

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 2월 23일 (23.02.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/023751 A2

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01) H03M 13/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/005888
- (22) 국제출원일: 2011년 8월 11일 (11.08.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/375,297 2010년 8월 20일 (20.08.2010) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 임빈철 (IHM, Binchul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 강지원 (KANG, Jiwon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 김수남 (KIM, Sunam) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 천진영 (CHUN, Jinyoung) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안

구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 박성호 (PARK, Sungho) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).

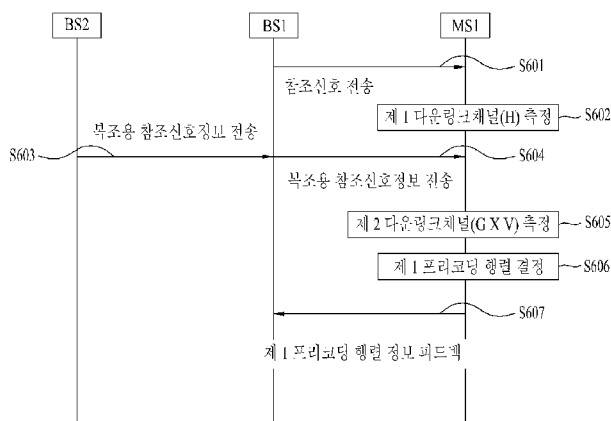
- (74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, 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, QA, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD OF TRANSMITTING INFORMATION ABOUT A PRE-CODING MATRIX OF A TERMINAL IN A MULTIPLE NODE SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 다중 노드 시스템에서 단말의 프리코딩 행렬 정보 전송 방법

[Fig. 6]



S601 ... Transmit reference signal
S602 ... Measure first downlink channel (H)
S603 ... Transmit information about reference signal for decoding
S604 ... Transmit information about reference signal for decoding
S605 ... Measure second downlink channel (GXV)
S606 ... Determine first pre-coding matrix
S607 ... Feed back information about first pre-decoding matrix

(57) Abstract: A method of transmitting, by a first terminal, information about a pre-coding matrix to a base station in a multiple node system comprises the steps: measuring a downlink channel of a first node through a reference signal for CSI (Channel-State Information) measurement of the first node; measuring a downlink channel of a second node through a reference signal for decoding transmitted by the second node; and transmitting, by the first terminal, information about a pre-coding matrix for the first terminal to the base station on the basis of the measured downlink channels of the first and second nodes.

(57) 요약서: 다중 노드 시스템에서 제 1 단말이 기지국으로 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 방법에 있어서, 제 1 노드의 CSI(Channel-State Information) 측정용 참조신호를 통해 제 1 노드의 다운링크 채널을 측정하는 단계; 제 2 노드가 전송하는 복조용 참조신호를 통해 제 2 노드의 다운링크 채널을 측정하는 단계; 상기 제 1 단말은 상기 측정된 제 1 노드의 다운링크 채널과 상기 측정된 제 2 노드의 다운링크 채널을 기초로, 상기 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬 정보를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함한다.



MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, **공개:**

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

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

명세서

발명의 명칭: 다중 노드 시스템에서 단말의 프리코딩 행렬 정보 전송 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 이동 통신에 관한 것으로, 구체적으로는 다중 노드 시스템에서 인접 노드에 의해 발생하는 간섭신호를 배제하기 위한 단말의 프리코딩 행렬 정보 전송 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 차세대 이동통신(next generation mobile communication) 및 무선 전송(wireless transmission) 시스템에서는, 다중 셀 환경(multiple cell environment)에서 필요로 하는 향상된 데이터 전송률(enhanced data rate) 및 시스템 용량(system capacity)이 요구된다. 따라서 다중 셀 환경은 한정된 자원에서 최대의 효율을 얻기 위해 다중 노드 혹은 다중 셀 협력적 방식을 취하고 있다. 이러한 방식은 각 노드가 독립적인 기지국(BS, Node-B, eNode-B, AP 등)으로 동작하여 서로 협력하지 않을 때보다 훨씬 우수한 성능을 갖는다.
- [3] 이러한 요구에 부응하여, 다수의 안테나를 이용하여 데이터를 전송하는 다중 입출력(multi-input multi-output) 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 다중 셀 환경에서 데이터의 전송률을 향상시키기 위하여 채널 정보를 이용하는 페루프 방식의 다중 입출력 (multi-input multi-output) 시스템은 채널 정보를 이용하여 전송 성능을 향상 시킨다. 또한 다중 셀 환경에서 각 셀의 환경에 따라 적합한 코드북을 사용하기 위해서 복수의 코드북(Multiple codebook)을 이용함으로써 보다 향상된 서비스를 단말에게 제공한다.
- [4] 일반적으로 다중 입출력 (multi-input multi-output) 시스템에서, 단말은 수신 받은 데이터를 이용하여 수신 채널인 다운링크 채널에 대한 정보를 알 수는 있다. 그러나, 기지국은 다운링크 채널 정보를 알기가 어렵다. 따라서, 채널 정보를 이용하여 시스템의 성능을 향상시키기 위해서는, 기지국이 채널 정보를 알아야 한다. TDD(time division duplex) 방식이 이용되는 경우에는, 기지국과 단말간의 업/다운 링크(up/down link) 채널이 서로 동일하므로 기지국에서 채널정보를 알 수가 있다. 다중 셀 환경에서 페루프 MIMO를 이용하는 시스템에서, 셀 안의 단말에게 고품질의 서비스를 제공하기 위하여, 각각의 기지국들은 기지국 자신과 각 단말 사이의 채널 상황에 기초하여 단말에게 최적의 프리-코드북(pre-codebook)을 할당하게 된다.
- [5] 페루프 MIMO를 이용하는 시스템은, 기지국의 서비스를 받는 단말의 송신채널에 관한 정보를 이용하여 데이터를 전송한다. 이때 기지국들은 서비스를 받고 있는 단말들에 대한 송신 채널에 관한 정보를 알 수가 없으므로, 단말로부터 채널에 대한 정보, 예를 들어, CSI(channel state information),

CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index) 등을 피드백 받게 된다.

- [6] 다중 셀 환경에서, 단말은 기지국으로부터 수신된 신호를 이용하여 데이터가 전송된 채널을 추정한다. 그 다음 단말은, 추정한 채널을 이용하여 CQI를 계산한다. 이 CQI는 기지국이 데이터를 송신할 때 채널 상황에 적합한 MCS(Modulation Coding Scheme)를 적용하는 데 사용된다. 또한, 추정된 채널 및 복수의 코드북을 이용하여 채널상황에 가장 적합한 채널 계수, 즉, 코드북의 프리코딩 벡터(precoding vector)를 각각의 셀에서 사용하고 있는 코드북에서 선택할 수 있다. 단말에 의해 추정된 채널을 이용하여 구한 채널 정보들은 기지국과 단말간의 피드백 채널을 통하여 전송된다. 기지국은 단말로부터 전송 받은 채널 정보를 이용하여 MCS(Modulation Coding Scheme) 및 코드북의 프리코딩 벡터를 선택한다. 그 다음 기지국은 선택된 MCS(Modulation Coding Scheme) 및 코드북의 프리코딩 벡터를 이용하여 데이터를 단말에게 송신한다.
- [7] 또한, 무선 통신 시스템은 사용자 주변에 액세스 할 수 있는 노드(node)의 밀도가 높아지는 다중 노드 시스템으로 진화하고 있다. 다중 노드 시스템은 노드 간의 협력에 의해 더 높은 시스템 성능을 보일 수 있다. 예컨대, 각 노드가 독립적인 기지국(Base Station (BS), Advanced BS (ABS), Node-B (NB), eNode-B (eNB), Access Point (AP) 등)으로 동작하여 서로 협력하지 않을 때보다 각 노드가 하나의 제어국에 의해 송수신을 관리받아 하나의 셀에 대한 안테나 (또는 안테나 그룹)처럼 동작한다면 훨씬 우수한 시스템 성능을 낼 수 있다. 이러한 경우, 다중 노드 시스템은 분산 안테나 시스템(distributed antenna system, DAS)이라 할 수 있다.
- [8] 또는 다중 노드 시스템은 각 노드가 독자적인 (physical) Cell ID(identifier)를 가지는 다중 셀 시스템으로 동작할 수도 있다. 다중 셀 시스템이 각 노드의 커버리지(coverage)가 겹치는 형태로 구성된다면 이를 다중 계층 네트워크(multi-tier network)라 칭한다.
- [9] 노드를 구성할 수 있는 요소는 기지국, RRH(remote radio head) 등이 있다. 노드는 포인트라 칭하기도 한다. 상기 예와 같이, 다중 노드 시스템에서 노드들이 동일한 (physical) Cell ID를 갖고 있거나 각각의 (physical) Cell ID를 가질 수 있다.
- [10] 노드의 밀도가 높아지면서 다중 노드 시스템에서는 노드 간의 간섭 문제가 심각하게 발생할 수 있다. 예를 들어, 다중 계층 네트워크에서 closed subscriber group(CSG) 단말(사용자, MS, UE)만을 지원하는 노드(기지국, eNB, BS)가 운용되는 경우(일반적으로 CSG femto-BS 혹은 HeNB), CSG 노드는 해당 노드 커버리지 내에 존재하는 CSG가 아닌 단말에게 매우 강한 간섭을 줄 수 있다. 즉, 제 1 노드로부터 데이터 서비스를 받지 않는 단말은, 제 1 노드로부터 데이터 서비스를 받는 단말에게 전송되는 데이터에 의해서 간섭을 받게 된다.
- [11] 이러한 다중 노드 시스템에서 인접 노드에 의해 발생하는 간섭신호를 배제하기

위한 효과적인 방안이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 다중 노드 시스템에서 인접 노드에 의해 발생하는 간섭신호를 배제하기 위한 단말의 프리코딩 행렬 정보의 전송 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [13] 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 일 양상으로 다중 노드 시스템에서 제 1 단말이 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 방법에 있어서, 제 1 노드의 참조신호를 통해 제 1 노드의 다운링크 채널을 측정하는 단계; 제 2 노드의 참조신호를 통해 상기 제 2 노드의 다운링크 채널을 측정하는 단계; 상기 제 1 단말은 상기 측정된 제 1 노드의 다운링크 채널과 상기 측정된 제 2 노드의 다운링크 채널을 기초로, 상기 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 단계를 포함하는, 프리코딩 행렬 정보 전송 방법이 제공된다.
- [14] 본 발명의 다른 양상으로, 다중 노드 시스템에서 기지국이 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하는 방법에 있어서, 제 2 노드가 전송하는 복조용 참조신호에 관한 정보를 상기 제 1 단말로 전송하는 단계; 및 상기 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하는 단계를 포함하는, 프리코딩 행렬 정보 수신 방법이 제공된다.
- [15] 본 발명의 또 다른 양상으로, 다중 노드 시스템에서 제 1 단말이 기지국으로 프리코딩 행렬 정보를 전송함에 있어서, 무선신호를 송수신하는 RF부; 및 상기 RF부에 연결되어 상기 RF부를 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 상기 제 1 노드의 참조신호를 통해 제 1 노드의 다운링크 채널을 측정하고, 제 2 노드의 참조신호를 통해 제 2 노드의 다운링크 채널을 측정하도록 구성되고, 상기 측정된 제 1 노드의 다운링크 채널과 상기 측정된 제 2 노드의 다운링크 채널을 기초로, 상기 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬 정보를 전송하도록 상기 RF부를 제어하는, 단말이 제공된다.
- [16] 본 발명의 또 다른 양상으로, 다중 노드 시스템에서 기지국이 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신함에 있어서, 무선신호를 송수신하는 RF부; 및 상기 RF부에 연결되어 상기 RF부를 제어하도록 구성된 프로세서를 포함하되, 상기 프로세서는 제 2 노드가 전송하는 복조용 참조신호에 관한 정보를 상기 제 1 단말로 전송하도록 상기 RF부를 제어하고; 상기 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하도록 상기 RF부를 제어하는, 기지국이 제공된다.
- [17] 본 발명의 각 양상으로, 기지국으로부터, 상기 제 2 노드가 전송하는 참조신호에 관한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는 프리코딩 행렬 정보 전송 방법이 제공된다.
- [18] 본 발명의 각 양상으로, 상기 제 1 노드의 참조신호는 셀 특정 참조신호(CRS:cell-specific reference signal), 채널 상태 정보

참조신호CSI-RS:channel-state information RS) 또는 미드앰블(midamble)이고, 제 2 노드의 참조신호는 복조용 참조신호(DM-RS:demodulation RS) 또는 단말 특정 참조신호(UE-specific RS)인 특징을 갖는, 프리코딩 행렬 정보 전송 방법이 제공된다.

- [19] 본 발명의 각 양상으로, 상기 제 1 단말은 제 2 노드에 의한 간섭 유무에 관한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는, 프리코딩 행렬 정보 전송 방법이 제공된다.

발명의 효과

- [20] 다중 노드 시스템에서, 인접 노드에 의해 발생하는 간섭신호를 배제하기 위한 단말의 프리코딩 행렬 정보를 전송할 수 있다. 따라서 통신 품질을 향상시킬 수 있고 신뢰성 있는 통신이 가능하다.
- [21] 본 발명에 의하면, 복수의 코드북을 이용하는 시스템에서 프리-코드북에 따른 셀간 간섭을 예방 또는 배제할 수 있다. 구체적으로는, 간섭 셀의 코드북 정보를 이용하고, 간섭 셀의 기지국에서는 다른 셀에 영향을 주는 프리-코딩 벡터의 사용을 제한하고 최적의 코드북 벡터를 사용함으로써, 셀 가장자리 단말뿐만 아니라 셀 전체의 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 다중 노드 시스템의 일 예를 나타낸다
- [23] 도 2는 다중 계층 네트워크에서 셀 간 간섭의 예를 나타낸다.
- [24] 도 3는 다중 노드 시스템에서 셀 간 간섭의 예를 나타낸다.
- [25] 도 4는 페루프 MIMO 방식을 이용하는 시스템의 구성도를 나타낸다.
- [26] 도 5는 기지국과 단말을 나타내는 블록도이다.
- [27] 도 6은 본 발명의 일 실시예를 나타낸 흐름도이다.
- [28] 도 7은 본 발명의 다른 실시예를 나타낸 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [29] 본 발명의 추가적인 장점, 목적 및 특징들의 일부는 아래 서술되는 상세한 설명에서 설명되며, 다른 일부는 본 발명의 실시로부터 습득될 수 있거나, 아래 기술되는 내용에 의해 당해 기술분야의 통상의 지식을 갖는 자들에게 자명하다.
- [30] 이하, 본 발명을 설명하는데 사용되는 용어의 의미에 대하여 간략히 기술한다. 특정 단말에 대하여, 그 단말이 속한 노드는 ‘서빙 노드’라고 지칭될 수 있으며, 서빙 노드에 인접해 있는 노드는 ‘인접 노드’라고 지칭될 수 있고, 또한 인접 노드 중 이 특정 단말에 대해 간섭을 일으키는 노드는 ‘간섭 노드’라고 지칭될 수 있다. 즉 ‘서빙 노드’, ‘인접 노드’, 및 ‘간섭 노드’는 특정 단말에 대해 상대적으로 결정되는 개념임을 이해하여야 한다. 또한, ‘서빙 노드’, ‘인접 노드’, 및 간섭 노드에 속하는 기지국은 각각 서빙 기지국, 인접 기지국, 및 간섭 기지국이라고 지칭될 수 있다.
- [31] 이하에서는 제 1 단말에게 데이터를 전송하는 노드를 제 1 노드라고 칭하며,

상기 제 1 단말에 간섭을 주는 노드를 제 2 노드, 상기 제 2 노드로부터 데이터를 수신하는 단말을 제 2 단말이라고 칭하여 본 발명을 설명한다. 본 발명에서, 상기 제 1 노드와 상기 제 2 노드는 동일한 기지국에 속한 노드일 수도 있고, 서로 다른 기지국에 의해 속한 노드일 수도 있으나, 설명의 편의를 위하여, 제 1 노드를 제어하는 기지국을 제 1 기지국, 제 2 노드를 제어하는 기지국을 제 2 기지국이라 칭하여 본 발명의 실시 예들을 설명한다.

- [32] 이하의 기술은 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 다중 접속 방식(multiple access scheme)에 사용될 수 있다. CDMA는 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. 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(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, E-UTRA(Evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution)는 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 다운링크에서 OFDMA를 채용하고 업링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced)는 LTE의 진화이다.
- [33] 본 발명에서는 LTE 망을 제외한 WCDMA 망 또는 CDMA 망 등을 레저시 네트워크로 표현하여 예를 들어 설명한다. 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말 또는 디바이스는 UE(User Equipment), MS(Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station 등 단말 또는 디바이스와 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.
- [34] 본 발명의 추가적인 장점, 목적, 및 특징들의 일부는 아래 서술되는 상세한 설명에서 설명되며, 다른 일부는 본 발명의 실시로부터 습득될 수 있거나, 아래 기술되는 내용에 의해 당해 기술분야의 통상의 지식을 갖는 자들에게 자명하다. 본 발명의 목적들 및 다른 장점들은, 첨부된 도면뿐만 아니라 여기에 기술한 상세한 설명 및 청구범위에서 특별히 지적된 구조에 의해 실현되어 얻을 수 있다.
- [35] 본 발명의 바람직한 실시 예들에 대한 참조(reference)를 자세히 기술할 것이며, 본 발명의 예시들은 첨부된 도면들에서 설명된다. 가능하다면, 동일하거나 유사한 부분들을 가리키기 위해, 도면들에 걸쳐 동일한 참조 번호(reference number)가 사용될 것이다.
- [36] 도 1은 다중 노드 시스템의 일 예를 나타낸다.

- [37] 도 1을 참조하면, 다중 노드 시스템은 복수의 노드를 포함한다. 도 1에서 안테나 노드로 표시된 노드는 셀 내에 분산 배치되는 안테나 또는 안테나 그룹일 수 있으나 이에 제한되지 않는다. 즉, 노드는 매크로 기지국, 피코셀 기지국(PeNB), 홈 기지국(HeNB), RRH(remote radio head), RRU(remote radio unit), 중계기(relay) 등일 수도 있다. 노드는 포인트(point)라 칭하기도 한다.
- [38] 다중 노드 시스템에서, 각 노드는 하나의 기지국 컨트롤러에 의해 송수신을 관리 받아 개별 노드가 하나의 셀의 일부처럼 동작할 수 있다. 이러한 경우, 다중 노드 시스템은 하나의 셀을 형성하는 분산 안테나 시스템(distributed antenna system, DAS)으로 볼 수 있다. 분산 안테나 시스템에서 각 노드는 종래 집중 안테나 시스템(Centralized antenna system, CAS)에서 기지국의 안테나들이 셀 중앙에 집중되어 배치되는 것과 달리 서로 이격되어 배치된다.
- [39] 다중 노드 시스템에서 각 노드들이 개별적인 Cell ID를 갖는다면 이는 다중 셀(예컨대, 매크로 셀/펌토 셀/피코 셀) 시스템으로 볼 수 있다. 이러한 다중 셀 시스템에서 각 노드의 커버리지가 겹쳐지는 형태로 구성되면 이를 다중 계층 네트워크(multi-tier network)라 부른다. 다중 계층 네트워크는 매크로 기지국(Macro eNB)과 피코셀 기지국(PeNB)의 커버리지가 겹치는 형태로 존재할 수 있다. 이 때, 매크로 기지국과 피코셀 기지국은 각각 자신의 Cell ID를 사용할 수 있다.
- [40] 도 3은 다중 노드 시스템에서 셀 간 간섭의 예를 나타낸다. (도 3에서 기지국을 노드로 대체할 수 있다)
- [41] 도 3을 참조하면, 제 1 단말은 기지국 1, 2, 3, 4로부터 신호를 수신하고 제 2 단말은 기지국 1, 2, 5, 6으로부터 신호를 수신할 수 있다. 이 때, 기지국 3, 4는 제 2 단말과 간섭을 주지 않을 만큼 충분히 이격되어 위치하여, 제 1 단말에게 전송하는 신호가 제 2 단말에게 간섭을 주지 않을 수 있다. 또한, 기지국 5, 6은 제 1 단말과 충분히 이격되어 위치하여, 제 2 단말에게 전송하는 신호가 제 1 단말에게 간섭을 주지 않을 수 있다. 기지국 1, 2는 제 1 단말에 대한 신호 및 제 2 단말에 대한 신호를 동일 무선 자원 영역 내에서 다중화하여 전송할 수 있다. 동일 무선 자원 영역이란 동일한 주파수 대역 및 시간 구간으로 구성되는 시간 주파수 상의 자원 영역을 의미한다. 이러한 경우, 제 1 단말은 기지국 1, 2가 제 2 단말에게 전송하는 신호에 의해 간섭을 받을 수 있다. 또한, 제 2 단말은 기지국 1, 2가 제 1 단말에게 전송하는 신호에 의해 간섭을 받을 수 있다.
- [42] 이러한 간섭 문제를 해결하기 위해 LTE-A, IEEE 802.16m과 같은 표준 규격에서 다양한 방법이 논의되고 있다. 현재 유력하게 고려되고 있는 방법은 각 셀이 사용할 수 있는 무선자원을 분할하여 서로 다른 셀에게 서로 다른 무선 자원을 사용하도록 하는 것이다. 예를 들어, 주파수 분할 다중화(frequency division multiplexing, FDM), 시간 분할 다중화(time division multiplexing, TDM), 코드 분할 다중화(code division multiplexing, CDM) 등을 이용하여 각 셀이 서로 다른 주파수, 시간, 또는 코드를 사용하는 것이다. 또는 다운링크 전력 제어를

통해 셀 간 간섭을 피하게 하는 방법도 고려되고 있다. 그러나, 이러한 방법들은 셀이 사용할 수 있는 자원을 제한하는 것으로 시스템 효율의 저하, 스케줄링 제약 등의 단점이 있다.

[43] 따라서, 복수의 기지국(또는 분산된 안테나)으로부터 신호를 수신할 때 간섭을 받는 단말에 대한 보다 효율적인 단말의 프리코딩 행렬 정보의 전송이 요구된다.

[44] 먼저, 다중 노드 시스템에서 단말이 받게 되는 간섭을 수학적으로 살펴본다.

[45] 도 3의 경우를 확장하여, 제 1 단말은 B1개의 노드(총 NTx1개의 안테나)로부터 데이터를 수신하고 제 2 단말은 그와 다른 B2개의 노드(총 NTx2개의 안테나)로부터 데이터를 수신한다고 가정하자.

[46] 제 1 단말의 수신 안테나 개수를 NRx1이라고 하면, 제 1 단말이 수신하는 수신 신호 r1은 다음 식과 같다.

[47] 수학식 1

$$r_1 = HWs + I_1 + n_1$$

[48] 수학식 1에서 H는 제 1 단말과 B1개의 노드의 전송 안테나 간의 채널 행렬이며,

$$H = [h_1 \cdots h_{NTx1}]$$

와 같이 표시할 수 있다. 이 때, H는 NRx1 x NTx1 크기를 가지는 행렬일 수 있다. W는 프리코딩 행 벡터를 요소(element)로 가지는 프리코딩 행렬이다. W는 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

[49] 수학식 2

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_{NTx1} \end{bmatrix}$$

[50] 상기 수학식 2의 W는 NTx1 x Nr1 크기를 가지는 행렬일 수 있다.

[51] 그리고, 상기 수학식 1에서 s는 전송 데이터 값으로 Nr1 x 1 크기를 가지는 벡터일 수 있다. 여기서, Nr1은 제 1 단말에게 전송되는 독립적인 데이터 스트림의 개수, 즉, 전송 랭크(rank) 수이다. I1은 간섭 신호이고, n1은 잡음 신호이다.

[52] 제 2 단말에게 전송되는 신호가 제 1 단말에게 간섭으로 작용하는 경우, 상기 수학식 1의 I1은 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

[53] 수학식 3

$$I_1 = [g_1 \cdots g_{NTx2}] \begin{bmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_{NTx2} \end{bmatrix} x$$

- [54] 상기 수학식 3에서 $G=[g_1, \dots, G_{NTx2}]$ 는 제 1 단말과 간섭 노드들과의 채널 행렬이다. $NTx2$ 개의 전송 안테나에서 프리코딩을 적용하여 제 2 단말에게 전송하는 신호에 제 1 단말과 상기 $NTx2$ 개의 전송 안테나 간의 채널 행렬을 곱한 것이 제 1 단말에서의 간섭 신호가 된다. 제 1 노드가 매크로 기지국(MeNB), 제 2 노드가 홈 노드 기지국(HeNB)인 경우를 예로 하여, 상기 간섭을 줄이는 방안을 설명한다. 도 2는 다중 계층 네트워크에서 셀 간 간섭의 예를 나타낸다.
- [55] 여기서, 홈 노드 기지국은 등록된 사용자와 등록되지 않은 사용자를 구분하여, 등록된 사용자에게만 접속을 허용할 수 있다. 등록된 사용자에게만 접속을 허용하는 경우 홈 노드 기지국은 폐쇄형(Closed Subscriber Group, CSG) 피코셀 기지국이라 하고, 일반 사용자에게도 접속을 허용하는 경우 개방형(Open subscriber group, OSG) 홈 노드 기지국이라고 한다. 두 방식은 혼용하여 운용될 수도 있다.
- [56] 홈 노드 기지국이 CSG 방식 또는 OSG 방식으로 운용되는 경우 홈 노드 기지국에 등록된 단말이 아닌 단말에게 강한 간섭을 미칠 수 있다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 매크로 기지국(MeNB)과 통신하는 단말(MUE)이 홈 노드 기지국(HeNB)에 등록되지 않은 단말인데, 상기 HeNB의 커버리지 내로 이동하는 경우 상기 HeNB가 전송하는 신호는 상기 MUE에게 강한 간섭을 미치게 된다.
- [57] 종래에는, 매크로 기지국의 신호에 의한 간섭을 피하기 위하여, 상기 매크로 기지국의 커버리지 내에 존재하는 홈 노드 기지국에서 홈 노드 기지국 기반 단말(HUE)로의 빔 방향 신호를 변경하였다. 즉, MeNB와 MUE 사이에서 보내는 신호와 간섭이 일어나지 않도록, MeNB 커버리지 내의 HeNB에서 HUE로의 빔 방향을 변경하여 신호를 전송하였다. 즉, HeNB에서 전송하는 프리코딩 벡터를 변경하여 HeNB에 등록되지 않은 MUE에게 간섭이 일어나는 것을 배제하는 방법을 이용하였다. 그러나 이런 방식은 백본(backbone) 망이나 X2 interface를 통해 MeNB와 HeNB가 주고받아야 할 정보의 양이 상당히 크기도 하고, MUE가 영향 받는 간섭량이 측정시기마다 달라지기 때문에 안정적인 링크 적응(link adaptation)이 이루어지기 어려운 측면이 있다. MeNB와 HeNB가 스케줄링 정보 등을 교환한 뒤, MUE와 통신하는 단말이 MeNB으로부터 데이터를 수신하는 무선 자원을 HeNB가 사용하지 않은 Nulling 방식이 많이 제안되어 왔다. 주어진 무선 자원을 MeNB와 HeNB가 나누어 사용하는 방식이기 때문에 전체 시스템 용량 측면에서 최적의 성능(Throughput)을 제공할 수 없는 단점이 있다. 상기와 같은 방식으로, 홈 노드 기지국과 홈 노드 기지국 기반 단말 사이의 서빙 빔을

변경하는 방식은 손실이 크고, 매크로 기지국 기반 단말은 약간의 이득을 얻기 때문에 전체적인 시스템 측면에서 성능을 저하시킨다.

[58] 이하에서는, 제 1 기지국이 매크로 기지국(MeNB), 제 2 기지국이 홈 노드 기지국(HeNB)인 경우를 예로 하여, 본 발명의 실시 예들을 설명한다. 그러나, 본 발명에서 각 기지국은 상기와 같이 매크로 기지국 또는 홈 노드 기지국으로 제한되어 해석되지 아니한다.

[59] 따라서, 본 발명은 제 1 단말에게 간섭을 주는 제 2 기지국과 제 2 단말 사이의 빔 방향을 변경하는 기존의 방식이 아닌, 간섭을 받는 상기 제 1 단말이 속한 제 1 기지국의 상기 제 1 단말로의 빔 방향을 변경하는 방식을 제안한다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, HeNB와 상기 HeNB의 커버리지 내에 위치한 HUE 사이의 빔 방향을 변경하지 않고, 상기 HeNB의 HUE로의 빔에 의해 간섭을 받는 MUE가 속한 MeNB의 빔 방향을 변경하는 방식을 제안한다. 기지국에서의 단말로의 빔 방향은 프리코딩 행렬에 의해 결정될 수 있다.

[60] 도 4는 페루프 MIMO 방식을 이용하는 시스템의 구성도를 나타낸다. 기지국들($BS_1, \dots, BS_N$)은, 서비스를 받고 있는 단말들($MS_1, \dots, MS_K$)에 대한 송신 채널에 관한 정보를 알 수가 없으므로 단말로부터 채널에 대한 정보, 예를 들어 CSI, CQI, PMI 등을 피드백(feedback) 받는다. 그 다음, 기지국의 서비스를 받는 단말의 송신채널에 관한 정보를 이용하여 데이터를 전송한다.

[61] 단말(101)은 기지국(102)으로부터 수신된 신호를 이용하여 데이터가 수신된 채널(103)을 추정한다. 추정한 채널을 이용하여, 단말(101)은, 기지국(102)이 데이터를 송신할 때 채널 상황에 적합한 MCS를 적용하기 위해서, CQI를 계산한다(104). 또한 추정된 채널과 코드북을 이용하여 채널 상황에 가장 적합한 채널 계수, 즉 코드북의 프리코딩 벡터를 이미 알고 있는 코드북에서 선택하게 된다(105). 단말(101)이 추정된 채널을 이용하여 구한 채널 정보들은 기지국(102)과 단말(101) 사이의 피드백 채널(106)을 통하여 전송된다. 기지국(102)은 단말(101)로부터 전송 받은 채널 정보 및 선택된 MCS와 코드북의 프리코딩 벡터를 이용하여 데이터를 단말에 송신하게 된다.

[62] 단말이 상기 단말로의 다운링크 전송을 위한 프리코딩 행렬을 선정함에 있어서, 제 2 노드의 간섭을 고려하는 경우와, 간섭을 고려하지 않는 경우인 두 가지 방식이 있다. 즉, 매크로 기지국의 빔 방향을 계산하기 위하여, 홈 노드 기지국의 간섭이 있는지 여부에 따라서, 프리코딩 행렬을 다르게 결정한다. 홈 노드 기지국으로부터의 간섭이 존재하는 경우, 홈 노드 기지국의 채널 정보 및 홈 노드 기지국의 빔 방향을 고려하여, 매크로 기지국의 빔 방향을 결정한다. 제 2 노드의 간섭을 고려하는 경우 제 1 노드의 프리코딩 행렬 정보의 계산은 다음과 같다.

[63] 저속의 제 1 노드 기반 단말은 CL-MIMO(Closed Loop-Multiple Input Multiple Output) 동작(operation)을 통해 제 1 노드와 더 많은 데이터를 주고 받을 수 있다. 이런 동작을 위해 단말은 제 1 노드의 다운링크 채널(H)을 측정하고, PMI

(preferred matrix index or precoding matrix index), CQI 등을 계산하여 피드백한다. PMI를 계산할 때 미리 측정된 제 2 노드의 다운링크 채널(G)을 이용하여 간섭에 강한 PMI를 구할 수 있다. 즉, 제 2 기지국의 다운링크 채널(G)를 고려하지 않을 경우 PMI를 계산할 때는 제 1 기지국으로부터 빔포밍(beamforming)이 가장 강하게 이루어질 수 있는 PMI를 계산하여 피드백 하지만, 제 2 기지국의 간섭을 고려하게 되면 다음과 같은 기준(criterion)을 만족하는 PMI를 구할 수 있다.

[64] 수학식 4

$$\arg \max_k C(w_k)$$

where $w_k \in \text{codebook}$,

$$C(w_k) = \text{capacity}(H, w_k, G, v_{\text{HeNB}}) \text{ or } \text{SINR}(H, w_k, G, v_{\text{HeNB}}),$$

v_{HeNB} means interference precoding vector (or matrix) from HeNB

[65] 상기 수학식 4에서 $C(W_k)$ 는 capacity 또는 신호 대 간섭과 노이즈의 비율(SINR:Signal to Interference and Noise Ratio)을 의미하고, W_k 는 코드북의 k 번째 빔을 의미하며, G 는 간섭 노드로부터의 채널, 예를 들어, 도 2를 참조하면, 홈 노드 기지국의 채널을 의미한다. V_{HeNB} 는 홈 노드 기지국으로부터의 간섭 프리 코딩 벡터 또는 매트릭스를 의미한다. V_{HeNB} 는 컨트롤이 여러 개거나, 셀(Cell)이 여러 개인 경우 백본망(backbone)으로 신호를 수신할 수 있다.

[66] 매크로 기지국 기반 단말이 상기의 기준(criterion)을 만족하는 PMI를 계산하기 위해서는 인자인 H, G, V_{HeNB} 를 알아야 한다. H 와 G 는 매크로 기지국(MeNB)과 홈 노드 기지국(HeNB)의 CRS(Cell-specific Reference Signal), CSI-RS(Channel State Information-Reference Signal), midamble 등의 채널 측정용 파일럿(measurement pilot)을 이용하여 측정할 수 있지만, V_{HeNB} 는 직접 측정할 수 없기 때문에 홈 노드 기지국(HeNB)이 매크로 기지국(MeNB)으로 V_{HeNB} 을 알려주고 V_{HeNB} 를 매크로 기지국(MeNB)이 매크로 기반 단말(MUE)에게 알려준다. 또는, $G \times V_{\text{HeNB}}$ 를 매크로 기반 단말(MUE)이 직접 측정할 수 있도록 홈 노드 기지국의 DMRS(De-Modulation Reference Signal) 정보와 같은 복조용 파일럿(demodulation pilot)정보를 매크로 기지국이 매크로 기반 단말에게 알려준다. 여기서 DMRS(De-Modulation Reference Signal) 정보는 시퀀스(sequence), RB(Resource Block)의 종류, 할당된 자원(resource)의 종류, 포트(Port)의 위치, 빔(beam)의 개수 또는 랭크(rank) 개수 등을 포함하는 정보이다. 홈 노드 기지국이 홈 노드 기지국 기반 단말(HUE)에게 빔포밍을 수행하는 경우, MUE는 상기 복조용 파일럿 정보를 기반으로 홈 노드 기지국의 상기 HUE로의 DMRS(De-Modulation Reference Signal)를 측정 혹은 모니터링하여, $G \times V_{\text{HeNB}}$ 정보를 얻을 수 있다. 일반적으로, 복조용 참조신호는 단말에게 전송되는 전송 레이어(혹은 전송 스트림이라고도 함)별로 상기 단말에게

전송된다. 이때, 상기 복조용 참조신호는 상기 전송 레이어와 동일한 프리코딩 행렬을 이용하여 프리코딩되므로, 단말이 상기 복조용 참조신호를 검출하면 상기 복조용 참조신호를 전송하는 기지국의 다운링크 채널 행렬 G 와 상기 기지국의 상기 단말로의 빔 포밍 벡터 V 의 곱을 알 수 있다. 즉, 특정 데이터 전송신호의 측정은 DMRS 정보를 이용하여, $G \times V_{\text{HeNB}}$ 형태의 신호를 얻을 수 있다. 상기와 같은 정보를 바탕으로 수학식 4를 통하여, MUE는 매크로 기지국에 의한 상기 MUE로의 전송에 사용하기를 원하는 프리코딩 행렬 W_k 를 선정할 수 있다.

- [67] 상기와 같은 방법으로, 본원발명은 홈 노드 기지국과 홈 노드 기지국 기반 단말 사이의 빔은 그대로 유지하고, 간섭신호를 받아 희생되는 단말(victim UE)인 매크로 기지국 기반 단말(MUE)과 매크로 기지국 사이의 빔을 변경함으로써 전체적인 시스템의 향상을 가져올 수 있다. 즉, 홈 노드 기지국에서 MUE로 오는 간섭신호의 빔과 매크로 기지국으로부터 MUE에 전달되는 빔 사이의 간섭이 발생하지 않도록 매크로 기지국의 빔 신호를 홈 노드 기지국의 간섭 신호 빔과 orthogonal한 신호로 변경해주는 방식이다. 이와 같은 방식을 통해, 매크로 기지국과 홈 노드 기지국이 주고받는 정보량이 줄어들 수 있으며, MUE가 받는 간섭량이 좀 더 안정적으로 되어 전체 시스템 성능(Throughput)이 증가하는 이점이 있다.

- [68] 다만, V_{HeNB} 가 시간에 따라 바뀌기 때문에 이를 계속 알려주는 것은 오버헤드를 지속적으로 발생시키는 측면이 있다. 따라서, 본 발명의 또 다른 실시 예는, 이러한 오버헤드를 줄이기 위하여, V_{HeNB} 없이 $C(W_k) = \text{capacity}(H, W_k, G)$ 를 계산하여 W_k 를 구할 수 있다. 이 때는 G 의 모든 열(column)을 이용할 수도 있으나, 크기가 큰 열(column)의 일부만을 이용할 수도 있다. 여기에서 G 의 열(column)은 홈 노드 기지국의 송신 안테나(또는 안테나 포트)로부터 MUE의 수신안테나까지의 채널을 의미한다.

- [69] 한편, 간섭이 없는 경우에는 $C(W_k) = \text{capacity}(H, W_k)$ 를 이용하여 계산하나, 간섭이 존재하는 경우에는 $C(W_k) = \text{capacity}(H, W_k, G)$ 또는 $C(W_k) = \text{capacity}(H, W_k, G, V_{\text{HeNB}})$ 를 이용하여 계산할 수 있다. 이를 위해, 매크로 기지국은 홈 노드 기지국으로부터 간섭이 존재하는지 여부를 MUE에게 알려줄 수 있다. 이는 모든 신호에 대해서 간섭이 존재하는 것을 가정하고 W_k 을 계산하는 것은 효율을 떨어트리는 측면이 있기 때문이다. 따라서, W_k 을 찾기 위해 간섭이 있는지 여부에 따라, $C(W_k)$ 인 capacity의 계산을 달리한다. 홈 노드 기지국으로부터 간섭이 있을 때 매크로 기지국으로부터의 빔(beam)을 적응(adaptation)하는 방식을 통해 MUE의 성능(Throughput)을 높일 수 있는 방법이지만, 홈 노드 기지국으로부터의 간섭이 없는 경우에는 매크로 기지국으로부터의 빔(beam)을 종래의 방식처럼 구해야 하기 때문에 MUE가 간섭채널 존재 여부에 대한 사실을 인지해야 한다. 간섭이 있는지 없는지를 알아야 MUE가 불필요한 계산을 하지 않고 효율적으로 간섭을 제거할 수 있다. 즉, 매크로 기지국이 MUE에게 어떤

방식으로 W_k 을 구해야 하는지 알려주어야 한다. 예를 들면, 홈 노드 기지국으로부터 간섭이 없는 경우에, $C(W_k)=\text{capacity}(H, W_k)$ 로 구한 W_k 의 정보를 MUE가 피드백 한다. 홈 노드 기지국의 간섭이 있는 경우에는, $C(W_k)=\text{capacity}(H, W_k, G)$ 또는 $C(W_k)=\text{capacity}(H, W_k, G, V_{\text{HeNB}})$ 을 이용하여 구한 W_k 의 정보를 피드백 하라고 지시할 수 있다. 아니면, 간섭이 있는 경우 및 간섭이 없는 경우 모두에 대한 W_k 을 구하여 피드백 받아서 선택적으로 사용할 수 있다. 즉, 단말은 기지국 간의 피드백 채널을 통해서, 간섭이 있는 경우 또는 간섭이 없는 경우 또는 간섭이 있는 경우와 간섭이 없는 모든 경우에 대해서, 계산된 W_k 정보를 기지국으로 전송한다.

- [70] 본 발명의 다른 일 예로서, 다수의 PMI를 피드백하는 단말의 경우에도 상기 제안 내용에서처럼 간섭 노드의 채널과 서빙 노드의 채널을 기반으로 PMI를 구할 수 있다. 2개의 PMI를 피드백하는 단말에서 2개의 PMI를 구하는 기준(criterion)은 다음과 같다.

- [71] 수학식 5

$$\arg \max_{k,m} C(w_k^{(1)}, w_m^{(2)})$$

$$\text{where } w_k^{(1)} \in \text{codebook}^{(1)}, w_m^{(2)} \in \text{codebook}^{(2)}$$

$$C(w_k^{(1)}, w_m^{(2)}) = \text{capacity}(H, w_k^{(1)}, w_m^{(2)}, G, v_{\text{HeNB}}),$$

v_{HeNB} means interference precoding vector (or matrix) from HeNB

- [72] 수학식 5과 같이 두 개의 다른 코드북으로부터 받은 $w_k^{(1)}, w_m^{(2)}$ 두 개를 곱해서, 벡터 하나의 형태로 만들 수 있다.

- [73] 즉, UE가 $w_k^{(1)}, w_m^{(2)}$ 의 정보를 피드백하면 기지국은 해당하는 두 프리코딩 벡터 또는 매트릭스(precoding vector or matrix)를 결합하여 하나의 프리코딩 벡터 또는 매트릭스(precoding vector or matrix)를 구성한다. 또는 벡터를 제외한 최적의 코드북 벡터를 사용할 수 있다.

- [74] 도 5는 기지국 및 단말을 나타내는 블록도이다.

- [75] 기지국(100)은 프로세서(processor, 110), 메모리(memory, 120) 및 RF부(RF(radio frequency) unit, 130)를 포함한다. 프로세서(110)는 본 발명의 실시 예에 따라 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 예를 들어, 프로세서(110)는 매크로 기지국으로부터의 신호에 간섭을 주는 하나 이상의 홈 노드 기지국으로부터 RF부(130)가 수신하는 채널 신호를 측정한다. 또는 프로세서(110)는 제 2 노드가 전송하는 복조용 참조신호에 관한 정보를 상기 제 1 단말로 전송하도록 상기 RF부(130)를 제어하고, 상기 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하도록 상기 RF부를 제어한다. 상기 프로세서(110)는, 상기 제 2 노드에 의한 간섭 유무에 관한 정보를 상기 제 1 단말로 전송하도록 구성된다. 메모리(120)는

프로세서(110)와 연결되어, 프로세서(110)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(130)는 프로세서(110)와 연결되어 상기 프로세서(110)의 제어 하에, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다. RF부(130)는 유선으로 기지국(100)에 연결된 복수의 노드로 구성될 수 있다. 상기 프로세서(110)는 상기 RF부(130)가 상기 제1단말로부터 수신한 프리코딩 행렬 정보를 바탕으로, 상기 제1단말에게 전송할 전송 데이터에 적용할 프리코딩 행렬/벡터를 선정할 수 있다. 상기 프로세서(110)는 상기 제1단말을 위한 데이터를 상기 선정된 프리코딩 행렬/벡터를 이용하여 프리코딩하고, 상기 프리코딩된 전송 데이터를 상기 제1단말에게 전송하도록 상기 RF부(130)를 제어한다.

- [76] 단말(200)은 프로세서(210), 메모리(220) 및 RF부(230)를 포함한다. 프로세서(210)는 간접 신호에 적용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보를 상기 단말(이하, 제1 단말)이 속한 기지국(이하, 제1 기지국)으로부터 수신하여 다른 기지국(이하, 제2 기지국)으로부터 전송되는 간접신호의 제거에 이용할 수 있다.
- [77] 또한, 프로세서(210)는 RF부(230)를 제어하여 안테나 설정 정보를 수신할 수 있다. 프로세서(210)는 상기 제 1 노드가 상기 제 1 단말로 보내는 신호에 적용하기를 원하는 프리코딩 행렬을 선정할 수 있다. 다중 노드 시스템에서 상기 프로세서(210)는, 제 1 노드의 참조신호를 통해 제 1 노드의 다운링크 채널을 측정하고, 제 2 노드의 참조신호를 통해 제 2 노드의 다운링크 채널을 측정하며, 이를 기초로, 상기 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬을 선정하고 상기 제 1 단말이 선호하는 상기 프리코딩 행렬을 지시하는 정보를 생성할 수 있다. 상기 프로세서(210)는 상기 프리코딩 행렬 정보를 상기 제 1 기지국으로 전송하도록 상기 RF부(230)를 제어할 수 있다. 또한 상기 프로세서(210)는 기지국으로부터, 상기 제 2 노드가 전송하는 참조신호에 관한 정보를 수신하도록 상기 RF부(230)를 제어할 수 있다. 상기 RF부(230)에 의해 수신된 제 2 노드의 참조신호를 이용하여, 상기 프로세서(210) 상기 제 2 노드의 상기 제 2 단말로 전송하는 복조용 참조신호를 검출하도록 상기 RF부(230)를 제어할 수 있다. 상기 프로세서(210)는 상기 제 2 노드의 참조신호를 이용하여 상기 제 2 노드와 상기 제 1 단말과의 다운링크 채널로 상기 제 1 단말로의 간섭을 계산할 수 있다.
- [78] 상기 프로세서(210)는 상기 제 1 단말은 제 2 노드에 의한 간접 유무에 관한 정보를 수신하도록 상기 RF부(230)를 제어할 수 있다. 상기 프리코딩 행렬 정보는, 상기 제 1 단말이 상기 참조신호 정보를 이용하여 측정한 상기 제 2 노드와 상기 제 1 단말의 다운링크 채널과, 상기 제 1 기지국의 다운링크 채널을 기초로 결정될 수 있다. 따라서, 상기 프로세서(210)는 상기 제 1 단말이 상기 참조신호 정보를 이용하여 측정한 상기 제 2 노드와 상기 제 1 단말의 다운링크 채널과, 상기 제 1 기지국의 다운링크 채널을 기초로, 선호하는 프리코딩 행렬을 구할 수 있다. 상기 프로세서(210)는 상기 RF부(230)를 제어하여 상기 선호하는 프리코딩 행렬을 나타내는 정보를 기지국으로 피드백할 수 있다.
- [79] 메모리(220)는 프로세서(210)와 연결되어, 프로세서(210)를 구동하기 위한

다양한 정보를 저장한다. RF부(230)는 프로세서(210)와 연결되어, 무선 신호를 전송 및/또는 수신한다.

- [80] 프로세서(110,210)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. 메모리(120,220)는 ROM(read-only memory), RAM(random access memory), 플래시 메모리, 메모리 카드, 저장 매체 및/또는 다른 저장 장치를 포함할 수 있다. RF부(130,230)는 무선 신호를 전송 및/또는 수신하는 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 실시 예가 소프트웨어로 구현될 때, 상술한 기법은 상술한 기능을 수행하는 모듈(과정, 기능 등)로 구현될 수 있다. 모듈은 메모리(120,220)에 저장되고, 프로세서(110,210)에 의해 실행될 수 있다. 메모리(120,220)는 프로세서(110,210) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(110,210)와 연결될 수 있다.
- [81] 도 6은 본 발명의 일 실시 예를 나타낸 흐름도이다.
- [82] 이하에서는 제 1 노드의 기지국을 제 1 기지국이라고 칭하고, 제 2 노드의 기지국을 제 2 기지국이라 칭하여 본 발명의 일 실시예의 흐름도를 설명한다. 제 1 기지국과 제 2 기지국은 하나의 객체일 수도 있고 서로 다른 객체일 수도 있으나, 어느 경우에든 본 발명의 실시예들이 적용될 수 있다.
- [83] 도 6에서 제 1 단말이 다중 노드 시스템에서 제 1 단말이 제 1 기지국으로 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 방법의 일 예를 나타낸 것이다. 제 1 기지국(BS 1)은 제 1 단말로 상기 제 1 기지국과 상기 제 1 단말 사이에 형성된 채널의 상태 측정에 사용되는 참조신호를 전송한다(S601). 참조 신호는 제 1 기지국과 제 1 단말 간에 미리 알고 있는 신호로 채널 측정에 사용되는 신호이다. 참조신호는 파일럿(pilot), 미드앰블(midamble) 등의 다른 용어로 불릴 수 있다. 제 1 단말은 참조신호를 이용하여 제 1 기지국과의 제 1 다운링크 채널 정보 H 를 측정한다(S602). 제 2 기지국(BS 2)으로부터 제 1 기지국(BS 1)으로 제 2 기지국의 복조용 참조 신호 정보를 무선으로 혹은 백본망을 통해 전송한다(S603). 상기 제 1 단말은 제 1 기지국(BS 1)으로부터 상기 제 2 기지국의 복조용 참조 신호 정보를 수신한다(S604). 복조용 참조 신호 정보를 이용하여 제 2 기지국의 제 2 단말로의 제 2 다운링크 채널을 측정하는 단계(S605)를 포함한다. 상기 제 2 다운링크 채널은 상기 제 2 기지국이 상기 제 2 단말로 전송하는 신호의 상기 제 1 단말로의 간섭 채널에 해당한다. 제 2 기지국은 제 2 노드에서 제 2 단말에게 전송하고자 하는 신호 x (예를 들어, 데이터 또는 복조용 참조신호)를 프리코딩 벡터/행렬 V_{HeNB} 을 이용하여 빔을 형성해서 전송한다. 전송된 신호($V_{HeNB}xx$)가 제 1 단말에게는 간섭이 되는데, 이 간섭 신호 $V_{HeNB}xx$ 는 제 1 단말과 제 2 노드 사이의 채널 G 를 겪게 된다. 제 1 단말은 G 와 빔 벡터 V_{HeNB} 를 알면 자신에게 미치는 간섭신호를 알 수 있다. 여기서, 제 2 다운링크 채널(GxV_{HeNB})은 복조용 참조신호를 이용하여 측정될 수 있다. 복조용 참조신호는 데이터 신호와 동일한 프리코딩 벡터/행렬에 의해 프리코딩되어 전송되기 때문이다. 따라서, 제 1

단말(MS 1)은 제 2 노드의 $G \times V_{\text{HeNB}}$ 형태로 표현될 수 있는 제 2 다운링크 채널을 측정할 수 있으므로, 제 2 노드의 채널 행렬(G)과 제 2 단말의 프리코딩 행렬(V_{HeNB})의 곱에 대한 정보를 얻을 수 있다. 즉, 제 1 단말은 제 2 노드와 제 1 단말 사이에 형성된 채널 정보(G)와 제 2 노드가 제 2 단말 방향으로 형성한 빔(V_{HeNB})에 대한 정보를 알 수 있다. 따라서 제 1 단말은 제 2 기지국의 다운링크 채널 정보와 제 1 기지국의 다운링크 채널 정보를 기초로 제 1 프리코딩 행렬 정보를 결정한다(S606). 결정된 제 1 프리코딩 행렬 정보를 제 1 기지국으로 피드백한다(S606). 제 1 기지국은 제 1 프리코딩 행렬 정보를 이용하여, 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬을 결정하고, 상기 프리코딩 행렬을 상기 제 1 단말에게 전송할 데이터에 적용하여 전송함으로써, 상기 전송 데이터가 상기 제 2 기지국이 상기 제 2 단말로 전송되는 신호에 의해 받는 간섭을 배제하거나, 최소화할 수 있다.

[84] 도 7은 본 발명의 다른 실시예를 나타낸 흐름도이다.

[85] 도 7에서 제 1 단말이 다중 노드 시스템에서 제 1 단말의 프리코딩 행렬 정보 전송 방법의 다른 실시 예를 나타낸 것이다. 제 1 기지국(BS 1)으로부터의 제 1 단말로 수신되는 채널 신호를 측정하기 위하여 참조신호를 전송하는 단계이다(S701). 기지국은 참조신호를 제 1 단말(MS 1)에게 전송한다. 제 1 단말은 참조신호를 이용하여 기지국과의 제 1 다운링크 채널 행렬 H 를 측정한다(S702). 제 2 기지국이 상기 제 2 기지국의 커버리지 내 제 2 단말로 전송하는 신호에 의해 상기 제 1 단말이 간섭을 받는지 여부에 대해서 제 1 기지국은 판단하여 상기 제 1 단말에 전송한다(S703). 제 2 기지국으로부터 간섭이 존재하는 경우, 제 2 기지국(BS 2)으로부터 제 1 기지국(BS 1)으로 제 2 기지국의 제 2 단말로 복조용 참조 신호에 대한 정보를 전송한다(S704). 상기 제 1 단말이 제 1 기지국(BS 1)으로 전송된 제 2 기지국의 제 2 단말로 복조용 참조 신호 정보를 수신한다(S705). 복조용 참조 신호 정보를 이용하여 제 2 기지국의 제 2 다운링크 채널을 측정하는 단계(S706)를 포함한다. 상기 제 2 다운링크 채널은 상기 제 2 기지국이 상기 제 2 단말로 전송하는 신호의 상기 제 1 단말로의 간섭 채널에 해당한다. 제 2 기지국은 제 2 노드에서 제 2 단말에게 전송하고자 하는 신호 x (예를 들어, 데이터 또는 복조용 참조신호)를 프리코딩 벡터/행렬 V_{HeNB} 을 이용하여 빔을 형성해서 전송한다. 전송된 신호($V_{\text{HeNB}} \times x$)가 제 1 단말에게는 간섭이 되는데, 이 간섭 신호 $V_{\text{HeNB}} \times x$ 는 제 1 단말과 제 2 노드 사이의 채널 G 를 겪게 된다. 제 1 단말은 G 와 빔 벡터 V_{HeNB} 를 알면 자신에게 미치는 간섭신호를 알 수 있다. 여기서, 제 2 다운링크 채널($G \times V_{\text{HeNB}}$)은 복조용 참조신호(x)를 이용하여 측정될 수 있다. 복조용 참조신호는 데이터 신호와 동일한 프리코딩 벡터/행렬에 의해 프리코딩되어 전송되기 때문이다. 따라서, 제 1 단말(MS 1)은 제 2 노드의 $G \times V_{\text{HeNB}}$ 형태로 표현될 수 있는 제 2 다운링크 채널을 측정할 수 있으므로, 제 2 노드의 채널 행렬(G)과 제 2 단말의 프리코딩 행렬(V_{HeNB})의 곱에 대한 정보를 얻을 수 있다. 즉, 제 1 단말은 제 2 노드와 제 1 단말

사이에 형성된 채널 정보(G)와 제 2 노드가 제 2 단말 방향으로 형성한 빔(V_{HeNB})에 대한 정보를 알 수 있다. 제 1 단말은 제 2 기지국의 다운링크 채널 정보($G \times V_{\text{HeNB}}$)와 제 1 기지국의 다운링크 채널정보(H)를 기초로 제 1 프리코딩 행렬 정보를 결정한다(S707). 결정된 제 1 프리코딩 행렬 정보를 제 1 기지국으로 피드백한다(S708).

- [86] 제 2 기지국으로부터 간섭이 존재하지 않는 경우에는 제 2 기지국의 데이터 채널 상태정보를 측정하여 단말로 전송하는 단계를 거치지 않고, 제 1 기지국의 제 1 다운링크 채널정보를 기초로 제 1 프리코딩 행렬 정보를 결정한다(S707). 결정된 제 1 프리코딩 행렬 정보를 제 1 기지국으로 피드백한다(S708). 제 1 기지국은 제 1 프리코딩 행렬 정보를 이용하여, 제 2 기지국으로부터의 간섭을 배제하거나, 최소화할 수 있다.
- [87] 도 6 및 도 7의 설명에서, 제 1 기지국과 제 2 기지국이 제 1 노드와 제 2 노드로 대체되는 경우에도, 본 발명의 실시예들이 마찬가지로 적용될 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 상기 제 1 노드와 상기 제 2 노드는 동일한 기지국에 의해 제어되는 노드일 수도 있고, 서로 다른 기지국에 의해 제어되는 노드일 수도 있다.
- [88] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [89] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현인 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [90] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛 또는 기록 매체에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을

수 있다.

산업상 이용가능성

- [91] 상술한 바와 같은, 다중 노드 시스템에서 단말의 프리코딩 행렬 정보 전송 방법 및 이를 위한 장치는 3GPP LTE 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.
- [92]

청구범위

- [청구항 1] 다중 노드 시스템에서 제 1 단말이 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 방법에 있어서,
제 1 노드의 참조신호를 통해 상기 제 1 노드의 다운링크 채널을 측정하는 단계;
제 2 노드의 참조신호를 통해 상기 제 2 노드의 다운링크 채널을 측정하는 단계;
상기 제 1 단말은 상기 측정된 제 1 노드의 다운링크 채널과 상기 측정된 제 2 노드의 다운링크 채널을 기초로, 상기 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬 정보를 전송하는 단계를 포함하는, 프리코딩 행렬 정보 전송 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
기지국으로부터, 상기 제 2 노드가 전송하는 참조신호에 관한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는 프리코딩 행렬 정보 전송 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 제 1 노드의 참조신호는 셀 특정 참조신호(CRS:cell-specific reference signal), 채널 상태 정보 참조신호(CSI-RS:channel-state information RS) 또는 미드앰블(midamble)이고, 상기 제 2 노드의 참조신호는 복조용 참조신호(DM-RS:demodulation RS) 또는 단말 특정 참조신호(UE-specific RS)인 특징을 갖는, 프리코딩 행렬 정보 전송 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 제 1 단말은 상기 제 2 노드에 의한 간섭 유무에 관한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는, 프리코딩 행렬 정보 전송 방법.
- [청구항 5] 다중 노드 시스템에서 기지국이 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하는 방법에 있어서,
제 2 노드가 전송하는 복조용 참조신호에 관한 정보를 상기 제 1 단말로 전송하는 단계; 및
상기 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하는 단계를 포함하는, 프리코딩 행렬 정보 수신 방법.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 프리코딩 행렬 정보는, 상기 제 1 단말이 상기 참조신호 정보를 이용하여 측정한 상기 제 2 노드에 의한 상기 제 1 단말로의 간섭 채널과, 상기 제 1 노드의 다운링크 채널을 기초로 결정된 것인, 프리코딩 행렬 정보 수신 방법.
- [청구항 7] 다중 노드 시스템에서 제 1 단말이 기지국으로 프리코딩 행렬

정보를 전송함에 있어서,
 무선신호를 송수신하는 RF부; 및
 상기 RF부에 연결되어 상기 RF부를 제어하도록 구성된
 프로세서를 포함하되,
 상기 프로세서는 상기 제 1 노드의 참조신호를 통해 상기 제 1
 노드의 다운링크 채널을 측정하고, 제 2 노드의 참조신호를 통해
 상기 제 2 노드의 다운링크 채널을 측정하도록 구성되고, 상기
 측정된 제 1 노드의 다운링크 채널과 상기 측정된 제 2 노드의
 다운링크 채널을 기초로, 상기 제 1 단말을 위한 프리코딩 행렬
 정보를 전송하도록 상기 RF부를 제어하는, 단말.

[청구항 8]

제 7항에 있어서,
 상기 프로세서는 상기 기지국으로부터, 상기 제 2 노드가 전송하는
 복조용 참조신호 정보를 수신하도록 상기 RF부를 제어하도록
 구성된, 단말.

[청구항 9]

제 7항에 있어서,
 상기 프로세서는 상기 제 2 노드에 의한 간섭 유무에 관한 정보를
 상기 기지국으로부터 수신하도록 상기 RF부를 제어하는, 단말.

[청구항 10]

제 7항에 있어서,
 상기 프로세서가 이용하는 상기 제 1 노드의 참조신호는 셀 특정
 참조신호(CRS:cell-specific reference signal), 채널 상태 정보
 참조신호(CSI-RS:channel-state information RS) 또는
 미드앰블(midamble)이고, 상기 제 2 노드의 참조신호는 복조용
 참조신호(DM-RS:demodulation RS) 또는 단말 특정
 참조신호(UE-specific RS)인 특징을 갖는 단말.

[청구항 11]

다중 노드 시스템에서 기지국이 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬
 정보를 수신함에 있어서,
 무선신호를 송수신하는 RF부; 및
 상기 RF부에 연결되어 상기 RF부를 제어하도록 구성된
 프로세서를 포함하되,
 상기 프로세서는 제 2 노드가 전송하는 복조용 참조신호에 관한
 정보를 상기 제 1 단말로 전송하도록 상기 RF부를 제어하고; 상기
 제 1 단말로부터 프리코딩 행렬 정보를 수신하도록 상기 RF부를
 제어하는, 기지국.

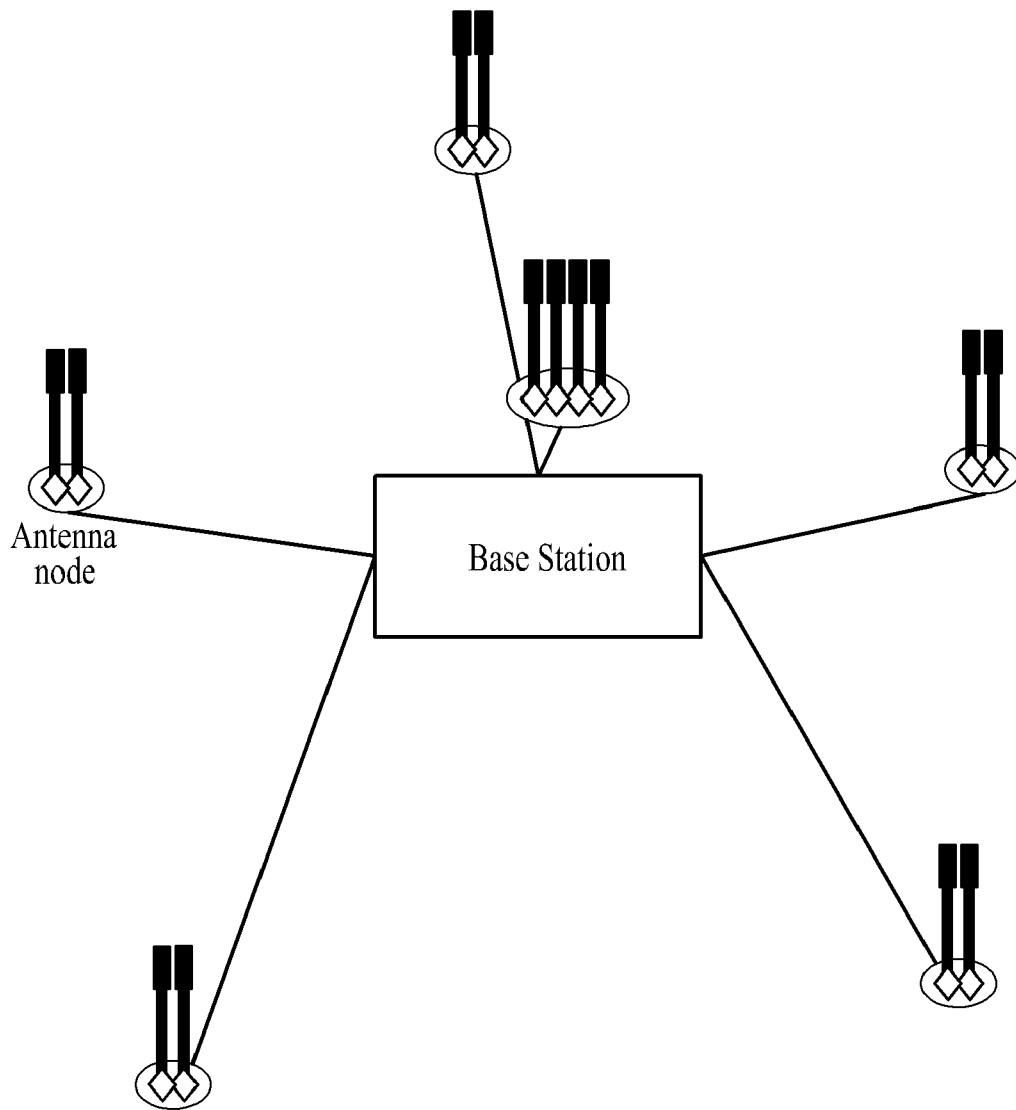
[청구항 12]

제 11항에 있어서,
 상기 프리코딩 행렬 정보는, 상기 제 1 단말이 상기 참조신호
 정보를 이용하여 측정한 상기 제 2 노드에 의한 상기 제 1 단말로의
 간섭 채널과, 상기 제 1 노드의 다운링크 채널을 기초로 결정된
 것인, 기지국.

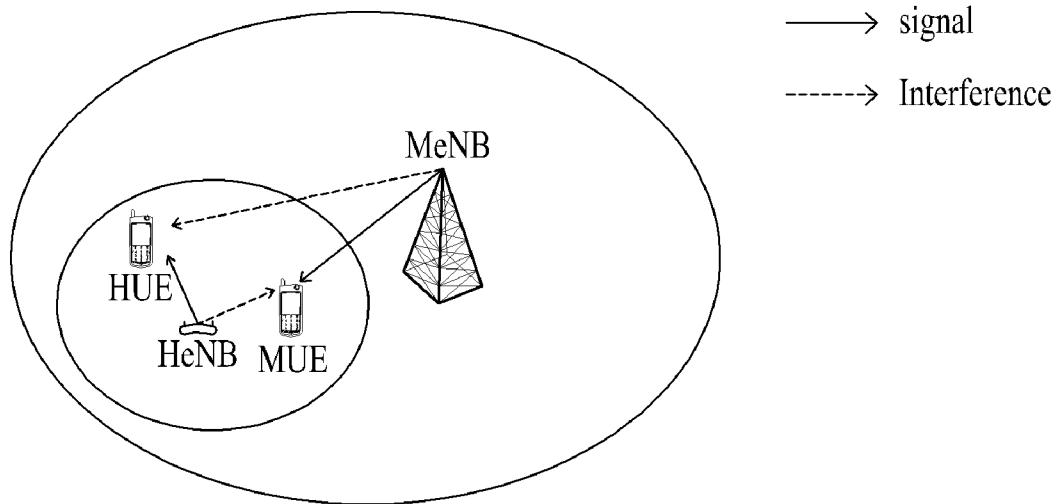
[청구항 13]

제 11항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 제 2 노드에 의한 간섭 유무에 관한 정보를
상기 제 1 단말로 전송하도록 상기 RF부를 제어하는, 기지국.

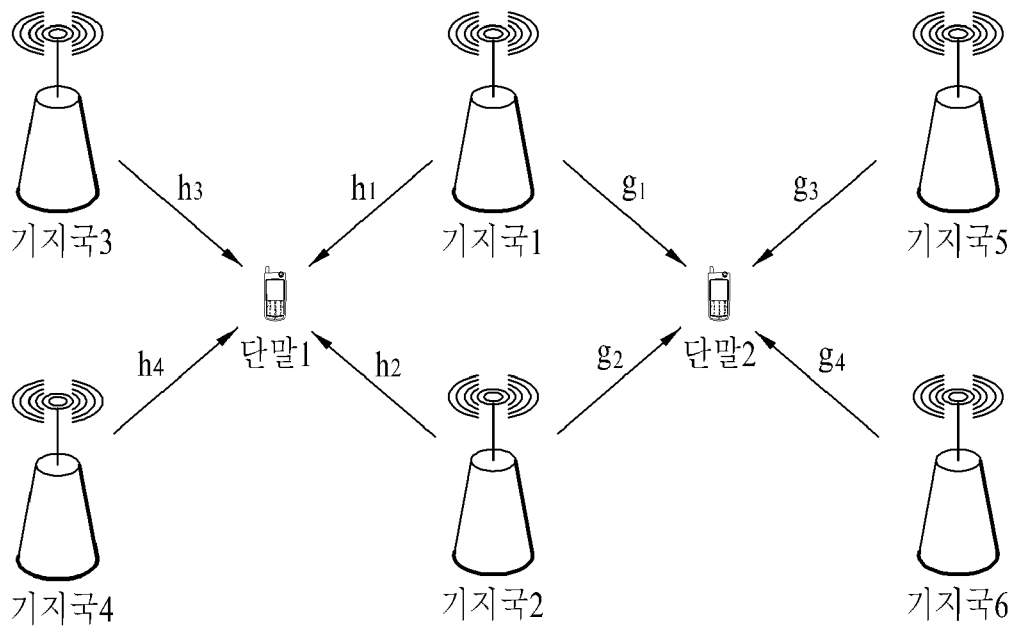
[Fig. 1]



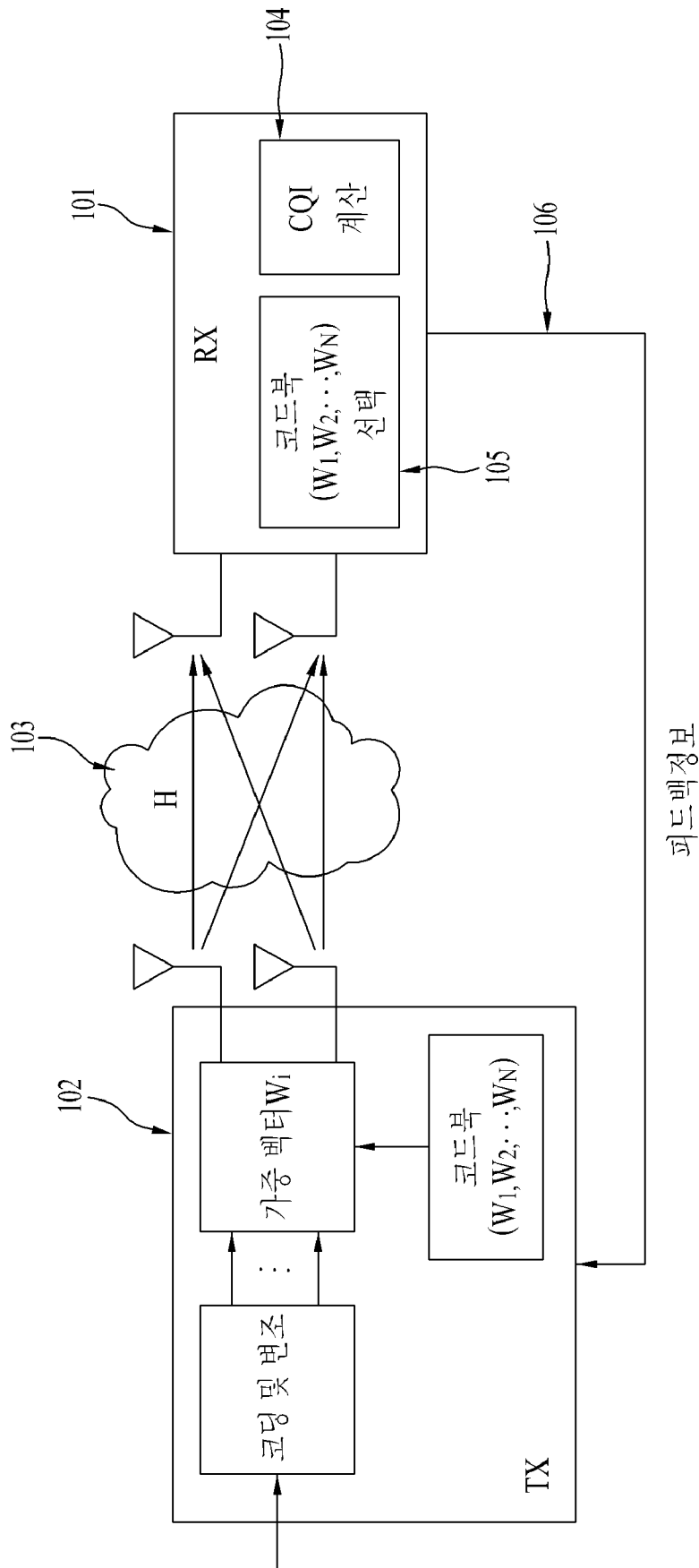
[Fig. 2]



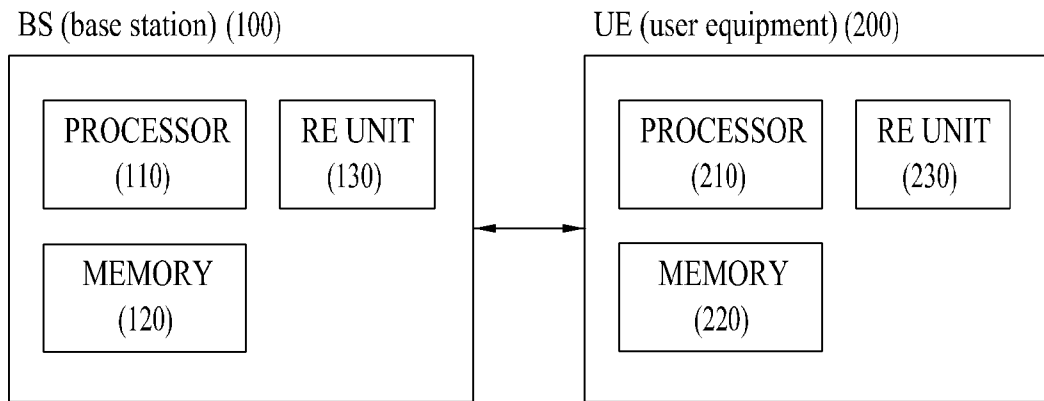
[Fig. 3]



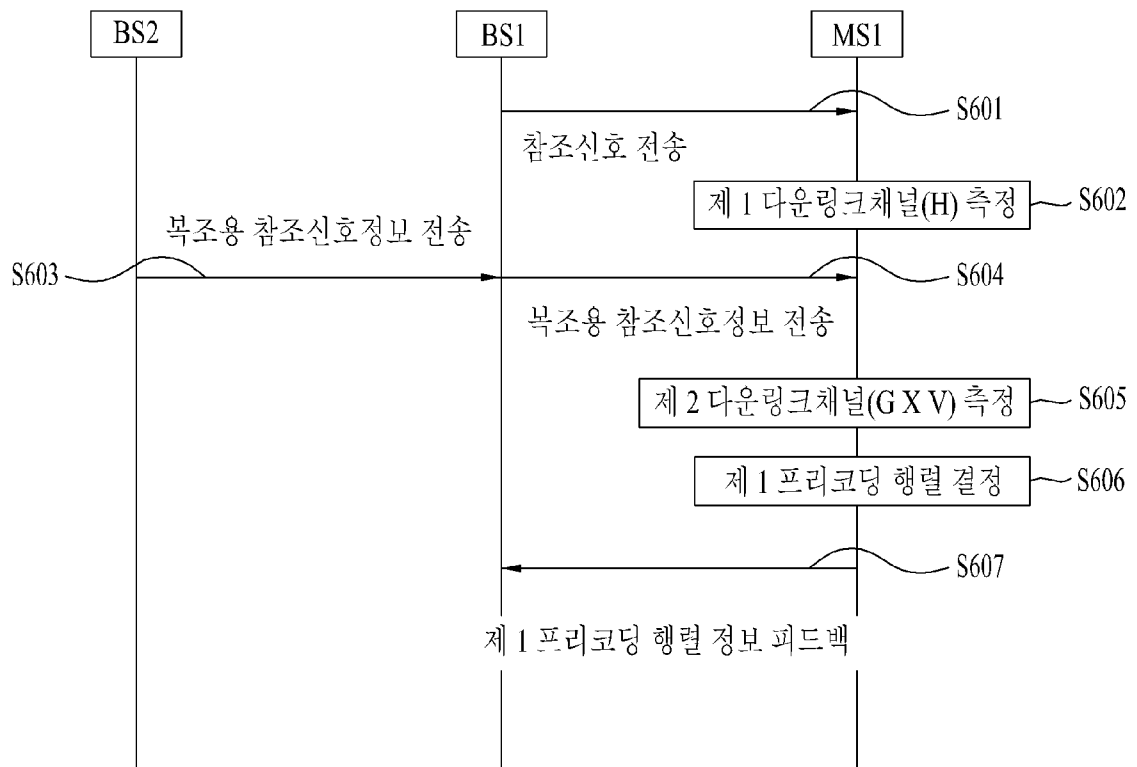
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]

