



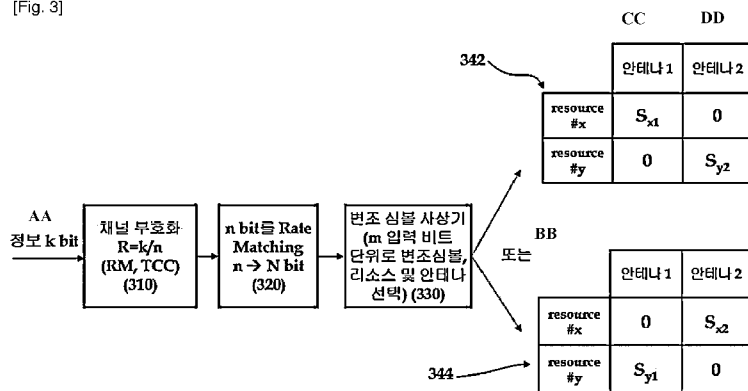
- (51) 국제특허분류: *H04B 7/02* (2006.01) *H04L 27/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/008608
- (22) 국제출원일: 2010년 12월 3일 (03.12.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2009-0124245 2009년 12월 14일 (14.12.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): (주)팬택 (PANTECH CO.,LTD.) [KR/KR]; 서울특별시 마포구 상암동 디엠씨구역아이 2블럭 팬택제열알앤디센터, 121-270 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 홍성권 (HONG, Sungkwon) [KR/KR]; 서울특별시 마포구 상암동 디엠씨구역아이 2블럭 팬택제열알앤디센터, 121-270 Seoul (KR). 박경민 (PARK, Kyoungmin) [KR/KR]; 경기도 고양시 일산서구 가좌동 푸르시오 206-501, 411-440 Gyeonggi-do (KR). 서성진 (SUH, Sungjin) [KR/KR]; 서울특별시 서초구 서초동 1338-25 신명스카이뷰 502호, 137-070 Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김은구 (KIM, Eungu) 등; 서울특별시 강남구 역삼동 636-15 상원빌딩 2층, 135-908 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CONFIGURING A CHANNEL USING DIVERSITY

(54) 발명의 명칭: 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법 및 장치

[Fig. 3]



AA ... k-bit of information
BB ... OR
CC ... Antenna 1
DD ... Antenna 2
310 ... Channel encoding
320 ... Rate matching n-bit
n -> N bit
330 ... Modulation symbol mapper (selecting modulation symbols, resources and antennas by the unit of m-input bits)

(57) Abstract: The present invention discloses a method and an apparatus for configuring a channel using diversity. The method for configuring a channel using uplink diversity according to one embodiment of the present invention comprises the following steps: converting k-bit of information to be transmitted into n-bit, which is an encoded bit, so as to transmit predetermined information from the channel; selecting m-bit from among said n-bit and permitting T-number of transmitting antennas to generate T-number of modulation symbols so as to transmit said m-bit; and transmitting said T-number of modulation symbols as channel symbols from said T-number of transmitting antennas. In the step of generating the modulation symbols, the T-number of transmitting antennas generate the T-number of modulation symbols using R-number of different resources from each other.

(57) 요약서: 본 발명은 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법 및 장치를 개시하고 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 상향 링크 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법은 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit

를 부호 비트인 n bit로 변환하는 단계, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 T개의 송신 안테나에서 T개의 변조 심볼을 생성하는 단계, 및 상기 T개의 송신 안테나에서 상기 T개의 변조 심볼을 채널 심볼로 송신하는 단계를 포함하며, 상기 변조 심볼을 생성하는 단계에서 상기 T개의 송신 안테나는 서로 다른 R개의 리소스를 사용하여 T개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 한다.



공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법 및 장치

기술분야

- [1] 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법 및 장치를 개시하고 있다.

배경기술

- [2] 3GPP LTE 상향링크 제어채널은 상하향 링크의 효율적인 통신을 위하여 필요한 정보를 UE로부터 eNB로 전송하는 채널을 의미하며 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)라고 정의된다.
- [3] 3GPP LTE-A에서는 다중사용자 MIMO, CoMP(Coordinated Multi-Point)통신, CA(Carrier Aggregation)등의 새로운 기술의 도입이 고려되고 있으며 이러한 새로운 기술의 도입에 따라 상향링크 PUCCH의 성능향상이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명은 상향링크 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법 및 장치를 제공하고자 한다. 보다 상세하게는 3GPP LTE-A에서의 상향 링크의 성능 향상을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [5] 전술한 과제를 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법은 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 단계, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조 심볼을 생성하는 단계, 및 상기 T 개의 송신 안테나에서 상기 T 개의 변조 심볼을 채널 심볼로 송신하는 단계를 포함하며, 상기 변조 심볼을 생성하는 단계에서 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [6] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법은 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 단계, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 서로 다른 제 1 리소스와 제 2 리소스 중 하나를 선택하여 제 1 변조 심볼을 생성하는 단계, 제 2 변조 심볼을 상기 제 1 변조 심볼을 생성하는 단계에서 선택되지 않은 리소스를 사용하여 생성하는 단계, 및 상기 제 1 변조 심볼을 제 1 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조 심볼을 제 2 송신 안테나에서 송신하는 단계를 포함하며, 상기 2 개의 송신 안테나에서 생성된 변조 심볼 및 상기 2 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스의 매핑 정보에 의해 상기 m bit를 나타낼 수 있는 것을 특징으로 한다.

- [7] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치는 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조 심볼을 생성하는 변조 심볼 사상부, 및 상기 T 개의 송신 안테나에서 상기 T 개의 변조 심볼을 채널 심볼로 송신하는 송신부를 포함하며, 상기 변조 심볼 사상부는 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [8] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치는 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 서로 다른 제 1 리소스와 제 2 리소스 중 하나를 선택하여 제 1 변조 심볼을 생성하며, 제 2 변조 심볼을 상기 제 1 변조 심볼의 생성시 선택되지 않은 리소스를 사용하여 생성하는 변조 심볼 사상부, 및 상기 제 1 변조 심볼을 제 1 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조 심볼을 제 2 송신 안테나에서 송신하는 송신부를 포함하며, 상기 2 개의 송신 안테나에서 생성된 변조 심볼 및 상기 2 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스의 매핑 정보에 의해 상기 m bit를 나타낼 수 있는 것을 특징으로 한다.
- [9] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법은 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하고 상기 n bit 중 m bit를 선택하는 단계, 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 제 2 에너지에 의해 송신될 변조 심볼을 T 개 생성하는 단계, 및 상기 T 개의 변조 심볼을 T 개의 송신 안테나를 이용하여 상기 제 2 에너지를 소모하여 송신하는 단계를 포함하며, 상기 변조 심볼을 생성하는 단계에서 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 한다.
- [10] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 정보를 수신하는 방법은 기지국의 T 개의 송신 안테나가 제 2 에너지를 소모하며 송신하는 T 개의 변조 심볼을 수신하는 단계, 상기 수신한 변조 심볼을 복조하여 m bit의 정보를 산출하는 단계, 및 상기 m bit를 포함하는 n bit를 복호화하여 정보 k bit를 산출하는 단계를 포함하며, 상기 제 2 에너지는 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 것을 특징으로 한다.
- [11] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치는 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 제 2 에너지에 의해 송신될 변조 심볼을 T 개 생성하는 변조 심볼 사상부, 및 상기 T

개의 변조 심볼을 T개의 송신 안테나를 이용하여 상기 제 2 에너지로 송신하는 송신부를 포함하며, 상기 변조 심볼 사상부는 상기 T개의 송신 안테나는 서로 다른 R개의 리소스를 사용하여 T개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 한다.

- [12] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 다이버시티를 이용하여 정보를 수신하는 장치는 기지국으로부터 T개의 송신 안테나에서 제 2 에너지로 송신하는 T개의 변조 심볼을 수신하는 수신부, 상기 수신한 변조 심볼을 복조하여 m bit의 정보를 산출하는 복조부, 및 상기 m bit를 포함하는 n bit를 복호화하여 정보 k bit를 산출하는 복호화부를 포함하며, 상기 제 2 에너지는 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [13] 본 발명은 다수의 안테나에서 서로 다른 리소스를 사용하여 신호를 변조하여 심볼을 생성하며, 또한 리소스와 안테나 사이의 매칭 정보를 수신 측에서 정보로 이용할 수 있도록 하여 신호 공간을 최대한 사용할 수 있다.
- [14] 또한, 3GPP LTE-A에서의 상향 링크의 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 표 1과 같은 신호를 생성하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [16] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 2개의 안테나를 사용하는 신호 구성을 보여주는 도면이다.
- [17] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 신호 할당 과정을 보여주는 도면이다.
- [18] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 변조 방식을 보여주는 도면이다.
- [19] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 의한 변조심볼을 생성하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [20] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 의해 m이 3이며, 두 개의 안테나를 사용하고 각각의 안테나는 BPSK로 변조할 경우 전송되는 신호의 구성을 보여주는 예이다.
- [21] 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 신호 구성 방식을 보여준다.
- [22] 도 8은 본 발명의 또다른 실시 예에 의한 신호 구성 방식을 보여준다.
- [23] 도 9는 본 발명의 또다른 실시 예에 의한 신호 구성 방식을 보여준다.
- [24] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 의한 안테나가 3개인 경우의 구성을 보여주는 도면이다.
- [25] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 의한 안테나가 3개이며, 특정 위치의 비트를 통해 안테나와 리소스의 매칭을 선택하도록 변조심볼을 생성하는 구성을 보여주는 도면이다.
- [26] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 의한 안테나가 3개인 경우 신호의 구성을 보여주는 도면이다.
- [27] 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 의한 다수의 안테나가 중복하여 심볼을

전송하는 예를 보여주는 도면이다.

- [28] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 의한 다수의 안테나가 중복하여 심볼을 전송할 수 있도록 신호를 구성한 예를 보여주는 도면이다.
- [29] 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 의한 상향링크 다이버시티를 이용하여 제어 채널을 구성하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [30] 도 16은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 상향링크 다이버시티를 이용하여 제어 채널을 구성하는 과정을 보여주는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [31] 이하, 본 발명의 일부 실시 예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [32] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속"된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [33] 또한 본 발명은 무선 통신 네트워크를 대상으로 설명하며, 무선 통신 네트워크에서 이루어지는 작업은 해당 무선 통신 네트워크를 관할하는 시스템(예를 들어 기지국)에서 네트워크를 제어하고 데이터를 송신하는 과정에서 이루어지거나, 해당 무선 네트워크에 결합한 단말에서 작업이 이루어질 수 있다.
- [34] LTE 상향링크 제어 채널인 PUCCH에서 전송되는 정보는 HARQ와 관련하여 복호성공여부를 나타내는 ACK/NAK 정보, 하향링크 채널상태에 관한 정보를 나타내는 CQI/PMI/RI 정보 등을 포함한다. CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Indication), RI(Rank Indicator)는 모두 채널 혹은 데이터 전송과 관련된 정보의 예로 이러한 정보들은 UE가 eNB에게 주기적으로 전송할 수 있다.
- [35] PUCCH는 전송되는 정보량에 따라 두 가지 형식으로 구분될 수 있는데 일 예로, 1/1a/1b의 형식과 2/2a/2b의 형식이 있는데, 1/1a/1b의 형식은 1~2비트 길이 정도의 정보를 전송하며 SR(scheduling request)과 관련된 정보 또는 ACK/NAK 정보를 전송한다. 2/2a/2b의 형식은 최대 13비트의 정보를 전송하며 CQI/PMI/RI 및 ACK/NAK 형태의 정보를 전송한다.

- [36] PUCCH의 성능을 향상하고 확장하기 위해 다중 전송 안테나에 의한 다이버시티를 제공할 경우, 전송한 제어 정보를 전송하는 과정에서 데이터 정확도 내지는 데이터 전송 효율을 높일 수 있다. 이를 위해 PUCCH 2/2a/2b 방식과 관련하여 SORM(Spatial Orthogonal Resource Multiplexing)을 이용할 수 있다.
- [37] SORM 방식은 리소스(resource)와 안테나를 표 1과 같이 2차원의 형태로 구성하여 신호를 전송하고 있는데, 두 개의 안테나에서 동시에 신호를 전송하는 방식은 고려되지 않고 있다. 이는 안테나가 동시에 신호를 전송할 경우 PAPR(Peak to Average Power Ratio)가 기존의 LTE Rel. 8 PUCCH PAPR값보다 큰 값을 갖게 되기 때문이다. 표 1에서는 $j=0, 1, \dots, \lceil I/2 \rceil$ 의 값을 가지고 홀, 짝수의 신호가 리소스상으로 엇갈리게 되도록 전송하는 실시예를 의미한다. 따라서 SORM 방식에서는 신호구성을 리소스 및 안테나 차원에서 이차원적으로 도식할 경우, 두 개의 안테나에서 동시에 심볼을 전송하지 않도록 구현하게 되므로 충분히 신호 공간을 사용하지 못하는 문제가 있다.
- [38] 표 1
[Table 1]

	안테나 1 (물리적 또는 논리적)	안테나 2 (물리적 또는 논리적)
Resource #x	S_{2j+1}	0
Resource #y	0	S_{2j+2}

- [39] 도 1은 표 1과 같은 신호를 생성하는 과정을 보여주는 도면이다. 채널 부호기(110)는 길이가 k인 정보 비트(k bit)를 n비트(n bit)의 부호비트로 생성(부호화)한다. 이들 n 비트에 대하여 120과 같이 RM(rate matching)을 수행하여 N bit를 생성한 후 이를 기반으로 130과 같이 변조 심볼 $S_1, S_2, \dots, S_L$ 를 생성한다. LTE에서 PUCCH의 변조심볼들은 12개의 부반송파에 걸쳐 주기천이(Cyclic Shift)시퀀스에 의해 스프레딩(spreading)되며, 사용자 별로 구분된다. LTE-A에서는 LTE에서 사용자별로 1개로 할당된 시퀀스를 2개 이상으로 할당하여 PUCCH에 할당되는 정보비트양의 증가를 고려하고 있으며 전송안테나와 스프레딩 리소스를 고려하여 신호구성을 표현하면 표 1과 같이 표현된다.
- [40] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 의한 2개의 안테나를 사용하는 신호 구성을 보여주는 도면이다. 도 2에서 각각의 안테나는 각기 다른 리소스를 사용하여

신호를 구분하며 동시에 새로운 정보인 1 비트를 송신할 수 있게 된다. 따라서, 양쪽의 안테나에서 서로 직교성을 갖는 리소스로 생성된 신호를 보내게 되고, 두 신호와 신호를 보내는 리소스를 고려하여 정보를 해독할 수 있게 된다.

- [41] 도 2에서 두 개의 안테나를 사용하고 리소스를 두 개 사용할 경우, 전송할 수 있는 경우의 수는 2가지이다. 안테나 1이 리소스 #x를 사용하여 심볼을 코딩하고, 안테나 2가 리소스 #y를 사용하여 심볼을 코딩하는 제 1의 경우(210)와 그 역인 제 2의 경우(220)가 존재한다. 그 결과 수신 측에서는 제 1의 경우와 제 2의 경우에 따른 2가지 정보와, S1, S2를 조합해서 생성되는 정보들을 결합하게 되므로, 실제 심볼을 통해 전송된 정보 이상을 얻을 수 있다. 심볼을 통해 전송된 정보 이상이라는 의미는 210, 220을 예로 할 때, 실제 심볼을 통해 전송되는 bit의 수 이외에 1bit가 리소스-안테나의 매핑에 의해 정보가 추가로 전송되는 것을 의미한다.
- [42] 본 발명의 일 실시 예에서의 안테나는 물리적 또는 논리적 안테나의 경우를 포함한다.
- [43] 도 1에서의 SORM방식은 동시에 두 개의 안테나에서 신호를 보내지 않는 신호구성을 제공하고 있다. 그러나 본 발명의 일 실시 예인 도 2의 신호구성은 두 가지 형식으로 확장이 가능한데, 이는 210과 220을 수신 측에서 구분할 수 있기 때문이다. 따라서, 각 채널심볼의 전송구간마다 1비트의 추가적인 부호비트전송이 가능하다. 이러한 추가적인 비트전송은 레이트 매칭(rate-matching) 알고리즘의 평처링(puncturing) 개수를 감소시켜 부호의 성능을 향상시키는 효과를 가진다.
- [44] 추가적인 비트의 증가를 고려하여 도 1의 SORM방식에서 입력비트에 따라 리소스 및 안테나를 선택하고 변조심볼을 사상하는 형태의 채널심볼 할당방식으로 SORM방식의 구조를 확장시킬 수 있다.
- [45] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 의한 신호 할당 과정을 보여주는 도면이다. 도 3에서 송신하고자 하는 k bit의 정보는 채널 부호화(310)를 통해 n bit로 부호화된다. 본 발명의 일 실시 예에 의한 상향 링크를 통해 전송되는 제어 정보 채널은 PUCCH이며, 앞서 살펴본 바와 같이, PUCCH 2/2a/2b 방식을 이용할 수 있다. k개의 정보 비트(k=14~26의 값이 고려될 수 있다)는 채널 부호화(310)를 통해 n 비트의 부호 비트로 생성(변환, 부호화)된다. 채널 부호화(310)의 일 실시 예로 리드물러 부호를 기반으로 하는 (20, A) 부호 혹은 이를 두 개를 결합한 확장된 부호화가 될 수 있다. 또한 채널 부호화의 또다른 실시 예로 TCC(Tail-biting convolutional code)가 있는데, 이 경우, TCC에서 부호율은 $1/3(=k/n)$ 이 될 수 있다. 부호 비트인 n bit는 레이트 매칭(Rate-Matching) 과정(320)을 거쳐 N(=40) bit가 된다. 이 때 N은 고정 비트수가 될 수 있다. 이 경우 레이트 매칭(rate-matching) 알고리즘은 채널부호기에서 출력된 n개의 부호비트(n bit)들을 평처링 하거나 반복하여 N값에 맞추게 된다. 정보의 수신 k가 14보다 크거나 같은 값인 경우 평처링(puncturing)에 의해 40비트의

부호비트수를 맞추게 된다. 보다 상세히 살펴볼 경우, N 개의 비트는 변조심볼로 사상(mapping)되어 변조심볼을 생성하는데 변조심볼의 변조차수(modulation order)에 변조방식이 결정된다.

- [46] 레이트 매칭(Rate-matching) 알고리즘에서 출력되는 부호비트들은 m 비트(m bit)단위로 미리 약속된 사상규칙에 따라 리소스 및 안테나를 선정하고 변조심볼을 결정하여 도 3에 나타난 바와 같이 확장된 SORM방식을 구성할 수 있다. 여기서, m 의 값은 안테나가 2개인 경우, 342와 344의 차이(구분)로 인해 1비트의 정보가 더 전송되는 방식이므로, 기존의 SORM방식에서 변조심볼에 사상되는 변조차수보다 1 더 큰 값을 가질 수 있다.
- [47] 본 발명의 일 실시 예에서 $k=14\sim 26$, $k/n=1/3$ 인 경우를 고려했을 때, $N=30, 40, 50$ 의 값을 고려할 수 있다. 또한, LTE Rel. 8의 PUCCH는 10개의 변조심볼로 사상되므로 $m=3, 4, 5$ 의 값을 고려하여, 각 m 값에 대하여 확장된 신호집합을 구성할 수 있다. m 값에 따라 가능한 변조차수를 고려하면 $m=3, 4, 5$ 에 대하여 BPSK, QPSK가 고려된다.
- [48] 본 발명의 일 실시 예에서 도 3의 구성을 살펴보면, 제어 채널에서 소정의 제어 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 송신할 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부(310), 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit 중 $(m-d)$ bit를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조 심볼을 생성하는 변조 심볼 사상부(330), 그리고 상기 T 개의 송신 안테나를 통해 상기 생성된 변조 심볼을 채널 심볼로 송신하는 송신부(안테나 1, 안테나 2)를 포함하며, 상기 m bit 중 변조 심볼 생성에 포함되지 않은 d bit는 상기 T 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보이다. 물론, 상기 n bit를 N bit로 레이트매칭 하여 N bit 중에서 m bit를 선택할 수도 있다.
- [49] 도 3과 같이 상기 T 가 2인 경우, 송신 안테나가 제 1 안테나 및 제 2 안테나로 구성되고, 변조 심볼 사상부는 제 1 리소스를 사용하여 상기 제 1 안테나에서 송신할 변조 심볼을 생성하고, 제 2 리소스를 사용하여 상기 제 2 안테나에서 송신할 변조 심볼을 생성하게 된다. 여기서 상기 제 1 리소스 및 상기 제 2 리소스는 직교성을 가진다. 이 과정에서 변조 심볼을 중복하여 전송할 경우 4개의 안테나에서 각각 두 개의 안테나가 동일한 리소스로 변조한 심볼을 전송하도록 구성할 수 있다.
- [50] 여기서 송신하게 되는 $(m-d)$ bit와 m bit의 차이인 d 는 $\log_2(T!)$ 보다 작거나 같다. 이는 안테나의 수 T 가 증가할 경우, 해당 안테나에서 서로 다른 리소스를 사용하여 채널을 변조할 수 있는 경우의 수는 $T!$ 이 되며, 그 값을 통해 나타낼 수 있는 비트는 $\log_2(T!)$ 보다 작거나 같은 정수이기 때문이다.
- [51] 만약 안테나가 2개인 경우, 채널 부호화부, 변조 심볼 사상부, 송신부는 다음과 같이 구성될 수 있다. 제어 채널에서 소정의 제어 정보를 송신하기 위하여, 채널 부호화부는 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 송신할 부호 비트인 n bit로

변환한다. 또한, 변조 심볼 사상부는 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit 중 $(m-1)$ bit를 전송하기 위해 제 1 리소스 또는 제 2 리소스 중 하나를 선택하여 제 1 변조 심볼을 생성하고, 제 2 변조 심볼을 제 1 변조심볼을 생성하는 과정에서 선택되지 않은 리소스를 사용하여 생성한다. 물론, 상기 n bit를 N bit로 라이트매칭 하여 N bit 중에서 m bit를 선택할 수도 있다. 그리고 송신부는 상기 제 1 변조심볼을 제 1 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조심볼을 제 2 송신 안테나에서 송신할 수 있다. 두 안테나에서 송신하는 채널 심볼이 수신 측에서 구별할 수 있도록 상기 제 1 리소스와 상기 제 2 리소스는 서로 직교성을 가지도록 구성할 수 있다. 안테나가 4개이며 동일한 채널 심볼을 중복하여 전송하는 경우, 두 개의 안테나에 동일한 리소스로 변조된 심볼을 전송할 수 있다. 물론, 통신 상황에 따라, 세 개의 안테나에 동일한 리소스로 변조된 심볼을 전송할 수 있고, 나머지 하나의 안테나에서 다른 리소스로 변조된 심볼을 전송할 수 있다.

- [52] 이하 안테나가 2개인 경우, 3개인 경우, 4개인 경우, 본 발명의 일 실시 예에 의해 동시에 다수의 안테나에서 신호를 전송하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [53] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 의한 변조 방식을 보여주는 도면이다. 각각의 변조 방식, 즉 BPSK(Binary phase-shift keying)(410) 및 QPSK(Quadrature phase-shift keying)(420)과 같이 일정 위상이 천이된 형태의 정상도의 구성에 대해서도 같은 확장된 SORM의 방식에 적용할 수 있다. 이 외에도 16QAM(Quadrature amplitude modulation), 64QAM 등 다양한 변조가 가능할 수 있으며, 본 발명이 이러한 변조 방식에 의해 한정되는 것은 아니다.
- [54] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 의한 변조심볼을 생성하는 과정을 보여주는 도면이다. 앞서 도 3에서 살펴본 채널 입력 사상기(330)에서 특정 비트를 이용하여 리소스와 안테나의 매칭을 선택한다. m bit가 입력되면(510) m bit를 m_1, m_2 , 그리고 1bit로 나눈다. 1 bit는 520과 같이 리소스와 안테나를 선택하는데 이용된다. 리소스는 변조심볼에 대한 스프레드 리소스를 의미한다. 리소스와 안테나에 따라 2가지의 경우의 수가 나올 수 있으며 이는 도 3의 342, 344에서 살펴보았다.
- [55] 즉, 520에서는 어떤 안테나가 어떤 리소스를 가지고 m_1, m_2 를 각각 변조할 것인지 선택하고, 그 선택된 값이 변조심볼 사상기(550)에 입력되면, m_1 비트와 m_2 비트에 대하여 각각 안테나 1, 안테나 2가 변조를 하여 심볼을 생성하여 전송할 수 있다. 그 결과 실제 전송되는 정보는 m_1, m_2 에 대한 심볼이지만 안테나와 리소스 간의 선택 정보는 수신 측에서 유추할 수 있으므로 전송하고자 하는 m ($m=m_1+m_2+1$) bit가 전송되는 효과를 가질 수 있으며, 신호 전송의 효율을 모두 가질 수 있다. 다시 설명하면, m 비트들 중 m_1 비트 및 m_2 비트를 제외한 1 비트 전송을 위한 에너지가 소모되지는 않으나 m 비트들에 대한 정보는 전송되는 것을 의미한다. 이는 1bit의 정보를 심볼에 포함시키지는 않으나, 1bit는 안테나의 심볼 할당에 따라 수신측에서 확인할 수 있는 것이므로,

에너지가 변화되거나 별도의 1bit 전송을 위한 에너지가 소모되는 것은 아니지만 정보가 전송되는 효과를 가져온다. 심볼의 전송에 있어서 다차원적 전송은 새로운 정보를 포함하게 되며, 이는 수신측에서도 정보를 수신하는 효과를 가져온다. 따라서 총 m bit를 전송하되, 안테나의 심볼에 매핑되는 것은 m_1 bit 및 m_2 bit가 된다. 도 5에서는 특정 비트(예를 들어 첫번째 비트)를 사용하여 리소스와 안테나와의 매핑을 선택할 수 있도록 제시하고 있다. 즉 특정 비트는 매핑 정보가 되어 수신측에서 해당 비트의 값을 알 수 있게 된다. 그러나, 이는 본 발명의 일 실시 예며, 특정 비트로만 판단하지 않고, 전체 구성으로도 판단할 수 있다.

- [56] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 의해 m 이 3이며, 두 개의 안테나를 사용하고 각각의 안테나는 BPSK로 변조할 경우 전송되는 신호의 구성을 보여주는 예이다. 도 5에서 살펴본 바와 같이 m 이 3이고 두 개의 안테나를 사용하게 되면, 1bit는 안테나와 리소스의 선택 방식에 따라 수신 측에서 해석할 수 있는 정보이므로 나머지 2bit에 대한 정보를 송신하게 된다. 이후 안테나별 리소스별 할당되는 변조심볼의 구성예를 나타내고 있다. 도 6의 일 실시 예는 그레이 사상법에 기초하여 심볼오류가 야기하는 비트오류가 최소화되도록 구성하였다.
- [57] 도 6에서 610은 입력되는 비트 별로 신호를 구성한 예이다. 3 bit의 입력 비트($m=3$)에서 첫번째 비트로 리소스와 안테나를 매칭시킨다. 첫번째 비트가 0인 경우에는 안테나 1은 리소스 x로, 안테나 2는 리소스 y로 변조 심볼을 생성하는 방식(621, 622, 623, 624)이며, 첫번째 비트가 1인 경우에는 안테나 1은 리소스 y로, 안테나 2는 리소스 x로 변조 심볼을 생성하는 방식(625, 626, 627, 628)을 선택한다. 그리고 나머지 2개의 비트에 대해 BPSK 변조 방식(M_0, M_1)을 이용하여 각각 1비트의 정보($m_1=1, m_2=1$)를 변조하여 두 개의 안테나에서 M_0, M_1 을 할당한다. 따라서 실제 전송되는 정보는 2비트(M_0, M_1)이나, 리소스와 안테나의 매칭된 형태에서 1비트의 정보가 전송됨을 알 수 있다.
- [58] 도 5, 6에서 자원 내의 심볼 및 심볼이 매핑되는 영역을 전체로 하여 수신측은 m bit를 해석할 수 있다.
- [59] 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 신호 구성 방식을 보여준다. m 은 4bit이다. 안테나가 2개이므로 앞서 살펴본 바와 같이 1bit로 구분 가능하게 구현할 수 있다. 도 7에서는 도 6과 마찬가지로 첫번째 비트로 구별을 하게 되어있다. 나머지 3비트의 정보에 대해서는 변조를 통해 정보를 제공할 수 있는데, 3 bit 이므로, 1bit(BPSK), 2bit(QPSK)로 나누어 할 수 있고, 2bit씩 각각 QPSK 심볼을 생성하되 이들을 조합하여 정보를 구성할 수 있다. 여기서 1bit, 2bit에 대한 BPSK, QPSK를 분리하여 심볼과 정보를 매칭시킬 수도 있으나, 전체로 판단하여 심볼들과 정보들을 매칭시킬 수도 있다. 도 7에서는 두 안테나 모두 QPSK를 사용하여 3bit의 정보를 생성하고, 최초 1bit는 안테나와 리소스의 선택 정보에 의해 전달되도록 하는 방식을 보여주고 있다. 다시 설명하면 전송되는 정보 4bit 중에서 실제 에너지가 실리게 되는 부분(심볼)은 3bit를

나타내지만, 이러한 에너지가 포함되는 위치까지 포함하여 총 4bit의 정보가 전송되는 효과를 가져온다.

- [60] 도 7에서 710은 입력되는 비트 별로 신호를 구성한 예이다. 4 bit의 입력 비트($m=4$)에서 첫번째 비트로 리소스와 안테나를 매칭시킨다. 첫번째 비트가 0인 경우에는 안테나 1은 리소스 x로, 안테나 2는 리소스 y로 변조 심볼을 생성하는 방식(721)이며, 첫번째 비트가 1인 경우에는 안테나 1은 리소스 y로, 안테나 2는 리소스 x로 변조 심볼을 생성하는 방식(722)을 선택한다. 711, 722는 각각의 안테나가 M_0, M_1, M_2, M_3 중에 특정 심볼을 선택하며 그 선택은 710에 따라 구성된다.
- [61] 그리고 나머지 3개의 비트에 대해 QPSK 변조 방식(M_0, M_1, M_2, M_3)을 이용하여 각각 2비트의 정보($m_1=2, m_2=2$)를 변조하여 3bit를 나타내도록 M_0, M_1, M_2, M_3 을 할당한다. 물론, 안테나 1은 BPSK로, 안테나 2는 QPSK 방식으로 복조하여 m_1 은 1bit, m_2 는 2bit가 되도록 구성할 수도 있으며, 이는 본 발명을 적용함에 있어 다양하게 적용될 수 있다.
- [62] 도 8은 본 발명의 또다른 실시 예에 의한 신호 구성 방식을 보여준다. m 은 5bit이다.
- [63] 도 5의 구현 방식에 따라 도 6, 7과 동일한 방식으로 도 8에서는 m 이 5인 경우, 첫번째 비트를 리소스-안테나 선택으로 하고, 나머지 4개의 비트를 변조하는 신호 구성을 보여주고 있다. 810은 입력되는 비트 별로 신호를 구성한 예이다. 5 bit의 입력 비트($m=5$)에서 첫번째 비트로 리소스와 안테나를 매칭시킨다. 첫번째 비트가 0인 경우에는 안테나 1은 리소스 x로, 안테나 2는 리소스 y로 변조 심볼을 생성하는 방식(821)이며, 첫번째 비트가 1인 경우에는 안테나 1은 리소스 y로, 안테나 2는 리소스 x로 변조 심볼을 생성하는 방식(822)을 선택한다. 811, 822는 각각의 안테나가 M_0, M_1, M_2, M_3 중에 특정 심볼을 선택하며 그 선택은 810에 따라 구성된다.
- [64] 그리고 나머지 4개의 비트에 대해 QPSK 변조 방식(M_0, M_1, M_2, M_3)을 이용하여 각각 2비트의 정보($m_1=2, m_2=2$)를 변조하여 4bit를 나타내도록 변조 심볼인 M_0, M_1, M_2, M_3 을 할당한다.
- [65] 도 7, 8 역시 자원 내의 심볼 및 심볼이 매핑되는 영역을 전체로 하여 수신측은 m bit를 해석할 수 있다.
- [66] 도 9는 본 발명의 또다른 실시 예에 의한 신호 구성 방식을 보여준다. m 은 4bit이며 그레이 사상법의 다른 예를 나타내고 있다. 도 9는 도 7과 같이 4bit를 변조하는 방식이지만, 특정 비트를 통해 안테나와 리소스를 매치시키는 방식은 아니다. 앞서 도 6, 7, 8은 도 5의 구성과 같이 안테나 및 리소스의 선택을 나타내는 1비트 정보가 일정한 비트위치에서 구분이 되는 방식이었다. 그러나 도 9는 매핑 과정에서 특정 비트가 아니라 전체 사상비트로 구성할 수 있다. 이와 같이 확장된 SORM 방식에 변조심볼의 할당방식은 여러가지 방식으로 구성가능하다. 따라서, 910의 구성에 따라 변조 심볼을 송신하게 되면, 수신

측에서는 매핑 정보인 제 1 안테나에서 보낸 변조 심볼에 대한 스프레드 리소스 정보(x인지, y인지)와 제 2 안테나에서 보낸 변조 심볼에 대한 스프레드 리소스(x인지, y인지)를 사용하여, 4bit의 정보를 복원할 수 있다. 다시 설명하면, 도 9의 실시예에서는 심볼의 전송에 있어서 다차원적 전송을 가능하게 하는데, 심볼과 리소스의 매칭과 리소스 정보간의 새로운 정보를 포함하게 되며, 이는 수신측에서도 정보를 수신하는 효과를 가져온다.

- [67] 도 10은 본 발명의 일 실시 예에 의한 안테나가 3개인 경우의 구성을 보여주는 도면이다. 안테나가 N개이며, 각각의 안테나가 서로 다른 리소스로 스프레딩하고자 할 경우 N! 가지의 방식이 존재한다. 앞서 살펴본 2개의 안테나에 2개의 스프레딩 리소스로 변조 심볼을 생성할 경우 2! 인 2가지 경우가 발생하였고 이러한 차이를 이용하여 1bit의 정보가 포함되는 것을 살펴보았다. 따라서 3개의 안테나를 이용할 경우, 3!로 6가지의 경우의 수가 존재할 수 있다(1010, 1020, 1030, 1040, 1050, 1060). 6은 2의 제곱수에 포함되지 않으므로, 3bit 또는 2bit를 표현할 수 있는데, 3bit를 완전히 표현할 수는 없으므로(3bit는 총 8가지의 경우의 수가 필요함) 2bit를 표현하는 데 있어 안테나와 리소스의 매칭을 이용할 수 있다. 도 10의 실시예에서 각각의 안테나가 리소스를 매칭하여 심볼을 송신하는 부분을 모두 포함하여 앞서 살펴본 m bit가 송신됨을 알 수 있다.
- [68] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 의한 안테나가 3개이며, 특정 위치의 비트를 통해 안테나와 리소스의 매칭을 선택하도록 변조심볼을 생성하는 구성을 보여주는 도면이다. 도 10에서 살펴본 바와 같이, 안테나의 구성으로 2bit의 정보가 표현될 수 있도록, 6개의 안테나-리소스 매칭에서 4개의 안테나-리소스 매칭을 선택한다. 발명의 실시 예에 따라 도 10의 1010, 1020, 1050, 1060을 선택한다.
- [69] 앞서 살펴본 도 5와 유사하며, 다만, 리소스와 안테나를 선택하는 과정에서 2bit의 정보가 입력되며, 3개의 변조심볼이 생성됨을 알 수 있다. 3개의 안테나에서 변조하는 정보는 각각 m1, m2, m3비트이며 이들과 m의 관계는 $m=m_1+m_2+m_3+2$ 이다.
- [70] 도 12는 본 발명의 일 실시 예에 의한 안테나가 3개인 경우 신호의 구성을 보여주는 도면이다. 도 10에서 살펴본 바와 같이, 안테나의 구성으로 2bit의 정보가 표현될 수 있도록, 6개의 안테나-리소스 매칭에서 4개의 안테나-리소스 매칭을 선택한다. 발명의 실시 예에 따라 도 10의 1010, 1020, 1050, 1060을 선택한다.
- [71] m이 5인 경우, 2bit는 안테나의 구성으로 구별할 수 있으므로, 나머지 3bit를 각각 1bit씩 변조하여 안테나1, 2, 3을 통해 송신할 수 있다. 1bit에 대해 BPSK를 적용하면 도 12와 같이 나타난다.
- [72] 도 13은 본 발명의 일 실시 예에 의한 다수의 안테나가 중복하여 심볼을 전송하는 예를 보여주는 도면이다.
- [73] 도 13에서는 4개의 안테나 중에서 2개의 안테나가 동일한 리소스로 스프레딩을

하게 된다. 따라서 앞서 살펴본 안테나 2개의 경우와 그 구현이 동일하다. 도 13의 1310은 도 3의 342의 구성을 중복하여 구성한 것이며, 1320은 도 3의 344의 구성을 중복하여 구성한 것이다. 따라서, 이러한 구성에 의할 경우, 1 bit로 안테나와 리소스를 매칭할 수 있다.

- [74] 도 14는 본 발명의 일 실시 예에 의한 다수의 안테나가 중복하여 심볼을 전송할 수 있도록 신호를 구성한 예를 보여주는 도면이다. 도 14는 도 6의 신호 구성을 중복하여 전송할 수 있도록 구성되어 있다.
- [75] 앞서 살펴본 신호의 구성에서 특정 안테나와 특정 리소스간의 매칭은 구현 예에 따라 바뀔 수 있으므로, 본 발명이 앞서 설명된 안테나와 리소스간의 일대일 매칭에 한정되는 것은 아니다. 도 14에서는 안테나와 리소스 간에 일대 다의 관계(하나의 리소스에 두 개의 안테나가 심볼을 포함시키는 경우)를 가짐을 알 수 있다.
- [76] 도 15는 본 발명의 일 실시 예에 의한 상향링크 다이버시티를 이용하여 제어 채널을 구성하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [77] 제어 채널에서 소정의 제어 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 송신할 부호 비트인 n bit로 변환한다(S1510). 그리고 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit 중 $(m-d)$ bit를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조심볼을 생성한다(S1520). 상기 T 개의 송신 안테나를 통해 상기 생성된 변조심볼을 송신한다(S1530). 이때 상기 m bit 중 변조심볼 생성에 포함되지 않은 d bit는 상기 T 개의 안테나에서 상기 변조심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보이다. 이는 앞서, 안테나와 리소스를 매칭하는 방식에서 1bit 혹은 그 이상의 정보를 표시하는 예에서 살펴보았다. 전송이 완료된 후, 송신해야 할 n bit 모두 송신되었는지 확인하고(S1540), 모두 송신된 것이 아닌 경우, 다음 m bit를 송신하기 위해 S1520 단계를 진행한다. 모두 송신된 경우, 완료한다.
- [78] 만약, T 가 2개인 경우, 즉 송신하는 안테나가 2개인 경우, 앞서 도 6, 7, 8, 9에서 살펴본 바와 같이, 두 개의 리소스를 사용하여 구별되도록 하며, 전송할 m bit 중 $m-1$ bit에 대해 심볼을 변조하여 생성할 수 있다. 즉, 송신 안테나가 제 1 안테나 및 제 2 안테나로 구성되는 경우, S1520 단계는 제 1 리소스를 사용하여 상기 제 1 안테나에서 송신할 변조심볼을 생성하고, 제 2 리소스를 사용하여 상기 제 2 안테나에서 송신할 변조심볼을 생성하며, 상기 제 1 리소스 및 상기 제 2 리소스는 직교성(orthogonality)을 가지게 된다.
- [79] 한편, 안테나가 4개인 경우, 즉 상기 T 가 4이며, 송신 안테나가 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 안테나로 구성되는 경우, S1520 단계는 제 1 리소스를 사용하여 상기 제 1 안테나 및 제 2 안테나에서 송신할 변조심볼을 생성하고, 제 2 리소스를 사용하여 상기 제 3 안테나 및 제 4 안테나에서 송신할 변조심볼을 생성하게 되어 중복되는 변조심볼을 생성하도록 구성할 수 있다. 물론, 상기 제 1 리소스 및 상기 제 2 리소스는 직교성을 가지게 된다.

- [80] 전송하고자 하는 m bit보다 실제 변조심볼은 적은 크기의 정보인 $(m-d)$ bit를 송신하게 된다. 여기서, 누락되는 정보는 안테나와 리소스의 매칭에 의해 전달될 수 있는 정보로, d 는 $\log_2(T!)$ 보다 작거나 같은 정수 값을 가질 수 있다.
- [81] 한편 S1510 과정에서 채널 부호화를 통해 k bit를 n bit로 변환하는 과정을 포함할 수 있는데, 앞서 살펴본 바와 같이 리드플러 부호화 혹은 TCC 부호화를 거치고, 레이트 매칭(rate matching)을 수행할 수 있다. 다시 설명하면, 상기 n bit를 N bit로 레이트매칭 하여 N bit 중에서 m bit를 선택할 수도 있다.
- [82] 두 개의 안테나를 사용하여 정보를 송신하는 과정을 살펴보면, 제어 채널에서 소정의 제어 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 송신할 부호 비트인 n bit로 변환하고, 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit 중 $(m-1)$ bit를 전송하기 위해 제 1 리소스 또는 제 2 리소스 중 하나를 선택하여 제 1 변조심볼을 생성할 수 있다. 그리고 제 2 변조심볼을 상기 (b) 단계에서 선택되지 않은 리소스를 사용하여 생성한 후, 상기 제 1 변조심볼을 제 1 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조심볼을 제 2 송신 안테나에서 송신한다. 그리고 상기 제 1 리소스와 상기 제 2 리소스는 서로 직교성을 가진다.
- [83] 4개의 안테나를 사용할 경우, 신호를 중복하여 보내기 위해 상기 제 1 변조심볼을 제 1 송신 안테나 및 제 2 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조심볼을 제 3 송신 안테나 및 제 4 송신 안테나에서 송신하도록 구성할 수 있다.
- [84] 도 15에서의 제어 채널은 PUCCH가 될 수 있고, 상기 제어 정보는 CPI, PMI, RI, ACK, NAK 중 어느 하나가 될 수 있음은 앞서 살펴보았다.
- [85]
- [86] 도 16은 본 발명의 다른 실시 예에 의한 상향링크 다이버시티를 이용하여 제어 채널을 구성하는 과정을 보여주는 도면이다.
- [87] 도 15의 비트 할당과 도 9의 비트 할당 과정을 모두 포함하는 과정을 보여준다.
- [88] 제어 채널에서 소정의 제어 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 송신할 부호 비트인 n bit로 변환한다(S1610). 그리고 상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit의 정보를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조심볼을 생성한다(S1620).
- [89] 상기 T 개의 송신 안테나를 통해 S1620 단계에서 생성된 변조심볼을 송신한다(S1630).
- [90] 이때 상기 T 개의 송신 안테나에서 생성된 변조심볼 및 상기 T 개의 안테나에서 상기 변조심볼을 생성하기 위해 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성한다. 전송이 완료된 후, 송신해야 할 n bit 모두 송신되었는지 확인하고(S1640), 모두 송신된 것이 아닌 경우, 다음 m bit를 송신하기 위해 S1720 단계를 진행한다. 모두 송신된 경우, 완료한다.
- [91] 상기 R 은 $T/2$ 보다 크거나 같을 수 있다. 또한, 상기 T 개의 변조 심볼 및 상기 T 개의 안테나에서 R 개의 리소스를 사용하는 매핑 정보를 통해 상기 m bit의

정보를 표현할 수 있다. 매핑 정보는 앞서 살펴본 바와 같이 안테나에서 어떤 리소스를 사용하는지에 대한 매핑 정보를 의미한다. 이러한 매핑 정보와 각각의 안테나에서 생성된 변조 심볼의 결합은 도 6, 7, 8, 9와 같이 채널 심볼로 신호를 구성할 수 있다.

- [92] 본 발명의 다른 실시 예에 의해 상기 T개의 송신 안테나에서 생성된 변조심볼 및 상기 T개의 안테나에서 상기 변조심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보의 수가 2^m 과 같거나 혹은 그보다 크다. 이는 앞서, 안테나와 리소스를 매칭하는 방식과 변조심볼이 결합하여 정보를 나타내는 부분을 포함한다. 전송이 완료된 후, 송신해야 할 n bit 모두 송신되었는지 확인하고(S1640), 모두 송신된 것이 아닌 경우, 다음 m bit를 송신하기 위해 S1620 단계를 진행한다. 모두 송신된 경우, 완료한다.
- [93] 상향링크로 전송된 상향링크 다이버시티 신호의 수신단에서의 복호과정은 다음과 같다.
- [94] 기지국에서 다수의 수신안테나에 의해 수신한 본 발명의 일 실시예에 의한 상향링크 다이버시티 신호는 수신된 안테나별로 할당된 사이클릭 쉬프트 시퀀스(Cyclic shift sequency)에 의해 디스프레딩(de-spreading)된다. 디스프레딩된 신호는 리소스 별 채널값을 갖게 되고 기준신호(Reference signal)에 의해 추정된 채널계수값과 연계하여 채널심볼집합의 각각의 원소들과 유클리드거리가 계산된다. 각 유클리드거리는 각 원소별로 각 수신안테나에서 계산된 유클리드거리의 합으로 계산된다. 계산된 유클리드 거리값과 비교하여 가장 작은 유클리드값을 갖는 신호(원소)가 선택되고 이것이 채널복호기의 입력으로 들어간다. 채널복호기는 단일리소스가 사용된 기존의 경우보다 사용된 리소스의 크기 배수만큼의 정보비트블록(또는 페이로드(payload))를 복호하는 경우가 된다
- [95] 이상의 실시예들은 상향링크 제어채널의 경우에 대한 것이나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 하향링크 제어채널, 하향링크 데이터 채널, 상향링크 데이터 채널의 경우에도 적용가능 할 것이다.
- [96] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시 예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시 예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

[97] **CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION**

- [98] 본 특허출원은 2009년 12월 14일 한국에 출원한 특허출원번호 제 10-2009-0124245 호에 대해 미국 특허법 119(a)조(35 U.S.C § 119(a))에 따라

우선권을 주장하며, 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다.
아울러, 본 특허출원은 미국 이외에 국가에 대해서도 위와 동일한 동일한 이유로
우선권을 주장하면 그 모든 내용은 참고문헌으로 본 특허출원에 병합된다.

청구범위

- [청구항 1] 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 단계;
상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조 심볼을 생성하는 단계; 및
상기 T 개의 송신 안테나에서 상기 T 개의 변조 심볼을 채널 심볼로 송신하는 단계를 포함하며,
상기 변조 심볼을 생성하는 단계에서 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 R 은 $T/2$ 보다 크거나 같은 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 T 개의 변조 심볼 및 상기 T 개의 안테나에서 R 개의 리소스를 사용하는 매핑 정보를 통해 상기 m bit를 표현할 수 있는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 T 개의 안테나에서 생성하는 T 개의 변조 심볼은 상기 m bit 중 $(m-d)$ bit를 구별하기 위한 것이며, 상기 d bit는 상기 T 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,
상기 d 는 $\log_2(R!)$ 보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 6] 제 1항에 있어서,
상기 T, R 이 2이며, 송신 안테나가 제 1 안테나 및 제 2 안테나로 구성되는 경우, 상기 변조 심볼을 생성하는 단계는
제 1 리소스를 사용하여 상기 제 1 안테나에서 송신할 변조 심볼을 생성하는 단계; 및,
제 2 리소스를 사용하여 상기 제 2 안테나에서 송신할 변조 심볼을 생성하는 단계를 포함하며,
상기 제 1 리소스 및 상기 제 2 리소스는 직교성을 가지는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.
- [청구항 7] 제 1항에 있어서,

상기 채널은 PUCCH이며, 상기 정보는 CPI, PMI, RI, ACK, NAK 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.

[청구항 8]

채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 단계;

상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 서로 다른 제 1 리소스와 제 2 리소스 중 하나를 선택하여 제 1 변조 심볼을 생성하는 단계;

제 2 변조 심볼을 상기 제 1 변조 심볼을 생성하는 단계에서 선택되지 않은 리소스를 사용하여 생성하는 단계; 및

상기 제 1 변조 심볼을 제 1 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조 심볼을 제 2 송신 안테나에서 송신하는 단계를 포함하며, 상기 2 개의 송신 안테나에서 생성된 변조 심볼 및 상기 2 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스의 매핑 정보에 의해 상기 m bit를 나타낼 수 있는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.

[청구항 9]

제 8항에 있어서,

상기 2 개의 안테나에서 생성하는 2 개의 변조 심볼은 상기 m bit 중 $(m-1)$ bit를 구별하기 위한 것이며, 상기 1 bit는 상기 2 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.

[청구항 10]

채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부;

상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 T 개의 송신 안테나에서 T 개의 변조 심볼을 생성하는 변조 심볼 사상부; 및

상기 T 개의 송신 안테나에서 상기 T 개의 변조 심볼을 채널 심볼로 송신하는 송신부를 포함하며;

상기 변조 심볼 사상부는 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.

[청구항 11]

제 10항에 있어서,

상기 R 은 $T/2$ 보다 크거나 같은 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.

[청구항 12]

제 10항에 있어서,

상기 T 개의 변조 심볼 및 상기 T 개의 안테나에서 R 개의 리소스를 사용하는 매핑 정보를 통해 상기 m bit를 표현할 수 있는 것을

- [청구항 13] 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
제 10항에 있어서,
상기 T개의 안테나에서 생성하는 T개의 변조 심볼은 상기 m bit 중 (m-d)bit를 구별하기 위한 것이며, 상기 d bit는 상기 T개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
- [청구항 14] 제 13항에 있어서,
상기 d 는 $\log_2(R!)$ 보다 작거나 같은 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
- [청구항 15] 제 10항에 있어서,
상기 T, R이 2이며, 송신 안테나가 제 1 안테나 및 제 2 안테나로 구성되는 경우, 상기 변조 심볼 생성부는
제 1 리소스를 사용하여 상기 제 1 안테나에서 송신할 변조 심볼을 생성하며;
제 2 리소스를 사용하여 상기 제 2 안테나에서 송신할 변조 심볼을 생성하며,
상기 제 1 리소스 및 상기 제 2 리소스는 직교성을 가지는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
- [청구항 16] 제 10항에 있어서,
상기 채널은 PUCCH이며, 상기 정보는 CPI, PMI, RI, ACK, NAK 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
- [청구항 17] 채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여, 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부;
상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit를 전송하기 위해 서로 다른 제 1 리소스와 제 2 리소스 중 하나를 선택하여 제 1 변조 심볼을 생성하며, 제 2 변조 심볼을 상기 제 1 변조 심볼의 생성시 선택되지 않은 리소스를 사용하여 생성하는 변조 심볼 사상부; 및
상기 제 1 변조 심볼을 제 1 송신 안테나에서 송신하고 상기 제 2 변조 심볼을 제 2 송신 안테나에서 송신하는 송신부를 포함하며,
상기 2 개의 송신 안테나에서 생성된 변조 심볼 및 상기 2 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스의 매핑 정보에 의해 상기 m bit를 나타낼 수 있는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
- [청구항 18] 제 17항에 있어서,
상기 2 개의 안테나에서 생성하는 2 개의 변조 심볼은 상기 m bit 중 (m-1)bit를 구별하기 위한 것이며, 상기 1 bit는 상기 2 개의

안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.

[청구항 19]

채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하고 상기 n bit 중 m bit를 선택하는 단계;

상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 제 2 에너지에 의해 송신될 변조 심볼을 T 개 생성하는 단계; 및

상기 T 개의 변조 심볼을 T 개의 송신 안테나를 이용하여 상기 제 2 에너지를 소모하여 송신하는 단계를 포함하며,

상기 변조 심볼을 생성하는 단계에서 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.

[청구항 20]

제 19항에 있어서,

상기 제 2 에너지는 상기 m bit 중 $(m-d)$ bit를 송신하는데 소모되는 에너지이며, 상기 d bit는 상기 T 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 방법.

[청구항 21]

기지국의 T 개의 송신 안테나가 제 2 에너지를 소모하며 송신하는 T 개의 변조 심볼을 수신하는 단계;

상기 수신한 변조 심볼을 복조하여 m bit의 정보를 산출하는 단계; 및

상기 m bit를 포함하는 n bit를 복호화하여 정보 k bit를 산출하는 단계를 포함하며,

상기 제 2 에너지는 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 정보를 수신하는 방법.

[청구항 22]

제 21항에 있어서,

상기 제 2 에너지는 상기 m bit 중 $(m-d)$ bit를 송신하는데 소모되는 에너지이며, 상기 d bit는 상기 T 개의 안테나에서 상기 변조 심볼을 생성하기 위해 사용한 리소스에 의해 구별가능한 정보인 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 수신하는 방법.

[청구항 23]

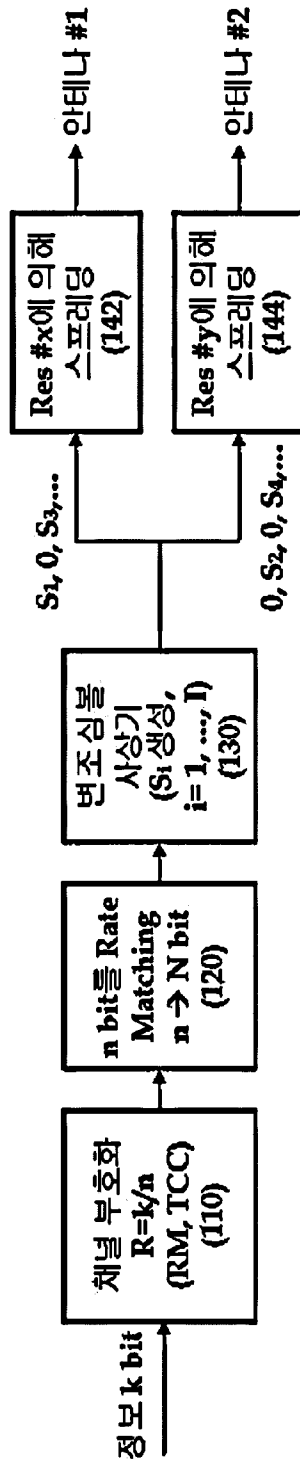
채널에서 소정의 정보를 송신하기 위하여 상기 송신하고자 하는 정보 k bit를 부호 비트인 n bit로 변환하는 채널 부호화부;

상기 n bit 중 m bit를 선택하며, 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 제 2 에너지에 의해 송신될 변조 심볼을 T 개 생성하는 변조 심볼 사상부; 및

[청구항 24]

상기 T 개의 변조 심볼을 T 개의 송신 안테나를 이용하여 상기 제 2 에너지로 송신하는 송신부를 포함하며,
 상기 변조 심볼 사상부는 상기 T 개의 송신 안테나는 서로 다른 R 개의 리소스를 사용하여 T 개의 변조 심볼을 생성하는 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 채널을 구성하는 장치.
 기지국으로부터 T 개의 송신 안테나에서 제 2 에너지로 송신하는 T 개의 변조 심볼을 수신하는 수신부;
 상기 수신한 변조 심볼을 복조하여 m bit의 정보를 산출하는 복조부; 및
 상기 m bit를 포함하는 n bit를 복호화하여 정보 k bit를 산출하는 복호화부를 포함하며,
 상기 제 2 에너지는 상기 m bit 전체를 송신하는데 소모되는 제 1 에너지보다 적은 것을 특징으로 하는, 다이버시티를 이용하여 정보를 수신하는 장치.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

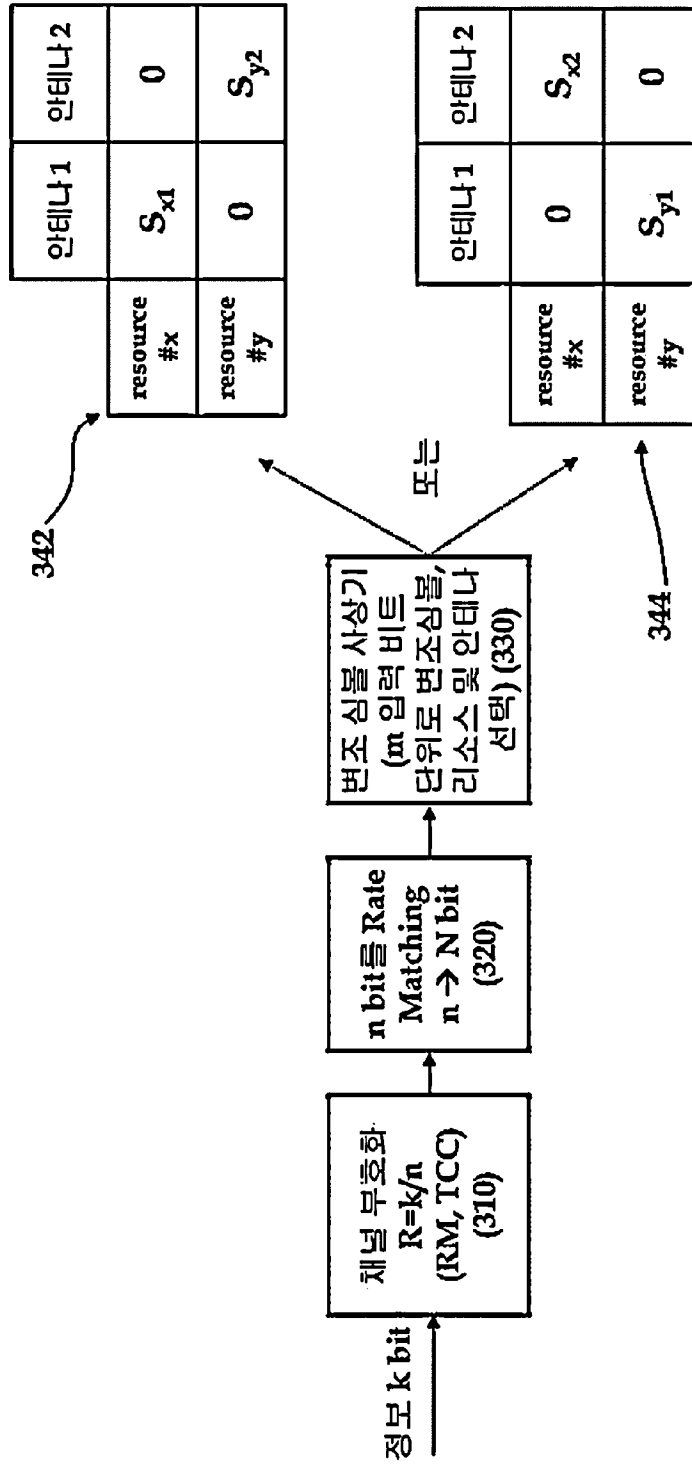
	안테나 1	안테나 2
resource #x	S1	0
resource #y	0	S2

210

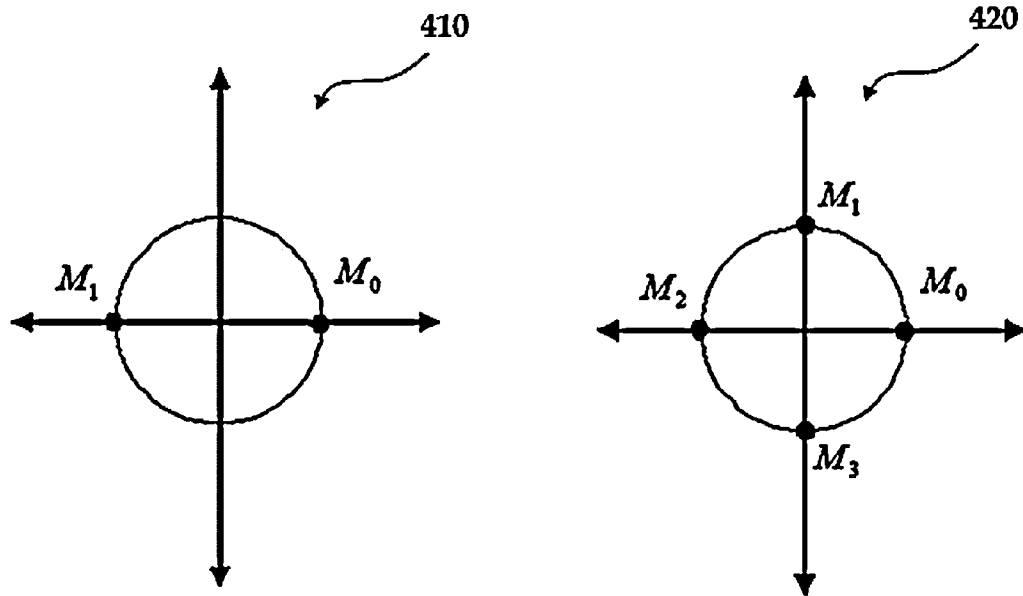
	안테나 1	안테나 2
resource #x	0	S2
resource #y	S1	0

220

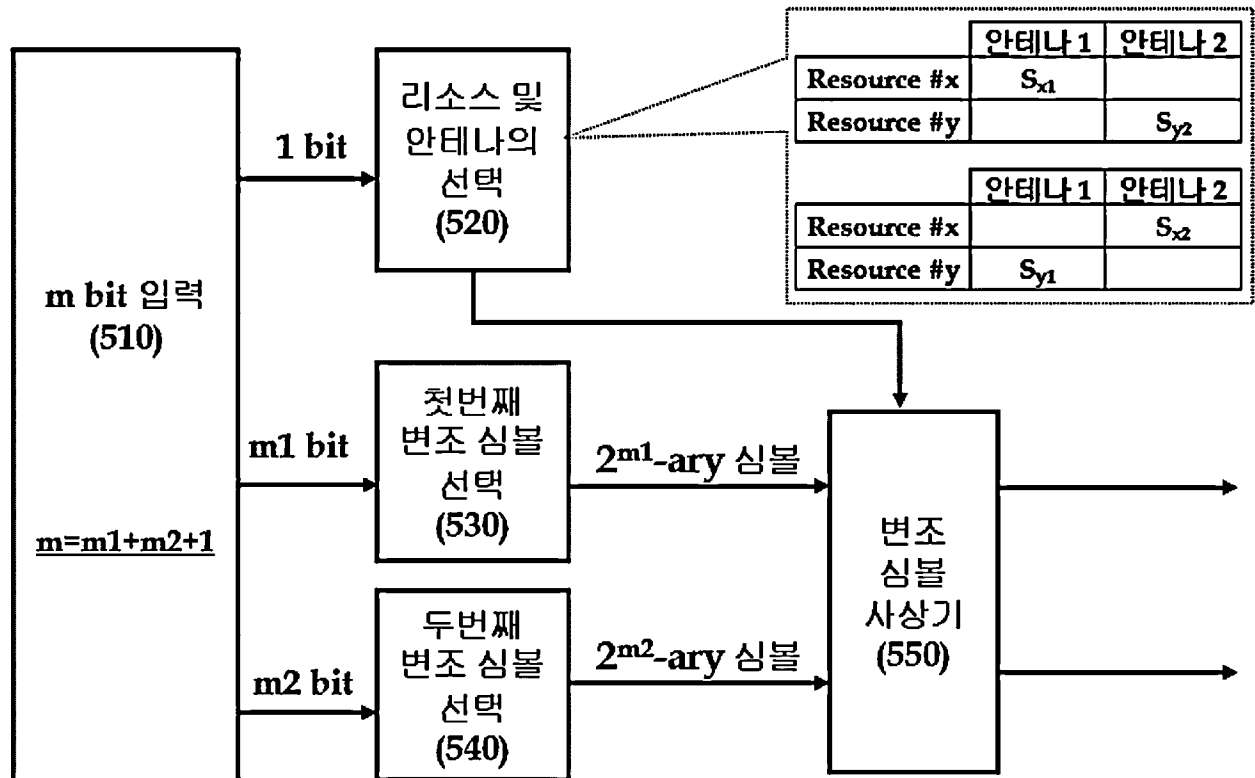
[Fig. 3]



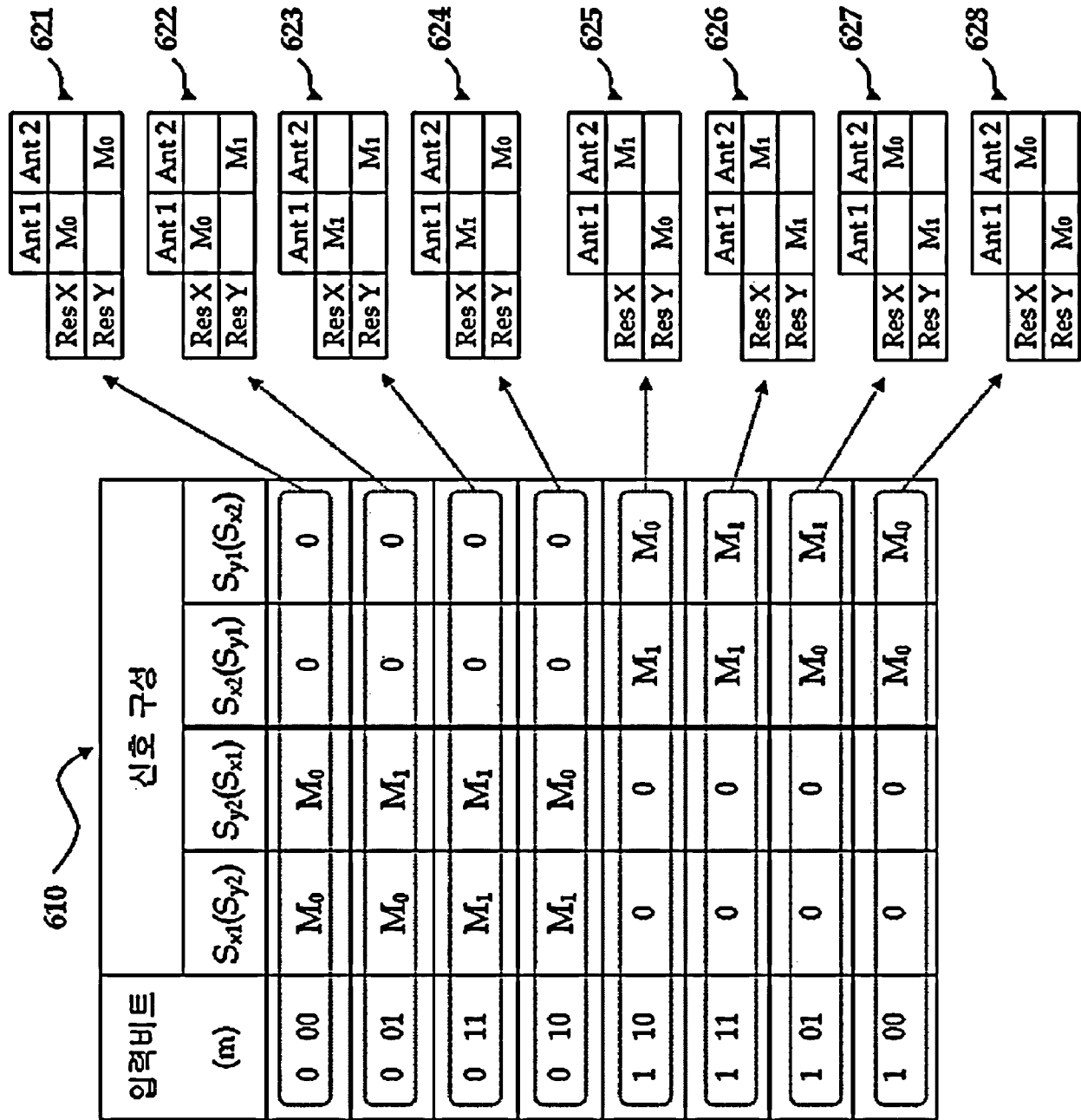
[Fig. 4]



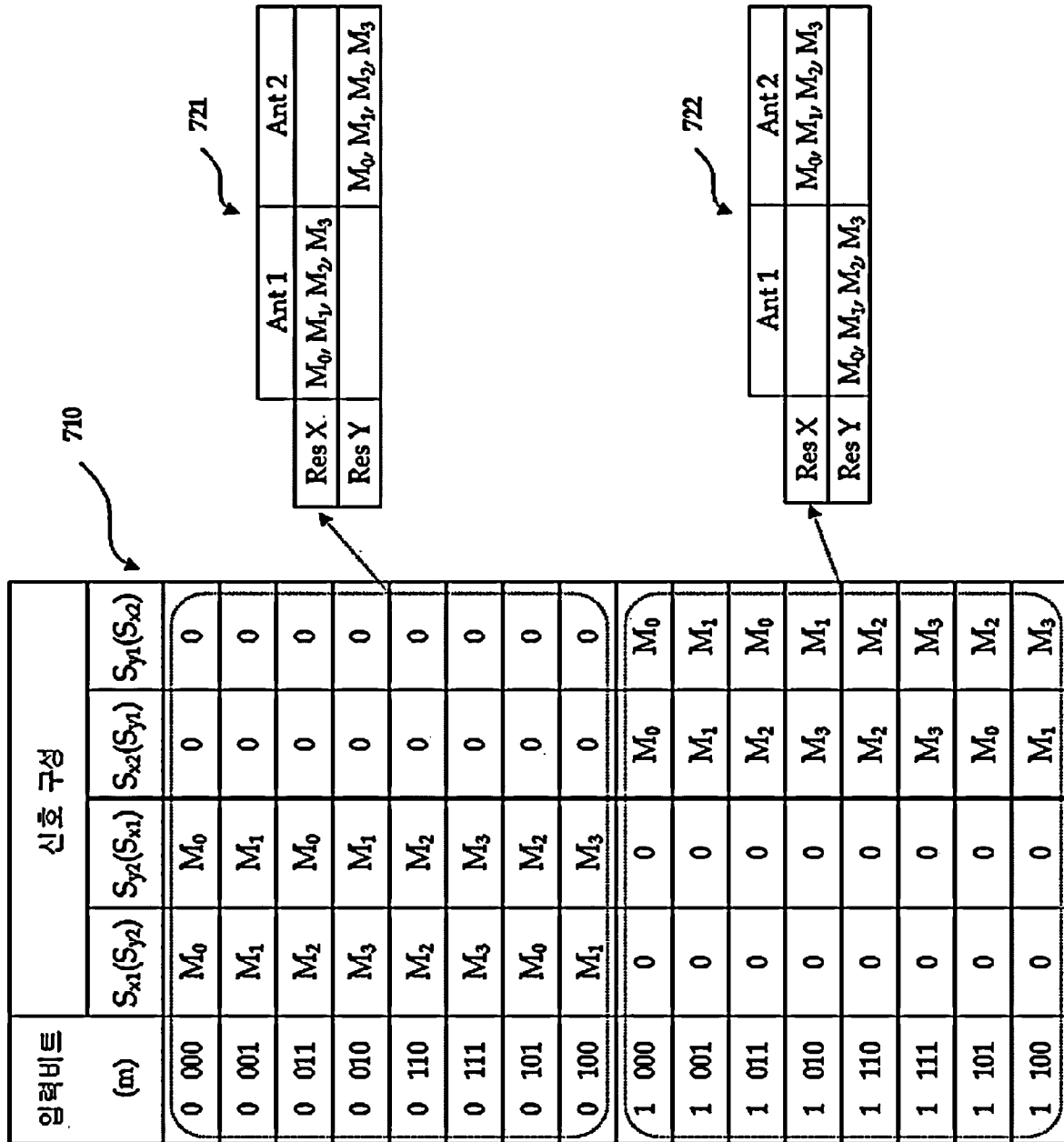
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



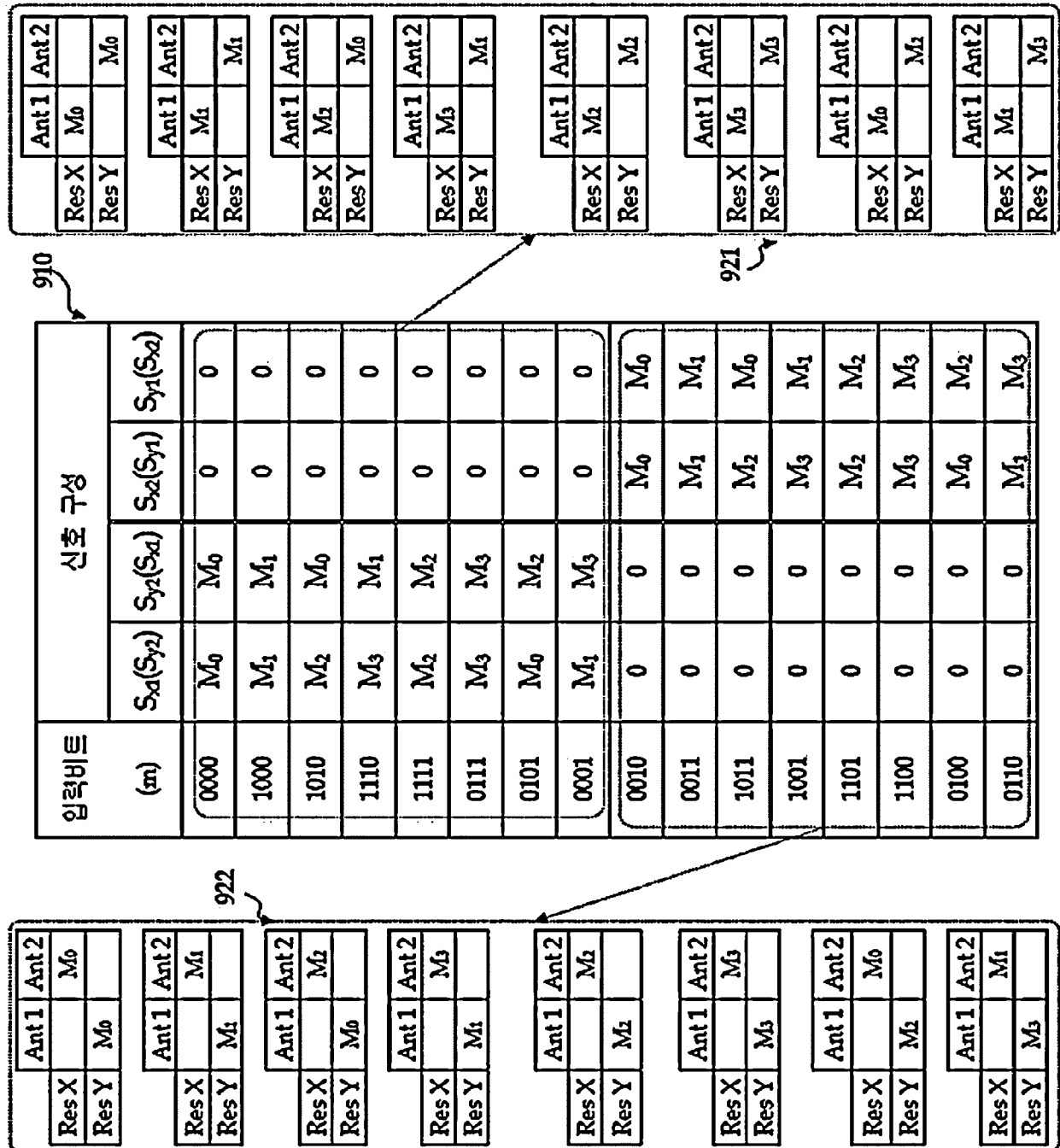
[Fig. 8]

m	신호구성				m	신호구성			
	$S_{x1}(S_{y2})$	$S_{y2}(S_{x1})$	$S_{x2}(S_{y1})$	$S_{y1}(S_{x2})$		$S_{x1}(S_{y2})$	$S_{y2}(S_{x1})$	$S_{x2}(S_{y1})$	$S_{y1}(S_{x2})$
0 0000	M_0	M_0	0	0	1 0000	0	0	M_0	M_0
0 0001	M_0	M_1	0	0	1 0001	0	0	M_0	M_1
0 0011	M_0	M_2	0	0	1 0011	0	0	M_0	M_2
0 0010	M_0	M_3	0	0	1 0010	0	0	M_0	M_3
0 0110	M_1	M_3	0	0	1 0110	0	0	M_1	M_3
0 0111	M_1	M_2	0	0	1 0111	0	0	M_1	M_2
0 0101	M_1	M_1	0	0	1 0101	0	0	M_1	M_1
0 0100	M_1	M_0	0	0	1 0100	0	0	M_1	M_0
0 1100	M_2	M_0	0	0	1 1100	0	0	M_2	M_0
0 1101	M_2	M_1	0	0	1 1101	0	0	M_2	M_1
0 1111	M_2	M_2	0	0	1 1111	0	0	M_2	M_2
0 1110	M_2	M_3	0	0	1 1110	0	0	M_2	M_3
0 1010	M_3	M_3	0	0	1 1010	0	0	M_3	M_3
0 1011	M_3	M_2	0	0	1 1011	0	0	M_3	M_2
0 1001	M_3	M_1	0	0	1 1001	0	0	M_3	M_1
0 1000	M_3	M_0	0	0	1 1000	0	0	M_3	M_0

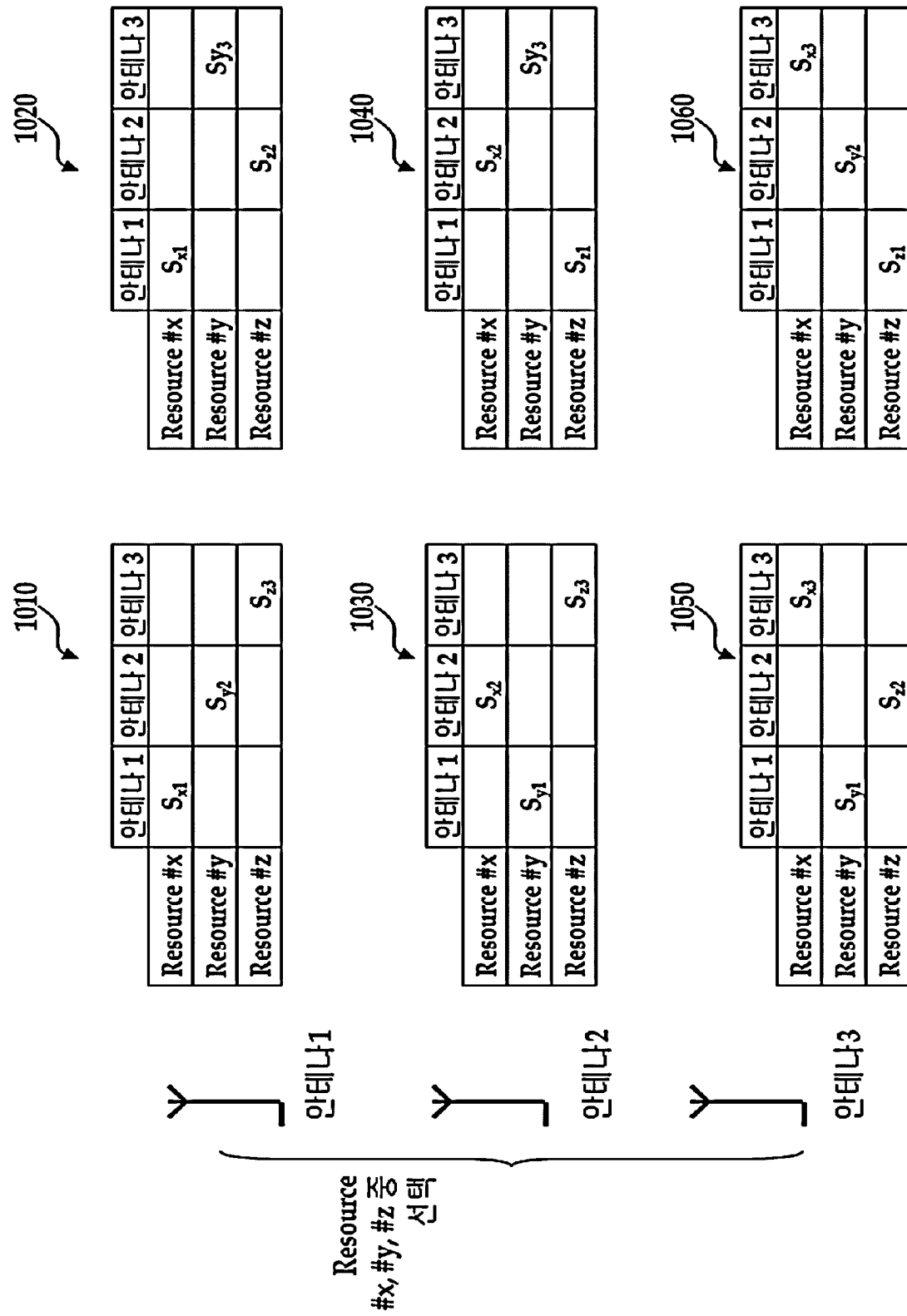
	Ant 1	Ant 2
Res X	M_0, M_1, M_2, M_3	
Res Y		M_0, M_1, M_2, M_3

	Ant 1	Ant 2
Res X		M_0, M_1, M_2, M_3
Res Y	M_0, M_1, M_2, M_3	

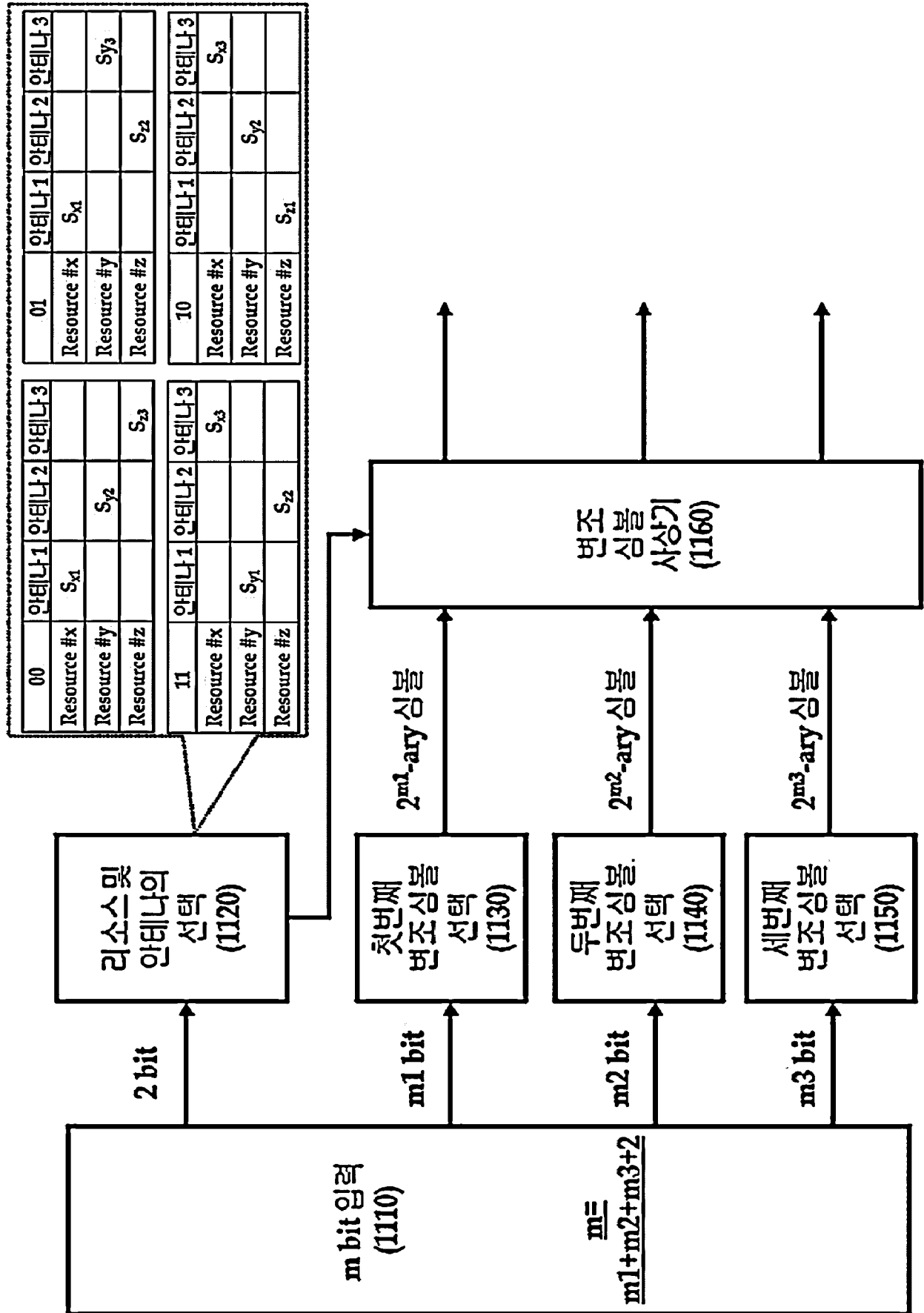
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]

입력비트 (m)	신호 구성		
	S_{x1}	S_{y2}	S_{z3}
00 000	M_0	M_0	M_0
00 001	M_0	M_0	M_1
00 011	M_0	M_1	M_1
00 010	M_0	M_1	M_0
00 110	M_1	M_1	M_0
00 111	M_1	M_1	M_1
00 101	M_1	M_0	M_1
00 100	M_1	M_0	M_0

입력비트 (m)	신호 구성		
	S_{x1}	S_{z2}	S_{y3}
01 000	M_0	M_0	M_0
01 001	M_0	M_0	M_1
01 011	M_0	M_1	M_1
01 010	M_0	M_1	M_0
01 110	M_1	M_1	M_0
01 111	M_1	M_1	M_1
01 101	M_1	M_0	M_1
01 100	M_1	M_0	M_0

입력비트 (m)	신호 구성		
	S_{y1}	S_{z2}	S_{x3}
11 000	M_0	M_0	M_0
11 001	M_0	M_0	M_1
11 011	M_0	M_1	M_1
11 010	M_0	M_1	M_0
11 110	M_1	M_1	M_0
11 111	M_1	M_1	M_1
11 101	M_1	M_0	M_1
11 100	M_1	M_0	M_0

입력비트 (m)	신호 구성		
	S_{z1}	S_{y2}	S_{x3}
10 000	M_0	M_0	M_0
10 001	M_0	M_0	M_1
10 011	M_0	M_1	M_1
10 010	M_0	M_1	M_0
10 110	M_1	M_1	M_0
10 111	M_1	M_1	M_1
10 101	M_1	M_0	M_1
10 100	M_1	M_0	M_0

[Fig. 13]

	Ant 1	Ant 2	Ant 3	Ant 4
Res X	S_{x1}		S_{x3}	
Res Y		S_{y2}		S_{y4}

1310

	Ant 1	Ant 2	Ant 3	Ant 4
Res X		S_{x2}		S_{x4}
Res Y	S_{y2}		S_{y3}	

1320

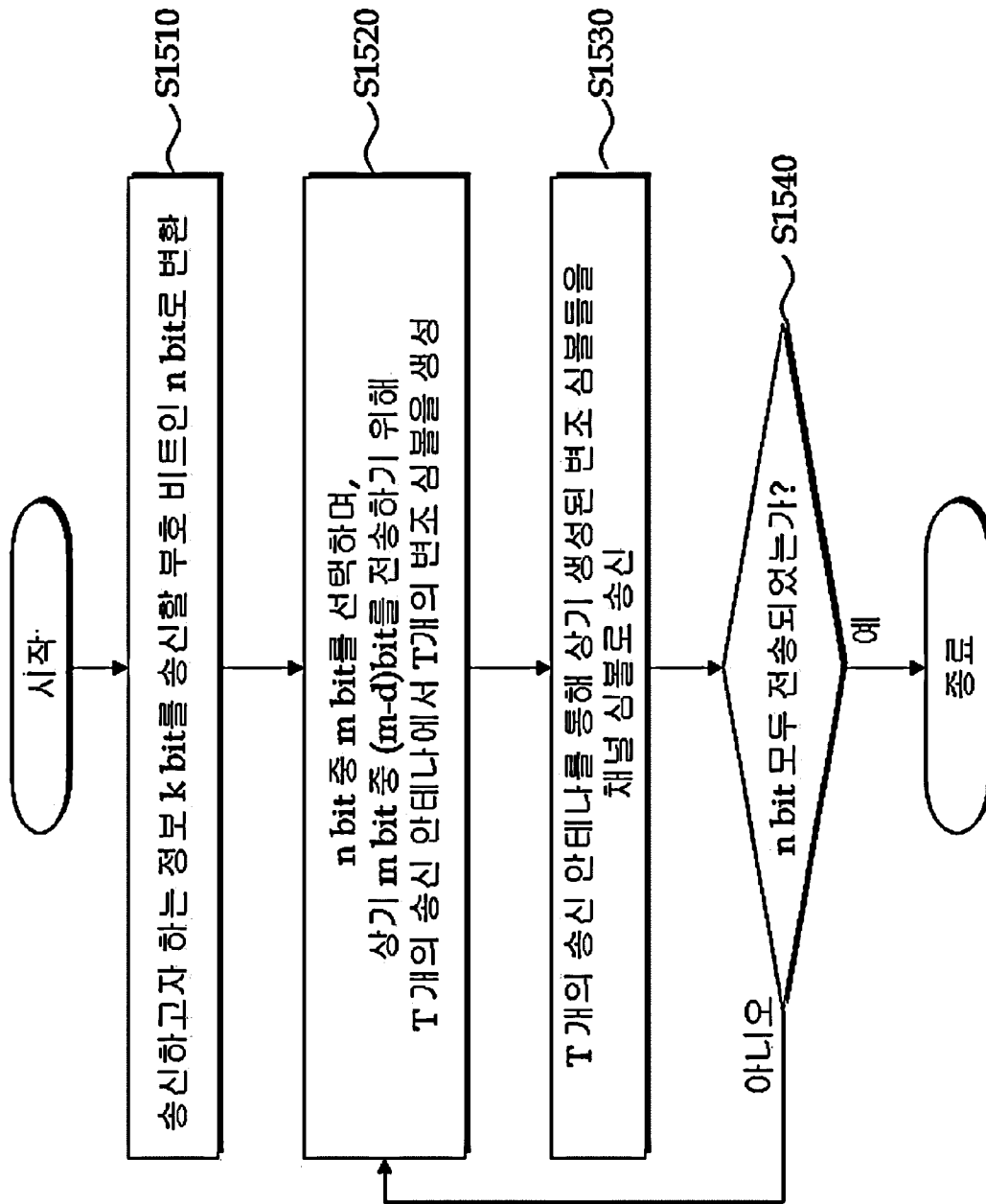
[Fig. 14]

m	신호구성							
	$S_{x1}(S_{y2})$	$S_{y2}(S_{x1})$	$S_{x3}(S_{y4})$	$S_{y4}(S_{x2})$	$S_{x2}(S_{y1})$	$S_{y1}(S_{x2})$	$S_{x4}(S_{y3})$	$S_{y3}(S_{x4})$
0 00	M_0	M_0	M_0	M_0	0	0	0	0
0 01	M_0	M_1	M_0	M_1	0	0	0	0
0 11	M_1	M_1	M_1	M_1	0	0	0	0
0 10	M_1	M_0	M_1	M_0	0	0	0	0
1 10	0	0	0	0	M_0	M_0	M_0	M_0
1 11	0	0	0	0	M_0	M_1	M_0	M_1
1 01	0	0	0	0	M_1	M_1	M_1	M_1
1 00	0	0	0	0	M_1	M_0	M_1	M_0

	Ant 1	Ant 2	Ant 3	Ant 4
Res X	S_{x1}		S_{x3}	
Res Y		S_{y2}		S_{y4}

	Ant 1	Ant 2	Ant 3	Ant 4
Res X		S_{x2}		S_{x4}
Res Y	S_{y2}		S_{y3}	

[Fig. 15]



[Fig. 16]

