

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2011년 9월 1일 (01.09.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/105706 A2

- (51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01) H04W 88/08 (2009.01)
H04B 7/26 (2006.01) H04W 88/02 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2011/000852
- (22) 국제출원일: 2011년 2월 9일 (09.02.2011)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/306,967 2010년 2월 23일 (23.02.2010) US
10-2010-0055386 2010년 6월 11일 (11.06.2010) KR
- (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: 곽
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 구자호 (KOO, Ja Ho) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 이욱봉 (LEE, Wook Bong) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 정재훈 (CHUNG, Jae Hoon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지

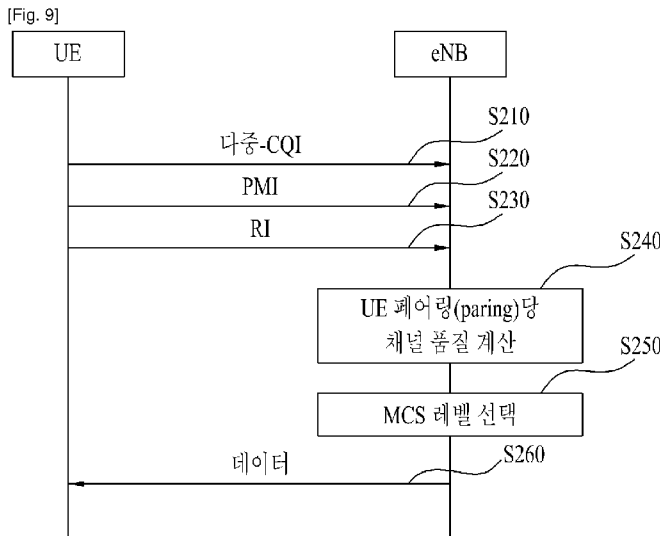
엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 임빈철 (IHM, Bin Chul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 이문일 (LEE, Moon Il) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).

- (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, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING CHANNEL QUALITY INFORMATION, USER EQUIPMENT, METHOD FOR TRANSMITTING MULTI-USER DATA, AND BASE STATION

(54) 발명의 명칭 : 채널품질정보 전송방법 및 사용자기기와, 다중사용자 데이터 전송방법 및 기지국



S210 ... Multiple CQIs
S240 ... Calculating channel qualities per UE pairing
S250 ... Selecting an MCS level
S260 ... Data

(57) Abstract: The present invention relates to a wireless communication system. More particularly, the present invention relates to a method and apparatus which indicate, using multiple CQIs, channel quality in the event multiple users are scheduled in the same time/frequency domain, and to a method and apparatus which estimate a channel state using said multiple CQIs. According to embodiments of the present invention, a channel state can be estimated in a more accurate manner in a multi-user MIMO system.

(57) 요약서: 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은, 다중 사용자가 동일 시간/주파수 영역에 스케줄링되는 경우의 채널 품질을 다중 CQI를 이용하여 나타내는 방법 및 장치를 제공하고, 상기 다중 CQI를 이용하여 채널 상태를 추정하는 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명의 실시예들에 따르면, 다중 사용자 MIMO에서 보다 정확하게 채널 상태를 추정이 가능해지는 장점이 있다.

WO 2011/105706 A2



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).

공개:

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

명세서

발명의 명칭: 채널품질정보 전송방법 및 사용자기기와, 다중사용자 데이터 전송방법 및 기지국

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 무선 통신 시스템에서 채널품질 전송방법 및 장치와, 상기 전송된 채널품질을 이용하여 다중사용자에 대한 데이터를 자원영역에 할당하여 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근에 광대역 무선이동통신 기술로서 다중 입출력(Multiple Input Multiple Output: MIMO) 시스템이 각광받고 있다. MIMO 시스템은 다수의 안테나를 사용하여 데이터의 통신 효율을 높이는 시스템을 말한다.
- [3] MIMO 시스템은 동일 데이터 전송 여부에 따라 공간 다중화 기법과 공간 다이버시티 기법으로 나눌 수 있다. 공간 다중화 기법은 다수의 송신 안테나를 통하여 서로 다른 데이터를 동시에 전송함으로써 시스템의 대역폭을 증가하지 않고서도 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 방식을 말한다. 공간 다이버시티 기법은 다수의 송신 안테나에서 동일한 데이터를 전송하여 송신 다이버시티를 얻을 수 있는 방식을 말한다. 이러한 공간 다이버시티 기법의 일 예로 시공간 채널 코딩(Space Time Channel coding)이 있다.
- [4] 또한, MIMO 시스템은 동일한 시간/주파수 영역에 몇 개의 사용자 기기를 할당하느냐에 따라 단일 사용자 MIMO(SU-MIMO: Single User MIMO)와 다중 사용자 MIMO(MU-MIMO: Multi User MIMO)로 나뉜다. 시간/주파수 영역을 갖는 구간을 자원영역이라고도 하며, SU-MIMO은 하나의 자원영역에 한 개의 사용자 기기가 할당되고 MU-MIMO은 한 개의 자원영역에 복수의 사용자(multiple users)가 할당될 수 있다. 일반적으로 사용자의 수가 적을 때는 SU-MIMO의 성능이 좋고, 사용자의 수가 많을 때는 MU-MIMO의 성능이 좋다.
- [5] 그런데, 무선 채널(wireless channel)은 경로 손실(path loss), 잡음(noise), 다중 경로(multipath)에 의한 페이딩(fading) 현상, 심벌간 간섭(ISI, intersymbol interference) 또는 단말의 이동성으로 인한 도플러 효과(Doppler effect) 등의 비이상적인 특성이 있다. 따라서, 무선 채널의 비이상적 특성을 극복하고, 무선 통신의 신뢰도(reliability)를 높이기 위해 다양한 기술이 개발되고 있다. SU-MIMO와 MU-MIMO는 각각 수신측에서 송신측으로의 채널 정보의 피드백 여부에 따라 개루프 방식 및 폐루프 방식으로 구분할 수 있다. 개루프 방식에는 송신단에서 정보를 병렬로 전송하며 수신단에서는 ZF(Zero Forcing), MMSE(Minimum Mean Square Error)방식을 반복 사용하여 신호를 검출하고 송신 안테나 수만큼 정보량을 늘릴 수 있는 블라스트(BLAST) 및 공간 영역을

이용하여 전송 다이버시티와 부호화 이득을 얻을 수 있는 STTC(Space-Time Trellis Code) 방식 등이 있다. 그리고 페루프 방식은 수신측이 무선 채널의 상태를 추정한 후, 추정된 채널 상태를 대한 적절한 피드백 정보 형태로 송신측에 전송하고 송신기는 상기 피드백 정보로부터 획득한 채널 상태를 고려하여 채널 품질을 제어하는 방식이다. 페루프 방식에서 사용되는, 무선 통신의 신뢰도를 높이기 위한 기술에는 AMC(Adaptive Modulation and Coding)이 있다. 무선 통신 시스템은 AMC를 지원하기 위해 CQI(channel quality indicator)를 사용할 수 있다. CQI는 기지국과 단말 사이의 채널 상태에 대한 정보이다. 기지국은 단말로부터 수신되는 CQI를 이용하여 전송에 사용되는 MCS(Modulation and Coding Scheme)를 결정한다. CQI를 이용하여 채널 상태가 좋다고 판단되면, 기지국은 변조 차수(modulation order)를 높이거나 부호화율(coding rate)을 높여 전송률을 높일 수 있다. CQI를 이용하여 채널 상태가 좋지 않다고 판단되면, 기지국은 변조 차수를 낮추거나 부호화율을 낮춰 전송률을 낮출 수 있다. 전송률을 낮추면, 수신 오류율을 낮출 수 있다.

- [6] 그런데, 동일한 자원영역에서 MU-MIMO를 수행하는 사용자 기기들은 서로 그룹을 이뤄 동작하게 되는데, 상기 사용자기기 간의 채널간섭으로 인해 채널 성능이 저하되게 된다. 따라서, 동일한 자원영역에서 MIMO를 수행하는 사용자 기기들 간의 채널간섭을 줄이기 위한 방법이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 보다 정확하게 채널상태를 나타낼 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.
- [8] 또한, 본 발명은 채널상태의 추정 오차를 줄일 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.
- [9] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [10] 본 발명은, 다중 사용자가 동일 시간/주파수 영역에 스케줄링되는 경우의 채널품질을 다중 CQI를 이용하여 나타내는 방법 및 장치를 제공하고, 상기 다중 CQI를 이용하여 채널 상태를 추정하는 방법 및 장치를 제공한다.
- [11] 본 발명의 일 양상으로, 하나의 기지국으로부터 전송되는 신호를 복수의 사용자기기가 동시에 수신하는 무선 통신 시스템에서 상기 복수의 사용자기기 중 특정 사용자기기가 채널품질지시정보를 전송하는 방법에 있어서, 상기 기지국으로부터의 참조신호를 수신하는 단계; 그리고 상기 참조신호를 바탕으로 상기 특정 사용자기기의 채널품질지시정보를 추정하는 단계; 상기 채널품질지시정보를 나타내는 채널품질지시정보를 상기 기지국에 전송하는 단계를 포함하되, 상기

채널품질지시정보는, 상기 특정 사용자기기의 데이터가 하나 이상의 다른 사용자기기의 데이터와 함께 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널품질을 나타내는 정보를 포함하는, 채널품질지시정보 전송방법이 제공된다.

- [12] 본 발명의 다른 양상으로, 하나의 기지국으로부터 전송되는 신호를 복수의 사용자기기가 동시에 수신하는 무선 통신 시스템에서 채널품질지시정보를 전송하는 특정 사용자기기에 있어서, 상기 기지국으로부터 신호를 수신하도록 구성된 수신기; 그리고 상기 기지국이 전송하는 참조신호를 수신하도록 상기 수신기를 제어하고, 상기 참조신호를 바탕으로 추정된 채널품질을 나타내는 채널품질지시정보를 생성하도록 구성된 프로세서; 상기 프로세서의 제어 하에 상기 채널품질지시정보를 상기 기지국에 전송하도록 구성된 송신기를 포함하되, 상기 채널품질지시정보는, 상기 특정 사용자기기의 데이터가 하나 이상의 다른 사용자기기의 데이터와 함께 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널품질을 나타내는 정보를 포함하는, 사용자기기가 제공된다.
- [13] 본 발명의 또 다른 양상으로, 하나의 기지국이 복수의 사용자기기에 동시에 신호를 전송하는 무선 통신 시스템에서 상기 기지국이 데이터를 전송하는 방법에 있어서, 상기 복수의 사용자기기 각각으로부터 수신된 채널품질지시정보를 바탕으로 소정 자원영역에 할당될 사용자기기들의 조합별로 채널품질을 계산하는 단계; 최선의 채널품질을 갖는 사용자기기들의 최선 조합을 선정하는 단계; 상기 최선의 채널품질을 바탕으로 선정된 MCS(modulation and coding scheme) 레벨에 따라 상기 최선 조합에 속한 사용자기기들의 데이터를 변조 및 부호화하는 단계; 상기 변조 및 부호화된 데이터를 상기 소정 자원영역에서 상기 최선 조합에 속한 사용자기기들에 전송하는 단계를 포함하되, 상기 각각의 사용자기기의 채널품질지시정보는, 해당 사용자기기의 데이터가 하나 이상의 다른 사용자기기의 데이터와 함께 상기 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널품질을 나타내는 정보를 포함하는, 데이터 전송방법이 제공된다.
- [14] 본 발명의 또 다른 양상으로, 하나의 기지국이 복수의 사용자기기에 동시에 신호를 전송하는 무선 통신 시스템에서, 상기 복수의 사용자기기로부터 신호를 수신하도록 구성된 수신기; 그리고 상기 수신기가 상기 복수의 사용자기기 각각으로부터 수신한, 해당 사용자기기가 하나 이상의 다른 사용자기기와 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널품질을 나타내는, 채널품질지시정보를 바탕으로 상기 소정 자원영역에 할당될 사용자기기들의 조합별 채널품질을 계산하도록 구성되고; 최선의 채널품질을 갖는 사용자기기들의 최선 조합을 선정하도록 구성된 프로세서; 상기 프로세서의 제어 하에, 상기 최선의 채널품질을 바탕으로 선정된 MCS(modulation and coding scheme) 레벨에 따라 상기 최선 조합에 속한 사용자기기들의 데이터를 변조 및 부호화하고 상기 소정 자원영역에서 상기 변조 및 부호화된 데이터를 상기 최선 조합에 속한

- 사용자기기들에 전송하도록 구성된 송신기를 포함하는, 기지국이 제공된다.
- [15] 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 채널품질지시정보는, 상기 다른 사용자기기의 개수를 기반으로 계산된 채널품질지시자(channel quality indicator)를 적어도 하나 이상 포함할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 채널품질지시정보에 포함되는 채널품질지시자의 개수는 상기 특정 사용자기기의 채널랭크에 의해 제한될 수 있다.
- [17] 또한, 본 발명의 각 양상에 있어서, 상기 기지국은 상기 소정 자원영역에 할당될 수 있는 스트림의 최대 개수를 나타내는 정보를 상기 특정 사용자기기에 전송할 수 있다.
- [18] 상기 과제해결 수단들은 본 발명의 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

- [19] 본 발명의 실시예들에 따른 무선통신 시스템에 의하면, 다중 CQI의 전송에 의하면, MU-MIMO 하에서 발생하는 CQI의 불일치를 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [20] 또한, 정확한 CQI을 토대로 채널상태에 적합한 MCS 레벨을 선택할 수 있게 됨에 따라, 채널간섭을 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [21] 또한, 다중 CQI는 MU-MIMO로 동작할 사용자기기의 선정에 사용되어, 전체 시스템용량(throughput) 및 무선통신시스템의 효율성(efficiency)에 기여할 수 있다.
- [22] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과는 이하의 발명의 상세한 설명으로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [23] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- [24] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선통신 시스템을 나타낸 개념도이다.
- [25] 도 2는 본 발명을 수행하는 사용자기기 및 기지국의 구성요소를 나타내는 블록도이다.
- [26] 도 3은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식에 의한 신호처리 과정을 도시한 것이다.
- [27] 도 4는 단일사용자 MIMO의 예를 나타낸 도면이다.
- [28] 도 5는 다중사용자-MIMO의 예를 나타낸 도면이다.
- [29] 도 6은 하향링크 전송을 위해, 복수 사용자에 대한 데이터를 함께 스케줄링하는 것을 나타낸 개념도이다.

- [30] 도 7은 MIMO에서 적용될 수 있는 채널품질조정의 일 실시예를 도시한 것이다.
 [31] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 채널품질조정을 나타낸 것이다.
 [32] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 채널품질조정을 나타낸 것이다.
 [33] 도 10 및 도 11은 다중 사용자기기의 선정의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.
 [34] 도 12과 도 13은 사용자기기가 CQI를 기지국에 피드백하는 시점의 일부 실시예를 나타낸 것이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [35] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE 시스템인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.
- [36] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.
- [37] 도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선통신 시스템을 나타낸 개념도이다. 무선통신 시스템은 적어도 하나의 기지국(11: Base Station, BS)을 포함한다. 각 기지국(110, 120, 130)은 특정한 지리적 영역(일반적으로 셀이라고 함)(Cell A, Cell B, ..., Cell F)에 위치한 사용자기기(User Equipment, UE)에 대해 통신 서비스를 제공한다. 사용자기기는 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, 기지국과 통신하여 사용자데이터 및/또는 각종 제어정보를 송수신하는 각종 기기들이 이에 속한다. 사용자기기는 단말(Terminal Equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선기기(wireless device), PDA(Personal Digital Assistant), 무선 모뎀(wireless modem), 휴대기기(handheld device) 등으로 불릴 수 있다. 기지국은 일반적으로 사용자기기 및/또는 다른 기지국과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 사용자기기 및 타 기지국과 통신하여 각종 데이터 및 제어정보를 교환한다. 기지국은 eNB(evolved-NodeB), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.
- [38] 다중 셀(Multi Cell) 환경에서는 인트라 기지국(110, 120) 및 인터 기지국(130)이 존재한다. 인트라 기지국은 몇 개의 셀(혹은 섹터)로 이루어져 있다. 특정 사용자기기가 속한 셀과 같은 기지국을 공유하는 셀들은 상기 특정

사용자기기가 속한 셀에 대하여 인트라 기지국(110, 120)에 해당하는 셀들이며, 다른 기지국들에 속한 셀들은 상기 특정 사용자기기가 속한 셀에 대하여 인터 기지국(130)에 해당하는 셀들이 된다. 한편, 특정 셀에 대해 인트라 기지국은 서빙 기지국으로, 인터 기지국은 인접 기지국이라고 불리기도 한다. 이와 같이, 특정 사용자기기와 동일한 기지국을 기반으로 하고 있는 셀들은

x2인터페이스를 통해 정보(예를 들어 데이터, 채널품질제어정보(Channel Quality Control Information))를 주고 받지만, 다른 기지국을 기반으로 하고 있는 셀들은 백홀(backhaul)(140) 등을 통해서 셀 간 정보를 주고 받을 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 단일 셀 MIMO 사용자(160)는 한 셀(섹터)에서 하나의 기지국과 통신하고, 셀 경계에 위치한 다중 셀 MIMO 사용자(150)는 다중 셀(섹터)에서 다수의 기지국과 통신할 수 있다. 예를 들어, 단일 셀 MIMO 사용자(160) UE0은 셀 A에서, UE2는 셀 B에서 eNB A와 통신할 수 있고, UE4는 셀 E에서, UE5는 셀 D에서 eNB B와 통신할 수 있다. 다중 셀 MIMO 사용자(150)은 UE1은 셀 A 및 셀 C에서 eNB A와 통신하고, UE3은 셀 B 및 셀 C에서 eNB A와 통신하면서 셀 D에서 eNB B와 통신할 수 있다.

[39] 도 2는 본 발명을 수행하는 사용자기기 및 기지국의 구성요소를 나타내는 블록도이다.

[40] 사용자기기(12)는 상향링크에서는 송신장치로 동작하고 하향링크에서는 수신기로 동작한다. 이와 반대로, 기지국(11)은 상향링크에서는 수신장치로 동작하고, 하향링크에서는 송신장치로 동작할 수 있다.

[41] 사용자기기(12) 및 기지국(11)은 정보 및/또는 데이터, 신호, 메시지 등을 수신할 수 있는 안테나(500a, 500b)와, 안테나를 제어하여 메시지를 전송하는 송신기(Transmitter; 100a, 100b), 안테나를 제어하여 메시지를 수신하는 수신기(Receiver; 300a, 300b), 무선통신 시스템 내 통신과 관련된 각종 정보를 저장하는 메모리(200a, 200b)를 포함한다. 또한, 사용자기기(12) 및 기지국(11)은 사용자기기(12) 또는 기지국(11)에 포함된 송신기 및 수신기, 메모리 등의 구성요소를 제어하여 본 발명을 수행하도록 구성된 프로세서(400a, 400b)를 각각 포함한다. 상기 사용자기기(12) 내 송신기(100a), 수신기(300a), 메모리(200a), 프로세서(400a)는 각각 별개의 칩(chip)에 의해 독립된 구성요소로서 구현될 수도 있고, 둘 이상이 하나의 칩(chip)에 의해 구현될 수도 있다. 마찬가지로, 상기 기지국(11) 내 송신기(100b), 수신기(300b), 메모리(200b), 프로세서(400b)는 각각 별개의 칩(chip)에 의해 독립된 구성요소로서 구현될 수도 있고, 둘 이상이 하나의 칩(chip)에 의해 구현될 수도 있다. 송신기와 수신기가 통합되어 사용자기기 또는 기지국 내에서 한 개의 송수신기(transceiver)로 구현될 수도 있다.

[42] 안테나(500a, 500b)는 송신기(100a, 100b)에서 생성된 신호를 외부로 전송하거나, 외부로부터 무선 신호를 수신하여 수신기(300a, 300b)로 전달하는 기능을 수행한다. 다수의 안테나를 이용하여 데이터를 송수신하는 다중

입출력(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기능을 지원하는 송수신 모듈의 경우에는 2개 이상의 안테나와 연결될 수 있다.

- [43] 프로세서(400a, 400b)는 통상적으로 사용자기기(12) 또는 기지국(11) 내 각종 모듈의 전반적인 동작을 제어한다. 특히, 프로세서(400a, 400b)는 본 발명을 수행하기 위한 각종 제어 기능, 서비스 특성 및 전파 환경에 따른 MAC(Medium Access Control) 프레임 가변 제어 기능, 유희모드 동작을 제어하기 위한 전력절약모드 기능, 핸드오버(Handover) 기능, 인증 및 암호화 기능 등을 수행할 수 있다. 프로세서(400a, 400b)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 불릴 수 있다. 한편, 프로세서(400a, 400b)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(400a, 400b)에 구비될 수 있다. 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(400a, 400b) 내에 구비되거나 메모리(200a, 200b)에 저장되어 프로세서(400a, 400b)에 의해 구동될 수 있다.
- [44] 송신기(100a, 100b)는 프로세서(400a, 400b) 또는 상기 프로세서와 연결된 스케줄러로부터 스케줄링되어 외부로 전송될 신호 및/또는 데이터에 대하여 소정의 부호화(coding) 및 변조(modulation)를 수행한 후 안테나(500a, 500b)에 전달한다. 예를 들어, 송신기(100a, 100b)는 전송하고자 하는 데이터 열을 역다중화 및 채널 부호화, 변조과정 등을 거쳐 K개의 신호열로 변환한다. 상기 K개의 신호열은 송신기 내 송신처리를 거쳐 송신 안테나(500a, 500b)를 통해 전송된다. 사용자기기(12) 및 기지국(11)의 송신기(100a, 100b) 및 수신기(300a, 300b)는 송신신호 및 수신신호를 처리하는 과정에 따라 다르게 구성될 수 있다.
- [45] 도 3은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식에 의한 신호처리 과정을 도시한 것이다.
- [46] 사용자기기 또는 기지국 내 송신기는 하나 이상의 코드워드(code word)를 전송할 수 있다. 상기 하나 이상의 코드워드는 각각 스크램블러(301)에 의해 스크램블링되고, 변조맵퍼(302)에 의해 복소심볼로 변조될 수 있다. 레이어 맵퍼(303)는 상기 복소심볼을 하나 이상의 전송레이어에 맵핑하고, 프리코더(304)는 전송레이어의 복소심볼을 채널상태에 따라 선택된 소정 프리코딩 행렬 W와 곱해 안테나별 복소심볼로 출력한다. 프리코더(304)는 코드북(codebook) 방식과 비코드북(non-codebook) 방식을 모두 사용할 수 있다. 상기 안테나별 복소심볼은 각각 자원요소맵퍼(305)에 의해 전송에 이용될

- 시간-주파수 자원요소(resource elements)에 매핑되며, 상기 시간-주파수 자원요소에 매핑된 안테나별 복소심볼은 OFDM 신호생성기(306)에 의해 OFDM 방식으로 변조되어 안테나 포트별 OFDM 심볼 형태로 각 안테나 포트에 전송된다. 상기 OFDM 신호발생기는 입력심볼에 대해 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)을 수행할 수 있으며, IFFT가 수행된 시간영역 심볼에는 CP(cyclic prefix)가 삽입될 수 있다. 상기 OFDM 심볼은 각 안테나를 통해 전송된다.
- [47] 참고로, OFDMA 방식은 주파수 효율 및 셀 용량을 증대할 수 있기 때문에 하향링크 전송에 많이 이용되고 있으나, OFDMA 방식을 상향링크 전송에 이용하는 것도 가능하다.
- [48] 도 3에서는 신호처리 과정 중 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을 예로 하여 설명하였으나, 사용자기기가 상향링크 신호를 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access) 방식으로 처리하여 기지국에 전송하는 것도 가능하다. SC-FDMA 방식의 송신기는 1개의 스크램블러(301) 및 1개의 변조맵퍼(302), 프리코더(304), 1개의 자원요소맵퍼(305)를 포함할 수 있다. 사용자기기의 스크램블러(301)는 사용자기기 특정 스크램블링 신호를 이용하여 전송신호를 스크램블링하고, 변조맵퍼(302)는 상기 스크램블링된 신호를 전송신호의 종류 및/또는 채널상태에 따라 BPSK, QPSK 또는 16 QAM 등의 방식으로 복소심볼로 변조한다. 상기 변조된 복소심볼은 프리코더(304)에 의해 프리코딩된 후, 자원요소맵퍼(305)에 의해 실제 전송에 이용될 시간-주파수 자원요소에 맵핑된다. 상기 자원요소에 맵핑된 신호는 SC-FDMA 신호 형태로 안테나를 통해 기지국으로 전송될 수 있다. SC-FDMA 신호처리 방식을 채택하는 사용자기기는 자원요소에 맵핑된 신호를 SC-FDMA 신호로 변환하는 SC-FDMA 신호생성기를 구비할 수 있다.
- [49] 참고로, 사용자기기가 OFDMA 방식과 SC-FDMA 신호처리 방식을 모두 채택하도록 구현될 수도 있으며, 양자를 채널환경에 따라 스위칭하여 사용하도록 설계되는 것도 가능하다.
- [50] 도 4는 단일사용자 MIMO의 예를 나타낸 도면이고, 도 5은 다중사용자 MIMO의 예를 나타낸 도면이다.
- [51] 단일사용자 MIMO는 도 4에서 볼 수 있듯이, 기지국이 전송하는 복수 개의 서로 다른 데이터 스트림들이 모두 한 사용자에게 전송되는 구조이다. 단일사용자 MIMO의 경우에는 하나의 송신장치와 하나의 수신장치가 MIMO 채널을 구성한다. 단일사용자 MIMO의 경우에는 한 명의 사용자가 모든 신호를 다 수신할 수 있다. 즉, 동일 시간/주파수 영역에 하나의 사용자에게 대한 데이터만이 스케줄링(scheduling)된다.
- [52] 다중사용자 MIMO는 도 5에서 볼 수 있듯이, 기지국이 전송하는 복수개의 서로 다른 데이터 스트림이 복수의 사용자에게 각각 전송된다. 다중사용자 MIMO의 경우에는 하나의 송신장치와 여러 개의 수신장치가 합하여 MIMO 채널을

- 구성하게 된다. 즉, 동일 시간/주파수 영역에 복수 사용자들에 데이터가 함께 스케줄링될 수 있다.
- [53] 도 6은 하향링크 전송을 위해, 복수 사용자에 대한 데이터를 함께 스케줄링하는 것을 나타낸 개념도이다.
- [54] 스케줄러(401)는 사용자기기로부터의 프리코딩 행렬 정보 또는 CQI, RI 등의 피드백 정보를 기초로 특정 사용자들의 데이터가 함께 전송될 수 있도록 스케줄링할 수 있다. 도 6을 참조하면, 스케줄러(401)는 사용자기기0(UE0)부터 사용자기기k(UEk)에 대한 데이터를 동일한 시간/주파수 영역에 스케줄링할 수 있다.
- [55] 한편, 스케줄러(401)는 독립된 모듈로서 구성되어 기지국 또는 제어국에 구비될 수 있다. 혹은 기지국 내 프로세서(400b)가 스케줄러(401)의 기능을 수행하도록 구성될 수도 있다. 기지국과 연결된 제어국이 스케줄러(401)를 구비하고 스케줄 정보를 상기 기지국에 전송하는 것도 가능하다. 다만, 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 주로 기지국 내 프로세서(400b)가 스케줄러(401)를 포함하는 경우를 예로 하여 설명한다.
- [56] 스케줄러(401)는 사용자기기0(UE0)부터 사용자기기k(UEk)에 대한 데이터를 동일 시간/주파수 영역에 맵핑하도록 기지국 내 송신기(100b)를 제어할 수 있다. 이 경우, 기지국 내 송신기(100b)의 자원요소맵퍼(305)는 상기 스케줄러(401) 또는 상기 스케줄러(401)의 기능을 수행하는 프로세서(400b)의 제어 하에, 사용자기기0(UE0)부터 사용자기기k(UEk)에 대한 데이터를 특정 시간/주파수 영역에 맵핑하게 된다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 스케줄러(401)는 함께 스케줄링할 사용자기기들을 선택할 뿐만 아니라 선택된 사용자별 송신 스트림의 수를 결정하도록 구성될 수 있다.
- [57] 특정구간의 주파수 대역에 할당된 복수의 데이터가 특정 시간 구간에 전송되도록 스케줄링되는 경우, 동일한 시간/주파수 영역에 스케줄링되었다고 칭할 수 있다. 예를 들어, 복수 사용자에 대한 데이터가 동일 프레임에 스케줄링된 경우 또는 동일 슬롯에 스케줄링된 경우, 동일 자원격자에 스케줄링된 경우, 동일 자원블록에 스케줄링된 경우, 한 개의 서브프레임 내 자원블록 쌍에 스케줄링된 경우, 상기 복수 사용자가 동일한 시간/주파수 영역에 스케줄링되었다고 말할 수 있다.
- [58] 도 5에서 언급한 바와 같이, SU-MIMO와는 달리 MU-MIMO는 동일 시간/주파수 영역에 여러 사용자기기에 대한 데이터를 다중화(multiplex)함으로써 추가적인 이득을 얻게 된다. MU-MIMO를 수행시, 함께 스케줄링되는 사용자기기들에 의한 공동채널(co-channel) 간섭이 발생하게 되며, 상기 공동채널 간섭은 무선 채널(wireless channel)의 성능 열화를 초래하게 된다. 이하에서는 이러한 공동채널 간섭을 줄이기 위해 제안되는 본 발명의 실시예들을 상술한다.
- [59] 도 7은 MIMO에서 적용될 수 있는 채널품질조정의 일 실시예를 도시한 것이다.

- [60] 기지국과 특정 사용자기기(UE) 사이에는 채널행렬 H 가 존재한다. 사용자기기는 이러한 채널행렬 H 를 기지국으로부터의 참조신호(Reference Signal, RS)에 기초하여 추정하고, 기지국이 프리코딩 행렬 W 을 잘 설정하도록 도와주는 프리코딩 행렬 정보를 생성하여 기지국에 피드백한다. 또한, 상기 참조신호로부터 상기 기지국과 상기 사용자기기 간에 형성된 채널의 품질 및 전송가능한 신호스트림/레이어의 개수를 추정하고, 채널의 품질을 알려주는 CQI(Channel Quality Indicator)와, 상기 채널을 통해 상기 기지국이 몇 개의 신호스트림을 동시에 전송할 수 있는지 또는 하향링크 전송에 몇 개의 레이어(layer)을 사용할 수 있는지를 알려주는 RI(Rank Indicator)를 상기 기지국에 전송할 수 있다. 참고로, 현재 LTE 시스템에서는 코드워드 당 두 개의 레이어가 사용될 수 있다. 레이어의 개수는 MIMO 스트림의 개수와 동일하며, 따라서 RI는 상기 사용자기기가 몇 개의 스트림을 동시에 전송 받을 수 있는지를 나타내기도 한다.
- [61] 참고로, 프리코딩 행렬 W 를 설정함에 있어서, 코드북(codebook) 방식과 비코드북(non-codebook) 방식이 모두 사용될 수 있다. 코드북 방식의 경우, 사용자기기와 기지국 내에 저장된 코드북을 기반으로 프리코딩 행렬을 선정하되, 사용자기기는 실제로는 코드북의 인덱스만을 피드백하여 프리코딩 행렬을 지정하므로 피드백 정보 양을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 도 7을 참조하면, 사용자기기는 'L'개의 프리코딩 행렬을 지정한 코드북 중 상기 사용자기기에 대한 채널간섭을 최소화할 것으로 추정되는 프리코딩 행렬을 선정하고 상기 프리코딩 행렬을 지시하는 프리코딩 행렬 지시자(Precoding Matrix Indicator, PMI)를 기지국에 전송할 수 있다. 기지국은 상기 PMI를 토대로 프리코딩 행렬 W 를 선정하고, 상기 프리코딩 행렬 W 를 상기 사용자기기에 전송할 데이터에 곱한 후 사용자기기에 전송할 수 있다.
- [62] MU-MIMO 상황에서의 기지국은 상기 기지국의 커버리지 내 복수의 사용자기기들로부터 PMI/RI/CQI를 보고(report) 받고, 하나 이상의 사용자에 대한 데이터를 동일 시간/주파수 영역을 통해 상기 하나 이상의 사용자에게 전송할 수 있다. 상기 기지국은 사용자기기들이 보고한 CQI를 바탕으로 상기 기지국과 각 사용자기기들 사이에 형성된 채널의 품질을 계산할 수 있다.
- [63] 상기 기지국의 프로세서(400b)는 상기 RI 및/또는 CQI, PMI 등을 토대로 함께 스케줄링될 사용자기기의 선택, 전송할 스트림의 개수를 선택할 수 있다. 스케줄러(401)가 상기 프로세서(400b)와 독립적인 모듈로 구비된 경우에는, 상기의 프로세서(400b)가 계산한 채널품질값 및/또는 사용자기기들이 보고한 PMI, RI 등을 이용하여 스케줄러(401)가 함께 스케줄링할 사용자기기의 선택, 전송할 스트림의 개수를 선택할 수 있다.
- [64] 또한, 기지국 프로세서(400b)는 사용자기기들이 보고한 PMI 및 RI를 토대로 전송할 데이터에 적용할 프리코딩 행렬 W 를 선정할 수 있다. 스케줄러(401)가 상기 프로세서(400b)와 독립적인 모듈로 존재하는 경우에는, 상기

프로세서(400b)는 상기 스케줄러(401)로부터의 스케줄 정보 및 PMI/RI를 이용하여 소정 시간/주파수 영역에 할당된 사용자기기(들)에 적용할 프리코딩 행렬 W 를 선정할 수 있다.

- [65] 상기 프로세서(400b) 및/또는 상기 스케줄러(401)의 제어 하에, 사용자기기의 자원요소맵퍼(304)는 상기 함께 전송될 사용자데이터를 특정 자원요소에 할당할 수 있다. 송신기(100b)의 안테나(500b)는 프로세서(400b)의 제어 하에 상기 할당된 사용자데이터를 함께 스케줄링된 사용자기기들에 전송한다.
- [66] 도 7의 실시예에서, 각 사용자기기는 동일 시간/주파수 영역에서 함께 스케줄링되는 다른 사용자기기들에 의한 채널간섭을 고려하지 않고 참조신호를 해석하여 채널품질을 추정하고, 이를 기초로 하여 PMI/RI/CQI를 기지국에 피드백한다. 그러나, 다수의 사용자기기에 대한 데이터가 동일 시간/주파수에 다중화되는 경우, 각 사용자기기는 서로에게 간섭으로 작용하게 되고, 이는 CQI 불일치를 초래하게 된다. 즉, 특정 사용자기기가 참조신호에 다른 사용자기기가 다중화되는 경우를 고려하지 않고, 즉, SU-MIMO로 동작한다고 상정하여 채널품질을 추정하여 전송한 CQI와, 상기 사용자기기의 실제 채널품질에 해당하는 CQI 사이에 불일치가 발생하게 된다. CQI 불일치는 기지국이 하향링크 전송시의 채널상태를 잘못 계산하는 결과를 낳아, 채널상태에 적합한 MCS 레벨이 제대로 결정하지 못하게 될 수도 있다. 기지국이 채널상태에 적합한 MCS를 결정하지 못하게 되면, 무선통신의 신뢰도가 떨어지게 되고, 전체 시스템의 성능 저하가 야기될 수 있다.
- [67] 따라서, 이하에서는 도 8 내지 도 13을 참조하여, 다중 CQI를 기지국에 피드백하여 CQI 불일치를 최소화하는 실시예들을 설명한다. 참고로, 이하에서 사용되는 CQIn은 하나 이상의 사용자기기들에 대한 n개의 스트림이 동일 시간/주파수 영역에 할당된 경우의 해당 채널 품질을 나타내는 채널품질지시자를 의미한다. 이하에서는 설명의 편의를 위하여, 사용자기기가 피드백하는 CQI가 스트림 개수에 의존하는 경우를 예로 하여 주로 설명한다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 사용자기기는 소정 자원영역에 다중화될 수 있는 사용자기기의 개수에 의존하여 CQI를 피드백할 수도 있다. 또 다른 예로, 사용자기기는 CQI를 코드워드별로 피드백할 수도 있다. 한 개의 코드워드에 복수의 스트림에 맵핑된 경우, 사용자기기는 상기 코드워드에 대한 평균 CQI값을 기지국에 피드백할 수도 있다. 사용자기기가 코드워드별 평균 CQI를 피드백하지 않고, 사용자기기가 스트림별로 CQI를 피드백하면 기지국이 스트림별 CQI를 이용하여 해당 코드워드의 평균 CQI를 계산하는 것도 가능하다. 기지국은 코드워드의 해당 CQI를 바탕으로 상기 코드워드에 적절한 MCS를 선정할 수 있다.
- [68] 도 8은 본 발명의 일 실시예 따른 채널품질조정을 나타낸 것이다.
- [69] 기지국은 해당 커버리지 내에 사용자기기(들)이 전송(S110~S130)한 채널품질지시정보(예를 들어, CQI, PMI 및/또는 RI)를 바탕으로 채널품질

추정하고, 이를 바탕으로 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기를 선정(S140)할 수 있다. 상기 기지국은 상기 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기들에게 복수의 CQI를 피드백하라는 지시정보를 전송(S150)할 수 있다.

- [70] 기지국으로부터 상기 다중 CQI 보고 지시정보를 수신한 사용자기기는 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기의 개수별, 혹은 함께 전송될 수 있는 스트림의 개수별, 혹은 코드워드별로 CQI를 계산하고 상기 계산된 CQI(들)을 기지국에 전송(S160)할 수 있다. 참고로 기지국에 전송되는 각 CQI 값은 동일한 시간/주파수 영역에 스케줄링되는 다른 사용자기기가 해당 사용자기기에 개미치는 간섭을 최소화하거나 최대화하는 경우에 대한 값이 될 수 있다.
- [71] 해당 커버리지 내 사용자기기(들) 각각으로부터 복수의 CQI를 전송 받은 기지국은 상기 복수의 CQI를 바탕으로 동일 시간/주파수 영역, 즉, 동일 자원영역에 함께 할당되는 사용자기기의 조합별, 또는 스트림의 조합별 또는 코드워드의 조합별로, 상기 복수의 CQI 중 해당 CQI를 기반으로, 채널품질을 계산(S170)할 수 있다. 예를 들어, 코드워드별로 한 개의 스트림만 할당되고 스트림별로 CQI를 전송하는 경우를 가정하면, 1개의 스트림 조합에 대해서는 각 사용자기기들이 전송한 다중 CQI 중 CQI1을 기반으로 채널품질을 계산하고, 2개의 스트림 조합에 대해서는 각 사용자기기들이 전송한 다중 CQI 중 CQI2를 기반으로 채널품질을 계산하는 식으로 해당 조합별 채널품질을 계산할 수 있다.
- [72] 상기 기지국은 상기 계산된 복수의 채널품질 중 가장 좋은 채널품질에 해당하는 사용자기기들의 조합 및/또는 스트림들의 조합에 해당하는 채널품질을 기반으로 MCS 레벨을 선택(S180)할 수 있으며, 상기 선택된 MCS 레벨에 따른 변조차수(modulation order) 및 부호화율(coding rate)을 적용하여 데이터 변조하고, 상기 변조된 데이터를 해당 조합에 속한 사용자기기들에 전송할 수 있다(S190).
- [73] 사용자기기의 안테나(500a)는 기지국으로부터 하향링크 신호를 수신한다. 상기 안테나(500a)는 수신된 신호를 상기 사용자기기의 수신기(300a)에 제공한다. 상기 수신기(300a)는 상기 수신된 신호를 처리(예를 들어, 필터링, 증폭, 다운컨버팅 및 디지털화)하여 샘플을 획득하고, 상기 샘플 신호를 복조 및 변조하여 수신된 하향링크 심볼을 획득한다. 또한, 수신기(300a)는 상기 하향링크 심볼로부터 하향링크 데이터를 검출하고, 하향링크 데이터 심볼 추정치를 처리(예를 들어, 심볼 디맵핑, 디인터리빙, 디코딩 등)하고, 상기 처리된 하향링크 신호를 상기 사용자기기의 프로세서(100a)에 제공할 수 있다. 상기 프로세서(100a)는 상기 처리된 하향링크 신호로부터 상기 다중 CQI 보고 지시정보를 해석할 수 있다. 상기 다중 CQI 보고 지시정보를 기반으로, 상기 프로세서(100a)는 프로세서(400a)는 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기의 개수별 혹은 함께 전송될 수 있는 스트림의 개수별 혹은 함께 전송될 수 있는 코드워드별로 CQI를 계산하고, 해당 송신기(100a) 및 안테나(500a)를 제어하여 상기 계산된 CQI(들)을 기지국에 전송할 수 있다.

- [74] 상기 기지국의 안테나(500b)는 해당 커버리지 내 사용자기기(들)로부터 상향링크 신호를 수신한다. 상기 안테나(500b)는 상기 상향링크 신호를 상기 기지국의 수신기(300b)에 제공한다. 상기 수신기(300b)는 상기 수신된 신호를 처리하여 샘플을 획득하고 상기 샘플 신호를 복조 및 변조하여 상향링크 심볼을 획득한다. 또한, 상기 수신기(300b)는 상기 상향링크 심볼로부터 상향링크 데이터를 검출하고 상기 상향링크 데이터 심볼 추정치를 처리하여 상기 기지국의 프로세서(400b)에 제공한다. 상기 프로세서(400b)는 상기 처리된 상향링크 신호로부터 상기 다중 CQI를 획득할 수 있다. 상기 기지국 프로세서(400b)는 상기 복수의 CQI를 바탕으로 동일 시간/주파수 영역, 즉, 동일 자원영역에 함께 할당되는 사용자기기의 조합별 또는 스트림의 조합별 또는 코드워드의 조합별로, 상기 복수의 CQI 중 해당 CQI를 기반으로, 채널품질을 계산할 수 있다.
- [75] 상기 기지국 프로세서(400b)는 상기 계산된 복수의 채널품질 중 가장 좋은 채널품질에 해당하는 사용자기기들의 조합 및/또는 스트림들의 조합 및/또는 코드워드들의 조합에 해당하는 채널품질을 기반으로 MCS 레벨을 선택(S180)할 수 있으며, 상기 선택된 MCS 레벨에 따른 변조차수(modulation order) 및 부호화율(coding rate)을 적용하여 데이터 변조하도록 상기 기지국의 송신기(100b)를 제어할 수 있다. 상기 기지국의 변조맵퍼(302)는 상기 기지국 프로세서(100b)의 제어 하에, 상기 선택된 MCS 레벨에 따라 송신할 데이터를 변조하고, 상기 기지국의 자원맵퍼(305)는 상기 기지국 프로세서(100b)의 제어 하에 상기 송신할 데이터를 소정 자원영역에 맵핑한다. 상기 기지국의 OFDM 신호생성기(306)는 상기 맵핑된 데이터를 OFDM 신호로 변환하고, 상기 OFDM 신호는 상기 기지국의 안테나(500b)를 통해 해당 사용자기기들에 전송된다.
- [76] 참고로, 본 실시예에서는 사용자기기들이 전송한 CQI, PMI, RI(S110~S130)를 바탕으로, 기지국이 각 사용자기기의 채널 품질을 추정하여 함께 스케줄링될 사용자기기들을 선택(S140)하는 경우를 예로 하여 설명하였다. 그러나, MU-MIMO를 적용할 사용자기기들의 선정은 기지국의 구현문제에 불과하다. 따라서, 다른 방법을 이용하여 함께 스케줄링할 사용자기기들 또는 함께 스케줄링할 스트림, 또는 함께 전송할 코드워드를 선정할 수 있다. 예를 들어, 기지국이 상향링크 신호를 토대로 채널 상태를 추정된 후, 추정된 채널 상태를 토대로 후술할 다중 CQI 보고 지시정보를 사용자기기에 전송할 수도 있다.
- [77] 한편, 상기 다중 CQI 보고 지시정보는 다양한 형태로 정의될 수 있고 이에 따른 다양한 CQI 보고 형태 및/또는 모드가 정의될 수 있다. 가능한 일부 구현예들을 언급하면 다음과 같다.
- [78] 다중 CQI 보고 지시 구현예 1: 참조랭크
- [79] 다중 CQI 보고를 위한 지시정보로서, 기지국은 최대랭크를 나타내는 참조랭크정보를 사용자기기에 전송할 수 있다. 상기 참조랭크는 상기 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기의 최대 개수 또는 함께 전송될 수 있는 최대

스트림의 개수를 의미한다. 예를 들어, 사용자기기당 오로지 한 개의 스트림만이 사용될 수 있는 경우, 참조랭크는 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기의 최대 개수를 나타낼 수 있다. 또 다른 예로, 하나의 사용자기기에 하나 이상의 스트림이 사용될 수 있는 경우, 참조랭크는 함께 전송될 수 있는 스트림의 최대 개수를 나타낼 수 있다.

[80] 기지국으로부터 상기 참조랭크정보를 수신한 사용자기기는 함께 스케줄링될 수 있는 사용자기기의 개수별 혹은 함께 전송될 수 있는 스트림의 개수별 혹은 함께 전송될 수 있는 코드워드의 개수별로 채널품질을 추정하여 복수 개의 CQI를 계산하고 상기 복수의 CQI를 기지국에 전송할 수 있다. 예를 들어, 스트림의 개수별로 복수의 CQI를 기지국에 전송하는 경우를 가정하면, 참조랭크가 1임을 나타내는 참조랭크정보를 수신한 사용자기기는 1개의 스트림이 동일 시간/주파수 영역에 할당되는 경우의 채널품질지시자인 CQI1을 기지국에 전송하고, 참조랭크가 2임을 나타내는 참조랭크정보를 수신한 사용자기기는 CQI2를 더 전송하고, 참조랭크가 3임을 나타내는 참조랭크정보를 수신한 사용자기기는 CQI2 및 CQI3를, 참조랭크가 4임을 나타내는 참조랭크정보를 수신한 사용자기기는 CQI2 및 CQI3, CQI4를 더 전송하는 식으로 복수의 CQI를 기지국에 전송할 수 있다.

[81] 다중 CQI 보고 지시 구현예 2: CQI 보고 개수

[82] 다중 CQI 보고를 위한 지시정보로서, 기지국은 사용자기기에 보고 가능한 최대 CQI의 개수를 나타내는 정보를 알려줄 수도 있다. 이 경우, 기지국과 사용자기기는 해당 CQI 보고 수에 대한 미리 정해진 포맷을 공유할 수 있으며, 사용자기기는 CQI 보고 및 미리 정해진 포맷에 따라 해당 CQI 값을 계산하고 기지국에 전송할 수 있다.

[83] 일례로, 표 1과 같이 최대 CQI 개수에 따른 보고될 CQI의 개수가 미리 정의되어 있다고 가정하자. 예를 들어, 기지국이 CQI 보고 개수가 2임을 나타내는 정보를 사용자기기에 전송하면, 사용자기기는 아래 표 1의 포맷에 따라, CQI1과 CQI4를 기지국에 피드백할 수 있다. CQI 보고 개수가 3임을 나타내는 정보를 수신한 사용자기기는 CQI1과 CQI2, CQI3, CQI4를 기지국에 피드백할 수 있다.

[84] 표 1

[Table 1]

CQIs	Maximum number of CQIs			
	1	2	3	4
	CQI1	CQI1, CQI4	CQI1, CQI2, CQI4	CQI1, CQI2, CQI3, CQI4

[85] 참고로, 1개의 사용자기기/스트림/코드워드가 스케줄링되는 경우의 CQI, 즉

CQI이 이미 보고된 경우, 기지국은 추가로 보고할 수 있는 CQI의 개수를 지시하는 정보를 사용자기기에 전송할 수도 있다. 예를 들어, 표 2와 같이 사용자기기와 기지국 사이에 미리 정해진 포맷에 따라, 사용자기기는 추가 CQI를 기지국에 전송할 수 있다. 즉, 기지국이 CQI 보고 개수를 1로 지정하여 사용자기기에 전송하면, 사용자기기는 이에 대응하여 CQI2를 기지국에 전송할 수 있다. 또 다른 예로, CQI 보고 개수 2를 수신한 사용자기기는 CQI2 및 CQI4를 기지국에 전송할 수도 있다.

[86] 표 2

[Table 2]

	Maximum number of additional CQIs		
CQIs	1	2	3
	CQI2	CQI2, CQI4	CQI2, CQI3, CQI4

[87] 표 1 또는 표 2의 예에 따라, CQI1 및 CQI4를 수신한 기지국은 1개 및 2개의 사용자기기를 함께 스케줄링하는 경우에는 CQI1을 토대로 채널품질을 계산하여 MCS 레벨을 선택하고, 3개 및 4개의 사용자기기를 함께 스케줄링하는 경우에는 CQI를 토대로 채널품질을 계산하여 MCS 레벨을 선택할 수 있다.

[88] 다중 CQI 보고 지시 구현에 3: 참조랭크 + CQI 보고 개수

[89] 채널의 참조랭크를 나타내는 참조랭크정보와, 보고 가능한 CQI의 개수를 나타내는 CQI 보고개수정보에 해당하는 포맷을 미리 정해두고 이 두 값을 기지국이 사용자기기에 지시함으로써, 다중 CQI의 보고 형태를 정의할 수도 있다. 일례로, 기지국이 참조랭크를 4, CQI 보고 개수를 3으로 사용자기기에 지시하면, 상기 사용자기기는 표 1에서와 같이 CQI1 및 CQI2, CQI4를 기지국에 전송할 수 있다.

[90] 다른 예로, 기지국과 사용자기기 사이에 참조랭크 3에 대해 표 3과 같은 포맷이 미리 정해져 있고, 기지국이 참조랭크가 3, CQI 보고 개수가 2라고 사용자기기에 지시하면, 사용자기기는 표 3에서와 같이 CQI1 및 CQI2, CQI3를 상기 기지국에 피드백할 수 있다.

[91] 표 3

[Table 3]

	Maximum number of CQIs	
CQIs	2	3
	CQI1, CQI3	CQI1, CQI2, CQI3

[92] 다중 CQI 보고 지시 구현에 4: 최선 참조랭크

[93] 다중 CQI 보고 지시의 구현에 1 내지 3은 셀 내의 모든 사용자기기에 대해 동일한 셀-특정 정보이다. 이와 달리, 특정 사용자기기가 일정 기간 동안 가장

많이 스케줄링된 랭크, 예를 들어, 동일 시간/주파수 영역에 할당된 스트림의 개수 또는 사용자기기의 개수 또는 코드워드의 개수를 나타내는 정보를 기지국이 상기 특정사용자기기에 알려줌으로써, 상기 특정 사용자기기는 그에 해당하는 CQI를 계산하여 기지국에 전송할 수 있다. 즉, 기지국은 특정 사용자기기에 최선일 것이라 추정되는 참조랭크를 해당 기지국에 전송할 수 있다.

[94] 예를 들어, 특정 사용자기기가 일정 기간 동안 동일 시간/주파수 영역에서 3개의 스트림을 가장 빈번하게 전송 받은 경우, 기지국은 상기 특정 사용자기기에 참조랭크가 3임을 나타내는 정보를 전송할 수 있다. 상기 정보를 전송 받은 상기 특정 사용자기기는, 3개의 스트림이 다중화될 것이라고 가정하고 CQI3를 계산하여 상기 기지국에 전송할 수 있다. 참고로, 사용자기기가 코드워드별로 CQI를 기지국에 피드백하고 코드워드당 복수의 스트림이 맵핑될 수 있는 경우에는 3보다 적은 개수의 CQI를 상기 기지국에 피드백될 수도 있을 것이다.

[95] 다중 CQI 보고 지시 구현에 5: 최선 참조랭크 + 차선 참조랭크

[96] 한편, 기지국은 최선의 참조랭크와 함께 차선의 참조랭크를 사용자기기에 전송할 수도 있다. 즉, 특정 사용자기기에 일정 기간 동안 가장 자주 스케줄링된 랭크(예를 들어, 동일 시간/주파수 영역에 할당된 스트림의 개수 또는 사용자기기의 개수 또는 코드워드의 개수)인 최선 참조랭크와 함께, 그 다음으로 자주 스케줄링된 랭크인 차선 참조랭크에 대한 정보를 기지국이 상기 특정 사용자기기에 전송할 수 있다. 상기 특정 사용자기기는 상기 최선 참조랭크와 상기 차선 참조랭크에 해당하는 CQI를 각각 계산하여 상기 기지국에 전송할 수 있다. 참고로, 상기 기지국은 상기 차선 참조랭크를 최선 참조랭크에 대한 오프셋(offset) 값으로 형태로 상기 특정 사용자기기에 전송할 수도 있다.

[97] 예를 들어, 사용자기기가 스트림별로 CQI를 피드백한다는 가정하에, 특정 사용자기기가 일정 기간 동안 동일 시간/주파수 영역에서 3개의 스트림을 가장 빈번하게 전송받고 그 다음으로 2개의 스트림을 가장 빈번하게 전송 받은 경우, 기지국은 상기 특정 사용자기기에 참조랭크가 3임을 나타내는 최선 참조랭크정보와 참조랭크가 2임을 나타내는 차선 참조랭크정보를 전송할 수 있다. 상기 최선 및 차선 참조랭크정보를 전송 받은 상기 특정 사용자기기는, 3개의 스트림이 다중화될 것이라고 가정하고 계산한 CQI3와 2개의 스트림이 다중화될 것이라고 가정하고 계산한 CQI2를 상기 기지국에 전송할 수 있다.

[98] 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 프로세서(400b)는 상기 구현예들 중 적어도 하나를 실행하도록 구성될 수 있다. 즉, MU-MIMO를 수행할 수 있는 기지국 프로세서(400b)는 상기 구현예들 중 적어도 하나에 따라 다중 CQI 보고 지시정보를 생성하고, 상기 기지국의 송신기(100b)를 제어하여 상기 생성된 다중 CQI 보고 지시정보를 브로드캐스트하거나 함께 스케줄링될 수 있는 특정 사용자기기(들)에 멀티캐스트도록 구성될 수 있다.

- [99] 상기 사용자기기의 프로세서(400a)는 상기 구현예들 중 하나에 따른 다중 CQI 보고 지시정보를 처리하여 이에 대한 응답으로 다중 CQI를 생성하도록 구성될 수 있다. 즉, 상기 프로세서(400a)는 상기 기지국으로부터의 전송된 다중 CQI 보고 지시정보에 대한 응답으로 상기 구현예들 중 적어도 하나에 따라 다중 CQI를 생성하고, 상기 사용자기기의 송신기(100a)를 제어하여 상기 생성된 다중 CQI를 전송하도록 구성될 수 있다.
- [100] 상기 기지국의 프로세서(100b)는 상기 사용자기기가 피드백한 다중 CQI를 이용하여 최선의 MCS 레벨을 선정하도록 구성될 수 있다. 또한, 상기 기지국 프로세서(100b)는 상기 선정된 MCS 레벨의 변조 차수 및 부호화율에 따라 동시에 하향링크 신호를 전송할 사용자기기들의 데이터를 변조하도록 변조맵퍼(302)를 제어할 수 있다.
- [101] 한편, 상기 기지국 프로세서(100b)는 상기 다중 CQI를 이용하여 MU-MIMO에 참여할 사용자기기들을 선정하도록 구성될 수도 있다. 즉, 상기 기지국 프로세서(400b)는 해당 커버리지 내 다수의 사용자기기들 중 어떤 사용자기기들을 묶어서 MU-MIMO 형태로 데이터를 전송할 것인지 결정하도록 구성될 수 있다.
- [102] 참고로, 스케줄러(401)가 기지국 프로세서(400b)와 독립적인 모듈로서 구비된 경우에는, 스케줄러(401)가 사용자기기들로부터 피드백된 정보에 기초하여, 사용자기기를 스케줄링할 수 있다. 즉, 기지국 프로세서(400b)와 연동하는 스케줄러(401)가 특정 시간/주파수 영역에서 어떤 사용자기기들이 MU-MIMO에 참여할 것인지를 결정할 수 있다. 상기 기지국 프로세서(400b)는 상기 피드백된 정보에 기초하여, 상기 스케줄러(401)에 의해 스케줄링된 사용자기기들로의 데이터 송신을 제어한다. 기지국 프로세서(400b) 또는 스케줄러(401)가 다중 CQI를 이용하여 MU-MIMO를 적용할 사용자기기들을 선정하는 일 예가 도 10 및 도 11에서 설명된다.
- [103] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 채널품질조정을 나타낸 것이다.
- [104] 도 9를 참조하면, 사용자기기는, 기지국으로부터의 다중 CQI 보고를 기다리지 않고, 상기 기지국으로부터 전송된 참조신호를 바탕으로 상기 사용자기기가 추정된 랭크를 기준으로 랭크별 CQI를 계산하고 상기 계산된 CQI들을 기지국에 전송할 수 있다(S210). 상기 하나 이상의 CQI와 함께 PMI와 해당 랭크정보를 기지국에 전송하는 것도 가능하다(S220~S230).
- [105] 예를 들어, 참조신호를 바탕으로 동시에 전송 받을 수 있는 하향링크 스트림이 최대 4개라고 추정된 사용자기기는 CQI1뿐만 아니라 CQI2 및 CQI3, CQI4를 기지국에 전송할 수 있다. 참고로, 추정 랭크와 동일한 개수의 CQI를 해당 기지국에 피드백하는 경우에는 기지국에 보고된 CQI의 개수가 곧 해당 사용자기기의 채널의 랭크를 내포하게 되므로, RI를 전송하는 단계(S230)가 생략될 수도 있다. 다만, 코드워드당 복수의 스트림이 맵핑되고 코드워드당 CQI를 기지국에 피드백하는 경우에는 보고된 CQI의 개수가 RI보다 적을 수

있으므로 RI를 전송하는 단계(S230)이 생략될 수 없을 것이다.

- [106] 해당 커버리지 내 각 사용자기기로부터 상기 PMI 또는 RI와, 상기 다중 CQI를 전송 받은 기지국은 상기 PMI 또는 RI, CQI 등을 바탕으로 채널품질을 추정하고, 이를 바탕으로 동일 시간/주파수 영역, 즉, 동일 자원영역에 함께 할당할 수 있는 사용자기기 및/또는 스트림의 조합, 혹은 사용자기기 및/또는 코드워드의 조합을 선정할 수 있다. 또한, 상기 기지국은 사용자기기 및/또는 스트림의 조합별 혹은 사용자기기 및/또는 코드워드의 조합별로, 전송 받은 복수의 CQI 중 해당 CQI를 기반으로, 채널품질을 계산(S240)할 수 있다. 예를 들어, 코드워드당 한 개의 스트림만이 맵핑되고 스트림별로 CQI가 피드백된 경우를 가정하면, 1개의 스트림 조합에 대해서는 각 사용자기기들이 전송한 다중 CQI 중 CQI1을 기반으로 채널품질을 계산하고, 2개의 스트림 조합에 대해서는 각 사용자기기들이 전송한 다중 CQI 중 CQI2를 기반으로 채널품질을 계산하는 식으로 해당 조합별 채널품질을 계산할 수 있다.
- [107] 상기 기지국은 상기 계산된 복수의 채널품질 중 가장 좋은 채널품질에 해당하는 사용자기기들의 조합 및/또는 스트림들 혹은 코드워드들의 조합에 해당하는 채널품질을 기반으로 MCS 레벨을 선택(S250)할 수 있으며, 상기 선택된 MCS 레벨의 변조 차수(modulation order) 및 부호화율(coding rate)을 적용하여 해당 코드워드의 데이터를 변조하고, 상기 변조된 데이터를 해당 조합에 속한 사용자기기들에 전송할 수 있다(S260).
- [108] 사용자기기의 프로세서(400a)는, 기지국으로부터의 다중 CQI 보고를 기다리지 않고, 상기 기지국으로부터 전송된 참조신호를 바탕으로 상기 사용자기기가 추정된 랭크를 기준으로 랭크별 CQI를 계산할 수 있다. 상기 사용자기기 프로세서(400a)는 상기 계산된 CQI들을 기지국에 피드백하도록 해당 송신기(100a) 및 안테나(500a)를 제어할 수 있다. 또한, 상기 프로세서(100a)는 PMI와 해당 RI를 생성하고, 상기 송신기(100a) 및 안테나(500a)를 제어하여 상기 PMI/RI를 기지국에 전송할 수 있다.
- [109] 기지국의 안테나(500b)는 해당 커버리지 내 각 사용자기기로부터 상향링크 신호를 수신한다. 상기 기지국 안테나(500b)는 상기 상향링크 신호를 상기 기지국의 수신기(300b)에 제공한다. 상기 수신기(300b)는 상기 수신된 신호를 처리하여 샘플 신호를 획득하고, 상기 샘플 신호를 변조하여 수신된 상향링크 심볼을 획득한다. 상기 수신기(300b)는 상기 상향링크 심볼에서 상향링크 데이터 검출을 수행하고 상향링크 데이터 심볼 추정치를 처리하여 사용자기기로부터 수신된 피드백 정보를 상기 기지국의 프로세서(400b)에 제공한다. 상기 기지국 프로세서(400b) 또는 상기 기지국 프로세서(400b)와 연동하는 스케줄러(401)는 피드백 정보, 예를 들어, PMI 또는 RI와 상기 다중 CQI를 바탕으로 채널품질을 추정하고, 이를 바탕으로 동일 시간/주파수 영역, 즉, 동일 자원영역에 함께 할당할 수 있는 사용자기기 및/스트림의 조합, 코드워드의 조합을 선정할 수 있다. 또한, 상기 기지국 프로세서(400b)는 사용자기기 및/또는 스트림의 조합별

및/또는 코드워드의 조합별로, 전송 받은 복수의 CQI 중 해당 CQI를 기반으로, 채널품질을 계산(S240)할 수 있다. 예를 들어, 코드워드당 한 개의 스트림만이 맵핑되고 스트림별로 CQI가 피드백된 경우를 가정하면, 1개의 스트림 조합에 대해서는 각 사용자기기들이 전송한 다중 CQI 중 CQI1을 기반으로 채널품질을 계산하고, 2개의 스트림 조합에 대해서는 각 사용자기기들이 전송한 다중 CQI 중 CQI2를 기반으로 채널품질을 계산하는 식으로 해당 조합별 채널 품질을 계산할 수 있다.

- [110] 상기 기지국 프로세서(400b)는 상기 계산된 복수의 채널품질 중 가장 좋은 채널품질에 해당하는 사용자기기들의 조합 및/또는 스트림들의 조합 및/또는 코드워드들의 조합에 해당하는 채널 품질을 기반으로 MCS 레벨을 선택할 수 있다. 또한, 상기 기지국의 변조맵퍼(302)를 제어하여 상기 선택된 MCS 레벨의 변조 차수(modulation order) 및 부호화율(coding rate)을 적용하여 해당 코드워드의 데이터를 변조하고, 상기 기지국의 자원요소맵퍼(305)를 제어하여 상기 변조된 데이터를 소정 자원요소에 맵핑한다. 또한, 상기 기지국 프로세서(400b)는 상기 기지국의 OFDM 신호생성기(306)를 제어하여 상기 데이터가 할당된 자원요소를 처리(예를 들어, 아날로그로 변환, 필터링, 증폭, 업컨버팅 등)하고 하향링크 OFDM 신호를 생성한다. 상기 기지국의 안테나(500b)는 상기 기지국 프로세서(400b)의 제어 하에, 상기 OFDM 신호를 해당 조합에 속한 사용자기기들에 전송할 수 있다.
- [111] 참고로, 사용자기기는 기지국이 어떠한 방법으로 사용자기기의 조합 및/또는 스트림의 조합을 선정하였는지에 무관하게 특정 사용자기기들의 조합 및 스트림의 조합에 따라, 특정 시간/주파수 영역에 할당된 데이터를 수신하게 될 것이므로, 기지국이 어떻게 MU-MIMO에 참여하는 사용자기기들을 선택하는지 혹은 각 사용자기기별로 스트림을 몇 개 할당할 것인지는 구현문제이다. 즉, 함께 스케줄링할 사용자기기 및 사용자기기별 스트림의 개수의 선정은 기지국에 따라 달라질 수 있다. 다만, 참고를 위하여, 기지국 내 사용자기기들 중 함께 스케줄링할 사용자기기를 선정하는 방법 중, 본 발명의 실시예에 따른 다중 CQI를 이용한 다중 사용자기기 선정 방법의 예도 도 10을 참조하여 설명한다.
- [112] 도 10 및 도 11은 다중 사용자기기의 선정의 일 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [113] 도 10 및 도 11은 다중 사용자기기의 선정 방법은 도 7 내지 9의 실시예에 모두 적용가능하다. 이하에서는, 사용자기기 x가 보낸, MU-MIMO하에서 y개의 스트림이 동일 시간/주파수 영역에 할당되는 경우의 채널정보지시자를 $CQI_{x,y}$ 라고 표시하여 설명한다. 설명의 편의를 위하여, 스트림별로 CQI를 피드백하는 경우를 가정하여 설명하나, 코드워드별 CQI 피드백 혹은 사용자기기별 CQI 피드백의 경우에도 동일한 방식이 적용될 수 있다. 도 10은 기지국이 사용자기기 1 내지 4로부터 각 사용자기기의 해당 채널의 랭크 및 각 사용자기기가 기지국에 전송한 CQI의 일 예를 나타낸 것이다.
- [114] 도 10의 예에서는 각 사용자기기가 랭크와 동일한 개수의 CQI를 기지국에

전송하는 경우를 예로 하여 설명하나, 다중 CQI 보고 구현예들의 설명에서 언급한 바와 같이, 기지국과 사용자기기에 미리 정해진 기준에 따라 랭크와 다른 개수의 CQI를 송부하는 것도 가능하다. 또한, 랭크는 사용자기기가 기지국이 전송한 참조신호로부터 추정할 수도 있고, 기지국이 다중 CQI 보고 지시정보의 형태로 사용자기기에 전송할 수도 있음은 도 8 및 도 9의 실시예에서 언급한 바 있다.

- [115] 도 11을 참조하면, 기지국 프로세서(400b)는 사용자기기1(UE1) 내지 사용자기기4(UE4)가 전송한 CQI들을 바탕으로 스트림의 개수별로 해당 사용자기기의 채널품질(Channel Quality, CQ)을 계산할 수 있다. 설명의 편의를 위하여, 도 11에서는 사용자기기별로 한 개의 스트림이 할당되는 경우를 예로 하였으나, 본 예는 복수의 스트림이 할당되는 경우에도 마찬가지로 적용 가능하다.
- [116] 도 11에서 CQ_x 는 사용자기기 x 만이 동일 시간/주파수 영역에 스케줄링되는 경우에 대한 채널품질 값이고, $CQ_{x,y}$ 는 사용자기기 x 와 사용자기기 y 가 동일 시간/주파수 영역에 함께 스케줄링되는 경우에 대한 채널품질 값이고, $CQ_{x,y,z}$ 는 사용자기기 x 및 사용자기기 y , 사용자기기 z 가 동일 시간/주파수 영역에 함께 스케줄링되는 경우에 대한 채널품질 값이고, $CQ_{x,y,z,w}$ 는 사용자기기 x 및 사용자기기 y , 사용자기기 z , 사용자기기 w 가 동일 시간/주파수 영역에 함께 스케줄링되는 경우에 대한 채널품질 값을 나타낸다.
- [117] 예를 들어, 기지국 프로세서(400b) 또는 상기 기지국과 연동하는 스케줄러(401)는 사용자기기1의 스트림을 특정 시간/주파수 영역에 다중화하는 경우에 대해서는 $CQ_{1,1}$ 을 토대로 CQ_1 을 계산하고, 사용자기기1과 사용자기기2의 스트림을 특정 시간/주파수 영역에 다중화하는 경우에 대해서는 사용자기기1이 피드백한 $CQ_{1,2}$ 및 사용자기기2가 피드백한 $CQ_{2,2}$ 를 토대로 $CQ_{1,2}$ 를 계산할 수 있다. 마찬가지로, 기지국 프로세서(400b) 또는 상기 기지국과 연동하는 스케줄러(401)는 사용자기기의 조합별 채널 품질을 구할 수 있고, 이는 도 11과 같이 표시될 수 있다.
- [118] 사용자기기1의 경우, 4개의 스트림까지 전송받을 수 있으므로 사용자기기2(UE2) 및 사용자기기3(UE3), 사용자기기4(UE4)의 스트림이 다중화된 데이터를 전송받을 수 있다. 그러나, 사용자기기2의 랭크는 2이고 사용자기기2의 랭크는 1이므로, 3개 또는 4개의 사용자기기에 대한 데이터가 다중화되는 조합 중 사용자기기2와 사용자기기4를 포함하는 조합은 선정될 수 없다. 2개의 사용자기기에 대한 데이터가 다중화되는 조합 중 사용자기기4를 포함하는 조합도 선정될 수 없다. 마찬가지로 원리를 적용하면, 4개의 사용자기기 중 한 개의 사용자기기에만 신호를 전송하는 조합과, 사용자기기1 및 사용자기기2의 스트림을 다중화하는 조합과 사용자기기1 및 사용자기기3의 스트림을 다중화하는 조합과, 사용자기기2 및 사용자기기3을 다중화하는 조합 중에서 하나가 선정될 수 있다. 이들 조합 중, 사용자기기2 및 사용자기기3의

조합에 대한 채널품질 CQ2,3가 가장 좋은 채널품질을 갖는다면, 기지국 프로세서(400b)는 CQ2,3를 기반으로 MCS 레벨을 선택할 수 있다. 상기 기지국의 송신기(100b)는 상기 기지국 프로세서(400b)의 제어 하에, 상기 MCS레벨에 따른 변조차수(modulation order) 및 부호화율(coding rate)을 적용하여 사용자기기2의 데이터 및 사용자기기3의 데이터를 변조하고, 상기 변조된 데이터를 특정 시간/주파수 영역에서 상기 사용자기기2 및 사용자기기3에 전송할 수 있다. 구체적으로, 상기 기지국의 변조맵퍼(302)는 상기 기지국 프로세서(400b)의 제어 하에 상기 선정된 MCS 레벨에 따라 상기 사용자기기2 및 사용자기기3의 데이터를 변조할 수 있다. 상기 기지국의 자원요소맵퍼(305)는 상기 기지국 프로세서(400b)의 제어 하에 상기 사용자기기2 및 사용자기기3의 데이터를 소정 자원요소에 맵핑하고, 상기 기지국의 OFDM 신호생성기(306)는 상기 자원요소에 맵핑된 데이터를 처리하여 하향링크 신호를 생성한다. 상기 기지국 프로세서(400b)는 상기 하향링크 신호를 상기 사용자기기2 및 사용자기기2에 전송하도록 상기 기지국의 안테나(500b)를 제어할 수 있다.

[119] 도 12과 도 13은 사용자기기가 CQI를 기지국에 피드백하는 시점의 일부 실시예를 나타낸 것이다.

[120] 도 12을 참조하면, 사용자기기는 기본적으로 CQI1을 기지국에 전송하게 되는데, CQI1을 제외한 다른 CQI, 즉, 하나 이상의 사용자기기가 동일 시간/주파수 영역에 스케줄링되는 경우의 채널품질 계산에 이용되는 CQIn은, CQI1와 함께 CQI1의 전송주기와 같은 주기로 기지국에 전송될 수 있다. 사용자기기의 프로세서(400a)는 CQIn을 CQI1과 함께 전송하도록 해당 송신기(100a)를 제어할 수 있다. 자원요소맵퍼(305)는 상기 프로세서(400a)의 제어 하에, CQIn을 CQI1와 함께 소정 자원영역에 할당하도록 구성될 수 있다.

[121] 도 13을 참조하면, CQI1의 전송주기와 CQIn의 전송주기를 달리할 수도 있다. 도 13에서와 같이, CQI1은 주기 N으로 전송하고, CQIn은 MN 주기로 전송할 수도 있다. 사용자기기의 프로세서(400a)는 상기 CQIn을 상기 CQI1과 다른 주기로 전송하도록 상기 사용자기기의 송신기(100a)를 제어할 수 있다. 상기 사용자기기의 자원요소맵퍼(305)는 상기 프로세서(400a)의 제어 하에 CQIn을 CQI1과는 다른 주기로 서브프레임에 맵핑하도록 구성될 수 있다.

[122] 또한, 사용자기기는 기지국으로부터 다중 CQI를 보고하라는 지시정보를 보낸 경우, 이에 대한 응답으로 CQIn을 기지국에 피드백하는 것도 가능하다. 사용자기기의 프로세서(400a)는 도 8의 실시예에서 언급한 바와 같이, 기지국으로부터의 다중 CQI 보고 지시에 응답하여 CQIn을 생성하고, 상기 생성된 CQIn을 전송하도록 송신기(100a)를 제어할 수 있다.

[123] 또한, 사용자기기는 CQI1과 CQIn의 전송대역을 동일하게 할 수도 있고, CQI1과 CQIn의 전송대역을 달리할 수도 있다. 사용자기기의 프로세서(400a)는 CQI1과 CQIn을 서로 다른 전송대역에 맵핑하도록 상기 송신기(100a)를 제어할 수 있다. 상기 송신기(100a)의 자원요소맵퍼(305)는 상기 프로세서(400a)의 제어

하에, 상기 CQI1과 CQIn을 서로 다른 전송대역에 맵핑할 수 있다. 예를 들어, CQI1 및 CQIn을 모두 서브대역 피드백 형태로 기지국에 전송할 수도 있고, CQI1 및 CQIn을 모두 광대역 피드백 형태로 기지국에 전송할 수도 있다. 다른 예로, CQI1을 서브대역 피드백 형태로 기지국에 전송하고 CQIn을 광대역 피드백 형태로 기지국에 전송할 수도 있다. CQI1을 광대역 피드백 형태로, CQIn을 서브대역 피드백 형태로 기지국에 전송하는 것도 가능하다.

- [124] 이상에서 언급한 CQIn의 전송시점은 전송한 다중 CQI 보고에 관한 모든 실시예에 적용될 수 있다.
- [125] 본 발명의 실시예들은, 추정 채널품질과 실제 채널품질의 오차범위를 줄여, 전체 무선통신 시스템의 용량(throughput) 및 무선통신 시스템의 효율성(efficiency) 향상에 기여할 수 있다.
- [126] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

산업상 이용가능성

- [127] 본 발명은 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다. 구체적으로, 무선 통신 시스템에서, 기지국 및 단말에 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 하나의 기지국으로부터 전송되는 신호를 복수의 사용자기기가 동시에 수신하는 무선 통신 시스템에서 상기 복수의 사용자기기 중 특정 사용자기기가 채널품질지시정보를 전송하는 방법에 있어서,
상기 기지국으로부터의 참조신호를 수신하는 단계; 그리고
상기 참조신호를 바탕으로 상기 특정 사용자기기의 채널품질을 추정하는 단계;
상기 채널 품질을 나타내는 채널품질지시정보를 상기 기지국에 전송하는 단계를 포함하되,
상기 채널품질지시정보는, 상기 특정 사용자기기의 데이터가 하나 이상의 다른 사용자기기의 데이터와 함께 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널 품질을 나타내는 정보를 포함하는, 채널품질지시정보 전송방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 채널품질지시정보는, 상기 다른 사용자기기의 개수를 기반으로 계산된 채널품질지시자(channel quality indicator)를 적어도 하나 이상 포함하는,
채널품질지시정보 전송방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 채널품질지시정보에 포함되는 채널품질지시자의 개수는 상기 특정 사용자기기의 채널랭크에 의해 제한되는,
채널품질지시정보 전송방법.
- [청구항 4] 제1항 내지 3항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기지국으로부터 상기 소정 자원영역에 할당될 수 있는 스트림의 최대 개수를 나타내는 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는,
채널품질지시정보 전송방법.
- [청구항 5] 하나의 기지국으로부터 전송되는 신호를 복수의 사용자기기가 동시에 수신하는 무선 통신 시스템에서 채널품질지시정보를 전송하는 특정 사용자기기에 있어서,
상기 기지국으로부터 신호를 수신하도록 구성된 수신기; 그리고
상기 기지국이 전송하는 참조신호를 수신하도록 상기 수신기를 제어하고, 상기 참조신호를 바탕으로 추정된 채널 품질을 나타내는 채널품질지시정보를 생성하도록 구성된 프로세서;
상기 프로세서의 제어 하에 상기 채널품질지시정보를 상기 기지국에 전송하도록 구성된 송신기를 포함하되,

상기 채널품질지시정보는, 상기 특정 사용자기기의 데이터가 하나 이상의 다른 사용자기기의 데이터와 함께 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널품질을 나타내는 정보를 포함하는, 사용자기기.

[청구항 6]

제5항에 있어서,
상기 프로세서는, 상기 다른 사용자기기의 개수를 기반으로 계산된 채널품질지시자(channel quality indicator)를 적어도 하나 이상 포함하도록 상기 채널품질지시정보를 생성하도록 구성된, 사용자기기.

[청구항 7]

제6항에 있어서,
상기 채널품질지시정보에 포함되는 채널품질지시자의 개수는 상기 특정 사용자기기의 채널랭크에 의해 제한되는, 사용자기기.

[청구항 8]

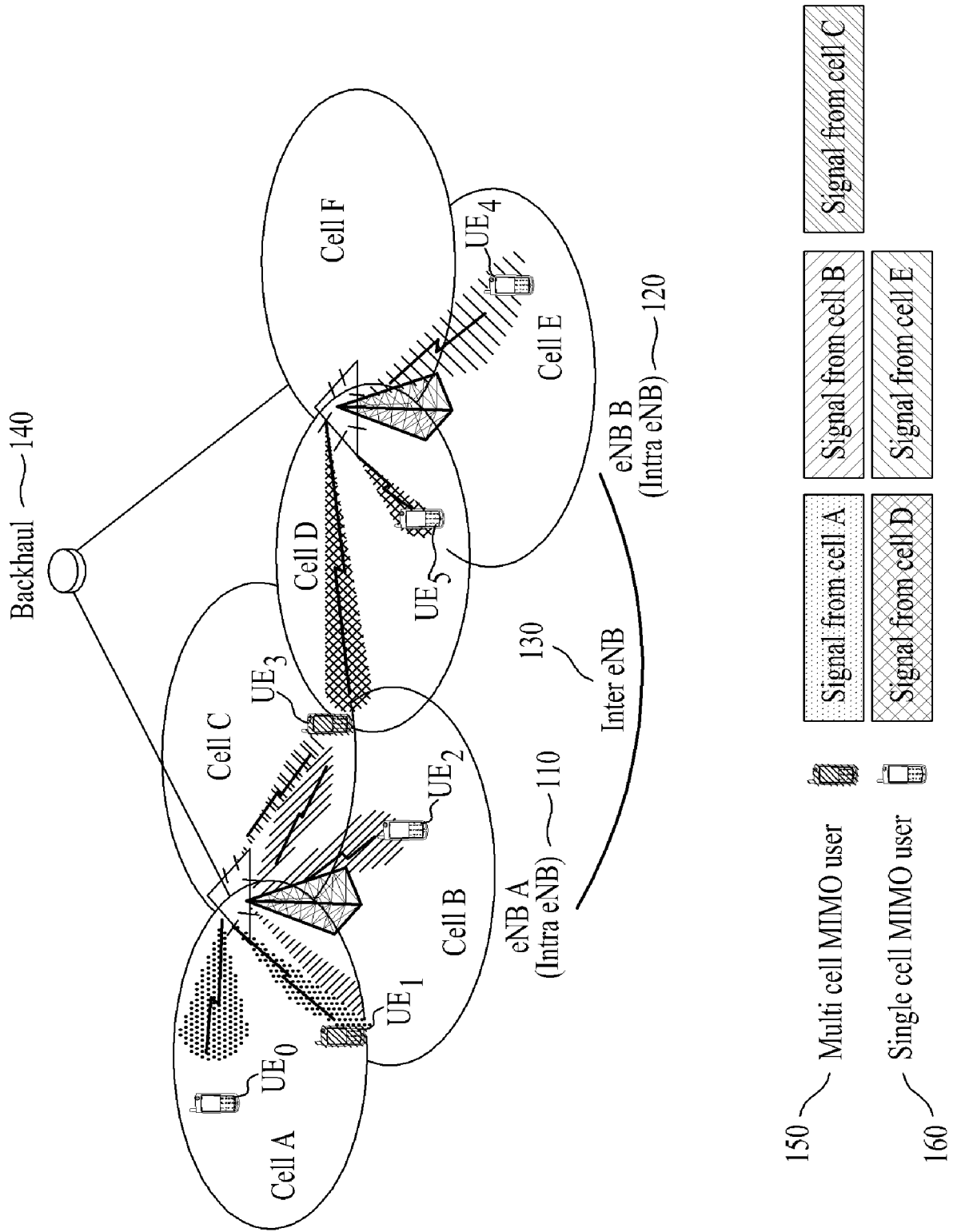
제5항 내지 7항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 수신기는, 상기 기지국으로부터 상기 소정 자원영역에 할당될 수 있는 스트림의 최대 개수를 나타내는 정보를 수신하여 상기 프로세서에 전달하도록 구성되고;
프로세서는, 상기 정보를 이용하여 상기 채널품질지시정보를 생성하도록 구성된, 사용자기기.

[청구항 9]

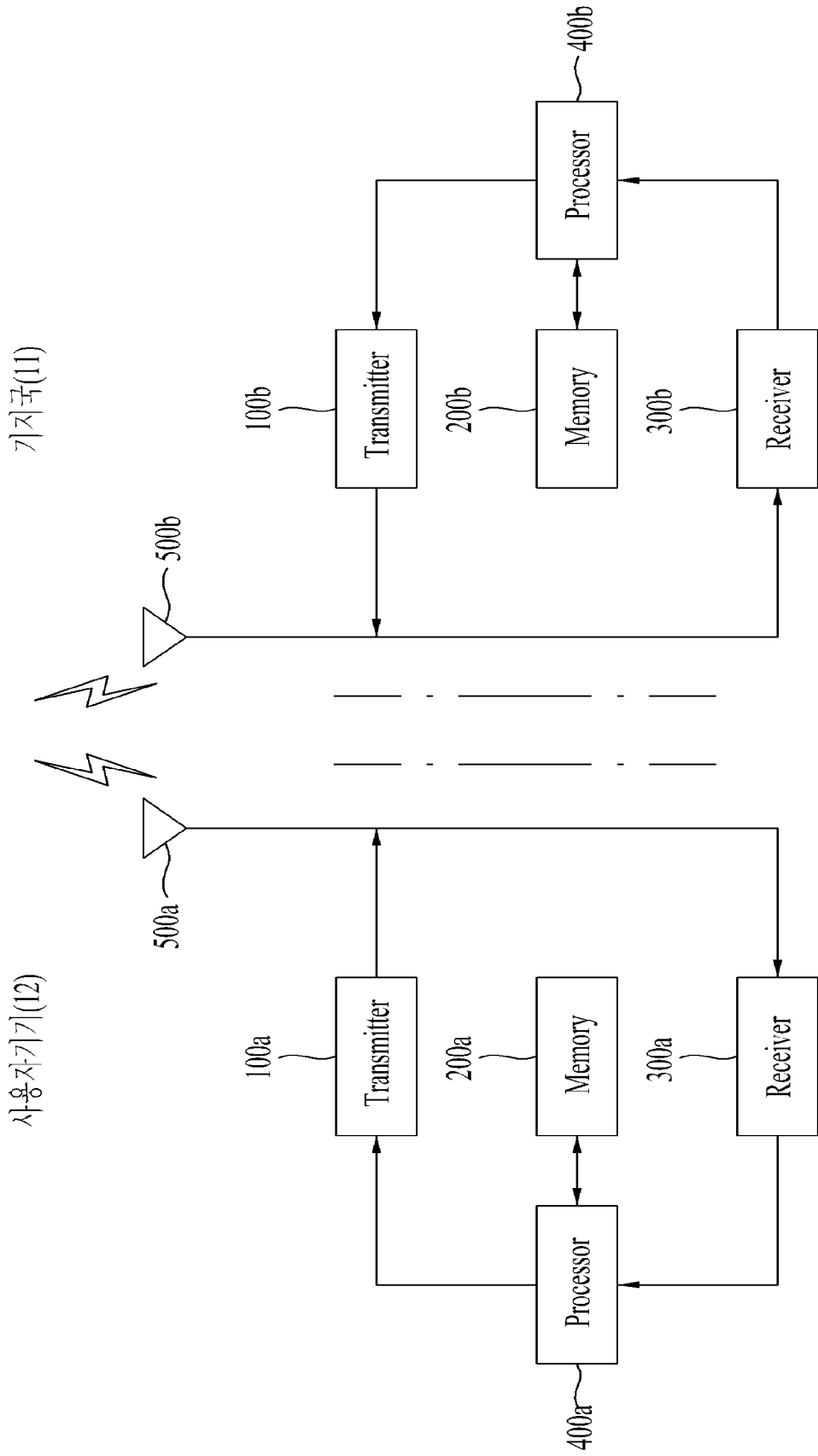
하나의 기지국이 복수의 사용자기기에 동시에 신호를 전송하는 무선 통신 시스템에서 상기 기지국이 데이터를 전송하는 방법에 있어서,
상기 복수의 사용자기기 각각으로부터 수신된 채널품질지시정보를 바탕으로 소정 자원영역에 할당될 사용자기기들의 조합별로 채널 품질을 계산하는 단계;
최선의 채널 품질을 갖는 사용자기기들의 최선 조합을 선정하는 단계;
상기 최선의 채널 품질을 바탕으로 선정된 MCS(modulation and coding scheme) 레벨에 따라 상기 최선 조합에 속한 사용자기기들의 데이터를 변조 및 부호화하는 단계;
상기 변조 및 부호화된 데이터를 상기 소정 자원영역에서 상기 최선 조합에 속한 사용자기기들에 전송하는 단계를 포함하되,
상기 각각의 사용자기기의 채널 품질지시정보는, 해당 사용자기기의 데이터가 하나 이상의 다른 사용자기기의 데이터와 함께 상기 소정 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널 품질을 나타내는 정보를 포함하는, 데이터 전송방법.

- [청구항 10] 제9항에 있어서,
 상기 복수의 사용자기기에 상기 채널품질지시정보의 전송을
 요청하는 단계를 더 포함하는,
 데이터 전송방법.
- [청구항 11] 하나의 기지국이 복수의 사용자기기에 동시에 신호를 전송하는
 무선 통신 시스템에서,
 상기 복수의 사용자기기로부터 신호를 수신하도록 구성된 수신기;
 그리고
 상기 수신기가 상기 복수의 사용자기기 각각으로부터 수신한,
 해당 사용자기기가 하나 이상의 다른 사용자기기와 소정
 자원영역에 할당되는 경우에 대한 채널 품질을 나타내는,
 채널품질지시정보를 바탕으로 상기 소정 자원영역에 할당될
 사용자기기들의 조합별 채널 품질을 계산하도록 구성되고; 최선의
 채널 품질을 갖는 사용자기기들의 최선 조합을 선정하도록 구성된
 프로세서;
 상기 프로세서의 제어 하에, 상기 최선의 채널 품질을 바탕으로
 선정된 MCS(modulation and coding scheme) 레벨에 따라 상기 최선
 조합에 속한 사용자기기들의 데이터를 변조 및 부호화하고 상기
 소정 자원영역에서 상기 변조 및 부호화된 데이터를 상기 최선
 조합에 속한 사용자기기들에 전송하도록 구성된 송신기를
 포함하는,
 기지국.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 프로세서는, 상기 채널품질지시정보의 전송을 요청하는
 지시정보를 상기 복수의 사용자기기에 전송하도록 상기 송신기를
 제어하는,
 기지국.

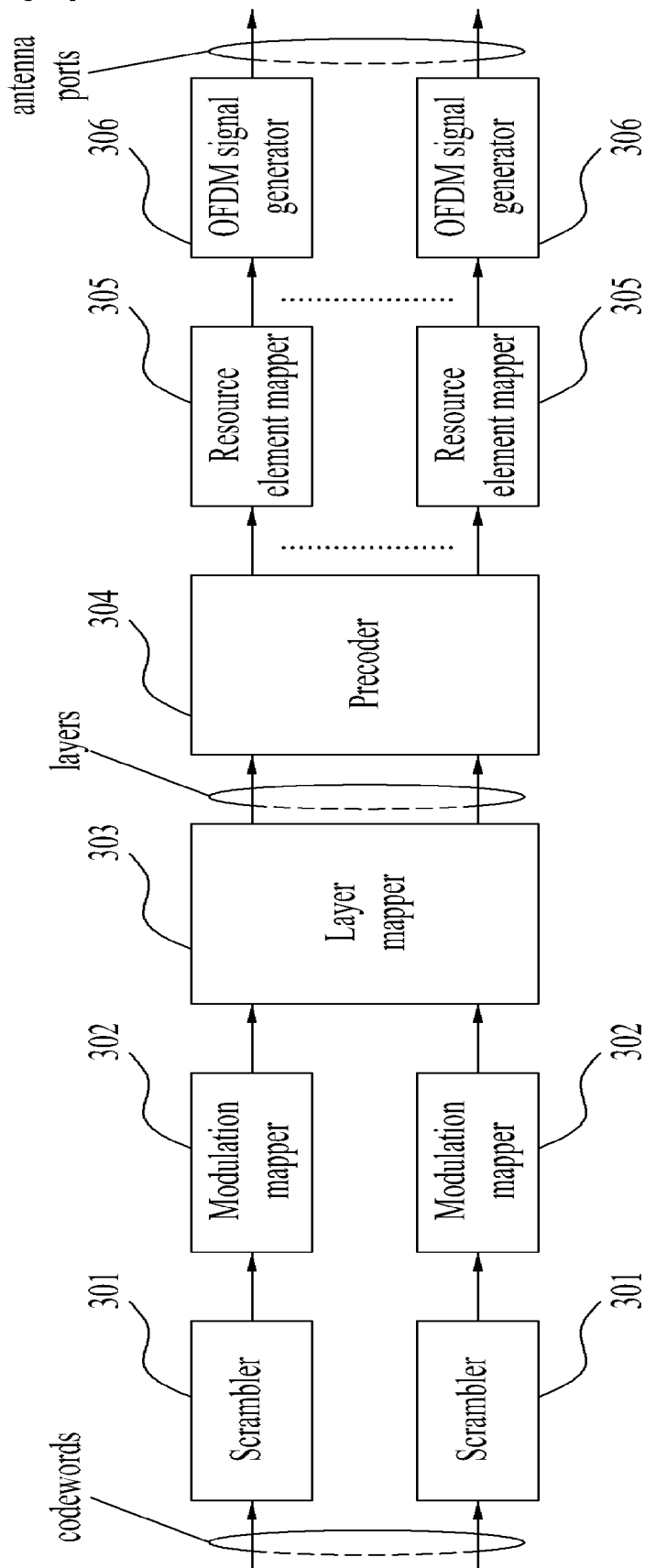
[Fig. 1]



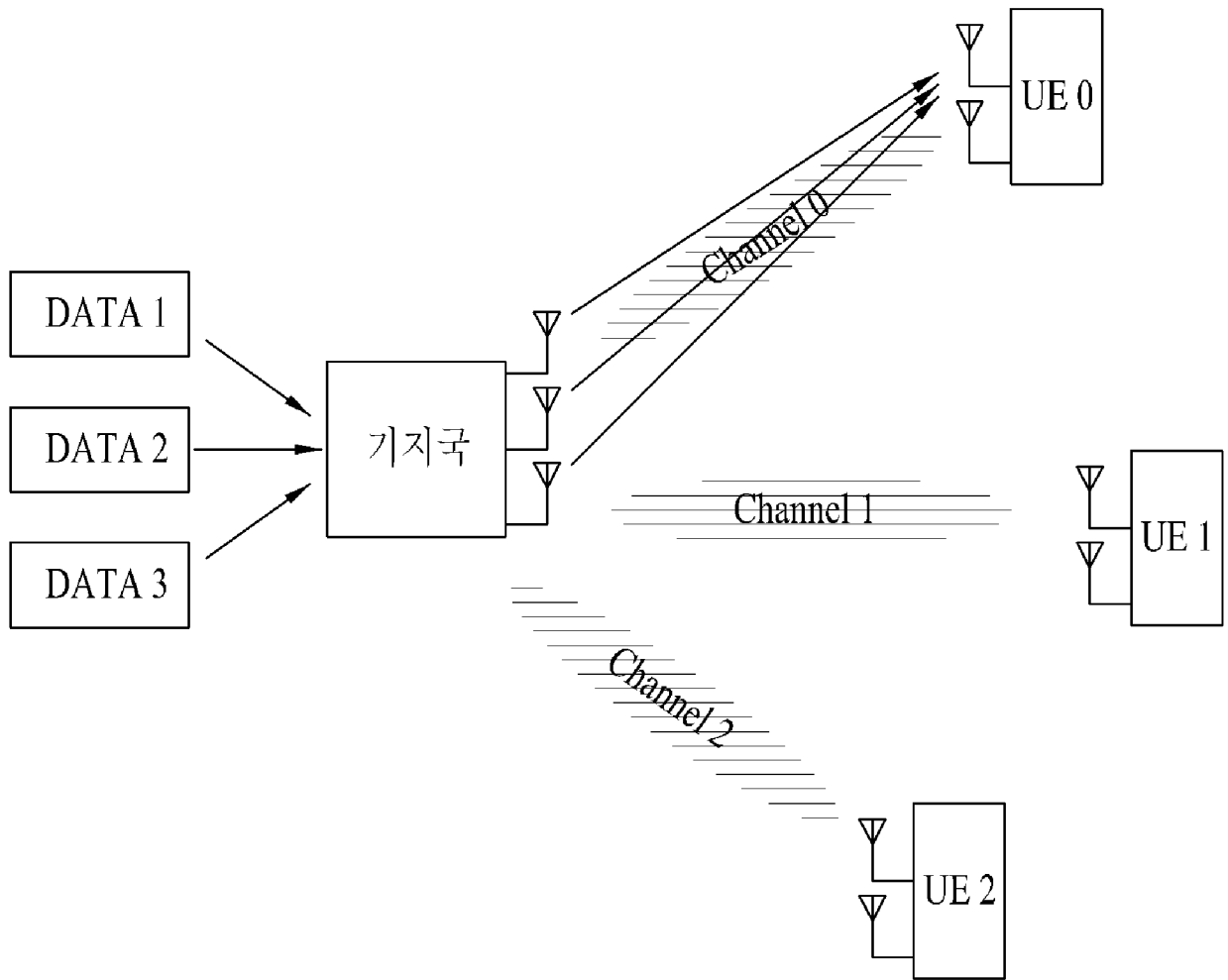
[Fig. 2]



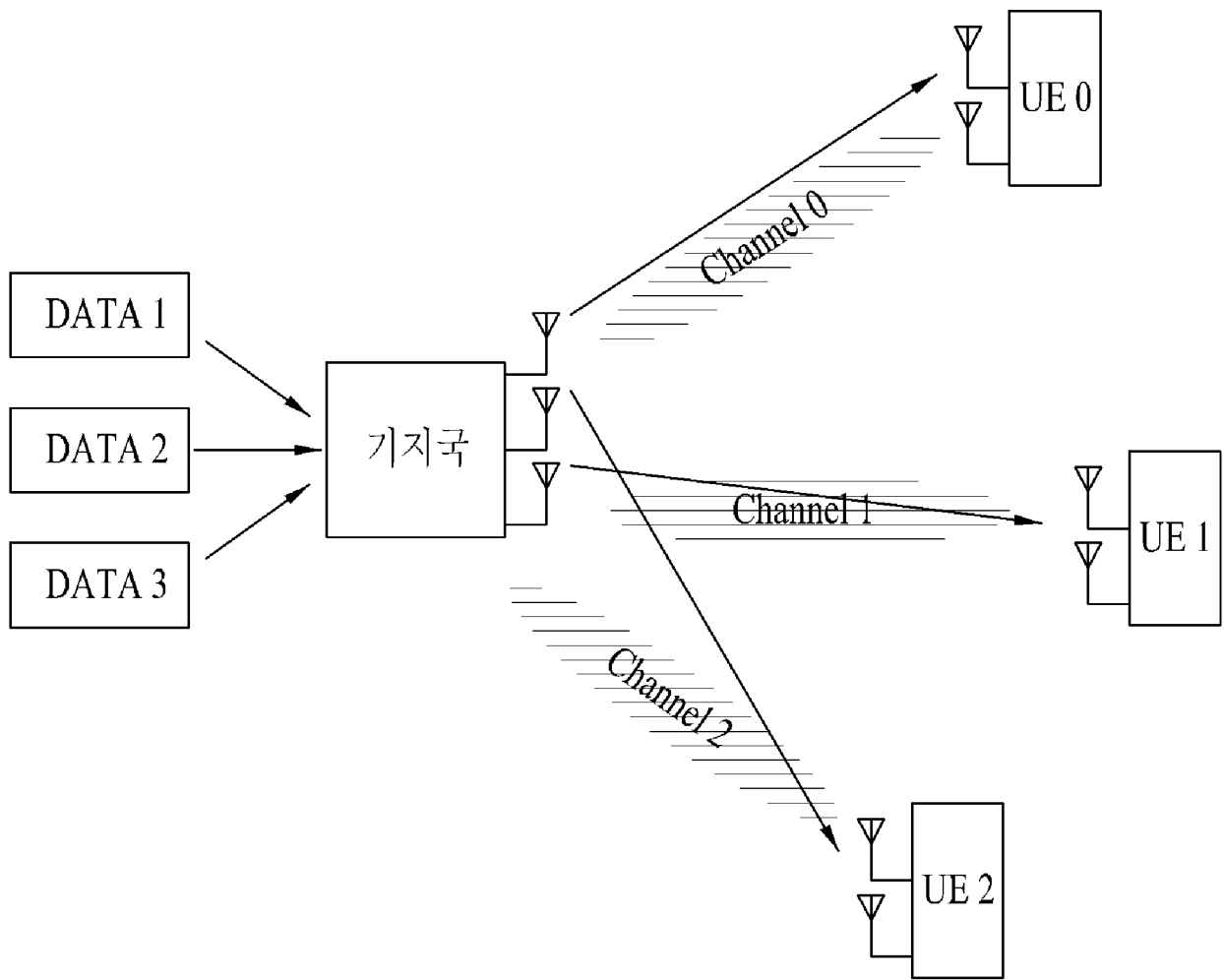
[Fig. 3]



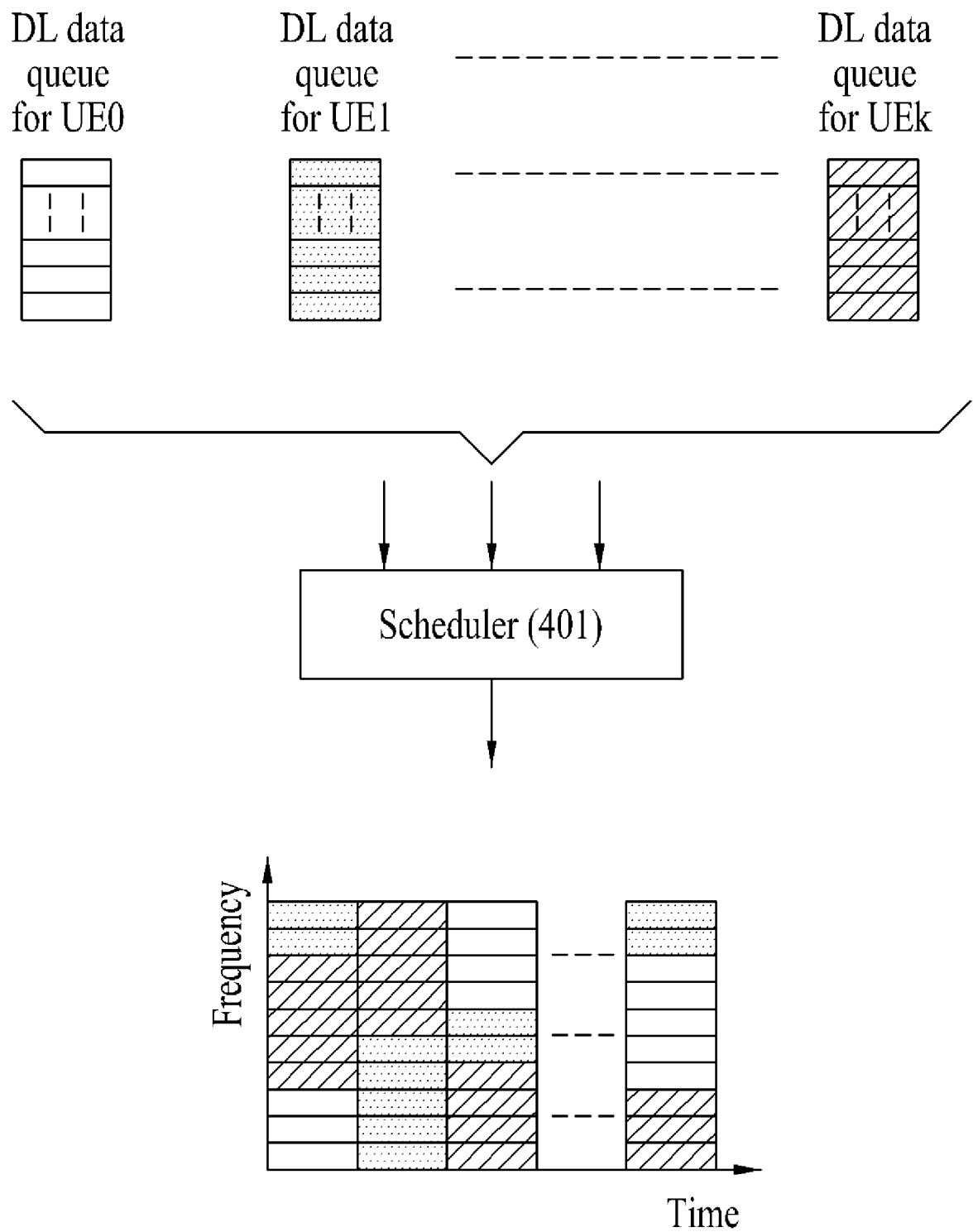
[Fig. 4]



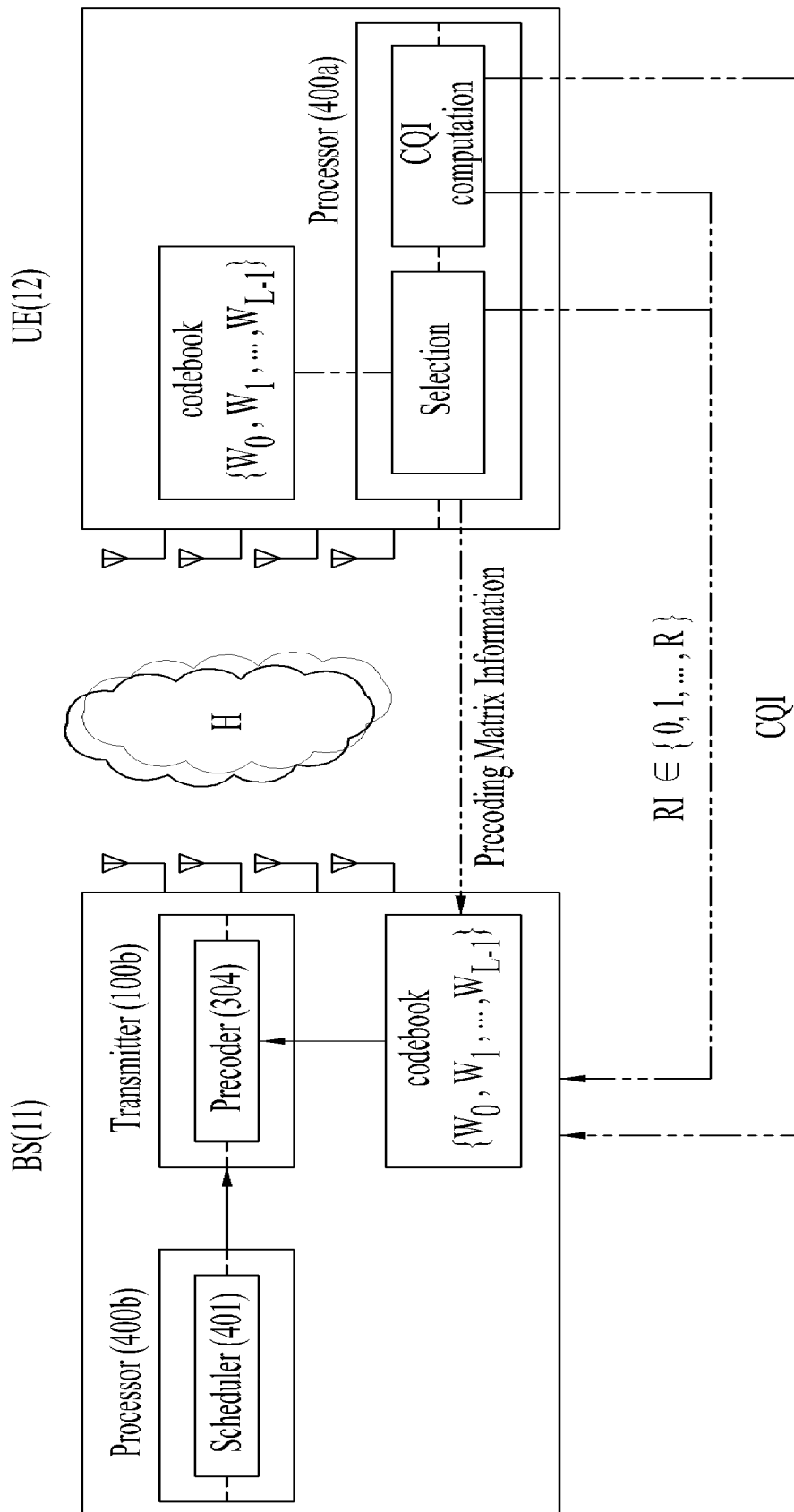
[Fig. 5]



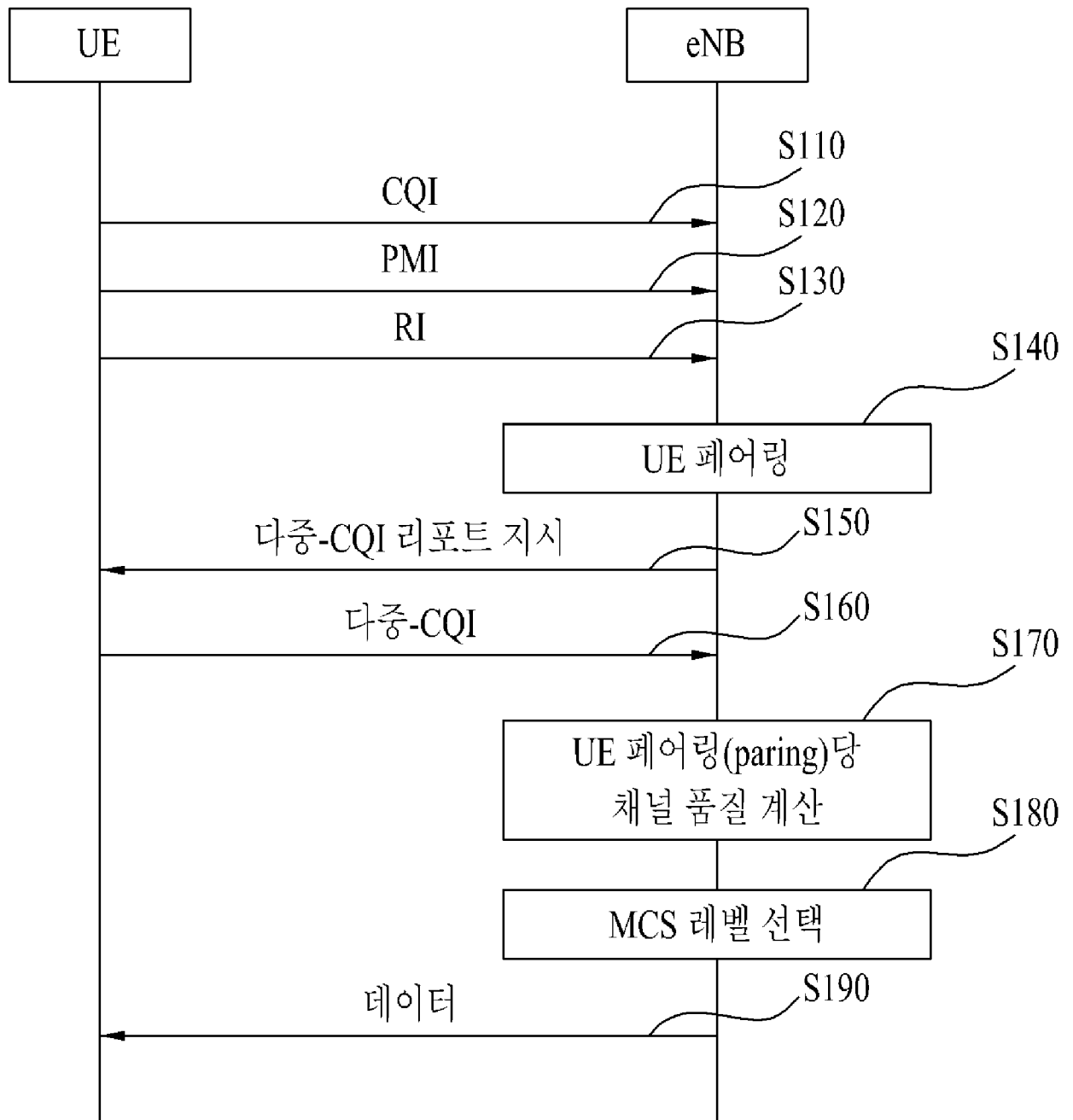
[Fig. 6]



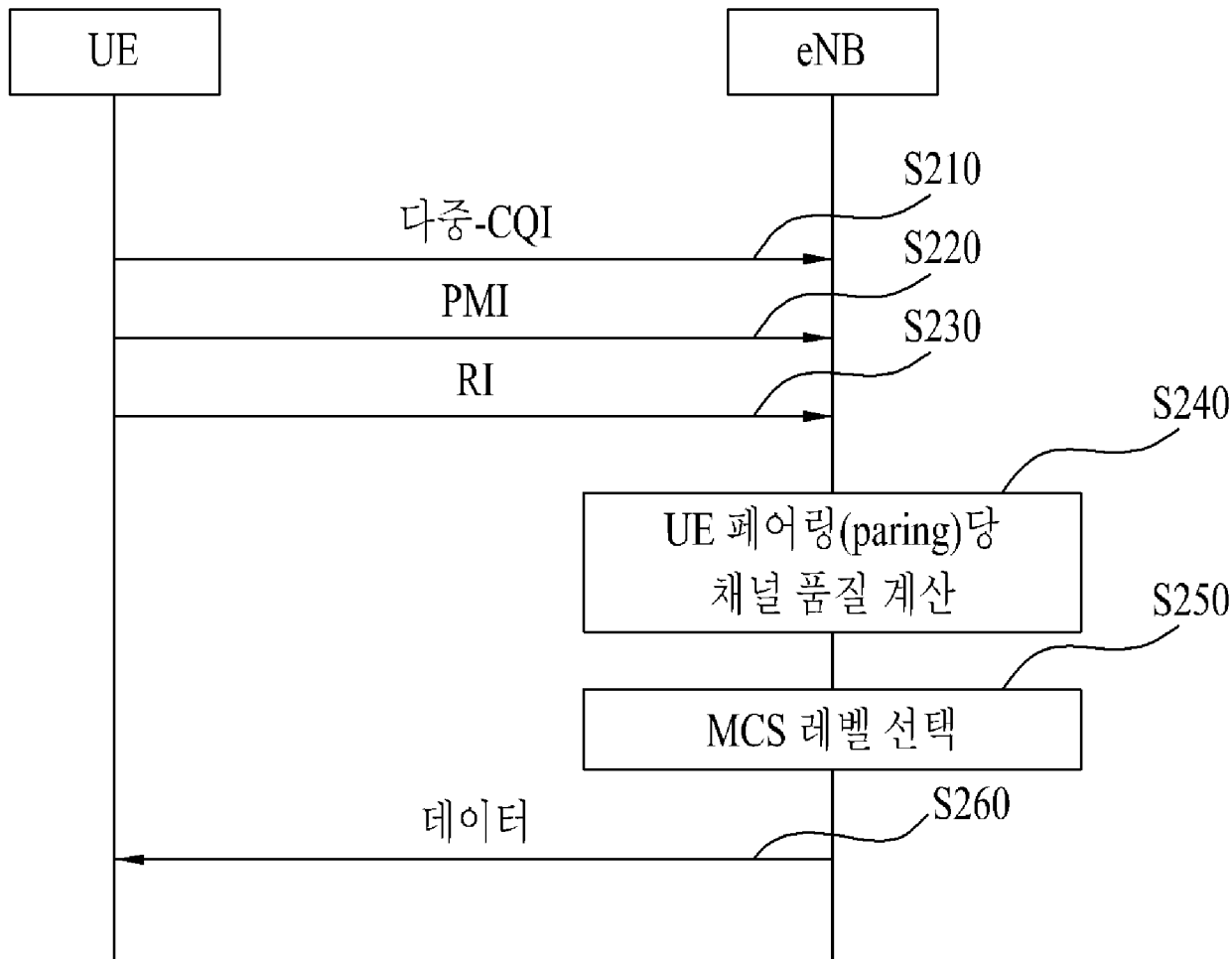
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]

Multi-CQI signaling to BS

Number of streams	UE 1	UE 2	UE 3	UE 4
1	CQI 1,1	CQI 2,1	CQI 3,1	CQI 4,1
2	CQI 1,2	CQI 2,2	CQI 3,2	
3	CQI 1,3		CQI 3,3	
4	CQI 1,4			
RANK	4	2	3	1

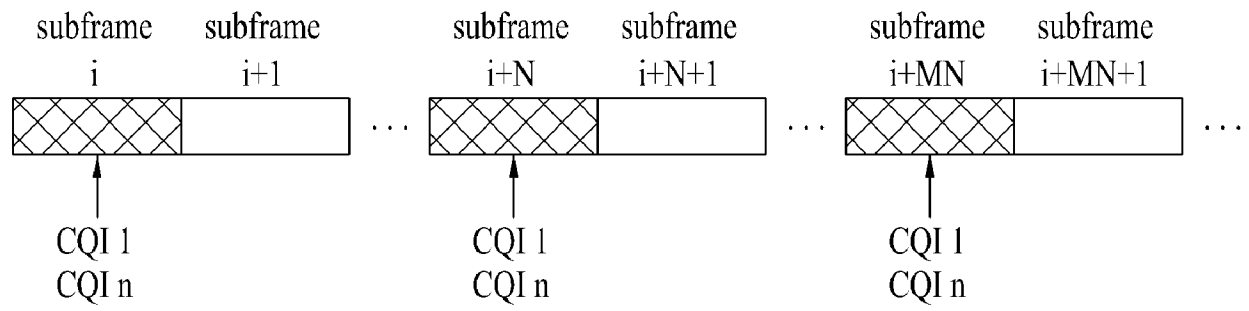
[Fig. 11]

Selection of users to be co-scheduled

Number of streams	Channel Quality of each paired cases	UE 1	UE 2	UE 3	UE 4
1	CQ 1	CQ 1			UE 4
	CQ 2		CQ 2		
	CQ 3			CQ 3	
	CQ 4				CQ 4
2	CQ 1,2	CQ 1,2	CQ 1,2		
	CQ 1,3	CQ 1,3		CQ 1,3	
	CQ 1,4	CQ 1,4			
	CQ 2,3	CQ 2,3	CQ 2,3	CQ 2,3	
3	CQ 2,4		CQ 2,4		
	CQ 3,4			CQ 3,4	
	CQ 1,2,3	CQ 1,2,3	CQ 1,2,3	CQ 1,2,3	
	CQ 1,2,4	CQ 1,2,4	CQ 1,2,4		
4	CQ 1,3,4	CQ 1,3,4		CQ 1,3,4	
	CQ 2,3,4	CQ 2,3,4	CQ 2,3,4	CQ 2,3,4	
	CQ 1,2,3,4	CQ 1,2,3,4			
	RANK	4	2	3	1

: highest → select

[Fig. 12]



[Fig. 13]

