

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일
2019년 5월 23일 (23.05.2019) WIPO | PCT

WO 2019/098689 A1

- (51) 국제특허분류: H03M 13/13 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/013962
- (22) 국제출원일: 2018년 11월 15일 (15.11.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0153345 2017년 11월 16일 (16.11.2017)KR
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 장민 (JANG, Min); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 쉬에펑 (XUE, Peng); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 김경중 (KIM, Kyung Joong); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 류현석 (RYU,

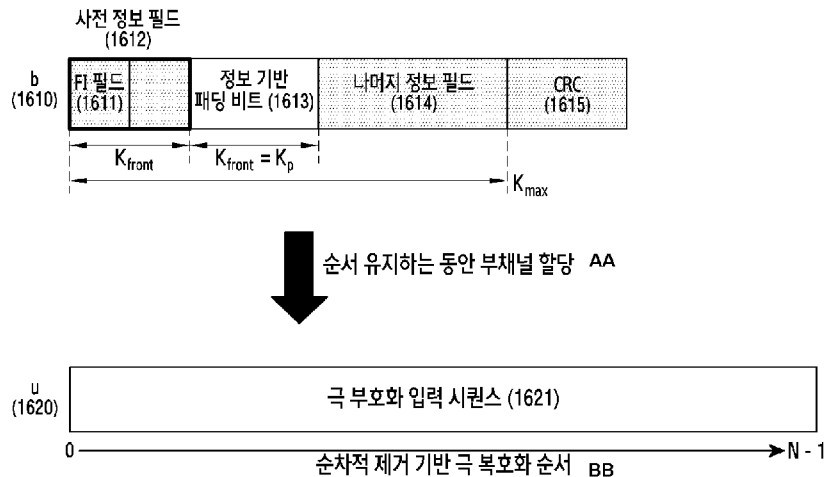
Hyun Seok); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 명세호 (MYUNG, Se Ho); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 안석기 (AHN, Seok Ki); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 정홍실 (JEONG, Hong Sil); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 권혁록 등 (KWON, Hyuk-Rok et al.); 03175 서울시 종로구 경희궁길 28, 2층, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, 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,

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING ENCODING AND DECODING IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 부호화 및 복호화를 위한 방법 및 장치



- 1611 ... FI field
- 1612 ... Previous information field
- 1613 ... Information-based padding bit
- 1614 ... Remaining information field
- 1621 ... Polar coding input sequence
- AA ... Allocate sub channel while maintaining sequence
- BB ... Polar decoding sequence on basis of successive elimination

(57) Abstract: The present disclosure relates to a 5th generation (5G) or pre-5G communication system for supporting a higher data transfer rate beyond a 4th generation (4G) communication system, such as long term evolution (LTE). The present disclosure provides a method and an apparatus for efficiently performing encoding and decoding of an information bit in a wireless communication system. The present disclosure relates to an operation method of a transmitting terminal in a wireless communication system, the method comprising the steps of: generating padding bits on the basis of information bits; generating an input bit sequence including the padding bits and the information bits; generating a message by encoding the input bit sequence by using a polar code; and transmitting the message.



WO 2019/098689 A1

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 역내 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 제21조(3))

(57) 요약서: 본 개시는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 개시는 무선 통신 시스템에서 정보 비트에 대하여 효율적으로 부호화 및 복호화를 수행하는 방법 및 장치를 제공한다. 본 개시는 무선 통신 시스템에서 송신단의 동작 방법에 관한 것으로서, 정보 비트들에 기초하여 패딩 비트들을 생성하는 과정과, 상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 포함하는 입력 비트 시퀀스를 생성하는 과정과, 상기 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화함으로써 메시지를 생성하는 과정과, 상기 메시지를 송신하는 과정을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 부호화 및 복호화를 위한 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 개시(disclosure)는 일반적으로 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 통신 시스템에서 정보에 대하여 부호화 및 복호화를 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 4G(4th generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5th generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE(Long Term Evolution) 시스템 이후(Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.
- [3] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역(예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(full dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 및 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.
- [4] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀(advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud radio access network, cloud RAN), 초고밀도 네트워크(ultra-dense network), 기기 간 통신(device to device communication, D2D), 무선 백홀(wireless backhaul), 이동 네트워크(moving network), 협력 통신(cooperative communication), CoMP(coordinated multi-points), 및 수신 간섭제거(interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.
- [5] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(advanced coding modulation, ACM) 방식인 FQAM(hybrid frequency shift keying and quadrature amplitude modulation) 및 SWSC(sliding window superposition coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(filter bank multi carrier), NOMA(non-orthogonal multiple access), 및 SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.
- [6] 5G 통신 시스템에서, 송신단과 수신단 사이에 데이터를 송신 및 수신하는 경우 통신 채널에 존재하는 잡음으로 인해 발생할 수 있는 데이터 오류를 정정하기 위한 오류 정정 기술이 고려되고 있다. 오류 정정 기술에 따르면,

전송하고자 하는 데이터에 추가적인 비트를 추가하여 송신함으로써 통신 채널에 의해 발생된 오류를 수신단에서 정정할 수 있다. 따라서, 5G 시스템에서 오류 정정 기술을 도입하기 위한 구체적인 절차가 논의되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는, 무선 통신 시스템에서 정보에 대한 부호화 및 복호화를 효과적으로 수행하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

과제 해결 수단

- [8] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 송신단의 동작 방법은, 정보 비트들에 기초하여 패딩 비트들을 생성하는 과정과, 상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 포함하는 입력 비트 시퀀스를 생성하는 과정과, 상기 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화함으로써 메시지를 생성하는 과정과, 상기 메시지를 송신하는 과정을 포함한다.
- [9] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 수신단의 동작 방법은, 메시지를 수신하는 과정과, 극 부호에 따라 상기 메시지 내 포맷 식별 정보를 포함하는 제1 필드를 복호화하는 과정과, 상기 포맷 식별 정보에 기초하여 정보 비트들 및 패딩 비트들을 포함하는 제2 필드를 복호화하는 과정을 포함한다.
- [10] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 송신단 장치는, 신호를 송신 및 수신하는 송수신기와, 적어도 하나의 프로세서를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 정보 비트들에 기초하여 패딩 비트들을 생성하고, 상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 포함하는 입력 비트 시퀀스를 생성하며, 상기 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화함으로써 메시지를 생성하고, 상기 송수신기를 제어하여 상기 메시지를 송신하도록 구성된다.
- [11] 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 수신단 장치는, 신호를 송신 및 수신하는 송수신기와, 적어도 하나의 프로세서를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 송수신기를 제어하여 메시지를 수신하고, 극 부호에 따라 상기 메시지 내 포맷 식별 정보를 포함하는 제1 필드를 복호화하며, 상기 포맷 식별 정보에 기초하여 정보 비트들 및 패딩 비트들을 포함하는 제2 필드를 복호화하도록 구성된다.

발명의 효과

- [12] 본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들에 따른 방법 및 장치는 우수한 오류 정정 성능을 제공할 수 있다.
- [13] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.
- [15] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다.
- [16] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다.
- [17] 도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 통신부의 구성을 도시한다.
- [18] 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 송신단의 부호화를 위한 흐름도를 도시한다.
- [19] 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신단의 복호화를 위한 흐름도를 도시한다.
- [20] 도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 극 부호의 부호화 과정의 일 예를 도시한다.
- [21] 도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 포맷 식별 필드와 다른 정보 필드로 구성된 가변 길이의 정보 비트 시퀀스의 구성을 도시한다.
- [22] 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩(fixed value padding)을 적용한 정보 비트 시퀀스의 구성을 도시한다.
- [23] 도 10은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.
- [24] 도 11은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스를 부호화하여 생성된 신호를 복호화하는 과정을 도시한다.
- [25] 도 12는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스를 부호화하여 생성된 신호를 복호화하는 과정을 도시한다.
- [26] 도 13은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 극 부호의 부호화 과정을 도시한다.
- [27] 도 14는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 극 부호의 부호화 과정을 도시한다.
- [28] 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.
- [29] 도 16은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.
- [30] 도 17은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트

기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.

- [31] 도 18은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스를 부호화하여 생성된 신호를 복호화하는 과정을 도시한다.
- [32] 도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성의 오류 정정 성능을 도시한다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 본 개시(disclosure)에서 사용되는 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.
- [34] 이하에서 설명되는 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어적인 접근 방법을 예시로서 설명한다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 사용하는 기술을 포함하고 있으므로, 본 개시의 다양한 실시 예들이 소프트웨어 기반의 접근 방법을 제외하는 것은 아니다.
- [35] 이하 본 개시는 부호화 및 복호화를 수행하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 정보 비트에 대하여 극 부호로 효율적으로 부호화 및 복호화를 수행하는 방법 및 장치를 설명한다.
- [36] 이하 설명에서 사용되는 신호를 지칭하는 용어, 장치의 구성 요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시가 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.
- [37] 또한, 본 개시는, 일부 통신 규격(예: 3GPP(3rd Generation Partnership Project))에서 사용되는 용어들을 이용하여 다양한 실시 예들을 설명하지만, 이는 설명을 위한 예시일 뿐이다. 본 개시의 다양한 실시 예들은, 다른 통신 시스템에서도, 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.
- [38] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다. 도 1은 무선 통신 시스템에서 무선 채널을 이용하는 노드(node)들의 일부로서, 기지국 110, 단말 120, 단말 130을 예시한다. 도 1은 하나의 기지국만을 도시하나,

기지국 110과 동일 또는 유사한 다른 기지국이 더 포함될 수 있다.

- [39] 기지국 110은 단말들 120, 130에게 무선 접속을 제공하는 네트워크 인프라스트럭처(infrastructure)이다. 기지국 110은 신호를 송신할 수 있는 거리에 기초하여 일정한 지리적 영역으로 정의되는 커버리지(coverage)를 가진다. 기지국 110은 기지국(base station) 외에 '액세스 포인트(access point, AP)', '이노드비(eNodeB, eNB)', '5G 노드(5th generation node)', '무선 포인트(wireless point)', '송수신 포인트(transmission/reception point, TRP)' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.
- [40] 단말 120 및 단말 130 각각은 사용자에 의해 사용되는 장치로서, 기지국 110과 무선 채널을 통해 통신을 수행한다. 경우에 따라, 단말 120 및 단말 130 중 적어도 하나는 사용자의 관여 없이 운영될 수 있다. 즉, 단말 120 및 단말 130 중 적어도 하나는 기계 타입 통신(machine type communication, MTC)을 수행하는 장치로서, 사용자에 의해 휴대되지 아니할 수 있다. 단말 120 및 단말 130 각각은 단말(terminal) 외 '사용자 장비(user equipment, UE)', '이동국(mobile station)', '가입자국(subscriber station)', '원격 단말(remote terminal)', '무선 단말(wireless terminal)', 또는 '사용자 장치(user device)' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.
- [41] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다. 도 2에 예시된 구성은 기지국 110의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [42] 도 2를 참고하면, 기지국 110은 무선통신부 210, 백홀통신부 220, 저장부 230, 제어부 240를 포함한다.
- [43] 무선통신부 210은 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 무선통신부 210은 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 무선통신부 210은 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 무선통신부 210은 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 또한, 무선통신부 210은 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다.
- [44] 이를 위해, 무선통신부 210은 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이터(oscillator), DAC(digital to analog convertor), ADC(analog to digital convertor) 등을 포함할 수 있다. 또한, 무선통신부 210은 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 무선통신부 210은 다수의 안테나 요소들(antenna elements)로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이(antenna array)를 포함할 수 있다. 하드웨어의 측면에서, 무선통신부 210은 디지털 유닛(digital

- unit) 및 아날로그 유닛(analog unit)으로 구성될 수 있으며, 아날로그 유닛은 동작 전력, 동작 주파수 등에 따라 다수의 서브 유닛(sub-unit)들로 구성될 수 있다.
- [45] 무선통신부 210은 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 무선통신부 210의 전부 또는 일부는 '송신부', '수신부' 또는 '송수신부'로 지칭될 수 있다. 또한, 무선통신부 210의 전부 또는 일부는 '송신기', '수신기' 또는 '송수신기'로 구현될 수 있다. 이하 설명에서, 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 무선통신부 210에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.
- [46] 백홀통신부 220은 네트워크 내 다른 노드들과 통신을 수행하기 위한 인터페이스를 제공한다. 즉, 백홀통신부 220은 기지국 110에서 다른 노드, 예를 들어, 다른 접속 노드, 다른 기지국, 상위 노드, 코어망 등으로 송신되는 비트열을 물리적 신호로 변환하고, 다른 노드로부터 수신되는 물리적 신호를 비트열로 변환한다.
- [47] 저장부 230은 기지국 110의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부 230은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부 230은 제어부 240의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.
- [48] 제어부 240은 기지국 110의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부 240은 무선통신부 210을 통해 또는 백홀통신부 220을 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부 240은 저장부 230에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부 240은 통신 규격에서 요구하는 프로코틀 스택(protocol stack)의 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 제어부 240은 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다.
- [49] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부 240은 정보 비트에 기초하여 생성된 패딩 비트를 및 정보 비트를 포함하는 입력 비트 시퀀스를 생성하고, 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부 240은 기지국이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.
- [50] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다. 도 3에 예시된 구성은 단말 120의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 본 개시의 다양한 실시 예들에서, 단말 120 및 단말 130 각각은 신호의 부호화/복호화를 수행하기 위한 부호화기/복호화기를 포함할 수 있으며, 부호화기/복호화기는 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다.
- [51] 도 3을 참고하면, 단말 120은 통신부 310, 저장부 320, 제어부 330를 포함한다.
- [52] 통신부 310은 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다.

예를 들어, 통신부 310은 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 통신부 310은 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 통신부 310은 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 또한, 통신부 310은 기저대역 신호를 RF 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 예를 들어, 통신부 310은 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서, 오실레이터, DAC, ADC 등을 포함할 수 있다.

- [53] 또한, 통신부 310은 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부 310은 다수의 안테나 요소들로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이를 포함할 수 있다. 하드웨어의 측면에서, 통신부 310은 디지털 회로 및 아날로그 회로(예: RFIC(radio frequency integrated circuit))로 구성될 수 있다. 여기서, 디지털 회로 및 아날로그 회로는 하나의 패키지로 구현될 수 있다. 또한, 통신부 310은 다수의 RF 체인들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부 310은 빔포밍을 수행할 수 있다.
- [54] 통신부 310은 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 통신부 310의 전부 또는 일부는 '송신부', '수신부' 또는 '송수신부'로 지칭될 수 있다. 또한, 무선통신부 310의 전부 또는 일부는 '송신기', '수신기' 또는 '송수신기'로 구현될 수 있다. 이하 설명에서, 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 통신부 310에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.
- [55] 저장부 320은 단말 120의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부 320은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부 320은 제어부 330의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.
- [56] 제어부 330은 단말 120의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부 330은 통신부 310을 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부 330은 저장부 320에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부 330은 통신 규격에서 요구하는 프로코틀 스택의 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 제어부 330은 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 통신부 310의 일부 및 제어부 330은 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다.
- [57] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부 330은 통신부 310을 제어하여 메시지를 수신하고, 극 부호에 따라 메시지 내 포맷 식별 정보를 포함하는 제1 필드를 복호화하며, 포맷 식별 정보에 기초하여 정보 비트들 및 패딩 비트들을 포함하는 제2 필드를 복호화하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어부 330은 단말이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.
- [58] 도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 통신부의

구성을 도시한다. 도 4는 도 2의 무선통신부 210 또는 도 3의 무선통신부 210의 상세한 구성에 대한 예를 도시한다. 구체적으로, 도 4는 도 2의 무선통신부 210 또는 도 3의 통신부 310의 일부로서, 빔포밍을 수행하기 위한 구성요소들을 예시한다.

- [59] 도 4를 참고하면, 무선통신부 210 또는 통신부 310은 부호화 및 변조부 402, 디지털 빔포밍부 404, 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N, 아날로그 빔포밍부 408를 포함할 수 있다. 실시 예에 따라서, 무선통신부 210 또는 통신부 310가 빔포밍을 수행하지 않는다면, 디지털 빔포밍부 404 및 아날로그 빔포밍부 408는 생략되고, 송신 경로는 하나일 수 있다.
- [60] 부호화 및 변조부 402는 채널 인코딩을 수행한다. 채널 인코딩을 위해, LDPC(low density parity check) 코드, 컨볼루션(convolution) 코드, 폴라(polar) 코드 중 적어도 하나가 사용될 수 있다. 부호화 및 변조부 402는 성상도 맵핑(contellation mapping)을 수행함으로써 변조 심벌들을 생성한다.
- [61] 디지털 빔포밍부 404은 디지털 신호(예: 변조 심벌들)에 대한 빔포밍을 수행한다. 이를 위해, 디지털 빔포밍부 404은 변조 심벌들에 빔포밍 가중치들을 곱한다. 여기서, 빔포밍 가중치들은 신호의 크기 및 위상을 변경하기 위해 사용되며, '프리코딩 행렬(precoding matrix)', '프리코더(precoder)' 등으로 지칭될 수 있다. 디지털 빔포밍부 404은 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N로 디지털 빔포밍된 변조 심벌들을 출력한다. 이때, MIMO(multiple input multiple output) 전송 기법에 따라, 변조 심벌들은 다중화되거나, 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N로 동일한 변조 심벌들이 제공될 수 있다.
- [62] 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N은 디지털 빔포밍된 디지털 신호들을 아날로그 신호로 변환한다. 이를 위해, 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N 각각은 IFFT(inverse fast fourier transform) 연산부, CP(cyclic prefix) 삽입부, DAC, 상향 변환부를 포함할 수 있다. CP 삽입부는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 방식을 위한 것으로, 다른 물리 계층 방식(예: FBMC(filter bank multi-carrier))이 적용되는 경우 제외될 수 있다. 즉, 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N은 디지털 빔포밍을 통해 생성된 다수의 스트림(stream)들에 대하여 독립된 신호처리 프로세스를 제공한다. 단, 구현 방식에 따라, 다수의 송신 경로들 406-1 내지 406-N의 구성요소들 중 일부는 공용으로 사용될 수 있다.
- [63] 아날로그 빔포밍부 408은 아날로그 신호에 대한 빔포밍을 수행한다. 이를 위해, 디지털 빔포밍부 404은 아날로그 신호들에 빔포밍 가중치들을 곱한다. 여기서, 빔포밍 가중치들은 신호의 크기 및 위상을 변경하기 위해 사용된다.
- [64] 일반적으로 통신 시스템에서 송신단과 수신단 사이에 데이터를 송신 및 수신하는 경우 통신 채널에 존재하는 잡음으로 인해 데이터 오류가 발생할 수 있다. 이처럼 통신 채널에 의해 발생한 오류를 수신단에서 정정할 수 있도록 설계된 부호화 방식으로 오류 정정 부호 방식이 존재한다. 이러한 오류 정정 부호는 채널 부호화(channel coding) 라고도 한다. 오류 정정 부호 기법은

전송하고자 하는 데이터에 추가적인 비트(redundant bit)를 추가하여 송신하도록 하는 기법이다.

- [65] 오류 정정 부호 기법에는 다양한 방식들이 존재한다. 예컨대, 길쌈 부호(convolutional coding), 터보 부호(turbo coding), 저밀도 패리티 검사 부호(low-density parity-check coding, LDPC coding), 및 극 부호(polar coding) 방식 등이 존재한다.
- [66] 이러한 오류 정정 부호 기법들 중 극 부호는 2008년 E. Arıkan 에 의해 제안된 오류 정정 부호로서, 채널 양극화(channel polarization) 현상을 이용하며, 낮은 부호화/복잡도 성능을 가지면서도 모든 B-DMCs(binary discrete memoryless channels)에서 데이터 전송 한계인 채널 용량(channel capacity)을 달성하는 것이 증명된 최초의 오류 정정 부호이다. 극 부호는 밀도 진화(density evolution), GA(Gaussian approximation), RCA(reciprocal channel approximation) 등으로 각 채널 또는 부호율(code rate)에 최적화된 부호 설계가 가능하다.
- [67] 극 부호는 다른 채널 용량 근접 부호(capacity-approaching codes)인 터보 부호, LDPC 부호에 비하여 짧은 길이의 부호를 전송할 때 오류 정정 성능 및 복호 복잡도에 대하여 장점이 있다. 이러한 장점으로 인해 5세대(5th generation, 5G) 이동통신을 위해 진행 중인 3GPP NR(new radio) 표준화에서 짧은 길이의 제어 정보를 전송하는 용도로 극 부호의 사용을 결정하였다.
- [68] 극 부호를 사용하는 3GPP NR 통신 시스템에서, 1) 하향 링크 제어 정보(downlink control information, DCI) 중 포맷 지시자(format indicator, FI)는 가변적으로 변하는 DCI의 길이를 나타내고, 2) 상향 링크 채널 상태 정보(channel state information, CSI) 중 랭크 지시자(rank indicator, RI)는 다른 필드인 프리코딩 행렬 지시자(pre-coding matrix indicator, PMI), 채널 품질 지시자(channel quality indicator, CQI)의 길이를 나타낸다. 이와 같이 길이가 가변인 메시지를 단순하게 극 부호로 부호화한다면, 전체 길이를 나타내는 일부 필드가 있더라도 수신단은 메시지의 길이를 알 수가 없기 때문에 어디서부터 복호를 시작할지 결정할 수 없다. 따라서, 메시지의 길이를 확인하기 위해 여러 번의 블라인드 디코딩(blind decoding)을 수행해야만 하며, 이는 전력 소모와 지연 증가 문제를 유발한다.
- [69] 따라서, 본 개시에서는 정보 비트 시퀀스 중 일부 비트가 전체 메시지의 길이를 나타내도록 함으로써 가변 길이의 정보 비트 시퀀스를 극 부호로 효율적으로 부호화하고 복호화하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [70] 이하 설명에서, 본 개시는 부호화를 수행하는 장치를 '송신단(transmitting node)', 복호화를 수행하는 장치를 '수신단(receiving node)'라 칭한다. 하향링크 통신의 경우, 송신단은 기지국(예: 기지국 110), 수신단은 단말(예: 단말 120, 단말 130)이다. 상향링크 통신의 경우, 송신단은 단말(예: 단말 120, 단말 130), 수신단은 기지국(예: 기지국 110)이다.
- [71] 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 송신단의 부호화를 위한 흐름도를 도시한다. 도 5는 송신단의 동작 방법을 예시한다.

- [72] 도 5를 참고하면, 501 단계에서, 송신단은 정보 비트의 시퀀스의 최대 길이와 실제 길이의 차이로부터 패딩 비트의 개수를 결정한 뒤, 결정된 패딩 비트의 개수만큼의 패딩 비트를 생성한다. 송신단은 정보 비트에 기초하여 패딩 비트를 생성한다. 또는, 송신단은 패딩 비트를 제로(zero)로 생성할 수 있다. 일 실시예에 따라, 패딩 비트는 정보 비트를 소정의 정수인 n 개의 비트 단위로 반복하여 생성될 수 있다. 또 다른 실시예에 따라, 패딩 비트는 정보 비트를 선형 결합하여 생성될 수 있다.
- [73] 503 단계에서, 송신단은 전송하고자 하는 정보 비트를 담은 정보 비트 시퀀스에 대하여 패딩 비트를 혼합함으로써 패딩 비트와 정보 비트를 포함하는 입력 비트 시퀀스를 생성한다. 입력 비트 시퀀스는 일부 정보 및 패딩 비트의 혼합 필드를 포함하며, 상기 혼합 필드는 정보 비트 중 일부와 패딩 비트가 동시에 존재할 수 있다. 구체적으로, 상기 혼합 필드에서 정보 비트와 패딩 비트는 적절한 순서로 배치될 수 있다. 정보 비트 시퀀스는 외부 부호화를 거친 뒤 입력 비트 시퀀스에 맵핑된다. 여기서, 입력 비트 시퀀스는 포맷 식별 필드를 더 포함하며, 포맷 식별 필드는 패딩 비트의 개수를 나타낼 수 있다.
- [74] 505 단계에서, 송신단은 입력 비트 시퀀스를 극 부호의 생성 행렬과 곱하여 부호화 출력 비트 시퀀스를 생성함으로써, 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화한다.
- [75] 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신단의 복호화를 위한 흐름도를 도시한다. 도 6은 수신단의 동작 방법을 예시한다.
- [76] 도 6을 참고하면, 601 단계에서, 수신단은 도 5의 과정을 통해 송신단에 의하여 극 부호로 부호화된 메시지를 수신한다.
- [77] 603 단계에서, 수신단은 극 부호를 위한 순차적 제거 (successive-cancellation, SC), SC-리스트 (SC-list, SCL), SC-스택 (SC-stack, SCS) 등의 복호를 수행하고, 이에 따라 메시지 내 초기에 복호되는 포맷 식별 필드(format identifier field, FI field)를 복호 과정 도중에 우선적으로 획득한다. 구체적으로, 수신단은 먼저 복호화된 비트에 기초하여 비트에 대한 확률을 결정하고, 확률이 높은 소정의 정수인 L 개의 경로만 남기고 그 이후 비트에 대한 복호화를 수행함으로써, 현실적인 복잡도로 복호화를 수행할 수 있다. 상기 확률은 송신단이 해당 비트를 송신하였을 확률을 의미한다. 확률을 결정하는 과정은, 패딩 비트의 정보 비트에 기초한 생성을 고려하여 확률을 결정하는 과정을 포함할 수 있다. 여기서, 패딩 비트는 제로(zero)이거나, 또는 정보 비트에 기초하여 생성될 수 있다. 패딩 비트의 개수는 상기 정보 비트의 시퀀스의 최대 길이와 실제 길이의 차이에 기초하여 결정될 수 있다. 포맷 식별 필드는 패딩 비트의 개수를 나타낼 수 있다.
- [78] 605 단계에서, 수신단은 복호화된 포맷 식별 필드에 기초하여 정보 비트 및 패딩 비트의 혼합 필드를 복호화한다. 구체적으로, 수신단은 먼저 복호된 포맷 식별 필드의 값에 따라 정보 비트의 길이 및 패딩 비트의 길이를 인식한 뒤, 비트 인덱스의 순서대로 정보 비트 및 패딩 비트의 혼합 필드에 대하여 복호화를

수행할 수 있다. 수신단은 결정된 확률에 기초하여 확률이 낮은 복호 경로를 제거(pruning)하고, 확률이 높은 소정 개수의 복호 경로에 대하여 복호를 수행할 수 있다.

- [79] 도 7은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 극 부호의 부호화 과정의 일 예를 도시한다. 도 7의 부호화 과정의 각 단계는 송신단에 포함된 제어부 330의 일부에 의하여 각각 수행될 수 있다. 따라서, 도 7은 송신단에 포함된 제어부 330의 일부 구성으로 이해될 수 있다.
- [80] 극 부호의 부호화 과정은 통신 시스템의 요구 조건에 따라 추가적인 과정이 추가될 수 있다. 상기 부호화 과정에서 전송하고자 하는 정보 비트(information bit) 수는 K 개이고, 부호화를 하여 채널을 통해 전송하는 부호어 비트(codeword bit) 수는 M 개이다. 극 부호의 부호화 과정의 일 예는 1) 정보 비트 시퀀스 생성, 2) 외부 부호화, 3) 부채널 할당, 4) 생성 행렬 곱셈을 포함하며, 구체적인 내용은 다음과 같다.
- [81] 1) 정보 비트 시퀀스 생성(Information bit sequence generation)
- [82] 전송하고자 하는 정보 비트 시퀀스 $\mathbf{b}=\{b_0, b_1, \dots, b_{K-1}\}$ 가 주어진다.
- [83] 2) 외부 부호화(Outer code)
- [84] 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b} 는 외부 부호 부호화 블록 702에 의해 보통 성능 향상을 위해 외부 부호(outer code)로 부호화된다. 사용되는 외부 부호로는 CRC(cyclic redundancy check) 부호와 같은 오류 검출 부호나 BCH 부호, 단일 패리티 체크(single parity check) 부호 등의 오류 정정 부호가 있다. 외부 부호에 의해 생성된 패리티의 길이를 L_{outer} 라고 하고, 외부 부호화의 결과로 생성된 비트 시퀀스를 $\mathbf{b}' = \{b'_0, b'_1, \dots, b'_{K+L_{\text{outer}}-1}\}$ 라고 한다. 외부 부호화는 필수적인 동작은 아니기 때문에 만약 외부 부호화를 고려하지 않는다면 $L_{\text{outer}}=0$, $\mathbf{b}'=\mathbf{b}$ 이다.
- [85] 3) 부채널 할당(Subchannel allocation)
- [86] 부채널 할당 블록 704은 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 를 극 부호 부호화를 위해 길이 N 의 비트 시퀀스 $\mathbf{u}=\{u_0, u_1, \dots, u_{N-1}\}$ 에 맵핑한다. 여기서 N 는 모 극 부호(mother polar code)의 크기로서 2의 거듭제곱 수이며, $K+L_{\text{outer}}$ 보다는 큰 값 중에서 미리 결정된 기준에 의해 결정된다. \mathbf{u} 는 극 부호 부호화의 입력 비트 시퀀스이며, 사전에 정해진 방법 및 기준에 따라 \mathbf{b}' 의 비트가 \mathbf{u} 에 맵핑된다. 3GPP NR에서는 \mathbf{b}' 의 각 비트가 맵핑되는 \mathbf{u} 의 비트 인덱스를 시퀀스 형태로 정의하였다. 이러한 과정을 통해 얻어지는 부호화 입력 비트 시퀀스 \mathbf{u} 의 각 비트는 채널 분극(channel polarization)에 의해 서로 다른 품질의 부채널(subchannel)을 통과하는 것처럼 해석될 수 있다. 이러한 특징 때문에 \mathbf{b}' 를 \mathbf{u} 에 맵핑하는 과정을 부채널 할당 과정으로 일컫는다.
- [87] 4) 생성 행렬 곱셈(Generator matrix multiplication)
- [88] 생성 행렬 곱셈 블록 706은 길이 N 의 부호화 입력 비트 시퀀스 \mathbf{u} 를 극 부호의 생성 행렬(generator matrix) G 와 곱함으로써, 동일한 길이 N 의 부호화 출력 비트 시퀀스 \mathbf{x} 를 생성한다. 최초 Arikan에 의해 극 부호가 제안되었을 때 생성 행렬

G는 다음과 같이 정의되었다.

[89] 【수학식 1】

$$G = B_N F^{\otimes \log_2 N}$$

[90] 수학식 1에서 $F = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ 이며, 위 첨자 $\otimes n$ 연산은 n회의 Kronecker power를 의미한다. 예를 들어, $F^{\otimes 2} = \begin{bmatrix} F & 0 \\ F & F \end{bmatrix}$ 이며, $F^{\otimes 3} = \begin{bmatrix} F^{\otimes 2} & 0 \\ F^{\otimes 2} & F^{\otimes 2} \end{bmatrix}$ 이다. 그리고 B_N 은

크기 $N \times N$ 비트 반전 치환(bit reversal permutation) 행렬이다. 예를 들어, $\{a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7\}$ 와 B_8 이 곱해져 $\{a_0, a_4, a_2, a_6, a_1, a_5, a_3, a_7\}$ 가 얻어진다. 하지만, 3GPP NR을 비롯한 최근 다양한 문헌 및 시스템에서는 B_N 을 제외한 단순한 형태의 다음과 같은 생성 행렬을 고려한다.

[91] 【수학식 2】

$$G = F^{\otimes \log_2 N}$$

[92] 이 후로는 특별한 언급이 없으면 $G = F^{\otimes \log_2 N}$ 으로 정의된 생성 행렬을 가정한다. 상기와 같은 가정으로 설명된 내용은 bit reversal permutation을 동작을 바탕으로 $G = B_N F^{\otimes \log_2 N}$ 으로 정의된 생성 행렬을 사용한 극 부호로 쉽게 변경되어 설명될 수 있음에 유의하여야 한다.

[93] 도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 포맷 식별 필드와 다른 정보 필드로 구성된 가변 길이의 정보 비트 시퀀스의 구성을 도시한다.

[94] 본 발명의 일 실시 예에서 극 부호로 부호화하는 메시지는 도 7에 도시된 바와 같은 특징을 갖는다. 전송하고자 하는 정보 비트 시퀀스는 다양한 포맷을 가질 수 있으며, 정보 비트 시퀀스의 길이 K 는 최소 길이 K_{\min} 에서 최대 길이를 K_{\max} 사이에서 변화한다. 정보 비트 시퀀스 중 일부 비트가 가변적인 정보 비트 시퀀스의 길이 (혹은 포맷) K 를 나타내거나 유추하는데 사용될 수 있는데, 이처럼 길이를 나타내거나 유추할 수 있도록 하는 부분을 포맷 식별 필드(format identifier field, FI field) 801 라고 일컫는다.

[95] 상기 특징을 갖는 정보 비트 시퀀스의 예로, 현재 표준화 중인 3GPP NR 표준의 하향링크 제어 채널을 통해 전송되는 하향링크 제어 정보(downlink control information, DCI)와 상향링크 제어 채널을 통해 전송되는 상향링크 제어 정보(uplink control information, UCI)의 채널 상태 정보(channel state information, CSI) 등이 있다. DCI에는 포맷 지시자(format indicator)라는 비트 혹은 필드가 있으며, 이 비트 혹은 필드는 DCI의 길이를 포함한 포맷을 나타내는 포맷 식별 필드로 작용한다. 즉, 수신단이 포맷 지시자의 값을 알 수 있다면 이를 통해 전체 DCI의 길이를 확인할 수 있다. 상향링크를 통해 피드백되는 CSI는 랭크 지시자(rank indicator, RI), CSI 참조신호 자원 지시자(CSI-RS resource indicator, CRI), 채널 품질 지시자(channel quality indicator, CQI), 프리코딩 행렬

지시자(precoding matrix indicator, PMI) 등의 필드로 구성되는데, 각 필드는 서로 연관되어 있다. 일 예로서, 다중 안테나(multi input multi output, MIMO) 시스템을 위해 피드백하는 CSI 중 PMI와 CQI는 랭크 값에 의해 다른 포맷의 정보를 가질 수 있다. 따라서, CSI에서 RI값과 PMI와 CQI의 길이를 포함한 포맷은 서로 연관되어 있으며, RI값을 알 수 있다면 PMI와 CQI의 길이 등을 알 수 있다.

- [96] 본 발명의 일 실시 예에서, 송신단은 가변 길이의 정보 비트 시퀀스를 극부호로 부호화하여 전송하고, 수신단은 극 부호의 복호를 시작하는 시점에서 정보 비트 시퀀스의 길이를 알지 못하는 환경을 고려한다. 3GPP NR의 DCI와 CSI의 수신 환경 또한 수신단이 복호하는 시점에 정보 비트의 개수가 얼마인지를 알지 못하는 경우에 속한다. 이처럼 수신기가 실제 정보 비트 시퀀스의 길이를 알지 못하면 복호화기의 올바른 설정(configuration)이 불가능하기 때문에 일반적인 방법으로는 가변 길이의 정보 비트 시퀀스가 부호화된 신호에 대하여 정확한 복호를 시도할 수 없다. 따라서, 수신단은 가능한 모든 복호화기 설정으로 복호를 수행하고 복호 결과를 CRC 등의 오류 검출 부호로 확인하는 블라인드 디코딩(blind decoding)을 수행할 수 있다. 하지만, 블라인드 디코딩 방법은 여러 번의 극 부호의 복호를 시도한다는 측면에서 복호 복잡도와 지연의 상승 문제를 야기할 수 있다. 그러므로, 전송하고자 하는 정보 비트 수 K 에 상관없이 항상 최대 메시지 길이 K_{\max} 의 정보 비트 시퀀스를 구성하고, 그 중 $K_{\max}-K$ 비트를 송신단과 수신단이 약속한 값으로 고정하는 패딩(padding)을 고려할 수 있다.
- [97] 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩(fixed value padding)을 적용한 정보 비트 시퀀스의 구성을 도시한다.
- [98] 도 9를 참고하면, 패딩 비트의 값은 사전에 결정된 값으로서, 수신단이 복호를 하지 않더라도 패딩 비트의 값을 알고 있으며, 일반적인 채널 코딩 관점에서는 단축(shortening)된 것과 동일하게 부호화/복호화를 진행하여 오류 정정 성능을 향상시킬 수 있다. 일 예로서, 패딩 비트의 값은 제로(zero)로 사전에 결정될 수 있다. 따라서, 고정된 값의 패딩은, 제로 패딩이라고 칭할 수도 있다.
- [99] 포맷 식별 필드와 함께 고정된 값의 패딩이 적용되어 극 부호화된 신호를 수신단이 복호하는 방법은 다음의 두 가지가 있다:
- [100] 1) 수신단은 패딩 비트를 정보 비트로 취급하여 복호할 수 있다. 복호 후 포맷 식별 필드의 값을 통해 패딩 비트가 얼마나 있는지를 알 수 있다. 또한, 사전에 고정된 패딩 비트 값과 복호 후 얻어진 패딩 비트 값을 비교하여 오류 검출(error detection)을 추가적으로 수행할 수 있다. 이와 같이 패딩 비트를 정보 비트로 취급하여 복호를 수행하는 경우, 포맷 식별 필드와 패딩 비트는 극부호의 입력 비트 시퀀스 u 내 어느 위치에 있더라도 오류 정정 성능에 큰 영향이 없다.
- [101] 2) 수신단은 포맷 식별 필드를 통해 패딩 비트의 개수를 먼저 알아내고 그에 따라 패딩 비트를 동결(frozen) 비트로 취급하여 복호할 수 있다. SC 기반의 복호는 u 의 비트를 순서대로 하나씩 복호함으로써 수행된다. 따라서, 포맷 식별 필드를 패딩 비트보다 앞쪽에 배치시키면 수신단은 포맷 식별 필드를 먼저

복호하여 패딩 비트의 개수가 얼마이며 어느 위치에 있는지 파악할 수 있고, 이에 따라 패딩 비트를 알고 있는 값, 즉 동결 비트로 취급하면서 복호를 진행하여 오류 정정 성능을 향상시킬 수 있다. 이와 같이, 패딩 비트를 동결 비트로 치환하는 복호를 고려할 경우, 포맷 식별 필드는 패딩 비트보다는 복호 순서 상 앞쪽에 위치해야 하며 패딩 비트는 부호화 비트 시퀀스 u 내에서 포맷 식별 필드를 제외하고 신뢰도(예: 채널 용량)가 낮은 곳에 배치해야 한다. 따라서, 일반적으로는 부호화 비트 시퀀스 u 내에 정보 비트 시퀀스가 맵핑되는 K_{\max} 개의 비트 위치 중에 포맷 식별 필드를 가장 인덱스가 낮은 비트에 맵핑하고, 패딩 비트는 포맷 식별 필드를 제외한 나머지 비트 중 신뢰도가 낮은 비트에 맵핑하는 것이 오류 정정 성능에 유리하다. 다만, 포맷 식별 필드는 복호 순서, 패딩 비트는 신뢰도 순서로 맵핑하면서 서로 다른 기준을 고려하는 것이 다소 복잡할 수 있기 때문에, 포맷 식별 필드와 패딩 비트를 모두 복호 순서 하나의 기준만을 고려하여 맵핑할 수 있다. 즉, 포맷 식별 필드를 인덱스가 가장 낮은 비트에 맵핑하고, 패딩 비트를 그 다음 인덱스가 낮은 비트에 맵핑할 수 있다.

- [102] 도 10은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.
- [103] 도 10을 참고하면, 복호화기에서 패딩 비트를 동결 비트로 취급할 수 있도록 패딩 비트를 포함한 길이 K_{\max} 의 정보 비트 시퀀스 b 1010를 길이 N 의 부호화 비트 시퀀스 u 1020에 배치할 수 있다. 정보 비트 시퀀스 b 1010는 포맷 식별 필드 1011, 패딩 비트 필드 1012, 그리고 나머지 정보 비트 필드 1013, CRC 부호 등 외부 부호화에 의해 생성된 패리티 비트 필드 1014의 순서로 나열되어 구성된다. 여기서, 외부 부호화 패리티 비트 필드 1014의 길이는 0일 수 있다. 그리고, 정보 비트 시퀀스 b 1010의 각 비트는 부호화 비트 시퀀스 u 1020의 사전에 정해진 위치에 맵핑된다. 여기서, 정보 비트 시퀀스 b 1010의 순서는 부호화 비트 시퀀스 u 1020내에서도 그대로 유지된다. 즉, 부호화 비트 시퀀스 u 1020 내 동결 비트가 아닌 비트들 중 가장 낮은 인덱스 비트에 포맷 식별 필드 1011가 위치하고, 패딩 비트 필드 1012, 나머지 정보 비트 1013, 그리고 외부 부호화 패리티 비트 필드 1014가 순서대로 위치한다.
- [104] 도 11은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스를 부호화하여 생성된 신호를 복호화하는 과정을 도시한다.
- [105] 도 11은, 도 10에서 고정된 값으로 생성된 패딩 비트 필드 1012를 포함하는 정보 비트 시퀀스 1010를 부호화하여 생성된 신호를 수신단에서 SCL(SC-list) 복호하는 과정을 개념적으로 도시한 것으로서, SCL 복호화기에서 구성하는 동결되지 않은 비트(unfrozen bit)에 대한 복호 경로(decoding path)를 도시한다.
- [106] 도 11을 참고하면, 포맷 식별 필드는 1비트로 구성되며, 포맷 식별 필드 1101의 값이 0이면 나머지 정보 비트는 4비트이고, 포맷 식별 필드 1101의 값이 1이면

나머지 정보 비트는 3 비트이며 1 비트의 패딩 비트가 삽입된다. 도 11의 복호 경로에서, 포맷 식별 필드 1101의 값이 0인 경우, 패딩 비트가 없으므로 복호화기는 모든 비트에 대하여 0과 1인 경우를 모두 고려하여 SCL 복호를 진행한다 1102. 도 11의 복호 경로에서, 포맷 식별 필드 1101의 값이 1인 경우, 1비트의 패딩 비트가 포맷 식별 필드 1101의 바로 뒤에 삽입되므로, 복호화기는 사전에 정해진 고정된 값의 패딩 비트만을 고려하여 복호를 진행한다 1103. 또한, 복호화기는 이후 3 비트의 나머지 정보 비트에 대한 경로를 고려하여 복호를 진행한다 1104. 결과적으로 최대 경로 수 L 개를 고려하는 SCL 복호에서 첫 번째, 두 번째 비트를 순차적으로 복호함에 있어서, 복호화기는 비트 값이 0-0, 0-1, 1-(패딩 고정값) 인 3개의 경로에 대한 확률을 계산하여 그 중 확률이 가장 높은 L개의 경로만을 남긴다. 이와 같이 상기와 같이 포맷에 따라 패딩을 고려하는 경우, 복호화기는 복호 시 먼저 복호되는 포맷 식별 필드의 값에 따라 SCL 복호의 복호 경로를 적응적으로 수정하여 복호를 진행한다.

[107] 도 12는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 고정된 값의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스를 부호화하여 생성된 신호를 복호화하는 과정을 도시한다.

[108] 도 12는 도 11의 실시 예와 다른 방법으로 복호하는 과정을 도시한 것이다. 일반적으로 극 부호의 복호화기는 포맷 식별 필드의 값에 따라 적응적으로 복호 경로를 수정하는 것이 어려울 수 있다. 따라서, 도 11의 실시 예와 동일한 효과를 얻기 위해서 복호화기는 도 12와 같이 패딩 비트에 대해서는 사전에 결정된 비트 값이 아닌 다른 경로의 경로 메트릭(path metric) 값을 의도적으로 최대값으로 고정할 수 있다 1204. SCL 복호에서는 경로의 경로 메트릭이 작을수록 신뢰도가 높고 경로 메트릭이 클수록 신뢰도가 낮기 때문에 복호가 진행됨에 따라 경로 메트릭이 큰 경로는 자연스럽게 제거된다. 따라서, 도 12와 같이 고려하지 않아도 되는 경로의 경로 메트릭 값을 최대값으로 고정할 경우, SCL 복호의 과정에서 고려하지 않아도 되는 경로가 자연스럽게 제거될 수 있다.

[109] 도 10의 고정 값 패딩(fixed value padding) 기반의 정보 비트 시퀀스 구성은 수신단이 패딩 비트를 동결된 비트로 취급할 수 있게 함으로써 성능 향상을 가능하게 한다. 하지만, 본 개시에서는 패딩 비트를 일부 다른 정보 비트들의 선형 결합(linear combination) 혹은 반복(repetition)으로 생성하여 수신단에서 다른 정보 비트들의 복호에 도움을 줄 수 있도록 하는 정보 비트 시퀀스 구성을 제안한다.

[110] 도 13은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 극 부호의 부호화 과정을 도시한다.

[111] 도 13을 참고하면, 송신단은 CRC 부호 등의 외부 부호화 블록 1304, 부채널 할당 블록 1306, 생성 행렬 곱셈 블록 1308을 이용한 극 부호화를 수행하기 전에, 정보 기반 패딩 비트 생성 블록 1302을 이용하여 일부 정보 비트의 선형 결합 혹은 반복을 통해 패딩 비트를 생성하고, 정보 비트 시퀀스를 구성한다.

송신단은 메시지의 포맷에 따라 패딩 비트의 개수 K_p 를 결정한다. 그리고, 송신단은 정보 비트 중 일부에 대해 선형 결합, 반복 등의 정해진 방법에 따라 K_p 개의 패딩 비트를 생성한다 1302. 이 후, 송신단은, 정보 비트와 패딩 비트를 정해진 순서에 따라 배치한 후, 앞서 설명한 바와 같이 CRC 부호 등의 외부 부호화, 극 부호의 부호화를 수행한다.

[112] 도 14는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 극 부호의 부호화 과정을 도시한다.

[113] 도 14의 실시 예는 도 13의 실시 예와 비교할 때, 패딩 비트의 생성 블록 1404와 CRC 부호 등의 외부 부호 부호화 블록 1402의 위치가 서로 바뀔 수 있다. 송신단은 메시지의 포맷에 따라 패딩 비트의 개수 K_p 를 결정한다. 그리고, 송신단은 외부 부호 부호화 블록 1402을 이용하여 CRC 부호 등 외부 부호 부호화를 수행한 후, 정보 기반 패딩 비트 생성 블록 1404를 이용하여 외부 부호화 비트 중 일부에 대해 선형 결합, 반복 등의 정해진 방법에 따라 K_p 개의 패딩 비트를 생성한다. 이 후, 송신단은 정보 비트와 패딩 비트를 정해진 순서에 따라 배치한 후, 앞서 설명한 바와 같이 부채널 할당 블록 1406, 생성 행렬 곱셈 블록 1408을 이용하여 극 부호의 부호화를 수행한다.

[114] 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.

[115] 도 15는 상기도 13, 도 14의 패딩 비트 생성의 결과를 도시한다. 정보 비트 시퀀스 b 1510는 포맷 식별 필드 1511, 일부 정보 비트 및 정보 기반으로 생성된 패딩 비트의 혼합 필드 1512, 나머지 정보 비트 필드 1513, 외부 부호화 패리티 비트 필드 1514 순서로 구성된다. 여기서, 일부 정보 비트 및 정보 기반으로 생성된 패딩 비트의 혼합 필드 1512는 정보 비트 중 일부와 패딩 비트가 동시에 존재할 수 있다. 정보 기반으로 생성된 패딩 비트는 정보 비트와 무관한 고정된 값을 갖지 않고, 일부 정보 비트들의 선형 결합(linear combination)이나 반복(repetition)으로 생성된다. 구체적으로, 정보 기반의 패딩 비트는 이보다 낮은 비트 인덱스에 위치한 정보 비트들의 선형 결합이나 반복으로 생성될 수 있도록 배치된다. 여기서, 선형 결합이란 하나 이상의 정보 비트들의 이진 합(modulo 2 sum, exclusive OR)을 계산하는 것을 의미하며, 반복이란 하나의 정보 비트를 그대로 복사하는 것을 의미한다. 넓은 의미에서 선형 결합은 반복을 포함한다. 상기 패딩 비트의 생성에 관여하는 낮은 비트 인덱스에 위치한 정보 비트는 가장 낮은 비트 인덱스에 위치한 포맷 식별 필드 1511도 포함한다. 상기와 같이 구성된 정보 비트 시퀀스 b 1510는 순서가 유지되면서 극 부호 입력 비트 시퀀스 u 920에 맵핑된다. 상기와 같은 구성을 통해 수신단의 SC-기반 복호화기에서는 각 정보 기반으로 생성된 패딩 비트가 해당 패딩 비트의 생성에 관여한 정보 비트보다 나중에 복호된다.

[116] 도 16은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트

기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.

- [117] 도 16은 도 15의 패딩 비트 생성 결과의 구체적인 일 실시 예를 도시한다. 도 16의 실시 예에 따르면, 정보 비트 시퀀스 b 1610는 사전 정보 필드 1612, 정보 비트 기반으로 생성된 패딩 비트 필드 1613, 나머지 정보 비트 필드 1614, 외부 부호화 패리티 비트 필드 1615의 순서로 구성된다. 여기서, 사전 정보 필드 1612는 패딩 비트 필드보다 앞서 배치된 정보 비트들로 구성되는데, 정보 비트 수 K , 다르게는 패딩 비트 수 K_p 를 나타내거나 유추할 수 있는 포맷 식별 필드 1611를 포함하는 것을 특징으로 한다. 사전 정보 필드 1612의 비트 수를 K_{front} 라고 하고 포맷 식별 필드 1611의 비트 수를 K_{FI} 라고 하면, $K_{front} \geq K_{FI}$ 가 된다. 정보 비트 시퀀스 b 1610는 순서가 유지되면서 극 부호 입력 비트 시퀀스 u 1620에 맵핑된다. 상기와 같은 구성을 통해 수신단의 SC-기반 복호화기에서는 사전 정보 필드 1611가 정보 비트 기반으로 생성된 패딩 비트 필드 1013보다 먼저 복호될 수 있다.
- [118] 도 17은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스의 구성과 이를 극 부호 입력 비트 시퀀스에 맵핑하는 과정을 도시한다.
- [119] 도 17은 도 15의 패딩 비트 생성 결과의 다른 일 실시 예를 도시한다. 도 17의 실시 예에 따르면, 정보 비트 시퀀스 b 1710는 포맷 식별 필드 1711를 포함하는, 일부 정보 비트와 정보 비트 기반으로 생성된 패딩 비트가 교차로 배치된 필드 1712, 나머지 정보 비트 필드 1713, 외부 부호화 패리티 비트 필드 1714 순서로 구성된다. 여기서, 일부 정보 비트와 정보 비트 기반으로 생성된 패딩 비트가 교차로 배치된 필드 1712는 K_p 개의 일부 정보 비트와 K_p 개의 패딩 비트로 구성되는데, 상기 일부 정보 비트와 패딩 비트가 교차로 배치된 필드 1712의 가장 앞에는 포맷 식별 필드 1711이 배치되는 것을 특징으로 한다. 상기 일부 정보 비트와 패딩 비트가 교차로 배치된 필드 1712에는 일부 정보 비트와 비트 인덱스가 앞선 비트를 기반으로 생성된 패딩 비트가 교차로 배치된다. 일 실시 예에 따르면, 상기 일부 정보 비트와 패딩 비트가 교차로 배치된 필드 1712는 정보 K_{FI} 개의 포맷 식별 필드, K_{FI} 개의 패딩 비트, a_1 개의 정보 비트, a_1 개의 패딩 비트, a_2 개의 정보 비트, a_2 개의 패딩 비트, ..., a_1 개의 정보 비트, a_1 개의 패딩 비트의 순서로 구성된다. 여기서, a_i 는 $K_{FI} + a_1 + a_2 + \dots + a_i = K_p$ 를 만족하는 자연수 값을 갖도록 설정될 수 있다. 앞선 실시 예와 마찬가지로, 상기 패딩 비트는 정보 비트 기반으로 생성되며, 상기 패딩 비트보다 비트 인덱스가 앞선 정보 비트들의 선형 결합이나 반복으로써 생성된다. 정보 비트 시퀀스 b 1710는 순서가 유지되면서 극 부호 입력 비트 시퀀스 u 1720에 맵핑된다. 상기와 같은 구성을 통해 수신단의 SC-기반 복호기에서는 사전 정보 필드 1711가 정보 비트 기반으로 생성된 패딩 비트 필드 1113보다 먼저 복호될 수 있다.
- [120] 도 15 내지 17과 같이 정보 비트 기반으로 패딩 비트를 생성하여 배치하는

방법은 매우 다양하며, 본 개시의 실시 예 외에도 다양한 실시 예들이 있을 수 있다. 다음의 표 1 내지 표 4의 실시 예들은 정보 비트 기반으로 패딩 비트를 생성하는 구체적인 예이다. 다만, 다음의 표 1 내지 표 4의 실시 예들이 본 개시에 의한 다양한 패딩 비트 생성 방식을 한정하지 않는다.

[121] 【표 1】

실시예 1-1)	$\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, \dots, b_{K_p-1}, b_0, b_1, \dots, b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$
실시예 1-2)	$\mathbf{b}' = \{b_0, b_0, b_1, b_1, \dots, b_{K_p-1}, b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$
실시예 1-3)	$\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, b_0, b_1, b_2, b_3, b_2, b_3, \dots, b_{K_p-2}, b_{K_p-1}, b_{K_p-2}, b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$
실시예 1-4)	$\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, b_2, b_0, b_1, b_2, \dots, b_{K_p-3}, b_{K_p-2}, b_{K_p-1}, b_{K_p-3}, b_{K_p-2}, b_{K_p-1}, b_{K_p}, \dots, b_{K-1}\}$

[122] 표 1은 $K_{FI}=1$ 인 상황을 고려하고 반복에 의하여 패딩 비트를 생성했을 때, 구성된 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 의 실시 예들을 나타낸다. 표 1의 실시 예는 본 개시에 의한 패딩 비트 생성 방식을 한정하지 않는다. 여기서, 패딩이 되기 전의 비트들의 집합인 b_0, b_1, \dots, b_{K-1} 는 CRC 등의 외부 부호 부호화의 결과물로서 비트 시퀀스일 수도 있고, CRC 등의 외부 부호 부호화에 입력될 비트 시퀀스일 수도 있다. 표 1의 실시 예 1-1의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함하여 K_p 개의 비트를 사전 정보 비트로 설정되고, 바로 뒤에 K_p 개의 패딩 비트가 사전 정보 비트를 그대로 반복하여 생성된 것이다. 표 1의 실시 예 1-2의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함하여 K_p 개의 정보 비트와 동일한 수의 패딩 비트가 1 비트 단위로 교차해가며 배치되고, 패딩 비트를 바로 앞에 배치된 정보 비트를 반복하여 생성된 것이다. 표 1의 실시 예 1-3의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함하여 K_p 개의 정보 비트와 동일한 수의 패딩 비트를 2 비트 단위로 교차해가며 배치하고, 각 2개의 패딩 비트가 바로 앞에 배치된 2개의 정보 비트를 반복하여 생성된 것이다. 표 1의 실시 예 1-4의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함하여 K_p 개의 정보 비트와 동일한 수의 패딩 비트가 3 비트 단위로 교차해가며 배치되고, 각 3개의 패딩 비트가 바로 앞에 배치된 3개의 정보 비트를 반복하여 생성된 것이다.

[123] 【표 2】

실시예 2-1)	$\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, \dots, b_{K_p-1}, b_0, b_0 \oplus b_1, b_2 \oplus b_3, \dots, b_{K_p-2} \oplus b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$
실시예 2-2)	$\mathbf{b}' = \{b_0, b_0, b_1, b_0 \oplus b_1, b_2, b_1 \oplus b_2, \dots, b_{K_p-1}, b_{K_p-2} \oplus b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$

[124] 표 2는 $K_{FI}=1$ 인 상황을 고려하고 선형 결합으로 패딩 비트를 생성했을 때, 구성된 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 의 실시 예들을 나타낸다. 표 2의 실시 예는 본 개시에 의한 패딩 비트 생성 방식을 한정하지 않는다. 여기서, 패딩이 되기 전의 비트들의 집합 b_0, b_1, \dots, b_{K-1} 는 CRC 등의 외부 부호 부호화의 결과 비트 시퀀스일 수도 있고, CRC 등의 외부 부호 부호화에 입력될 비트 시퀀스일 수도 있다. 표

2의 실시 예 2-1의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함하여 K_p 개의 비트를 사전 정보 비트가 설정되고, K_p 개의 패딩 비트가 사전 정보 비트들의 선형 결합으로 생성된 것이다. 기호 \oplus 는 이진-합 혹은 XOR 연산을 나타내며, 실시 예 2-1의 패딩 비트 생성을 위한 선형 결합 식은 예시일 뿐 다양한 형태로 설계될 수 있다. 표 2의 실시 예 2-2의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함한 K_p 개의 정보 비트와 패딩 비트가 1비트씩 교차해가며 배치되고, 패딩 비트가 이보다 앞쪽에 배치된 정보 비트의 선형 결합으로 생성된 것이다. 실시 예 2-2의 패딩 비트 생성을 위한 선형 결합 식은 예시일 뿐이며, 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는 다양한 형태로 설계될 수 있다.

[125] 【표 3】

실시예 3-1) $\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, \dots, b_{K_p-1}, b_0, b_1, \dots, b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$
실시예 3-2) $\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, b_0, b_1, b_2, b_2, b_3, b_3, \dots, b_{K_p-1}, b_{K_p-1}, b_{K_p}, b_{K_p+1}, \dots, b_{K-1}\}$

[126] 표 3은 $K_{FI}=2$ 인 상황을 고려하고 반복으로 패딩 비트를 생성했을 때, 구성된 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 의 실시 예들을 나타낸다. 표 3의 실시 예는 본 개시에 의한 패딩 비트 생성 방식을 한정하지 않는다. 여기서, 패딩이 되기 전의 비트들의 집합 b_0, b_1, \dots, b_{K-1} 는 CRC 등의 외부 부호화의 결과물로서 비트 시퀀스일 수도 있고, CRC 등의 외부 부호 부호화에 입력될 비트 시퀀스일 수도 있다. 표 3의 실시 예 3-1의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 포맷 식별 필드를 포함하여 K_p 개의 비트를 사전 정보 비트가 설정되고, 바로 뒤에 K_p 개의 패딩 비트가 사전 정보 비트들의 반복으로 생성된 것이다. 표 3의 실시 예 3-2의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, 먼저 포맷 식별 필드 2비트가 가장 앞쪽에 배치되고, 바로 다음에 포맷 식별 필드 2비트 반복하여 패딩 비트가 생성된 것이다. 그리고, K_p-2 개의 정보 비트와 동일한 수의 패딩 비트가 1비트씩 교차해가며 배치되고, 패딩 비트가 바로 앞의 정보 비트의 반복으로 생성된 것이다.

[127] 【표 4】

실시예 4-1) $\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, b_2, b_0, b_1, b_2, b_0, b_1, b_3, b_4, \dots, b_{K-1}\}$
실시예 4-2) $\mathbf{b}' = \{b_0, b_1, b_2, b_0, b_1, b_3, b_4, \dots, b_{K-1}\}$

[128] 표 4는 $K_{FI}=3$ 인 상황을 고려하고 반복으로 패딩 비트를 생성했을 때, 구성된 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 의 실시 예들을 나타낸다. 표 4의 실시 예는 본 개시에 의한 패딩 비트 생성 방식을 한정하지 않는다. 여기서, 패딩이 되기 전의 비트들의 집합 b_0, b_1, \dots, b_{K-1} 는 CRC 등의 외부 부호 부호화의 결과로서 비트 시퀀스일 수도 있고, CRC 등의 외부 부호 부호화에 입력될 비트 시퀀스일 수도 있다. 여기서, 포맷 식별 필드는 b_0, b_1, b_2 이다. 표 4의 실시 예 4-1의 정보 비트 시퀀스 \mathbf{b}' 는, $K_p=5$

인 경우를 가정한다. 먼저, 포맷 식별 필드 3비트가 가장 앞쪽에 배치되고, 바로 뒤에 $K_p=5$ 개의 패딩 비트가 배치된다. 패딩 비트는 앞의 포맷 식별 필드를 계속하여 반복한 형태로 생성될 수 있다. 가령, 5개의 패딩 비트는 b_0, b_1, b_2, b_0, b_1 의 값을 가지도록 결정될 수 있다. 패딩 비트는 상기 포맷 식별 필드 3비트의 선형 결합으로도 생성될 수 있다. 표 4의 실시 예 4-2의 정보 비트 시퀀스 b' 는, $K_p=2$ 인 경우를 가정한다. 먼저 포맷 식별 필드 3비트가 가장 앞쪽에 배치되고, 바로 뒤에 $K_p=2$ 개의 패딩 비트가 배치된다. 패딩 비트는 앞의 포맷 식별 필드를 반복하여 생성되는데 패딩 비트 수 K_p 가 포맷 식별 필드 크기보다 작으므로 일부의 포맷 식별 필드만이 반복된다. 가령, 2개의 패딩 비트는 포맷 식별 필드 3 비트 중 b_0, b_1 의 값을 가지도록 결정된다. 패딩 비트는 상기 포맷 식별 필드의 3비트의 선형 결합으로도 생성될 수 있다.

- [129] 도 18은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성을 통한 정보 비트 시퀀스를 부호화하여 생성된 신호를 복호화하는 과정을 도시한다.
- [130] 도 18을 참고하면, 정보 비트 기반으로 패딩 비트를 생성했을 때 수신단의 SCL 복호기가 수행하는 동작이 도시된다. 도 18에서 $K_{R1}=1$ 이고, 포맷 식별 필드가 1일 때 $K_p=0$, 포맷 식별 필드가 0일 때 $K_p=2$ 인 일 실시 예를 살펴본다. 본 실시 예에서 포맷 식별 필드가 0인 경우, 정보 비트 시퀀스의 앞 부분은 $b_0, b_0, b_1, b_1, b_2, b_2, \dots$ 와 같이 구성된다. 정보 비트와 반복으로 생성된 패딩 비트를 구분하기 위해 도 18에서는 패딩 비트가 b_k 과 같이 표기된다. SCL 복호 중 포맷 식별 필드 1801가 1인 경로에 대해서는 패딩 비트를 고려할 필요가 없으므로, 복호화는 일반적인 경로 확장을 수행한다 1802. 포맷 식별 필드 1801가 0인 경로에 대해서는 패딩 비트에 대해서 패딩 비트 생성에 관여한 앞쪽의 정보 비트 값에 따라 경로에 대하여 제거(pruning)를 수행한다. 본 실시 예에서 b_k 는 이미 복호된 b_0 와 동일한 값을 가져야 하는데, 본 실시 예에서 b_0 는 포맷 식별 필드 비트로 0의 값을 갖기 때문에, 복호화는 $b'_k = 0$ 인 경로만을 고려한다 1803. 따라서 $b'_k = 1$ 의 경우는 고려할 필요가 없으므로, 복호화는 $b'_k = 1$ 의 경우에 대한 경로에 대하여 제거를 수행해야 한다 1804. 경로를 제거하기 위해서 경로의 path metric을 강제로 특정값으로 고정시켜 이후 자연스럽게 제거가 되게 하거나, 혹은 복호 시 그 경로를 강제로 배제하는 등의 다양한 방법이 사용될 수 있다. 복호화는 이후 b_1 에 대한 복호를 수행하고, 패딩 비트인 b_k 를 수행할 때는 해당 경로에서 고려되고 있는 b_1 값을 고려하여 적절한 제거를 수행한다 1805.
- [131] 도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 정보 비트 기반의 패딩 비트 생성의 오류 정정 성능을 도시한다.
- [132] 도 19의 실시 예에서는 예시적인 조건으로서, 정보 비트의 길이가 36비트 혹은 40 비트에서 가변적으로 변화하고, 부호화 결과 전송되는 비트의 길이가 108 비트이다. 정보 비트 내 1비트의 포맷 식별 필드가 있으며, 포맷 식별 필드 값이 0이면 정보 비트의 길이가 36비트, 포맷 식별 필드 값이 1이면 정보 비트의 길이가

40비트이다. 도 19의 실시예를 통하여 포맷 식별 필드가 0인 상황에서 4가지 다른 패딩 방법과 복호 방법 조합의 성능을 비교 평가한다. 첫 번째 설정에서는 고정된 값의 패딩을 고려하여 정보 비트 시퀀스가 $b'=\{b_0,0,0,0,0,b_1,b_2,\dots,b_{35}\}$ 와 같이 구성되고, 수신단은 패딩 비트를 정보 비트로 취급하여 복호한다. 이 경우, 고정된 값으로 이루어진 패딩 비트의 위치는 제약없이 결정될 수 있으나, 상기에 시와 같이 임의로 구성하였다. 두 번째 설정에서도 고정된 값의 패딩을 고려하여 정보 비트 시퀀스가 $b'=\{b_0,0,0,0,0,b_1,b_2,\dots,b_{35}\}$ 와 같이 구성되지만, 수신단은 패딩 비트를 동결 비트로 취급하여 복호한다. 패딩 비트가 동결 비트로 취급되기 때문에 성능 향상을 위해서 패딩 비트는 상기와 같이 구성되었다. 세 번째 설정에서는 정보 비트 기반으로 패딩 비트의 생성을 고려하여 정보 비트 시퀀스가 $b'=\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5,\dots,b_{35}\}$ 와 같이 구성되고, 수신단은 패딩 비트를 앞쪽에서 복호된 정보 비트 값을 확인할 때 도움이 되도록 사용한다. 네 번째 설정에서는 정보 비트 기반으로 패딩 비트의 생성을 고려하여 정보 비트 시퀀스가 $b'=\{b_0,b_0,b_1,b_1,b_2,b_2,b_3,b_3,b_4,b_5,\dots,b_{35}\}$ 와 같이 구성되고, 마찬가지로 수신단은 패딩 비트를 앞쪽에서 복호된 정보 비트 값을 확인할 때 도움을 되도록 사용한다. 상기 설정의 오류 정정 성능을 도 19에서 살펴보면, 정보 비트 기반으로 패딩 비트를 생성하는 경우, 즉, 세 번째 및 네 번째 설정의 경우에는, 고정된 값인 제로(zero)로 패딩 비트를 생성하는 경우, 즉, 첫 번째 및 두 번째 설정의 경우에 비하여, 메시지의 구성만으로 AWGN 채널에서 약 0.15dB의 성능이득이 달성될 수 있다. 따라서, 본 개시의 실시 예들에 따른 정보 비트 기반의 패딩 비트를 적용한 극 부호 구성은, 고정된 값의 패딩 비트를 적용한 극 부호 구성에 비하여, 낮은 복잡도의 구성 변경만으로 더 우수한 오류 정정 성능을 달성할 수 있다.

[133] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.

[134] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.

[135] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리(random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(read only memory, ROM), 전기적 삭제가능 프로그램가능 롬(electrically erasable programmable read only memory, EEPROM), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 콤팩트 디스크 롬(compact disc-ROM, CD-ROM), 디지털 다목적 디스크(digital versatile discs, DVDs) 또는 다른 형태의

광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수 개 포함될 수도 있다.

- [136] 또한, 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(local area network), WAN(wide area network), 또는 SAN(storage area network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.
- [137] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.
- [138] 한편 본 개시의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 개시의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 무선 통신 시스템에서 송신단의 동작 방법에 있어서,
정보 비트들에 기초하여 패딩 비트들을 생성하는 과정과,
상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 포함하는 입력 비트 시퀀스를
생성하는 과정과,
상기 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화함으로써 메시지를 생성하는
과정과,
상기 메시지를 송신하는 과정을 포함하는 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 입력 비트 시퀀스는, 포맷 식별 정보를 더 포함하며,
상기 포맷 식별 정보는, 상기 패딩 비트들의 개수를 확인하기 위해
사용되는 방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 정보 비트들에 기초하여 상기 패딩 비트들을 생성하는 과정은,
상기 정보 비트들 중 적어도 일부를 반복함으로써 상기 패딩 비트들을
생성하는 과정을 포함하는 방법.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 정보 비트들에 기초하여 상기 패딩 비트들을 생성하는 과정은,
상기 정보 비트들 중 적어도 일부를 선형 결합함으로써 상기 패딩
비트들을 생성하는 과정을 포함하는 방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 포함하는 입력 비트 시퀀스를
생성하는 과정은,
상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 교차로 배치함으로써 상기 입력
비트 시퀀스를 생성하는 과정을 포함하는 방법.
- [청구항 6] 무선 통신 시스템에서 수신단의 동작 방법에 있어서,
메시지를 수신하는 과정과,
극 부호에 따라 상기 메시지 내 포맷 식별 정보를 포함하는 제1 필드를
복호화하는 과정과,
상기 포맷 식별 정보에 기초하여 정보 비트들 및 패딩 비트들을 포함하는
제2 필드를 복호화하는 과정을 포함하는 방법.
- [청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 패딩 비트들은, 상기 정보 비트들에 기초하여 생성되는 방법.
- [청구항 8] 청구항 6에 있어서,
상기 포맷 식별 정보에 기초하여 상기 패딩 비트들의 개수를 확인하는
과정을 더 포함하는 방법.
- [청구항 9] 청구항 6에 있어서,

상기 제2 필드를 복호화하는 과정은,
 상기 패딩 비트들 중 하나를 복호하는 경우, 상기 패딩 비트들 중 하나의 값에 대응하는 경로의 확률을 미리 정의된 값으로 설정하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 10] 청구항 6에 있어서,
 상기 제2 필드를 복호화하는 과정은,
 상기 패딩 비트들 중 하나를 복호하는 경우, 상기 패딩 비트들 중 하나의 값에 대응하는 경로와 다른 경로를 제거하는 과정을 포함하는 방법.

[청구항 11] 무선 통신 시스템에서 송신단 장치에 있어서,
 신호를 송신 및 수신하는 송수신기와,
 적어도 하나의 프로세서를 포함하며,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 정보 비트들에 기초하여 패딩 비트들을 생성하고,
 상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 포함하는 입력 비트 시퀀스를 생성하며,
 상기 입력 비트 시퀀스를 극 부호로 부호화함으로써 메시지를 생성하고,
 상기 송수신기를 제어하여 상기 메시지를 송신하도록 구성된 장치.

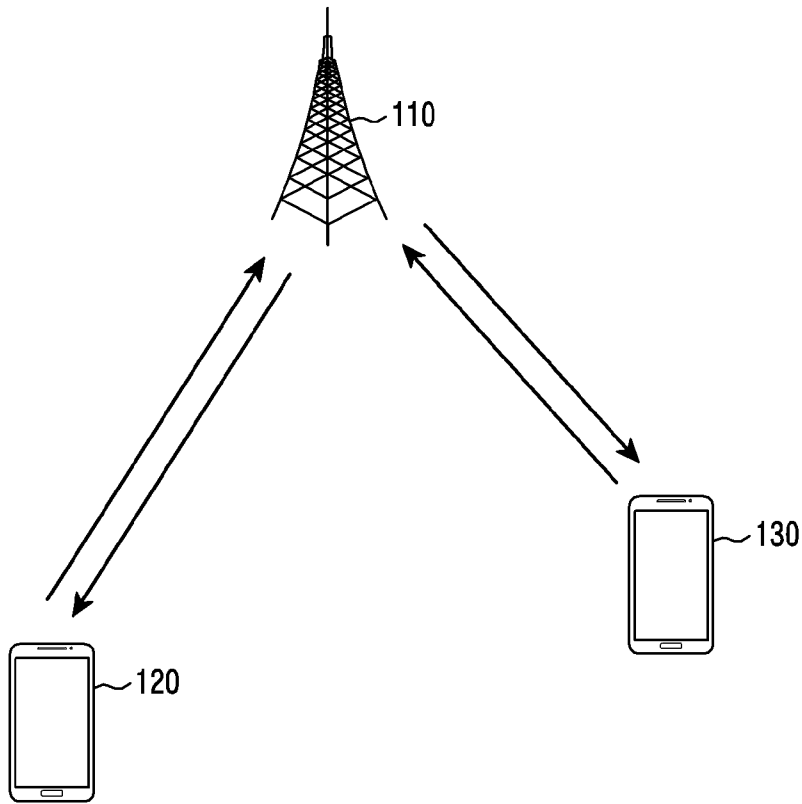
[청구항 12] 청구항 11에 있어서,
 상기 입력 비트 시퀀스는, 포맷 식별 정보를 더 포함하며,
 상기 포맷 식별 정보는, 상기 패딩 비트들의 개수를 확인하기 위해 사용되는 장치.

[청구항 13] 청구항 11에 있어서,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 정보 비트들 중 적어도 일부를 반복함으로써 상기 패딩 비트들을 생성하도록 더 구성된 장치.

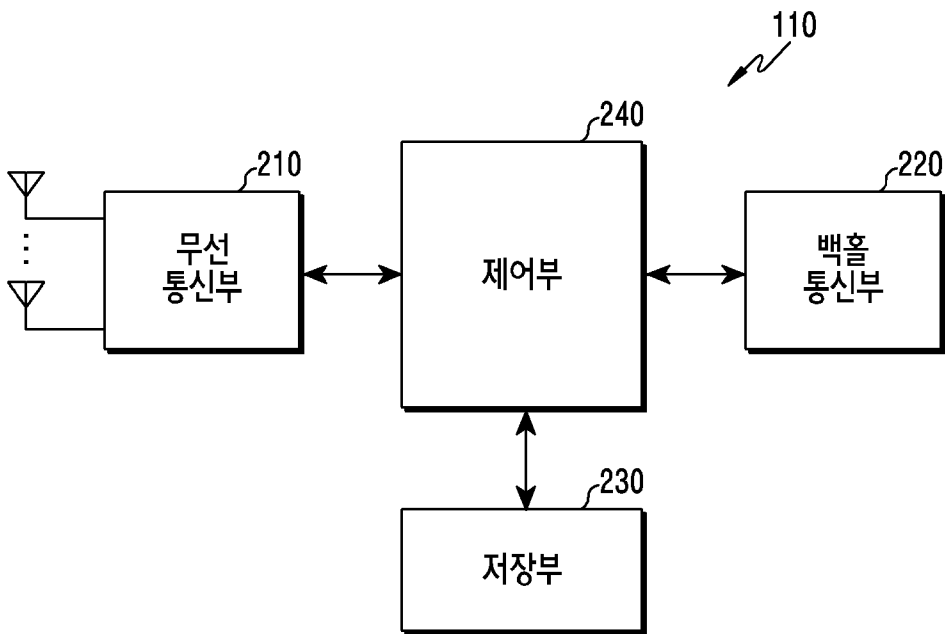
[청구항 14] 청구항 11에 있어서,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 정보 비트들 중 적어도 일부를 선형 결합함으로써 상기 패딩 비트들을 생성하도록 더 구성된 전자 장치.

[청구항 15] 청구항 11에 있어서,
 상기 적어도 하나의 프로세서는,
 상기 패딩 비트들과 상기 정보 비트들을 교차로 배치함으로써 상기 입력 비트 시퀀스를 생성하도록 더 구성된 전자 장치.

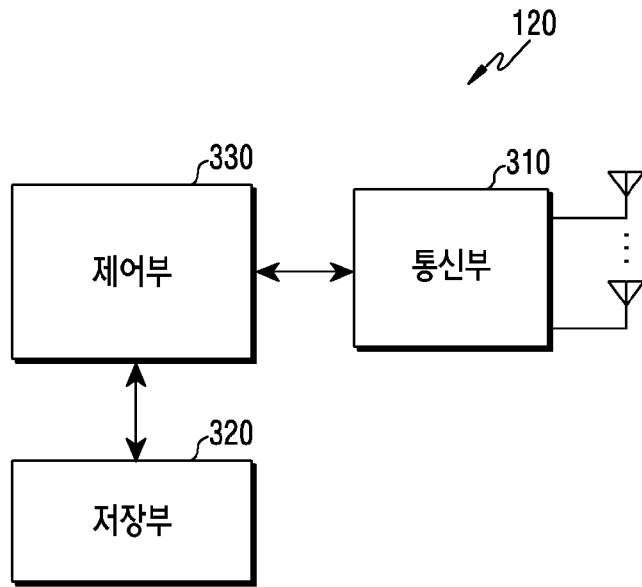
[도1]



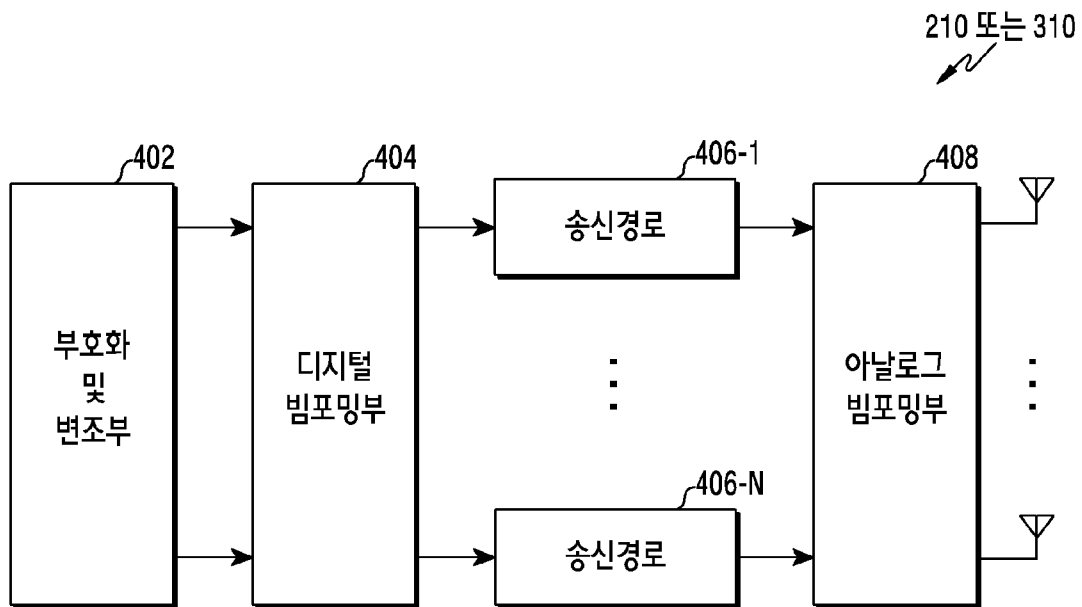
[도2]



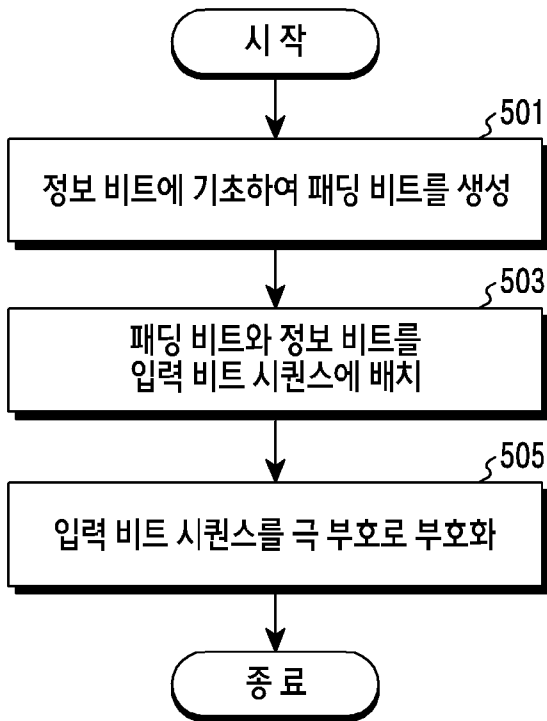
[도3]



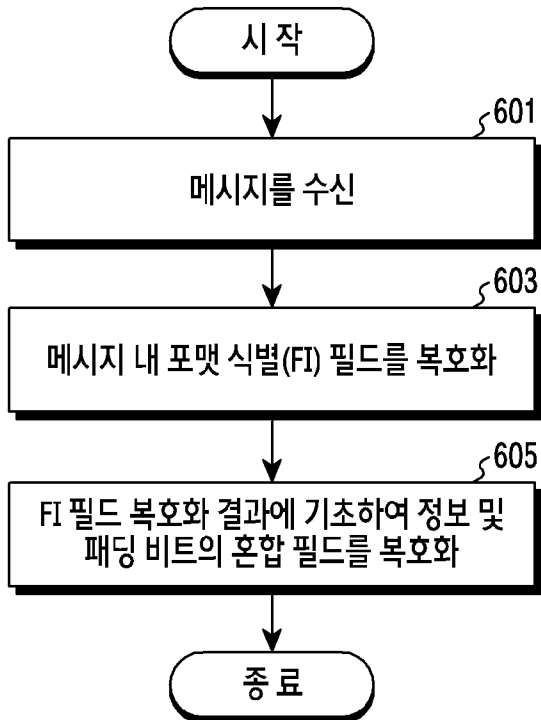
[도4]



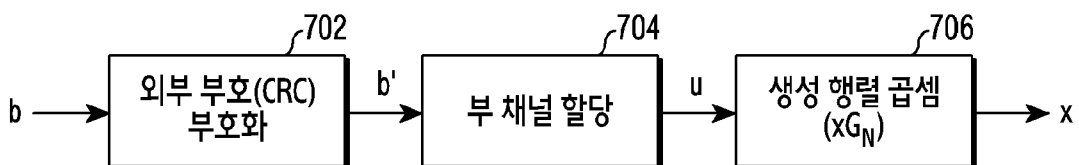
[도5]



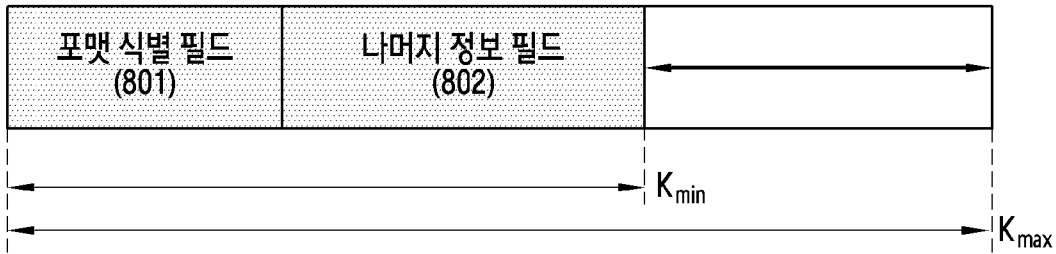
[도6]



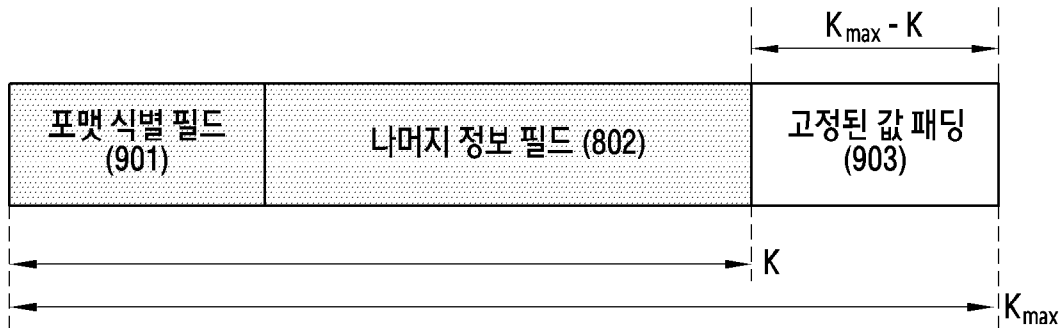
[도7]



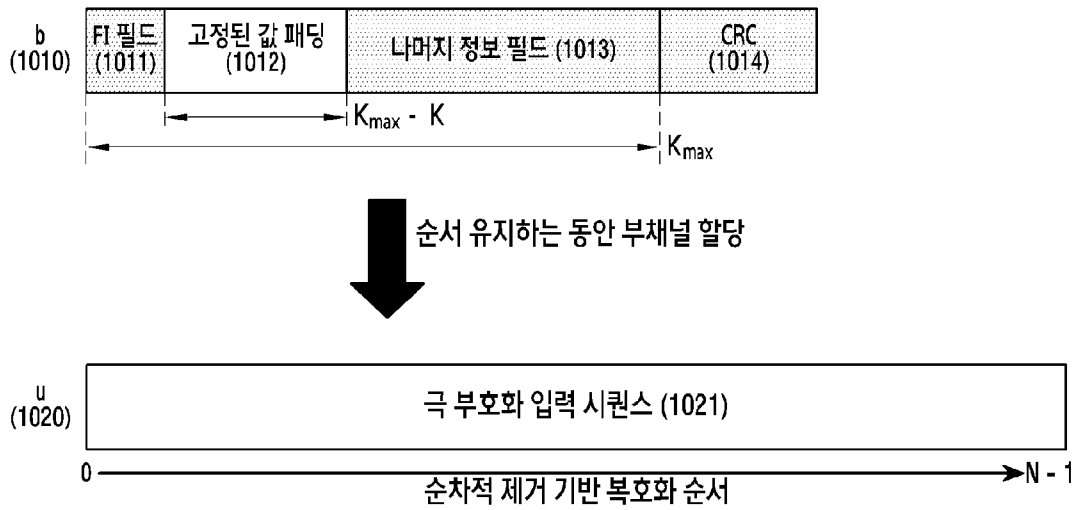
[도8]



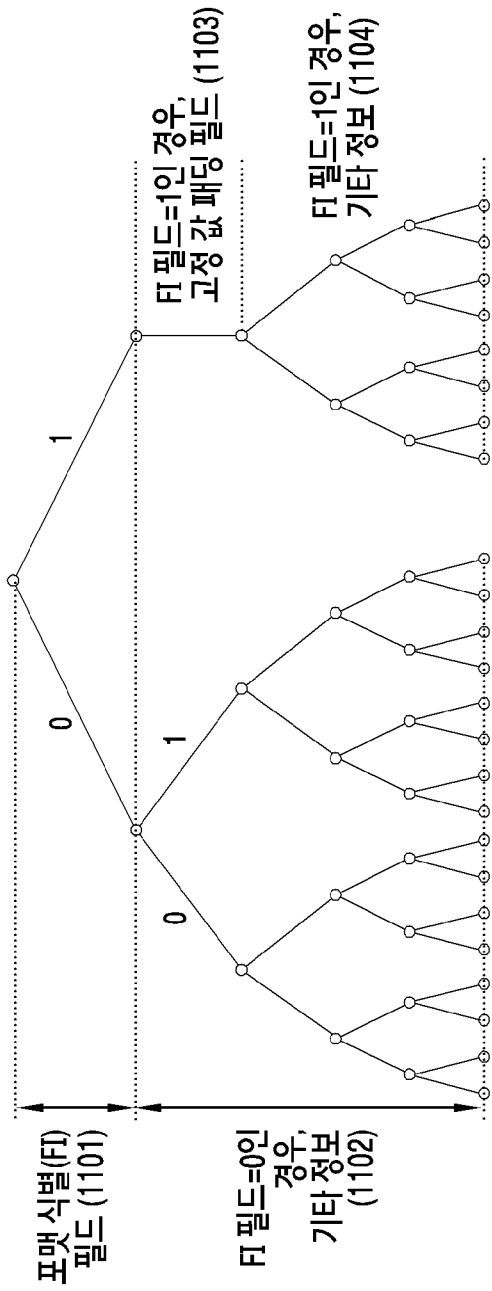
[도9]



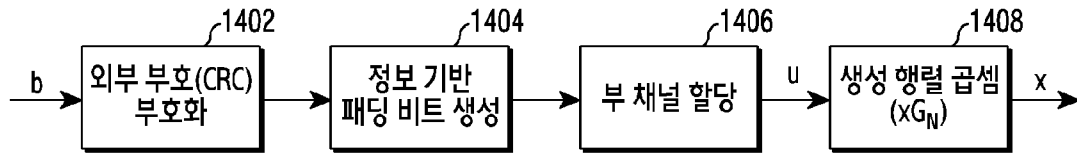
[도 10]



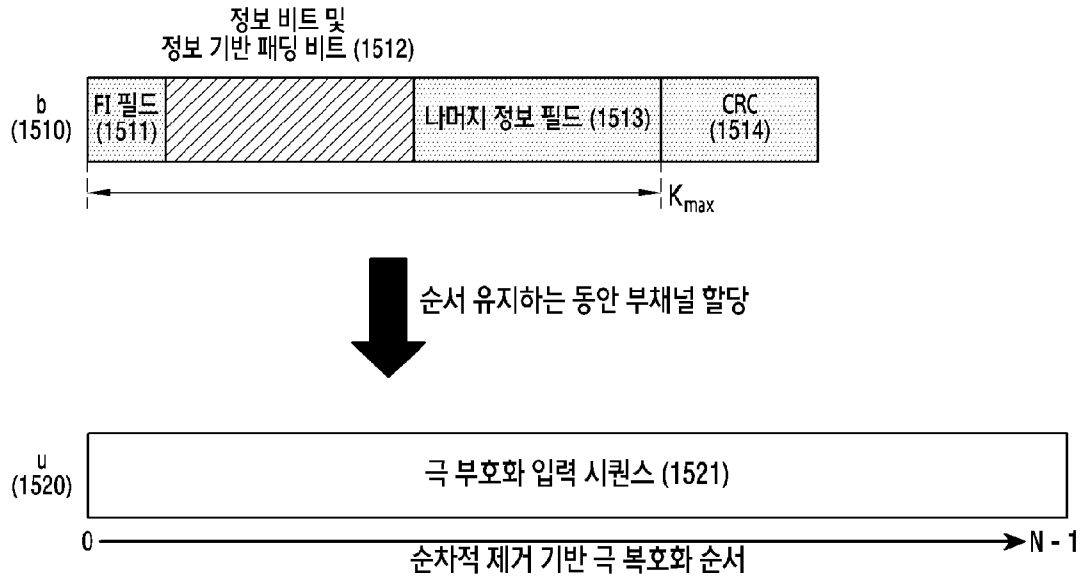
[도 11]



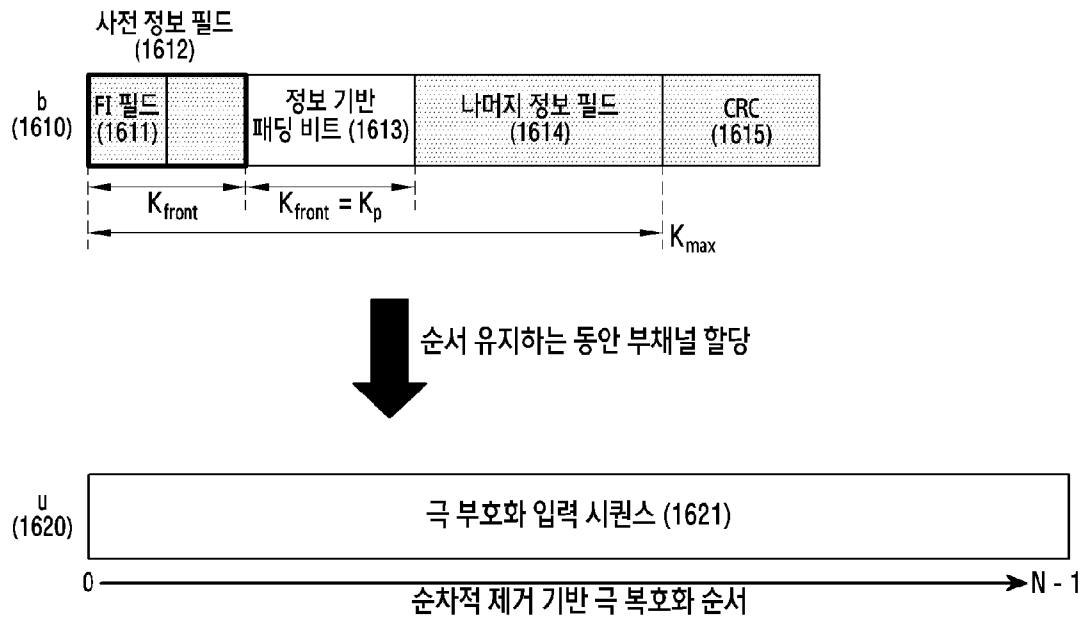
[도 14]



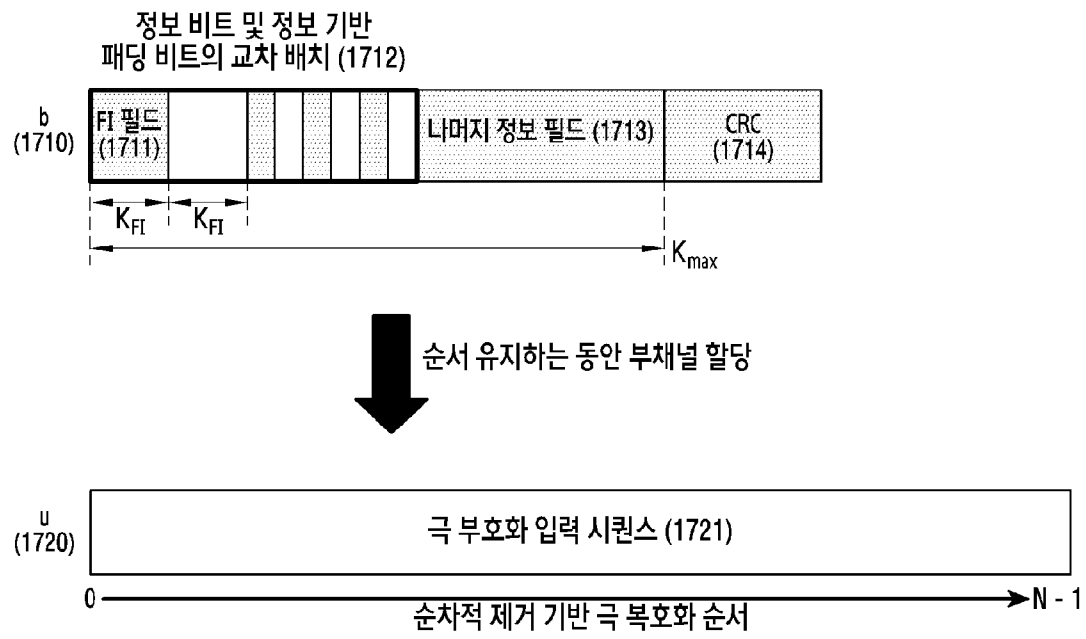
[도 15]



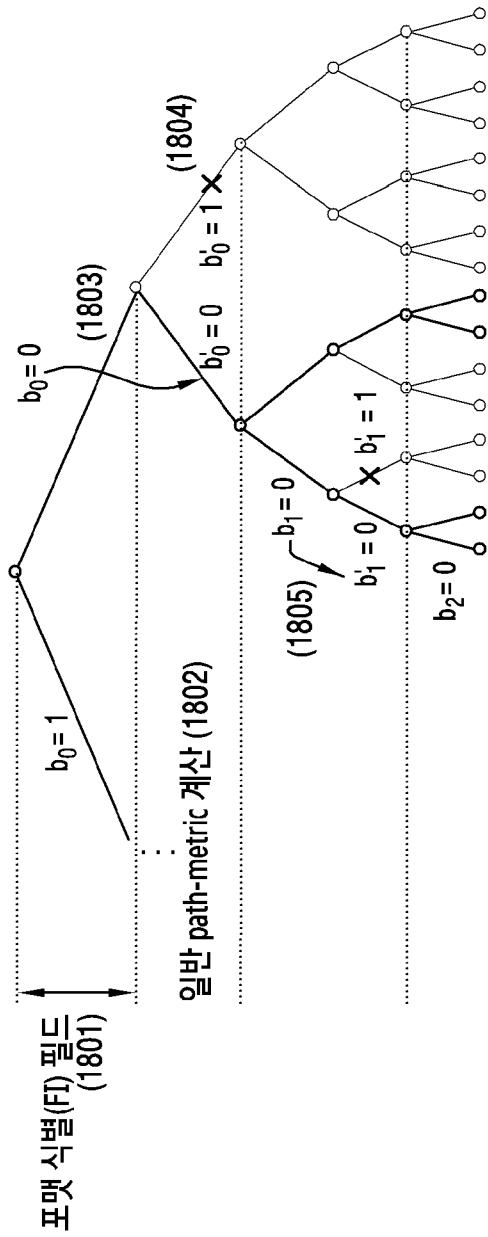
[도 16]



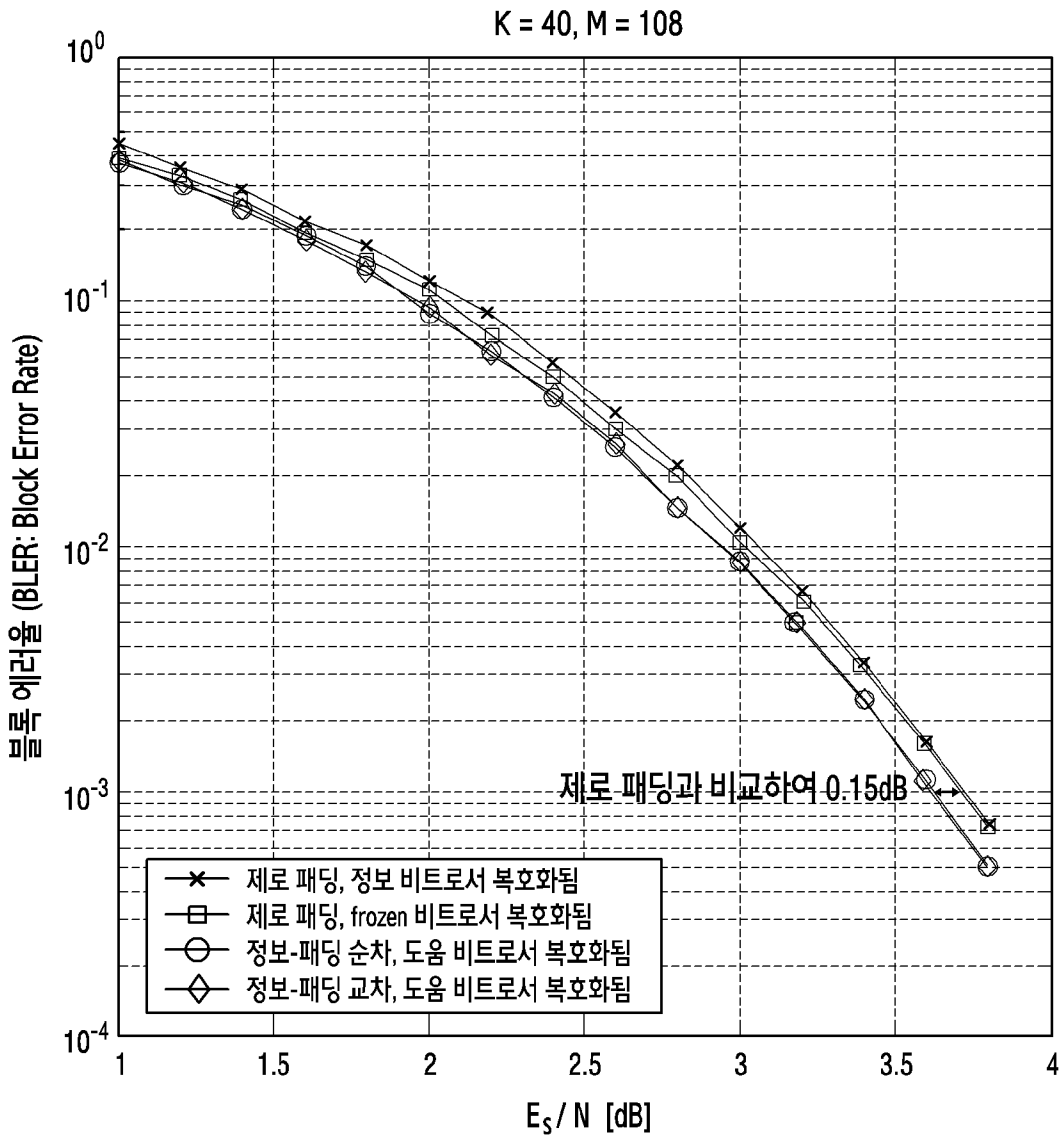
[도 17]



[도18]



[도 19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/013962

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M 13/13(2006.01)i, H04L 1/00(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)

H03M 13/13; G06F 11/10; H03M 13/03; H03M 13/05; H03M 13/09; H04L 1/00

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: sequence, polar code, information bit, padding bit, crossing, linear, combination, 5G, encoding, wireless communication, transmitting and receiving

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016-141544 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 15 September 2016 See page 1, lines 5-25; page 5, lines 17-18; page 7, lines 18-20; page 11, lines 19, 25-30; page 12, lines 1-2; claim 1; and figures 1, 4-5.	1-15
A	WO 2015-060653 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 30 April 2015 See paragraphs [0134]-[0142]; claim 11; and figures 1-7.	1-15
A	KR 10-2014-0077492 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 24 June 2014 See paragraphs [0004], [0036], [0092]; claim 1; and figure 11.	1-15
A	KR 10-2015-0032197 A (LSI CORPORATION) 25 March 2015 See paragraphs [0028]-[0031]; claims 1, 9; and figures 2-3.	1-15
A	KR 10-1617965 B1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 04 May 2016 See paragraphs [0026]-[0028]; claim 1; and figure 2.	1-15



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

27 FEBRUARY 2019 (27.02.2019)

Date of mailing of the international search report

27 FEBRUARY 2019 (27.02.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2018/013962

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2016-141544 A1	15/09/2016	CA 2989338 A1	15/09/2016
		CN 107210845 A	26/09/2017
		CN 108900283 A	27/11/2018
		EP 3255823 A1	13/12/2017
		EP 3255823 A4	07/03/2018
		JP 2018-512784 A	17/05/2018
		US 2018-013517 A1	11/01/2018
		US 2018-013517 A1	11/01/2018
WO 2015-060653 A1	30/04/2015	KR 10-2015-0046700 A	30/04/2015
		US 2016-0241356 A1	18/08/2016
		US 9800371 B2	24/10/2017
KR 10-2014-0077492 A	24/06/2014	US 2014-0173376 A1	19/06/2014
		US 2017-0187396 A1	29/06/2017
		US 9628113 B2	18/04/2017
		WO 2014-092502 A1	19/06/2014
KR 10-2015-0032197 A	25/03/2015	DE 102014113340 A1	19/03/2015
		US 2015-0077277 A1	19/03/2015
		US 2015-0236715 A1	20/08/2015
		US 9007241 B2	14/04/2015
		US 9209832 B2	08/12/2015
KR 10-1617965 B1	04/05/2016	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H03M 13/13(2006.01)i, H04L 1/00(2006.01)j

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H03M 13/13; G06F 11/10; H03M 13/03; H03M 13/05; H03M 13/09; H04L 1/00

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: 시퀀스, 극부호, 정보비트, 패딩비트, 교차, 선형, 결합, 5G, 부호화, 무선통신, 송수신

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	WO 2016-141544 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2016.09.15 페이지 1, 라인 5-25; 페이지 5, 라인 17-18; 페이지 7, 라인 18-20; 페이지 11, 라인 19, 25-30; 페이지 12, 라인 1-2; 청구항 1; 및 도면 1, 4-5 참조.	1-15
A	WO 2015-060653 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2015.04.30 단락 [0134]-[0142]; 청구항 11; 및 도면 1-7 참조.	1-15
A	KR 10-2014-0077492 A (삼성전자주식회사 등) 2014.06.24 단락 [0004], [0036], [0092]; 청구항 1; 및 도면 11 참조.	1-15
A	KR 10-2015-0032197 A (엘에스아이 코퍼레이션) 2015.03.25 단락 [0028]-[0031]; 청구항 1, 9; 및 도면 2-3 참조.	1-15
A	KR 10-1617965 B1 (한국과학기술원) 2016.05.04 단락 [0026]-[0028]; 청구항 1; 및 도면 2 참조.	1-15

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
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2019년 02월 27일 (27.02.2019)	국제조사보고서 발송일 2019년 02월 27일 (27.02.2019)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 안정환 전화번호 +82-42-481-8633
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2016-141544 A1	2016/09/15	CA 2989338 A1	2016/09/15
		CN 107210845 A	2017/09/26
		CN 108900283 A	2018/11/27
		EP 3255823 A1	2017/12/13
		EP 3255823 A4	2018/03/07
		JP 2018-512784 A	2018/05/17
		US 2018-013517 A1	2018/01/11
WO 2015-060653 A1	2015/04/30	KR 10-2015-0046700 A	2015/04/30
		US 2016-0241356 A1	2016/08/18
		US 9800371 B2	2017/10/24
KR 10-2014-0077492 A	2014/06/24	US 2014-0173376 A1	2014/06/19
		US 2017-0187396 A1	2017/06/29
		US 9628113 B2	2017/04/18
		WO 2014-092502 A1	2014/06/19
KR 10-2015-0032197 A	2015/03/25	DE 102014113340 A1	2015/03/19
		US 2015-0077277 A1	2015/03/19
		US 2015-0236715 A1	2015/08/20
		US 9007241 B2	2015/04/14
		US 9209832 B2	2015/12/08
KR 10-1617965 B1	2016/05/04	없음	