

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(10) 국제공개번호

WO 2011/152638 A2

(43) 국제공개일  
2011년 12월 8일 (08.12.2011)

PCT

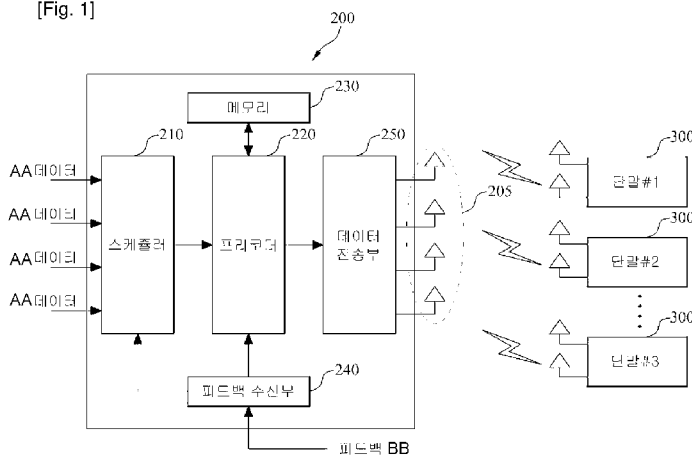
- (51) 국제특허분류: H04B 7/04 (2006.01) H04W 88/08 (2009.01) H03M 13/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/003952
- (22) 국제출원일: 2011년 5월 30일 (30.05.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2010-0052380 2010년 6월 3일 (03.06.2010) KR  
10-2011-0049542 2011년 5월 25일 (25.05.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): (주)휴맥스 (HUMAX CO., LTD.) [KR/KR]; 경기도 용인시 처인구 유방동 212-1, 449-934 Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이충구 (YIE, Chung Ku) [KR/KR]; 인천광역시 부평구 부평 1동 동아아파트 16동 406호, 403-762 Incheon (KR). 오정환 (OH, Jeong Hwan) [KR/KR]; 서울특별시 강남구 역삼동 732-27 신성빌딩 5층, 135-514 Seoul (KR). 윤석현 (YOON, Seok Hyun) [KR/KR]; 경기도 광명시 하안동 주공아파트 1013동 1107호, 423-060 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 천문 (ASTRAN INT'L IP GROUP); 서울특별시 강남구 역삼동 732-27 신성빌딩 5층, 135-514 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR DIFFERENTIAL PRECODING AND BASE STATION SUPPORTING SAME

(54) 발명의 명칭: 차분 선부호화 방법 및 그 방법을 지원하는 기지국

[Fig. 1]



AA ... Data  
BB ... Feedback  
210 ... Scheduler  
220 ... Precoder  
230 ... Memory  
240 ... Feedback receiving unit  
250 ... Data transmission unit  
300 ... Terminal #1, Terminal #2, Terminal #3

(57) Abstract: According to one embodiment of the present invention, a method for differential precoding, which can reduce interference between users and increase the total aggregate transmission rate, comprises the following steps: initializing a precoding matrix using a first PMI of a channel between a terminal and a base station; and updating the precoding matrix by using auxiliary information for adaptively updating the precoding matrix according to the speed of channel state change, and by using a second PMI of the channel, wherein the auxiliary information is a scalar quantization value.

(57) 요약서: 사용자간 간섭을 줄이고 전송율의 총합을 증가시킬 수 있는 본 발명의 일 측면에 따른 차분 선부호화 방법은, 단말과 기지국 간의 채널에 대한 제 1 PMI를 이용하여 프리코딩 행렬을 초기화하는 단계; 및 상기 채널의 상태 변화 속도에 따라 상기 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트시키기 위한 보조정보 및 상기 채널에 대한 제 2 PMI를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 업데이트하는 단계를 포함하고, 상기 보조정보는 양자화된 스칼라 값인 것을 특징으로 한다.



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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

## 명세서

### 발명의 명칭: 차분 선부호화 방법 및 그 방법을 지원하는 기지국 기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서 보다 상세하게는 무선 통신 시스템에서의 차분 선부호화에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 대용량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 4세대 통신 시스템은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplex) 또는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplex Access) 방식을 사용하고 있다. OFDM 또는 OFDMA 방식은 사용 대역폭을 여러 개의 서브캐리어(Subcarrier)로 나누어 전송하는 방식으로서, 직렬로 입력되는 데이터 열을 N개의 병렬 데이터 열로 변환하여 각각 분리된 부반송파에 실어 전송함으로써 데이터률을 높이는 방법이다.
- [3] 이와 같은 OFDM 또는 OFDMA 방식을 이용하는 통신 시스템에서는 데이터 전송의 효율성 향상을 위하여, 다수의 안테나를 포함하는 기지국에서 각각의 안테나를 이용하여 상이한 데이터를 전송하는 MIMO(Multi-Input Multi-Out) 방식이 사용되고 있다. MIMO 방식의 사용에 따라 통신 시스템에서는 다이버시티 이득을 얻을 수 있게 되었으며, 데이터 전송률을 증가시키는 효과도 있다.
- [4] 특히, 이러한 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 방식을 이용하여 동시에 기지국과 다수의 단말 사이에서 데이터 또는 신호를 송수신할 수 있다. 이러한, 다중 사용자(Multi User: MU) MIMO 방식은 기지국에 M개의 안테나를 배열하고 복수개의 단말에 N개의 안테나를 배열한다. 이와 같이, 배열된 안테나를 사용하여 신호를 송수신하면 전송률을 증가시킬 수 있게 된다.
- [5] 이처럼, MU-MIMO 방식에서 사용자간 간섭을 최소화하고 전송률의 총합(Sum-Rate)을 극대화하기 위해 프리코딩(Precoding) 기법이 적용될 수 있다.
- [6] 여기서, 프리코딩이란 무선 통신 시스템에서 데이터 전송의 신뢰성을 향상시키기 위한 기법들 중 하나로써, 데이터 전송에 있어서 채널 상에서 발생하는 페이딩 및 간섭 등을 고려하여 이러한 페이딩 및 간섭에 대한 정보에 근거하여 생성된 프리코딩 행렬을 이용하여 전송될 데이터를 프리코딩 하여 전송함으로써 데이터 전송의 신뢰성을 향상시키는 것을 의미한다.
- [7] 그러나, 현재 4세대 이동통신 시스템에서는 제한된 크기의 코드북을 이용하고 CQI(Channel Quality Indicator), RI(Rank Indicator) 및 PMI(Precoding Matrix Indicator)의 형태로 채널정보가 리포팅되기 때문에 사용 가능한 프리코딩 행렬이 제한되므로, 사용자간 간섭을 줄이고 전송률의 총합을 늘리는데 한계가 있다는 문제점이 있다.

#### 발명의 상세한 설명

**기술적 과제**

- [8] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 사용자간 간섭을 줄이고 전송율의 총합을 증가시킬 수 있는 차분 선부호화 방법 및 그 방법을 지원하는 기지국을 제공하는 것을 기술적 과제로 한다.
- [9] 또한 본 발명은, 복수개의 코드북을 이용하여 프리코딩 행렬을 결정할 수 있는 차분 선부호화 방법 및 그 방법을 지원하는 기지국을 제공하는 것을 다른 기술적 과제로 한다.
- [10] 또한, 본 발명은 채널의 변화 속도에 따라 적응적으로 프리코딩 행렬을 결정할 수 있는 차분 선부호화 방법 및 그 방법을 지원하는 기지국을 제공하는 것을 또 다른 기술적 과제로 한다.
- [11] 또한, 본 발명은 채널 상태 정보의 피드백으로 인해 발생하는 오버헤드를 감소시킬 수 있는 차분 선부호화 방법 및 그 방법을 지원하는 기지국을 제공하는 것을 또 다른 기술적 과제로 한다.

**과제 해결 수단**

- [12] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 차분 선부호화 방법은, 단말과 기지국 간의 채널에 대한 제1 PMI를 이용하여 프리코딩 행렬을 초기화하는 단계; 및 상기 채널의 상태 변화 속도에 따라 상기 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트시키기 위한 보조정보 및 상기 채널에 대한 제2 PMI를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 업데이트하는 단계를 포함하고, 상기 보조정보는 양자화된 스칼라 값인 것을 특징으로 한다.
- [13] 상기 차분 선부호화 방법은, 초기화된 프리코딩 행렬 또는 업데이트된 프리코딩 행렬을 이용하여 하향 데이터를 프리코딩 하는 단계; 및 상기 프리코딩된 하향 데이터를 상기 단말로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [14] 일 실시예에 있어서, 상기 프리코딩 행렬은 수학적  $G(0) = F_{main,q}$  를

이용하여 초기화할 수 있고, 여기서,  $G(0)$ 은 0번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 의미하며,  $F_{main,q}$  는 메인 코드북에서 상기 제1 PMI인  $q$ 에 해당하는 요소를 나타내는 것을 특징으로 한다.

- [15] 또한, 상기 프리코딩 행렬은, 수학적  $G(n) = G(n - 1) * (F_{sub,p})^a$  를

이용하여 반복적으로 업데이트할 수 있고, 여기서,  $G(n)$ 은  $n$ 번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내고,  $G(n-1)$ 은  $n-1$ 번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내며,  $F_{sub,p}$  는 서브 코드북에서 상기 제2 PMI인  $p$ 에 해당하는 요소를 나타내며,  $*$ 는 행렬 합, 행렬 곱, 및 크로네커 곱 중 어느 하나를 나타내는 행렬간 연산자(Operator)를 나타내고,  $a$ 는 상기 보조정보에 해당하는 값을 나타내는 것을 특징으로 한다.

- [16] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 차분 선부호화 방법은, 단말과 기지국 간의 채널에 대한 제1 채널 상태 정보가 상기 단말로부터 수신되면, 상기 제1 채널 상태 정보를 이용하여 초기화된 프리코딩 행렬로 제1 하향 데이터를 프리코딩 하여 상기 단말로 전송하는 단계; 상기 채널의 상태 변화에 따라 상기 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트시키기 위한 보조정보 및 상기 채널에 대한 제2 채널 상태 정보가 상기 단말로부터 수신되면, 상기 보조정보 및 상기 제2 채널 상태 정보를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 업데이트하는 단계; 및 상기 업데이트된 프리코딩 행렬로 제2 하향 데이터를 프리코딩 하여 상기 단말로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [17] 이때, 상기 제1 및 제2 채널 상태 정보는 PMI(Precoding Matrix Index)일 수 있고, 상기 보조 정보는 양자화된 스칼라 값일 수 있다.
- [18] 일 실시예에 있어서, 제1 코드북 내에서 상기 제1 채널 상태 정보에 상응하는 행렬을 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 초기화하고, 제2 코드북 내에서 상기 제2 채널 상태 정보에 상응하는 행렬을 상기 보조 정보로 거듭 제공한 결과값과 상기 프리코딩 행렬에 대해 행렬 곱 또는 크로네커(Kronecker) 곱을 수행함으로써 상기 프리코딩 행렬을 업데이트할 수 있다.
- [19] 한편, 상기 제1 및 제2 채널 상태 정보는 CQI(Channel Quality Indicator) 및 RI(Rank Index) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [20] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따른 차분 선부호화 방법은, 제1 코드북 내에서 선택된 제1 행렬을 나타내는 제1 PMI를 결정하여 기지국으로 피드백 하는 단계; 제2 코드북 내에서 선택된 제2 행렬을 나타내는 제2 PMI 및 상기 기지국에 의해 상기 제2 행렬에 거듭 제공 될 보조정보를 결정하는 단계; 및 상기 제2 PMI 및 보조정보를 주기적 또는 비주기적으로 상기 기지국으로 피드백 하는 단계를 포함하고, 상기 보조정보는 양자화된 스칼라 값으로 결정하는 것을 특징으로 한다.
- [21] 이때, 상기 업데이트된 프리코딩 행렬은, 상기 프리코딩 행렬과 상기 결과값에 대해 행렬 곱 또는 크로네커 곱을 수행함으로써 산출되는 것을 특징으로 한다.
- [22] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 측면에 따른 기지국은, 단말로부터 제1 채널 상태 정보, 제2 채널 상태 정보, 및 채널의 상태 변화에 따라 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트시키기 위한 보조정보를 수신하는 피드백 수신부; 상기 제1 채널 상태 정보를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 초기화하고, 상기 제2 채널 상태 정보 및 상기 보조정보를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 반복적으로 업데이트하며, 상기 프리코딩 행렬로 하향 데이터를 프리코딩 하는 프리코더; 및 상기 하향 데이터를 단말로 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [23] 이때, 프리코더는, 수학식  $G(0) = F_{main,q}$  를 이용하여 상기 프리코딩

행렬을 초기화하는 프리코딩 행렬 초기화부; 및 수학식

$$G(n) = G(n - 1) * (F_{sub,p})^a$$

를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을

반복적으로 업데이트 하는 프리코딩 행렬 업데이트부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [24] 본 발명에 따르면, 사용자간 간섭을 줄이고 전송율의 총합을 증가시킬 수 있다는 효과가 있다.
- [25] 또한 본 발명은, 복수개의 코드북을 이용하여 프리코딩 행렬을 결정할 수 있으므로, 사용 가능한 프리코딩 행렬의 제한을 완화시킬 수 있다는 효과가 있다.
- [26] 또한, 본 발명은 채널정보의 피드백 시 보조 정보를 함께 피드백 함으로써 채널의 변화 속도에 따라 적응적으로 프리코딩 행렬을 결정할 수 있다는 효과가 있다.
- [27] 또한, 본 발명은 채널 상태 정보의 피드백으로 인해 발생하는 오버헤드를 감소시킬 수 있는 차분 선부호화 방법 및 장치를 제공하는 것을 또 다른 기술적 과제로 한다.

**도면의 간단한 설명**

- [28] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 차분 선부호화 방식을 지원하는 기지국의 구성을 개략적으로 보여주는 블록도.
- [29] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 차분 선부호화 방식을 지원하는 단말의 구성을 개략적으로 보여주는 블록도
- [30] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차분 선부호화 방법을 보여주는 플로우차트.

**발명의 실시를 위한 형태**

- [31] 이하의 설명에서는 설명의 편의를 위해 사용자와 단말을 동일한 개념으로 혼용하여 사용하기로 한다.
- [32] 본 명세서에 기재된 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명한 것이지만, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 설명한 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에서는 본 발명의 핵심적인 특징이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지 구조나 장치에 대한 설명은 생략될 수 있을 것이다.
- [33] 한편, 이하의 실시예들에서, 별도의 명시적 언급이 없는 한 각 구성요소 또는 특징은 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 따라서, 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있고, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능할 것이다. 또한, 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있고, 특정 실시예에서의 일부 구성이나 특징이 다른 실시예에 포함되거나 다른

실시예에서의 대응되는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

- [34] 본 발명의 실시예들은 기지국과 단말 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(Terminal Node)로서의 의미를 갖는다. 본 명세서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(Upper Node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [35] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(Network Nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있을 것이다. 기지국은 고정국(Fixed Station), Node B, eNode B(eNB), 액세스 포인트(Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있고, 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [36] 또한, 본 발명에 따른 데이터 전송 방법 및 장치는 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 등과 같은 다양한 무선 접속 기술에 적용될 수 있다.
- [37] 한편 무선 접속 기술들은 다양한 무선 통신 표준 시스템으로 구현될 수 있다. 예컨대, WCDMA(Wideband CDMA)는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 표준화 기구에 의한 UTRAN(Universal Terrestrial Radio Access Network)과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. 또한, CDMA2000는 CDMA에 기반한 무선 기술이고, 3GPP2(3rd Generation Partnership Project 2) 표준화 기구에 의한 HRPD(High Rate Packet Data)는 CDMA2000 기반 시스템에서 높은 패킷 데이터 서비스를 제공하는 무선 기술이다. eHRPD(evolved HRPD)는 HRPD가 진화된 무선 기술이고, TDMA는 GSM(Global System for Mobile communications)/GPRS(General Packet Radio Service)/EDGE(Enhanced Data Rates for GSM Evolution)와 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, EUTRAN(Evolved-UTRAN) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. LTE(Long Term Evolution)는 E-UTRAN를 사용하는 E-UMTS(Evolved-UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access)를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 LTE가 진화된 무선 기술이다.
- [38] 본 발명이 적용되는 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 시스템은 다중 전송 안테나와 적어도 하나의 수신 안테나를 이용한 시스템이다. 본 발명은 다양한 MIMO (Multiple Input Multiple Output) 방식에 적용될 수 있다. MIMO 방식은 동일한 스트림을 다중 계층으로 전송하는 공간 다이버시티(Spatial Diversity)와 다중 스트림을 다중 계층으로 전송하는 공간 다중화(Spatial Multiplexing)가 있다. 공간 다중화에서 다중 스트림이 하나의 사용자에게 전송될 때 SU-MIMO(Single

User-MIMO) 또는 SDMA(Spatial Division Multiple Access)라고 한다. 공간 다중화에서 다중 스트림이 다수의 사용자에게 전송될 때 MU-MIMO(Multi User-MIMO)라고 한다. 또한, 공간 다이버시티 및 공간 다중화는 각각 사용자로부터의 보고되는 피드백(Feedback) 정보의 이용 여부에 따라 개루프(Open-Loop) 방식과 폐루프(Closed-Loop) 방식으로 나눌 수 있다.

[39] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다.

[40] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에 포함된 기지국의 구성을 개략적으로 보여주는 블록도로서, 본 발명에 따른 기지국(200)은 다중 사용자(Multi User: MU)에게 MIMO 방식으로 데이터를 전송할 수 있다. 이때, 기지국(200)에는 복수개의 전송 안테나(205)가 배치되어 있고, 단말(300)의 경우 복수개의 안테나가 배치될 수 있지만 하나의 안테나 만이 배치될 수도 있다.

[41] 먼저, 기지국(200)은 도 1에 도시된 바와 같이, 스케줄러(210), 프리코더(220), 메모리(230), 피드백 수신부(240), 및 데이터 전송부(250)를 포함한다.

[42] 스케줄러(210)는 각 단말(300)로부터 피드백되는 채널 상태 정보를 고려하여 상위 계층으로부터 전달받은 데이터들의 전송 위한 스케줄링 작업을 수행한다. 구체적으로, 스케줄러(210)는 각 단말(300)로부터 피드백된 채널 상태 정보를 고려하여 각각의 단말로 전송될 하향 데이터들의 변조 및 코딩 기법(Modulation and Coding Scheme) 레벨을 결정한 후 하향 데이터를 프리코더(220)로 제공한다.

[43] 일 실시예에 있어서, 각 단말(300)로부터 피드백되는 채널 상태 정보는 PMI(Precoding Matrix Index)일 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 채널 상태 정보는 CQI(Channel Quality Indicator) 및 RI(Rank Index)를 더 포함할 수 있다.

[44] 이하의 설명에서는 편의를 위해 채널 상태 정보가 PMI인 것으로 가정하여 설명하기로 한다.

[45] 프리코더(220)는 프리코딩 행렬을 결정하고, 결정된 프리코딩 행렬을 이용하여 스케줄러(210)로부터 제공된 하향 데이터를 프리코딩 하는 것으로서 도 1에 도시된 바와 같이, 프리코딩 행렬 초기화부(222) 및 프리코딩 행렬 업데이트부(224)를 포함한다.

[46] 먼저, 프리코딩 행렬 초기화부(222)는 단말(300)로부터 최초의 PMI인 제1 PMI(Precoding Matrix Index)가 피드백 되면, 메모리(230)에 저장되어 있는 제1 코드북으로부터 제1 PMI에 해당하는 요소를 이용하여 프리코딩 행렬을 초기화한다. 즉, 프리코딩 행렬 초기화부(222)는 제1 PMI가 피드백 되면, 아래의 수학식 1과 같이 프리코딩 행렬을 초기화한다.

[47] 수학식 1

$$G(0) = F_{main,q}$$

[48] 수학식 1에서,  $G(n)$ 은  $n$ 번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내는 것으로서  $G(0)$ 은 초기화된 프리코딩 행렬을 나타내며,

$F_{main,q}$

는 제1 코드북인 메인 코드북에서 제1 PMI인 q에 해당하는 요소를 의미한다.

- [49] 이후, 프리코딩 행렬 초기화부(222)는 초기화된 프리코딩 행렬을 이용하여 하향 데이터를 프리코딩 한 후 프리코딩된 하향 데이터를 상기 데이터 전송부(250)로 제공하고, 초기화된 프리코딩 행렬을 상기 메모리(230)에 저장한다.
- [50] 다음으로, 프리코딩 행렬 업데이트부(224)는 초기화된 프리코딩 행렬을 업데이트하거나, 주기적 또는 비주기적으로 프리코딩 행렬 업데이트부(224)에 의해 업데이트된 프리코딩 행렬을 반복적으로 업데이트 한다.
- [51] 구체적으로, 프리코딩 행렬 업데이트부(224)는 단말(300)로부터 주기적 또는 비주기적으로 제2 PMI와 함께 보조정보가 피드백 되면, 초기화된 프리코딩 행렬 또는 바로 이전의 하향 데이터에 적용된 프리코딩 행렬(이하, '직전 프리코딩 행렬'이라 함), 메모리(230)에 저장되어 있는 제2 코드북에서 제2 PMI에 상응하는 요소, 및 상기 보조정보를 이용하여 초기화된 프리코딩 행렬 또는 직전 프리코딩 행렬을 업데이트 한다.
- [52] 이때, 보조정보란 채널 상태의 변화에 따라 최종적으로 하향 데이터에 적용될 프리코딩 행렬이 적절하게 업데이트될 수 있도록 하기 위해 단말(300)에 의해 결정된 값으로서, 양자화된 스칼라 값일 수 있다.
- [53] 일 실시예에 있어서, 프리코딩 행렬 업데이트부(224)는 제2 코드북에서 제2 PMI에 상응하는 요소를 상기 보조정보에 해당하는 값만큼 거듭 제곱한 결과값과 초기화된 프리코딩 행렬(또는 직전 프리코딩 행렬)에 대해 행렬 합, 행렬 곱, 또는 크로네커(Kronecker)곱을 수행함으로써 초기화된 프리코딩 행렬(또는 직전 프리코딩 행렬)을 업데이트 할 수 있다.
- [54] 이를 수학식으로 표현하면 아래의 수학식 2와 같다.
- [55] 수학식 2

$$G(n) = G(n - 1) * (F_{sub,p})^a$$

- [56] 여기서,  $G(n)$ 은 n번째 시점에서의 프리코딩 행렬로써 현재 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내고,  $G(n-1)$ 은 n-1번째 시점에서의 프리코딩 행렬로써 직전 프리코딩 행렬을 나타내며,

$F_{sub,p}$

는 제2 코드북인 서브 코드북에서 제2 PMI인 p에 해당하는 요소를 나타내고, \*는 행렬 합, 행렬 곱, 또는 크로네커 곱 등과 같은 행렬간의 연산자(Operator)를 나타내며, a는 보조정보에 해당하는 값을 나타낸다.

- [57] 이후, 프리코딩 행렬 업데이트부(224)는 업데이트된 프리코딩 행렬을 이용하여

하향 데이터를 프리코딩 한 후 프리코딩된 하향 데이터를 상기 데이터 전송부(250)로 제공하고, 업데이트된 프리코딩 행렬을 상기 메모리(230)에 저장한다.

- [58] 이와 같이 본 발명에 따른 기지국(200)은 단말(300)로부터 피드백 되는 보조정보를 제2 PMI에 상응하는 요소에 거듭 제곱 형태로 반영하기 때문에, 채널 상태의 변화 속도에 따라 프리코딩 행렬의 변경 폭을 적응적으로 조절할 수 있을 뿐만 아니라 최적의 프리코딩 행렬과 실제 산출되는 프리코딩 행렬간의 정상상태 오차도 줄일 수 있게 된다.
- [59] 상술한 실시예에 있어서는 프리코딩 행렬 초기화부(222) 및 프리코딩 행렬 업데이트부(224)가 별개의 구성요소인 것으로 기재하였지만, 변형된 실시예에 있어서는 하나의 구성요소로 구현될 수도 있을 것이다.
- [60] 다음으로, 메모리(230)에는 프리코더(220)에 의해 결정된 프리코딩 행렬(초기화된 프리코딩 행렬 및 업데이트된 프리코딩 행렬), 제1 코드북, 및 제2 코드북이 저장된다. 본 실시예에 있어서는 2개의 코드북이 저장되는 것으로 기재하였지만, 변형된 실시예에 있어서 2개 이상의 코드북이 이용되는 경우에는 2개 이상의 코드북이 저장될 수도 있을 것이다.
- [61] 일 실시예에 있어서, 메모리(230)에 저장되는 제1 코드북은 Rel-8 타입의 코드북일 수 있고, 제2 코드북은 제1 코드북으로부터 결정된 서브 코드북일 수 있다.
- [62] 다음으로, 피드백 수신부(240)는 각 단말(310)로부터 피드백 정보를 수신하여 상기 스케줄러(210) 및 프리코더(220)로 제공한다.
- [63] 상술한 바와 같이, 피드백 수신부(240)가 각 단말로부터 피드백 받는 피드백 정보에는 제1/제2 PMI 및 보조정보 이외에도 채널 상태 정보를 나타내는 CQI(Channel Quality Indicator) 및 랭크 정보를 나타내는 RI(Rank Index)가 포함될 수 있다.
- [64] 데이터 전송부(250)는 프리코딩 된 하향 데이터를 복수개의 전송 안테나(205)를 통해 각각의 단말(300)로 제공한다.
- [65] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 시스템에서 차분 선부호화 방식을 지원하는 단말의 구성을 개략적으로 보여주는 블록도로서, 본 발명에 따른 단말(300)은 프로세서(310), 메모리(320), 및 RF부(330)를 포함한다.
- [66] 프로세서(310)는 기지국(200)으로부터 참조신호를 수신하고, 수신된 참조신호를 이용하여 기지국(200)과 단말(300)간의 채널을 추정한다. 프로세서(310)는, 채널 추정 결과에 따라 기지국(200)과 공유하고 있는 제1 코드북에 포함된 프리코딩 행렬들 중 어느 하나를 선택하고, 선택된 제1 프리코딩 행렬을 나타내는 제1 PMI를 결정한다.
- [67] 또한, 프로세서(510)는 기지국(200)과 단말(300)간의 채널 상태의 변화에 따라 주기적 또는 비주기적으로 제2 코드북에 포함된 프리코딩 행렬들 중 어느 하나를 선택하고, 선택된 프리코딩 행렬을 나타내는 제2 PMI를 결정한다. 이때,

- 제2 코드북 또한 제1 코드북과 같이 기지국(200)과 사전에 공유되어 있다.
- [68] 한편, 프로세서(510)는, 제2 PMI를 결정할 때, 채널 상태의 변화 속도에 따라 하향 데이터에 적용될 프리코딩 행렬이 적절하게 업데이트될 수 있도록 하기 위한 보조정보를 결정할 있다. 이때, 보조정보는 양자화된 스칼라 값일 수 있다.
- [69] 이러한 보조정보는 채널 상태가 빠르게 변화하는 경우 최종적으로 하향 데이터에 적용될 프리코딩 행렬의 변경 폭이 커지도록 하고, 채널 상태가 느리게 변화하는 경우 최종적으로 하향 데이터에 적용될 프리코딩 행렬의 변경 폭이 작아지도록 하는 값으로 결정할 수 있다.
- [70] 이외에도, 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들이 프로세서(310)에 의해 구현될 수 있다.
- [71] 다음으로, 메모리(320)는 프로세서(310)와 연결되어, 프로세서(510)를 구동하기 위한 다양한 정보, 제1 PMI, 제2 PMI, 제1 코드북, 및 제2 코드북 등을 저장한다.
- [72] RF부(330)는 프로세서(310)와 연결되어, 제1 PMI, 제2 PMI, 및 보조정보를 기지국(200)으로 피드백 하거나, 상향링크 데이터를 기지국(200)으로 전송한다.
- [73] 또한, RF(330)는 기지국으로부터 하향링크 데이터를 수신하여 프로세서(310)로 전달한다.
- [74] 상술한 실시예들에서, 프로세서(310)는 ASIC(Application-Specific Integrated Circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 데이터 처리 장치 및/또는 베이스밴드 신호 및 무선 신호를 상호 변환하는 변환기를 포함할 수 있다.
- [75] 메모리(230, 320)는 ROM(Read-Only Memory), RAM(Random Access Memory), 플래쉬 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(330)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다.
- [76] 이하에서는 본 발명에 따른 차분 선부호화 방법에 대해 설명한다.
- [77] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차분 선부호화 방법을 보여주는 플로우차트이다.
- [78] 도시된 바와 같이, 단말이 채널 상태를 고려하여 제1 코드북에서 어느 하나의 행렬을 선택하고(S300), 선택된 행렬을 나타내는 제1 PMI를 결정하여(S310), 제1 PMI를 기지국으로 전송한다(S320). 이때, 제1 코드북은 기지국과 단말이 사전에 서로 공유하고 있는 코드북이다.
- [79] 이후, 기지국은, 제1 코드북 내에서 제1 PMI에 상응하는 초기 프리코딩 행렬을 결정한다(S330).
- [80] 이후, 기지국은 초기 프리코딩 행렬로 하향 데이터를 프리코딩하고(S340), 프리코딩 된 하향 데이터를 단말로 전송한다(S350).
- [81] 다음으로, 단말은 주기적 또는 비주기적으로 제2 코드북에서 하나의 프리코딩 행렬을 선택하고 상기 프리코딩 행렬의 업데이트를 위한 보조정보를 결정한다(S360). 이때, 제2 코드북은 기지국과 단말이 사전에 서로 공유하고 있는 코드북이다.

- [82] 일 실시예에 있어서, 보조정보는 양자화된 스칼라 값일 수 있는데 이러한 보조정보의 값은 채널 상태의 변화 속도를 고려하여 결정될 수 있다. 예컨대, 채널 상태가 빠르게 변화하는 경우 프리코딩 행렬의 업데이트 폭이 커지도록 하고 채널 상태가 느리게 변화하는 경우 프리코딩 행렬의 업데이트 폭이 작아지도록 하는 값을 보조정보의 값으로 설정할 수 있다.
- [83] 다음으로, 제2 코드북에서 선택된 하나의 프리코딩 행렬을 나타내는 제2 PMI를 결정한 후(S370), 결정된 제2 PMI와 보조정보를 기지국으로 전송한다(S380).
- [84] 상술한 실시예에 있어서는 보조정보를 결정한 후 제2 PMI를 결정하는 것으로 기재하였지만, 변형된 실시예에 있어서는 제2 PMI를 결정한 후 보조정보를 결정하거나, 제2 PMI와 함께 보조정보를 결정할 수도 있을 것이다.
- [85] 다음으로, 기지국은 상기 제2 코드북에서 상기 제2 PMI에 상응하는 행렬과 상기 보조정보를 이용하여 상기 초기 프리코딩 행렬을 업데이트 한다(S390). 구체적으로, 기지국은 상술한 수학식 2에 기재된 바와 같이, 제2 PMI에 상응하는 행렬을 상기 보조정보의 값으로 거듭 제공한 결과값과 상기 초기 프리코딩 행렬에 대해 행렬 곱 또는 크로네커 곱을 수행함으로써 상기 초기 프리코딩 행렬을 업데이트 한다.
- [86] 다음으로, 업데이트된 프리코딩 행렬로 하향 데이터를 프리코딩 한 후(S400), 프리코딩 된 하향 데이터를 상기 단말로 전송한다(S350).
- [87] 이후 S360 내지 S400과정을 되풀이 하여 S290에서 업데이트된 프리코딩 행렬을 반복적으로 업데이트하게 된다.
- [88] 즉, S390에서는 초기 프리코딩 행렬을 업데이트 하는 것으로 기재하였지만 반복되는 과정에서는 직전에 업데이트된 프리코딩 행렬을 제2 PMI에 상응하는 행렬 및 보조정보를 이용하여 다시 업데이트하게 되는 것이다.
- [89] 상술한 차분 선부호화 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 이용하여 수행될 수 있는 프로그램 형태로도 구현될 수 있는데, 이때 MU-MIMO를 지원하기 위한 프리코딩을 이용한 프레임 송신 방법을 수행하기 위한 프로그램은 하드 디스크, CD-ROM, DVD, 롬(ROM), 램, 또는 플래시 메모리와 같은 컴퓨터로 판독할 수 있는 기록 매체에 저장된다.
- [90] 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 상술한 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [91] 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 채널 H<sub>12</sub>는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

## 청구범위

- [청구항 1] 단말과 기지국 간의 채널에 대한 제1 PMI를 이용하여 프리코딩 행렬을 초기화하는 단계; 및  
 상기 채널의 상태 변화 속도에 따라 상기 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트시키기 위한 보조정보 및 상기 채널에 대한 제2 PMI를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 업데이트하는 단계를 포함하고,  
 상기 보조정보는 양자화된 스칼라 값인 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
 초기화된 프리코딩 행렬 또는 업데이트된 프리코딩 행렬을 이용하여 하향 데이터를 프리코딩 하는 단계; 및  
 상기 프리코딩된 하향 데이터를 상기 단말로 전송하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,  
 상기 프리코딩 행렬은 수학식  $G(0) = F_{main,q}$  를 이용하여 초기화하고, 여기서,  $G(0)$ 은 0번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 의미하며,  $F_{main,q}$  는 메인 코드북에서 상기 제1 PMI인 q에 해당하는 요소를 나타내는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
 상기 프리코딩 행렬은, 수학식  $G(n) = G(n-1) * (F_{sub,p})^a$  를 이용하여 반복적으로 업데이트하고,  
 여기서,  $G(n)$ 은 n번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내고,  $G(n-1)$ 은 n-1번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내며,  $F_{sub,p}$  는 서브 코드북에서 상기 제2 PMI인 p에 해당하는 요소를 나타내며, \*는 행렬 합, 행렬 곱, 및 크로네커 곱 중 어느 하나를 나타내는 행렬간 연산자(Operator)를 나타내고, a는 상기 보조정보에 해당하는 값을 나타내는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.
- [청구항 5] 단말과 기지국 간의 채널에 대한 제1 채널 상태 정보가 상기 단말로부터 수신되면, 상기 제1 채널 상태 정보를 이용하여 초기화된 프리코딩 행렬로 제1 하향 데이터를 프리코딩 하여 상기

단말로 전송하는 단계;

상기 채널의 상태 변화에 따라 상기 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트시키기 위한 보조정보 및 상기 채널에 대한 제2 채널 상태 정보가 상기 단말로부터 수신되면, 상기 보조정보 및 상기 제2 채널 상태 정보를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 업데이트하는 단계; 및

상기 업데이트된 프리코딩 행렬로 제2 하향 데이터를 프리코딩 하여 상기 단말로 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 6]

제5항에 있어서,

상기 제1 및 제2 채널 상태 정보는 PMI(Precoding Matrix Index)인 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 7]

제5항에 있어서,

제1 코드북 내에서 상기 제1 채널 상태 정보에 상응하는 행렬을 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 초기화하고,

제2 코드북 내에서 상기 제2 채널 상태 정보에 상응하는 행렬을 상기보조 정보로 거듭 제공한 결과값과 상기 프리코딩 행렬에

대해 행렬 곱 또는 크로네커(Kronecker) 곱을 수행함으로써 상기 프리코딩 행렬을 업데이트하는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 8]

제5항에 있어서,

상기 보조 정보는 양자화된 스칼라 값인 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 9]

제5항에 있어서,

상기 제1 및 제2 채널 상태 정보는 CQI(Channel Quality Indicator) 및 RI(Rank Index) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 10]

제1 코드북 내에서 선택된 제1 행렬을 나타내는 제1 PMI를 결정하여 기지국으로 피드백 하는 단계;

제2 코드북 내에서 선택된 제2 행렬을 나타내는 제2 PMI 및 상기 기지국에 의해 상기 제2 행렬에 거듭 제공 될 보조정보를 결정하는 단계; 및

상기 제2 PMI 및 보조정보를 주기적 또는 비주기적으로 상기 기지국으로 피드백 하는 단계를 포함하고,

상기 보조정보는 양자화된 스칼라 값으로 결정하는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 11]

제10항에 있어서,

상기 제1 행렬을 이용하여 초기화된 프리코딩 행렬로 프리코딩된

하향 데이터 또는 상기 제2 행렬을 상기 보조정보로 거듭 제공할 결과값과 상기 프리코딩 행렬을 이용하여 업데이트된 프리코딩 행렬로 프리코딩 된 하향 데이터를 수신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 12]

제11항에 있어서, 상기 업데이트된 프리코딩 행렬은, 상기 프리코딩 행렬과 상기 결과값에 대해 행렬 곱 또는 크로네커 곱을 수행함으로써 산출되는 것을 특징으로 하는 차분 선부호화 방법.

[청구항 13]

단말로부터 제1 채널 상태 정보, 제2 채널 상태 정보, 및 채널의 상태 변화에 따라 프리코딩 행렬을 적응적으로 업데이트 시키기 위한 보조정보를 수신하는 피드백 수신부; 상기 제1 채널 상태 정보를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 초기화하고, 상기 제2 채널 상태 정보 및 상기 보조정보를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을 반복적으로 업데이트하며, 상기 프리코딩 행렬로 하향 데이터를 프리코딩 하는 프리코더; 및 상기 하향 데이터를 단말로 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 기지국.

[청구항 14]

제13항에 있어서, 상기 프리코더는, 수학식  $G(0) = F_{main,q}$  를 이용하여 상기 프리코딩 행렬을

초기화하는 프리코딩 행렬 초기화부; 및

수학식  $G(n) = G(n-1) * (F_{sub,p})^a$  를 이용하여 상기

프리코딩 행렬을 반복적으로 업데이트 하는 프리코딩 행렬 업데이트부를 포함하고,

상기 수학식에서,  $G(0)$ 은 0번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내고,  $F_{main,q}$  는 메인 코드북에서 상기 제1 채널 상태 정보인

$q$ 에 해당하는 요소를 나타내며,  $G(n)$ 은  $n$ 번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내고,  $G(n-1)$ 은  $n-1$ 번째 시점에서의 프리코딩 행렬을 나타내며,  $F_{sub,p}$  는 서브 코드북에서 상기 제2

채널 상태 정보인  $p$ 에 해당하는 요소를 나타내며,  $*$ 는 행렬 합, 행렬 곱, 및 크로네커 곱 중 어느 하나를 나타내는 행렬간 연산자(Operator)를 나타내고,  $a$ 는 상기 보조정보에 해당하는 값을 나타내는 것을 특징으로 하는 기지국.

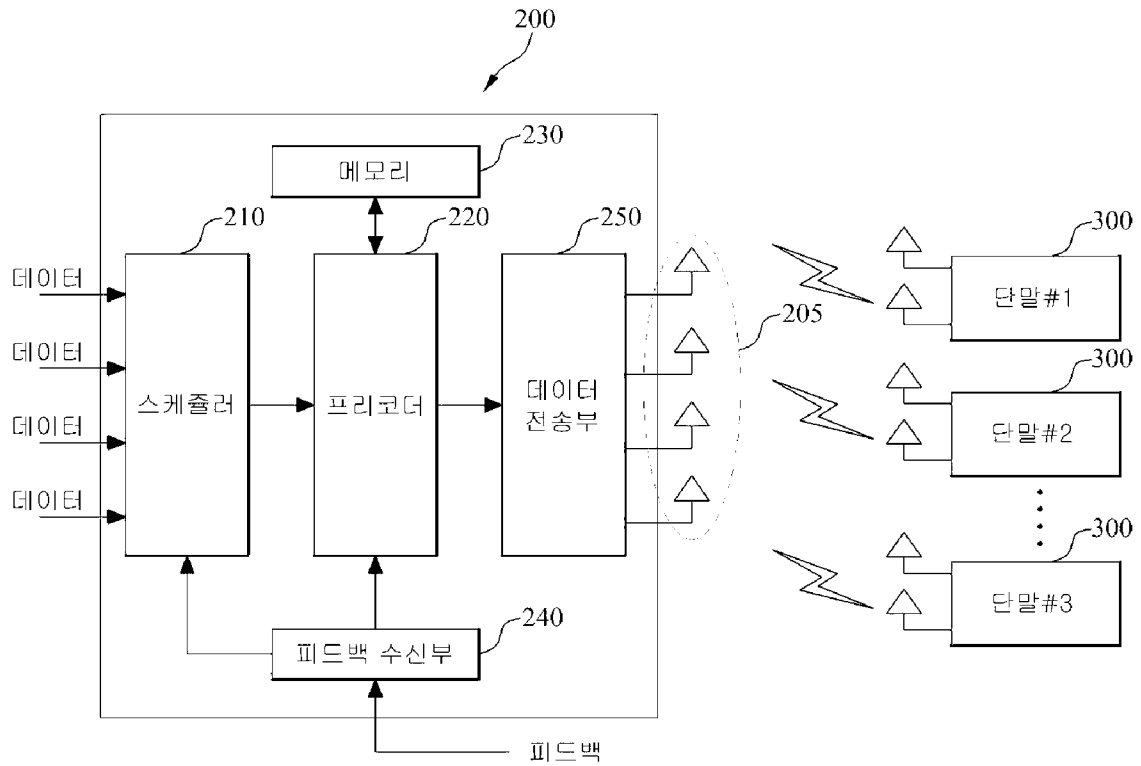
[청구항 15]

제13항에 있어서, 상기 제1 및 제2 채널 상태 정보는 PMI인 것을 특징으로 하는

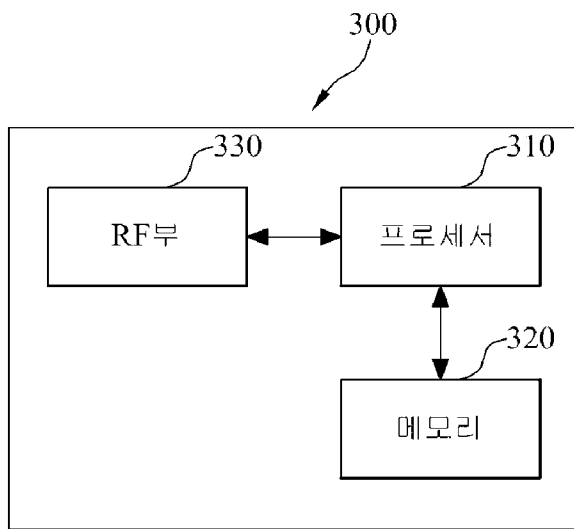
[청구항 16]

기지국.  
제13항에 있어서,  
상기 보조 정보는 양자화된 스칼라 값인 것을 특징으로 하는  
기지국.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

