

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2010년 8월 5일 (05.08.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/087536 A1

- (51) 국제특허분류:
H04W 88/10 (2009.01) H04W 28/18 (2009.01)
H04W 88/06 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/000469
- (22) 국제출원일: 2009년 1월 30일 (30.01.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2009-0007036 2009년 1월 29일 (29.01.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 이화여자대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, EWHA WOMANS UNIVERSITY) [KR/KR]; 서울특별시 서대문구 대현동 11-1 번지, 120-750 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 김낙명 (KIM, Nak Myeong) [KR/KR]; 서울특별시 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교 아산공학관 427 호, 120-750 Seoul (KR). 신수정 (SHIN, Su Jung) [KR/KR]; 서울특별시 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교 아산공학관 524 호, 120-750 Seoul (KR). 유혜인 (YU, Hye In) [KR/

KR]; 서울특별시 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교 아산공학관 524 호, 120-750 Seoul (KR). 강해린 (KANG, Hae Lynn) [KR/KR]; 서울특별시 서대문구 대현동 11-1 이화여자대학교 아산공학관 524 호, 120-750 Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 우인 (WOON, PATENT & LAW FIRM); 서울특별시 강남구 역삼동 648-15 신원빌딩 3층, 135-911 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

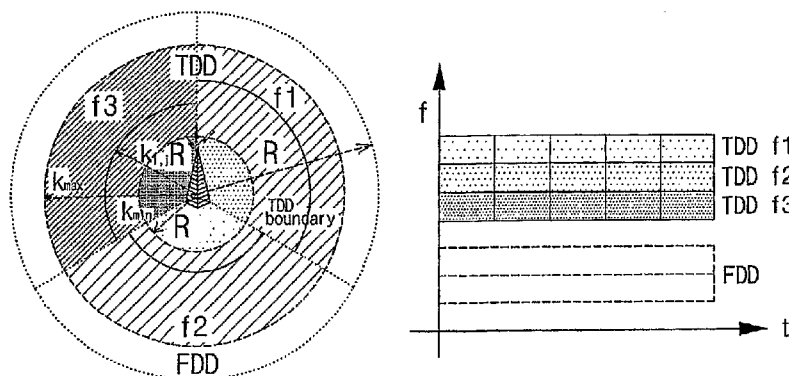
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HYBRID DUPLEXING OPERATION METHOD IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, AND APPARATUS THEREOF

(54) 발명의 명칭 : 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법 및 장치

[Fig. 3]



(57) Abstract: Disclosed are a hybrid duplexing operation method in a wireless communication system, and an apparatus thereof. The method according to the present invention comprises: a step of enabling communication in a time division duplexing (TDD) mode or frequency division duplexing (FDD) mode between a base station and a user terminal in the same cell divided into TDD and FDD zones that respectively correspond to the TDD and FDD modes, and obtaining both the location information of the user terminal and the traffic information between the user terminal and the base station; and a step of determining the duplexing mode for the user terminal according to the traffic characteristics when the user terminal passes the TDD boundary between the TDD and FDD zones. The invention is able to determine the duplexing mode in consideration of not only the location information of the user terminal but also the traffic characteristics. In addition, the invention can use the FDD and TDD resources allocated to the cell.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2010/087536 A1



GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, **공개:**

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법 및 장치가 개시된다. 본 발명에 따른 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법은, 동일 셀 내에서 기지국과 사용자 단말 간에 듀플렉싱 모드로서 시분할 듀플렉싱 (TDD) 모드 또는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 모드로 서로 통신하며, 상기 셀은 TDD 모드에 상응하는 TDD 영역과 FDD 모드에 상응하는 FDD 영역으로 구분되고, 사용자 단말의 위치 정보와 상기 사용자 단말과 기지국 간의 트래픽의 정보를 획득하는 단계; 및 상기 사용자 단말이 상기 TDD 영역과 상기 FDD 영역의 경계인 TDD 경계를 이동하는 경우 상기 트래픽의 특성에 따라서 상기 사용자 단말에 대한 듀플렉싱 모드를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이러한 본 발명에 의하면 무선 통신 시스템에서 사용자 단말의 위치 정보뿐만 아니라 트래픽 특성까지 고려하여 듀플렉싱 모드를 결정하고, 셀에 할당된 FDD 자원과 TDD 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

명세서

무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법 및 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 무선통신 시스템에서 관한 것으로, 보다 상세하게는 시분할 듀플렉스와 주파수 분할 듀플렉스를 함께 적용하는 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 차세대 무선 통신 시스템은 음성 서비스는 물론 방송 및 실시간 비디오 컨퍼런스과 같은 다양한 트래픽 특성의 멀티미디어 서비스들의 동시 지원을 목표로 한다. 따라서 이러한 다양한 특성의 서비스들을 효율적으로 제공하기 위해서 서비스 특성에 따른 상향 및 하향 링크 전송의 비대칭성 및 연속성을 고려한 듀플렉싱(duplexing) 방식이 요구된다.
- [3] 무선 통신 시스템에서 사용되고 있는 듀플렉싱 방식은 시분할 듀플렉싱(Time Division Duplexing : TDD) 방식과, 주파수 분할 듀플렉싱(Frequency Division Duplexing : FDD) 방식으로 구분할 수 있다. TDD 방식은 동일한 주파수 대역을 시구간으로 나누어 송신과 수신 구간을 교대로 스위칭함으로써 양방향 통신을 구현하는 방식이며, FDD 방식은 주어진 주파수 대역을 송신 및 수신 대역으로 분할함으로써 양방향 통신을 수행하는 방식이다.
- [4] TDD 방식 기반의 통신 시스템에서는, 기지국이 가능한 타임 슬롯 중에서 일부 또는 전부를 이동성 및 고정성을 갖는 사용자 단말에 할당할 수 있으며 이러한 타임 슬롯의 가변적 할당을 통해 비대칭 통신이 가능하다. 그러나 TDD 방식 기반의 통신 시스템의 경우, 기지국이 관장하는 셀의 반경이 커지면 라운드 트립 지연으로 인해 송수신 타임 슬롯간의 보호 구간(guard time)이 증가하게 되어 전송 효율이 떨어지는 단점이 있다. 따라서, 매크로 셀(macro cell)과 같이 셀 반경이 큰 통신 환경에서는 TDD를 이용하는 것은 적합하지 않다. 또한, TDD 방식 기반의 통신 시스템은 다중 셀 환경에서 각 셀의 비대칭 비율이 동일하지 않기 때문에 인접 셀의 가장자리에 있는 사용자 단말 간에 심각한 주파수 간섭이 발생한다.
- [5] 한편, FDD 방식 기반의 통신 시스템에서는, 송신과 수신을 위한 주파수 대역이 분할되어 있으므로 송신 또는 수신을 위한 시간 지연이 발생하지 않는다. 따라서, 시간 지연에 의한 라운드 트립 지연이 없으므로 매크로 셀과 같은 반경이 큰 셀 환경에 적합하다. 그러나 FDD 방식 기반의 통신 시스템의 경우 송신 주파수 대역과 수신 주파수 대역이 고정 되어 있어 가변적인 비대칭 전송을 위한 듀플렉싱 방식에는 적합하지 않다.
- [6] 따라서, 차세대의 다양한 통신 환경과 트래픽 특성을 고려하여 두 가지 듀플렉싱 방식을 혼용하는, 즉 TDD 방식과 FDD 방식의 장점을 모두 얻을 수

있는 하이브리드 듀플렉싱(Hybrid Duplexing) 방식이 연구되고 있다.

- [7] 도 1은 종래 하이브리드 듀플렉싱 방식 기반의 무선 통신 시스템의 예로서, 도시된 바와 같이, 셀을 안쪽 영역(inner zone)과 외곽 영역(outer zone)을 나누는 경계로 구분하고, 셀 안쪽 영역(TDD 영역)에는 TDD를 적용함으로써 하향 링크와 상향 링크의 비대칭적인 트래픽의 효율적인 관리를 가능하게 함과 동시에, 셀 외곽 영역(FDD 영역)에서는 FDD를 적용하여 셀 간 간섭에 효과적으로 대응하도록 하고 있다. 따라서 각 셀 내 사용자 단말들의 듀플렉싱 모드는 위치한 영역에 따라 고정된 경계를 기준으로 셀 안쪽 영역에 위치하는 경우 TDD 방식으로 동작하며 셀 외곽 영역에 위치하는 경우 FDD 방식으로 동작한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 상기된 종래 하이브리드 듀플렉싱 방식 기반의 무선 통신 시스템의 경우, 고정된 경계를 기준으로 셀 영역을 나누어 TDD와 FDD 방식을 동시에 적용하면서 각각의 장점을 수용하고 있다. 그러나 고정된 경계에 따라 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 구분함으로써 경계를 이동하는 사용자 단말이 자신의 위치 정보에 따라서만 듀플렉싱 모드가 전환됨으로 인한 다양한 문제점을 안고 있다.
- [9] 예를 들어, TDD 방식으로 동작하던 사용자 단말이 경계를 지나 FDD 영역으로 이동하면 그 사용자 단말의 트래픽의 비대칭성과 같은 특성들은 무시된 채 바로 FDD 방식으로 전환되어야 한다. 그러나 사용자 단말 별로 TDD 방식과 FDD 방식의 트래픽 수용 방법이 아래 수학적식과 같이 서로 상이하기 때문에 하향 링크 트래픽의 양과 상향 링크 트래픽의 양의 차이가 큰 비대칭적 트래픽을 가진 사용자 단말을 FDD 방식으로 동작하게 함으로써 자원의 비효율성이 증가하게 된다.

$$[10] \quad \omega_{k,FDD} = 2 \times \max \{ \omega_k^{up}, \omega_k^{down} \}$$

$$\omega_{k,TDD} = \omega_k^{up} + \omega_k^{down}$$

- [11] 여기서,

$$\omega_{k,FDD}$$

과

$$\omega_{k,TDD}$$

은 각각 FDD 방식과 TDD 방식에서 k 번째 사용자 단말의 트래픽이 차지하는 트래픽의 양이며,

$$\omega_k^{up}$$

과

$$\omega_k^{down}$$

은 각각 k 번째 사용자의 상향 링크 및 하향 링크의 실제 트래픽 양을 나타낸다. 즉, TDD 방식의 경우는 상, 하향 링크의 트래픽 양의 차이에 상관없이 비대칭적으로 자원을 할당하지만, FDD 방식의 경우 하향 혹은 상향 링크 중 트래픽의 양이 많은 쪽에 맞추어 대칭적으로 자원을 할당해 주게 된다. 따라서 트래픽의 비대칭성이 큰 단말의 경우 FDD 방식으로 동작시키는 것은 자원의 비효율성을 초래하게 된다.

[12] 또한 FDD 영역에서 TDD 영역으로 진입하는 사용자 단말이 대칭적인 트래픽 속성을 가지고 있다면 듀플렉싱 모드에 상관없이 자원의 효율성은 거의 같으므로, 해당 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 전환시키는 것은 시스템의 복잡도만 증가시키게 된다.

[13] 도 2는 종래 하이브리드 듀플렉싱 방식 기반의 무선 통신 시스템의 다른 문제점을 설명하기 위한 참고도이다. 도 2를 참조하면, 종래의 시스템은 TDD 영역과 FDD 영역의 경계가 고정되어 있어 TDD 방식과 FDD 방식에 할당된 전체 자원을 유연하게 사용할 수 없다. 즉, 셀 내의 TDD 영역과 FDD 영역의 사용자 분포가 균일하지 않은 경우, 사용자 분포에 따라 적응적으로 TDD 자원과 FDD 자원을 관리할 수 없으므로, 전체 셀에 할당된 자원의 효율적인 사용이 불가능하다. 따라서 두 영역 중 한 영역에 사용자 단말이 집중되어 트래픽이 몰리게 되면 도시된 바와 같이 FDD(또는 TDD) 자원에 트래픽이 집중되어 한쪽 자원을 모자라지만 다른 쪽 자원은 남아 있게 되는 비효율적인 상황이 발생하게 된다.

[14] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 무선 통신 시스템에서 사용자 단말의 위치 정보뿐만 아니라 트래픽 특성까지 고려하여 듀플렉싱 모드를 결정하고, 셀에 할당된 FDD 자원과 TDD 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법 및 장치를 제공하는 데 있다.

기술적 해결방법

[15] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른, 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법은, 동일 셀 내에서 기지국과 사용자 단말 간에 듀플렉싱 모드로서 시분할 듀플렉싱(TDD) 모드 또는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 모드로 서로 통신하며, 상기 셀은 TDD 모드에 상응하는 TDD 영역과 FDD 모드에 상응하는 FDD 영역으로 구분되고, (a) 사용자 단말의 위치 정보와 상기 사용자 단말과 기지국 간의 트래픽의 정보를 획득하는 단계; 및 (b) 상기 사용자 단말이 상기 TDD 영역과 상기 FDD 영역의 경계인 TDD 경계를 이동하는 경우 상기 트래픽의 특성에 따라서 상기 사용자 단말에 대한 듀플렉싱 모드를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[16] 여기서, 상기 (b) 단계는, 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 상기 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 결정할 수 있다.

- [17] 또한, 상기 (b) 단계는, TDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 TDD 영역에서 상기 FDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 TDD 모드를 유지하거나 또는 FDD 모드로 전환할 수 있다. 이때 상기 (b) 단계는, (b1) 상기 사용자 단말의 상향 링크 및 하향 링크 트래픽 양을 가지고 상기 트래픽의 비대칭성의 정도를 나타내는 파라미터를 계산하는 단계; 및 (b2) 상기 계산된 파라미터를 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라 TDD 모드를 유지하거나 또는 FDD 모드로 전환하는 단계를 포함할 수 있다.
- [18] 또한, 상기 (b) 단계는, FDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 FDD 영역에서 상기 TDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 FDD 모드를 유지하거나 또는 TDD 모드로 전환할 수 있다. 이때 상기 (b) 단계는, (b1) 상기 사용자 단말의 상향 링크 및 하향 링크 트래픽 양을 가지고 상기 트래픽의 비대칭성의 정도를 나타내는 파라미터를 계산하는 단계; 및 (b2) 상기 계산된 파라미터를 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라 FDD 모드를 유지하거나 또는 TDD 모드로 전환하는 단계를 포함할 수 있다.
- [19] 또한, 상기 TDD 경계는 상기 셀 내의 TDD 트래픽과 FDD 트래픽의 분포에 따라 적응적으로 결정될 수 있다. 이때 상기 셀의 적어도 일부가 서로 다른 주파수 자원이 할당되는 복수 개의 섹터로 구분되고, 각 섹터마다 상기 TDD 경계가 독립적으로 결정될 수 있다.
- [20] 여기서, 상기 각 섹터마다 상기 TDD 경계를 독립적으로 결정함에 있어서, 해당 섹터 내의 TDD 트래픽과, FDD 트래픽의 분포에 따라 적응적으로 상기 TDD 경계를 결정할 수 있다. 이때 상기 TDD 경계는, 상기 해당 섹터 내의 TDD 모드의 여유 트래픽과, FDD 모드의 여유 트래픽의 비율에 따라서 결정될 수 있다. 여기서, 상기 TDD 경계를 결정하는 방법은, 상기 TDD 모드의 여유 트래픽과 상기 FDD 모드의 여유 트래픽의 비율을 나타내는 파라미터를 계산하는 단계; 상기 계산된 파라미터를 제1 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라 선택적으로 상기 TDD 경계를 확장하는 단계; 및 상기 계산된 파라미터를 제2 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라 선택적으로 상기 TDD 경계를 축소하는 단계를 포함할 수 있다.
- [21] 또한, 상기 셀의 주변 셀로부터의 간섭에 따라서 각 섹터마다 상기 TDD 경계가 가질 수 있는 최대값이 결정될 수 있다. 이때 상기 TDD 경계가 가질 수 있는 최대값은, 상기 셀의 주변 셀의 기지국으로부터 취합된 사용자 분포 모델과 송신 전력 정보를 바탕으로 추정된 해당 섹터에서의 신호대 간섭잡음비에 따라서 결정될 수 있다.
- [22] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 따른, 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치는, 동일 셀 내에서 기지국과 사용자 단말 간에 듀플렉싱 모드로서 시분할 듀플렉싱(TDD) 모드 또는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 모드로 서로 통신하며, 상기 셀은 TDD 모드에 상응하는 TDD 영역과 FDD 모드에 상응하는 FDD 영역으로 구분되고, 사용자 단말의 위치

정보와 상기 사용자 단말과 기지국 간의 트래픽의 정보를 획득하는 단말 위치 및 트래픽 정보 획득부; 및 상기 사용자 단말이 상기 TDD 영역과 상기 FDD 영역의 경계인 TDD 경계를 이동하는 경우 상기 트래픽의 특성에 따라서 상기 사용자 단말에 대한 듀플렉싱 모드를 결정하는 듀플렉싱 모드 결정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[23] 여기서, 상기 듀플렉싱 모드 결정부는, 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 상기 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 결정할 수 있다. 이때 상기 듀플렉싱 모드 결정부는, TDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 TDD 영역에서 상기 FDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 TDD 모드를 유지하거나 또는 FDD 모드로 전환할 수 있다. 또한, 상기 듀플렉싱 모드 결정부는, FDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 FDD 영역에서 상기 TDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 FDD 모드를 유지하거나 또는 TDD 모드로 전환할 수 있다.

[24] 또한 상기 듀플렉싱 모드 결정 장치는, 상기 셀 내의 TDD 트래픽과 FDD 트래픽의 분포에 따라 적응적으로 상기 TDD 경계를 결정하는 TDD 경계 정보 갱신부를 더 포함할 수 있다. 이때 상기 셀의 적어도 일부가 서로 다른 주파수 자원이 할당되는 복수 개의 섹터로 구분되고, 상기 TDD 경계 정보 갱신부는 각 섹터마다 상기 TDD 경계를 독립적으로 결정할 수 있다.

[25] 또한, 상기 듀플렉싱 모드 결정 장치는, 상기 셀의 주변 셀로부터의 간섭에 따라서 각 섹터마다 상기 TDD 경계가 가질 수 있는 최대값을 결정하는 TDD 한계 영역 결정부를 더 포함할 수 있다.

유리한 효과

[26] 상기된 본 발명에 의하면, 무선 통신 시스템에서 사용자 단말의 위치 정보뿐만 아니라 트래픽 특성까지 고려하여 듀플렉싱 모드를 결정하고, 셀에 할당된 FDD 자원과 TDD 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 종래 하이브리드 듀플렉싱 방식 기반의 무선 통신 시스템의 예를 나타낸다.

[28] 도 2는 종래 하이브리드 듀플렉싱 방식 기반의 무선 통신 시스템의 다른 문제점을 설명하기 위한 참고도이다.

[29] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법을 위한 셀 구조와 주파수 할당을 나타낸다.

[30] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 듀플렉싱 모드 결정 방법의 흐름도이다.

[31] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 TDD 경계를 적응적으로 결정하는 방법의 흐름도이다.

[32] 도 6은 본 발명의 일 실시예에서 각 섹터 별로 TDD 경계가 단위 거리만큼 확장 또는 축소되는 모습을 나타낸 도면이다.

- [33] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치의 블록도이다.
- [34] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라서 사용자의 이동 속도에 따른 드로핑(dropping) 확률을 시뮬레이션한 결과를 나타낸 도면이다.
- [35] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라서 비대칭 트래픽을 요구하는 사용자의 비율에 따른 드로핑 확률을 시뮬레이션한 결과를 나타낸 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [36] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 이하 설명 및 첨부된 도면들에서 실질적으로 동일한 구성요소들은 각각 동일한 부호들로 나타냄으로써 중복 설명을 생략하기로 한다. 또한 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [37] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법을 위한 셀 구조와 주파수 할당을 나타낸다.
- [38] 본 실시예에 따른 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법은 동일 셀 내에서 기지국과 사용자 단말 간에 듀플렉싱 모드로서 TDD 모드 또는 FDD 모드로 서로 통신하며, 셀은 TDD 모드에 상응하는 TDD 영역과 FDD 모드에 상응하는 FDD 영역으로 구분된다.
- [39] 도 3 (a)에 도시된 셀 구조를 참조하면, 셀의 일부 안쪽 영역, 예를 들어 도시된 바와 같이 점선으로 표시된 경계 내부(이하 "TDD 섹터 영역"이라 하자)가 서로 다른 주파수 자원이 할당되는 복수 개(본 실시예에서는 3개)의 섹터로 구분된다. 도 3의 (a) 및 (b)를 참조하면, 기본적으로 TDD 섹터 영역의 각 섹터에는 서로 다른 주파수 자원 f1, f2, f3가 할당되어 있으며, TDD 섹터 영역 바깥의 FDD 영역에는 그와 또 다른 주파수 자원이 할당되어 있다.
- [40] 그리고 각 섹터는 다시 TDD 영역과 FDD 영역을 구분하는 경계인 TDD 경계(도시된 실선)로 나누어진다. 각 섹터의 TDD 경계는 섹터 별로 트래픽의 분포에 따라서 독립적으로 결정된다. 그리고 각 섹터마다 TDD 경계를 이동하는 이동하는 사용자 단말의 듀플렉싱 모드는 해당 사용자 단말의 트래픽의 특성에 따라 결정된다.
- [41] 또한, 각 섹터의 TDD 경계는 일정 간격의 비연속적인 경계

$$\kappa_{i,j} R$$

로 정의된다. 이때 TDD 경계는 가장 커질 수 있는 최대값

$$\kappa_{\max} R$$

과 가장 작아질 수 있는 최소값

$$\kappa_{\min} R$$

사이의 값을 가질 수 있다. 여기서, R 은 셀의 반경이며

$$K_{i,j}$$

는 j 번째 셀의 i 번째 섹터에 해당하는 TDD 영역의 반경을 나타내는 계수이다. 따라서

$$K_{i,j}$$

는 다음 수학적식과 같이 표현될 수 있다.

[42] 수학적식 1

$$0 < K_{\min} < K_{i,j} < K_{\max} < 1$$

[43] 기지국은 셀 내의 트래픽 분포에 따라서 적응적으로 변화하는 TDD 경계까지 TDD 모드의 서비스를 제공할 수 있도록 송신 전력을 조절한다. 따라서 TDD 경계 밖에서, 즉 TDD 경계로부터 TDD 섹터 영역의 경계 사이에서 TDD로 동작하는 사용자 단말을 위해서는 추가적인 송신 전력을 필요로 하게 된다.

[44] TDD 경계의 최대값으로부터 셀의 경계까지(

$$K_{\max} R$$

~

$$R$$

)는 FDD 방식으로만 운영되며, 셀 중심부로부터 TDD 경계의 최소값까지($0 \sim$

$$K_{\min} R$$

)는 TDD 방식으로만 운영된다. 그리고 TDD 경계의 최대값과 최소값 사이(

$$K_{\min} R$$

~

$$K_{\max} R$$

)의 영역은, 기본적으로 FDD 영역에서는 FDD 방식으로, TDD 영역에서는 TDD 방식으로 운영되나, 다만 TDD 경계를 이동하는 사용자 단말은 해당 사용자 단말과 기지국 간의 트래픽 특성에 따라서 기지국의 선택에 따라 원래의 듀플렉싱 모드를 유지하거나 이동하는 영역에 상응하는 듀플렉싱 모드로 전환한다. 따라서 FDD 모드로 동작하는 사용자 단말은

$$K_{\min} R$$

에서 셀 경계까지 분포하게 되며, TDD 모드로 동작하는 사용자 단말은 셀 중앙에서

$$K_{\max} R$$

까지 분포하게 된다.

[45] 한편, 각 섹터마다의 TDD 경계는 일정 주기마다 갱신하며, 이를 위해 다음 수학적식과 같이 TDD 영역의 반경을 나타내는 계수를 일정 주기

T

마다 일정 단위

a

만큼 변화시킬 수 있다.

[46] 수학적식 2

$$\kappa_{i,j}(t+T) = \kappa_{i,j}(t) \pm a, \quad 0 < a < 1$$

[47] 상기된 셀 구조와 각 사용자 단말의 듀플렉싱 모드 결정 방법에 의하여, 기본적으로 사용자의 위치에 따라서 TDD 모드와 FDD 모드가 결정이 되며, 사용자 단말이 TDD 경계를 이동할 때, 즉 TDD 영역에서 FDD 영역으로 이동하거나 FDD 영역에서 TDD 영역으로 이동할 때 해당 사용자 단말의 트래픽 속성에 따라 듀플렉싱 방식을 결정한다. 또한, 전체 셀의 트래픽 분포에 따라서 TDD 경계를 적응적으로 결정한다.

[48] 먼저, 각 사용자 단말에 대하여 듀플렉싱 모드를 결정하는 방법의 구체적인 실시예를 설명하기로 한다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 듀플렉싱 모드 결정 방법의 흐름도를 나타낸다. 본 실시예에서 기지국은 기본적으로 사용자 단말의 위치에 따라서 듀플렉싱 모드를 결정하고, TDD 경계를 이동하는 사용자 단말의 경우 트래픽 특성을 고려한 어떤 조건을 만족하는지에 따라서 현재 듀플렉싱 모드를 유지할 것인지 다른 모드로 전환할 것인지를 결정한다. 이하에서는 현재 사용자 단말이 TDD 영역에 위치한다면 TDD 모드로, FDD 영역에 위치한다면 FDD 모드로 동작하고 있음을 전제로 설명하기로 한다.

[49] 기지국은, 사용자 단말의 위치 정보와 사용자 단말과 기지국 간의 상향 링크 및 하향 링크의 트래픽 정보를 획득한다(400단계). 한편, 기지국은 각 섹터의 TDD 경계에 관한 정보를 가지고 있으며, 이 정보는 주기적으로 계속 갱신된다. 기지국은 사용자 단말이 TDD 경계를 이동하는지 모니터링하고(410단계), 사용자 단말이 TDD 경계를 이동하는 경우 트래픽 비대칭성의 정도를 나타내는 파라미터를 계산한다(415단계). k 번째 사용자 단말에 대한 상기 파라미터 λ_k 는 다음 수학적식과 같이 계산될 수 있다.

[50] 수학적식 3

$$\lambda_k = \frac{\max\{\omega_k^{up}, \omega_k^{down}\}}{\min\{\omega_k^{up}, \omega_k^{down}\}}$$

[51] 여기서,

ω_k^{up}

과

ω_k^{down}

은 각각 k 번째 사용자 단말의 상향 링크 및 하향 링크의 실제 트래픽 양을

나타낸다. 상기 수학식을 참조하면, λ_k 의 값이 클수록 트래픽의 비대칭성이 크다는 것을 의미한다.

- [52] TDD 경계를 이동하는 사용자 단말이 TDD 영역에서 FDD 영역으로 이동하는 사용자 단말이라면(420단계), 다음 수학식이 동시에 만족되는지 검사한다(425단계).

- [53] 수학식 4

$$\lambda_k \leq \varepsilon,$$

$$\omega_{total,FDD} - \omega_{FDD} \geq 2 \times \max \{ \omega_k^{up}, \omega_k^{down} \}$$

- [54] 첫 번째 식에서

ε

은 미리 정의되는 값으로서 FDD 방식으로 자원을 이용하는 경우에 극복 가능한 트래픽의 비대칭성의 임계값이다. 즉, λ_k 가

ε

보다 작은 한 FDD 방식을 적용하여도 자원 이용의 비효율성이 크게 문제가 되지 않음을 의미한다. 그리고 두 번째 식은 FDD 영역에서 더 수용할 수 있는 트래픽이 k 번째 단말을 FDD 모드로 동작시킨다면 요구될 트래픽보다 크거나 같은지를 의미한다. 여기서

$\omega_{total,FDD}$

는 FDD 영역의 주파수 대역의 수용 가능한 총 트래픽 양을,

ω_{FDD}

는 현재 FDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합을 나타낸다.

ω_{FDD}

는 다음 수학식에 따라 계산될 수 있다.

- [55] 수학식 5

$$\omega_{FDD} = \sum_{k=1}^N \omega_{k,FDD}$$

- [56] 여기서, N은 FDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말의 개수를 나타낸다.
[57] 따라서 상기된 수학식 4가 만족되는 경우, 해당 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 TDD 모드에서 FDD 모드로 전환한다(430단계).

- [58] 한편, 상기된 수학식 4를 만족하지 않는다면, 해당 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 TDD 모드로 유지한다(440단계). 이 경우 사용자 단말은 TDD 영역을 벗어나 기지국으로부터 더 멀어졌으므로 해당 사용자 단말의 사용 주파수에 추가적인 송신 전력을 할당하는 것이 바람직하다. 듀플렉싱 모드가 유지된 사용자 단말에 대해서는 주기적으로 다시 425단계에서 상기 수학식 4를

만족하는지 검사하고, 만족한다면 듀플렉싱 모드를 FDD 모드로 전환한다(430단계).

- [59] TDD 경계를 이동하는 사용자 단말이 FDD 영역에서 TDD 영역으로 이동하는 사용자 단말이라면(420단계), 다음 수학적식이 동시에 만족되는지 검사한다(445단계).

- [60] 수학적식 6

$$\lambda_k > \varepsilon$$

- [61] $\omega_{i,total,TDD} - \omega_{i,TDD} \geq \omega_{k,i}^{up} + \omega_{k,i}^{down}$
첫 번째 식은, λ_k 가

ε

보다 크게 되면, 비대칭성이 크므로 자원 이용의 비효율성을 줄이기 위해 TDD 모드가 적용되어야 할 필요가 있음을 의미한다. 그리고 두 번째 식은 i 번째 섹터의 TDD 영역에서 더 수용할 수 있는 트래픽이 k 번째 단말을 TDD 모드로 동작시킨다면 요구될 트래픽보다 크거나 같은지를 의미한다. 여기서,

$$\omega_{i,total,TDD}$$

는 해당 사용자 단말이 속한 i 번째 섹터의 TDD 영역이 할당받은 주파수 대역이 수용 가능한 총 트래픽 양을 의미하며,

$$\omega_{i,TDD}$$

는 현재 i 번째 섹터에서 TDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합을 나타낸다.

$$\omega_{i,TDD}$$

는 다음 수학적식에 따라 계산될 수 있다.

- [62] 수학적식 7

$$\omega_{i,TDD} = \sum_{k=1}^{K_i} \omega_{k,i,TDD}$$

- [63] 여기서,

$$K_i$$

는 i 번째 섹터에서 TDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말의 개수를 나타낸다.

- [64] 따라서 상기된 수학적식 6이 만족되는 경우, 해당 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 FDD 모드에서 TDD 모드로 전환한다(450단계).

- [65] 한편, 상기된 수학적식 6을 만족하지 않는다면, 해당 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 FDD 모드로 유지한다(455단계). FDD 모드로 유지된 사용자 단말에

대해서는 주기적으로 다음 수학적식을 만족하는지 검사하고(460단계), 만족한다면 듀플렉싱 모드를 FDD 모드에서 TDD 모드로 전환한다(450단계).

[66] 수학적식 8

$$\omega_{FDD} > \alpha ,$$

$$\omega_{i,total,TDD} - \omega_{i,TDD} \geq \omega_{k,i}^{up} + \omega_{k,i}^{down}$$

[67] 상기된 수학적식 8의 두 번째 식은 상기 수학적식 6의 두 번째와 같으며, 첫 번째 식은 현재 FDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합이 소정 임계값

α

를 넘어서는 경우에 TDD 영역 내에서 FDD 모드로 동작하는 사용자 단말을 TDD 모드로 전환하기 위한 것이다. 이렇게 함으로써, FDD 자원에 트래픽이 집중되는 것을 방지하게 된다.

[68] 상술한 실시예에서, 듀플렉싱 모드의 전환 또는 유지는 다음과 같이 수행할 수 있다. 사용자 단말이 기지국으로부터 수신하는 파일럿 신호에 듀플렉싱 모드의 전환을 나타내기 위한 지표를 포함시킨다. 기지국에서 어떤 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 전환하기로 결정된 경우, 파일럿 신호의 상기 지표를 0에서 1로, 또는 1에서 0으로 변화시킨다. 그러면 사용자 단말은 기지국으로부터 수신한 파일럿 신호의 상기 지표가 변화함에 따라서 다음 프레임에서 자신의 듀플렉싱 모드가 전환될 것임을 알 수 있고, 해당 사용자 단말은 다음 프레임에서 다른 듀플렉싱 모드로 동작하면서 전환을 완료한다.

[69] 이제, 전체 셀의 트래픽 분포에 따라서 TDD 경계를 적응적으로 결정하는 방법의 구체적인 실시예를 설명하기로 한다. 본 실시예에서는, 하이브리드 듀플렉싱 환경에서 셀 내부에 다수의 비연속적인 TDD 경계를 정의하고, TDD 모드와 FDD 모드의 트래픽 분포를 고려하여 TDD 경계를 적응적으로 확장하거나 또는 축소한다.

[70] 이미 설명한 바와 같이 이동하는 사용자 단말의 트래픽 속성에 따라서 각 사용자 단말 별로 듀플렉싱 모드가 결정됨에 따라서 셀 내의 TDD 모드와 FDD 모드의 트래픽은 보다 비균일하게 분포될 수 있다. 특히 경우에 따라 셀 중심부나 셀 외곽으로 TDD 모드 혹은 FDD 모드로 동작하는 사용자 단말들이 집중되는 현상이 빈번하게 일어날 수 있다.

[71] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 TDD 경계를 적응적으로 결정하는 방법의 흐름도이다. 이하 설명되는 실시예는 셀 내의 여러 섹터들 중 i 번째 섹터에 대한 것으로, 본 실시예에 따른 방법은 각 섹터마다 독립적으로 수행된다.

[72] 일정 주기마다, TDD 섹터 영역의 i 번째 섹터에 대하여 그 섹터에 해당하는 TDD 모드의 여유 트래픽과 FDD 모드의 여유 트래픽의 비율을 나타내는

파라미터

γ_i

를 다음 수학식에 따라 계산한다(510단계).

[73] 수학식 9

$$\gamma_i = \frac{(\omega_{i,total,TDD} - \omega_{i,TDD}) / \omega_{i,total,TDD}}{(\omega_{total,FDD} - \omega_{FDD}) / \omega_{total,FDD}}$$

[74] 여기서,

$\omega_{i,total,TDD}$

는 i 번째 섹터의 TDD 영역이 할당받은 주파수 대역이 수용 가능한 총 트래픽 양을,

$\omega_{i,TDD}$

는 현재 i 번째 섹터에서 TDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합을,

$\omega_{total,FDD}$

는 FDD 영역의 주파수 대역의 수용 가능한 총 트래픽 양을,

ω_{FDD}

는 현재 FDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합을 나타낸다. 따라서 상기 수학식 9는

γ_i

가 클수록 TDD 모드의 여유 트래픽이 더 많음을,

γ_i

가 작을수록 FDD 모드의 여유 트래픽이 더 많음을 의미한다.

[75] 따라서 본 실시예에서는 상기

γ_i

를 소정 임계값과 비교하고, 현재 FDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합

ω_{FDD}

를 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라서 TDD 경계를 확장한다.

구체적으로, 다음 수학식에 따른 조건을 만족하는지 검사하고(520단계),

만족하는 경우 TDD 경계를 확장한다(530단계). TDD 경계의 확장은 상기된 수학식 2에서 TDD 영역의 반경을 나타내는 계수를 일정 단위

a

만큼 증가시킴으로써 할 수 있다.

[76] 수학식 10

- $\gamma_i \geq \eta_E$,
 $\omega_{FDD} > \beta_E$
 [77] 여기서
 η_E
 와
 β_E
 는 각각 TDD 경계 확장을 위해
 γ_i
 와 비교하기 위한 임계값과
 ω_{FDD}
 와 비교하기 위한 임계값을 나타낸다.
- [78] TDD 경계의 확장은 상기된 수학식 2에서 TDD 영역의 반경을 나타내는 계수를
 상기 일정 단위
 a
 만큼 증가시킴으로써 할 수 있다.
- [79] 이와 동시에, 상기
 γ_i
 를 다른 소정 임계값과 비교하고, 현재 i 번째 섹터에서 TDD 모드로 서비스를
 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합
 $\omega_{i,TDD}$
 를 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라서 TDD 경계를 축소한다.
 구체적으로, 다음 수학식에 따른 조건을 만족하는지 검사하고(540단계),
 만족하는 경우 TDD 경계를 축소한다(550단계). TDD 경계의 축소는 상기된
 수학식 2에서 TDD 영역의 반경을 나타내는 계수를 일정 단위
 a
 만큼 감소시킴으로써 할 수 있다.
- [80] 수학식 11
 $\gamma_i \leq \eta_S$,
 $\omega_{i,TDD} > \beta_S$
- [81] 여기서,
 η_S
 와
 β_S
 는 각각 TDD 경계 축소를 위해
 γ_i

와 비교하기 위한 임계값과

$$\omega_{i,TDD}$$

와 비교하기 위한 임계값을 나타낸다.

- [82] 한편, TDD 경계의 확장 및 축소가 연속적으로 반복해서 일어날 때 그 회수가 미리 정해진 회수 M 번을 초과할 경우 새롭게 확장된 TDD 영역 내에서 신규 TDD 모드로 동작하는 사용자 단말에는 서비스를 일시적으로 제한하는 것이 바람직하다. 또한, 인접 셀과의 간섭을 고려하여 미리 정해진 TDD 경계의 한계 영역(TDD 섹터 영역)을 넘어서 TDD 경계가 확장되지 않도록 한다.
- [83] 도 6은 본 발명의 일 실시예에서 각 섹터 별로 TDD 경계가 단위 거리만큼 확장 또는 축소되는 모습을 나타낸 도면이다. 도 6을 참조하면, TDD 경계는 최소 반경 $d' (=$
- $$\kappa_{\min} R$$
-)와 최대 반경 $d (=$
- $$\kappa_{\max} R$$
-) 사이에서 단위 거리만큼 축소되거나 확장된다.
- [84] 나아가, 본 발명의 일 실시예에서, 주변 셀의 사용자 분포와 간섭을 고려하여, 사용자 단말 별로 주파수 대역을 할당하고, TDD 경계를 적응적으로 운영함에 있어서의 TDD 경계의 한계 영역을 결정하도록 한다.
- [85] 당해 셀 내의 기준 기지국은 주변 셀의 기지국으로부터 주파수 대역 할당 정보, 사용자 단말 분포 모델, 주변 셀에서 요구하는 각 섹터에 대한 TDD 경계 값과 각 섹터 별 송신 전력을 취합한다.
- [86] 당해 셀에서 FDD 영역에서 TDD 모드로 동작하는 사용자 단말들은 주변 셀과의 간섭에 취약해지므로, 그 사용자 단말들을 위한 주파수 대역은 상기 취합된 주변 셀의 주파수 대역 할당 정보 등을 토대로 인접 셀의 외곽에 분포하는 사용자 단말들이 사용하는 주파수 영역과 중복되지 않게 우선적으로 할당한다.
- [87] 또한, 취합된 사용자 단말 분포 모델을 바탕으로 주변 셀의 대응하는 섹터에 사용자 단말이 얼마나 집중되어 있는지를 나타내는 가중치를 정의하고, 이 가중치를 부여하여 상향 링크 전송에서의 당해 셀과 주변 셀 간의 간섭을 계산하고, 이를 이용하여 상향 링크 신호대 간섭잡음비(SINR)를 추정한다. 그리고 취합된 각 섹터 별 송신 전력 정보를 기반으로 하향 링크 전송에서의 당해 셀과 주변 셀 간의 간섭을 계산하고, 이를 이용하여 하향 링크 신호대 간섭잡음비를 추정한다.
- [88] 이렇게 계산된 상향 링크 및 하향 링크 신호대 간섭잡음비를 바탕으로 각 섹터 별로 TDD 경계의 한계 영역을 결정한다. 구체적으로, 신호대 간섭잡음비가 클수록 한계 영역의 반경을 작게, 신호대 간섭잡음비가 작을수록 한계 영역의

반경을 크게 결정한다. 한계 영역의 반경은 이미 설명된 TDD 경계의 최대값을 나타내는 계수

$$K_{\max}$$

로 정의될 수 있다.

- [89] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치의 블록도로서, 셀의 기지국에 구비된다. 본 실시예에 따른 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치에서는 상술한 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법이 수행되며, 따라서 이하 생략된 내용이라 하더라도 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치에도 적용된다. 도시된 바와 같이, 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치는 TDD 및 FDD 자원 이용 상황 획득부(710), 듀플렉싱 모드 결정부(720), 단말 위치 및 트래픽 정보 획득부(730), TDD 경계 정보 갱신부(740), TDD 한계 영역 결정부(750), 주변 셀 정보 획득부(760)를 포함하여 이루어진다.
- [90] 단말 위치 및 트래픽 정보 획득부(730)는 셀 내의 사용자 단말들의 위치 정보와 각 사용자 단말과 기지국 간의 상향 링크 및 하향 링크의 트래픽 정보를 획득한다.
- [91] TDD 및 FDD 자원 이용 상황 획득부(710)는 셀 내의 TDD 및 FDD 자원 이용 상황, 예를 들면 셀 내에서 FDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합, 각 섹터에서 TDD 모드로 서비스를 받고 있는 사용자 단말들의 트래픽의 합 등에 관한 정보를 획득한다. 그 외에도 TDD 및 FDD 자원 이용 상황 획득부(710)는 FDD 영역의 주파수 대역의 수용 가능한 총 트래픽 양과 각 섹터의 TDD 영역이 할당받은 주파수 대역이 수용 가능한 총 트래픽 양 등에 관한 정보를 가지고 있다.
- [92] TDD 경계 정보 갱신부(740)는 셀의 각 섹터마다의 TDD 경계에 관한 정보를 저장하고 있으며, 셀 내의 트래픽 분포에 따라서 TDD 경계를 적응적으로 결정한다. TDD 경계 정보 갱신부(740)는 TDD 및 FDD 자원 이용 상황 획득부(710)로부터 TDD 경계의 확장 또는 축소를 위한 얻어진 정보를 입력받고 그에 따라서 주기적으로 각 섹터마다 TDD 경계를 그대로 유지하거나, 확장 또는 축소하는 등 TDD 경계 정보를 갱신한다. TDD 경계는 이미 설명된 각 섹터마다의 TDD 영역의 반경을 나타내는 계수
- $$K_{i,j}$$
- 로 정의될 수 있으며, 후술할 듀플렉싱 모드 결정부(720)는 이 계수 정보를 참조하여 TDD 경계 정보를 알 수 있다. TDD 경계 정보 갱신부(740)의 동작은 도 5에 따른 TDD 경계를 적응적으로 결정하는 방법에 관련된 설명과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [93] 듀플렉싱 모드 결정부(720)는 단말 위치 및 트래픽 정보 획득부(730)에 의해 얻어진 사용자 단말의 위치 정보와 트래픽 정보, TDD 및 FDD 자원 이용 상황

획득부(710)에서 얻어진 TDD 및 FDD 자원 이용 상황에 관한 정보, 그리고 TDD 경계 정보 갱신부(740)로부터의 TDD 경계 정보를 이용하여, 사용자 단말이 TDD 경계를 이동하는 경우 그 사용자 단말의 트래픽 특성에 따라서 그에 대한 듀플렉싱 모드를 전환 또는 유지할 것인지 결정한다. 듀플렉싱 모드 결정부(720)의 동작은 도 4에 따른 듀플렉싱 모드 결정 방법에 관련된 설명과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

- [94] 듀플렉싱 모드 결정부(720)에서 결정된 결과는 파일럿 신호에 듀플렉싱 모드의 전환을 나타내기 위한 지표로서 미도시된 송신 장치를 통해 해당 사용자 단말로 전송된다.
- [95] 주변 셀 정보 획득부(760)는 주변 셀의 기지국으로부터 주파수 대역 할당 정보, 사용자 단말 분포 모델, 주변 셀에서 요구하는 각 섹터에 대한 TDD 경계 값과 각 섹터 별 송신 전력을 취합한다. 이를 위하여 본 실시예에서 각 기지국들은 자신의 셀에서의 상기된 정보들을 주기적으로 주변 기지국들로 전송한다.
- [96] TDD 한계 영역 결정부(750)는 주변 셀의 사용자 분포와 간섭을 고려하여, TDD 경계를 적응적으로 운영함에 있어서의 TDD 경계의 한계 영역을 결정한다. 그리고 한계 영역의 결정하는 값으로서 이미 설명한 TDD 경계의 최대값을 나타내는 계수

$$K_{\max}$$

를 정하여 TDD 경계 정보 갱신부(740)로 전달할 수 있다. 그러면 TDD 경계 정보 갱신부(740)는 각 섹터의 TDD 경계를 결정함에 있어서 TDD 한계 영역 결정부(750)가 정한 한계 영역을 넘어서 TDD 경계가 확장되지 않도록 할 수 있다. TDD 한계 영역 결정부(750)의 동작은 이미 설명한, TDD 경계를 적응적으로 운영함에 있어서의 TDD 경계의 한계 영역을 결정하는 과정과 동일하므로 구체적인 설명은 생략한다.

- [97] 도 8 및 도 9는 각각 상술한 본 발명의 실시예에 따라서 사용자의 이동 속도에 따른 드로핑(dropping) 확률 및 비대칭 트래픽을 요구하는 사용자의 비율에 따른 드로핑 확률을 시뮬레이션한 결과를 나타낸 도면이다. 본 시뮬레이션에서는, 세 가지 유형의 시나리오를 가정하였으며, 이는 다음 표와 같다. 첫 번째 시나리오는 베스트(best) 유형으로서 주변 셀들이 TDD 영역을 최소로 운영하는 경우이며, 두 번째 시나리오는 보통(normal) 유형으로서 주변 셀들이 각 섹터마다 랜덤한 TDD 경계로 TDD 영역을 운영하는 경우이고, 세 번째 시나리오는 워스트(worst) 유형으로서 주변 셀들이 TDD 영역을 최대로 운영하는 경우이다. 베스트 유형은 주변 셀과의 간섭이 상대적으로 가장 작은 환경에 해당하고 워스트 유형은 주변 셀과의 간섭이 상대적으로 가장 큰 환경에 해당한다.

- [98] 표 1

BEST	주변 셀들이 TDD 영역을 최소로 운영하는 경우
NORMAL	주변 셀들이 각 섹터마다 랜덤한 TDD 경계로 TDD 영역을 운영하는 경우
WORST	주변 셀들이 TDD 영역을 최대로 운영하는 경우

- [99] 도 8 및 도 9에는 각 유형에 대하여 종래의 하이브리드 듀플렉싱 운영에 따른 드로핑 확률이 함께 표시되어 있다. 도 8을 참조하면, 사용자 단말의 평균 속도가 높아질수록 베스트 유형과 보통 유형에서 종래의 하이브리드 듀플렉싱 운영에 비하여 개선되는 양이 더 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 도 9를 참조하면, 비대칭 트래픽을 요구하는 사용자가 많을수록 전반적으로 드로핑 확률이 증가하는데, 역시 종래의 하이브리드 듀플렉싱 운영에 비하여 개선되는 양이 더 증가하는 것을 알 수 있다.
- [100] 상술한 본 발명에 의하면, 하이브리드 듀플렉싱 환경의 셀에서 복수 개의 섹터로 TDD 섹터 영역을 구분하고, TDD 영역과 FDD 영역을 구분하는 TDD 경계를 각 섹터 마다 정의하여, 사용자 단말의 트래픽의 특성과 셀 내의 트래픽의 분포를 바탕으로 TDD 영역과 FDD 영역을 이동하는 사용자 단말의 효율적인 트래픽 관리와 지속적인 서비스를 제공할 수 있다. TDD 경계를 이동하는 사용자 단말의 트래픽 특성과 현재 사용되고 있는 트래픽 상황에 따라 각 사용자 단말 별로 듀플렉싱 모드의 선택이 가능하게 함으로써 자원 사용의 효율성을 극대화할 수 있다. 이와 더불어 셀 내의 트래픽 분포에 따라서 TDD 경계를 적응적으로 결정함으로써 TDD와 FDD에 따라 다르게 정의되는 트래픽의 특성에 유연하게 대처함과 동시에 TDD와 FDD의 각 모드에서 사용자 트래픽의 비대칭성에 따른 자원의 비효율적인 사용을 최소화할 수 있다. 또한 주변 셀과의 간섭으로부터 보호하기 위해 주변 셀의 사용자 분포와 간섭을 고려하여 사용자 단말 별로 간섭의 피해를 줄일 수 있는 주파수 대역을 할당하고, TDD 경계의 최대 확장 범위를 정하여 TDD 영역의 확대에 따른 간섭의 증가도 방지할 수 있다. 따라서 본 발명은 사용자 단말의 트래픽 특성과 이동을 바탕으로 하이브리드 듀플렉싱 환경에서 지속적이고 자원의 효율성을 증대시킬 수 있는 시스템으로 적용이 가능하다.
- [101] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 전송)와 같은 저장매체를 포함한다.
- [102] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의

본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [1] 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 방법에 있어서,
동일 셀 내에서 기지국과 사용자 단말 간에 듀플렉싱 모드로서 시분할
듀플렉싱(TDD) 모드 또는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 모드로 서로
통신하며, 상기 셀은 TDD 모드에 상응하는 TDD 영역과 FDD 모드에
상응하는 FDD 영역으로 구분되고,
(a) 사용자 단말의 위치 정보와 상기 사용자 단말과 기지국 간의 트래픽의
정보를 획득하는 단계; 및
(b) 상기 사용자 단말이 상기 TDD 영역과 상기 FDD 영역의 경계인 TDD
경계를 이동하는 경우 상기 트래픽의 특성에 따라서 상기 사용자 단말에
대한 듀플렉싱 모드를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는
듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [2] 제1항에 있어서,
상기 (b) 단계는, 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 상기 사용자 단말의
듀플렉싱 모드를 결정하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [3] 제2항에 있어서,
상기 (b) 단계는, TDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 TDD 영역에서
상기 FDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 TDD
모드를 유지하거나 또는 FDD 모드로 전환하는 것을 특징으로 하는
듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [4] 제3항에 있어서,
상기 (b) 단계는,
(b1) 상기 사용자 단말의 상향 링크 및 하향 링크 트래픽 양을 가지고 상기
트래픽의 비대칭성의 정도를 나타내는 파라미터를 계산하는 단계; 및
(b2) 상기 계산된 파라미터를 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라 TDD
모드를 유지하거나 또는 FDD 모드로 전환하는 단계를 포함하는 것을
특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [5] 제2항에 있어서,
상기 (b) 단계는, FDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 FDD 영역에서
상기 TDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 FDD
모드를 유지하거나 또는 TDD 모드로 전환하는 것을 특징으로 하는
듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [6] 제5항에 있어서,
상기 (b) 단계는,
(b1) 상기 사용자 단말의 상향 링크 및 하향 링크 트래픽 양을 가지고 상기
트래픽의 비대칭성의 정도를 나타내는 파라미터를 계산하는 단계; 및
(b2) 상기 계산된 파라미터를 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라 FDD

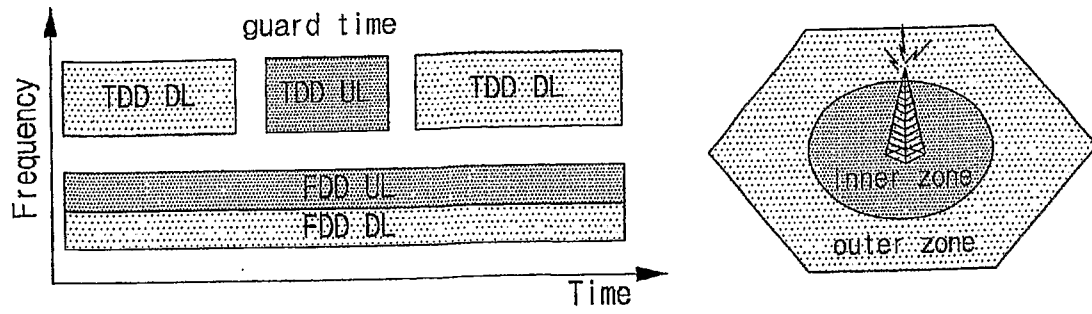
모드를 유지하거나 또는 TDD 모드로 전환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.

- [7] 제1항에 있어서,
상기 TDD 경계는 상기 셀 내의 TDD 트래픽과 FDD 트래픽의 분포에 따라 적응적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [8] 제7항에 있어서,
상기 셀의 적어도 일부가 서로 다른 주파수 자원이 할당되는 복수 개의 섹터로 구분되고, 각 섹터마다 상기 TDD 경계가 독립적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [9] 제8항에 있어서,
상기 각 섹터마다 상기 TDD 경계를 독립적으로 결정함에 있어서,
해당 섹터 내의 TDD 트래픽과, FDD 트래픽의 분포에 따라 적응적으로
상기 TDD 경계를 결정하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [10] 제9항에 있어서,
상기 TDD 경계는, 상기 해당 섹터 내의 TDD 모드의 여유 트래픽과, FDD
모드의 여유 트래픽의 비율에 따라서 결정되는 것을 특징으로 하는
듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [11] 제10항에 있어서,
상기 TDD 경계를 결정하는 방법은,
상기 TDD 모드의 여유 트래픽과 상기 FDD 모드의 여유 트래픽의 비율을
나타내는 파라미터를 계산하는 단계;
상기 계산된 파라미터를 제1 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라
선택적으로 상기 TDD 경계를 확장하는 단계; 및
상기 계산된 파라미터를 제2 소정 임계값과 비교하여 그 결과에 따라
선택적으로 상기 TDD 경계를 축소하는 단계를 포함하는 것을 특징으로
하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [12] 제8항에 있어서,
상기 셀의 주변 셀로부터의 간섭에 따라서 각 섹터마다 상기 TDD 경계가
가질 수 있는 최대값이 결정되는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정
방법.
- [13] 제12항에 있어서,
상기 TDD 경계가 가질 수 있는 최대값은, 상기 셀의 주변 셀의
기지국으로부터 취합된 사용자 분포 모델과 송신 전력 정보를 바탕으로
추정된 해당 섹터에서의 신호대 간섭잡음비에 따라서 결정되는 것을
특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 방법.
- [14] 무선통신 시스템에서의 하이브리드 듀플렉싱 운영 장치에 있어서,
동일 셀 내에서 기지국과 사용자 단말 간에 듀플렉싱 모드로서 시분할
듀플렉싱(TDD) 모드 또는 주파수 분할 듀플렉싱(FDD) 모드로 서로

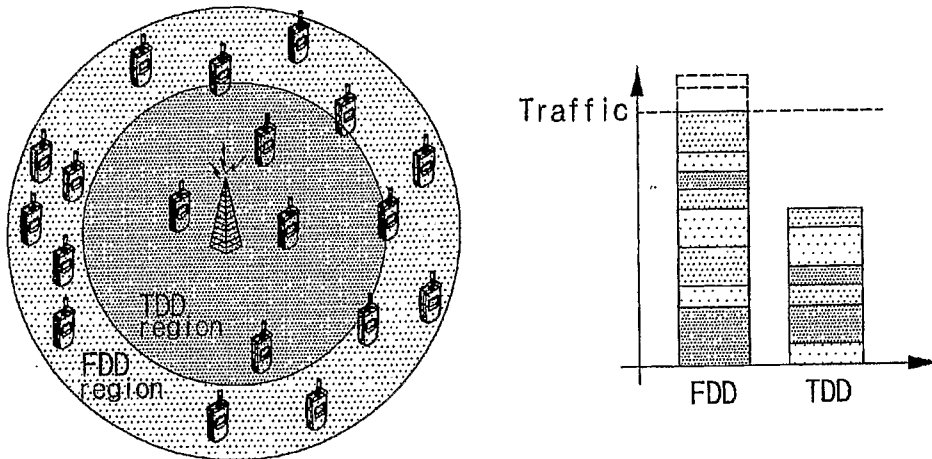
통신하며, 상기 셀은 TDD 모드에 상응하는 TDD 영역과 FDD 모드에 상응하는 FDD 영역으로 구분되고,
 사용자 단말의 위치 정보와 상기 사용자 단말과 기지국 간의 트래픽의 정보를 획득하는 단말 위치 및 트래픽 정보 획득부; 및
 상기 사용자 단말이 상기 TDD 영역과 상기 FDD 영역의 경계인 TDD 경계를 이동하는 경우 상기 트래픽의 특성에 따라서 상기 사용자 단말에 대한 듀플렉싱 모드를 결정하는 듀플렉싱 모드 결정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.

- [15] 제14항에 있어서,
 상기 듀플렉싱 모드 결정부는, 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 상기 사용자 단말의 듀플렉싱 모드를 결정하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.
- [16] 제15항에 있어서,
 상기 듀플렉싱 모드 결정부는,
 TDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 TDD 영역에서 상기 FDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 TDD 모드를 유지하거나 또는 FDD 모드로 전환하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.
- [17] 제15항에 있어서,
 상기 듀플렉싱 모드 결정부는,
 FDD 모드로 통신하는 사용자 단말이 상기 FDD 영역에서 상기 TDD 영역으로 이동하는 경우 상기 트래픽의 비대칭성에 따라서 FDD 모드를 유지하거나 또는 TDD 모드로 전환하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.
- [18] 제14항에 있어서,
 상기 셀 내의 TDD 트래픽과 FDD 트래픽의 분포에 따라 적응적으로 상기 TDD 경계를 결정하는 TDD 경계 정보 갱신부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.
- [19] 제18항에 있어서,
 상기 셀의 적어도 일부가 서로 다른 주파수 자원이 할당되는 복수 개의 섹터로 구분되고,
 상기 TDD 경계 정보 갱신부는 각 섹터마다 상기 TDD 경계를 독립적으로 결정하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.
- [20] 제19항에 있어서,
 상기 셀의 주변 셀로부터의 간섭에 따라서 각 섹터마다 상기 TDD 경계가 가질 수 있는 최대값을 결정하는 TDD 한계 영역 결정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀플렉싱 모드 결정 장치.

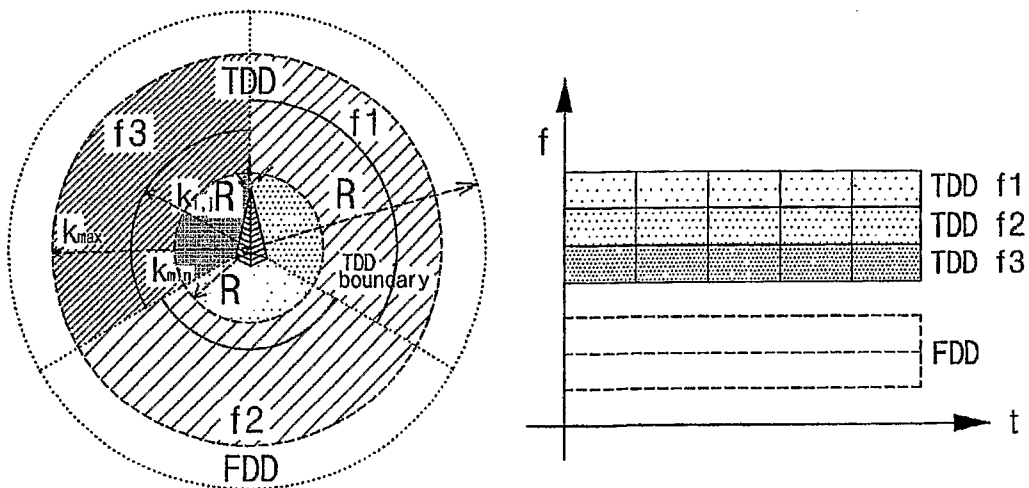
[Fig. 1]



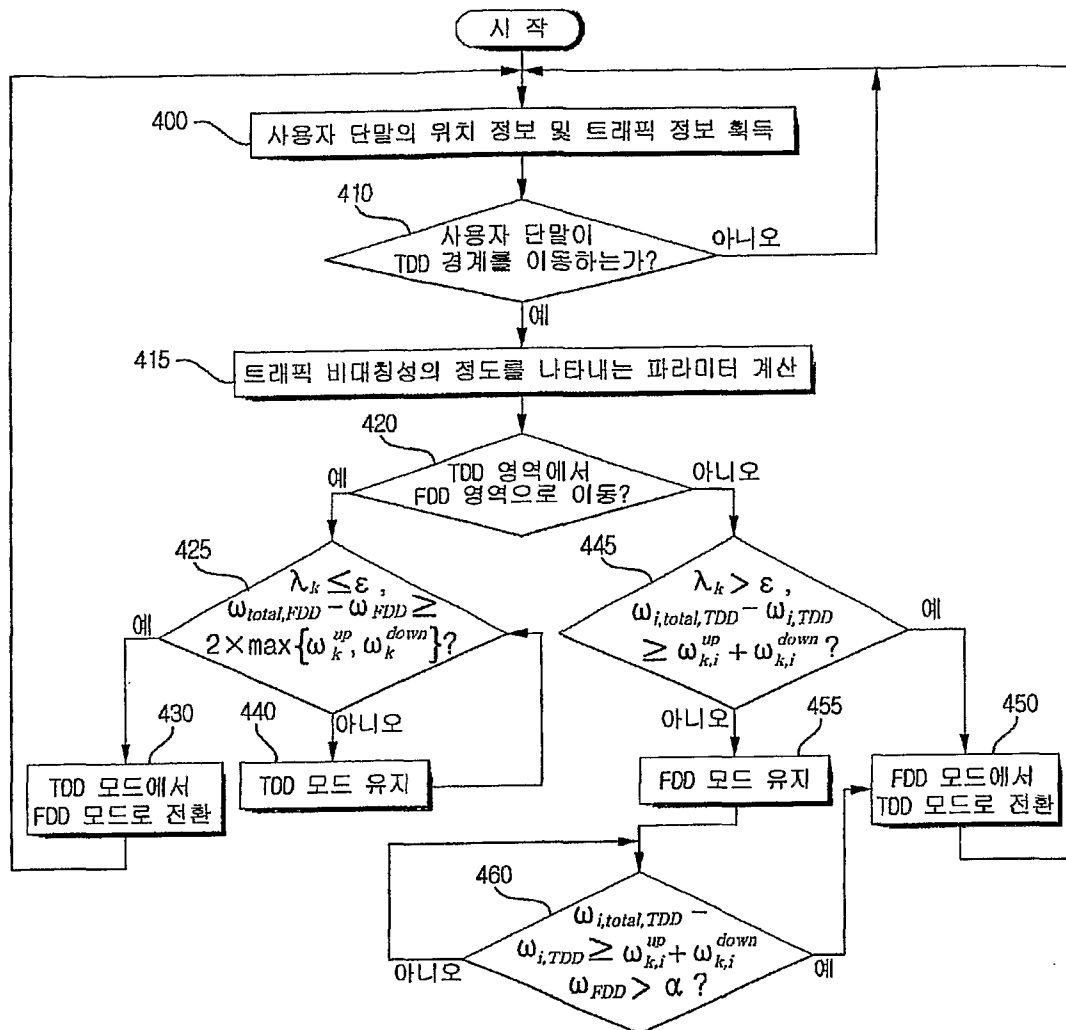
[Fig. 2]



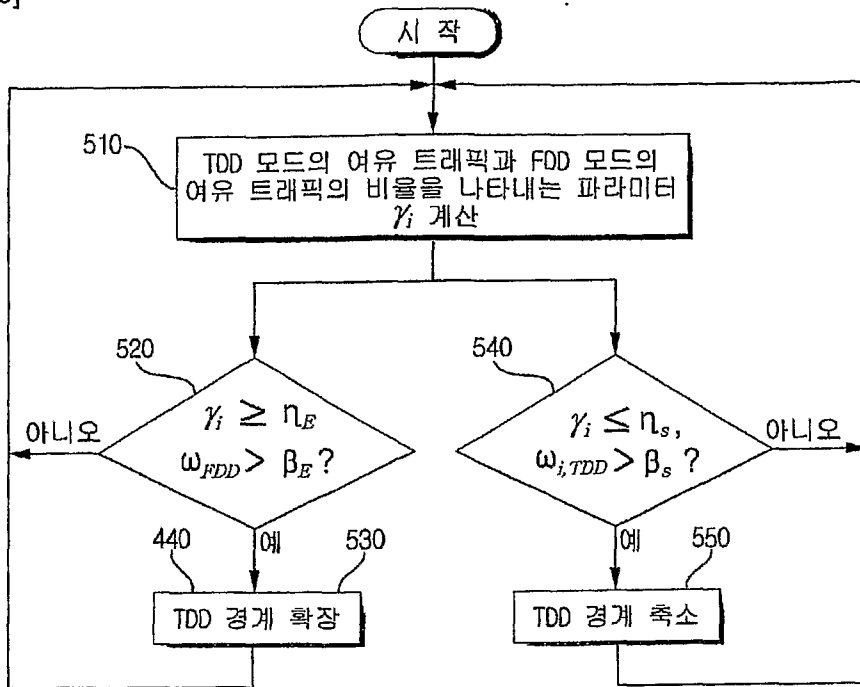
[Fig. 3]



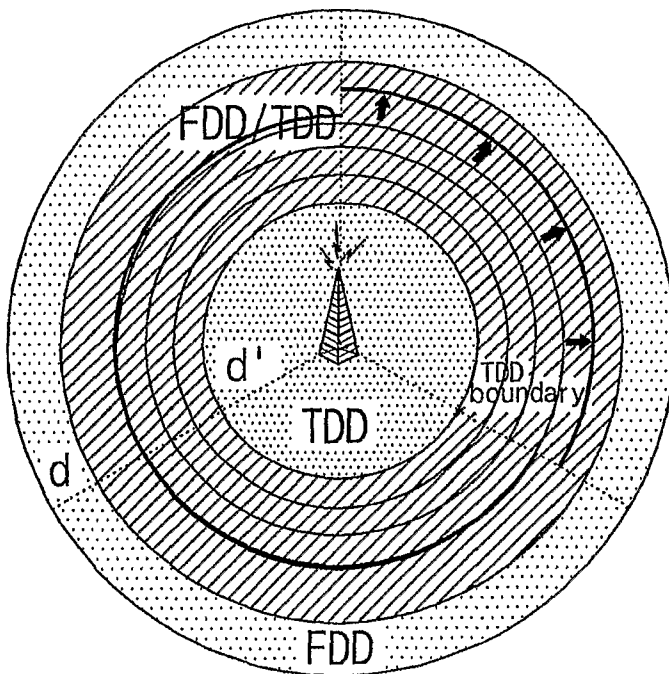
[Fig. 4]



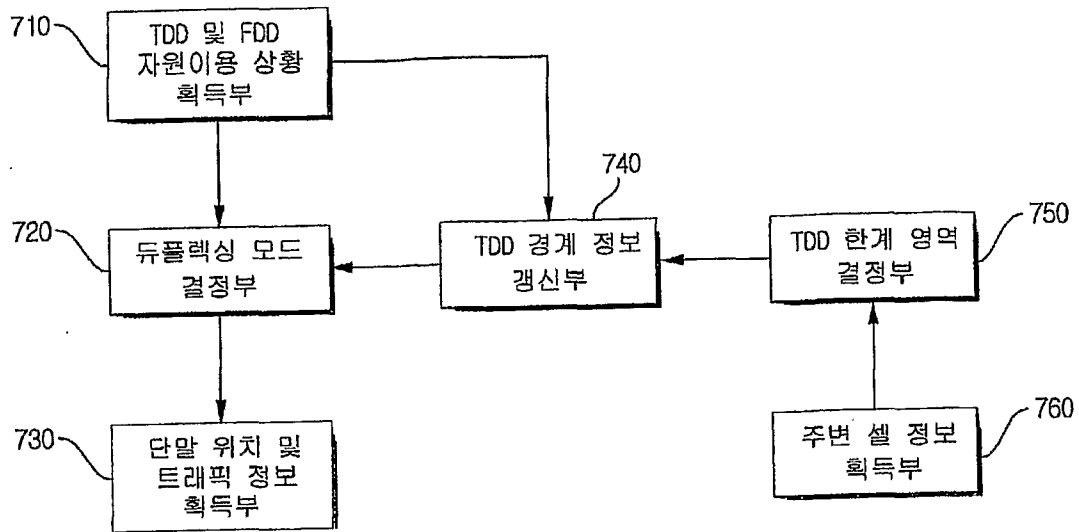
[Fig. 5]



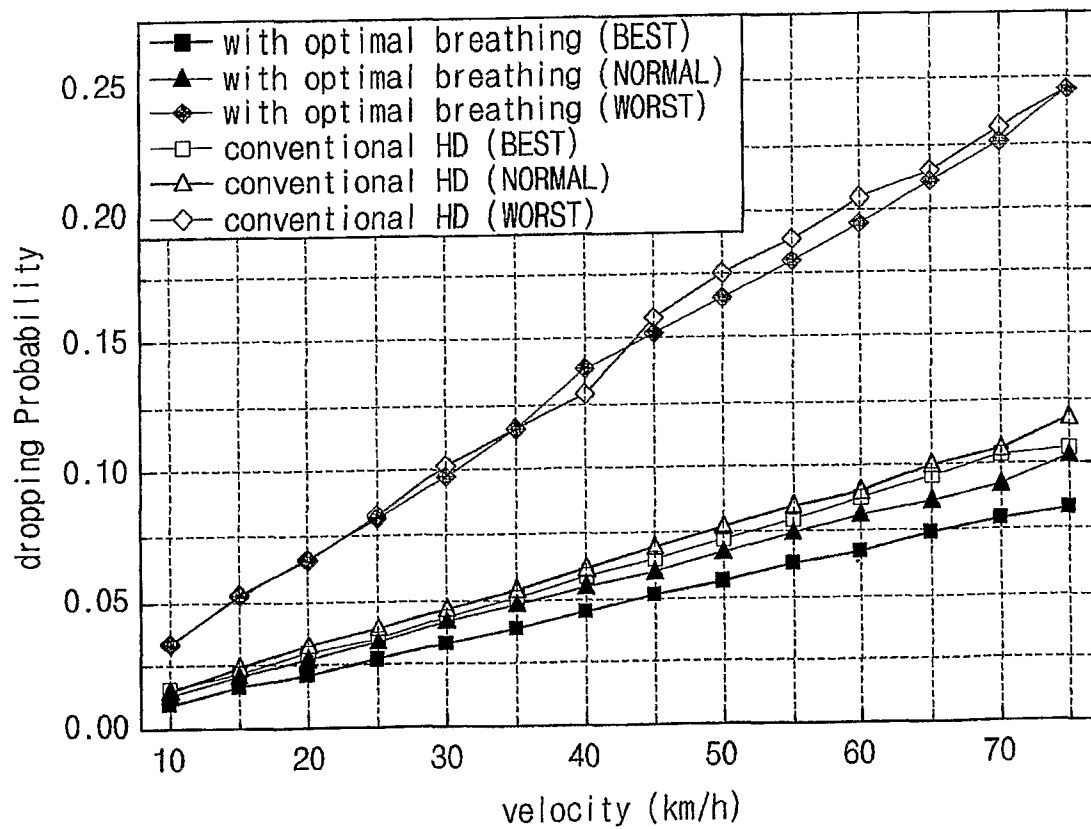
[Fig. 6]



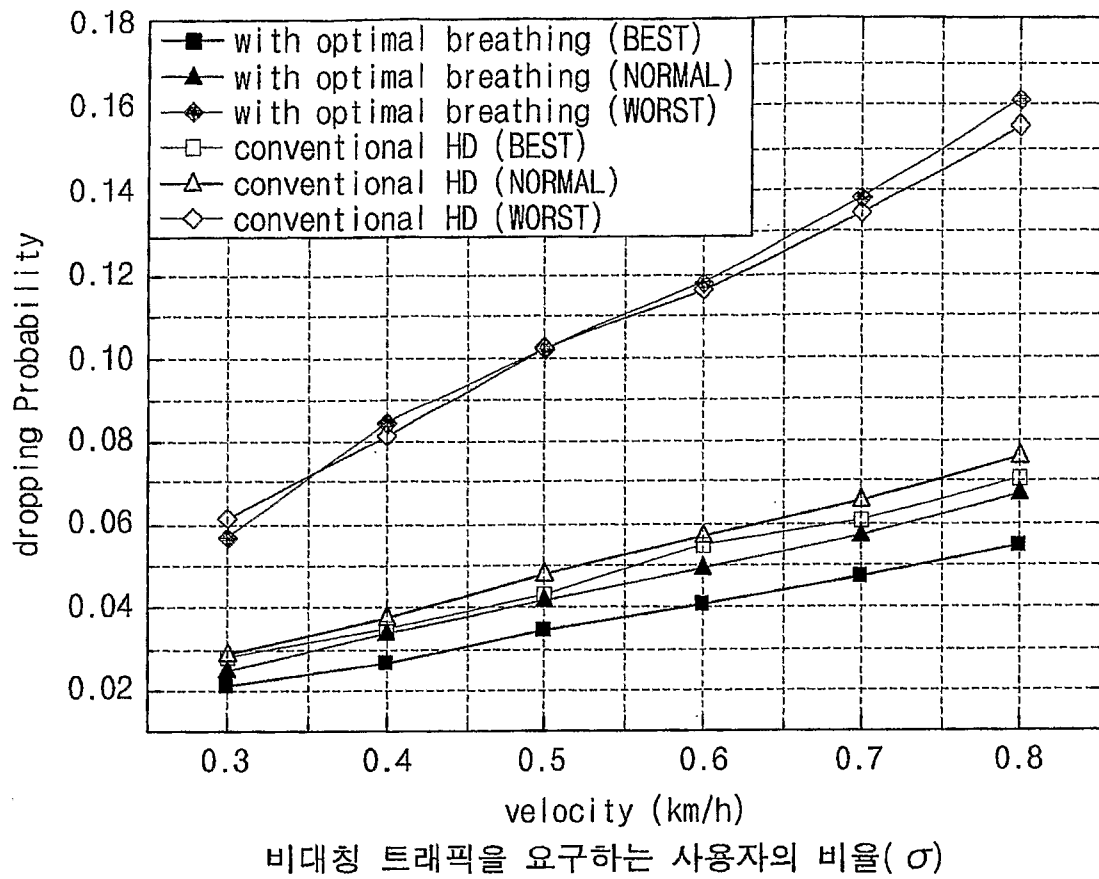
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2009/000469**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04W 88/10(2009.01)i, H04W 88/06(2009.01)i, H04W 28/18(2009.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 88/10; H04B 1/52; H04B 7/14; H04B 7/155; H04B 7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: hybrid, duplexing

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2006-0064926 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 14 June 2006 See abstract, claims 1-3 and figure 5.	1-20
A	KR 10-2006-0031927 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 14 April 2006 See abstract, claim 1 and figure 5.	1-20
A	KR 10-0747083 B1 (KOREA UNIVERSITY INDUSTRIAL & ACADEMIC COLLABORATION FOUNDATION) 08 August 2007 See abstract, claim 1 and figure 9.	1-20
A	KR 10-2004-0069569 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 06 August 2004 See abstract, claim 11 and figure 1.	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 FEBRUARY 2010 (02.02.2010)

Date of mailing of the international search report

09 FEBRUARY 2010 (09.02.2010)

Name and mailing address of the ISA/

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2009/000469

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 10-2006-0064926 A	14.06.2006	EP 1670277 A1 US 2006-0126558 A1	14.06.2006 15.06.2006
KR 10-2006-0031927 A	14.04.2006	EP 1646256 A1 US 2006-0077931 A1 US 7391751 B2	12.04.2006 13.04.2006 24.06.2008
KR 10-0747083 B1	08.08.2007	NONE	
KR 10-2004-0069569 A	06.08.2004	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04W 88/10(2009.01)i, H04W 88/06(2009.01)i, H04W 28/18(2009.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04W 88/10; H04B 1/52; H04B 7/14; H04B 7/155; H04B 7/26

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 하이브리드, 듀플렉싱

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2006-0064926 A (삼성전자주식회사) 2006.06.14 요약, 청구항 1-3항 및 도면 5 참조.	1-20
A	KR 10-2006-0031927 A (삼성전자주식회사) 2006.04.14 요약, 청구항 1항 및 도면 5 참조.	1-20
A	KR 10-0747083 B1 (고려대학교 산학협력단) 2007.08.08 요약, 청구항 1항 및 도면 9 참조.	1-20
A	KR 10-2004-0069569 A (삼성전자주식회사) 2004.08.06 요약, 청구항 11항 및 도면 1 참조.	1-20

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2010년 02월 02일 (02.02.2010)

국제조사보고서 발송일

2010년 02월 09일 (09.02.2010)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 선사로 139,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

강갑연

전화번호 82-42-481-8477



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-2006-0064926 A

2006.06.14

EP 1670277 A1

2006.06.14

US 2006-0126558 A1

2006.06.15

KR 10-2006-0031927 A

2006.04.14

EP 1646256 A1

2006.04.12

US 2006-0077931 A1

2006.04.13

US 7391751 B2

2008.06.24

KR 10-0747083 B1

2007.08.08

없음

KR 10-2004-0069569 A

2004.08.06

없음