하는 대신, 로워 레이어의 PLP가 끝나는 지점에서만 제로/더미 셀을 삽입하도록 한다.
- [593] 도 38에서, TI 그룹은 PLP 단위에 매칭된다. 그리고 본 발명의 실시예에서, TI 블록은 어퍼 레이어의 FEC 블록의 정수배로 설정되고, 이러한 TI 블록들이 PLP 단위에서 TI 그룹을 구성한다. 도 38의 실시예에서는 로워 레이어의 제로/더미 셀 패딩을 TI 블록마다 수행하지 않고, 로워 레이어의 PLP가 끝나는 지점에서만 어퍼 레이어의 매칭되는 FEC 블록의 끝나는 점을 맞추도록 패딩을 수행한다. 이러한 방식의 경우 신호 프레임(ATSC 3.0 프레임) 레벨에서는 완전하지만 TI 블록 레벨에서는 불완전한 FEC 블록이 발생할 수 있다.
- [594]
- [595] 도 39는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과 타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.
- [596] 도 39는 상술한 옵션 3에 따라 타임 인터리버에 입력되는 데이터 스트림을 어퍼 레이어 및 로워 레이어 별도로 나타낸 도면이다. 도 39에서와 같이 로워 레이어는 TI 블록이 정수개의 FEC 블록들을 포함하도록 설정된다. 그리고 어퍼 레이어는 로워 레이어에서 설정된 TI 블록 사이즈와 동일한 TI 블록 사이즈로 설정되므로, FEC 블록의 마지막이 TI 블록의 마지막에 일치하지 않을 수 있다.
- [597] 도 39의 실시예에서, 로워 레이어의 TI 블록은 11개의 FEC 블록을 포함할 수 있다. 이렇게 결정된 어퍼 레이어의 TI 블록 사이즈를 통해 어퍼 레이어에서 전송할 수 있는 FEC 블록의 개수는 8개이며 9번째 FEC 블록은 남는 셀(excess cell) 만큼 TI 블록 사이즈를 초과하게 된다. 따라서 방송 송신기는 어퍼 레이어의 TI 블록에 대해 8개의 FEC 블록을 삽입하고, 마지막 남는 부분에는 제로 셀들 또는 더미 셀들을 삽입할 수 있다. 제로/더미 셀들의 길이는 수학식 16와 같이 산출될 수 있다.
- [598] [수식16]
- $$N_{zero/dummy_padding} = (N_{LL_FEC_NUM} N_{LL_cells}) - (N_{UL_FEC_NUM} N_{UL_cells})$$
- [599] 수학식 16은 제로/더미 셀들의 길이 = 로워 레이어 FEC 블록의 수 * 로워 레이어 FEC 블록의 셀 길이 - 어퍼 레이어 FEC 블록의 수 * 어퍼 레이어 FEC 블록의 셀 길이 와 같다. 더미 셀들은 미리 송수신부에 정의되어 있거나 임의의 정의된 생성기를 사용하여 생성될 수 있다. 이러한 제로/더미 셀들을 삽입하는 방법은 임의의 LDM의 조합에 보편적으로 적용될 수 있다.
- [600]
- [601] 도 40은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 LDM 프로세싱에 따른 FEC 블록과

타임 인터리빙 블록의 관계를 나타낸다.

[602] 도 40은 로워 레이어의 TI 블록 사이즈를 기준으로 어퍼 레이어의 FEC 블록을 배치하는 도 39의 실시예를 추가로 설명하는 도면이다. 도 40에서와 같이 로워 레이어의 TI 블록 사이즈가 어퍼 레이어의 FEC 블록 사이즈보다 작게 설정될 수 있다. 이러한 경우에는 어퍼 레이어의 TI 블록 부분은 모두 제로/더미로 패딩될 수도 있다.

[603]

[604] 도 37 내지 도 40과 관련하여 상술한, 제 3 옵션은 CBR(Constant Bit-Rate) 및 VBR(Variable Bit Rate)를 모두 지원할 수 있다. 그리고 로워 레이어의 타임 인터리버의 동작 또한 보존(preserve)할 수 있다. 다만, 제로/더미 셀을 삽입함으로써 프레임 내의 셀 레이트가 감소할 수도 있다. 또한, 먼저 설정된 레이어의 TI 블록 사이즈를 따르므로 다른 레이어의 경우 TI 블록 빌딩에 제한이 따르게 된다. 그리고 도 40에서 나타낸 바와 같이 TI 블록에 FEC 블록이 존재하지 않는 경우가 발생할 수 있으며, 이러한 경우 프레임의 셀 레이트가 심각하게 저하될 수도 있다.

[605]

[606] 도 41은 본 발명의 실시예에 따른 디매핑/디코딩 블록의 상세 블록도를 나타낸다.

[607] 도 41의 디매핑/디코딩 모듈은 도 9에서 설명한 디매핑 및 디코딩 모듈(9020)의 일 실시예에 해당한다.

[608] 상술한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 송신 장치의 코딩 엔 모듈레이션 모듈은 입력된 PLP들에 대하여 각각의 경로별로 SISO, MISO와 MIMO 방식을 독립적으로 적용하여 처리할 수 있다. 따라서 도 41에 도시된 디매핑/디코딩 모듈 역시 송신 장치에 대응하여 프레임 파서에서 출력된 데이터를 각각 SISO, MISO, MIMO 처리하기 위한 블록들을 포함할 수 있다.

[609] 도 41에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 디매핑 및 디코딩 모듈은 SISO 방식을 위한 제 1 블록, MISO 방식을 위한 제 2 블록, MIMO 방식을 위한 제 3 블록 및 PLS pre/post 정보를 처리하기 위한 제 4 블록을 포함할 수 있다.

[610] 입력된 PLP를 SISO 처리하기 위한 블록은 타임 디인터리버 블록(41010), 셀 디인터리버 블록(41020), 성상도 디맵퍼 블록(41030), 셀-비트 디멀티플렉서 블록(41040), 비트 디인터리버 블록(41050) 및 FEC 디코더 블록(41060)을 포함할 수 있다.

[611] 타임 디인터리버 블록(41010)은 타임 인터리버 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, 타임 디인터리버 블록(41010)은 시간 영역에서 인터리빙된 입력 심볼을 원래의 위치로 디인터리빙할 수 있다.

[612] 셀 디인터리버 블록(41020)은 셀 인터리버 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, 셀 디인터리버 블록(41020)은 하나의 FEC 블록내에서 분산(spreading)된 셀들의 위치를 원래의 위치로 디인터리빙할 수 있다.

- [613] 성상도 디맵퍼 블록(41030)은 성상도 맵퍼 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, 성상도 디맵퍼 블록(41030)은 심볼 도메인의 입력 신호를 비트 도메인의 데이터로 디맵핑할 수 있다. 또한, 성상도 디맵퍼 블록(41030)은 하드 디시전을 수행하여 결정된 비트 데이터를 출력할 수도 있고, 서프트 디시전 값이나 혹은 확률적인 값에 해당하는 각 비트의 LLR(Log-likelihood ratio)을 출력할 수 있다. 만약 송신단에서 추가적인 다이버시티 계인을 얻기 위해 회전된(rotated) 성상도를 적용하는 경우, 성상도 디맵핑 블록(32030)은 이에 상응하는 2-Dimensional LLR 디맵핑을 수행할 수 있다. 성상도 디맵퍼 블록(41030)은 LLR을 계산할 때 송신 장치에서 I 또는 Q component에 대한 딜레이(delay) 값을 보상할 수 있도록 계산을 수행할 수 있다.
- [614] 셀-비트 멀티플렉서 블록(41040)은 비트-셀 디멀티플렉서(bit to cell demux) 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, 셀-비트 멀티플렉서 블록(41040)은 비트-셀 디멀티플렉서 블록에서 매핑된 비트 데이터들을 원래의 비트 스트림 형태로 복원할 수 있다.
- [615] 비트 디인터리버 블록(41050)은 비트 인터리버 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, 비트 디인터리버 블록(41050)은 셀-비트 멀티플렉서 블록(41040)에서 출력된 비트 스트림을 원래의 순서대로 디인터리빙할 수 있다.
- [616] FEC 디코더 블록(41060)은 FEC 인코더 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, FEC 디코더 블록(41060)은 LDPC 디코딩과 BCH 디코딩을 수행함으로써 전송채널을 통해 수신한 신호에 발생된 에러를 정정할 수 있다.
- [617] 이하에서는 SISO 모드의 신호 처리에서 설명하지 않은 추가적인 블록들에 대해서만 설명하도록 한다.
- [618] MISO 디코더 블록(41070)은 MISO processing 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 송수신 시스템이 STBC를 사용한 시스템인 경우, MISO 디코더 블록(41070)은 Alamouti decoding을 수행할 수 있다.
- [619] MIMO 디코딩 블록(41080)은 m개의 수신 안테나 입력 신호에 대해서 셀 디인터리버의 출력 데이터를 수신하고, MIMO 프로세싱 블록의 역과정으로서 MIMO 디코딩을 수행할 수 있다. MIMO 디코딩 블록(41080)은 최고의 복호화 성능을 얻기 위해서 Maximum likelihood decoding을 수행하거나, 복잡도를 감소시킨 Sphere decoding을 수행할 수 있다. 또는 MIMO 디코딩 블록(41080)은 MMSE detection을 수행하거나 iterative decoding을 함께 결합 수행하여 향상된 디코딩 성능을 확보할 수 있다.
- [620] 시그널링 정보를 처리하는 FEC 디코더 블록들(41090-1, 41090-2; Shortened/Punctured FEC decoder)은 Shortened/punctured FEC 인코더 블록의 역과정을 수행할 수 있다. 즉, Shortened/Punctured FEC 디코더(41090)는 PLS data의 길이에 따라 shortening/puncturing되어 수신된 데이터에 대해서 de-shortening과 de-puncturing을 추가로 수행한 후에 FEC 디코딩을 수행할 수 있다. 이 경우, data pipe에 사용된 FEC decoder를 동일하게 PLS에도 사용할 수

있으므로, PLS만을 위한 별도의 FEC decoder hardware가 필요하지 않으므로 시스템 설계가 용이하고 효율적인 코딩이 가능하다는 장점이 있다.

- [621] 상술한 블록들은 설계자의 의도에 따라 생략되거나, 비슷하거나 동일한 기능을 가진 다른 블록에 의해서 대체될 수 있다.
- [622] 다만, 상술한 바와 같이 송신기에서 타임 인터리버 블록을 BICM 블록으로부터 프레임 빌딩 블록 또는 인터리빙/프레이밍 블록으로 위치시킨 것과 같이, 타임 디인터리버 블록을 도 41에서와 같은 디매핑/디코딩 블록으로부터 프레임 파싱 블록으로 위치시킬 수 있다. 이러한 경우 도 9에서 프레임 파서는 프레임 파서/디인터리버로 지칭할 수도 있다.
- [623] 수신부 타임 디인터리버는 컨벌루셔널 디인터리버(컨벌루셔널 딜레이 라인의 인버스 프로세싱 수행), 트위스티드 블록 디인터리버 및 셀 디인터리버를 포함하며, 상술한 송신부 타임 디인터리버의 역과정을 수행할 수 있다.
- [624]
- [625] 도 42는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 수신기 중 일부의 구성을 나타낸다.
- [626] 도 42는 LDM 신호를 LDD(Layered Division Demultiplexing)하는 방송 신호 수신기의 구성을 나타내며, 방송 신호 수신기는 코어 레이어의 신호를 먼저 복원한 후, 복원된 코어 레이어 신호를 LDM 신호에서 감산하여 남은 인헨스트 레이어 신호를 복원할 수 있다. 먼저, 방송 신호를 수신하면 방송 신호 수신기는 시그널링 정보를 통해 방송 신호가 LDM 신호인지를 알 수 있으며, 도 42는 수신 신호가 LDM 신호인 경우 이를 처리하는 방송 신호 수신기의 구성을 나타내는 것이다.
- [627] 도 42에서, 수신 LDM 신호는 MISO 디코더(42010), 타임 디인터리버(42020) 및 셀 디인터리버(42030)에서 각각 프로세싱된다. MISO 디코더(42010), 타임 디인터리버(42020) 및 셀 디인터리버(42030)는 예로서 도시한 것이며, 수신 LDM 신호는 도 9에서와 같이 동기/복조 유닛(9000) 및 프레임 파싱/디인터리빙 유닛(9010)에서 각각 프로세싱된 후, LDD 프로세싱된다. 이하에서는 LDD에 대해 설명한다.
- [628] 먼저 제 1 디매핑/디코딩 유닛(42040-1)을 통해 코어 레이어 신호가 디코딩/복원된다. 제 1 디매핑/디코딩 유닛(42040-1)은 코어 레이어 디매핑/디코딩 유닛(42040-1)로 지칭할 수도 있다. 제 1 디매핑 디코딩 유닛(42040-1)의 입장에서 인헨스트 레이어의 신호는 노이즈와 유사한 것으로서, 제 1 디매핑 디코딩 유닛(42040-1)은 로버스트하게 인코딩/변조된 코어 레이어 신호를 LDM 신호로부터 복원할 수 있다. 그리고 간섭 제거 프로세싱과 복원 프로세싱을 통해 인헨스트 레이어 신호를 획득할 수 있다.
- [629] 도 42에서, 버퍼(42060), 신호 디바이더(42070) 및 LDD 변조 유닛(42050)를 함께 간섭 제거 유닛으로 지칭할 수 있다. 먼저 간섭 제거 유닛은 LDD 변조 유닛(42050)를 사용하여 복구된 코어 레이어 신호를 송신부에서와 같이 변조할

수 있다. LDD 변조 유닛(42050)은 비트 인터리버(42080), 비트-셀 디멀티플렉서(42090), 성상도 맵퍼(42100) 및 인젝션 레벨 컨트롤러(42110)를 포함한다. 비트 인터리버(42080), 비트-셀 디멀티플렉서(42090), 성상도 맵퍼(42100) 및 인젝션 레벨 컨트롤러(42110)의 동작은 도 30 내지 도 33에서 설명한 바와 같으며, 방송 신호 수신기는 시그널링 정보로부터 인젝션 레벨 정보를 획득하여 그에 따라 인젝션 레벨 컨트롤러(42110)를 구동할 수 있다.

[630] 간섭 제거 유닛은 버퍼(42060)에 수신 LDM 신호를 버퍼링하고, 신호 디바이더(42070)를 사용하여 LDM 신호로부터 인헨스드 레이어 신호를 분리할 수 있다. 신호 디바이더(42070)는 버퍼링된 수신 LDM 신호로부터 변조된 어퍼 레이어 신호를 감산하는 방식으로 인헨스드 레이어 신호를 분리할 수 있다. 다시 말하면 신호 디바이더(42070)는 송신측 레이어 컴바이너의 동작의 역과정을 수행한다.

[631] 방송 신호 수신기는 제 2 디매핑/디코딩 유닛(42040-2)을 사용하여 분리된 인헨스드 레이어 신호를 디코딩/복원할 수 있다. 제 2 디매핑/디코딩 유닛(42040-2)은 인헨스드 레이어 디매핑/디코딩 유닛(42040-1)으로 지칭할 수도 있다.

[632]

[633] 도 43은 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 송신 방법을 나타낸다.

[634] 방송 신호 송신기는 제 1 BICM 유닛을 사용하여 제 1 레이어 데이터를 FEC 인코딩할 수 있다(S43010). 그리고 방송 신호 송신기는 제 2 BICM 유닛을 사용하여 제 2 레이어 데이터를 FEC 인코딩할 수 있다(S43020). 제 1 레이어 데이터 및 제 2 레이어 데이터는 각각 코어 레이어 데이터 및 인헨스드 레이어 데이터에 해당할 수 있다.

[635] 방송 신호 송신기는 LDM 인젝션 유닛을 사용하여 제 1 레이어 데이터 및 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 LDM 데이터를 출력할 수 있다(S43030). 방송 신호 송신기는 프레임링/인터리빙 유닛을 사용하여 LDM 데이터를 인터리빙하고 신호 프레임을 생성할 수 있다(S43040). 그리고 방송 신호 송신기는 LDM 데이터에 OFDM 변조를 수행하고 방송 신호를 생성할 수 있다(S43050).

[636] 상술한 바와 같이 방송 신호 송신기는 인젝션 레벨 컨트롤러를 사용하여 제 1 레이어 데이터 및 제 2 레이어 데이터의 전력 비를 컨트롤하고, 레이어 컴바이너를 사용하여 제 1 레이어 데이터 및 제 2 레이어 데이터를 더하고, 파워 노멀라이저를 사용하여 LDM 데이터의 전력을 노멀라이징할 수도 있다. 방송 신호 송신기의 LDM 프로세싱에 대해서는 도 32 내지 도 33과 관련하여 상술한 바와 같다.

[637] 상술한 바와 같이 방송 신호 송신기는 LDM 데이터를 TI 블록 단위로 인터리빙할 수 있다. TI 블록에는 FEC 블록들이 포함되는데, TI 블록은 상술한 옵션 1 내지 옵션 3에서 설명한 각각의 방법들 및 이들의 조합을 사용하여

구성될 수 있다. 다시 말하면, TI 블록의 구성 방법에 대해서는 도 34 내지 도 40과 관련하여 설명한 방법들이 사용될 수 있다.

[638] 타임 인터리버는 TI 블록 단위로 인터리빙을 수행할 수 있다. TI 블록 사이즈는 옵션 1에서와 같이 제 1 레이어에 대해 정수개의 FEC 블록의 사이즈에 해당하고, 제 2 레이어에 대해 정수개의 FEC 블록의 사이즈에 해당하도록 구성될 수 있다. 또한, TI 블록 사이즈는 옵션 2 및 옵션 3에서와 같이 제 1 레이어에 대해 정수개의 FEC 블록 사이즈에 해당하도록 구성되고, 제 2 레이어는 TI 블록 사이즈가 FEC 블록의 정수개 사이즈에 해당하지 않을 수도 있다. 이러한 경우 방송 신호 송신기는 TI 블록 내 첫번째 FEC 블록의 시작점을 시그널링 정보로서 전송할 수도 있다. 또한, 방송 신호 송신기는 TI 블록의 사이즈를 초과하는 마지막 FEC 블록을 삭제하고 더미 셀을 삽입함으로써 TI 블록을 채우는 방식으로 TI 블록을 구성할 수도 있다.

[639] 도 38에서와 같이, 적어도 하나의 TI 블록이 하나의 TI 그룹에 포함될 수 있다. 이 경우, 하나의 TI 그룹은 제 1 레이어의 하나의 PLP에 해당할 수도 있다.

[640]

[641] 도 44는 본 발명의 일 실시예에 따른 방송 신호 수신 방법을 나타낸다.

[642] 방송 신호 수신기는 동기화 및 복조 유닛을 사용하여 수신 신호에 대해 신호 검출 및 OFDM 복조를 수행할 수 있다(S44010). 수신 신호에는 LDM 신호가 포함될 수 있으며, 수신 신호에 포함된 LDM 신호의 존재 및 위치 등은 시그널링 정보로서 획득될 수 있다. 방송 신호 수신기는 프레임 파싱/디인터리빙 유닛을 사용하여 수신 신호의 신호 프레임을 파싱하고 LDM 데이터를 디인터리빙할 수 있다(S44020).

[643] 방송 신호 수신기는 제 1 디매핑/디코딩 유닛을 사용하여 LDM 데이터를 디매핑 및 FEC 디코딩하여 제 1 레이어 데이터를 획득할 수 있다(S44030). 그리고 방송 신호 수신기는 간접 제거 유닛을 사용하여 LDM 데이터로부터 획득된 제 1 레이어 데이터를 제거함으로써 제 2 레이어 데이터를 출력할 수 있다(S44040). 방송 신호 수신기는 제 2 디매핑/디코딩 유닛을 사용하여 제 2 레이어 데이터를 디매핑 및 FEC 디코딩할 수 있다.

[644] 상술한 바와 같이 방송 신호 수신기는 버퍼를 사용하여 LDM 데이터를 버퍼링하고, 인젝션 레벨 컨트롤러를 사용하여 제 1 레이어 데이터 및 제 2 레이어 데이터의 전력 비를 컨트롤하고, 신호 디바이더를 사용하여 버퍼링된 LDM 데이터로부터 제 2 레이어 데이터를 분리할 수 있다. 방송 신호 수신기의 LDM 신호 처리는 도 41 및 도 42와 관련하여 설명한 바와 같다.

[645] 상술한 바와 같이 방송 신호 수신기는 LDM 데이터를 TI 블록 단위로 디인터리빙할 수 있다. TI 블록에는 FEC 블록들이 포함되는데, TI 블록은 상술한 옵션 1 내지 옵션 3에서 설명한 각각의 방법들 및 이들의 조합을 사용하여 구성될 수 있다. 다시 말하면, TI 블록의 구성 방법에 대해서는 도 34 내지 도 40과 관련하여 설명한 방법들이 사용될 수 있다.

- [646] 타임 디인터리버는 TI 블록 단위로 디인터리빙을 수행할 수 있다. TI 블록 사이즈는 옵션 1에서와 같이 제 1 레이어에 대해 정수개의 FEC 블록 사이즈에 해당하고, 제 2 레이어에 대해 FEC 블록 사이즈에 해당하도록 구성될 수 있다. 또한, TI 블록 사이즈는 옵션 2 및 옵션 3에서와 같이 제 1 레이어에 대해 정수개의 FEC 블록 사이즈에 해당하도록 구성되고, 제 2 레이어는 TI 블록 사이즈가 FEC 블록의 정수개 사이즈에 해당하지 않을 수도 있다. 이러한 경우 방송 신호 수신기는 TI 블록 내 첫번째 FEC 블록의 시작점을 시그널 정보로서 수신할 수 있다. 또한, TI 블록은 TI 블록의 사이즈를 초과하는 마지막 FEC 블록을 삭제하고 더미 셀이 삽입됨으로써 TI 블록을 채우는 방식으로 구성될 수도 있다.
- [647] 도 38에서와 같이, 적어도 하나의 TI 블록이 하나의 TI 그룹에 포함될 수 있다. 이 경우, 하나의 TI 그룹은 제 1 레이어의 하나의 PLP에 해당할 수도 있다.
- [648]
- [649] 본 발명에 따르면 LDM 방식을 사용하는 경우에도 TI 블록이 정수개의 FEC 블록을 포함하게 되어 인터리빙 성능 저하 없이 수신기의 신호 복구 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 코어 레이어의 TI 블록 사이즈가 FEC 블록의 정수배에 해당하므로 수신기는 신속하게 코어 레이어의 데이터를 복구할 수 있으며, 따라서 신속하게 인핸스드 레이어의 데이터도 복구할 수 있다. 특히 코어 레이어의 데이터가 먼저 복구되어야 인핸스드 레이어의 데이터를 복구할 수 있는 LDM 방식의 특성에 비추어 코어 레이어의 인터리빙 성능을 최적화할 수도 있다.
- [650] 인핸스드 레이어의 경우 옵션 1에 따르면 수신기는 코어 레이어 데이터 디인터리빙에 따라 인핸스드 레이어 데이터도 FEC 블록 단위로 FEC 디코딩할 수 있다. 옵션 2의 경우 수신기는 시그널링 정보를 통해 인핸스드 레이어 데이터를 FEC 블록 단위로 FEC 디코딩할 수 있다. 옵션 3의 경우 인핸스드 레이어 데이터의 시작점이 코어 레이어 데이터의 시작점과 일치하므로 FEC 블록 단위로 FEC 디코딩할 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예에 따르면 신속한 코어 레이어 데이터의 획득 및 그에 따른 인핸스드 레이어의 FEC 블록 단위의 FEC 디코딩이 가능하다.
- [651]
- [652] 본 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않고 본 발명에서 다양한 변경 및 변형이 가능함은 당업자에게 이해된다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항 및 그 동등 범위 내에서 제공되는 본 발명의 변경 및 변형을 포함하는 것으로 의도된다.
- [653] 본 명세서에서 장치 및 방법 발명이 모두 언급되고, 장치 및 방법 발명 모두의 설명은 서로 보완하여 적용될 수 있다.
- [654]

발명의 실시를 위한 형태

[655] 다양한 실시예가 본 발명을 실시하기 위한 최선의 형태에서 설명되었다.

산업상 이용가능성

[656] 본 발명은 일련의 방송 신호 제공 분야에서 이용된다.

[657] 본 발명의 사상이나 범위를 벗어나지 않고 본 발명에서 다양한 변경 및 변형이 가능함은 당업자에게 자명하다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구항 및 그 동등 범위 내에서 제공되는 본 발명의 변경 및 변형을 포함하는 것으로 의도된다.

청구범위

- [청구항 1] 제 1 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 제 1 BICM 유닛;
제 2 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 제 2 BICM 유닛;
상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 LDM(Layered Division Multiplexing) 데이터를 출력하는 LDM 인젝션 유닛;
상기 LDM 데이터를 인터리빙하고 신호 프레임을 생성하는 프레임링/인터리빙 유닛 및
상기 LDM 데이터에 OFDM 변조를 수행하고 방송 신호를 생성하는 웨이브폼 생성 유닛을 포함하며,
상기 프레임링/인터리빙 유닛은 상기 LDM 데이터를 타임 인터리빙하는 타임 인터리버를 더 포함하는, 방송 신호 송신기.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 LDM 인젝션 유닛은,
상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터 간의 전송 전력 분배(distribution)를 컨트롤하는 인젝션 레벨 컨트롤러;
상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여 상기 LDM 데이터를 출력하는 레이어 컴바이너; 및
상기 LDM 데이터의 전력을 노멀라이징하는 파워 노멀라이저를 더 포함하는, 방송 신호 송신기.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 타임 인터리버는 상기 LDM 데이터를 TI(Time Interleaver) 블록 단위로 인터리빙하는, 방송 신호 송신기.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 TI 블록의 사이즈는 상기 제 1 레이어에 대해 정수개의 제 1 FEC 블록의 사이즈에 해당하고, 상기 제 2 레이어에 대해 정수개의 제 2 FEC 블록의 사이즈에 해당하는, 방송 신호 송신기.
- [청구항 5] 제 3 항에 있어서,
상기 TI 블록의 사이즈는 상기 제 1 레이어에 대해 정수개의 제 1 FEC 블록의 사이즈에 해당하며, 상기 TI 블록의 사이즈가 상기 제 2 레이어에 대해 정수개의 제 2 FEC 블록의 사이즈에 해당하지 않는 경우, 상기 TI 블록의 사이즈를 초과하는 마지막 FEC 블록을 삭제하고 더미 셀을 삽입함으로써 상기 TI 블록을 채우는, 방송 신호 송신기.
- [청구항 6] 제 3 항에 있어서,
적어도 하나의 상기 TI 블록은 하나의 TI 그룹에 포함되며, 상기 하나의 TI 그룹은 상기 제 1 레이어의 하나의 PLP에 해당하는, 방송 신호 송신기.
- [청구항 7] 제 1 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 단계;

제 2 레이어 데이터를 FEC 인코딩하는 단계;
 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여
 LDM(Layered Division Multiplexing) LDM 데이터를 출력하는 단계;
 상기 LDM 데이터를 인터리빙하고 신호 프레임을 생성하는 단계; 및
 상기 LDM 데이터에 OFDM 변조를 수행하고 방송 신호를 생성하는
 단계를 포함하며,
 상기 인터리빙 및 신호 프레임 생성 단계는 상기 LDM 데이터를 타임
 인터리빙하는 단계를 더 포함하는, 방송 신호 송신 방법.

[청구항 8] 제 7 항에 있어서,
 상기 LDM 프로세싱 단계는,
 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터 간의 전송 전력
 분배(distribution)를 컨트롤하는 단계;
 상기 제 1 레이어 데이터 및 상기 제 2 레이어 데이터를 컴바이닝하여
 상기 LDM 데이터를 출력하는 단계; 및
 상기 LDM 데이터의 전력을 노멀라이징하는 단계를 더 포함하는, 방송
 신호 송신 방법.

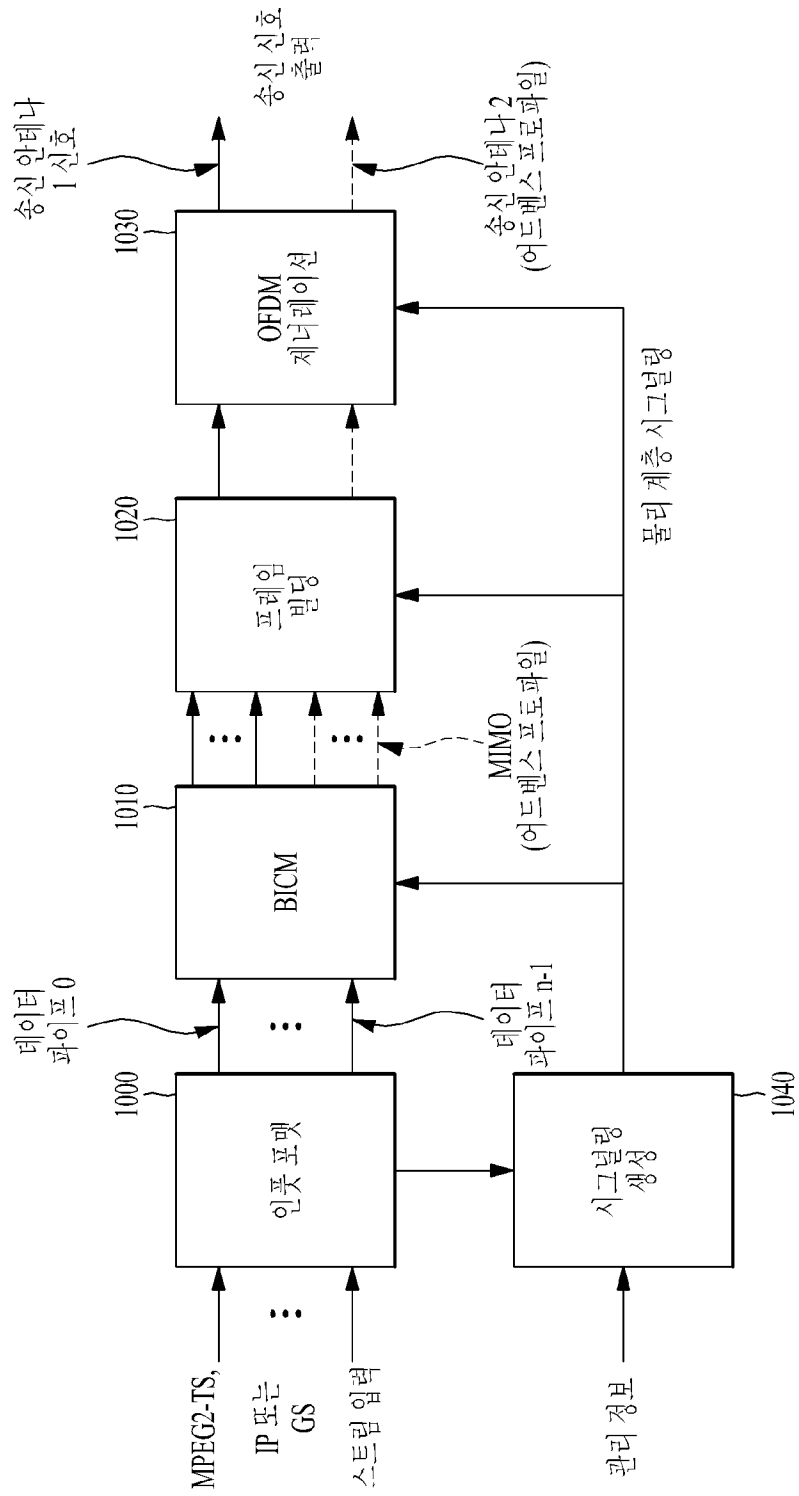
[청구항 9] 제 7 항에 있어서,
 상기 타임 인터리빙 단계는 상기 LDM 데이터를 TI 블록 단위로
 인터리빙하는 것을 특징으로 하는, 방송 신호 송신 방법.

[청구항 10] 제 9 항에 있어서,
 상기 TI 블록 사이즈는 상기 제 1 레이어에 대해 정수개의 제 1 FEC
 블록의 사이즈에 해당하고, 상기 제 2 레이어에 대해 정수개의 제 2 FEC
 블록의 사이즈에 해당하는, 방송 신호 송신 방법.

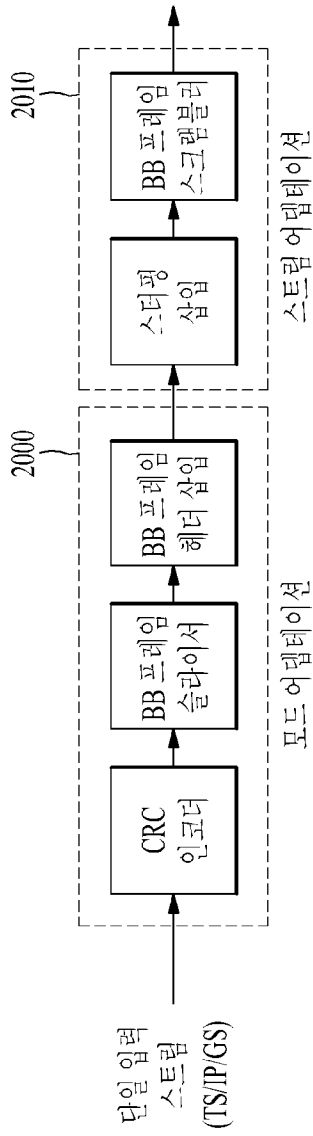
[청구항 11] 제 9 항에 있어서,
 상기 TI 블록의 사이즈는 상기 제 1 레이어에 대해 정수개의 제 1 FEC
 블록의 사이즈에 해당하며, 상기 TI 블록의 사이즈가 상기 제 2 레이어에
 대해 정수개의 제 2 FEC 블록의 사이즈에 해당하지 않는 경우, 상기 TI
 블록의 사이즈를 초과하는 마지막 FEC 블록을 삭제하고 더미 셀을
 삽입함으로써 상기 TI 블록을 채우는, 방송 신호 송신 방법.

[청구항 12] 제 9 항에 있어서,
 적어도 하나의 상기 TI 블록은 하나의 TI 그룹에 포함되며, 상기 하나의 TI
 그룹은 상기 제 1 레이어의 하나의 PLP에 해당하는, 방송 신호 송신 방법.

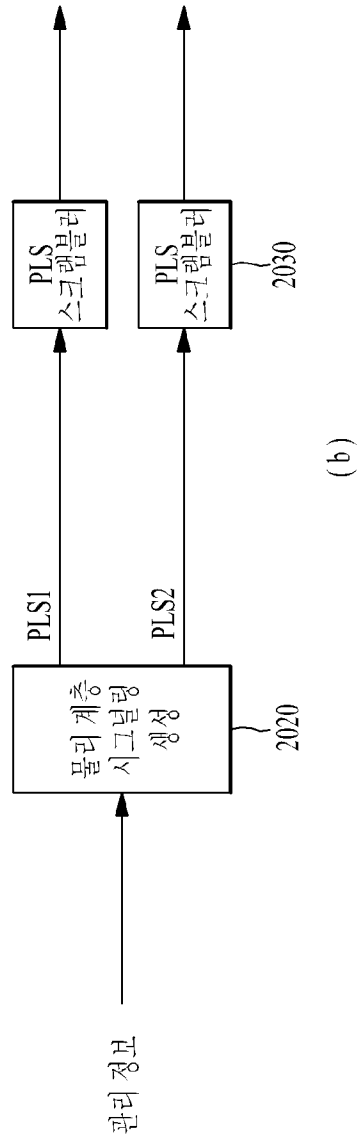
[도 1]



[도2]

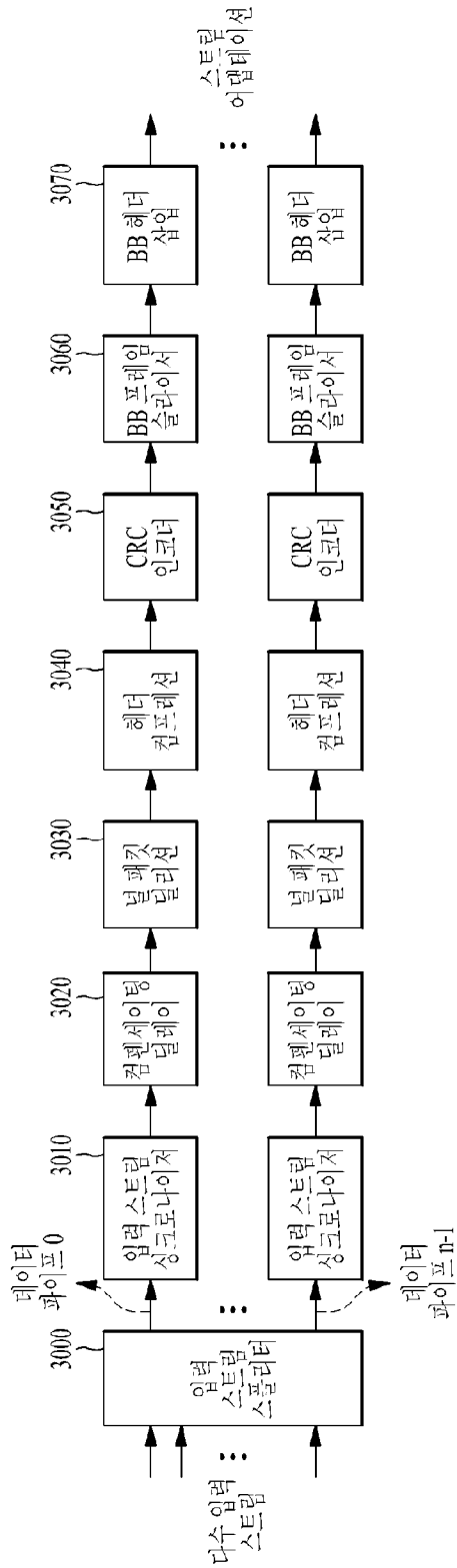


(a)

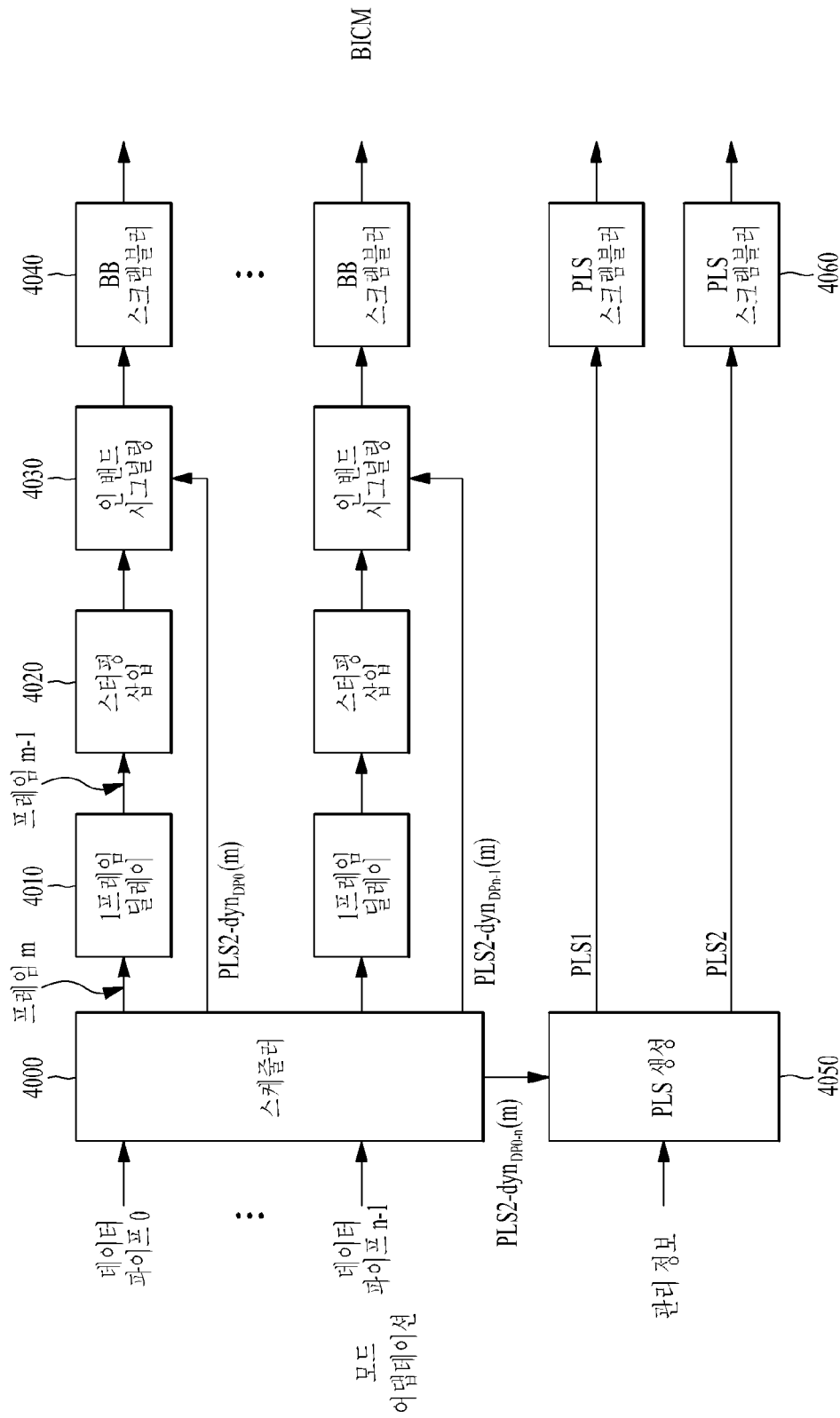


(b)

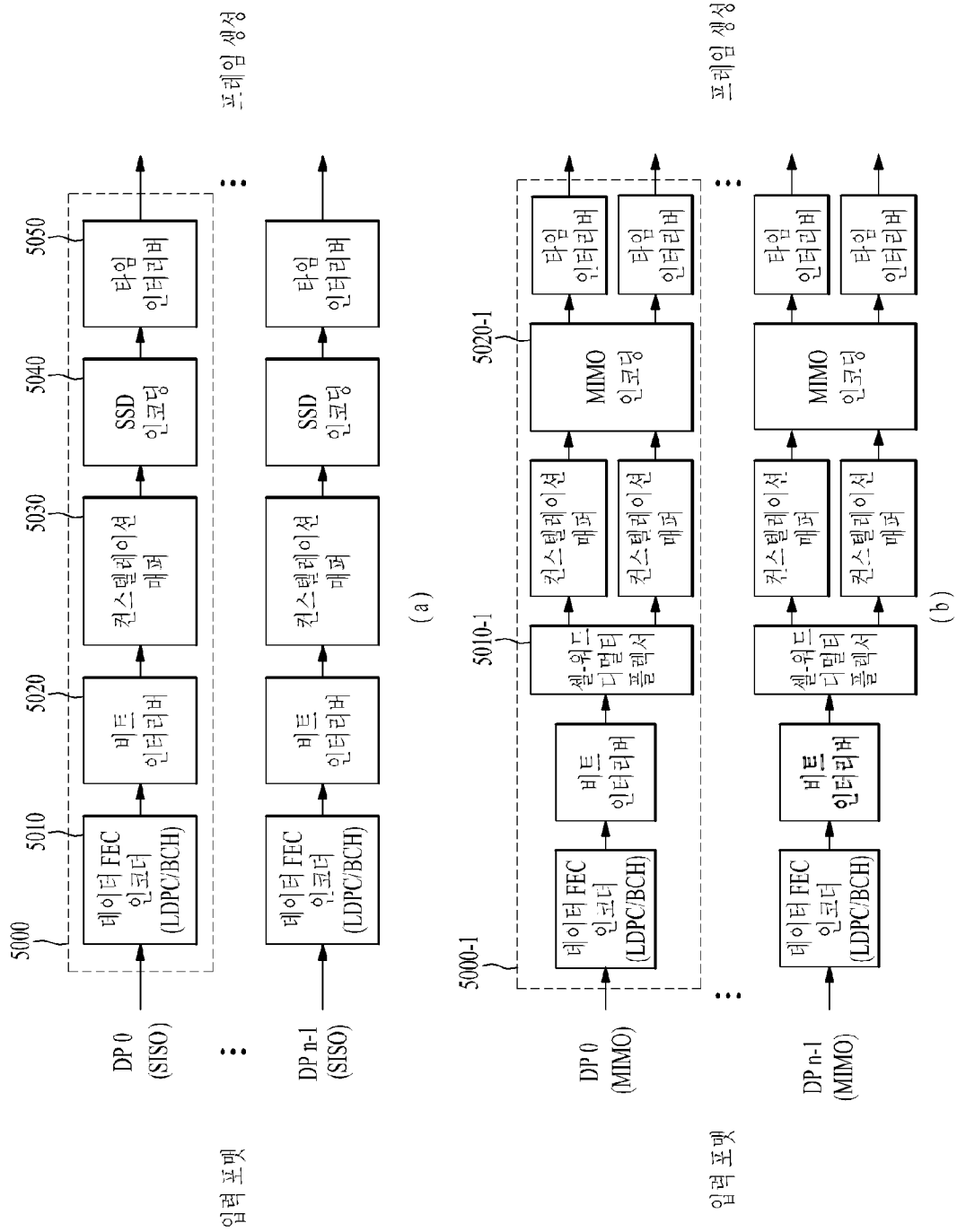
[도3]



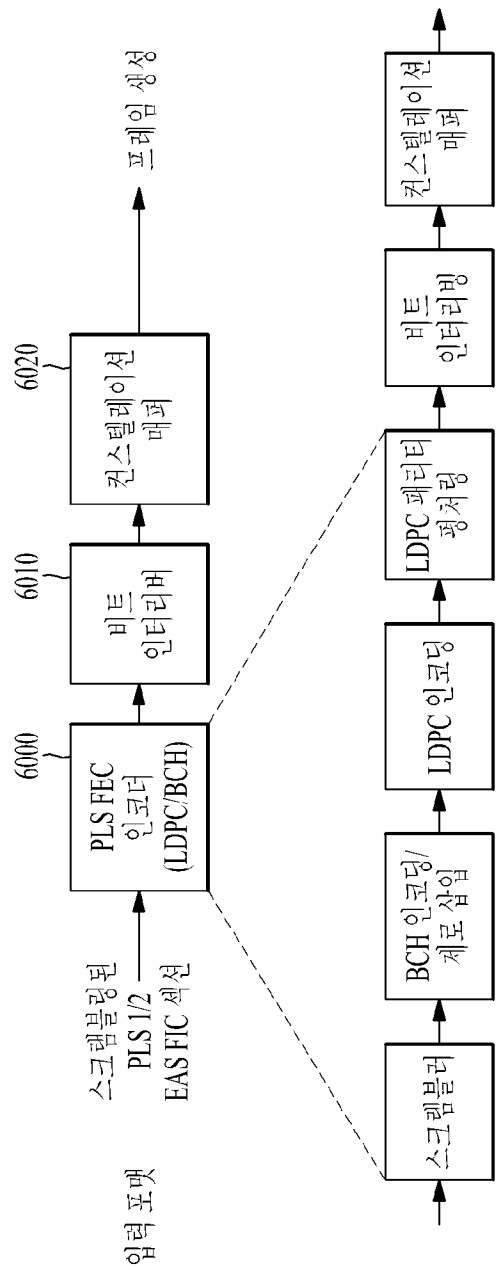
[도4]



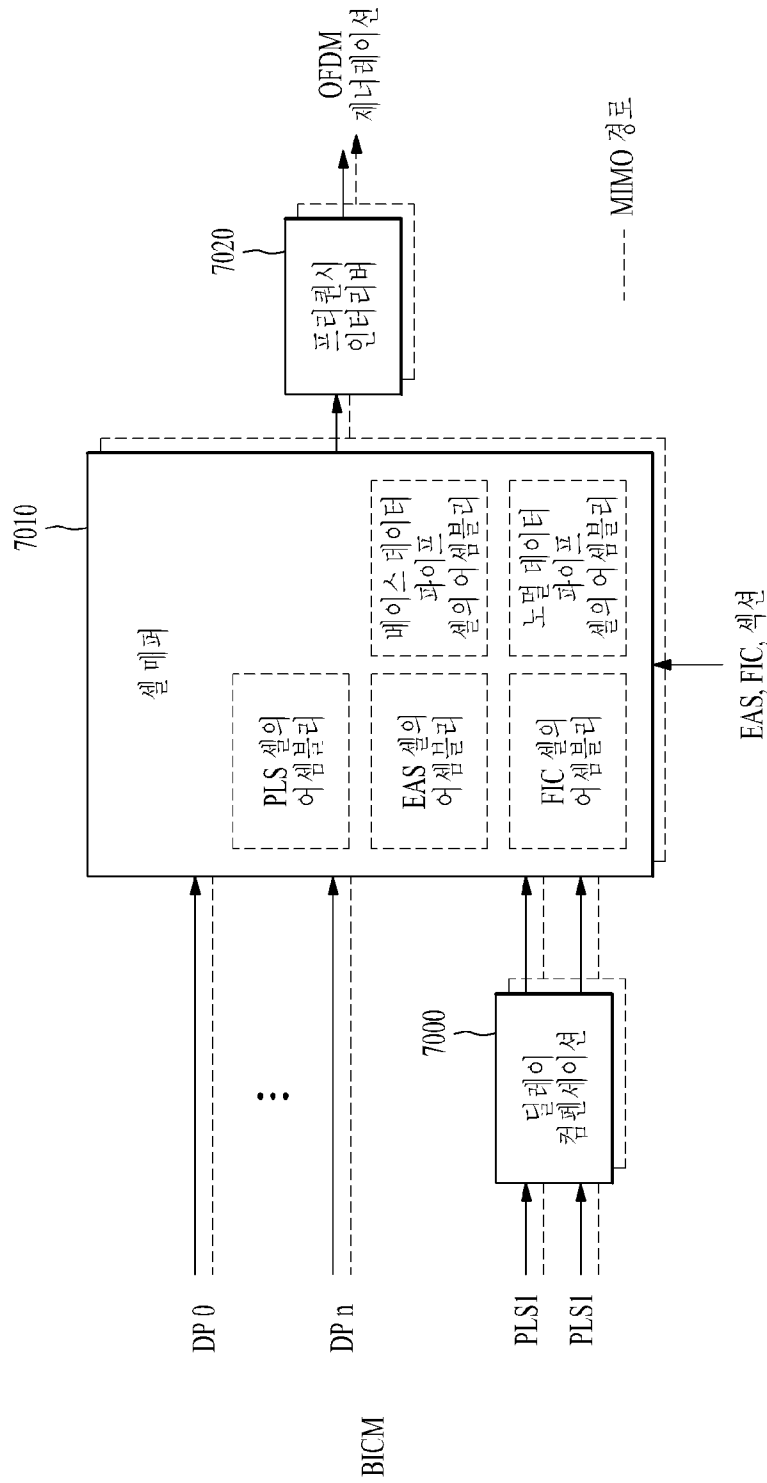
[도5]



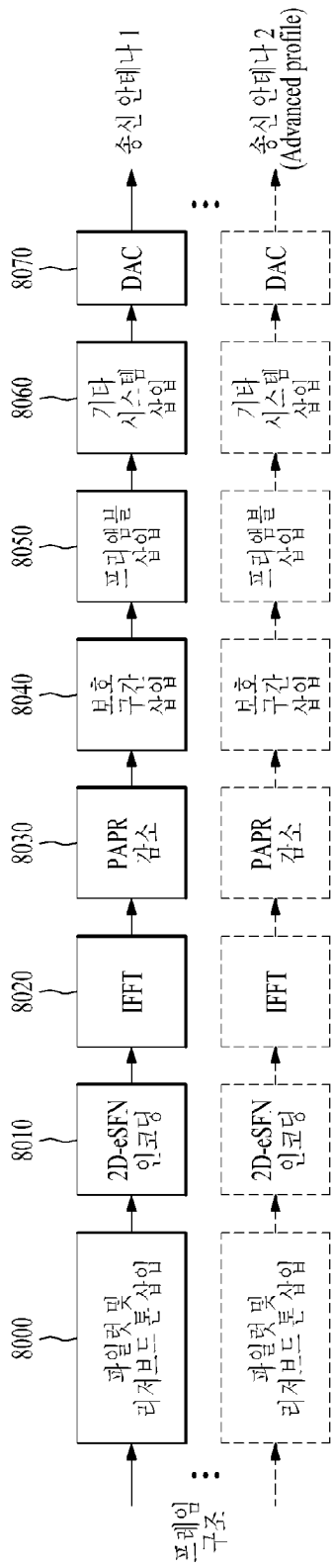
[도6]



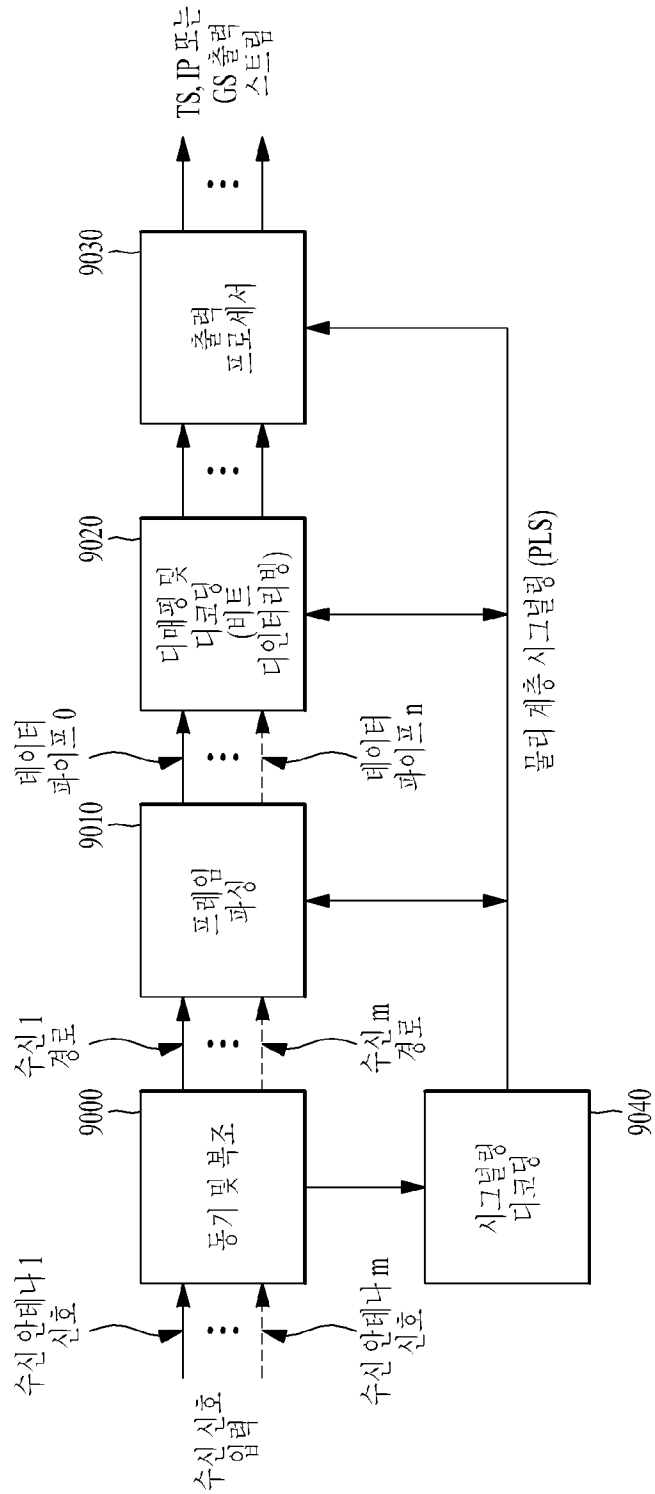
[도7]



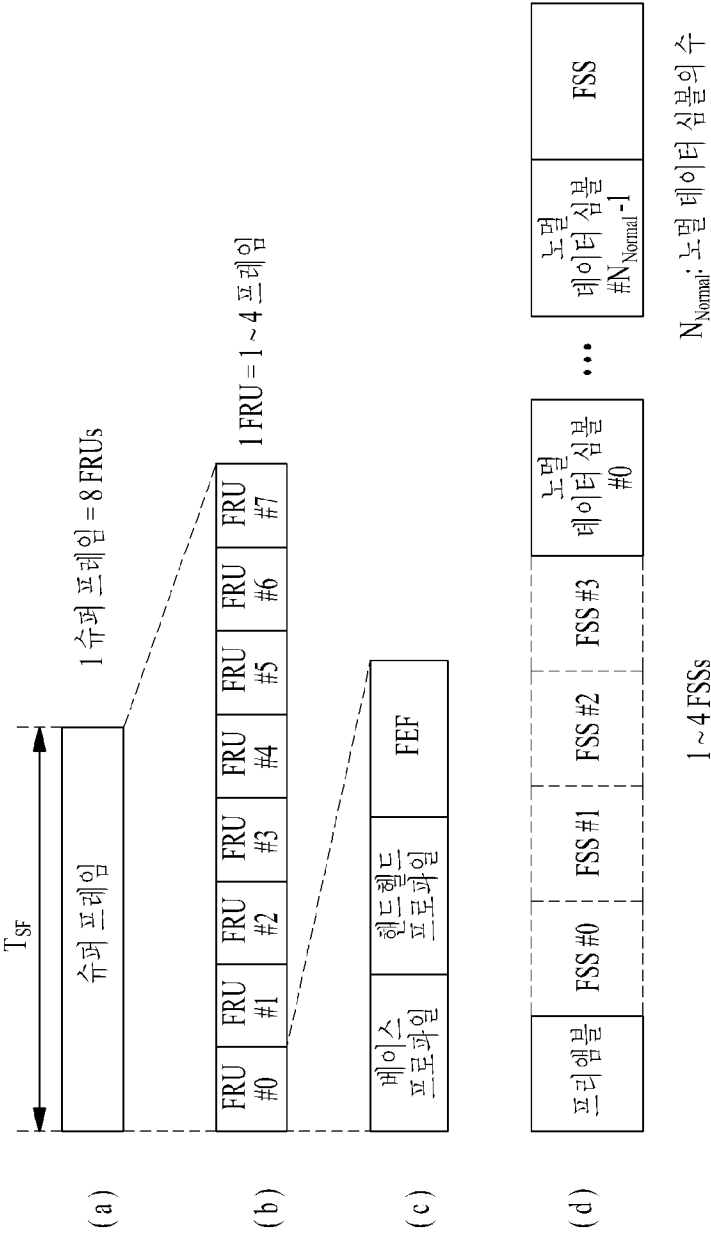
[도8]



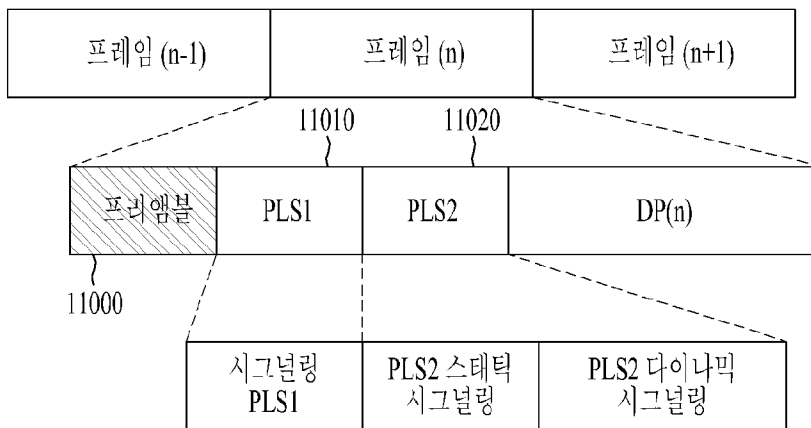
[도9]



[도10]



[도11]



[도12]

콘텐츠	비트
PHY_PROFILE	3
FFT_SIZE	2
GI_FRACTION	3
EAC_FLAG	1
PILOT_MODE	1
PAPR_FLAG	1
FRU_CONFIGURE	3
RESERVED	7

[도13]

콘텐츠	비트
PREAMBLE DATA	20
NUM_FRAME FRU	2
PAYLOAD_TYPE	3
NUM_FSS	2
SYSTEM_VERSION	8
CELL_ID	16
NETWORK_ID	16
SYSTEM_ID	16
for i = 0:3	
FRU_PHY_PROFILE	3
FRU_FRAME_LENGTH	2
FRU_GI_FRACTION	3
RESERVED	4
end	
PLS2_FEC_TYPE	2
PLS2_MOD	3
PLS2_SIZE_CELL	15
PLS2_STAT_SIZE_BIT	14
PLS2_SYN_SIZE_BIT	14
PLS2_REP_FLAG	1
PLS2_REP_SIZE_CELL	15
PLS2_NEXT_FEC_TYPE	2
PLS2_NEXT_MODE	3
PLS2_NEXT_REP_FLAG	1
PLS2_NEXT_REP_SIZE_CELL	15
PLS2_NEXT_REP_STAT_SIZE_BIT	14
PLS2_NEXT_REP_DYN_SIZE_BIT	14
PLS2_AP_MODE	2
PLS2_AP_SIZE_CELL	15
PLS2_NEXT_AP_MODE	2
PLS2_NEXT_AP_SIZE_CELL	15
RESERVED	32
CRC 32	32

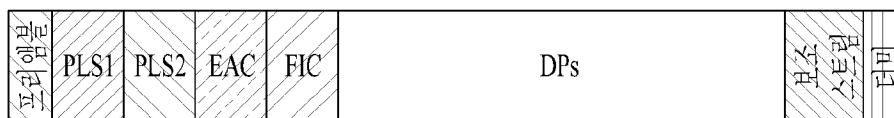
[도 14]

콘텐츠	비트
FIC_FLAG	1
AUX_FLAG	1
NUM_DP	6
for i = 1: NUM_DP	
DP_ID	6
DP_TYPE	3
DP_GROUP_ID	8
BASE_DP_ID	6
DP_FEC_TYPE	2
DP_COD	4
DP_MOD	4
DP_SSD_FLAG	1
if PHY_PROFILE = '010'	
DP_MIMO	3
end	
DP_TI_TYPE	1
DP_TI_LENGTH	2
DP_TI_BYPASS	1
DP_FRAME_INTERVAL	2
DP_FIRST_FRAME_IDX	5
DP_NUM_BLOCK_MAX	10
DP_PAYLOAD_TYPE	2
DP_INBAND_MODE	2
DP_PROTOCOL_TYPE	2
DP_CRC_MODE	2
if DP_PAYLOAD_TYPE == TS('00')	
DNP_MODE	2
ISSY_MODE	2
HC_MODE_TS	2
if HC_MODE_TS == '01' or '10'	
PID	13
end	
if DP_PAYLOAD_TYPE == IP('01')	
HC_MODE_IP	2
end	
RESERVED	8
end	
if FIC_FLAG == 1	
FIC_VERSION	8
FIC_LENGTH_BYTE	13
RESERVED	8
end	
if AUX_FLAG == 1	
NUM_AUX	4
AUX_CONFIG_RFU	8
for i = 1: NUM_AUX	
AUX_STREAM_TYPE	4
AUX_PRIVATE_CONF	28
end	
end	

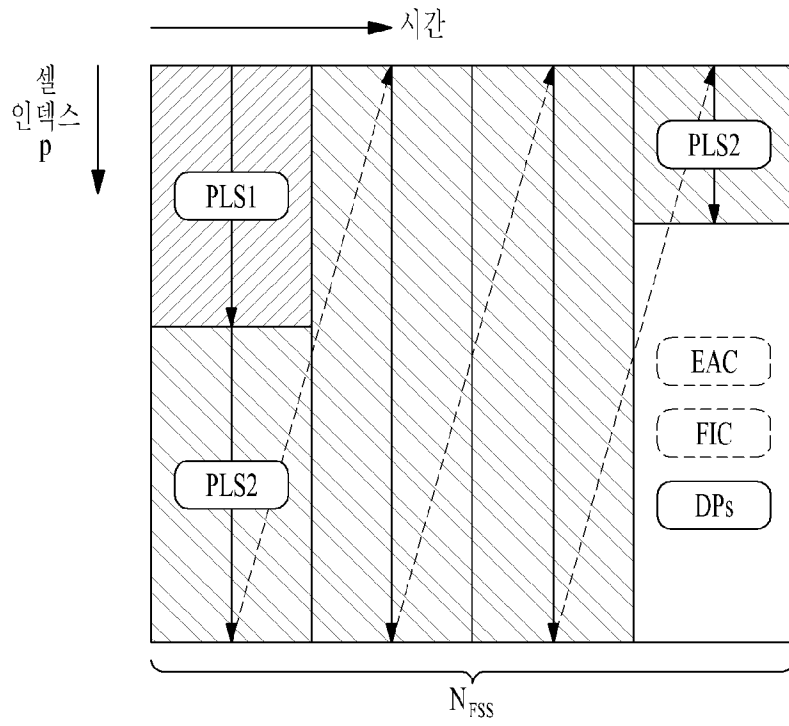
[도 15]

콘텐츠		비트
FRAME_INDEX		5
PLS_CHANGE_COUNTER		4
FIC_CHANGE_COUNTER		4
RESERVED		16
for i = 1: NUM_DP		
	DP_ID	6
	DP_START	15 (또는 13)
	DP_NUM_BLOCK	10
end	RESERVED	8
EAC_FLAG		1
EAS_WAKE_UP_VERSION_NUM		8
if EAC_FLAG == 1		
	EAC_LENGTH_BYTE	12
else		
	EAC_COUNTER	12
end		
for i=1:NUM_AUX		
	AUX_PRIVATE_DYN	48
end		
CRC 32		32

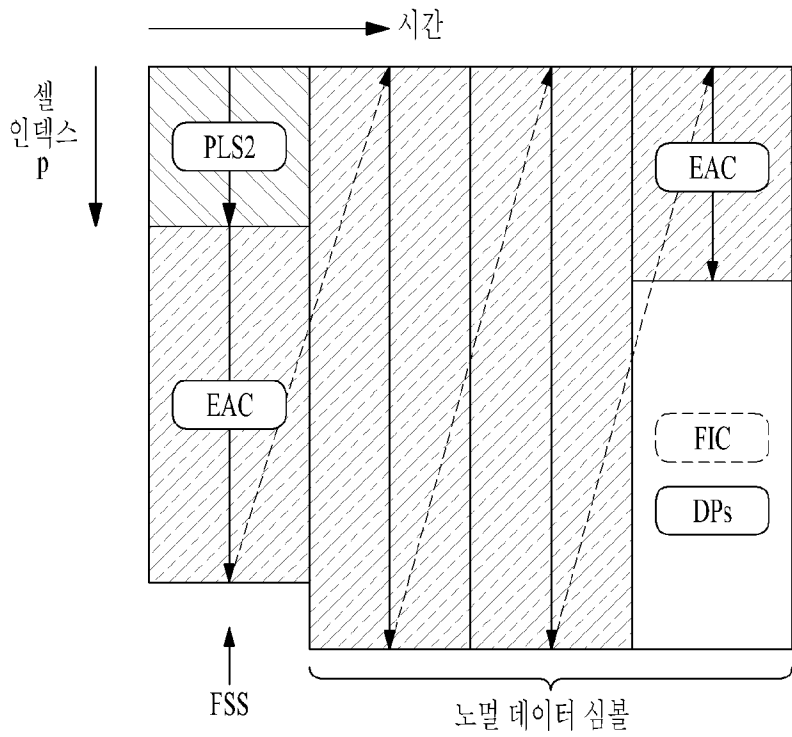
[도 16]



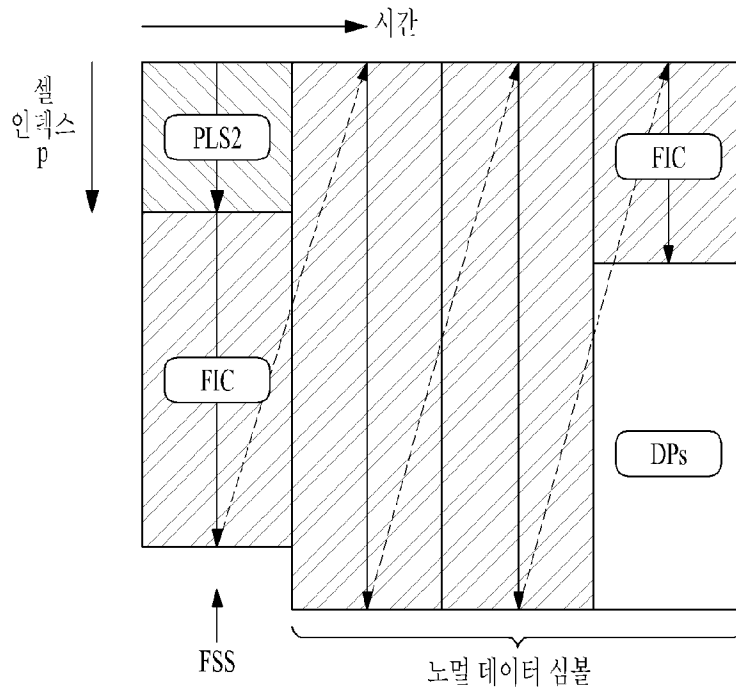
[도17]



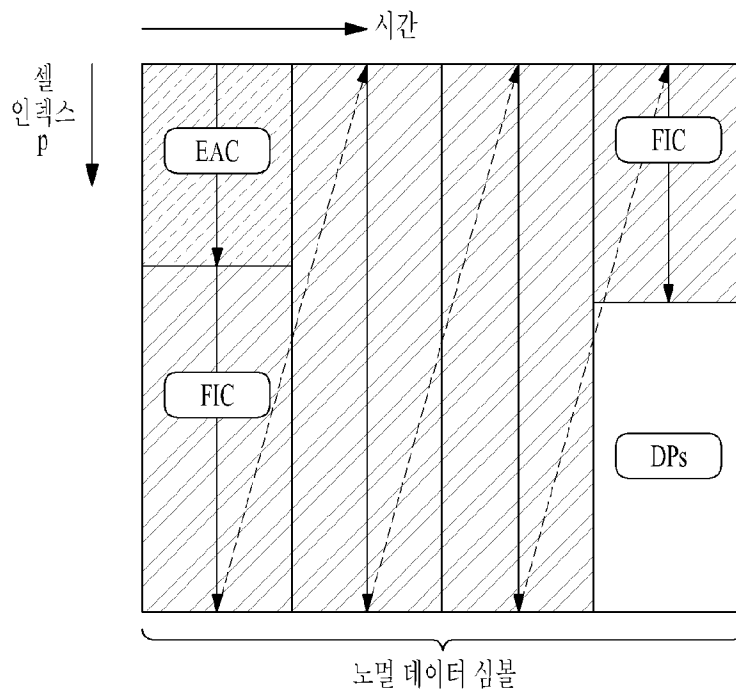
[도18]



[도 19]

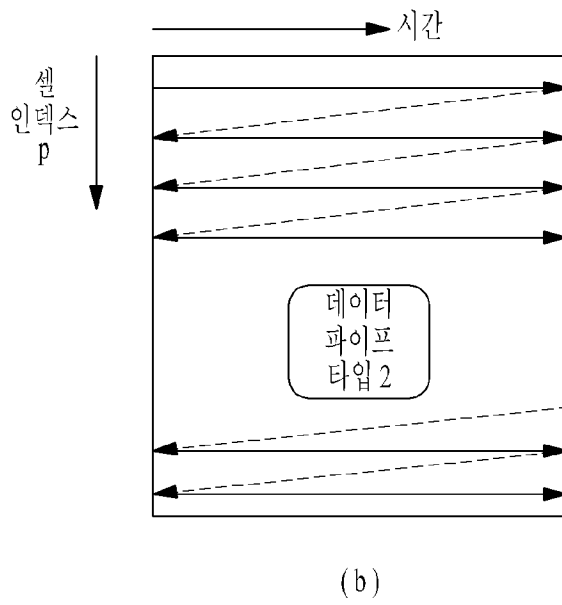
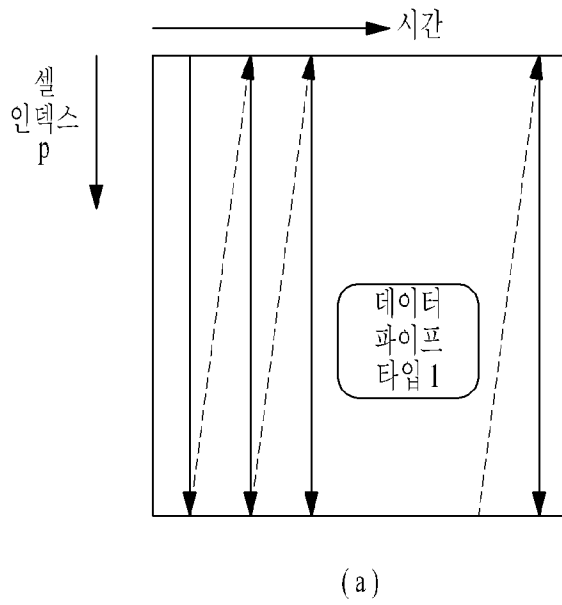


(a)

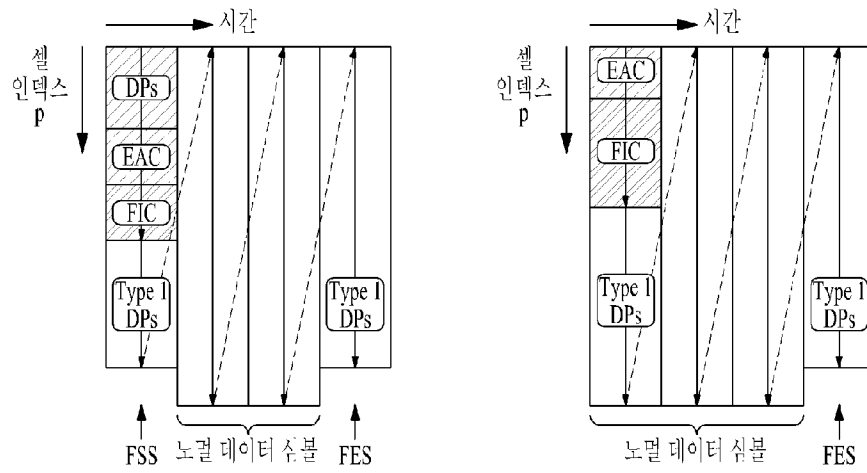


(b)

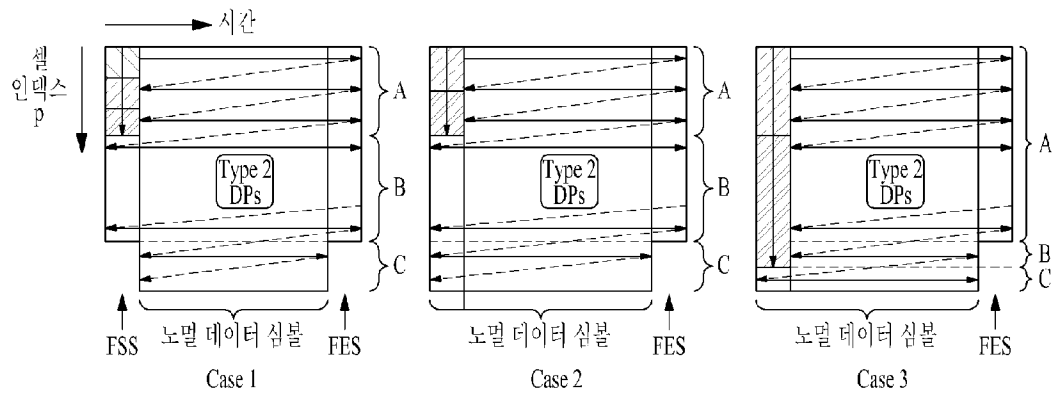
[도20]



[도21]

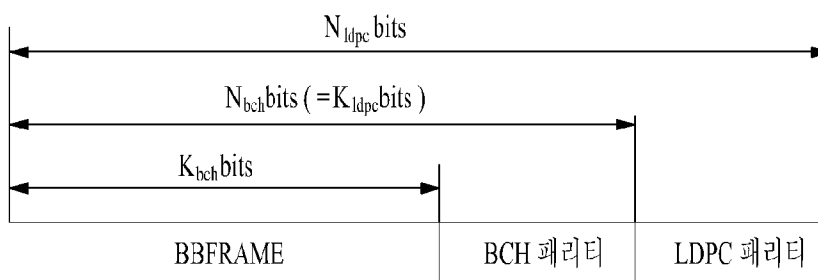


(a)



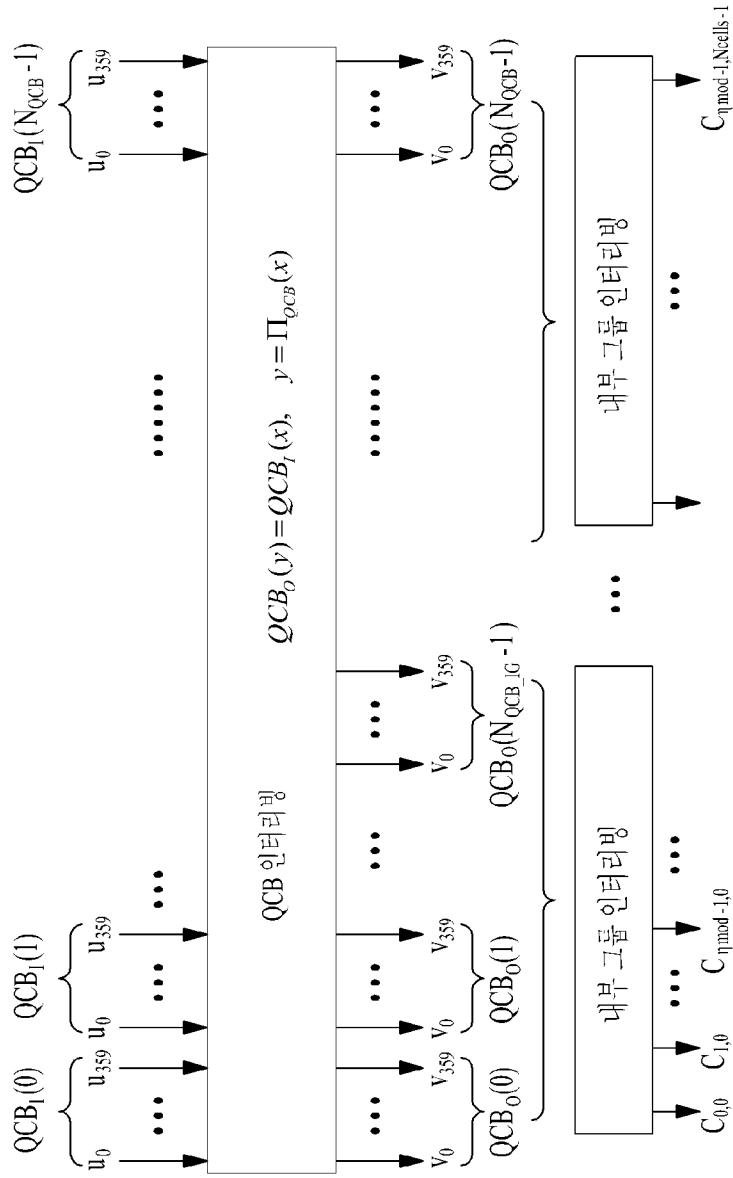
(b)

[도22]

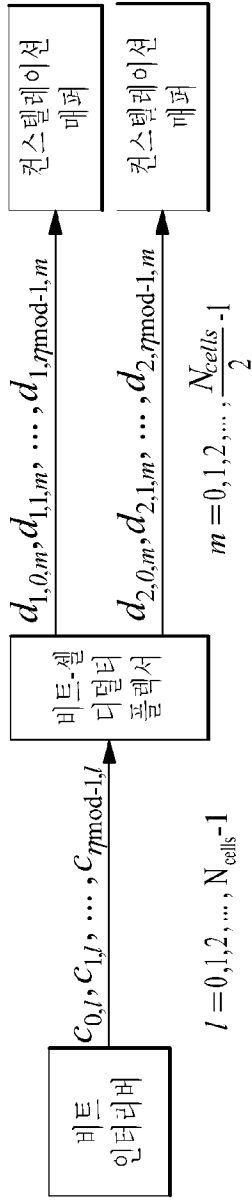


[도23]

$N_{QCB} = 45$, 쇼트 LDPC 블록의 경우
 $N_{QCB} = 180$, 롱 LDPC 블록의 경우



[도24]

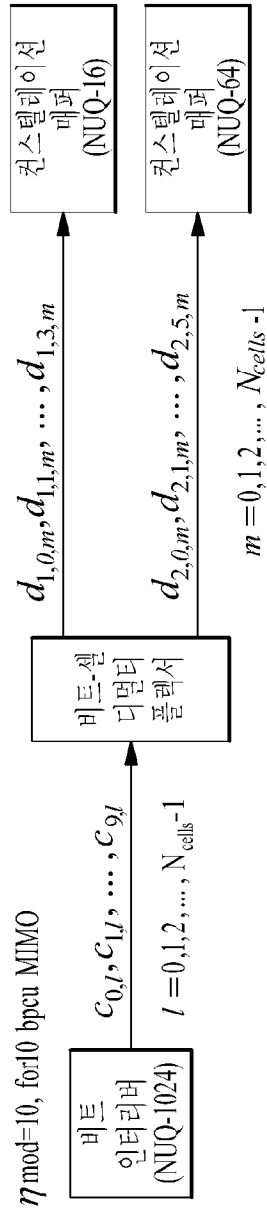


$$\eta \text{mod} = \begin{cases} 4, & \text{for 8 bpcu MIMO} \\ 6, & \text{for 12 bpcu MIMO} \end{cases}$$

$$d_{1,k,m} = c_{k,2m}, \quad k = 0, 1, \dots, \eta \text{mod} - 1, \quad m = 0, 1, \dots, \frac{N_{\text{cells}}}{2} - 1$$

$$d_{2,k,m} = c_{k,2m+1}$$

(a)



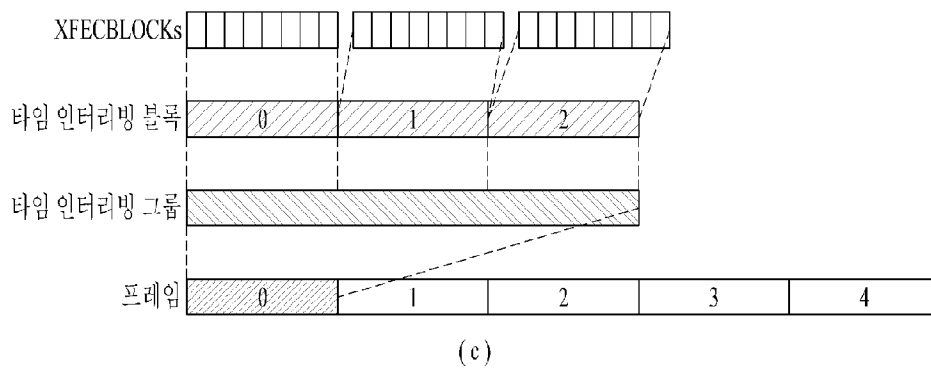
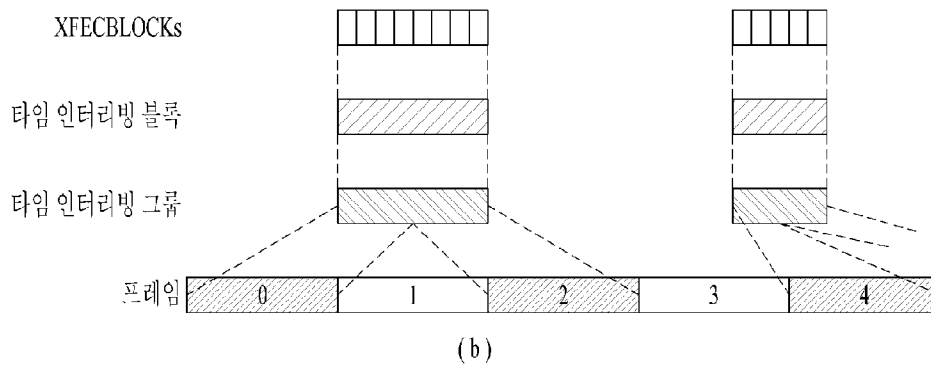
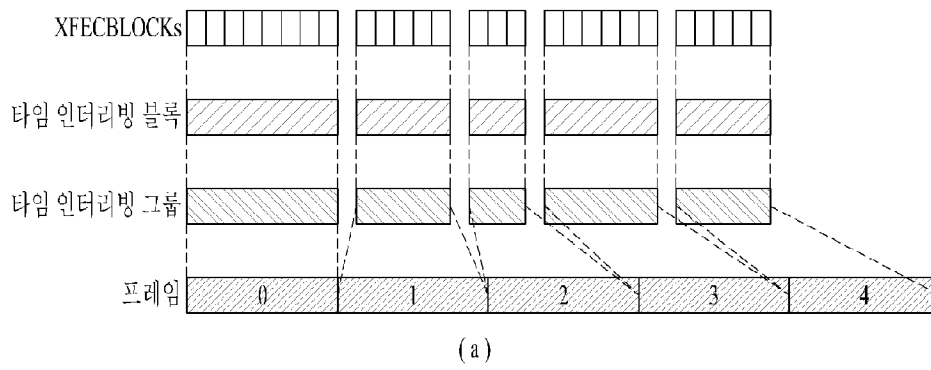
$$\{d_{1,0,m}, d_{1,1,m}, d_{1,2,m}, d_{1,3,m}\} = \{c_{0,m}, c_{1,m}, c_{4,m}, c_{5,m}\}$$

$$\{d_{2,0,m}, d_{2,1,m}, d_{2,2,m}, d_{2,3,m}, d_{2,4,m}, d_{2,5,m}\} = \{c_{2,m}, c_{3,m}, c_{6,m}, c_{7,m}, c_{8,m}, c_{9,m}\}$$

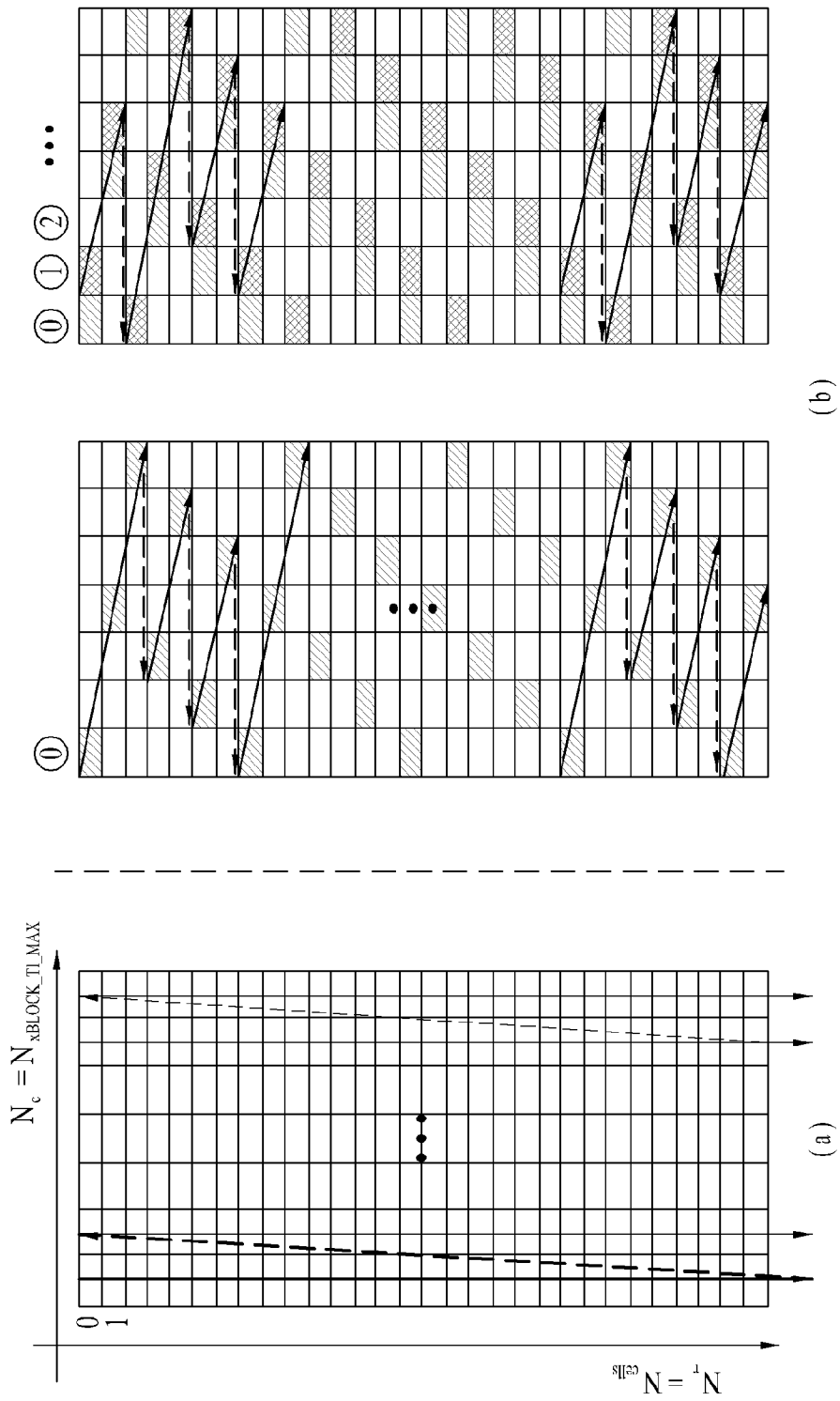
$$, \quad m = 0, 1, \dots, N_{\text{cells}} - 1$$

(b)

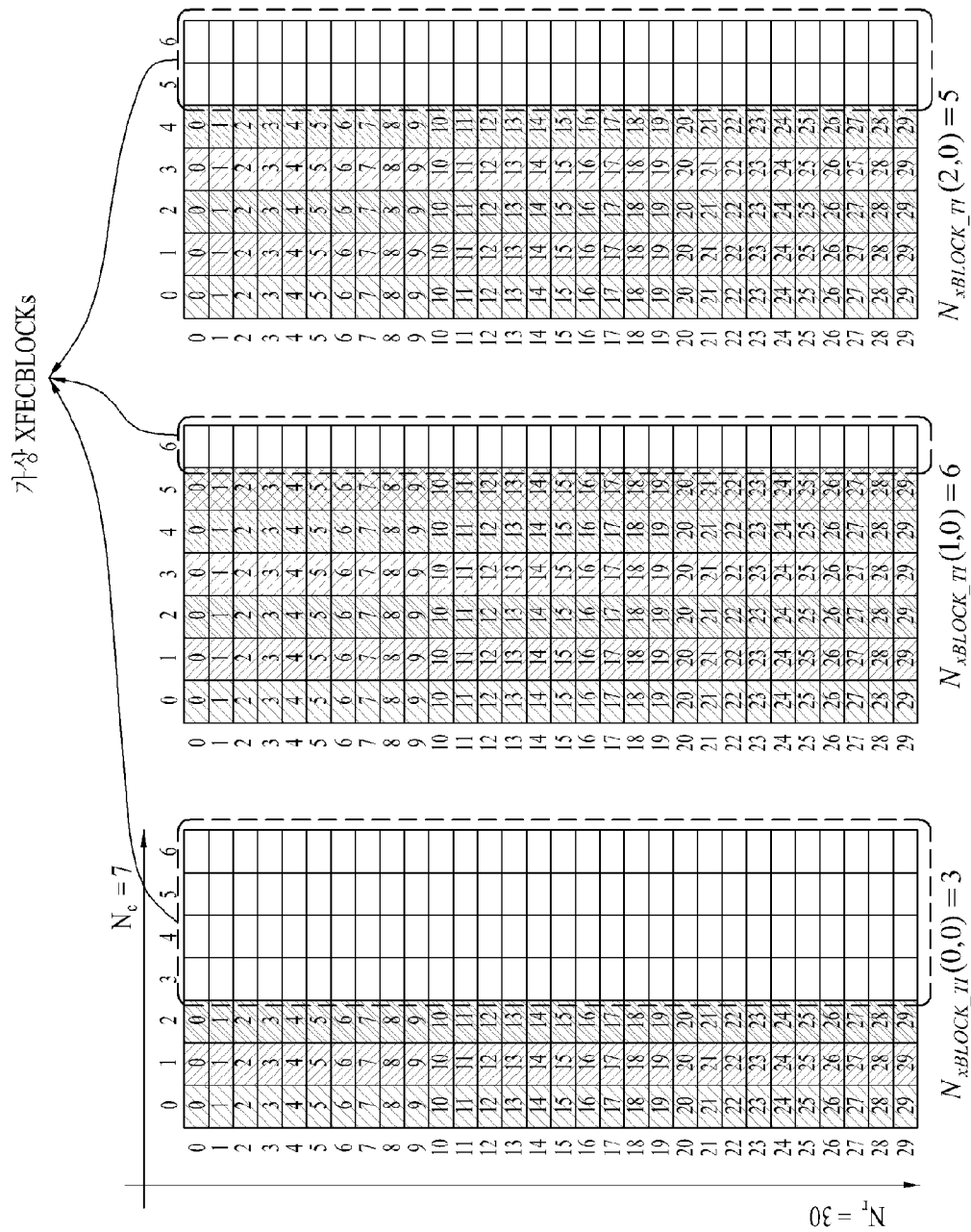
[도25]



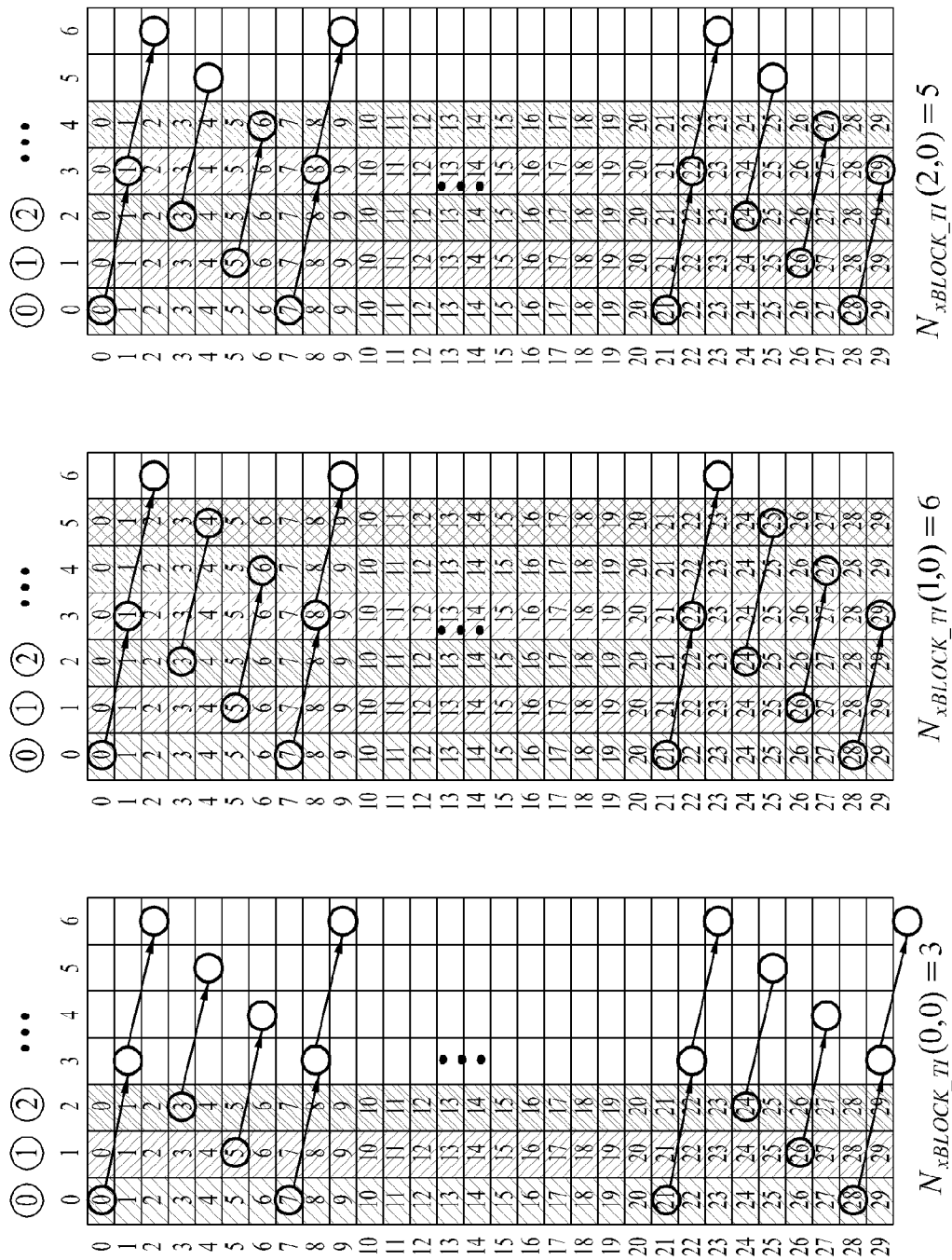
[도26]



[도27]



[도28]



[도29]

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

$$N_{xBLOCK_TI}(2,0)=5$$

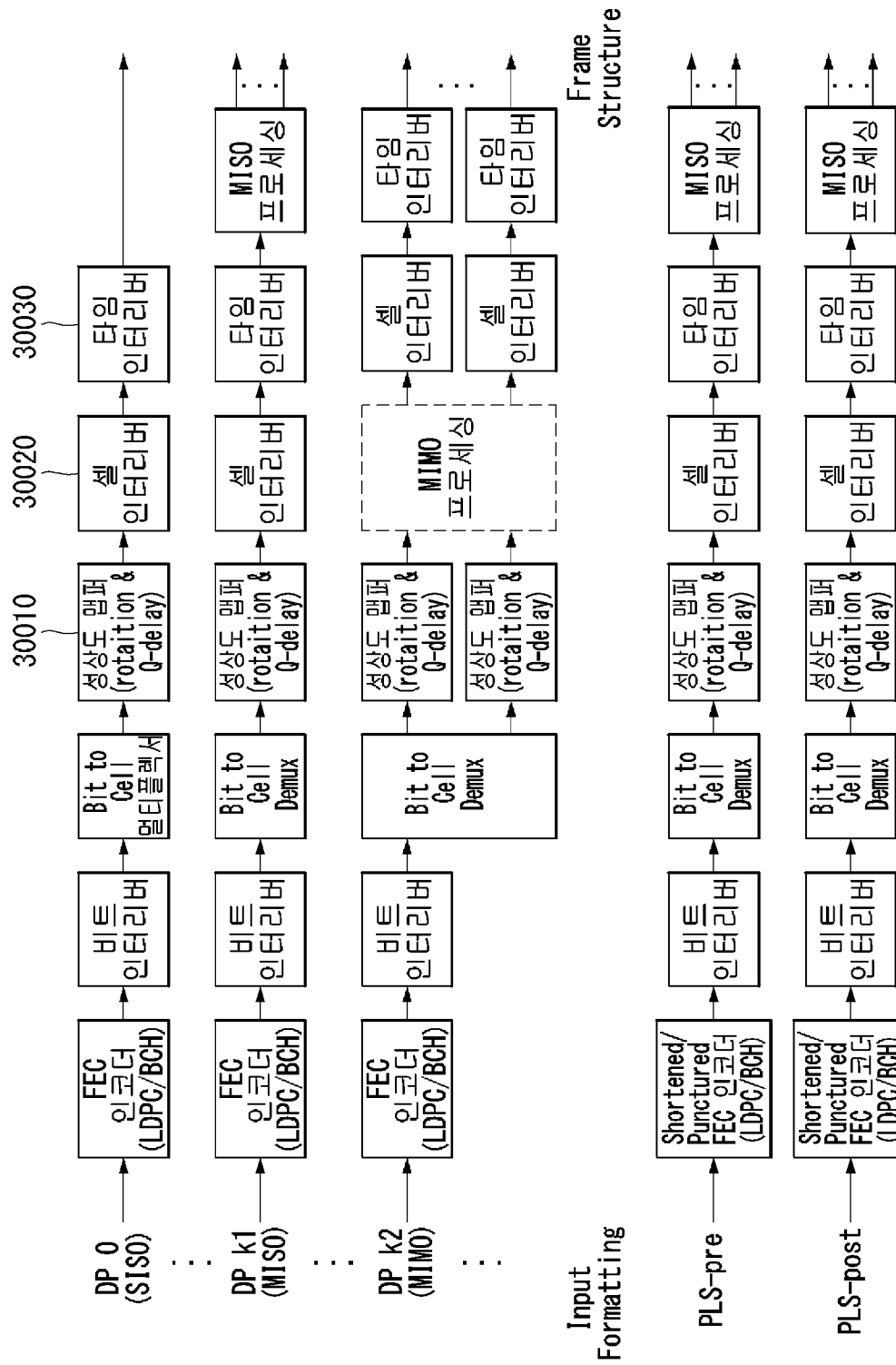
0	1	2	3	4	5
0	0	5	9	14	20
1	1	6	10	16	21
2	3	7	11	17	22
3	4	8	12	18	23
4	5	9	14	19	25
5	6	10	15	20	26
6	7	12	16	21	27
7	8	13	17	23	28
8	10	14	18	24	29
9	11	15	19	25	0
10	12	16	21	26	1
11	13	17	22	27	2
12	14	19	23	28	3
13	15	20	24	0	4
14	17	21	25	1	6
15	18	22	26	2	7
16	19	23	28	4	8
17	20	24	29	5	9
18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

$$N_{xBLOCK_TI}(1,0)=6$$

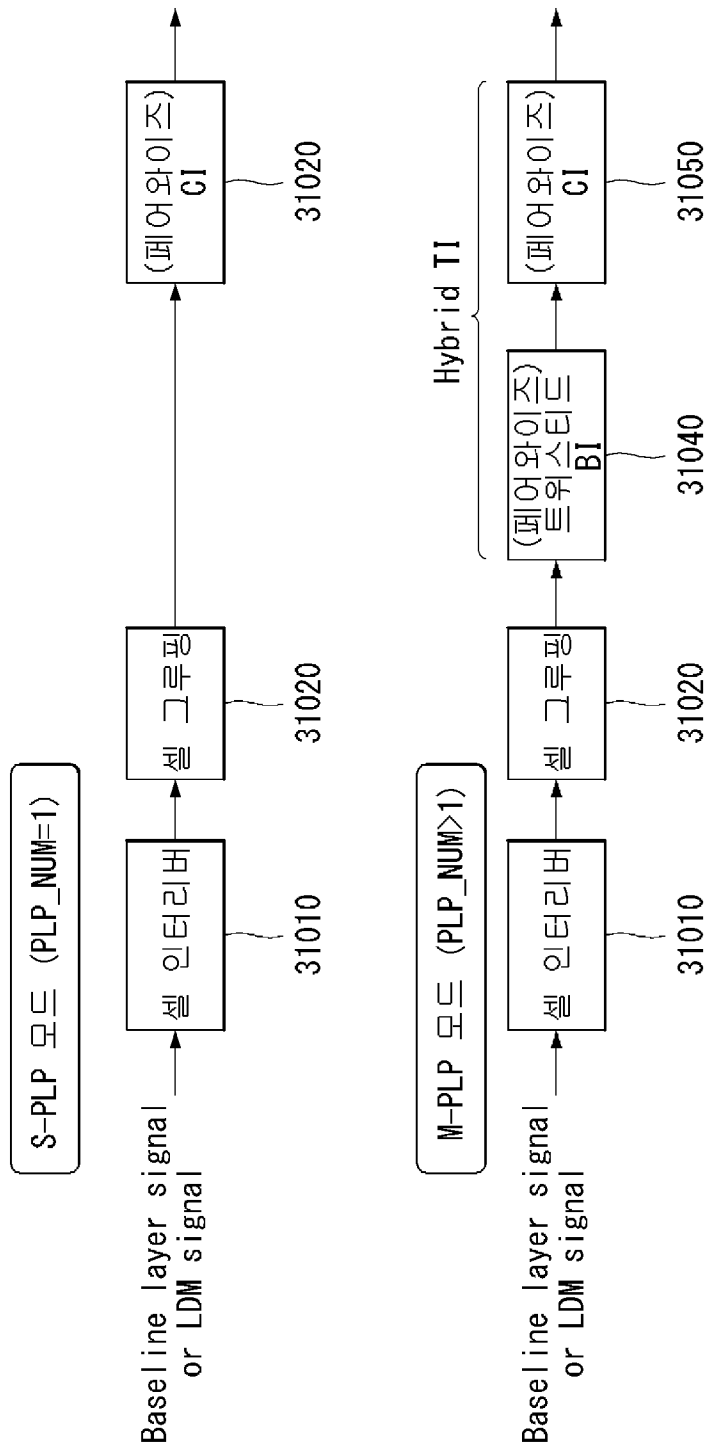
0	1	2
0	0	22
1	3	11
2	5	14
3	7	16
4	10	18
5	12	21
6	14	23
7	17	25
8	19	28
9	21	2
10	24	4
11	26	6
12	28	9
13	0	11
14	2	13
15	5	16
16	7	18
17	9	20
18	12	23
19	14	25
20	16	27
21	19	1
22	21	4
23	23	6
24	26	8
25	28	11
26	0	13
27	2	15
28	4	18
29	5	20

$$N_{xBLOCK_TI}(0,0)=3$$

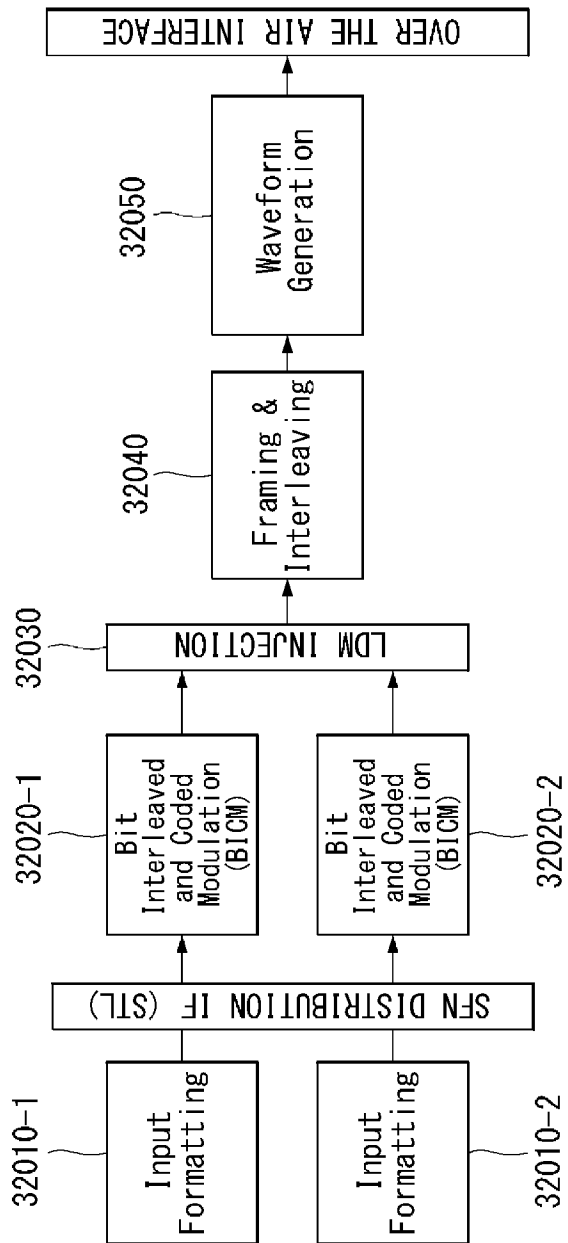
[도30]



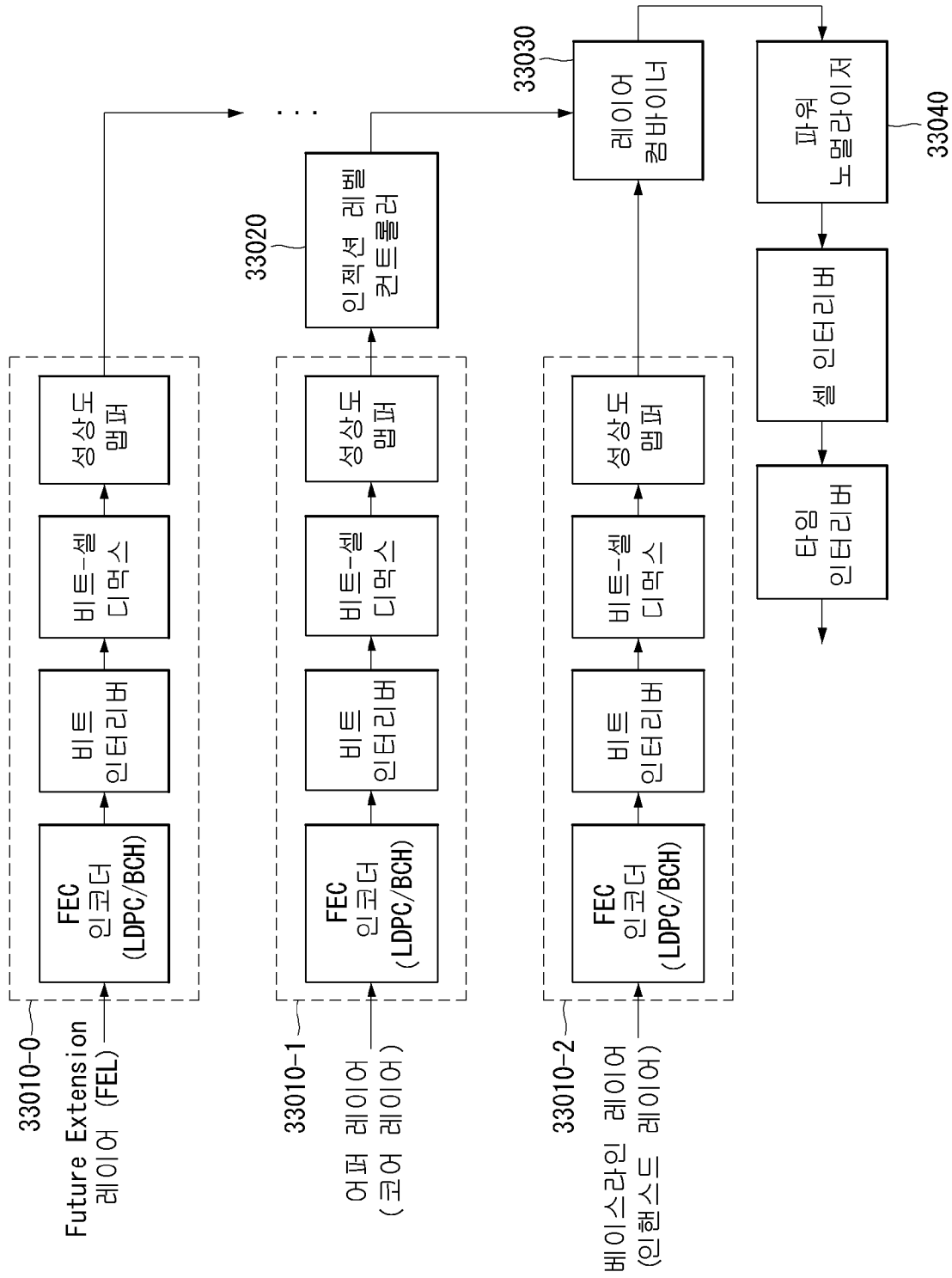
[도31]



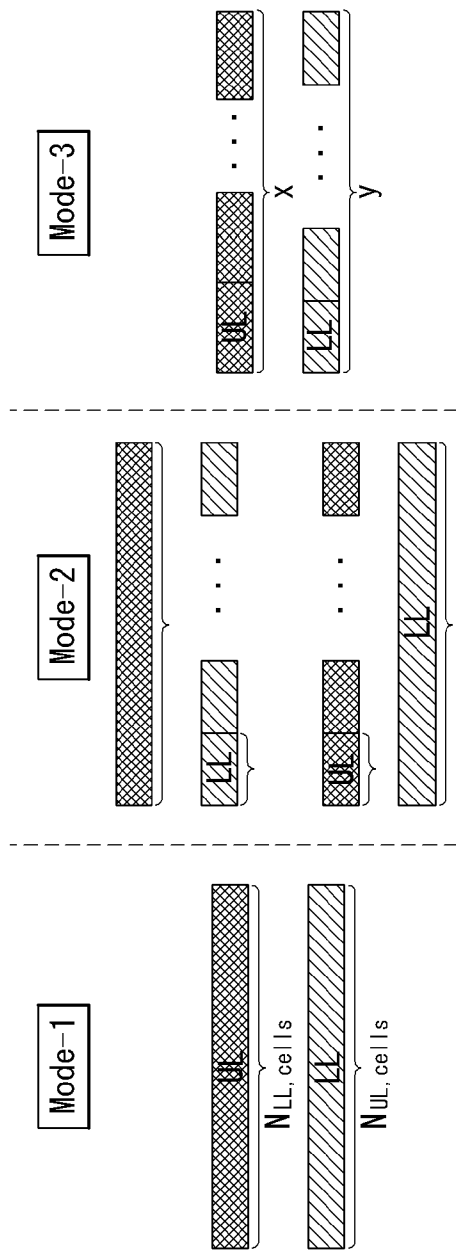
[도32]



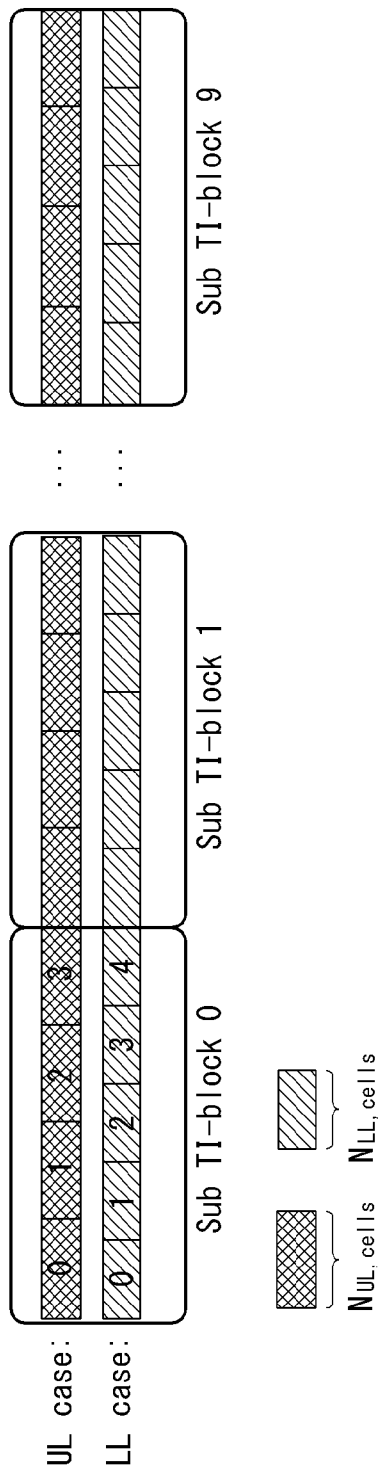
[도33]



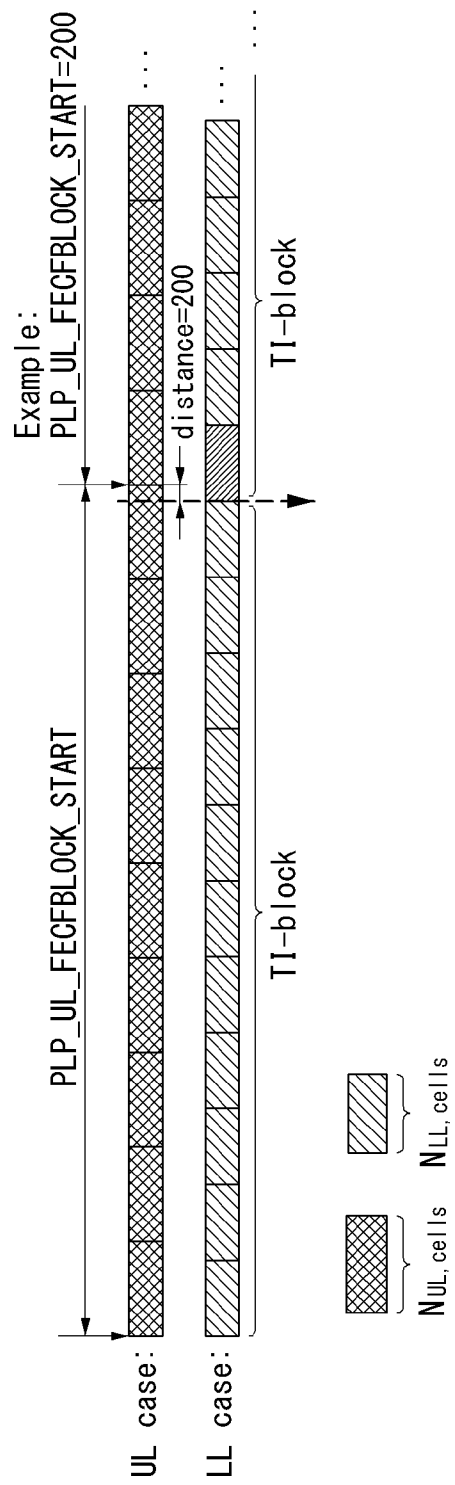
[도34]



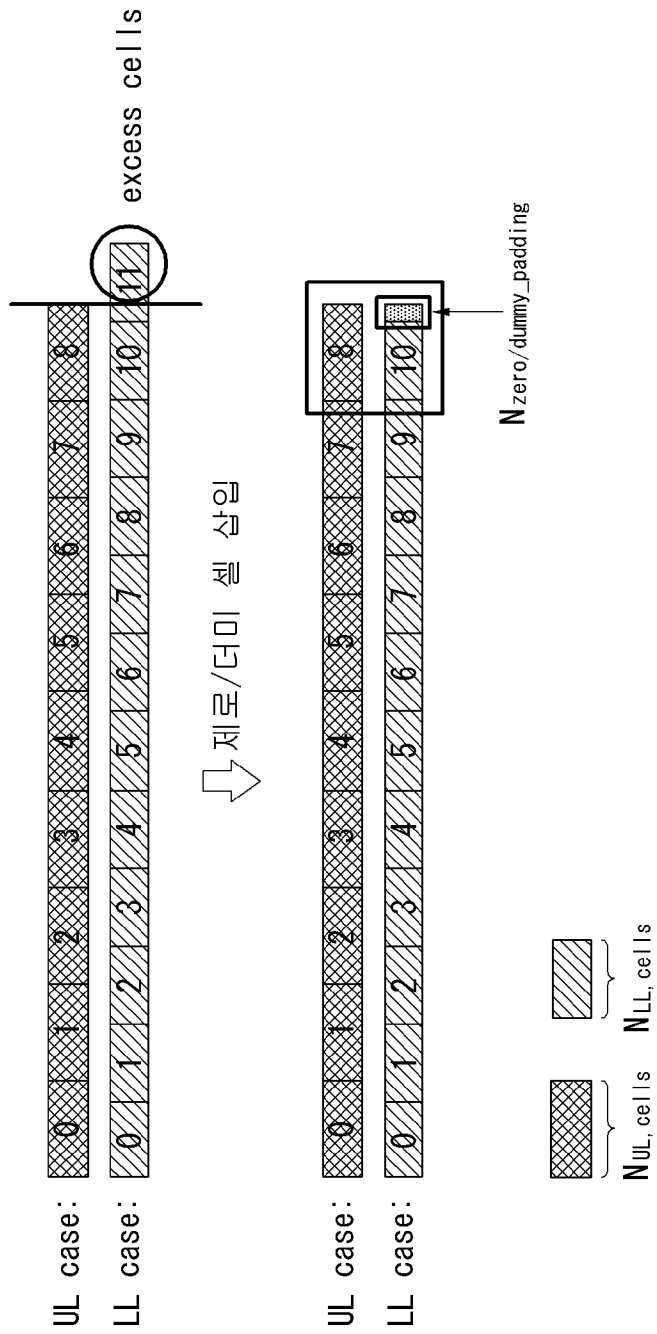
[도35]



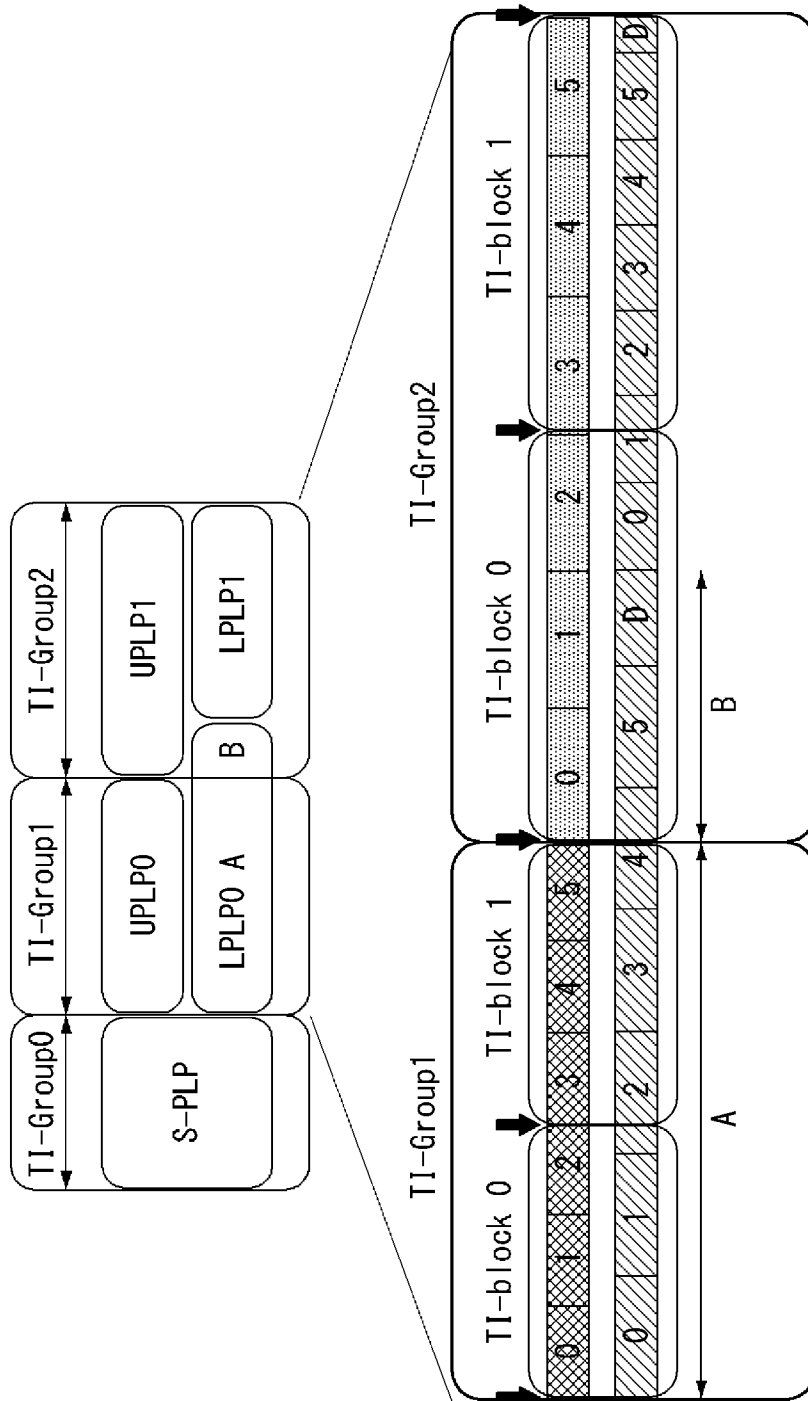
[도36]



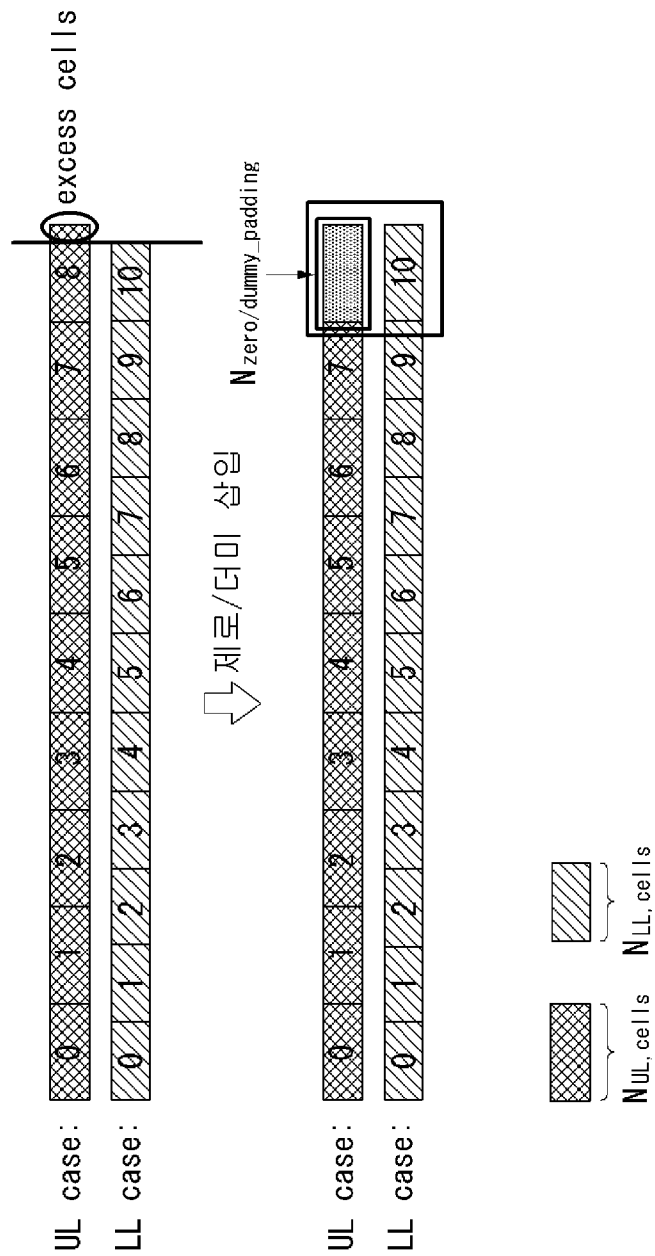
[도37]



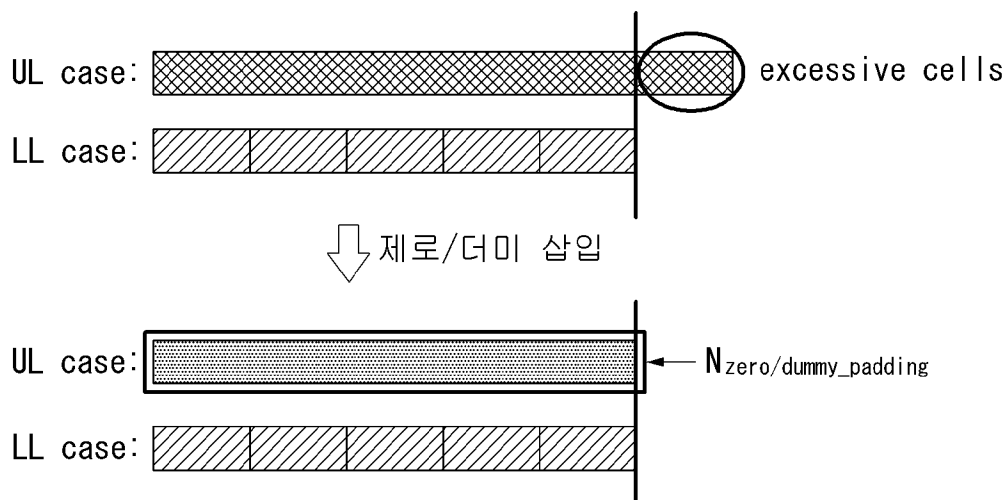
[도38]



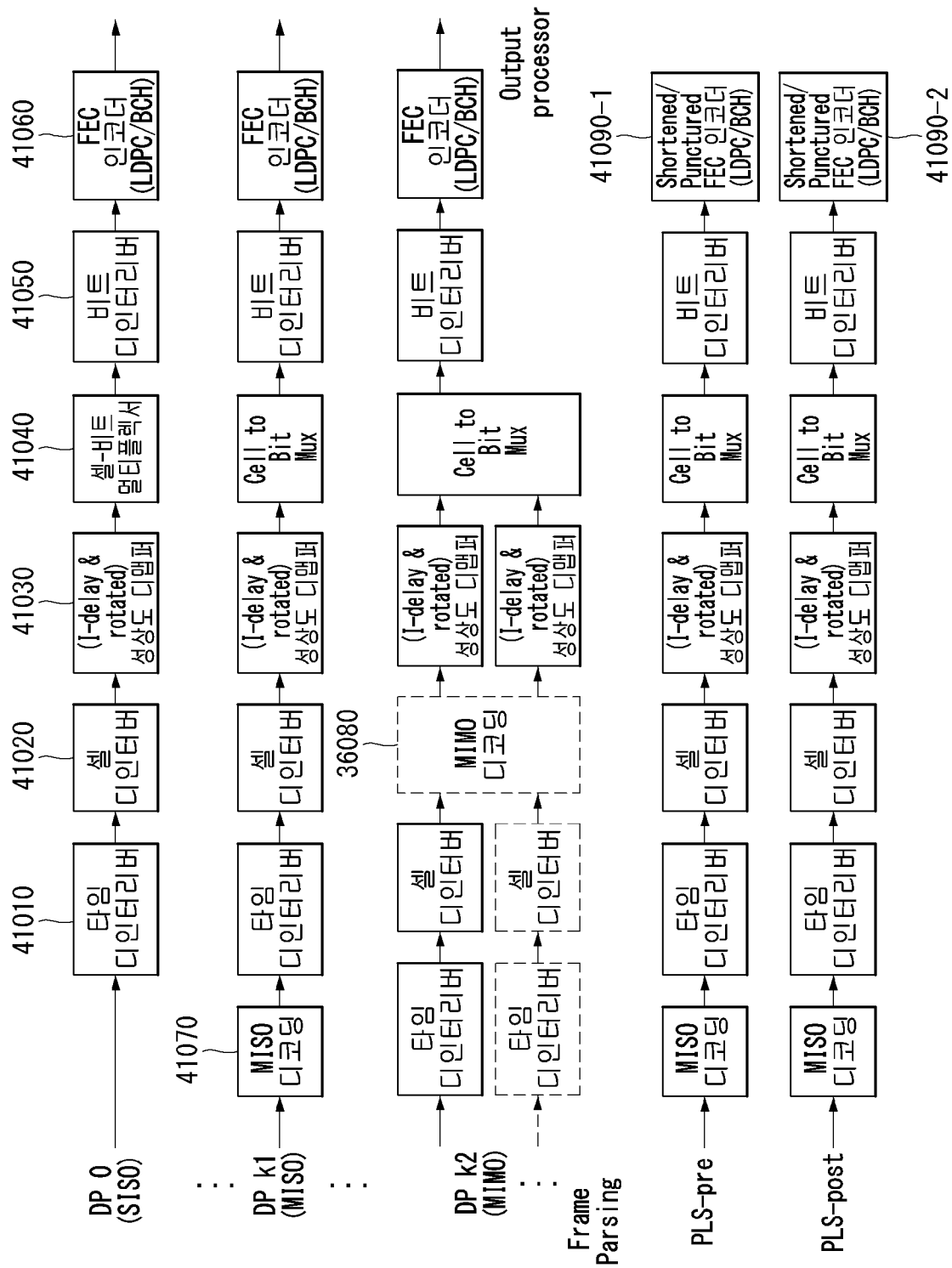
[도39]



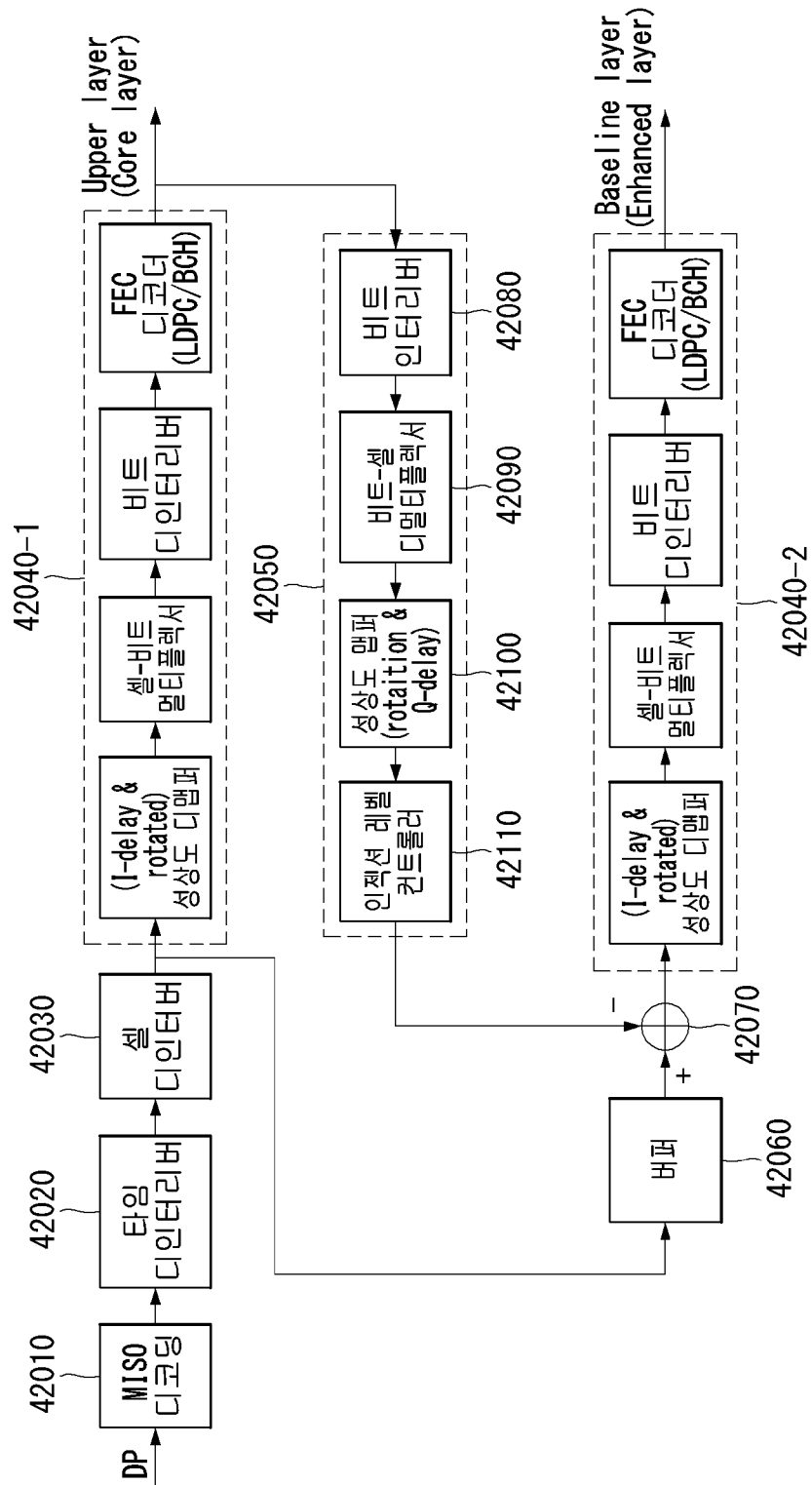
[도40]



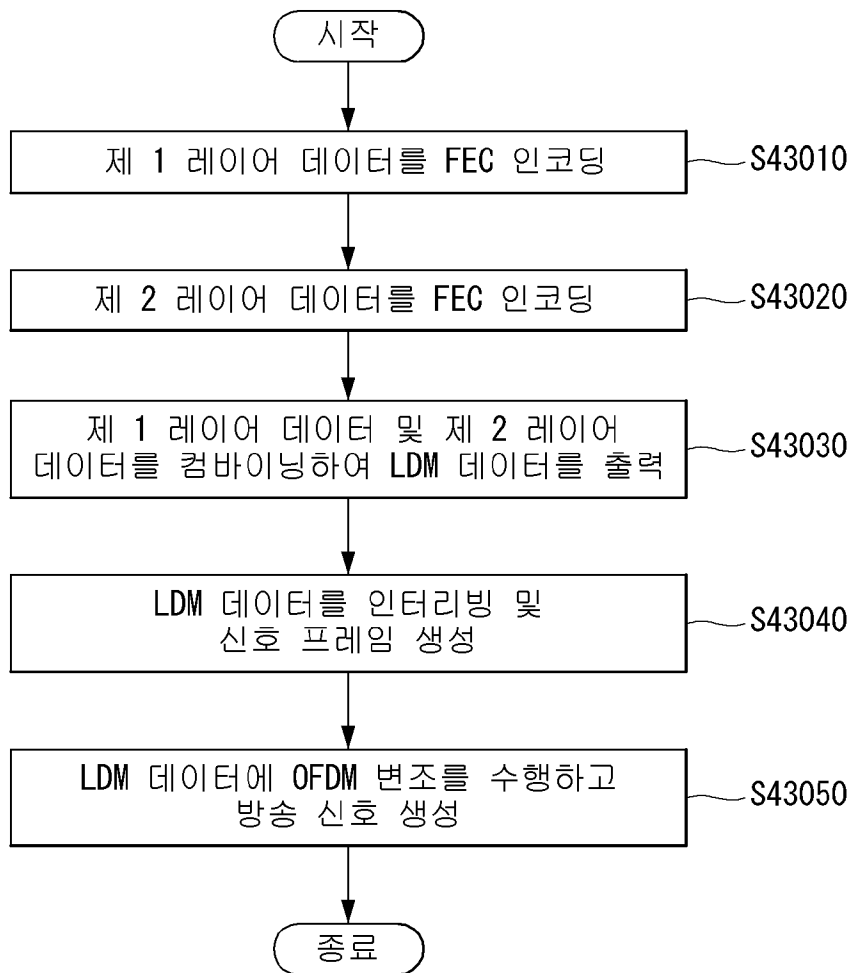
[도41]



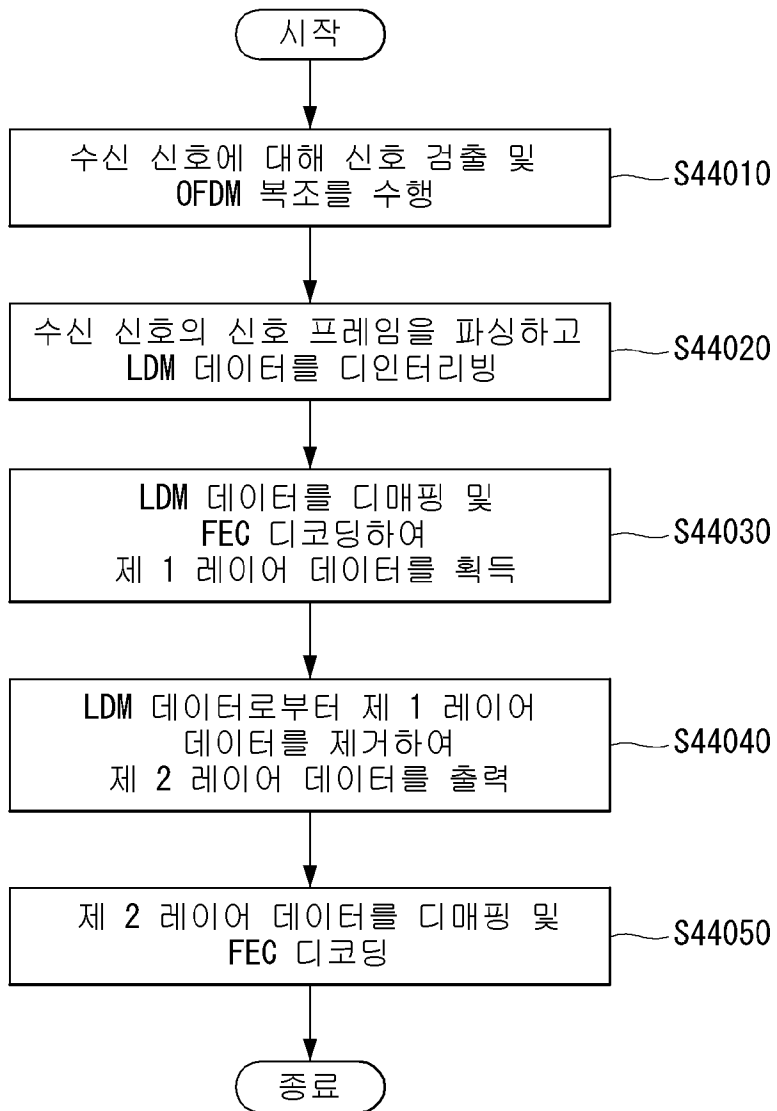
[도42]



[도43]



[도44]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/008613

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/00(2006.01)i, H04L 27/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L 1/00; H04W 24/02; H04L 27/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: BICM unit, FEC encoding, LDM(Layered Division Multiplexing) injection unit, framing/interleaving unit, waveform generation unit, time interleaver

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014-0010154 A1 (HONG, Hotaek et al.) 09 January 2014 See paragraphs [0192], [0425], [0631]; and figures 6, 44.	1-12
Y	MONTALBAN SANCHEZ, Jon, "Solutions for New Terrestrial Broadcasting Systems Offering Simultaneously Stationary and Mobile Services", Ingenieria de Comunicaciones & Komunikazioen Ingeniaritza, 12 December 2014, ISBN 978-84-9082-231-9 See pages 96-145; and figures 4.1, 6.3.	1-12
Y	VARGAS, David et al., "Performance Evaluation of DVB-T2 Time Interleaving in Mobile Environments", In: Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Fall), 2010 IEEE, October 2010 See pages 3-4.	3-6,9-12
A	EUM, Ho Min et al., "Technology on Realistic Ground radio wave Digital Broadcasting", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences (J-KICS) (Information & Communications), vol. 32, no. 2, January 2015, pages 63-72 See pages 63-71.	1-12
A	SEO, Jae Hyun et al., "LLR Calculation Method for Receiving System of Layered Division Multiplexing", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences Conference (Winter) 2015, January 2015, pages 1089-1090 See pages 1089-1090.	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 DECEMBER 2015 (16.12.2015)

Date of mailing of the international search report

21 DECEMBER 2015 (21.12.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/008613

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2014-0010154 A1	09/01/2014	CA 2818298 A1	03/11/2012
		EP 2566156 A2	06/03/2013
		EP 2566156 A4	29/04/2015
		US 2014-0198876 A1	17/07/2014
		US 9106493 B2	11/08/2015
		WO 2011-136574 A2	03/11/2011
		WO 2011-136574 A3	26/01/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 1/00(2006.01)i, H04L 27/26(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04L 1/00; H04W 24/02; H04L 27/26

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: BICM 유닛, FEC 인코딩, LDM(Layered Division Multiplexing) 인젝션 유닛, 프레임/인터리빙 유닛, 웨이브폼 생성 유닛, 타임 인터리버

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2014-0010154 A1 (HOTAEC HONG 등) 2014.01.09 단락 [0192], [0425], [0631]; 및 도면 6, 44 참조.	1-12
Y	MONTALBAN SANCHEZ, JON, `Solutions for New Terrestrial Broadcasting Systems Offering Simultaneously Stationary and Mobile Services`, Ingenieria de Comunicaciones & Komunikazioen Ingeniaritza, 2014.12.12, ISBN 978-84-9082-231-9 페이지 96-145; 및 도면 4.1, 6.3 참조.	1-12
Y	DAVID VARGAS 등, `Performance Evaluation of DVB-T2 Time Interleaving in Mobile Environments`, In: Vehicular Technology Conference (VTC 2010-Fall), 2010 IEEE, 2010.10 페이지 3-4 참조.	3-6,9-12
A	음호민 등, `실감 지상파 디지털 방송기술`, 한국통신학회지 (정보와통신), 제32권, 제2호, 2015.01, 페이지 63-72 페이지 63-71 참조.	1-12
A	서재현 등, `계층분할다중화 수신 시스템을 위한 LLR 계산 방법`, 한국통신학회 종합 학술 발표회 논문집 (동계) 2015, 2015.01, 페이지 1089-1090 페이지 1089-1090 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 12월 16일 (16.12.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 12월 21일 (21.12.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

김도원

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2014-0010154 A1	2014/01/09	CA 2818298 A1	2012/11/03
		EP 2566156 A2	2013/03/06
		EP 2566156 A4	2015/04/29
		US 2014-0198876 A1	2014/07/17
		US 9106493 B2	2015/08/11
		WO 2011-136574 A2	2011/11/03
		WO 2011-136574 A3	2012/01/26