(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0141410
(43) 공개일자 2017년12월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 72/12 (2009.01) *H04W 52/24* (2009.01)
H04W 52/38 (2009.01)
(52) CPC특허분류
H04W 72/121 (2013.01)
H04W 52/241 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0074414
(22) 출원일자 2016년06월15일
심사청구일자 2016년06월15일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김광순
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동)
최경준
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동)
(74) 대리인
민영준

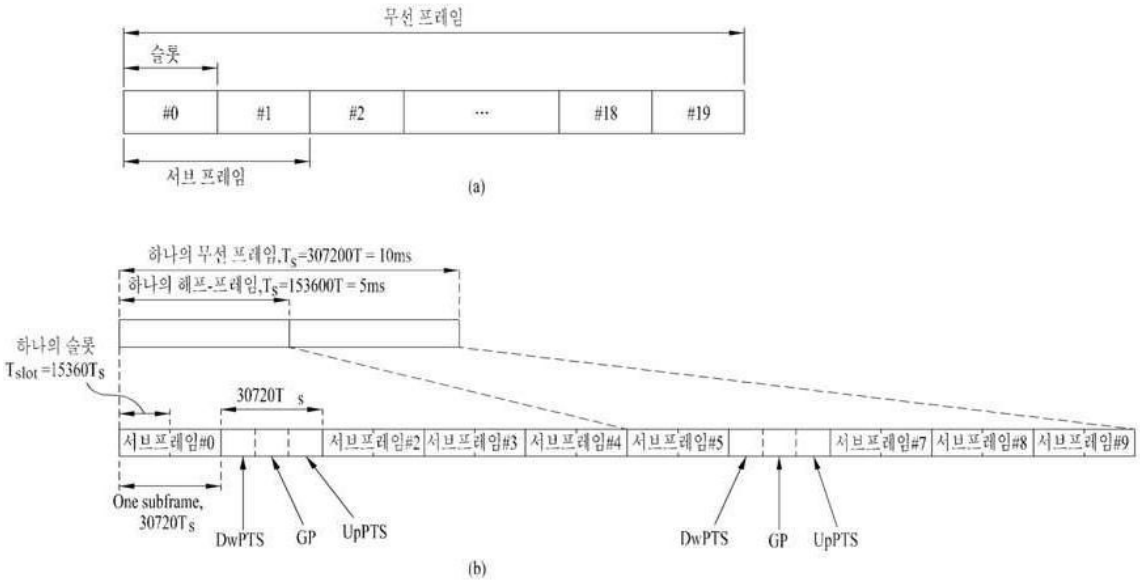
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **스케줄링 방법 및 장치**

(57) 요 약

스케줄링 장치 및 방법이 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 장치는 기지국의 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보를 이용하여, 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하는 스케줄링 그룹 분류부, 상기 분류된 각 스케줄링 그룹별로 상기 사용자 단말들의 전송 파워를 설정하는 전송 파워 설정부, 상기 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 상기 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 결정하고, 상기 사용자 단말들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 결정하여, 상기 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 설정하는 스케줄링 주기 설정부 및 상기 결정된 각 스케줄링 주기에 따라서 상기 각 스케줄링 그룹별로 사용할 리소스 엘리먼트의 수를 할당하는 리소스 엘리먼트 할당부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H04W 52/38 (2013.01)
H04W 72/1231 (2013.01)
H04W 72/1257 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 B0126-16-1012
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(NIPA산하)
연구사업명 정보통신방송연구개발사업
연구과제명 IoT환경에서 촉감통신 서비스 실현을 위한 차세대 초저지연/고효율 무선접속 기술 연구(1/4)
기 여 율 1/1
주관기관 연세대학교 산학협력단
연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

기지국의 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보를 이용하여, 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하는 스케줄링 그룹 분류부;

상기 분류된 각 스케줄링 그룹별로 상기 사용자 단말들의 전송 파워를 설정하는 전송 파워 설정부;

상기 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 상기 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 결정하고, 상기 사용자 단말들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 결정하여, 상기 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 설정하는 스케줄링 주기 설정부; 및

상기 결정된 각 스케줄링 주기에 따라서 상기 각 스케줄링 그룹별로 사용할 리소스 엘리먼트의 수를 할당하는 리소스 엘리먼트 할당부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 스케줄링 그룹 분류부는

상기 사용자 단말들의 가용 에너지 정보를 더 이용하여 상기 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하되,

상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값에 기초하여 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 스케줄링 그룹 분류부는

상기 사용자 단말들의 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값을 서로 비교하여 그 차이가 미리 정해진 임계 값 이하인 경우를 동일한 스케줄링 그룹으로 분류하되,

상기 동일한 스케줄링 그룹은 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값의 크기가 가장 큰 사용자 단말과 가장 작은 사용자 단말의 차이가 미리 정해진 임계 값 이하인 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 스케줄링 그룹 분류부는

상기 사용자 단말들의 전송 확률을 더 반영하여 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하되,

상기 전송 확률은 상기 동일한 스케줄링 그룹에 속한 각 사용자 단말이 상기 리소스 엘리먼트의 사용 여부에 대하여 결정한 결과 중 상기 리소스 엘리먼트를 사용하는 가능성을 의미하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 전송 파워 설정부는

상기 각 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기들 중 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값이 가장 작은 사용자 단말을 기준으로 상기 전송 파워를 설정하되,

동일한 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기들은 동일한 전송 파워를 사용하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 전송 파워 설정부는

상기 각 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말별로 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 상기 전송 파워의 할당 비율을 결정하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 전송 파워 설정부는

SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)이 최대가 되도록 상기 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 할당비를 결정하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 스케줄링 주기는

서비스 카테고리별로 요청되는 데이터의 볼륨 사이즈(QoS)와 리소스 엘리먼트의 대역 폭 및 상기 사용자 단말기들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 스케줄링 주기는

상기 서비스 카테고리별로 요청되는 데이터의 볼륨 사이즈에 비례하고,

상기 리소스 엘리먼트의 대역 폭과 상기 전체 사용자 단말기에 대해 기대되는 데이터 레이트에 대해서는 반비례하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 결정된 스케줄링 주기에

상기 스케줄링 그룹(Group Indicator), 상기 스케줄링 그룹별 전송 파워(Power Difference Indicator) 및 상기 할당된 리소스 엘리먼트에 대한 정보 중 하나 이상을 포함하는 스케줄링 정보(Scheduling Grant Information)를

브로드캐스팅하는 통신부

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 장치.

청구항 11

스케줄링 장치의 스케줄링 방법에 있어서,

(a) 기지국의 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보를 이용하여, 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하는 단계;

(b) 상기 분류된 각 스케줄링 그룹별로 상기 사용자 단말들의 전송 파워를 설정하는 단계; 및

(c) 상기 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 상기 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 결정하고, 상기 사용자 단말들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 결정하여, 상기 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 설정하는 단계; 및

(d) 상기 결정된 각 스케줄링 주기에 따라서 상기 각 스케줄링 그룹별로 사용할 리소스 엘리먼트의 수를 할당하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

(e) 상기 설정된 스케줄링 주기에 상기 스케줄링 그룹(Group Indicator), 상기 스케줄링 그룹별 전송 파워(Power Difference Indicator) 및 상기 할당된 리소스 엘리먼트에 대한 정보 중 하나 이상을 포함하는 스케줄링 정보(Scheduling Grant Information)를 브로드캐스팅하는 단계;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 (a) 단계는

상기 사용자 단말들의 가용 에너지 정보를 더 이용하여 상기 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하되,

상기 사용자 단말들의 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값을 서로 비교하여 그 차이가 미리 정해진 임계 값 이하인 경우를 동일한 스케줄링 그룹으로 분류하고,

상기 동일한 스케줄링 그룹은 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값의 크기가 가장 큰 사용자 단말과 가장 작은 사용자 단말의 차이가 미리 정해진 임계 값 이하인 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 14

제11 항에 있어서,

상기 (a) 단계는

상기 사용자 단말들의 전송 확률을 더 반영하여 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하되,

상기 전송 확률은 상기 동일한 스케줄링 그룹에 속한 각 사용자 단말이 상기 리소스 엘리먼트의 사용 여부에 대하여 결정한 결과 중 상기 리소스 엘리먼트를 사용하는 가능성을 의미하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 15

제11 항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 각 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기들 중 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값이 가장 작은 사용자 단말을 기준으로 상기 전송 파워를 설정하되,

동일한 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기들은 동일한 전송 파워를 사용하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 16

제14 항에 있어서,

상기 (b) 단계는

상기 각 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말별로 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 상기 전송 파워의 할당 비율을 결정하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 17

제11 항에 있어서,

상기 (c) 단계는

서비스 카테고리별로 요청되는 데이터의 볼륨 사이즈(QoS)와 리소스 엘리먼트의 대역 폭 및 상기 사용자 단말기들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 이용하여 상기 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 설정하는 것을 특징으로 하는 스케줄링 방법.

청구항 18

기지국의 스케줄링에 따라 상기 기지국과 통신하는 사용자 단말에 있어서,

프로세서;

상기 프로세서에 연결되는 메모리; 및

상기 프로세서에 연결되는 통신부

를 포함하되,

상기 메모리는

상기 통신부를 통해 상기 기지국으로 물리적 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared CHannel) 신호를 전송하고,

상기 통신부를 통해 상기 기지국으로부터 상기 사용자 단말이 속하는 스케줄링 그룹, 상기 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 및 전송 파워에 대한 정보를 포함하는 스케줄링 정보가 수신되면 상기 할당된 리소스 엘리먼트의 사용 여부를 결정하며,

상기 결정 결과, 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 사용하는 것으로 결정한 경우, 상기 수신된 스케줄링 정보에 따라서, 상기 스케줄링 그룹에 속한 다른 사용자 단말들과 함께 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용하여 상기 할당된 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 상기 기지국으로 전송하도록 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하되,

상기 스케줄링 정보는 상기 기지국이 상기 물리적 상향 링크 공유 채널 신호를 이용하여 획득한 대규모 페이딩

정보에 기초하여 생성되는 것을 특징으로 하는 사용자 단말.

청구항 19

사용자 단말이 기지국의 스케줄링에 따라 상기 기지국과 통신하는 방법에 있어서,

(a) 상기 기지국으로 물리적 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared CHannel) 신호를 전송하는 단계;

(b) 상기 기지국으로부터 상기 사용자 단말이 속하는 스케줄링 그룹, 상기 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 및 전송 파워에 대한 정보를 포함하는 스케줄링 정보를 수신하는 단계; 및

(c) 상기 수신된 스케줄링 정보에 따라서, 상기 스케줄링 그룹에 속한 다른 사용자 단말들과 함께 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용하여 상기 할당된 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계

를 포함하되,

상기 스케줄링 정보는 상기 기지국이 상기 물리적 상향 링크 공유 채널 신호를 이용하여 획득한 대규모 페이딩 정보에 기초하여 생성되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 (c) 단계는

상기 할당된 리소스 엘리먼트의 사용 여부를 결정하는 단계

를 더 포함하되,

상기 결정 결과, 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 사용하는 것으로 결정한 경우, 상기 할당된 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 상기 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 21

제19 항에 있어서,

상기 스케줄링 그룹은

상기 대규모 페이딩 정보와 상기 사용자 단말의 가용 에너지 정보를 이용하여 분류되되,

상기 서빙 셀 내에 존재하는 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값을 서로 비교하여 그 차이가 미리 정해진 임계 값 이하인 경우를 동일한 스케줄링 그룹으로 분류하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 22

제21 항에 있어서,

상기 전송 파워는

상기 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기들 중 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 곱한 값이 가장 작은 사용자 단말을 기준으로 설정되되,

상기 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기들은 동일한 전송 파워를 사용하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 23

제20 항에 있어서,

상기 전송 파워는

레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 할당 비율이 미리 정해지되, 신호대간섭잡음비(Signal to Interference plus Noise Ratio; SINR)가 최대가 되도록 상기 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 할당비가 결정되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 24

제22 항에 있어서,

상기 리소스 엘리먼트는

상기 스케줄링 그룹의 데이터 레이트와 상기 기지국의 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말들 전체에 대해 기대되는 데이터 데이트에 기초하여 그 수가 할당되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스케줄링 방법 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 매시브 미모(Massive MIMO) 환경의 이동 통신 시스템에서 상향 링크 다중 사용자 전송을 지원하는 경우, 주어진 데이터를 전송할 때 발생하는 시간 지연을 감소시키는 스케줄링 기술에 관한 것이다.

[0002]

배 경 기 술

[0003] 종래의 LTE(Long-Term Evolution)를 비롯한 이동 통신 시스템에서는 사용자 단말과 기지국 안테나 간의 채널 변동(fluctuation)으로 인하여 해당 채널의 성능을 예상하기 어렵거나 매우 부정확하게 예상하였다.

[0004] 이러한 환경에서, 사용자 스케줄링 방식은 사용자의 서비스 품질(Quality of service)을 보장하기 위하여, 정확한 채널 정보를 획득하는 과정이 선행할 수 밖에 없으며, 이동 통신 환경에서 짧은 시간 동안 변화하는 채널의 특성상 필연적으로 스케줄링을 위한 짧은 주기의 레퍼런스 신호 전송 과정을 필요로 한다.

[0005] 도 1은 종래의 사용자 스케줄링 과정을 도시한 흐름도이다.

[0006] 참고로 도 1의 과정은 상향 링크와 TDD(Time Division Duplex) 하향 링크의 경우 해당될 수 있다.

[0007] 도 1에서, 스케줄링 되기를 희망하는 사용자 단말들은 상향 링크로 기지국과 약속된 레퍼런스 신호(Reference Signal; RS)를 전송한다(S101).

[0008] 이때, 필요한 레퍼런스 신호의 수 및 그에 해당하는 리소스 엘리먼트(Resource Element; RE)의 수는 스케줄링 되기를 희망하는 사용자 단말의 수에 비례한다.

[0009] 참고로, FDD(Frequency Division Duplex)의 경우, 기지국이 하향 링크로 레퍼런스 신호를 전송하므로 기지국의 안테나 수에 비례하여 리소스 엘리먼트의 수가 증가된다.

[0010] S101 후, 기지국은 사용자 단말들로부터 수신된 레퍼런스 신호를 이용하여 사용자 단말들의 채널 정보를 추정하고, 이에 기반하여 사용자 스케줄링을 수행한다(S102).

[0011] S102 후, 기지국은 스케줄링이 결정된 사용자 단말들을 위한 제어 신호를 물리 하향 링크 제어 채널 PDCCH(Physical downlink control channel)을 통하여 전송한다(S103).

[0012] 여기서 사용자 단말들로 전송되는 스케줄링 정보는 스케줄링된 사용자 단말의 index, 스케줄링된 리소스 엘리먼트의 위치, 상향 링크 전송 파워 등을 포함할 수 있다.

[0013] S103 후, 사용자 단말들은 기지국으로부터 수신된 스케줄링 정보에 따라서 상향 링크로 데이터 신호를 송신한다

(S104).

[0014] S104 후, 기지국은 사용자 단말들로부터 수신된 데이터 신호가 정상적으로 복호화되었는지 여부에 따라서 Hybrid ARQ(Automatic Repeat Request)의 수행 여부를 결정한다(S105).

[0015] 이와 같은 종래의 스케줄링 방식은 스케줄링 이전에 상향 링크 레퍼런스 신호를 전송하므로 다수의 상향 링크 레퍼런스 신호가 필요하고, 결국 전체 시스템의 주파수 효율(spectral efficiency)이 낮아지는 문제가 있다.

[0016] 또한, 스케줄링 이전에 상향 링크 레퍼런스 신호를 전송하므로 스케줄링되지 못한 사용자 단말의 채널 정보는 버려지거나 활용되지 못하게 되어 사용자 단말의 에너지 효율(energy efficiency)이 낮아지는 문제가 있다.

[0017] 또한, 상향 링크 - 하향 링크 - 상향 링크 순으로 전송하므로 2번의 상/하향 전송 변환이 발생하며, 이러한 변환은 TDD(Time Division Duplex)나 FDD(Frequency Dvision Duplex) 상황에서 상당한 지연을 발생시키는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 매시브 미모(Massive MIMO) 환경에서 스케줄링을 위한 레퍼런스 신호/채널 정보의 획득 없이도 복수의 리소스 엘리먼트를 한 번에 스케줄링하는 방안을 제공하고자 한다.

[0019] 또한, 본 발명은 이러한 스케줄링을 이용하여 저지연(low latency)/고신뢰(high reliability) 서비스를 지원하는 그랜트 프리 멀티플 액세스(grant-free multiple access) 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0020] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 장치는 기지국의 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보를 이용하여, 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하는 스케줄링 그룹 분류부, 상기 분류된 각 스케줄링 그룹별로 상기 사용자 단말들의 전송 파워를 설정하는 전송 파워 설정부, 상기 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 상기 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 결정하고, 상기 사용자 단말들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 결정하여, 상기 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 설정하는 스케줄링 주기 설정부 및 상기 결정된 각 스케줄링 주기에 따라서 상기 각 스케줄링 그룹별로 사용할 리소스 엘리먼트의 수를 할당하는 리소스 엘리먼트 할당부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 장치의 스케줄링 방법은 (a) 기지국의 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보를 이용하여, 상기 사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하는 단계, (b) 상기 분류된 각 스케줄링 그룹별로 상기 사용자 단말들의 전송 파워를 설정하는 단계 및 (c) 상기 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 상기 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 결정하고, 상기 사용자 단말들 전체에 대해 기대되는 데이터 레이트를 결정하여, 상기 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 설정하는 단계 및 (d) 상기 결정된 각 스케줄링 주기에 따라서 상기 각 스케줄링 그룹별로 사용할 리소스 엘리먼트의 수를 할당하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국의 스케줄링에 따라 상기 기지국과 통신하는 사용자 단말은 프로세서, 상기 프로세서에 연결되는 메모리 및 상기 프로세서에 연결되는 통신부를 포함하되, 상기 메모리는 상기 통신부를 통해 상기 기지국으로 물리적 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared CHannel) 신호를 전송하고, 상기 통신부를 통해 상기 기지국으로부터 상기 사용자 단말이 속하는 스케줄링 그룹, 상기 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 및 전송 파워에 대한 정보를 포함하는 스케줄링 정보가 수신되면 상기 할당된 리소스 엘리먼트의 사용 여부를 결정하며, 상기 결정 결과, 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 사용하는 것으로 결정한 경우, 상기 수신된 스케줄링 정보에 따라서, 상기 스케줄링 그룹에 속한 다른 사용자 단말들과 함께 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용하여 상기 할당된 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 상기 기지국으로 전송하도록 상기 프로세서에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하되, 상기 스케줄

링 정보는 상기 기지국이 상기 물리적 상향 링크 공유 채널 신호를 이용하여 획득한 대규모 페이딩 정보에 기초하여 생성되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말이 기지국의 스케줄링에 따라 상기 기지국과 통신하는 방법은 (a) 상기 기지국으로 물리적 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared CHannel) 신호를 전송하는 단계, (b) 상기 기지국으로부터 상기 사용자 단말이 속하는 스케줄링 그룹, 상기 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 및 전송 파워에 대한 정보를 포함하는 스케줄링 정보를 수신하는 단계 및 (c) 상기 수신된 스케줄링 정보에 따라서, 상기 스케줄링 그룹에 속한 다른 사용자 단말들과 함께 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용하여 상기 할당된 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 상기 기지국으로 전송하는 단계를 포함하되, 상기 스케줄링 정보는 상기 기지국이 상기 물리적 상향 링크 공유 채널 신호를 이용하여 획득한 대규모 페이딩 정보에 기초하여 생성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 스케줄링을 위한 짧은 주기의 레퍼런스 신호 전송 과정이 필요치 않다.

[0025] 또한, 상향 링크와 하향 링크의 반복에 따른 시간 지연을 감소시킬 수 있다.

[0026] 또한, 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말 중 스케줄링되지 못한 사용자 단말이 존재하지 않도록 하여 시스템의 주파수 효율과 사용자 단말의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[0027] 또한, 즉각적인 채널 상태 정보(Channel State Information; CSI) 또는 채널 품질 정보(Channel Quality Information; CQI) 없이도 저지연(low latency)/고신뢰(high reliability) 서비스를 지원하는 그랜트 프리(grant-free) 시스템을 제공할 수 있다.

[0028] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 종래의 사용자 스케줄링 과정을 도시한 흐름도이다.

도 2는 무선 프레임의 구조를 도시한 도면이다.

도 3은 하나의 하향 링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 도시한 도면이다.

도 4는 하향 링크 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다.

도 5는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동 통신 시스템을 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 시 사용되는 프레임의 구조를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 과정을 도시한 흐름도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말의 구성을 도시한 블록도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말의 동작을 도시한 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 정보의 구성을 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 그룹의 분류를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 그룹의 상향 링크 전송 파워의 설정을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구

현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0031] 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0032] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[0033] 또한 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0034] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0035] 도 2는 무선 프레임의 구조를 도시한 도면이다.

[0036] OFDM 무선 패킷 통신 시스템에서, 상/하향 링크 데이터 패킷 전송은 서브프레임(subframe) 단위로 이루어지며, 한 서브프레임은 다수의 OFDM 심볼을 포함하는 일정 시간 구간으로 정의된다.

[0037] 3GPP LTE 표준에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

[0038] 도 2의 (a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 도시한 것이다.

[0039] 하향 링크 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다.

[0040] 하나의 서브프레임이 전송되는 데 걸리는 시간을 TTI(Transmission Time Interval)이라 하고, 예를 들어 하나의 서브프레임의 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms 일 수 있다.

[0041] 하나의 슬롯은 시간 영역(time domain)에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원 블록(Resource Block; RB)을 포함한다.

[0042] 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다.

[0043] CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다.

[0044] 예를 들어, OFDM 심볼이 일반 CP로 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 7개일 수 있다.

[0045] 또한, OFDM 심볼이 확장된 CP로 구성된 경우, 한 OFDM 심볼의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 일반 CP인 경우보다 적다.

[0046] 확장된 CP의 경우, 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 6개일 수 있으며, 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널 상태가 불안정한 경우, 심볼간 간섭을 더욱 줄이기 위해 확장된 CP가 사용될 수 있다.

[0047] 일반 CP가 사용되는 경우 하나의 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하므로, 하나의 서브프레임은 14개의 OFDM 심볼을 포함한다.

[0048] 이때, 각 서브프레임의 처음 2개 또는 3개의 OFDM 심볼은 PDCCH(physical downlink control channel)에 할당되고, 나머지 OFDM 심볼은 PDSCH(physical downlink shared channel)에 할당될 수 있다.

[0049] 도 2의 (b)는 타입 2 무선 프레임의 구조를 도시한 것이다.

[0050] 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(Half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임으로 구성된다.

[0051] 서브프레임들은 일반 서브프레임과 특별 서브프레임(special subframe)으로 분류될 수 있다.

[0052] 특별 서브프레임은 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), GP(Gap Period) 및 UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)의 3개의 필드를 포함하는 서브프레임이다.

[0053] 이들 3 개의 필드의 길이는 개별적으로 설정될 수 있지만, 3 개의 필드의 전체 길이는 1ms이어야 한다.

[0054] 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. 즉, 무선 프레임의 타입에 관계 없이 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다.

[0055] 전술한 무선 프레임의 구조는 하나의 실시예로서, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수 또는 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 심볼의 수는 실시예에 따라서 다양하게 변경될 수 있다.

[0056] 도 3은 하나의 하향 링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 도시한 도면이다.

[0057] 참고로, 도 3은 OFDM 심볼이 일반 CP로 구성된 경우이다.

[0058] 도 3을 참조하면, 하향 링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원 블록을 포함한다.

[0059] 일 실시예로서, 하나의 하향 링크 슬롯은 7 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 12 부반송파를 포함할 수 있다.

[0060] 물론, 하나의 하향 링크 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수와 자원 블록의 수 그리고 부반송파의 수는 실시예에 따라서 다양하게 변경될 수 있다.

[0061] 자원 그리드 상의 각 요소(element)를 리소스 엘리먼트(Resource Element)라 한다.

[0062] 예를 들어, 리소스 엘리먼트 a(k, l)은 k번째 부반송파와 l번째 OFDM 심볼에 위치한 리소스 엘리먼트가 된다.

[0063] 일반 CP의 경우에, 하나의 자원 블록은 12×7 리소스 엘리먼트를 포함하며, 확장된 CP의 경우에는 12×6 자원요소를 포함한다.

[0064] 각 부반송파의 간격은 15kHz이므로, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 약 180kHz을 포함한다.

[0065] N^{DL}은 하향 링크 슬롯에 포함되는 자원 블록의 수이며, N^{DL}의 값은 기지국의 스케줄링에 의해 설정되는 하향 링크 전송 대역폭(bandwidth)에 따라 결정될 수 있다.

[0066] 도 4는 하향 링크 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다.

[0067] 하나의 서브프레임 내에서 첫 번째 슬롯의 앞 부분의 최대 3 개의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 해당한다.

[0068] 나머지 OFDM 심볼들은 물리 하향 링크 공유 채널(Physical Downlink Shared Chancel; PDSCH)이 할당되는 데이터 영역에 해당한다.

[0069] 전송의 기본 단위는 하나의 서브프레임이 된다. 즉, 2 개의 슬롯에 걸쳐 PDCCH 및 PDSCH가 할당된다.

[0070] 3GPP LTE 시스템에서 사용되는 하향 링크 제어 채널들에는, 예를 들어, 물리 제어 포맷 지시자 채널(Physical Control Format Indicator Channel; PCFICH), 물리 하향 링크 제어 채널(Physical Downlink Control Channel; PDCCH), 물리 HARQ 지시자 채널(Physical Hybrid automatic repeat request Indicator Channel; PHICH) 등이 있다.

[0071] PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내의 제어 채널 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 대한 정보를 포함한다.

[0072] PHICH는 상향 링크 전송의 응답으로서 HARQ ACK/NACK 신호를 포함한다.

[0073] PDCCH를 통하여 전송되는 제어 정보를 하향 링크 제어 정보(Downlink Control Information; DCI)라 한다.

[0074] DCI는 상향 링크 또는 하향 링크 스케줄링 정보를 포함하거나 임의의 단말 그룹에 대한 상향 링크 전송 전력 제어 명령을 포함한다.

[0075] PDCCH는 하향 링크 공유 채널(DL-SCH)의 자원 할당 및 전송 포맷, 상향 링크 공유 채널(UL-SCH)의 자원 할당 정보, 페이징 채널(PCH)의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상으로 전송되는 임의 접속 응답(Random Access Response)과 같은 상위 계층 제어 메시지의 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내의 개별 단말에 대한 전송

전력 제어 명령의 세트, 전송 전력 제어 정보, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 포함할 수 있다.

[0076] 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH를 모니터링할 수 있다.

[0077] PDCCH는 하나 이상의 연속하는 제어 채널 요소(Control Channel Element; CCE)의 조합으로 전송된다.

[0078] 여기서, CCE는 무선 채널의 상태에 기초한 코딩 레이트로 PDCCH를 제공하기 위해 사용되는 논리 할당 단위이다.

[0079] CCE는 복수개의 리소스 엘리먼트 그룹에 대응하며, PDCCH의 포맷과 이용 가능한 비트 수는 CCE의 개수와 CCE에 의해 제공되는 코딩 레이트 간의 상관 관계에 따라서 결정된다.

[0080] 기지국은 사용자 단말에게 전송되는 DCI에 따라서 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 순환 잉여 검사(Cyclic Redundancy Check; CRC)를 부가한다.

[0081] 여기서 CRC는 PDCCH의 소유자 또는 용도에 따라 무선 네트워크 임시 식별자(Radio Network Temporary Identifier; RNTI)라 하는 식별자로 마스킹된다.

[0082] PDCCH가 특정 단말에 대한 것이면, 단말의 cell-RNTI(C-RNTI) 식별자가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0083] 또는, PDCCH가 페이징 메시지에 대한 것이면, 페이징 지시자 식별자(Paging Indicator Identifier; P-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0084] PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(SIB))에 대한 것이면, 시스템 정보 식별자 및 시스템 정보 RNTI(SI-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0085] 사용자 단말의 임의 접속 프리앰블의 전송에 대한 응답인 임의 접속 응답을 나타내기 위해, 임의 접속-RNTI(RA-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

[0086] 도 5는 상향 링크 서브프레임의 구조를 도시한 도면이다.

[0087] 상향 링크 서브프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 분할될 수 있다.

[0088] 제어 영역에는 상향 링크 제어 정보를 포함하는 물리 상향 링크 제어 채널(Physical Uplink Control Channel; PUCCH)이 할당되며, 데이터 영역에는 사용자 데이터를 포함하는 물리 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared Channel; PUSCH)이 할당된다.

[0089] 단일 반송파 특성을 유지하기 위해서, 하나의 사용자 단말은 PUCCH와 PUSCH를 선택적으로 전송할 수 있다.

[0090] 하나의 사용자 단말에 대한 PUCCH는 서브프레임에서 자원 블록 쌍(RB pair)에 할당된다.

[0091] 자원 블록 쌍에 속하는 자원 블록들은 2 슬롯에 대하여 상이한 부반송파를 차지하며, 이를 PUCCH에 할당되는 자원 블록 쌍이 슬롯 경계에서 주파수-호핑(frequency-hopped)된다고 한다.

[0092] 전술한 도 2 부터 도 5에서, 설명의 편의 상 OFDM을 사용하는 LTE의 경우를 설명하였지만, 해당 내용은 OFDM 또는 LTE의 물리 채널 구조의 경우로 한정되는 것은 아니며, 다양한 웨이브폼 기술, 예를 들어 FBMC (Filter-bank multi-carrier), GFDM (generalized frequency division multiplex), UFMC(Universal filtered multi-carrier) 등에서도 적용될 수 있으며, 하나 이상의 웨이브폼이 공존하는 시스템에 적용할 수 있으며, 다른 형태의 물리채널 구조에도 적용할 수 있다.

[0093] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이동 통신 시스템을 도시한 도면이다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따른 이동 통신 시스템은 매시브 미모(Massive MIMO) 환경에 기반하며, 다수의 기지국들과 다수의 사용자 단말들 및 네트워크 엔터티를 포함할 수 있다.

[0095] 참고로, 네트워크 엔터티는 기지국 또는 코어 네트워크의 임의의 노드로 구현될 수 있으며, 기지국들로부터 수집된 정보를 이용하여 상/하향 링크 사용자 스케줄링을 결정할 수 있다.

[0096] 또한, 각 기지국들은 적어도 하나의 서빙 셀을 가질 수 있다. 만일, 서로 다른 여러 개의 주파수 대역을 묶어 하나의 주파수처럼 사용하는 캐리어 어그리게이션(Carrier Aggregation)이 설정되는 경우, 하나의 기지국에 다중의 서빙 셀들이 설정될 수 있다.

[0097] 예를 들어, 1개의 Primary cell과 1개 이상의 Secondary cell이 하나의 기지국에 설정될 수 있다.

[0098] 도 6에서는 설명의 편의상, 하나의 기지국(100) 및 기지국(100)과 스케줄링 되기를 희망하는 복수의 사용자 단말(200)이 존재하며, 복수의 사용자 단말(200)이 기지국(100)으로 동시에 상향 링크를 수행하는 경우를 설명하도록 한다.

[0099] 기지국(100)은 서빙 셀 내에 존재하는 사용자 단말(200)들로부터 수신된 물리적 상향 링크 공유 채널(Physical Uplink Shared CHannel; 이라, 'PUSCH'라 칭함) 신호를 이용하여 사용자 단말들(200)의 롱?텀(Long?term) 또는 대규모(Large scale) 페이딩 정보(fading information)(이하, '대규모 페이딩 정보'라 칭함)를 획득할 수 있다.

[0100] 여기서, 각 사용자 단말(200)은 PUSCH 신호로서 비직교(non-orthogonal)하는 유니크한 레퍼런스 신호를 사용할 수 있다.

[0101] 그리고 '대규모 페이딩 정보'는 롱?텀에서의 평균 채널 정보를 의미할 수 있다.

[0102] 참고로, 매시브 미모 환경에서, 기지국(100)의 안테나 수가 많아질 수록 사용자 단말(200)과 기지국(100)의 안테나 간 채널의 변동(fluctuation)은 무시될 수 있다. 즉, 사용자 단말(200)과 기지국(100) 안테나 간 채널의 대규모 페이딩 정보를 이용하여 해당 채널의 성능을 예상할 수 있다.

[0103] 이는 매시브 미모 환경에서 송수신에 이용하는 Favorable Propagation의 수학식을 통해서 확인할 수 있다.

수학식 1

[0104] $$\frac{1}{M}\mathbf{G}_l\mathbf{G}_l^{H} \overset{M\to\infty}{=} \mathbf{D}_l$$

[0105] 여기서 M은 기지국(100)의 안테나 수, K는 사용자 단말(200)의 수, G_l은 K×M 행렬로 l번째 기지국(100)의 안테나와 사용자 단말(200) 사이의 채널이며, D_l은 대각 행렬 (k, k)번째 원소가 β_{lk}이다.

[0106] 또한, β_{lk}는 l번째 기지국(100)과 k번째 사용자 단말(200) 사이의 대규모 페이딩 또는 평균 채널 파워이다.

[0107] 참고로, G_l은 기지국(100)의 안테나와 사용자 단말(200) 사이의 소규모 페이딩과 대규모 페이딩을 모두 포함한다.

[0108] 위의 [수학식 1]은 기지국(100)의 안테나 수가 많아질수록 사용자 단말(200)과 기지국(100) 안테나 사이의 채널의 변동은 무시될 수 있다는 것을 의미한다.

[0109] 다시 말해서, 기지국(100) 안테나와 사용자 단말(200) 사이의 채널의 대규모 페이딩 정보로 해당 채널의 성능을 예상할 수 있다.

[0110] 참고로, 기지국(100)은 PUSCH 신호를 이용하여 대규모 페이딩 정보를 획득하므로 대규모 페이딩 정보를 획득하기 위해 사용자 단말(200)들로부터 추가적인 레퍼런스 신호나 피드백을 수신하지 않아도 된다.

[0111] 또한, 기지국(100)은 사용자 단말(200)들의 가용 에너지 정보를 획득할 수 있다.

[0112] 여기서 '가용 에너지(available energy)'는 사용자 단말(200)이 기지국(100)에 접속하기 위한 리소스 엘리먼트(Resource Element; RE) 당 사용할 수 있는 에너지를 나타낸다.

[0113] 참고로, 가용 에너지는 사용자 단말기(200)의 배터리 상태나 충전 프로세스 또는 사용자 단말기(200)의 전력 소비 정책 등에 따라서 변화할 수 있으나, 이러한 변화는 롱텀을 고려하는 경우 극히 작거나 무시할 수 있는 정도이다.

[0114] 또한, 기지국(100)은 상기 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지를 이용하여 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말(200)들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류하고, 각 스케줄링 그룹별로 사용할 상향 링크 전송 파워를 설정할 수 있다.

[0115] 여기서, 동일한 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말기(200)들은 동일한 상향 링크 전송 파워를 사용한다.

[0116] 이때, 기지국(100)은 동일한 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말(200)별로 레퍼런스 신호(Reference Signal)와 데이터 신호(Data Signal)에 대한 상향 링크 전송 파워의 할당 비율을 결정할 수 있다.

[0117] 또한, 기지국(100)은 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트(Data Rate)에 기초하여 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트 사용 비율을 결정할 수 있다.

[0118] 여기서, 데이터 레이트와 리소스 엘리먼트의 사용 비율은 서로 반비례한다. 즉, 복수의 스케줄링 그룹 중 상대적으로 데이터 레이트가 높은 스케줄링 그룹은 데이터 레이트가 낮은 스케줄링 그룹에 비해 더 작은 비율의 리소스 엘리먼트를 사용한다.

[0119] 이후, 기지국(100)은 각 스케줄링 그룹별로 상향 링크 스케줄링 주기를 설정하고, 설정된 상향 링크 스케줄링 주기에 따라서 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트(개수)를 할당할 수 있다.

[0120] 이후, 기지국(100)은 서빙 셀 내에 존재하는 사용자 단말들(200)에게 사용자 단말(200)이 속한 스케줄링 그룹 정보, 해당 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 정보 및 상향 링크 파워 정보(레퍼런스 신호와 데이터 신호의 비율 포함)를 포함하는 스케줄링 정보를 브로드캐스팅하며, 사용자 단말들(200)은 기지국(100)으로부터 수신된 스케줄링 정보에 따라서 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 전송할 수 있다.

[0121] 이때, 사용자 단말들(200)은 기지국(100)으로부터 수신된 스케줄링 정보에 따라서 자신이 속한 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트를 사용할지 여부를 결정할 수 있다.

[0122] 종래의 스케줄링 방식에서는 기지국(100)이 사용자 단말들(200)로 스케줄링 정보를 제공 시 자원의 할당이 동시에 이루어지며, 사용자 단말(200)은 기지국(100)으로부터 수신된 스케줄링에 따라서 자신에게 할당된 자원을 반드시 사용해야 했다.

[0123] 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 방식은 사용자 단말(200)이 자신이 속한 스케줄링 그루에 할당된 리소스 엘리먼트의 사용 여부를 직접 결정할 수 있다(이를 ‘그랜트 프리(grant free)’라 한다). 즉 사용자 단말(200)은 기지국(100)에 의해 스케줄링된 자원인 리소스 엘리먼트를 사용하지 않아도 무방하다.

[0124] 또한, 종래의 LTE(Long-Term Evolution)를 비롯한 이동 통신 시스템에서는 사용자 단말(200)과 기지국(100) 안테나 간의 채널 변동으로 인하여 해당 채널의 성능을 예상하기 어렵거나, 매우 부정확하게 예상할 수 밖에 없었다.

[0125] 따라서, 종래의 이동 통신 시스템에서의 사용자 스케쥴링 방식은 서비스 품질(Quality of Service)을 보장하기 위하여, 정확한 채널 정보를 획득하는 과정을 선행할 수 밖에 없고, 이동 통신- 환경에서 짧은 시간 동안 변화하는 채널의 특성 상 필연적으로 스케쥴링을 위한 짧은 주기의 레퍼런스 신호 전송 과정이 필요하다.

[0126] 그러나, 이러한 종래의 스케줄링 방식은 스케쥴링 이전에 사용자 단말(200)들이 상향 링크 레퍼런스 신호를 전송하므로, 다수의 상향 링크 레퍼런스 신호가 필요하여 전체 이동 통신 시스템의 주파수 효율(Spectral Efficiency)이 낮아지며, 무엇보다 스케줄링되지 못한 사용자 단말(200)의 채널 정보는 버려지거나 활용되지 못하여 사용자 단말(200)의 에너지 효율(Energy Efficiency)이 낮아지는 문제가 있다.

[0127] 그리고, 상향 링크 - 하향 링크 - 상향 링크 순으로 전송하므로 2번의 상/하향 전송 변환이 발생하며, 이러한 변환은 Time Division Duplex(TDD)나 FDD(Frequency Division Duplex) 상황에서 상당한 지연을 발생시킨다.

[0128] 이에, 본 발명의 일 실시예에서는 전술한 종래의 문제점을 해소하기 위해, 사용자 단말(200)과 기지국(100) 안테나 간 채널의 대규모 페이딩 정보를 이용하여 스케줄링을 위한 짧은 주기의 레퍼런스 신호 전송 과정이 필요치 않도록 하고, 스케줄링되지 못한 사용자 단말(200)이 존재하지 않도록 서빙 셀 내에 위치하는 모든 사용자 단말(200)의 데이터 레이트가 ‘일정 값을 유지하도록’ 함으로써, 상향 링크와 하향 링크의 반복에 따른 시간 지연을 감소시킴은 물론, 시스템의 주파수 효율과 사용자 단말의 에너지 효율을 향상시킬 수 있다.

[0129] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 시 사용되는 프레임의 구조를 도시한 도면이다.

[0130] 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 프레임은 기지국(100)이 서빙 셀 내의 사용자 단말들(200)에게 스케줄링 정보를 알려주는 제어 담당 SIB(Scheduling Information Broadcast) 부분과, 사용자 단말들(200)이 기지국(100)으로 전송하는 레퍼런스 신호와 데이터 신호로 구성된 다수의 프레임으로 구성 될 수 있다.

[0131] 일 실시 예로 OFDMA를 사용하는 시스템의 프레임은 단위 시간-주파수를 차지하는 다수의 리소스 엘리먼트로 구

성될 수 있다.

[0132] 여기서 하나의 프레임은 다수의 서브프레임으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 다수의 리소스 엘리먼트로 구성될 수 있다.

[0133] 하나의 서브프레임에 포함되는 리소스 엘리먼트들은 하나 또는 그 이상 스케줄링된 사용자 단말(200)들에게 할당될 수 있으며, 하나의 사용자 단말(200)은 하나 또는 그 이상의 서브프레임, 즉 다수의 리소스 엘리먼트들을 할당 받을 수 있다.

[0134] 도 7에서, 하나의 프레임은 총 NW/F 개의 리소스 엘리먼트들로 구성되어 있으며, 하나의 서브프레임은 총 N개의 리소스 엘리먼트들로 구성되어 있다.

[0135] 참고로, 하나의 서브프레임을 구성하는 리소스 엘리먼트들은 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 할당될 수 있다.

[0136] 그리고 인접한 리소스 엘리먼트들은 레퍼런스 신호를 전송하는데 사용될 수 있으며 그 위치는 고정되지 않고 유동적으로 변경될 수 있다.

[0137] 레퍼런스 신호에 할당된 리소스 엘리먼트는 기지국(100)과 사용자 단말(200)가 미리 약속한 레퍼런스 신호를 정해진 위치에 전송할 수 있다.

[0138] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

[0139] 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 장치는 기지국(100)에 포함되거나, 기지국(100)과 별도로 존재하여 기지국(100)에 연결될 수 있다.

[0140] 이하에서는 상향 링크 스케줄링 장치가 기지국(100)에 포함되는 경우로서, 상향 링크 스케줄링 장치를 기지국(100)으로 표현하도록 한다.

[0141] 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국(100)은 채널 정보 피드백부(110), 스케줄링 그룹 분류부(120), 전송 파워 설정부(130), 스케줄링 주기 설정부(140), 리소스 엘리먼트 할당부(150), 통신부(160) 및 제어부(170)를 포함할 수 있다.

[0142] 각 구성 요소를 설명하면, 채널 정보 피드백부(110)는 사용자 단말(200)들로부터 수신된 PUSCH 신호를 이용하여 사용자 단말(200)들의 대규모 페이딩 정보, 즉 롱텀에서의 평균 채널 정보를 획득할 수 있다.

[0143] 이때, 대규모 페이딩 정보는 아래의 [수학식 2]를 이용하여 계산될 수 있다.

수학식 2

[0144] $$\beta = \frac{1}{PT}\sum_{t=1}^{T} \text{received_signal[t]}$$

[0145] 여기서, P는 상향 링크 전송 파워이고, 인덱스 t는 리소스 엘리먼트의 인덱스를 나타낸다.

[0146] 한편, 스케줄링 그룹 분류부(120)는 서빙 셀 내에 위치하는 다수의 사용자 단말(200)들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류할 수 있다.

[0147] 이때, 스케줄링 그룹 분류부(120)는 각 사용자 단말(200)의 대규모 페이딩 정보(이하, ‘β’라 칭함)와 가용 에너지(이하, ‘E’라 칭함)의 곱(βE)이 미리 설정된 임계 값 이하인 사용자 단말(200)들을 동일한 스케줄링 그룹으로 분류할 수 있다.

[0148] 일 실시예로서, 스케줄링 그룹 분류부(120)는 βE의 값이 큰 순서로 사용자 단말(200)들을 오더링(odering)하고, 첫 번째 사용자 단말과 두 번째 사용자 단말, 첫 번째 사용자 단말과 세 번째 사용자 단말, 그리고 첫 번째 사용자 단말과 네 번째 사용자 단말 등과 같이, βE의 값이 가장 큰 사용자 단말과 다른 사용자 단말들의 βE의 값을 순차적으로 비교하면서 그 차이가 미리 설정된 임계 값 이하인 사용자 단말(200)들을 하나의 동일한 스케줄링 그룹으로 분류할 수 있다.

[0149] 즉, 동일한 스케줄링 그룹에서는 βE의 값이 가장 큰 사용자 단말과 가장 작은 사용자 단말의 차이가 미리 설정

된 임계 값 이하가 된다.

[0150] 참고로, 'βE'는 수신 신호의 퀄리티 파라미터이며, 일 예로서 데이터 레이트를 나타내는 파라미터일 수 있다.

[0151] 또한, 스케줄링 그룹 분류부(120)는 사용자 단말(200)들을 전술한 스케줄링 그룹으로 분류 시 사용자 단말(200)들의 전송 확률을 더 반영할 수 있다.

[0152] 여기서 '전송 확률'은 사용자 단말(200)이 기지국(100)의 스케줄링에 따라서 해당 스케줄링에 할당된 자원인 리소스 엘리먼트의 사용 여부를 결정한 결과 중 리소스 엘리먼트를 사용하는 것으로 결정하는 가능성을 의미할 수 있다.

[0153] 이는, 하나의 스케줄링 그룹에 더 많은 사용자 단말(200)이 포함되도록 하기 위함이다.

[0154] 한편, 전송 파워 설정부(130)는 각 스케줄링 그룹별로 상향 링크 전송 파워를 설정할 수 있다.

[0155] 여기서, 동일한 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말(200)들의 상향 링크 송신 파워는 동일한 상향 링크 수신 파워를 가지도록 결정될 수 있다.

[0156] 이를 위해, 전송 파워 설정부(130)는 각 사용자 단말(200)별로 사용할 상향 링크 전송 파워를 결정하고, 각 스케줄링 그룹별로 상향 링크 전송 파워가 가장 낮은 사용자 단말(200)을 기준으로 해당 스케줄링 그룹의 상향 링크 전송 파워를 설정할 수 있다.

[0157] 또한, 전송 파워 설정부(130)는 동일한 스케줄링 그룹에 속한 각 사용자 단말(200)별로 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 상향 링크 전송 파워의 할당 비율을 결정할 수 있다.

[0158] 이때, 전송 파워 설정부(130)는 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)이 최대가 되도록 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 할당 비율을 결정할 수 있다.

[0159] 이를 위해 스케줄링 그룹 분류부(120)는 아래의 [수학식 3]을 이용할 수 있다.

수학식 3

$$\left(p_j^{\mathrm{tr},*}, p_j^{\mathrm{dt},}\right) = \left(\frac{u^*(\mathrm{O}_q)}{\beta_j}, \frac{E_K \beta_K - Lu\ (\mathrm{O}_q)}{(N-L)\beta_j}\right), \ \text{for}\, j \in \mathrm{O}_q,$$

$$u^{\mathrm{a}}(\mathrm{O}_q) = \begin{cases} \dfrac{b_{K,L}c_{K,L}}{b_{K,L}d_{K,L} - a_{K,L}e_{K,L}} \left(\sqrt{1 + \dfrac{a_{K,L}}{b_{K,L}} \dfrac{b_{K,L}d_{K,L} - a_{K,L}e_{K,L}}{b_{K,L}c_{K,L}}} - 1 \right), & \text{if } b_{K,L}d_{K,L} - a_{K,L}e_{K,L} \neq 0, \\ \dfrac{a_{K,L}}{2b_{K,L}}, & \text{if } b_{K,L}d_{K,L} - a_{K,L}e_{K,L} = 0. \end{cases}$$

[0160]

[0161] 여기서, p^{tr}과 p^{dt}는 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 상향 링크 전송 파워의 할당을 각각 나타내고, K는 스케줄링 그룹 0 중 가장 낮은 βE 값을 가지는 사용자 단말(200)의 인덱스, L은 레퍼런스 신호가 차지하는 리소스 엘리먼트의 수, 0는 스케줄링 그룹을 나타낸다(예를 들어 O_q는 스케줄링 그룹 q를 나타낸다).

[0162] 그리고, a 내지 e는 기지국(100)에서 사용하는 알고리즘에 따라서 결정될 수 있으며, 일 실시예로서, ZF(Zero-forcing) 수신기나 MRC(Maximum ratio combining) 수신기를 사용할 때 a 내지 e의 값은 아래의 [표 1]과 같이 결정될 수 있다.

표 1

[0163]

Values	ZF Receiver	MRC Receiver
$a_{K,L}$	$L(M-K)E_K\beta_K$	$L(M-1)E_K\beta_K$
$b_{K,L}$	$L^2(M-K)$	$L^2(M-1)$
$c_{K,L}$	$KE_K\beta_K+N-L$	$KE_K\beta_K+N-L$
$d_{K,L}$	$(N-L-K)L+(K-L)^+c_{K,L}$	$\max\{L,K\}c_{K,L}-KL-LE_K\beta_K$
$e_{K,L}$	$KL(K-L)^+$	$L(K\max\{L,K\}-L)$

[0164] 여기서, $(x)^+ = \max\{x,0\}$를 의미한다.

[0165] 한편, 스케줄링 주기 설정부(140)는 각 스케줄링 그룹별 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 설정할 수 있다.

[0166] 여기서, 각 스케줄링 그룹별 리소스 엘리먼트의 사용 비율은 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 설정할 수 있으며, 데이터 레이트는 앞서 설명한 'βE'로 나타낼 수 있다.

[0167] 여기서 'βE'는 수신 신호의 퀄리티 파라미터이며, 일 예로서 데이터 레이트를 나타내는 파라미터일 수 있다.

[0168] 참고로, 데이터 레이트와 리소스 엘리먼트의 사용 비율은 서로 반비례한다. 즉, 복수의 스케줄링 그룹 중 상대적으로 데이터 레이트가 높은 스케줄링 그룹은 데이터 레이트가 낮은 스케줄링 그룹에 비해 더 작은 비율의 리소스 엘리먼트를 사용한다.

[0169] 예를 들어, 스케줄링 그룹 A와 B에 대한 데이터 레이트의 비율이 3:1인 경우, 스케줄링 그룹 A와 B에 할당되는 리소스 엘리먼트의 비율은 1:3이 된다.

[0170] 결국, 스케줄링 주기 설정부(140)는 데이터 레이트의 비율에 따라서 리소스 엘리먼트의 사용 비율을 조절함으로써, 사용자 단말(200)들의 서로 다른 데이터 레이트를 동일하게 맞추는 것이다.

[0171] 이후, 스케줄링 주기 설정부(140)는 서빙 셀 내에 존재하는 '전체 사용자 단말(200)에 대해 기대되는 데이터 레이트'를 결정할 수 있다.

[0172] 상기 '전체 사용자 단말에 대해 기대되는 데이터 레이트'는 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말(200)들 중에서 스케줄링되지 못하는 사용자 단말(200)이 존재하지 않도록 모든 사용자 단말(200)의 데이터 레이트가 '일정 값을 유지하도록' 하는 데이터 레이트를 의미한다.

[0173] 이하, 상기 '전체 사용자 단말에 대해 기대되는 데이터 레이트'를 'SE(common Spectral Efficiency)'라 칭하도록 하며, 스케줄링 주기 설정부(140)는 아래의 [수학식 4]를 이용하여 SE를 계산할 수 있다.

수학식 4

[0174]
$$\mathrm{SE}=\frac{1-\frac{L}{N}}{\eta}\frac{1}{\sum_{i=1}^{\varrho}\Omega_i^{-1}}$$

[0175] 여기서, Ω_i는 i번째 스케줄링 그룹에 포함된 사용자 단말(200)의 데이터 레이트 값이며, η은 대역폭의 비효율을 나타내는 값으로서 $\eta=WT_s/F\geq 1$ 이고, W는 리소스 엘리먼트의 대역폭, T_s는 시간 구간, N은 T_s에서의 심볼, F는 프레임에서의 서브프레임을 나타낸다.

[0176] 스케줄링 주기 설정부(140)는 상기 계산된 SE를 이용하여 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기(D)를 설정할 수 있다.

[0177] 여기서, '스케줄링 주기'는 기지국(100)이 서빙 셀 내에 존재하는 사용자 단말들(200)에게 스케줄링 정보를 알려주는 SIB(Scheduling Information Broadcast) 간격, 즉, 한 번에 스케줄링하는 엘리먼트 리소스의 개수를

의미한다.

[0178] 이때, 스케줄링 주기 설정부(140)는 아래의 [수학식 5]를 이용하여 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기를 계산할 수 있다.

수학식 5

[0179] $$D = \frac{T_{th}}{W\mathrm{SE}}$$

[0180] 여기서, W는 리소스 엘리먼트의 대역폭이고, T_{th}는 서비스 품질(QoS)의 파라미터로서 서비스 카테고리별 원하는 데이터(음성 통신 또는 데이터 통신 등)의 볼륨 사이즈이다.

[0181] 한편, 리소스 엘리먼트 할당부(150)는 스케줄링 주기 설정부(140)에 의해 설정된 각 스케줄링 그룹별 스케줄링 주기에 따라서 각 스케줄링 그룹에 리소스 엘리먼트(개수)를 할당한다.

[0182] 한편, 통신부(150)는 사용자 단말들(200)로부터 대규모 페이딩 정보를 획득하기 위한 PUSCH 신호를 수신할 수 있으며, 전술한 구성 요소들로부터 설정된 스케줄링 그룹 정보, 그룹별로 사용하는 리소스 엘리먼트에 대한 정보, 그룹별로 사용하는 상향 링크 전송 파워에 대한 정보를 포함하는 스케줄링 정보를 브로드캐스트 채널을 통해 사용자 단말들(200)에게 전송할 수 있다.

[0183] 한편, 제어부(170)는 상기 구성 요소들(110~150)이 전술한 동작을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0184] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향 링크 스케줄링 과정을 도시한 흐름도이다.

[0185] 기지국(100)은 사용자 단말(200)들로부터 수신된 PUSCH 신호를 이용하여 사용자 단말(200)들의 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 획득한다.(S901).

[0186] 참고로, 매시브 미모 환경에서, 기지국(100)의 안테나 수가 많아질 수록 사용자 단말(200)과 기지국(100)의 안테나 간 채널의 변동은 무시될 수 있고, 사용자 단말(200)과 기지국(100) 안테나 간 채널의 대규모 페이딩 정보를 이용하여 채널의 성능을 예상할 수 있음은 [수학식 1]을 참조하여 설명한바 있다.

[0187] S901 후, 기지국(100)은 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지를 이용하여 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말(200)들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류한다(S902).

[0188] S902 후, 기지국(100)은 각 스케줄링 그룹별로 상향 링크 전송 파워를 설정하고, 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 상향 링크 전송 파워의 할당 비율을 결정한다(S903).

[0189] 여기서, 각 스케줄링 그룹에 상향 링크 전송 파워가 설정되면, 해당 스케줄링 그룹에 속한 사용자 단말(200)들은 동일한 상향 링크 전송 파워를 사용하게 된다.

[0190] S903 후, 기지국(100)은 각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트 사용 비율을 설정한다(S904).

[0191] S904 후, 기지국(100)은 각 스케줄링 그룹별로 상향 링크 스케줄링 주기를 설정하고, 설정된 상향 링크 스케줄링 주기에 따라서 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트(개수)를 할당한다(S905).

[0192] S905 후, 기지국(100)은 설정된 스케줄링 정보를 사용자 단말(200)들에게 브로드캐스팅한다(S906).

[0193] 여기서 스케줄링 정보는 사용자 단말(200)이 속한 스케줄링 그룹 정보, 해당 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 정보 및 상향 링크 파워 정보(레퍼런스 신호와 데이터 신호의 비율 포함)를 포함할 수 있다.

[0194] S906 후, 각 사용자 단말(200)은 상기 스케쥴링 정보에 의해 할당받은 리소스 엘리먼트에 전송 여부를 결정할 수 있으며, 기지국(100)은 상기 스케줄링 정보와 각 사용자 단말(200)의 전송 여부 결정에 따라서 사용자 단말들(200)로부터 레퍼런스 신호 및 데이터 신호를 수신한다(S907).

[0195] S907 후, 기지국(100)은 사용자 단말들(200)로부터 수신된 데이터 신호가 정상적으로 복호화되었는지 여부에 따

라서 Hybrid ARQ(Automatic Repeat Request)의 수행 여부를 결정한다(S908).

[0196] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말의 구성을 도시한 블록도이다.

[0197] 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말(200)은 프로세서인 제어부(210), 제어부(210)와 연결되는 메모리(220) 및 통신부(230)를 포함할 수 있다.

[0198] 각 구성 요소를 설명하면, 제어부(210)는 통신부(230)를 통해 기지국(100)으로부터 스케줄링 정보가 수신되면, 자신이 속한 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트의 사용 여부를 결정할 수 있다.

[0199] 여기서 기지국(100)으로부터 수신된 스케줄링 정보는 사용자 단말(200)이 속하는 스케줄링 그룹, 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 및 상향 링크 전송 파워에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0200] 만일, 리소스 엘리먼트를 사용하는 것으로 결정(grant free)되면, 제어부(210)는 수신된 스케줄링 정보에 따라서, 자신이 속한 스케줄링 그룹의 다른 사용자 단말들과 함께 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용하여, 할당된 상향 링크 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 통신부(230)를 통해 기지국(100)으로 전송할 수 있다.

[0201] 한편, 메모리(220)는 제어부(210)와 연결될 수 있으며, 제어부(210)에 의해 전술한 동작들이 실행 가능하도록 하는 프로그램 명령어들을 저장할 수 있다.

[0202] 한편, 통신부(230)는 기지국(100)으로부터 스케줄링 정보를 수신하거나 제어부(210)의 제어에 따라서 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 기지국(100)으로 전송할 수 있다.

[0203] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 단말의 동작을 도시한 도면이다.

[0204] 도 11은 매시브 미모(Massive MIMO) 환경에서 기지국(100)의 서빙 셀 내에 존재하는 사용자 단말(200)이 기지국(100)의 스케줄링에 따라 기지국(100)과 통신하는 과정을 도시한 흐름도이다.

[0205] 사용자 단말(200)은 기지국(100)으로 PUSCH 신호를 전송한다(S1101)

[0206] S1101 후, 사용자 단말(200)은 기지국(100)으로부터 스케줄링 정보를 수신한다(S1102).

[0207] 여기서 기지국(100)으로부터 수신되는 스케줄링 신호는 사용자 단말(200)이 속하는 스케줄링 그룹, 스케줄링 그룹에 할당된 리소스 엘리먼트 및 상향 링크 전송 파워에 대한 정보를 포함할 수 있다.

[0208] S1102 후, 사용자 단말(200)은 수신된 스케줄링 정보에 따라서, 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용해 전송할지의 여부를 매 서브프레임마다 결정할 수 있으며, 전송이 결정된 경우 자신이 스케줄링 그룹에 속한 다른 사용자 단말들과 함께 상기 할당된 리소스 엘리먼트를 이용하여 할당된 상향 링크 전송 파워로 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 기지국(100)으로 전송한다(S1103).

[0209] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 정보의 구성을 도시한 도면이다.

[0210] 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 정보(Scheduling Grant Information)는 스케줄링 그룹에 대한 정보(Group Indicator), 스케줄링 그룹별로 할당된 리소스 엘리먼트에 대한 정보(RE Allocation Indicator) 및 스케줄링 그룹별로 설정된 상향 링크 전송 파워에 대한 정보(Power Difference Indicator) 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0211] 여기서, '스케줄링 그룹에 대한 정보'는 사용자 단말이 어떤 스케줄링 그룹에 속해 있는지를 나타내는 정보로서, 그룹의 수와 각 그룹에 속한 사용자 단말의 수를 나타낼 수 있다.

[0212] 도 12에서는, 서빙 셀 내에 존재하는 11개의 사용자 단말을 3개의 스케줄링 그룹으로 분류하였고, 각 그룹별로 속한 사용자 단말을 나타내고 있다.

[0213] 참고로, 스케줄링 그룹에 대한 정보에서는 집합의 크기, 즉 사용자 단말의 index를 나타내고 있는데, 이를 위해서 사용자 단말의 index는 RSS(Recived Signal Strength)에 따라서 정렬될 수 있다.

[0214] 즉, RSS가 가장 큰 사용자 단말 a에게 1번 index 가 부여될 수 있다.

[0215] $$RSS_a \geq RSS_b \geq RSS_c$$
User 1 User 2 User 3

[0216] 따라서, 셀 접속 과정에서 기지국(100)과 사용자 단말들(200) 사이에 다음과 같은 절차가 수행될 수 있다.

[0217] 기지국(100)은 새로운 사용자 단말이 접속하면, 해당 사용자 단말의 RSS를 하향 링크로 브로드캐스팅하고, 셀 내에 존재하는 사용자 단말들(200)은 수신된 RSS와 자신의 RSS를 비교하여 자신의 RSS가 크면 사용자 index를 1 증가시키고, 작으면 현재 사용자 index를 그대로 유지할 수 있다.

[0218] 만일, 셀 내에 존재했던 사용자 단말이 셀을 이탈하는 경우, 기지국(100)은 해당 사용자 단말의 사용자 index를 하향 링크로 브로드캐스팅하고, 셀 내에 존재하는 사용자 단말들(200)은 수신된 사용자 index가 자신의 사용자 index보다 작으면 사용자 index를 1 감소시키고, 크면 현재 사용자 index를 유지할 수 있다.

[0219] 사용자 단말(200)에서 수행되는 전술한 사용자 index의 변화는 기지국(100)으로 전송되어, 기지국(100)에서 각 사용자 단말(200)의 사용자 index를 파악할 수 있다.

[0220] 또한, '스케줄링 그룹별로 할당된 리소스 엘리먼트에 대한 정보'는 해당 스케줄링 그룹이 사용하는 리소스 엘리먼트의 개수를 나타낼 수 있다.

[0221] 도 12에서는, 각 스케줄링 그룹별로 할당된 리소스 엘리먼트의 개수가 각각 표시되어 있다.

[0222] 스케줄링 그룹 1의 경우 1개의 청크(chunk) - 청크 하나는 84개의 리소스 엘리먼트를 포함함 - 가 할당되어 있고, 스케줄링 그룹 2의 경우 20개가, 스케줄링 그룹 3의 경우 40개의 리소스 엘리먼트가 각각 할당되어 있음을 알 수 있다.

[0223] 참고로, 리소스 엘리먼트에 대한 정보 중 제일 앞에 표시된 '0'은 리소스 엘리먼트로 구성되는 청크의 최소 단위로서 84개의 리소스 엘리먼트들로 구성됨을 나타낸다.

[0224] 만일 '1'인 경우, 하나의 청크를 구성하는 리소스 엘리먼트는 168개이다.

[0225] 또한, '스케줄링 그룹별로 설정된 상향 링크 전송 파워에 대한 정보'는 데이터 신호와 레퍼런스 신호간의 파워 차이(power difference), 즉, 데이터 신호와 레퍼런스 신호에 대한 상향 링크 전송 파워의 할당비를 나타낼 수 있다.

[0226] 도 12에서는, 각 스케줄링 그룹별로 상기 파워 차이가 각각 표시되어 있으며, 상향 링크 전송 파워에 대한 정보 중 제일 앞에 표시된 '1'은 상기 파워 차이를 나타내는 bit로서 0인 경우 2bit, 1인 경우 3bit로 나타낼 수 있다.

[0227] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 그룹의 분류를 도시한 도면이다.

[0228] 기지국(100)은 서빙 셀 내에 위치하는 사용자 단말(200) UE 1~UE 6을 βE의 값이 큰 순서로 오더링(odering)하고, UE 1과 UE 2, UE 1과 UE 3 그리고 UE 1과 UE 4와 같이 βE의 값을 순차적으로 비교한다.

[0229] 비교 결과, βE 값의 차이가 미리 설정된 임계 값 이하인 UE 1~UE 3을 스케줄링 그룹 A로 분류할 수 있다.

[0230] 이후, UE 4와 UE 5, UE 4와 UE 6의 βE 값을 순차적으로 비교하고, 비교 결과 βE 값의 차이가 미리 설정된 임계 값 이하인 차이가 미리 설정된 임계 값 이하인 UE 4~UE 6을 스케줄링 그룹 B로 분류할 수 있다.

[0231] 이때, 각 스케줄링 그룹에서 βE 값이 가장 큰 사용자 단말과 가장 작은 사용자 단말의 βE 값 차이는 미리 설정된 임계 값 이하이다.

[0232] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 스케줄링 그룹의 상향 링크 전송 파워의 설정을 도시한 도면이다.

[0233] 도 14는 도 13에 도시된 방법으로 스케줄링 그룹 A와 B로 분류된 상태이며, 스케줄링 그룹별 상향 링크 전송 파워를 설정 시 각 스케줄링 그룹에서 가장 작은 가용 파워를 가지는 사용자 단말을 기준으로 할 수 있다.

[0234] 즉, 스케줄링 그룹 A에서는 UE 3의 파워가 해당 스케줄링 그룹의 상향 링크 전송 파워가 되고, 스케줄링 그룹 B

에서는 UE 6의 파워가 해당 스케줄링 그룹의 상향 링크 전송 파워가 된다.

[0235] 여기서, 스케줄링 그룹 A의 UE 1과 UE 2, 그리고 스케줄링 그룹 B의 UE 4와 UE 5의 파워 중 사용되지 않는 잔여 파워는 다음 스케줄링 시 사용될 수 있다.

[0236] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0237] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

[0238] 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0239] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0240] 100 : 기지국

110 : 채널 정보 피드백부

120 : 스케줄링 그룹 분류부

130 : 전송 파워 설정부

140 : 스케줄링 주기 설정부

150 : 리소스 엘리먼트 할당부

160 : 통신부

170 : 제어부

200 : 사용자 단말

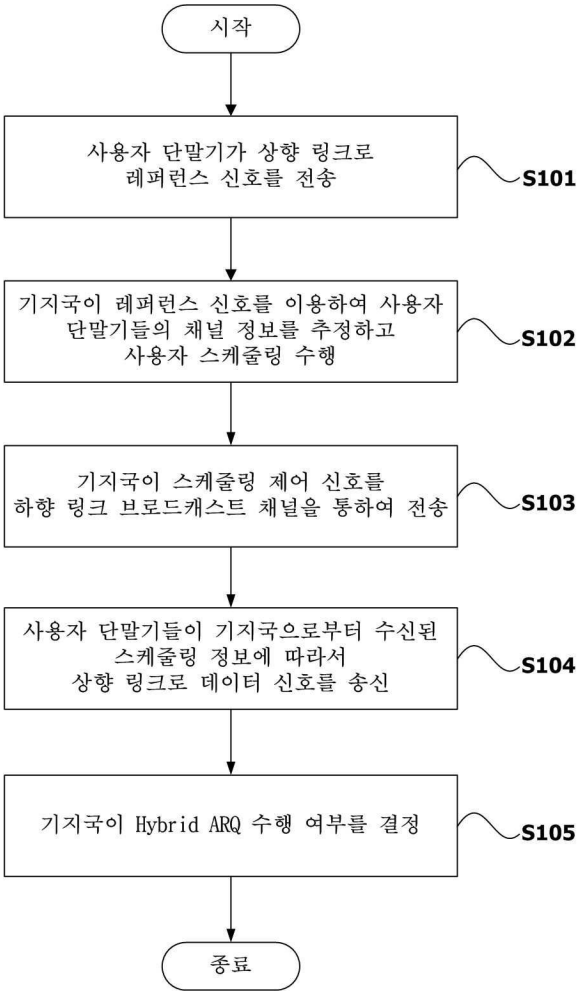
210 : 제어부

220 : 메모리

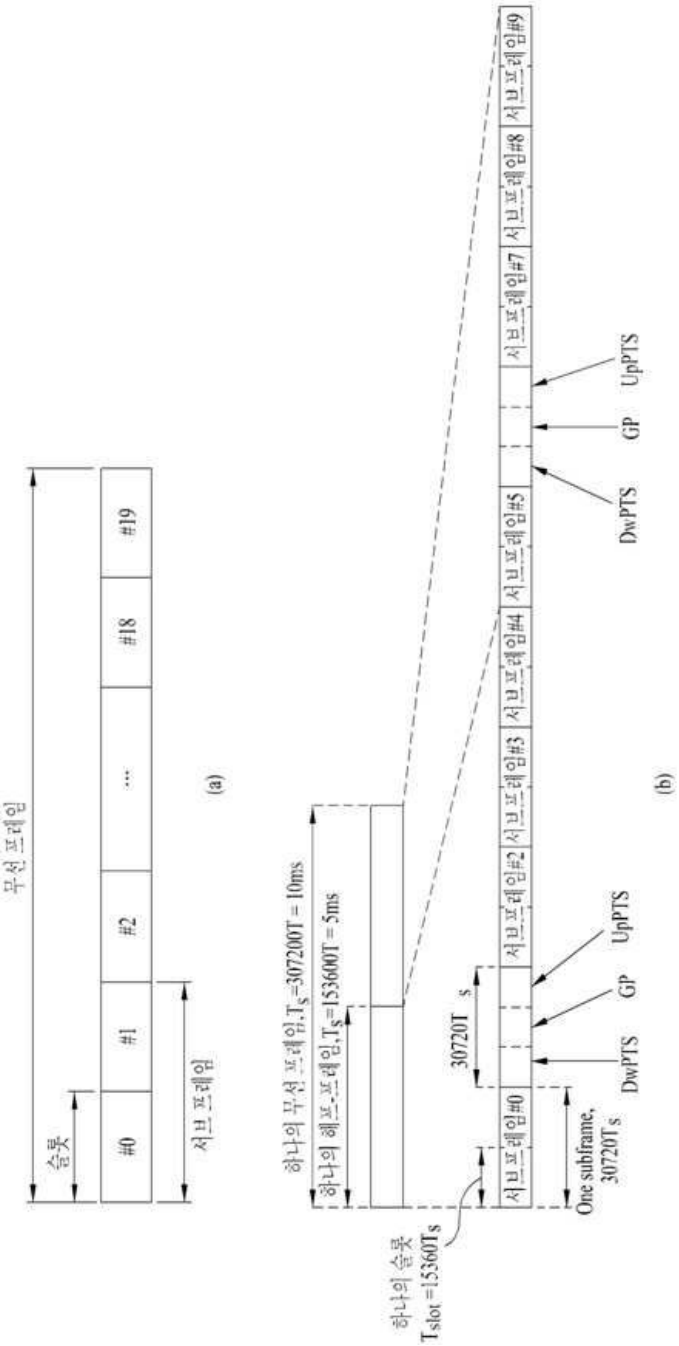
230 : 통신부

도면

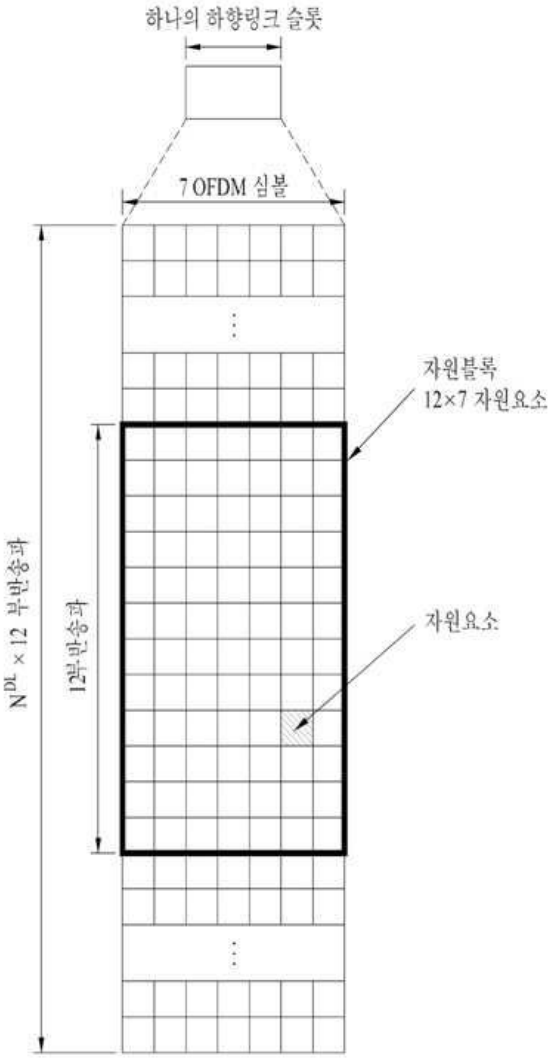
도면1


시작
사용자 단말기가 상향 링크로
레퍼런스 신호를 전송
S101
기지국이 레퍼런스 신호를 이용하여 사용자
단말기들의 채널 정보를 추정하고
사용자 스케줄링 수행
S102
기지국이 스케줄링 제어 신호를
하향 링크 브로드캐스트 채널을 통하여 전송
S103
사용자 단말기들이 기지국으로부터 수신된
스케줄링 정보에 따라서
상향 링크로 데이터 신호를 송신
S104
기지국이 Hybrid ARQ 수행 여부를 결정
S105
종료

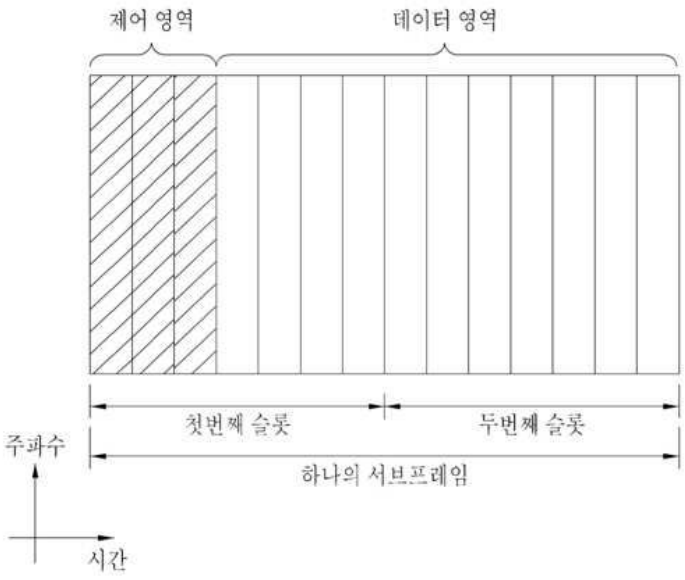
도면2


무선 프레임
슬롯
#0
#1
#2
...
#18
#19
서브 프레임
(a)
하나의 무선 프레임, T_s=307200T = 10ms
하나의 하프-프레임, T_s=153600T = 5ms
하나의 슬롯
T_{slot} =15360T_s
30720T_s
서브프레임#0
서브프레임#2
서브프레임#3
서브프레임#4
서브프레임#5
서브프레임#7
서브프레임#8
서브프레임#9
DwPTS
GP
UpPTS
One subframe, 30720T_s
(b)

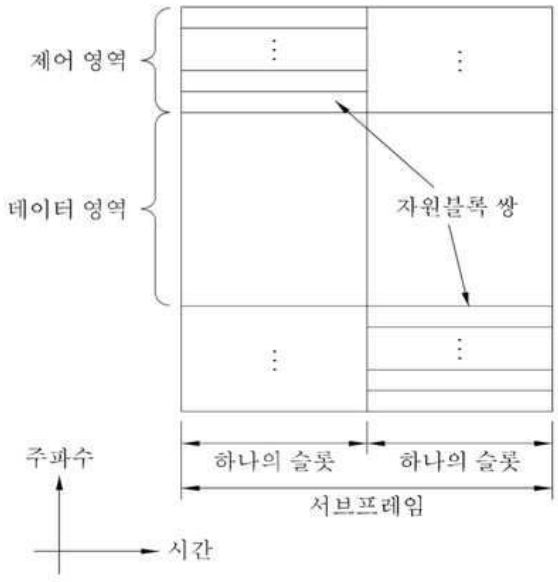
도면3


하나의 하향링크 슬롯
7 OFDM 심볼
자원블록
12×7 자원요소
자원요소
N^{DL} × 12 부반송파
12부반송파

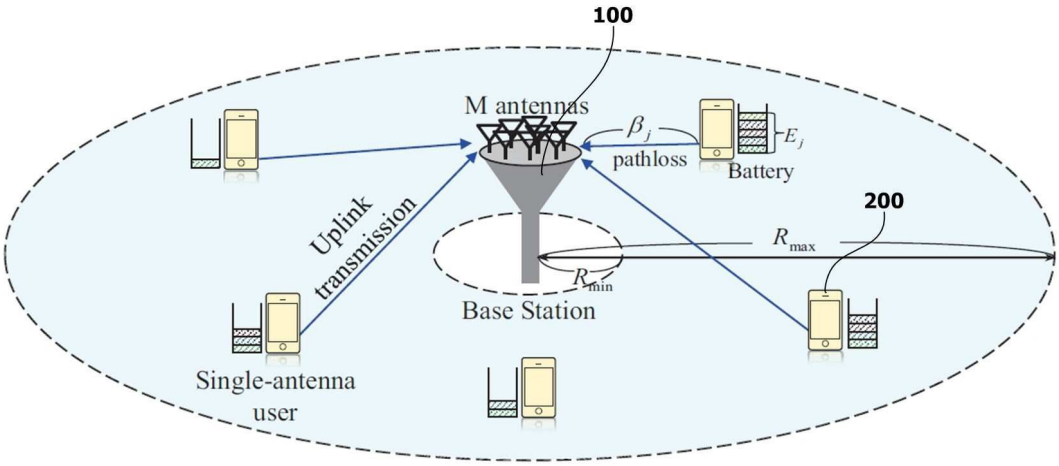
도면4


제어 영역
데이터 영역
첫번째 슬롯
두번째 슬롯
주파수
하나의 서브프레임
시간

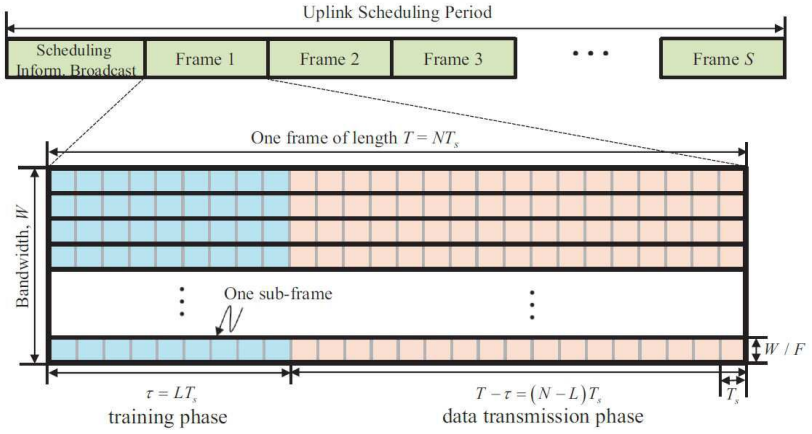
도면5


제어 영역
데이터 영역
자원블록 쌍
주파수
하나의 슬롯
하나의 슬롯
서브프레임
시간

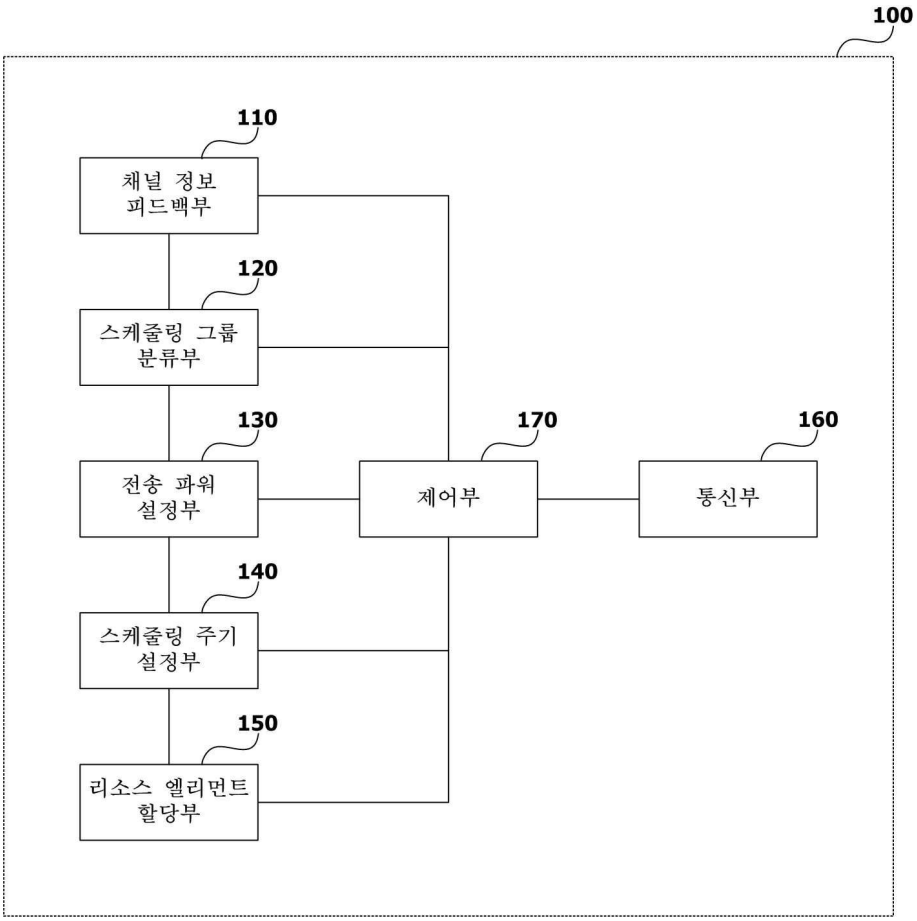
도면6


100
M antennas
β_j
pathloss
E_j
Battery
200
R_{max}
R_{min}
Uplink transmission
Base Station
Single-antenna user

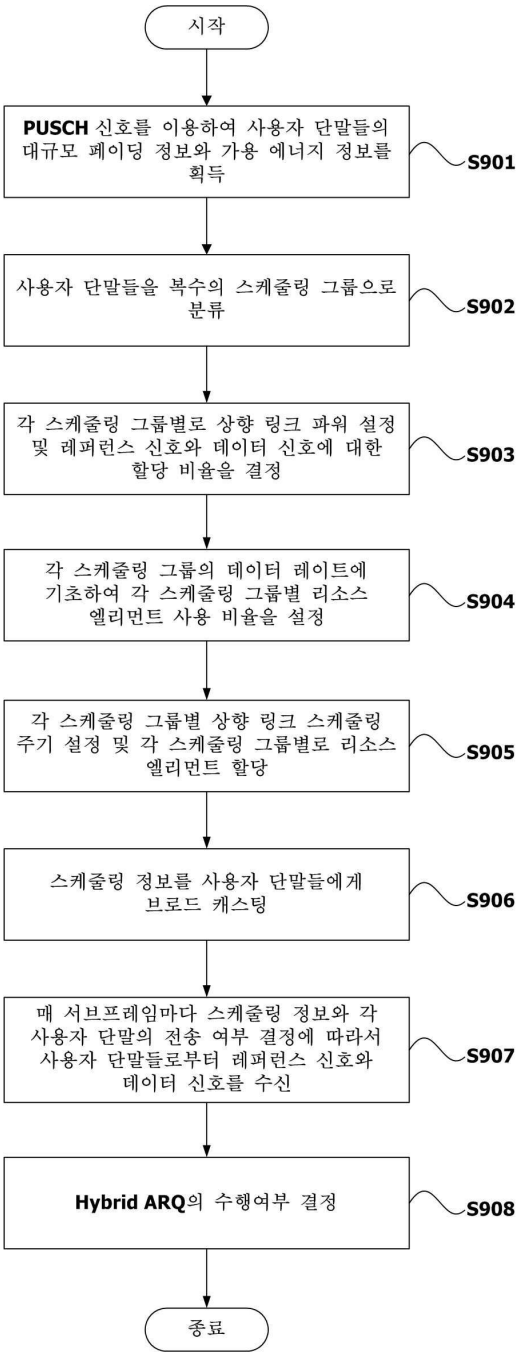
도면7


Uplink Scheduling Period
Scheduling Inform. Broadcast
Frame 1
Frame 2
Frame 3
Frame S
One frame of length $T = NT_s$
Bandwidth, W
One sub-frame
W / F
$\tau = LT_s$
training phase
$T - \tau = (N - L)T_s$
data transmission phase
T_s

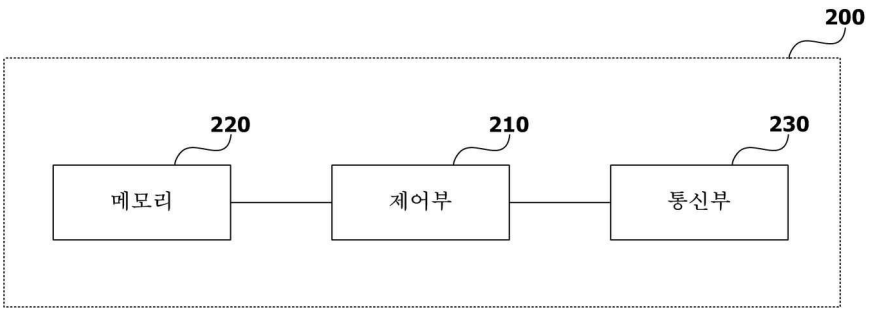
도면8


100
110
채널 정보
피드백부
120
스케줄링 그룹
분류부
130
전송 파워
설정부
170
제어부
160
통신부
140
스케줄링 주기
설정부
150
리소스 엘리먼트
할당부

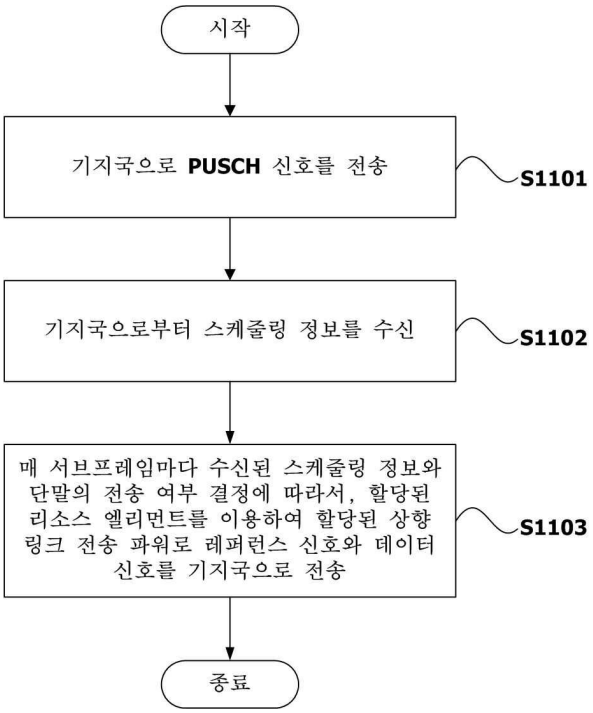
도면9


시작
PUSCH 신호를 이용하여 사용자 단말들의 대규모 페이딩 정보와 가용 에너지 정보를 획득
S901
사용자 단말들을 복수의 스케줄링 그룹으로 분류
S902
각 스케줄링 그룹별로 상향 링크 파워 설정 및 레퍼런스 신호와 데이터 신호에 대한 할당 비율을 결정
S903
각 스케줄링 그룹의 데이터 레이트에 기초하여 각 스케줄링 그룹별 리소스 엘리먼트 사용 비율을 설정
S904
각 스케줄링 그룹별 상향 링크 스케줄링 주기 설정 및 각 스케줄링 그룹별로 리소스 엘리먼트 할당
S905
스케줄링 정보를 사용자 단말들에게 브로드 캐스팅
S906
매 서브프레임마다 스케줄링 정보와 각 사용자 단말의 전송 여부 결정에 따라서 사용자 단말들로부터 레퍼런스 신호와 데이터 신호를 수신
S907
Hybrid ARQ의 수행여부 결정
S908
종료

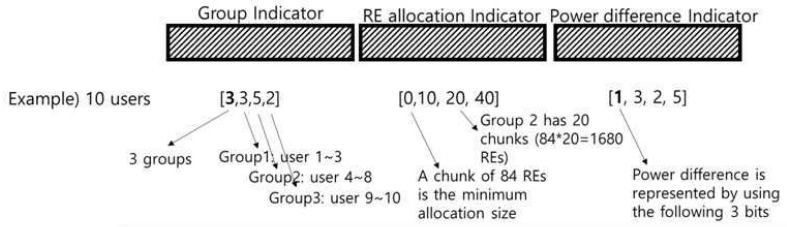
도면10


200
220
메모리
210
제어부
230
통신부

도면11



도면12

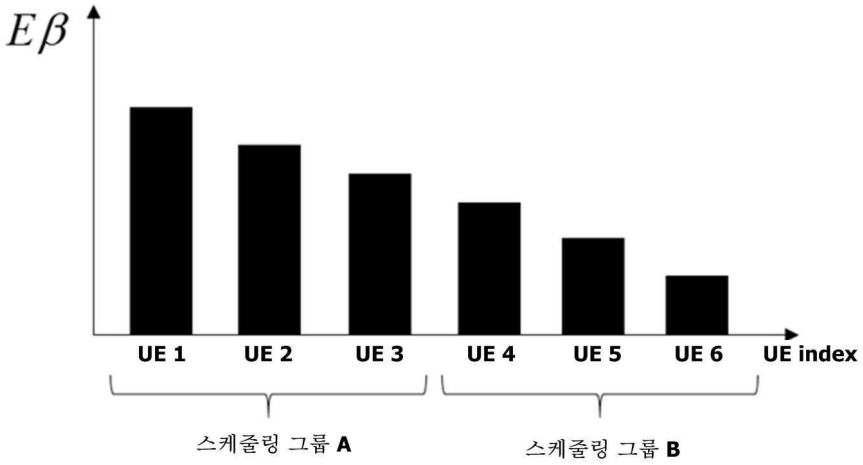


GI preamble	Information or setting
GI_preamble	# of groups

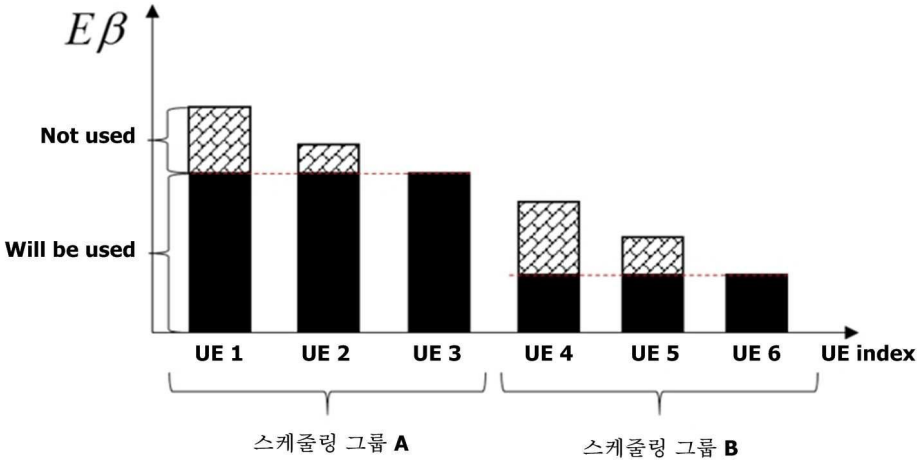
RAI preamble	Information or setting
0	84 REs
1	168 REs

PDI preamble	Information or setting
0	2bits, 4 level, [-2dB, 0dB, 2dB, 4dB]
1	3bits, 8 level, [-6dB, -4dB, -2dB, 0dB, 2dB, 4dB, 6dB, 8dB]

도면13


Eβ
UE 1
UE 2
UE 3
UE 4
UE 5
UE 6
UE index
스케줄링 그룹 A
스케줄링 그룹 B

도면14


Eβ
Not used
Will be used
UE 1
UE 2
UE 3
UE 4
UE 5
UE 6
UE index
스케줄링 그룹 A
스케줄링 그룹 B