



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년07월19일  
 (11) 등록번호 10-1640083  
 (24) 등록일자 2016년07월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04N 7/015 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)  
 H04N 7/10 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2011-7020142  
 (22) 출원일자(국제) 2010년02월01일  
 심사청구일자 2015년01월15일  
 (85) 번역문제출일자 2011년08월30일  
 (65) 공개번호 10-2011-0115146  
 (43) 공개일자 2011년10월20일  
 (86) 국제출원번호 PCT/KR2010/000600  
 (87) 국제공개번호 WO 2010/087667  
 국제공개일자 2010년08월05일  
 (30) 우선권주장  
 1020090007203 2009년01월30일 대한민국(KR)  
 1020090022376 2009년03월16일 대한민국(KR)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020080106834 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 삼성전자주식회사  
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
 (72) 발명자  
 윤성렬  
 경기도 수원시 영통구 영통로 232 811동 806호  
 (영통동, 벽적골8단지아파트)  
 이학주  
 인천광역시 부평구 아트센터로 118 110동 1003호  
 (십정동, 신동아아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 윤동열

전체 청구항 수 : 총 10 항

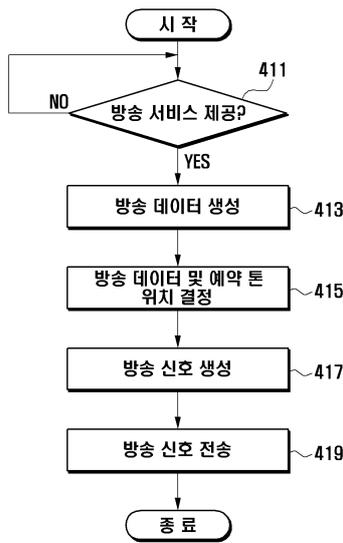
심사관 : 남인호

**(54) 발명의 명칭 케이블 디지털 비디오 방송 시스템 및 그의 예약 톤 처리 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 디지털 비디오 방송 시스템 및 그의 프레임 별 예약 톤 처리 방법에 관한 것으로, 방송 서비스 제공 시, 송신기가 프레임에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정하고, 방송 데이터 및 예약 톤을 삽입하여 생성된 방송 신호를 송신하며, 프레임에서 방송 신호 수신 시, 수신기가 방송 신호에서 예약 톤의 위치를 결정하고, (뒷면에 계속)

**대표도** - 도4



이를 고려하여 방송 신호에서 방송 데이터를 추출하도록 구성된다. 본 발명에 따르면, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 다수개의 채널 대역들이 결합된 다중 채널 번들의 전반에 걸쳐 예약 톤을 삽입함으로써, 다중 채널 번들을 통해 송신하기 위한 방송 데이터의 최대 전력을 보상할 수 있다. 이로 인하여, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄일 수 있다. 이에 따라, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용하는 동시에, 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄임으로써, 성능이 향상되는 이점이 있다.

(72) 발명자

**김재열**

경기도 수원시 영통구 청명북로 33 435동 1601호  
(영통동, 청명마을4단지아파트)

**임연주**

서울특별시 관악구 승방4길 15, 풍전오피스텔 605  
호 (남현동)

**명세호**

경기도 수원시 영통구 인계로 239 201동 203호 (매탄동, 매탄성일아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

방송 신호 처리 방법에 있어서,

주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 방송 신호 수신 시, 수신기가 상기 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치가 동일하게 반복되도록 상기 예약 톤의 위치를 결정하는 과정과,

상기 수신기가 상기 예약 톤의 위치를 고려하여 상기 방송 신호에서 방송 데이터를 추출하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 예약 톤의 위치는 하기 표와 같은 부반송파의 인덱스 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 방법.

Position Combination of Reserved Tones	
161, 243, 296, 405, 493, 584, 697, 741, 821, 934, 1021, 1160, 1215, 1312,	
1417, 1462, 1591, 1693, 1729, 1845, 1910, 1982, 2127, 2170, 2339, 2365,	
2499, 2529, 2639, 2745, 2864, 2950, 2992, 3119, 3235, 3255, 3559, 3620,	
3754, 3835, 3943, 3975, 4061, 4210, 4270, 4371, 4417, 4502, 4640, 4677,	
4822, 4904, 5026, 5113, 5173, 5271, 5317, 5426, 5492, 5583, 5740, 5757,	
5839, 5935, 6033, 6146, 6212, 6369, 6454, 6557, 6597, 6711, 6983, 7047,	
7173, 7202, 7310, 7421, 7451, 7579, 7666, 7785, 7831, 7981, 8060, 8128,	
8251, 8326, 8369, 8445, 8569, 8638, 8761, 8873, 8923, 9017, 9104, 9239,	
9283, 9368, 9500, 9586, 9683, 9782, 9794, 9908, 9989, 10123, 10327,	
10442, 10535, 10658, 10739, 10803, 10925, 11006, 11060, 11198, 11225,	
11326, 11474, 11554, 11663, 11723, 11810, 11902, 11987, 12027, 12117,	
12261, 12320, 12419, 12532, 12646, 12676, 12808, 12915, 12941, 13067,	
13113, 13246, 13360, 13426, 13520, 13811, 13862, 13936, 14073, 14102,	
14206, 14305, 14408, 14527, 14555, 14650, 14755, 14816, 14951, 15031,	
15107, 15226, 15326, 15392, 15484, 15553, 15623, 15734, 15872, 15943,	
16043, 16087, 16201, 16299, 16355, 16444, 16514, 16635, 16723, 16802,	
16912, 17150, 17285, 17387, 17488, 17533, 17603, 17708, 17793, 17932,	
18026, 18081, 18159, 18285, 18356, 18395, 18532, 18644, 18697, 18761,	
18874, 18937, 19107, 19119, 19251, 19379, 19414, 19522, 19619, 19691,	
19748, 19875, 19935, 20065, 20109, 20261, 20315, 20559, 20703, 20737,	
20876, 20950, 21069, 21106, 21231, 21323, 21379, 21494, 21611, 21680,	
21796, 21805, 21958, 22027, 22091, 22167, 22324, 22347, 22459, 22551,	
22691, 22761, 22822, 22951, 22981, 23089, 23216, 23290, 23402, 23453,	
23529, 23668, 23743, 24019, 24057, 24214, 24249, 24335, 24445, 24554,	
24619, 24704, 24761, 24847, 24947, 25089, 25205, 25274, 25352, 25474,	
25537, 25612, 25711, 25748, 25874, 25984, 26078, 26155, 26237, 26324,	
26378, 26545, 26623, 26720, 26774, 26855, 26953, 27021, 27123	

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 결합 대역은 상기 주파수 대역을 따라 8 개의 채널 대역들로 분할되고, 상기 채널 대역은 3408 개의 부반송파들로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 예약 톤의 위치는 하기 수학적식에 의해 확장되는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 방법.

$$[k \bmod (8 \cdot K_{L1})] - D_X(l \bmod D_Y) = S_0, \quad 0 \leq l < L_{DATA}$$

여기서, 상기 k는 부반송파의 인덱스를 나타내고, 상기  $K_{L1}$ 은 채널 대역 별 부반송파들의 개수를 나타내고, 상기  $D_X$ 는 상기 프레임에서 파일럿 간 주파수 간격을 나타내고, 상기 l은 상기 프레임에서 심볼의 인덱스를 나타내고, 상기  $D_Y$ 는 상기 프레임에서 파일럿 간 심볼 간격을 나타내고, 상기  $L_{DATA}$ 는 상기 프레임에서 데이터 심볼의 개수

를 나타내며,  $S_0$ 는 상기 예약 톤의 위치를 나타냄.

**청구항 5**

방송 신호 송신 방법에 있어서,

주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 송신기가 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치가 동일하게 반복되도록 상기 예약 톤의 위치를 결정하는 과정과,

상기 송신기가 상기 예약 톤의 위치를 고려하여 예약 톤 및 방송 데이터를 삽입하여 방송 신호를 송신하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 송신 방법.

**청구항 6**

방송 신호 처리 장치에 있어서,

수신기에서 주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 방송 신호 수신 시, 상기 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치가 동일하게 반복되도록 예약 톤의 위치를 결정하기 위한 위치 결정부와,

상기 수신기에서 상기 예약 톤의 위치를 고려하여 상기 방송 신호에서 방송 데이터를 추출하여 처리하기 위한 방송 데이터 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 장치.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 예약 톤의 위치는 하기 표와 같은 부분송파의 인덱스 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 장치.

Position Combination of Reserved Tones	
161, 243, 296, 405, 493, 584, 697, 741, 821, 934, 1021, 1160, 1215, 1312,	
1417, 1462, 1591, 1693, 1729, 1845, 1910, 1982, 2127, 2170, 2339, 2365,	
2499, 2529, 2639, 2745, 2864, 2950, 2992, 3119, 3235, 3255, 3559, 3620,	
3754, 3835, 3943, 3975, 4061, 4210, 4270, 4371, 4417, 4502, 4640, 4677,	
4822, 4904, 5026, 5113, 5173, 5271, 5317, 5426, 5492, 5583, 5740, 5757,	
5839, 5935, 6033, 6146, 6212, 6369, 6454, 6557, 6597, 6711, 6983, 7047,	
7173, 7202, 7310, 7421, 7451, 7579, 7666, 7785, 7831, 7981, 8060, 8128,	
8251, 8326, 8369, 8445, 8569, 8638, 8761, 8873, 8923, 9017, 9104, 9239,	
9283, 9368, 9500, 9586, 9683, 9782, 9794, 9908, 9989, 10123, 10327,	
10442, 10535, 10658, 10739, 10803, 10925, 11006, 11060, 11198, 11225,	
11326, 11474, 11554, 11663, 11723, 11810, 11902, 11987, 12027, 12117,	
12261, 12320, 12419, 12532, 12646, 12676, 12808, 12915, 12941, 13067,	
13113, 13246, 13360, 13426, 13520, 13811, 13862, 13936, 14073, 14102,	
14206, 14305, 14408, 14527, 14555, 14650, 14755, 14816, 14951, 15031,	
15107, 15226, 15326, 15392, 15484, 15553, 15623, 15734, 15872, 15943,	
16043, 16087, 16201, 16299, 16355, 16444, 16514, 16635, 16723, 16802,	
16912, 17150, 17285, 17387, 17488, 17533, 17603, 17708, 17793, 17932,	
18026, 18081, 18159, 18285, 18356, 18395, 18532, 18644, 18697, 18761,	
18874, 18937, 19107, 19119, 19251, 19379, 19414, 19522, 19619, 19691,	
19748, 19875, 19935, 20065, 20109, 20261, 20315, 20559, 20703, 20737,	
20876, 20950, 21069, 21106, 21231, 21323, 21379, 21494, 21611, 21680,	
21796, 21805, 21958, 22027, 22091, 22167, 22324, 22347, 22459, 22551,	
22691, 22761, 22822, 22951, 22981, 23089, 23216, 23290, 23402, 23453,	
23529, 23668, 23743, 24019, 24057, 24214, 24249, 24335, 24445, 24554,	
24619, 24704, 24761, 24847, 24947, 25089, 25205, 25274, 25352, 25474,	
25537, 25612, 25711, 25748, 25874, 25984, 26078, 26155, 26237, 26324,	
26378, 26545, 26623, 26720, 26774, 26855, 26953, 27021, 27123	

**청구항 8**

제 6 항에 있어서,

상기 결합 대역은 상기 주파수 대역을 따라 8 개의 채널 대역들로 분할되고, 상기 채널 대역은 3408 개의 부분 송파들로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 장치.

**청구항 9**

제 6 항에 있어서,

상기 예약 톤의 위치는 하기 수학적식에 의해 확장되는 것을 특징으로 하는 방송 신호 처리 장치.

$$[k \bmod (8 \cdot K_{L1})] - D_x \langle l \bmod D_y \rangle \in S_0, \quad 0 \leq l < L_{DATA}$$

여기서, 상기  $k$ 는 부반송파의 인덱스를 나타내고, 상기  $K_{L1}$ 은 채널 대역의 부반송파들의 개수를 나타내고, 상기  $D_x$ 는 상기 프레임에서 파일럿 간 주파수 간격을 나타내고, 상기  $l$ 은 상기 프레임에서 심볼의 인덱스를 나타내고, 상기  $D_y$ 는 상기 프레임에서 파일럿 간 심볼 간격을 나타내고, 상기  $L_{DATA}$ 는 상기 프레임에서 데이터 심볼의 개수를 나타내며,  $S_0$ 는 상기 예약 톤의 위치를 나타냄.

**청구항 10**

방송 신호 송신 장치에 있어서,

주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치가 동일하게 반복되도록 상기 예약 톤의 위치를 결정하기 위한 심볼 빌더와,

상기 결정된 위치를 고려하여 예약 톤 및 방송 데이터를 삽입하여 방송 신호를 송신하기 위한 방송 신호 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 송신 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 통신 시스템 및 그의 통신 방법에 관한 것으로, 특히 방송 서비스를 제공하기 위한 직교 주파수 분할 다중 방식의 케이블 디지털 비디오 방송 시스템 및 그의 예약 톤 처리 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 통신 시스템은 점차로 고속의 전송 속도 및 다양한 서비스 품질(Quality of Service; QoS)을 갖는 통신 서비스를 제공하고 있다. 이러한 통신 시스템으로 직교 주파수 분할 다중(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; OFDM) 방식의 통신 시스템이 있다. 이 때 직교 주파수 분할 다중 방식은 직교성(orthogonality)을 유지하도록 배열되는 다수개의 부반송파(subcarrier)들을 통해 데이터를 전송하는 멀티 캐리어(multi-carrier) 방식으로, 주파수 사용 효율이 높고, 다중 경로 페이딩(multi path fading)에 강한 이점이 있다. 이로 인하여, 직교 주파수 분할 다중 방식은 유럽의 디지털 오디오 방송(Digital Audio Broadcasting; DAB) 시스템, 지상파 디지털 비디오 방송(Digital Video Broadcasting - Terrestrial; DVB-T) 시스템 등과 같은 대용량의 통신 시스템의 규격으로 채택되고 있다. 여기서, 지상파 디지털 비디오 방송 시스템은 단일 채널 대역을 통해 방송 서비스를 제공한다.

[0003] 한편, 케이블 디지털 비디오 방송(Digital Video Broadcasting - Cable; DVB-C) 시스템은 하나의 부반송파를 통해 데이터를 전송하는 단일 캐리어(single-carrier) 방식의 통신 시스템이다. 이 때 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 다수개의 채널 대역들을 통해 방송 서비스를 제공하기 때문에, 주파수 사용 효율이 높은 이점이 있다. 여기서, 채널 대역들은 도 1에 도시된 바와 같이 단순 연결된 구조로 이루어진다. 이로 인하여, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 사용하는 채널 대역들의 수가 증가할수록, 각각의 채널 대역 양단의 보호 대역(guard band)의 수가 증가한다. 즉 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서, 예컨대 네 개의 채널 대역들 사용 시, 실질적으로 방송 서비스를 제공하기 위한 대역폭은 네 개의 채널 대역의 총 합에서 여덟 개의 보호 대역을 제외한 값이 된다.

[0004] 이에 따라, 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용할 뿐만 아니라, 적어도 하나의 채널 대역을 통해 방송 서비스를 제공하기 위한 2세대 케이블 디지털 비디오 방송(Digital Video Broadcasting - Cable Second Generation; DVB-C2) 시스템이 구현되고 있다. 이 때 채널 대역들은 도 2에 도시된 바와 같이 상호 결합된 구조의 다중 채널 번들(multi channel bundle)로 이루어진다. 이로 인하여, 2세대 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 사용하는 채널 대역들의 수가 증가하더라도, 보호 대역의 수는 일정하게 유지된다. 즉 2세대 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서, 예컨대 네 개의 채널 대역들 사용 시, 실질적으로 방송 서비스를 제공하기 위한 대역폭은 네 개의 채널 대역의 총 합에서 두 개의 보호 대역을 제외한 값이 된다. 다시 말해, 2세대 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 지상파 디지털 비디오 방송 시스템 또는 케이블 디지털 비디오 방송 시스템 보다 주파수 효율이 높은 이점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그런데, 상기와 같은 2세대 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서, 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용함에 따라 비교적 높은 최대 전력 대 평균 전력의 비(Peak to Average Power Ratio; PAPR)가 발생하는 문제점이 있다. 즉 직교 주파수 분할 다중 방식에 따른 방송 신호의 진폭의 크기가 각각의 부반송파의 진폭의 크기의 합이 됨에 따라, 방송 신호에서 진폭의 변화폭이 심하여, 다수개의 부반송파들의 위상이 일치하게 되면 매우 큰 값으로 될 수 있다. 이로 인하여, 2세대 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 성능이 저하될 수 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 방송 신호 처리 방법 및 장치를 제공한다.

[0007] 본 발명에 따른 방송 신호 처리 방법은, 주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 방송 신호 수신 시, 상기 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치를 결정하는 과정과, 상기 예약 톤의 위치를 고려하여 상기 방송 신호에서 방송 데이터를 추출하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 그리고 본 발명에 따른 방송 신호 처리 방법은, 주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치를 결정하는 과정과, 상기 결정된 위치를 고려하여 예약 톤 및 방송 데이터를 삽입하여 방송 신호를 송신하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한 본 발명에 따른 방송 신호 수신기는, 주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 방송 신호 수신 시, 상기 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치를 결정하기 위한 위치 결정부와, 상기 예약 톤의 위치를 고려하여 상기 방송 신호에서 방송 데이터를 추출하여 처리하기 위한 방송 데이터 처리부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 게다가, 본 발명에 따른 방송 신호 송신기는, 주파수 대역을 따라 분할되는 다수개의 결합 대역들로 이루어지는 프레임에서 상기 결합 대역 별로 예약 톤의 위치를 결정하기 위한 심볼 빌더와, 상기 결정된 위치를 고려하여 예약 톤 및 방송 데이터를 삽입하여 방송 신호를 송신하기 위한 방송 신호 생성부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0011] 따라서, 상기와 같은 본 발명에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템 및 그의 예약 톤 처리 방법은, 다수개의 채널 대역들이 결합된 다중 채널 번들의 전반에 걸쳐 예약 톤을 삽입함으로써, 다중 채널 번들을 통해 송신하기 위한 방송 데이터의 최대 전력을 보상할 수 있다. 이로 인하여, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄일 수 있다. 이에 따라, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용하는 동시에, 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄임으로써, 성능이 향상되는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1은 종래 기술에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 이용하는 채널 대역의 구조 예를 도시하는 예시도,  
 도 2는 본 발명이 적용되는 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 이용하는 채널 대역의 구조 예를 도시하는 예시도,  
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 송신기의 내부 구성을 도시하는 블록도,  
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 송신기의 예약 톤 처리 절차를 도시하는 순서도,  
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 수신기의 내부 구성을 도시하는 블록도,  
 도 6은 도 5에서 수신기의 동작 예를 설명하기 위한 예시도, 그리고  
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 수신기의 예약 톤 처리 절차를 도시하는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이 때 첨부된 도면에서 동일한 구성 요소는 가능한 동일한 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 그리고 본 발명의 요지를 흐리게 할 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략할 것이다.
- [0014] 본 발명의 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 방송 서비스를 제공한다. 이 때 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 2세대 케이블 디지털 비디오 방송 시스템으로, 도 2에 도시된 바와 같이 적어도 하나의 채널 대역으로 이루어지는 다중 채널 번들을 통해 방송 서비스를 제공한다. 이러한 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 송신기 및 수신기를 포함한다. 송신기는 방송 데이터를 갖는 방송 신호를 생성하여 송신한다. 수신기는 방송 신호를 수신하고, 방송 신호에서 방송 데이터를 처리한다. 이를 통해, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서, 사용자는 방송 서비스를 이용할 수 있다.
- [0015] 이 때 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용하여 방송 서비스를 제공하며, 톤 예약(Tone Reservation; TR) 방식으로 최대 전력 대 평균 전력의 비를 저하시킨다. 즉 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템 및 그의 예약 톤 처리 방법에 따르면, 다수개의 채널 대역들이 결합된 다중 채널 번들의 전반에 걸쳐 예약 톤을 삽입함으로써, 다중 채널 번들을 통해 송신하기 위한 방송 데이터의 최대 전력을 보상할 수 있다. 이로 인하여, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄일 수 있다. 이에 따라, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용하는 동시에, 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄임으로써, 성능이 향상될 수 있다.
- [0016] 여기서, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 지상파 디지털 비디오 방송 시스템과의 공유성(commonality)를 유지하고자 지상파 디지털 비디오 방송 시스템과 동일한 규격을 사용할 수 있다. 예를 들면, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 지상파 디지털 비디오 방송 시스템과 동일하게 8MHz의 채널 대역을 이용할 수 있으며, OFDM 파라미터(parameter)에서 변복조를 위한 단위로 4K FFT를 사용할 수 있다. 즉 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 N 개의 채널 대역을 결합하여, 8MHz의 N 배에 해당하는 사이즈와  $2^{N+1}$ K FFT에 해당하는 변복조 단위에 대응하는 다중 채널 번들을 통해 방송 서비스를 제공할 수 있다. 이 때 케이블 디지털 비디오 방송 시스템은 최대 32개의 채널 대역들을 결합하여 사용할 수 있다. 하기에, 각각의 채널 대역이 3408개의 부반송파들로 이루어지는 경우를 가정하여 설명할 것이나, 이에 한정하는 것은 아니다. 이러한 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 송신기의 내부 구성을 설명하면 다음과 같다. 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 송신기의 내부 구성을 도시하는 블록도이다.
- [0017] 도 3을 참조하면, 본 실시예의 송신기(300)는 다수개의 방송 데이터 생성부(310)들, 방송 신호 생성부(330) 및 프레임 구성부(350)를 포함한다.
- [0018] 방송 데이터 생성부(310)들은 심볼에서 채널 대역들의 개수에 상응하는 개수로 이루어진다. 이 때 방송 데이터 생성부(310)는 입력 신호를 이용하여 각각의 채널 대역에서 송신하기 위한 방송 데이터를 생성한다. 이러한 방송 데이터 생성부(310)는, 기저 대역 변환기(Base Band Scrambler; BB Scrambler; 331)에서 입력 신호를 일정 주파수 대역 내로 흘트린다. 그리고 방송 데이터 생성부(310)는, 입력 신호를 BCH 인코더(BCH encoder; Bose, Chaudhuri, Hocque-nghem encoder; 313)에서 BCH 코드로 인코딩하고, LDPC 인코더(LDPC encoder; Low Density Parity Check encoder; 315)에서 LDPC 코드로 인코딩한다. 그리고 방송 데이터 생성부(310)는, 비트 인터리버(Bit Interleaver; 317) 및 QAM 인코더(QAM encoder; Quadrature Amplitude Modulation encoder; 319)에서 입력 신호를 복소값에 따른 형상(constellation) 신호로 생성한다. 또한 방송 데이터 생성부(310)는, 시간 인터리버(Time Interleaver; 321) 및 주파수 인터리버(Frequency Interleaver; 323)에서 입력 신호를 시간 영역 및 주파수 영역으로 인터리빙한다.
- [0019] 방송 신호 생성부(330)는 방송 데이터를 이용하여 방송 신호를 생성한다. 즉 방송 신호 생성부(330)는 다수개의 채널 대역들이 결합된 다중 채널 번들에 대응하여 방송 신호를 생성한다. 이러한 방송 신호 생성부(330)는, OFDM 심볼 빌더(OFDM symbol Builder; 333)에서 채널 대역들의 방송 데이터를 결합하고, 채널 대역들 각각에 심볼을 구성한다. 즉 방송 신호 생성부(330)는, OFDM 심볼 빌더(333)에서 채널 대역들 각각에서 파일럿, 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, OFDM 심볼 빌더(333)는 부반송파 별 인덱스를 파일럿, 방송 데이터 또는 예약 톤의 위치로 결정한다. 이러한 OFDM 심볼 빌더(333)는 메모리(도시되지 않음)를 구비할 수 있다. 그리고 방송 신호 생성부(330)는, 파일럿 삽입부(Pilot Inserter; 331)에서 생성된 파일럿, 방송 데이터 생성부

(310)에서 생성된 방송 데이터를 OFDM 심볼 빌더(333)에서 각각의 위치에 삽입하고, IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 수행한다. 또한 방송 신호 생성부(330)는 PAPR 저감부(PAPR Reducter; 335)에서 방송 데이터의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 감소시키기 위한 예약 톤을 해당 위치에 삽입한다. 게다가, 방송 신호 생성부(330)는 보호 대역 삽입부(Guard Interval Inserter; 337)에서 다중 채널 번들의 양단에 보호 대역을 삽입한다.

[0020] 프레임 구성부(350)는 다중 채널 번들로 프레임을 구성한다. 이러한 프레임 구성부(350)는, 노치 삽입부(Notch Inserter; 351)에서 노치를 삽입하고, 트레이닝 시퀀스 생성부(training sequence Generator; 353) 및 L1 신호 생성부(L1 signalling Generator; 355)에서 트레이닝 시퀀스 및 L1 신호를 부가한다. 그리고 프레임 구성부(350)는 프리엠블 삽입부(Preamble Inserter; 357)에서 프리엠블을 삽입한다. 또한 프레임 구성부(350)는 프레임 빌더(Frame Builder; 359)에서 프리엠블 및 다중 채널 번들 등으로 프레임을 결정한다.

[0021] 이러한 구성을 갖는 송신기에서 방송 신호 송신 시, 예약 톤 처리 절차를 설명하면 다음과 같다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 송신기의 예약 톤 처리 절차를 도시하는 순서도이다. 이 때 본 실시예에서 송신기의 예약 톤 처리 절차는 프레임 별로 이루어진다.

[0022] 도 4를 참조하면, 본 실시예에서 송신기(300)의 예약 톤 처리 절차는, 방송 서비스 제공 시, 송신기(300)가 411 단계에서 이를 감지하고, 413단계에서 방송 데이터를 생성하는 것으로부터 출발한다. 이 때 송신기(300)는 입력 신호로 다중 채널 번들의 방송 데이터를 생성한다. 즉 송신기(300)는 채널 대역 별로 방송 데이터를 생성한 다음, 이를 결합한다. 이 후 송신기(300)는 415단계에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 이 때 송신기(300)는 각각의 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 즉 송신기(300)는 채널 대역에 배열되는 다수개의 부반송파들 중 어느 하나에서 파일럿, 방송 데이터 또는 예약 톤 중 적어도 두 개가 충돌되지 않도록 위치를 결정한다. 이 때 송신기(300)에서 예약 톤의 위치를 결정하는데 두 가지의 방식이 존재할 수 있다. 여기서, 송신기(300)는 미리 정해진 초기 채널 대역의 사이즈 별 부반송파의 개수를 고려하여 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다.

[0023] 첫 번째 방식은, 송신기(300)에서 다중 채널 번들의 채널 대역들 간 이동값(shift value)을 이용하여 예약 톤의 위치를 결정하는 것이다. 이 때 각각의 심볼에서, 전단부의 채널 대역을 초기 채널 대역으로 일컫고, 초기 채널 대역에 연속하는 적어도 하나의 다른 채널 대역을 부가 채널 대역으로 일컫어 설명할 것이다.

[0024] 즉 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 다시 말해, 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 파일럿의 위치를 분산시켜 결정하고, 파일럿 간 간격을 고려하여 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, 송신기(300)는 파일럿의 위치와 상이하게 예약 톤의 위치를 결정한다. 그리고 송신기(300)는 파일럿 및 예약 톤의 위치를 제외한 나머지에 방송 데이터의 위치를 결정한다. 이 때 초기 채널 대역에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 1>에 의해 결정될 수 있다. 또한 초기 채널 대역에서 예약 톤의 위치는 하기 <표 1>과 같이 결정되어 메모리에 저장되어 있을 수 있다.

**수학식 1**

$$S_l = \{i_k + D_X \times (l \bmod D_Y) \mid i_n \in S_0, 0 \leq n < N_{RT}, N_{P2} \leq l < N_{P2} + L_{normal}\}$$

[0025]

[0026] 여기서, S는 예약 톤의 위치 조합을 나타내고, l은 심볼의 인덱스를 나타내고, i는 예약 톤의 인덱스를 나타내고, D<sub>X</sub>는 파일럿 간 주파수 간격을 나타내고, D<sub>Y</sub>는 파일럿 간 심볼 간격을 나타내고, N<sub>RT</sub>는 예약 톤의 개수를 나타내고, N<sub>P2</sub>는 프레임에서 P2 심볼의 개수를 나타내며, L<sub>normal</sub>은 프레임에서 전체 심볼의 개수로부터 P2 심볼의 개수를 제외한 개수를 나타낸다.

표 1

Size of Initial Channel Band (Number of Reserved Tones)	Position Combination of Reserved Tones
1K(10)	{109, 117, 122, 129, 139, 321, 350, 403, 459, 465}
2K(18)	{250, 404, 638, 677, 700, 712, 755, 952, 1125, 1145, 1190, 1276, 1325, 1335, 1406, 1431, 1472, 1481}
4K(36)	{170, 219, 405, 501, 597, 654, 661, 745, 995, 1025, 1319, 1361, 1394, 1623, 1658, 1913, 1961, 1971, 2106, 2117, 2222, 2228, 2246, 2254, 2361, 2468, 2469, 2482, 2637, 2679, 2708, 2825, 2915, 2996, 3033, 3119}
8K(72)	{111, 115, 123, 215, 229, 392, 613, 658, 831, 842, 997, 1503, 1626, 1916, 1924, 1961, 2233, 2246, 2302, 2331, 2778, 2822, 2913, 2927, 2963, 2994, 3087, 3162, 3226, 3270, 3503, 3585, 3711, 3738, 3874, 3902, 4013, 4017, 4186, 4253, 4292, 4339, 4412, 4453, 4669, 4910, 5015, 5030, 5061, 5170, 5263, 5313, 5360, 5384, 5394, 5493, 5550, 5847, 5901, 5999, 6020, 6165, 6174, 6227, 6245, 6314, 6316, 6327, 6503, 6507, 6545, 6565}
16K(144)	{109, 122, 139, 171, 213, 214, 251, 585, 763, 1012, 1021, 1077, 1148, 1472, 1792, 1883, 1889, 1895, 1900, 2013, 2311, 2582, 2860, 2980, 3011, 3099, 3143, 3171, 3197, 3243, 3257, 3270, 3315, 3436, 3470, 3582, 3681, 3712, 3767, 3802, 3979, 4045, 4112, 4197, 4409, 4462, 4756, 5003, 5007, 5036, 5246, 5483, 5535, 5584, 5787, 5789, 6047, 6349, 6392, 6498, 6526, 6542, 6591, 6680, 6688, 6785, 6860, 7134, 7286, 7387, 7415, 7417, 7505, 7526, 7541, 7551, 7556, 7747, 7814, 7861, 7880, 8045, 8179, 8374, 8451, 8514, 8684, 8698, 8804, 8924, 9027, 9113, 9211, 9330, 9479, 9482, 9487, 9619, 9829, 10326, 10394, 10407, 10450, 10528, 10671, 10745, 10774, 10799, 10801, 10912, 11113, 11128, 11205, 11379, 11459, 11468, 11658, 11776, 11791, 11953, 11959, 12021, 12028, 12135, 12233, 12407, 12441, 12448, 12470, 12501, 12548, 12642, 12679, 12770, 12788, 12899, 12923, 12939, 13050, 13103, 13147, 13256, 13339, 13409}
32K(288)	{164, 320, 350, 521, 527, 578, 590, 619, 635, 651, 662, 664, 676, 691, 723, 940, 1280, 1326, 1509, 1520, 1638, 1682, 1805, 1833, 1861, 1891, 1900, 1902, 1949, 1967, 1978, 1998, 2006, 2087, 2134, 2165, 2212, 2427, 2475, 2555, 2874, 3067, 3091, 3101, 3146, 3188, 3322, 3353, 3383, 3503, 3523, 3654, 3856, 4150, 4158, 4159, 4174, 4206, 4318, 4417, 4629, 4631, 4875, 5104, 5106, 5111, 5131, 5145, 5146, 5177, 5181, 5246, 5269, 5458, 5474, 5500, 5509, 5579, 5810, 5823, 6058, 6066, 6098, 6411, 6741, 6775, 6932, 7103, 7258, 7303, 7413, 7586, 7591, 7634, 7636, 7655, 7671, 7675, 7756, 7760, 7826, 7931, 7937, 7951, 8017, 8061, 8071, 8117, 8317, 8321, 8353, 8806, 9010, 9237, 9427, 9453, 9469, 9525, 9558, 9574, 9584, 9820, 9973, 10011, 10043, 10064, 10066, 10081, 10136, 10193, 10249, 10511, 10537, 11083, 11350, 11369, 11428, 11622, 11720, 11924, 11974, 11979, 12944, 12945, 13009, 13070, 13110, 13257, 13364, 13370, 13449, 13503, 13514, 13520, 13583, 13593, 13706, 13925, 14192, 14228, 14235, 14279, 14284, 14370, 14393, 14407, 14422, 14471, 14494, 14536, 14617, 14829, 14915, 15094, 15138, 15155, 15170, 15260, 15283, 15435, 15594, 15634, 15810, 16178, 16192, 16196, 16297, 16366, 16498, 16501, 16861, 16966, 17039, 17057, 17240, 17523, 17767, 18094, 18130, 18218, 18344, 18374, 18657, 18679, 18746, 18772, 18779, 18786, 18874, 18884, 18955, 19143, 19497, 19534, 19679, 19729, 19738, 19751, 19910, 19913, 20144, 20188, 20194, 20359, 20490, 20500, 20555, 20594, 20633, 20656, 21099, 21115, 21597, 22139, 22208, 22244, 22530, 22547, 22562, 22567, 22696, 22757, 22798, 22854, 22877, 23068, 23102, 23141, 23154, 23170, 23202, 23368, 23864, 24057, 24215, 24219, 24257, 24271, 24325, 24447, 25137, 25590, 25702, 25706, 25744, 25763, 25811, 25842, 25853, 25954, 26079, 26158, 26285, 26346, 26488, 26598, 26812, 26845, 26852, 26869, 26898, 26909, 26927, 26931, 26946, 26975, 26991, 27039}

[0027]

[0028]

그리고 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 부가 채널 대역으로 이동값을 계산하여, 부가 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, 초기 채널 대역에서 부가 채널 대역으로 이동값은 초기 채널 대역의 사이즈의 정수배에 상응할 것이다. 다시 말해, 송신기(300)는 초기 채널 대역의 각각의 예약 톤 위치를 이동값 만큼 이동하여 부가 채널 대역에서 예약 톤 위치를 결정한다. 이 때 부가 채널 대역에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 2>에 의해 결정될 수 있다.

수학식 2

$$S_i^{ch} = \{i_k + D_X \times (l \bmod D_Y) + (ch - 1)N_{FFT}\}$$

[0029]

$$i_k \in S_0, 0 \leq k < N_{RT}, N_{P2} \leq k < N_{P2} + L_{normal}, 1 \leq ch < N_{ch}\}$$

[0030]

여기서, ch는 심볼에서 채널 대역의 인덱스를 나타내고,  $N_{FFT}$ 는 초기 채널 대역의 사이즈를 나타내며,  $N_{ch}$ 는 채널 대역의 개수를 나타낸다.

[0031] 예를 들면, 초기 채널 대역에서 예약 톤의 위치 조합이  $S^1$  이고, 초기 채널 대역의 사이즈가 4K이면, 심볼에서 예약 톤의 위치 조합은 하기 <표 2>와 같이 결정될 수 있다. 여기서, 심볼에서 다중 채널 번들이 초기 채널 대역과 세 개의 부가 채널 대역으로 이루어진 경우를 가정한다.

표 2

Channel Band	Position Combination of Reserved Tones
Initial Channel Band	$S^1$
1 <sup>st</sup> Subsequent Channel Band	$S^2 = S^1 + 4K$
2 <sup>nd</sup> Subsequent Channel Band	$S^3 = S^1 + 8K$
3 <sup>rd</sup> Subsequent Channel Band	$S^4 = S^1 + 16K$

[0032]

[0033] 이를 통해, 송신기(300)는 초기 채널 대역 및 부가 채널 대역이 결합된 심볼의 다중 채널 번들에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 이 때 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 3>과 같이 결정될 수 있다.

수학식 3

$$S_i^{Bundle} = \sum_{ch=1}^{M_c} S_i^{ch}$$

[0034]

[0035] 한편, 두 번째 방식은, 송신기(300)에서 다중 채널 번들의 사이즈를 이용하여 예약 톤의 위치를 결정하는 것이다. 이 때 각각의 심볼에서, 전단부의 채널 대역을 초기 채널 대역으로 일컫고, 초기 채널 대역에 연속하는 적어도 하나의 다른 채널 대역을 부가 채널 대역으로 일컫어 설명할 것이다.

[0036]

이러한 두 번째 방식의 일 예에 따르면, 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 다시 말해, 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 파일럿의 위치를 분산시켜 결정하고, 파일럿 간 간격을 고려하여 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, 송신기(300)는 파일럿의 위치와 상이하게 예약 톤의 위치를 결정한다. 그리고 송신기(300)는 파일럿 및 예약 톤의 위치를 제외한 나머지에 방송 데이터의 위치를 결정한다. 또한 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 유지한 상태에서, 부가 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 다시 말해, 송신기(300)는 부가 채널 대역에서 파일럿의 위치를 분산시켜 결정하고, 파일럿 간 간격을 고려하여 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, 송신기(300)는 파일럿의 위치와 상이하게 예약 톤의 위치를 결정한다. 게다가, 송신기(300)는 파일럿 및 예약 톤의 위치를 제외한 나머지에 방송 데이터의 위치를 결정한다. 이 때 초기 채널 대역에서 예약 톤의 위치는 하기 <표 3>과 같이 결정되어 메모리에 저장되어 있을 수 있다. 더욱이, 심볼의 초기 채널 대역 또는 부가 채널 대역 각각에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 4>에 의해 결정될 수 있다.

표 3

Size of Initial Channel Band (Number of Reserved Tones)	Position Combination of Reserved Tones
1K(10)	S(1K)={140, 142, 199, 262, 265, 431, 482, 502, 524, 557}
2K(19)	S(1K)+S(2K), S(2K)={773, 997, 1003, 1015, 1063, 1233, 1447, 1534}
4K(37)	S(1K)+S(2K)+S(4K), S(4K)={1867, 2149, 2179, 2213, 2242, 2401, 2414, 2492, 2522, 2564, 2589, 2630, 2881, 2937, 3063, 3067, 3113, 3207}
8K(73)	S(1K)+S(2K)+S(4K)+S(8K), S(8K)={3508, 3627, 3821, 3842, 3862, 4052, 4143, 4198, 4253, 4478, 4567, 4711, 4826, 4937, 5035, 5077, 5179, 5275, 5314, 5500, 5531, 5613, 5726, 5818, 5841, 5891, 5935, 6118, 6265, 6398, 6428, 6429, 6641, 6683, 6698, 6701}
16K(145)	S(1K)+S(2K)+S(4K)+S(8K)+S(16K), S(16K)={8389, 8441, 8525, 8581, 8605, 8722, 8966, 8975, 9003, 9005, 9034, 9163, 9225, 9259, 9461, 9622, 9682, 9813, 9911, 9932, 9938, 10043, 10084, 10180, 10364, 10503, 10623, 10778, 10798, 10894, 10949, 11021, 11061, 11157, 11233, 11254, 11375, 11387, 11427, 11482, 11745, 11746, 11798, 12287, 12299, 12308, 12329, 12445, 12449, 12461, 12483, 12490, 12501, 12518, 12783, 12838, 12874, 12890, 12937, 13009, 13103, 13147, 13229, 13239, 13317, 13375, 13401, 13435, 13486, 13490, 13497, 13509}
32K(289)	S(1K)+S(2K)+S(4K)+S(8K)+S(16K)+S(32K), S(32K)={13891, 13900, 13987, 13988, 14093, 14103, 14636, 14721, 14734, 14821, 15045, 15686, 15794, 16015, 16139, 16335, 16342, 16349, 16473, 16483, 16508, 16515, 16516, 16555, 16633, 16646, 16829, 17029, 17092, 17492, 17500, 17509, 17557, 17597, 17654, 17687, 17692, 17709, 17732, 17961, 18083, 18109, 18188, 18434, 18740, 18770, 18837, 18916, 18922, 18951, 19067, 19155, 19425, 19457, 19483, 19573, 19579, 19589, 19665, 19802, 19937, 20149, 20182, 20233, 20445, 20618, 20663, 20865, 20966, 21019, 21261, 21310, 21419, 21481, 21585, 21661, 21761, 21789, 21855, 22094, 22286, 22294, 22705, 22729, 22786, 23073, 23083, 23126, 23133, 23158, 23482, 23539, 23750, 23881, 23894, 23903, 24063, 24101, 24133, 24399, 24407, 24410, 24634, 24663, 25054, 25281, 25306, 25331, 25363, 25415, 25510, 25670, 25730, 25809, 25835, 25852, 25870, 25891, 25915, 26222, 26252, 26258, 26282, 26295, 26315, 26342, 26404, 26417, 26500, 26613, 26690, 26698, 26761, 26765, 26770, 26774, 26780, 26890, 26954, 26962, 26972, 27014, 27037, 27122}

[0037]

수학식 4

$$S_l^{ch} = \{i_k + D_X \times (\text{mod} D_Y) \}$$

$$i_k \in S_0^{ch}, 0 \leq k < N_{RT}, N_{P2} \leq k < N_{P2} + L_{normal}, 1 \leq ch \leq N_{ch}$$

[0038]

[0039]

여기서, S는 예약 톤의 위치 조합을 나타내고, l은 심볼의 인덱스를 나타내고, ch는 채널 대역의 인덱스를 나타내고,  $i_k$ 는 예약 톤의 인덱스를 나타내고,  $D_X$ 는 파일럿 간 주파수 간격을 나타내고,  $D_Y$ 는 파일럿 간 심볼 간격을 나타내고,  $N_{RT}$ 는 예약 톤의 개수를 나타내고,  $N_{P2}$ 는 프레임에서 P2 심볼의 개수를 나타내고,  $L_{normal}$ 은 프레임에서 전체 심볼의 개수로부터 P2 심볼의 개수를 제외한 개수를 나타내며,  $N_{ch}$ 는 채널 대역의 개수를 나타낸다.

[0040]

예를 들면, 초기 채널 대역에서 예약 톤의 위치 조합이  $S^1$  이고, 초기 채널 대역의 사이즈가 4K이면, 심볼에서 예약 톤의 위치 조합은 하기 <표 4>와 같이 결정될 수 있다. 여기서, 심볼에서 다중 채널 번들이 초기 채널 대역과 세 개의 부가 채널 대역으로 이루어진 경우를 가정한다.

표 4

Channel Band	Position Combination of Reserved Tones
Initial Channel Band	$S^1 = S(1K)+S(2K)+S(4K)$
1 <sup>st</sup> Subsequent Channel Band	$S^2 = S(8K)$
2 <sup>nd</sup> Subsequent Channel Band	$S^3 = S(16K)$
3 <sup>rd</sup> Subsequent Channel Band	$S^4 = S(32K)$
Multi-channel Bundle	$S^{Bundle} = S(1K)+ S(2K)+S(4K) +S(8K)+S(16K)+S(32K)$

[0041]

[0042]

이를 통해, 송신기(300)는 초기 채널 대역 및 부가 채널 대역이 결합된 다중 채널 번들에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 다시 말해, 송신기(300)는 미리 설정된 방식에 따라 예약 톤의 위치를 결정한다. 이 때 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 5>와 같이 결정될 수 있다.

수학식 5

$$S_i^{Bundle} = \sum_{ch=1}^{M_i} S_i^{ch}$$

[0043]

[0044]

한편, 두 번째 방식의 다른 예에 따르면, 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 다시 말해, 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 파일럿의 위치를 분산시켜 결정하고, 파일럿 간 간격을 고려하여 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, 송신기(300)는 파일럿의 위치와 상이하게 예약 톤의 위치를 결정한다. 그리고 송신기(300)는 파일럿 및 예약 톤의 위치를 제외한 나머지에 방송 데이터의 위치를 결정한다. 또한 송신기(300)는 초기 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 유지한 상태에서, 부가 채널 대역에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정한다. 다시 말해, 송신기(300)는 부가 채널 대역에서 파일럿의 위치를 분산시켜 결정하고, 파일럿 간 간격을 고려하여 예약 톤의 위치를 결정한다. 여기서, 송신기(300)는 파일럿의 위치와 상이하게 예약 톤의 위치를 결정한다. 게다가, 송신기(300)는 파일럿 및 예약 톤의 위치를 제외한 나머지에 방송 데이터의 위치를 결정한다. 이 때 심볼은 각각 적어도 하나의 채널 대역으로 이루어지는 다수개의 결합 대역들로 이루어진다. 예를 들면, 심볼이 4개의 결합 대역들로 이루어질 수 있다. 여기서, 심볼의 전단부에서 결합 대역 내 예약 톤의 위치는 하기 <표 5>와 같이 결정되어 메모리에 저장되어 있을 수 있다. 그리고 각각의 결합 대역은 8개의 채널 대역들로 이루어질 수 있다. 여기서, 심볼의 전단부에서 결합 대역 내 예약 톤의 위치는 하기 <표 6>과 같이 결정되어 메모리에 저장되어 있을 수 있다. 더욱이, 심볼의 초기 채널 대역 또는 부가 채널 대역 각각에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 6>에 의해 결정될 수 있다.

표 5

Position Combination of Reserved Tones	
161, 243, 296, 405, 493, 584, 697, 741, 821, 934, 1021, 1160, 1215, 1312, 1417, 1462, 1591, 1693, 1729, 1845, 1910, 1982, 2127, 2170, 2339, 2365, 2499, 2529, 2639, 2745, 2864, 2950, 2992, 3119, 3235, 3255, 3559, 3620, 3754, 3835, 3943, 3975, 4061, 4210, 4270, 4371, 4417, 4502, 4640, 4677, 4822, 4904, 5026, 5113, 5173, 5271, 5317, 5426, 5492, 5583, 5740, 5757, 5839, 5935, 6033, 6146, 6212, 6369, 6454, 6557, 6597, 6711, 6983, 7047, 7173, 7202, 7310, 7421, 7451, 7579, 7666, 7785, 7831, 7981, 8060, 8128, 8251, 8326, 8369, 8445, 8569, 8638, 8761, 8873, 8923, 9017, 9104, 9239, 9283, 9368, 9500, 9586, 9683, 9782, 9794, 9908, 9989, 10123, 10327, 10442, 10535, 10658, 10739, 10803, 10925, 11006, 11060, 11198, 11225, 11326, 11474, 11554, 11663, 11723, 11810, 11902, 11987, 12027, 12117, 12261, 12320, 12419, 12532, 12646, 12676, 12808, 12915, 12941, 13067, 13113, 13246, 13360, 13426, 13520, 13811, 13862, 13936, 14073, 14102, 14206, 14305, 14408, 14527, 14555, 14650, 14755, 14816, 14951, 15031, 15107, 15226, 15326, 15392, 15484, 15553, 15623, 15734, 15872, 15943, 16043, 16087, 16201, 16299, 16355, 16444, 16514, 16635, 16723, 16802, 16912, 17150, 17285, 17387, 17488, 17533, 17603, 17708, 17793, 17932, 18026, 18081, 18159, 18285, 18356, 18395, 18532, 18644, 18697, 18761, 18874, 18937, 19107, 19119, 19251, 19379, 19414, 19522, 19619, 19691, 19748, 19875, 19935, 20065, 20109, 20261, 20315, 20559, 20703, 20737, 20876, 20950, 21069, 21106, 21231, 21323, 21379, 21494, 21611, 21680, 21796, 21805, 21958, 22027, 22091, 22167, 22324, 22347, 22459, 22551, 22691, 22761, 22822, 22951, 22981, 23089, 23216, 23290, 23402, 23453, 23529, 23668, 23743, 24019, 24057, 24214, 24249, 24335, 24445, 24554, 24619, 24704, 24761, 24847, 24947, 25089, 25205, 25274, 25352, 25474, 25537, 25612, 25711, 25748, 25874, 25984, 26078, 26155, 26237, 26324, 26378, 26545, 26623, 26720, 26774, 26855, 26953, 27021, 27123	

[0045]

표 6

Index of Channel Band	Set	Position Combination of Reserved Tones
1	T <sub>1</sub>	161, 243, 296, 405, 493, 584, 697, 741, 821, 934, 1021, 1160, 1215, 1312, 1417, 1462, 1591, 1693, 1729, 1845, 1910, 1982, 2127, 2170, 2339, 2365, 2499, 2529, 2639, 2745, 2864, 2950, 2992, 3119, 3235, 3255
2	T <sub>2</sub>	3559, 3620, 3754, 3835, 3943, 3975, 4061, 4210, 4270, 4371, 4417, 4502, 4640, 4677, 4822, 4904, 5026, 5113, 5173, 5271, 5317, 5426, 5492, 5583, 5740, 5757, 5839, 5935, 6033, 6146, 6212, 6369, 6454, 6557, 6597, 6711
3	T <sub>3</sub>	6983, 7047, 7173, 7202, 7310, 7421, 7451, 7579, 7666, 7785, 7831, 7981, 8060, 8128, 8251, 8326, 8369, 8445, 8569, 8638, 8761, 8873, 8923, 9017, 9104, 9239, 9283, 9368, 9500, 9586, 9683, 9782, 9794, 9908, 9989, 10123
4	T <sub>4</sub>	10327, 10442, 10535, 10658, 10739, 10803, 10925, 11006, 11060, 11198, 11225, 11326, 11474, 11554, 11663, 11723, 11810, 11902, 11987, 12027, 12117, 12261, 12320, 12419, 12532, 12646, 12676, 12808, 12915, 12941, 13067, 13113, 13246, 13360, 13426, 13520
5	T <sub>5</sub>	13811, 13862, 13936, 14073, 14102, 14206, 14305, 14408, 14527, 14555, 14650, 14755, 14816, 14951, 15031, 15107, 15226, 15326, 15392, 15484, 15553, 15623, 15734, 15872, 15943, 16043, 16087, 16201, 16299, 16355, 16444, 16514, 16635, 16723, 16802, 16912
6	T <sub>6</sub>	17150, 17285, 17387, 17488, 17533, 17603, 17708, 17793, 17932, 18026, 18081, 18159, 18285, 18356, 18395, 18532, 18644, 18697, 18761, 18874, 18937, 19107, 19119, 19251, 19379, 19414, 19522, 19619, 19691, 19748, 19875, 19935, 20065, 20109, 20261, 20315
7	T <sub>7</sub>	20559, 20703, 20737, 20876, 20950, 21069, 21106, 21231, 21323, 21379, 21494, 21611, 21680, 21796, 21805, 21958, 22027, 22091, 22167, 22324, 22347, 22459, 22551, 22691, 22761, 22822, 22951, 22981, 23089, 23216, 23290, 23402, 23453, 23529, 23668, 23743
8	T <sub>8</sub>	24019, 24057, 24214, 24249, 24335, 24445, 24554, 24619, 24704, 24761, 24847, 24947, 25089, 25205, 25274, 25352, 25474, 25537, 25612, 25711, 25748, 25874, 25984, 26078, 26155, 26237, 26324, 26378, 26545, 26623, 26720, 26774, 26855, 26953, 27021, 27123

[0046]

수학식 6

$$S_l = \{i_n + D_X \times (l \bmod D_Y) \mid i_n \in S_0, 0 \leq n < N_{RT}\},$$

$$m \leq l < c2\_frame\_length - m$$

[0047]

[0048]

여기서, S는 예약 톤의 위치 조합을 나타내고, l은 심볼의 인덱스를 나타내고,  $i_n$ 는 예약 톤의 인덱스를 나타내고,  $D_X$ 는 파일럿 간 주파수 간격을 나타내고,  $D_Y$ 는 파일럿 간 심볼 간격을 나타내고,  $N_{RT}$ 는 예약 톤의 개수를 나타내고, m은 프레임에서 프리앰블 심볼의 개수를 나타내며, c2\_frame\_length는 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 프레임에서 전체 심볼의 개수를 나타낸다.

[0049]

이를 통해, 송신기(300)는 초기 채널 대역 및 부가 채널 대역이 결합된 다중 채널 번들에서 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 다시 말해, 송신기(300)는 미리 설정된 방식에 따라 예약 톤의 위치를 결정한다. 이 때 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치는 다중 채널 번들의 채널 대역들의 수에 따라 하기 <수학식 7>과 같이 결정될 수 있다.

수학식 7

$$S_0 = \bigcup_{ch=1}^{NUM\_BUNDLED\_CH} T_{ch}$$

[0050]

[0051]

여기서, NUM\_BUNDLED\_CH은 다중 채널 번들의 채널 대역의 수를 나타내고,  $T_{ch}$ 는 심볼에서 채널 대역 별 예약 톤의 위치 조합, 즉 셋(set)을 나타내며, U는 심볼에서 채널 대역 별 셋의 유니온(Union)을 나타낸다.

[0052]

예를 들면, 다중 채널 번들에서 채널 대역들의 수가 2이고 특정 심볼의 초기 채널 대역을 포함하면, 다중 채널 번들에서 예약 톤의 총 위치 조합은  $T_1$  및  $T_2$ 의 셋에 해당하는 예약 톤의 위치 조합들로 이루어질 수 있다. 또는 다중 채널 번들에서 채널 대역들의 수가 4이고 특정 심볼의 초기 채널 대역을 포함하면, 다중 채널 번들에서 예약 톤의 총 위치 조합은  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  및  $T_4$ 의 셋에 해당하는 예약 톤의 위치 조합들로 이루어질 수 있다.

[0053]

아울러, 심볼에서 초기 채널 대역을 포함하여 채널 대역들의 수가 미리 설정된 수, 예컨대 8개를 초과하도록 확장 시, 심볼에서 채널 대역 별 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 8>과 같이 결정될 수 있다. 즉 심볼에서 예약 톤의 위치는  $T_1$  내지  $T_8$ 의 셋이 3408x8 부반송파 간격으로 반복되어 결정될 수 있다.

수학식 8

$$T_{8(i-1)+j} = \{(t + 3408 \times 8(i-1)) \mid \forall t \in T_j\}, i=1,2,3,4, j=1,2,\dots,8$$

[0054]

[0055]

여기서, i는 심볼에서 8개의 채널 대역들이 결합된 결합 대역의 인덱스를 나타내며, j는 각각의 결합 대역 내 채널 대역 별 인덱스를 나타낸다.

[0056]

즉 송신기(300)는 심볼에서 8개의 채널 대역들, 다시 말해 결합 대역을 단위로 반복되도록 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 이 때 각각의 결합 대역에서 예약 톤의 위치는 상기 <표 6>을 이용하여 결정될 수 있다. 다시 말해, 결합 대역들 간 거리와 상기 <표 6>과 같이 저장된 예약 톤의 위치를 이용하여 프레임에서 채널 대역 별 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 그리고 각각의 결합 대역에서 예약 톤의 위치는 하기 <수학식 9>와 같이 결정되는 조건에 부합하도록 결정될 수 있다. 다시 말해, 송신기(300)는 결합 대역 별로 동일하게 배열되도록 예약

톤의 위치를 결정할 수 있다.

수학식 9

$$[k \bmod (8 \cdot K_{L1})] - D_X(l \bmod D_Y) \in S_0, 0 \leq k < L_{DATA}$$

[0057]

[0058] 여기서, k는 심볼에서 부반송파의 인덱스를 나타내고, L<sub>DATA</sub>는 프레임에서 데이터 심볼의 개수를 나타내며, K<sub>L1</sub>은 채널 대역 별 부반송파들의 개수를 나타낸다. 아울러, S<sub>0</sub>는 상기 <표 6>과 같이 결정된 예약 톤의 위치 조합을 나타낸다.

[0059]

이 때 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서는 일부 대역(부반송파 영역)을 다른 용도로 할당하는 경우가 발생한다. 이를 노치라 하며 노치가 할당된 부반송파는 데이터 및 파일럿, 예약 톤 등 어떠한 신호도 전송하지 않아야 한다. 따라서 노치의 시작과 끝의 부반송파 사이에 위치한 예약 톤을 제외하고 나머지 예약 톤을 이용하여 PAPR 저감을 수행한다.

[0060]

이 때 상기 <표 6>에서 심볼에서 채널 대역들을 번복조를 위한 단위에 따라 4K FFT로 분할하는 경우를 가정하여 채널 대역 별로 셋을 구분하였으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 예를 들면, 심볼에서 채널 대역들을 8K FFT로 분할하는 경우, 채널 대역 별 셋은 T<sub>1</sub>+T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>+T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub>+T<sub>6</sub> 및 T<sub>7</sub>+T<sub>8</sub>로 구분될 수 있다. 다음으로, 송신기(300)는 417단계에서 다중 채널 번들에 대응하는 방송 신호를 생성한다. 즉 송신기(300)는 각각의 채널 대역에 방송 데이터 및 예약 톤을 삽입하여 방송 신호를 생성한다. 이 때 방송 신호에서, 예약 톤에 의해 방송 데이터의 최대 전력 대 평균 전력의 비가 감소된다. 이 후 송신기(300)는 419단계에서 방송 신호를 전송한다. 이에 따라, 송신기(300)는 방송 서비스를 제공한다.

[0061]

한편, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 수신기의 내부 구성을 설명하면 다음과 같다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 수신기의 내부 구성을 도시하는 블록도이다. 그리고 도 6은 도 5에서 수신기의 동작 예를 설명하기 위한 예시도이다.

[0062]

도 5를 참조하면, 본 실시예의 수신기(500)는 방송 신호 처리부(510) 및 방송 데이터 처리부(530)를 포함한다.

[0063]

방송 신호 처리부(510)는 프레임 별 다중 채널 번들에서 방송 신호를 추출한다. 이러한 방송 신호 처리부(510)는, 프리앰블 제거부(Preamble Remover; 511)에서 프레임의 동기기를 맞춘다. 그리고 방송 신호 처리부(510)는, L1 신호 검출부(L1 signalling Detector; 513)에서 L1 신호를 검출하고, 튜너(Tuner; 515)에서 도 6에 도시된 바와 같이 해당 수신기(500)에 할당된 주파수 대역(Rx Tuner Bandwidth)에서 방송 신호를 수신한다. 즉 방송 신호 처리부(510)는, 다중 채널 번들(Tx Channel Bandwidth)의 적어도 일부분에서 방송 신호를 추출한다. 또한 방송 신호 처리부(510)는 FFT 처리부(Fast Fourier Transform Performer; 517)에서 FFT를 수행한다. 게다가, 방송 신호 처리부(510)는, 예약 톤 제거부(Reserved Tone Remover; 519)에서 방송 신호로부터 예약 톤의 위치를 결정하고 해당 위치에서 예약 톤을 제거한다. 이러한 예약 톤 제거부(519)는 메모리(도시되지 않음) 및 위치 결정부(도시되지 않음)을 구비할 수 있다. 메모리는 상기 <표 5> 또는 <표 6>과 같이 심볼의 전단부에서 결합 대역 내 예약 톤의 위치를 저장하고 있을 수 있다. 위치 결정부는 메모리에 저장된 위치를 이용하여 해당 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 이를 통해, 예약 톤 제거부(519)는 다중 채널 번들에서 예약 톤을 제거함으로써, 방송 신호에서 방송 데이터를 추출할 수 있다.

[0064]

방송 데이터 처리부(530)는 방송 신호에서 예약 톤이 제거됨에 따라 형성되는 방송 데이터를 처리한다. 이러한 방송 데이터 처리부(530)는, 주파수 디인터리버(Frequency Deinterleaver; 531) 및 시간 디인터리버(Time Deinterleaver; 533)에서 방송 데이터를 주파수 영역 및 시간 영역에서 디인터리빙한다. 그리고 방송 데이터 처리부(530)는, QAM 디코더(QAM Decoder; 535) 및 비트 디인터리버(Bit Deinterleaver; 537)에서 방송 데이터를 출력 신호로 생성한다. 또한 방송 데이터 처리부(530)는 LDPC 디코더(LDPC decoder; 539)에서 LDPC 코드를 디코딩하고, BCH 디코더(BCH decoder; 541)에서 BCH 코드를 디코딩한다. 게다가, 방송 데이터 처리부(530)는 기저 대역 변환기(Base Band Unscrambler; BB Unscrambler; 543)에서 출력 신호를 조정한다.

[0065]

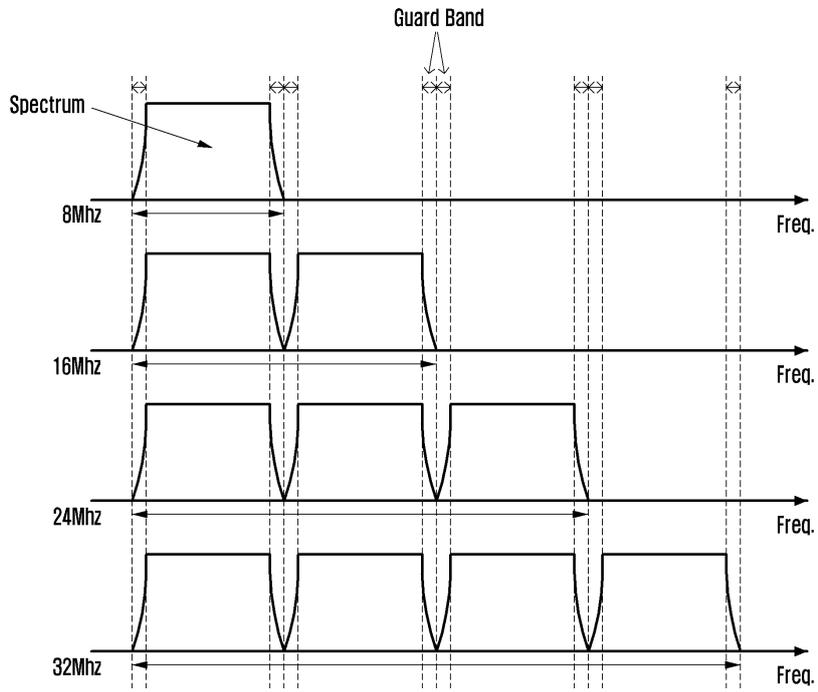
이러한 구성을 갖는 수신기에서 방송 신호 수신 시, 예약 톤 처리 절차를 설명하면 다음과 같다. 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 수신기의 예약 톤 처리 절차를 도시하는

순서도이다. 이 때 본 실시예에서 수신기의 예약 톤 처리 절차는 프레임 별로 이루어진다.

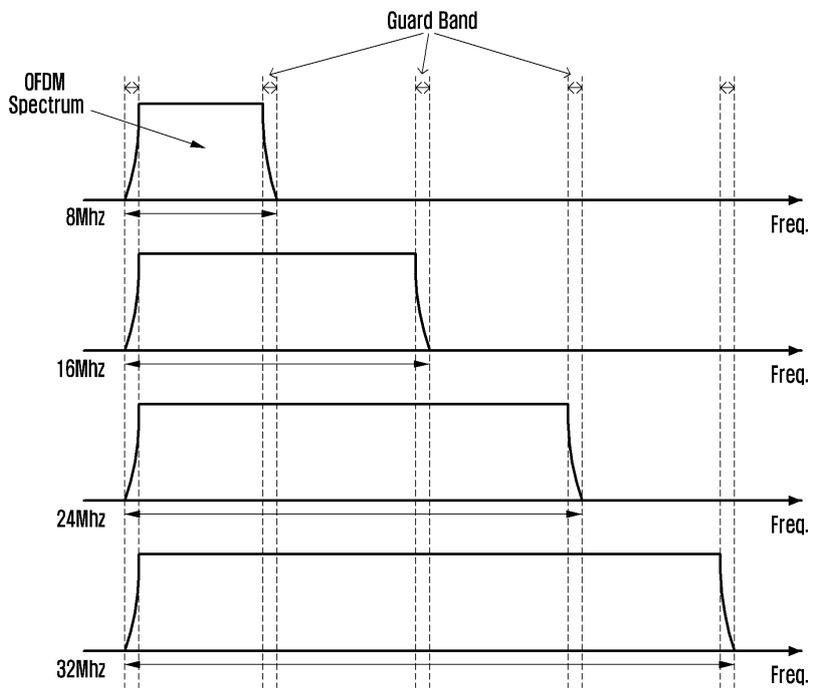
- [0066] 도 7을 참조하면, 본 실시예에서 수신기(500)의 예약 톤 처리 절차는, 방송 신호 수신 시, 수신기(500)가 711단계에서 이를 감지하는 것으로부터 출발한다. 그리고 수신기(500)는 713단계에서 방송 신호에서 예약 톤을 제거한다. 이 때 수신기(500)는 할당된 주파수 대역의 방송 신호에서 파일럿의 위치를 이용하여 방송 데이터 및 예약 톤의 위치를 파악한다. 여기서, 수신기(500)에서 예약 톤의 위치를 결정하는 방식은 송신기(300)와 동일한 방식으로 이루어지므로, 상세한 설명을 생략한다. 다시 말해, 수신기(500)는 미리 설정된 방식에 따라 예약 톤의 위치를 결정한다. 또한 수신기(500)는 방송 신호에서 예약 톤을 제거한다.
- [0067] 예를 들면, 수신기(500)는 상기 <표 5> 또는 <표 6>과 같이 미리 저장된 예약 톤의 위치 조합을 이용하여 프레임에서 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다. 즉 수신기(500)는 결합 대역들에서 해당 수신기(500)에 할당된 다중 채널 번들에 상응하는 채널 대역들의 위치를 결정할 수 있다. 그리고 수신기(500)는 프레임에서 채널 대역들의 위치와 상기 <표 5>와 같이 저장된 예약 톤의 위치를 이용하여 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다.
- [0068] 다음으로, 수신기(500)는 715단계에서 방송 데이터를 처리한다. 이 때 수신기(500)는 방송 데이터를 출력 신호로 처리한다. 여기서, 수신기(500)는 방송 데이터를 재생할 수 있다. 이에 따라, 수신기(500)의 사용자는 방송 서비스를 이용할 수 있다.
- [0069] 한편, 전술한 실시예에서 방송 서비스 제공 시, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 송신기 및 수신기가 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치를 미리 설정된 방식에 따라 산출하여 결정하는 예를 개시하였으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 예를 들면, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 송신기 및 수신기가 다중 채널 번들을 구성하기 위한 채널 대역의 수에 따라 예약 톤의 위치를 미리 설정된 방식에 따라 산출하여 저장하고 있음으로써, 본 발명을 구현하는 것이 가능하다. 즉 방송 서비스 제공 시, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템의 송신기 및 수신기가 미리 저장된 바에 따라, 다중 채널 번들에서 예약 톤의 위치를 결정할 수 있다.
- [0070] 따라서, 본 발명에 따른 케이블 디지털 비디오 방송 시스템 및 그의 예약 톤 처리 방법에 따르면, 다수개의 채널 대역들이 결합된 다중 채널 번들의 전반에 걸쳐 예약 톤을 삽입함으로써, 다중 채널 번들을 통해 송신하기 위한 방송 데이터의 최대 전력을 보상할 수 있다. 이로 인하여, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄일 수 있다. 이에 따라, 케이블 디지털 비디오 방송 시스템에서 직교 주파수 분할 다중 방식을 이용하는 동시에, 방송 신호의 최대 전력 대 평균 전력의 비를 줄임으로써, 성능이 향상되는 이점이 있다.
- [0071] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시예들은 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 본 발명의 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것일 뿐이며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 즉 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

도면

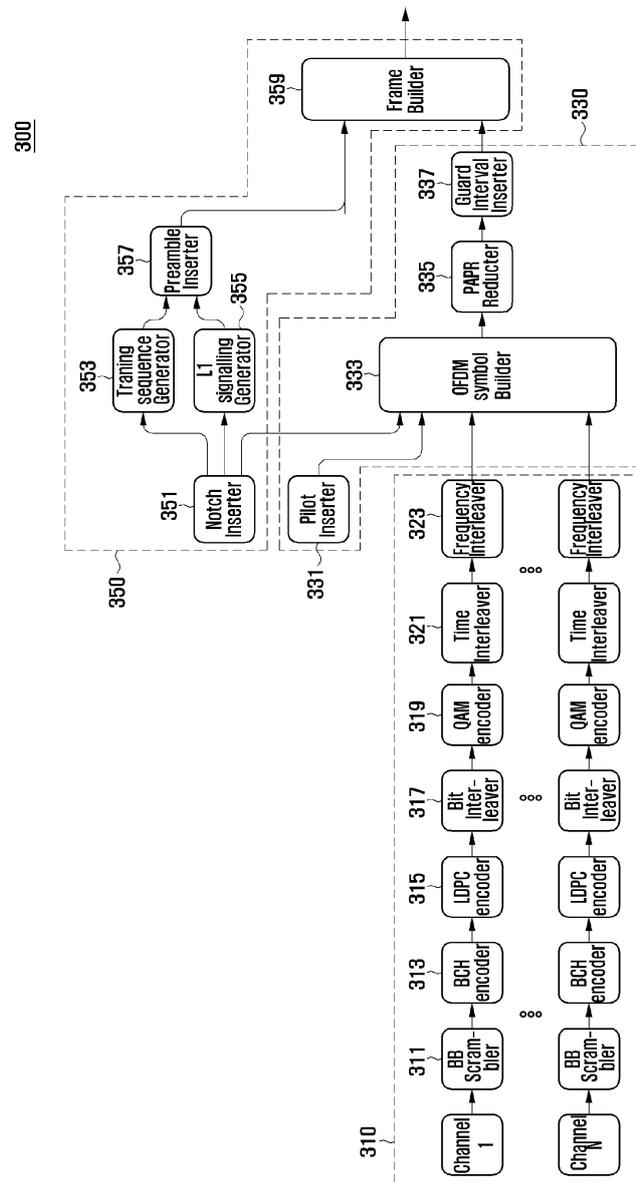
도면1



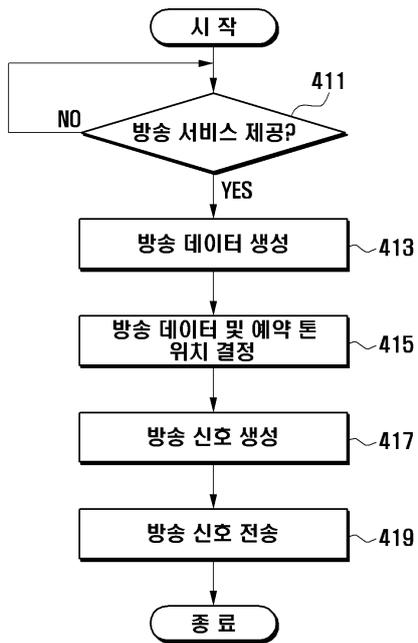
도면2



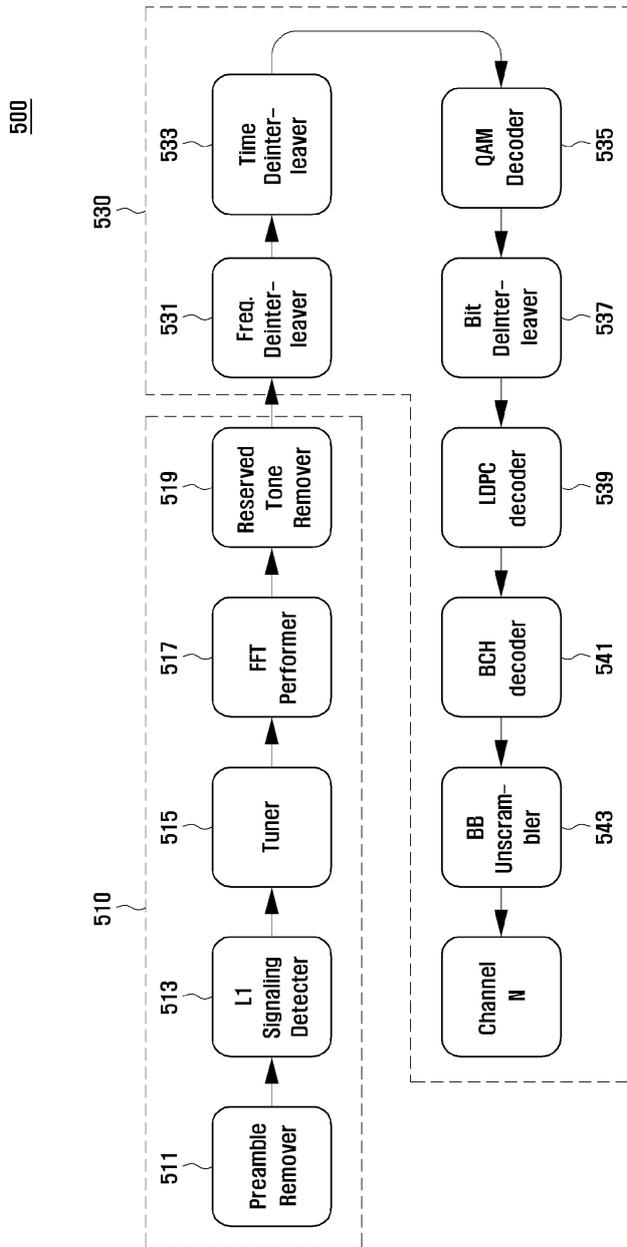
도면3



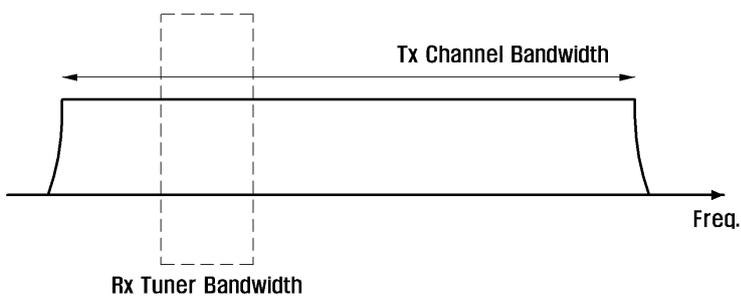
도면4



도면5



도면6



도면7

