

(11) 공개번호 10-2024-0074905
(43) 공개일자 2024년05월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) *H04B 15/00* (2006.01)
H04B 7/0456 (2017.01) *H04L 5/00* (2006.01)
H04L 5/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H04B 7/0626 (2013.01)
H04B 15/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2024-7016080(분할)

(22) 출원일자(국제) 2017년08월22일
심사청구일자 없음

(62) 원출원 특허 10-2023-7006280
원출원일자(국제) 2017년08월22일
심사청구일자 2023년03월06일

(85) 번역문제출일자 2024년05월14일

(86) 국제출원번호 PCT/US2017/047963

(87) 국제공개번호 WO 2018/039200
국제공개일자 2018년03월01일

(30) 우선권주장
62/380,126 2016년08월26일 미국(US)
15/682,076 2017년08월21일 미국(US)

(71) 출원인
리어덴 엘엘씨
미국 캘리포니아 마운틴 뷰 스위트 디 에스. 휘스만 로드 211 (우: 94041)

(72) 발명자
필만, 스티븐 지.
미국 94107 캘리포니아 샌프란시스코 브라이언트 스트리트355 스위트 110
포렌자, 안토니오
미국 94107 캘리포니아 샌프란시스코 브라이언트 스트리트355 스위트 110
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹

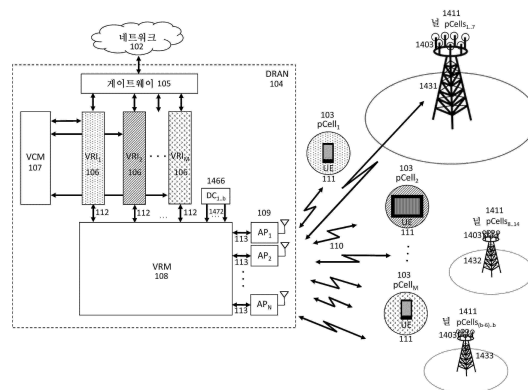
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 간섭을 완화시키기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

대역 외 트레이닝 신호들을 사용하여 대역 외 수신기들에 대한 간섭을 완화시키는 시스템들 및 방법들이 설명된다.

대표도 - 도14



(52) CPC특허분류

H04B 7/0456 (2013.01)

H04L 5/0005 (2013.01)

H04L 5/14 (2021.01)

(72) 발명자

디 디오, 마리오

미국 94107 캘리포니아 샌프란시스코 브라이언트
스트리트355 스위트 110

사이비, 파디

미국 94107 캘리포니아 샌프란시스코 브라이언트
스트리트355 스위트 110

명세서

청구범위

청구항 1

명세서 및 도면들에 개시된 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 2016년 8월 26일자로 출원된 미국 가특허 출원 제62/380,126호의 이익을 주장한다.

[0003] 본 출원은 또한 발명의 명칭이 "능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum)"인 2014년 4월 16일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/980,479호의 이익 및 그에 대한 우선권을 주장하는, 발명의 명칭이 "능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Concurrent Spectrum Usage Within Actively Used Spectrum)"인 2015년 3월 27일자로 출원된 미국 출원 제14/672,014호의 일부 계속 출원이며, 이들 모두는 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0004] 본 출원은 하기의 공계류 중인 미국 특허 출원 및 미국 가출원에 관련될 수 있다:

[0005] 발명의 명칭이 "분산 안테나 무선 시스템에서 가상 무선 인스턴스를 코히런스의 물리적 영역에 맵핑하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Mapping Virtual Radio Instances into Physical Areas of Coherence in Distributed Antenna Wireless Systems)"인 미국 출원 제14/611,565호

[0006] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology)"인 미국 출원 제14/086,700호

[0007] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신에서 채널 가역성을 이용한 무선 주파수 교정을 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Radio Frequency Calibration Exploiting Channel Reciprocity in Distributed Input Distributed Output Wireless Communications)"인 미국 출원 제13/844,355호

[0008] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology)"인 미국 출원 제13/797,984호

[0009] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology)"인 미국 출원 제13/797,971호

[0010] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Exploiting Inter-cell Multiplexing Gain in Wireless Cellular Systems Via Distributed Input Distributed Output Technology)"인 미국 출원 제13/797,950호

[0011] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 시스템에서 공간 다이버시티를 향상시키기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods to enhance spatial diversity in distributed-input distributed-output wireless systems)"인 미국 출원 제13/475,598호

[0012] 발명의 명칭이 "다중 사용자 스펙트럼의 계획적 진화 및 구식화를 위한 시스템 및 방법(System and Methods for planned evolution and obsolescence of multiuser spectrum)"인 미국 출원 제13/233,006호

- [0013] 발명의 명칭이 "무선 시스템에서 코히런스의 영역을 이용하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods to Exploit Areas of Coherence in Wireless Systems)"인 미국 출원 제13/232,996호
- [0014] 발명의 명칭이 "클라이언트의 검출된 속도에 기초하여 상이한 분산 입력 분산 출력(DIDO) 네트워크들 사이의 클라이언트의 핸드오프를 관리하기 위한 시스템 및 방법(System And Method For Managing Handoff Of A Client Between Different Distributed-Input-Distributed-Output (DIDO) Networks Based On Detected Velocity Of The Client)"인 미국 출원 제12/802,989호
- [0015] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력(DIDO) 통신 시스템에서의 간섭 관리, 핸드오프, 전력 제어 및 링크 적응 (Interference Management, Handoff, Power Control And Link Adaptation In Distributed-Input Distributed-Output (DIDO) Communication Systems)"인 미국 출원 제12/802,988호
- [0016] 발명의 명칭이 "DIDO 다중 반송파 시스템에서 링크 적응을 위한 시스템 및 방법(System And Method For Link adaptation In DIDO Multicarrier Systems)"인 미국 출원 제12/802,975호
- [0017] 발명의 명칭이 "다수의 DIDO 클러스터를 횡단하는 클라이언트의 클러스터 간 핸드오프를 관리하기 위한 시스템 및 방법(System And Method For Managing Inter-Cluster Handoff Of Clients Which Traverse Multiple DIDO Clusters)"인 미국 출원 제12/802,974호
- [0018] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력(DIDO) 네트워크에서 전력 제어 및 안테나 그룹화를 위한 시스템 및 방법 (System And Method For Power Control And Antenna Grouping In A Distributed-Input-Distributed-Output (DIDO) Network)"인 미국 출원 제12/802,958호
- [0019] 발명의 명칭이 "분산 안테나 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method For Distributed Antenna Wireless Communications)"인 2016년 7월 5일자로 허여된 미국 특허 제9,386,465호
- [0020] 발명의 명칭이 "사용자 클러스터링을 통해 분산 무선 시스템에서 송신을 조정하기 위한 시스템 및 방법(Systems And Methods To Coordinate Transmissions In Distributed Wireless Systems Via User Clustering)"인 2016년 6월 14일자로 허여된 미국 특허 제9,369,888호
- [0021] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 시스템에서 도플러 효과를 보상하기 위한 시스템 및 방법(System and Methods to Compensate for Doppler Effects in Distributed-Input Distributed Output Systems)"인 2016년 4월 12일자로 허여된 미국 특허 제9,312,929호
- [0022] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 시스템에서 무선 백홀을 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods for Wireless Backhaul in Distributed-Input Distributed-Output Wireless Systems)"인 2015년 3월 24일자로 허여된 미국 특허 제8,989,155호
- [0023] 발명의 명칭이 "신호 세기 측정에 기초하여 DIDO 간섭 제거를 조절하기 위한 시스템 및 방법(System and Method for Adjusting DIDO Interference Cancellation Based On Signal Strength Measurements)"인 2015년 3월 3일자로 허여된 미국 특허 제8,971,380호
- [0024] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communications)"인 2014년 2월 18일자로 허여된 미국 특허 제8,654,815호
- [0025] 발명의 명칭이 "다중 반송파 시스템에서 DIDO 프리코딩 보간을 위한 시스템 및 방법(System and Method for DIDO Precoding Interpolation in Multicarrier Systems)"인 2013년 10월 29일자로 허여된 미국 특허 제 8,571,086호
- [0026] 발명의 명칭이 "사용자 클러스터링을 통해 분산 무선 시스템에서 송신을 조정하기 위한 시스템 및 방법(Systems and Methods To Coordinate Transmissions In Distributed Wireless Systems Via User Clustering)"인 2013년 9월 24일자로 허여된 미국 특허 제8,542,763호
- [0027] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communications)"인 2013년 4월 23일자로 허여된 미국 특허 제8,428,162호
- [0028] 발명의 명칭이 "신호 세기 측정에 기초하여 DIDO 간섭 제거를 조절하기 위한 시스템 및 방법(System And Method For Adjusting DIDO Interference Cancellation Based On Signal Strength Measurements)"인 2012년 5월 1일자로 허여된 미국 특허 제8,170,081호

- [0029] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method For Distributed Input-Distributed Output Wireless Communications)"인 2012년 4월 17일자로 허여된 미국 특허 제8,160,121호;
- [0030] 발명의 명칭이 "공간-시간 코딩을 이용하여 "NVIS"(Near Vertical Incidence Skywave) 통신을 향상시키기 위한 시스템 및 방법(System and Method For Enhancing Near Vertical Incidence Skywave ("NVIS") Communication Using Space-Time Coding)"인 2011년 2월 8일자로 허여된 미국 특허 제7,885,354호.
- [0031] 발명의 명칭이 "공간 다중화 대류권 산란 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method For Spatial-Multiplexed Tropospheric Scatter Communications)"인 2010년 5월 4일자로 허여된 미국 특허 제7,711,030호;
- [0032] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication)"인 2009년 12월 22일자로 허여된 미국 특허 제7,636,381호;
- [0033] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication)"인 2009년 12월 15일자로 허여된 미국 특허 제7,633,994호;
- [0034] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication)"인 2009년 10월 6일자로 허여된 미국 특허 제7,599,420호;
- [0035] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법(System and Method for Distributed Input Distributed Output Wireless Communication)"인 2008년 8월 26일자로 허여된 미국 특허 제7,418,053호.

배경 기술

- [0036] 무선 통신 시스템들에서는 흔히 주파수 분할 듀플렉스("FDD") 및 시간 분할 듀플렉스("TDD") 모드들 양측 모두가 사용된다. 예를 들어, LTE 표준은 FDD 및 TDD 모드들 양측 모두를 지원하며, 다른 예로서, 802.11 버전(예컨대, Wi-Fi)은 TDD 동작 모드를 지원한다.
- [0037] LTE의 경우, 소위 E-UTRA("Evolved UMTS Terrestrial Radio Access") 무선 인터페이스 내에서 다양한 번호매김된 대역이 정의된다. 각각의 E-UTRA 대역은 특정 대역 번호를 특정할 뿐만 아니라, 대역이 FDD인지 아니면 TDD인지 그리고 어떤 대역폭이 대역 내에서 지원되는지 정의한다(예컨대, E-UTRA 대역들의 목록 및 그들의 사양에 대해 http://en.wikipedia.org/wiki/LTE_frequency_bands#Frequency_bands_and_channel_bandwidths 참조). 예를 들어, 대역 7은 업링크("UL")의 경우에 2,500 내지 2,570 MHz의 주파수 범위를 그리고 다운링크("DL")의 경우에 2,620 내지 2,690의 주파수 범위를 사용하는 것으로 정의된 FDD 대역이고, 각각의 UL 및 DL 대역들 내에서 5, 10, 15, 및 20 MHz 신호 대역폭을 지원한다.
- [0038] 많은 경우에 있어서, E-UTRA 대역들은 중첩된다. 예를 들어, 상이한 대역들은 상이한 마켓들 또는 영역들에 할당된 공통 스펙트럼일 수 있다. 예를 들어, 대역 41은 UL 및 DL 양측 모두의 경우에 2,496 내지 2,690 MHz의 주파수 범위를 사용하는 TDD 대역인데, 이는 FDD 대역 7에서의 UL 및 DL 범위 양측 모두와 중첩된다(예컨대, 도 16a 및 도 16b 참조). 현재, 대역 41은 미국에서 Sprint에 의해 사용되지만, 대역 7은 캐나다의 접경지역에서 Rogers Wireless에 의해 사용된다. 따라서, 미국에서 2,500 내지 2,570 MHz는 TDD 스펙트럼이지만, 캐나다에서 그 동일한 주파수 범위는 FDD 스펙트럼에 대한 UL이다.
- [0039] 전형적으로, 모바일 디바이스는, 무선 네트워크에의 접속 시, 하나 이상의 기지국들로부터의 송신들의 대역 검색을 스캔할 것이고, 전형적으로, 접속 절차 동안, 기지국은 네트워크의 특성들, 예컨대 네트워크에 의해 사용되는 대역폭, 및 사용 중인 프로토콜의 세부사항을 송신할 것이다. 예를 들어, LTE 디바이스가 미국에서 2,620 내지 2,690 MHz를 스캔하는 경우, 그것은 스펙트럼을 대역 41로서 식별하는 eNodeB에 의해 송신된 LTE DL 프레임을 수신할 수 있으며, LTE 디바이스가 대역 41 및 TDD를 지원하는 경우, 그것은 해당 대역에서 TDD 모드로 eNodeB에 접속하고자 시도할 수 있다. 유사하게, LTE 디바이스가 캐나다에서 2,620 내지 2,690 MHz를 스캔하는 경우, 그것은 스펙트럼을 대역 7로서 식별하는 eNodeB에 의해 송신된 LTE DL 프레임을 수신할 수 있으며, LTE 디바이스가 대역 7 및 FDD를 지원하는 경우, 그것은 대역 7에서 FDD 모드로 eNodeB에 접속하고자 시도할 수 있다.
- [0040] 대부분의 초창기 LTE 네트워크들은 전세계에 사용된 FDD 모드를 활용했지만(예컨대, Verizon, AT&T), 대규모

FDD 커버리지가 있는 마켓, 예컨대 (Sprint가 TDD를 활용하고 있는) 미국, 그리고 대규모 LTE 커버리지를 아직 갖고 있지 않은 마켓, 예컨대 (China Mobile이 TDD를 활용하고 있는) 중국 양측 모두에서, 점점 더 TDD 모드가 사용되고 있다. 많은 경우에 있어서, 단일 운용자가 상이한 주파수들에서 FDD 및 TDD 양측 모두를 활용하고 있고(예컨대, Sprint는 미국에서 상이한 주파수들에서 FDD LTE 및 TDD LTE 양측 모두를 운용함), 사용되는 대역에 따라 모드들 양측 모두에서 동작할 수 있는 LTE 디바이스들을 제공할 수 있다.

[0041] LTE 대역들의 E-UTRA 목록은 결코 최종 목록이 아니라, 오히려, 새로운 스펙트럼이 모바일 운용자들에게 할당되고 해당 스펙트럼을 사용할 디바이스들이 특정됨에 따라 진화한다는 것에 유의해야 한다. 새로운 대역들은 현재 대역이 그의 주파수들과 중첩되지 않는 스펙트럼, 및 대역들이 이전 대역 할당의 주파수들과 중첩되는 스펙트럼 양측 모두에서 특정된다. 예를 들어, 대역 44, 즉 703 내지 803 MHz에 걸친 TDD 대역은, 더 오래된 700 MHz FDD 대역들, 예컨대 대역들 12, 13, 14, 및 17이 특정된 지 수 년 후에 E-UTRA 대역으로서 추가되었다.

[0042] 도 6에서 알 수 있는 바와 같이, 사용된 모바일 데이터의 대부분은 고도로 대칭적인 음성 데이터(예컨대, Q1 2007)였다. 그러나, 2007년의 iPhone의 등장, 그리고 2009년의 Android의 신속한 채택 및 이어서 iPad의 등장으로, 비음성 모바일 데이터는, 음성 데이터가 모바일 데이터 트래픽의 적은 부분이었던 2013년 중반까지 음성 데이터의 성장을 빠르게 추월했다. 비음성 데이터는 계속해서 지속적으로 성장하여, 음성 데이터를 점점 더 왜소해 보이게 할 것으로 예상된다.

[0043] 도 7에서 알 수 있는 바와 같이, 비음성 모바일 데이터는 주로 미디어, 예컨대 스트리밍 비디오, 오디오, 및 웹 브라우징(그 중 많은 부분이 스트리밍 비디오를 포함함)이 우세하다. 일부 스트리밍 미디어가 (예컨대, 화상회의 동안) UL 데이터이지만, 압도적인 것은 DL 데이터여서, 결과는 고도로 비대칭적인 DL 대 UL 데이터 사용이다. 예를 들어, Financial Times의 2013년 5월 28일자 기사 "비대칭 및 임박한(US) 스펙트럼 위기 (Asymmetry and the impending (US) spectrum crisis)"에는 "... 다운로드 데이터 트래픽 대 업링크 시의 데이터 트래픽의 비의 산업 추정치가 약 8:1의 비율에서부터 상당히 더 큰 비율까지의 범위이고"가 진술되어 있다. 이어서, 기사는 FDD 모드가 동일한 양의 스펙트럼을 DL 및 UL 각각에 할당하므로 미국에서의 주된 FDD 활용이 그러한 비대칭성을 다루는 데 있어서 매우 비효율적임을 지적하고 있다. 다른 예로서, Qualcomm은 라이브 네트워크에서의 2009년 측정에 기초하여 DL/UL 트래픽 비대칭성이 미국 운용자들 중 하나에 대해 9:1 정도로 높다고 추정했다(문헌[Qualcomm, "1000x: more spectrum especially for small cells", Nov. 2013, <http://www.qualcomm.com/media/documents/files/1000x-more-spectrum-especially-for-small-cells.pdf>] 참조). 따라서, FDD DL 스펙트럼이 (잠재적으로, 오버로드되는 점까지) 아주 많이 활용되는 경우에도, UL 스펙트럼은 대체로 사용되지 않을 수 있다.

[0044] Financial Times 기사는 TDD가 UL 데이터보다 DL 데이터에 훨씬 더 많은 타임슬롯들을 할당하도록 구성될 수 있기 때문에 TDD가 그러한 비대칭성에 훨씬 더 잘 맞음을 지적하고 있다. 예를 들어, 20 MHz가 FDD에 (10+10 MHz)로서 할당되는 경우에는 (UL 데이터가 할당된 10 MHz보다 훨씬 더 적게 필요로 할 때에도) DL 데이터 스트루프이 10 MHz의 최대 총사용 시간으로 한정되지만, 반면에 20 MHz가 TDD에 할당되는 경우에는 DL 데이터 스트루프이 대부분의 시간에 20 MHz 모두를 사용하고 적은 비율의 시간에 20 MHz를 UL 데이터에 할당하여, 요즘 데이터 사용의 특성들과 더 잘 매칭할 수 있다. 기사는, 유감스럽게도 대부분의 기존 미국 모바일 스펙트럼이 이미 FDD 모드에 할당되어 있지만 FCC가 새로운 스펙트럼을 할당함에 따라 FCC가 TDD의 사용을 장려하도록 촉구한다는 것을 인정한다.

[0045] TDD가 새로운 스펙트럼 할당의 더 효율적인 사용을 분명히 허용하지만, 모바일 데이터의 점점 더 비대칭적인 특성을 고려해 볼 때, 유감스럽게도, 기존 FDD 네트워크 활용은 동작 모드를 TDD로 변경시킬 수 없는데, 이는 그러한 LTE FDD 네트워크들의 대다수의 사용자들이 FDD 모드만을 지원하는 디바이스들을 갖고 있어서, 네트워크가 TDD 모드로 스위칭된다면, 그들의 디바이스들이 접속을 중지할 것이기 때문이다. 결과적으로, LTE 데이터 사용이 점점 더 비대칭적으로 됨에 따라, 기존 LTE FDD 네트워크는 DL 혼잡도의 증가를 겪을 것인 반면, UL 스펙트럼은 점점 더 사용되지 않을 것이다(2013년 5월 28일 Financial Times 기사의 더 낮은 추정치인, 8:1 DL:UL 비율에서, 이는 DL 채널이 완전히 활용된다면, UL 채널의 10 MHz 중 1.25 MHz에 상응하는 1/8만이 사용될 것임을 암시할 것이다). 이는, 특히, 실질적인 모바일 스펙트럼(예컨대, 약 450 내지 2600 MHz와 같이, 벽을 관통할 수 있고 비가시선을 잘 전파시킬 수 있는 주파수)의 제한적인 실존 및 (더욱 더 비대칭적인) 모바일 데이터의 지수적 성장을 고려할 때(예컨대, Cisco 2/2013 VNI는 2018년까지 모바일 데이터 성장 면에서 61% CAGR을 예측하고 있으며, 이들 중 대부분은 스트리밍 비디오 및 기타 고도로 비대칭적인 데이터임), 극히 낭비적이고 비효율적이다.

발명의 내용

도면의 간단한 설명

[0046]

도면과 함께 하기의 상세한 설명으로부터 본 발명의 보다 양호한 이해가 얻어질 수 있다.

도 1은 DIDO 무선 액세스 네트워크(Distributed-Input Distributed-Output Radio Access Network, DRAN)의 일반 프레임워크를 도시한다.

도 2는 OSI 모델 및 LTE 표준에 부합하는 가상 무선 인스턴스(Virtual Radio Instance, VRI)의 프로토콜 스택을 도시한다.

도 3은 DIDO 무선 네트워크들에서 커버리지를 확장시키는 인접 DRAN들을 도시한다.

도 4는 DRAN과 인접 무선 네트워크들 사이에서의 핸드오프를 도시한다.

도 5는 DRAN과 LTE 셀룰러 네트워크들 사이에서의 핸드오프를 도시한다.

도 6은 2007년 내지 2013년의 모바일 스펙트럼의 음성 및 비음성 데이터 활용도를 보여주는 종래 기술이다.

도 7은 2012년의 애플리케이션 유형에 의한 모바일 데이터 트래픽 공유를 보여주는 종래 기술이다.

도 8은 FDD LTE 동작 모드와 TDD LTE 동작 모드의 종래 기술 비교이다.

도 9는 기존 FDD 네트워크와 함께 UL 스펙트럼을 동시에 사용하는 새로운 TDD 네트워크를 도시한다.

도 10은 TDD LTE 듀플렉스 구성들의 종래 기술 차트이다.

도 11은 기존 FDD 네트워크와 함께 DL 스펙트럼을 동시에 사용하는 새로운 TDD 네트워크를 도시한다.

도 12는 기존 FDD 네트워크와 함께 UL 및 DL 스펙트럼을 동시에 사용하는 2개의 새로운 TDD 네트워크들을 도시한다.

도 13은 기존 FDD 네트워크와 함께 UL 및 DL 스펙트럼을 동시에 사용하는 새로운 FDD 네트워크를 도시한다.

도 14는 기지국 안테나들의 위치에서 널(null) pCell들을 합성하는 DRAN을 도시한다.

도 15a, 도 15b, 도 15c, 및 도 15d는 기지국 안테나들 간의 다양한 전파 시나리오를 도시한다.

도 16a 및 도 16b는 FDD 및 TDD 중 어느 하나로서 또는 단지 TDD로서 상이한 영역들에서의 2500 내지 2690 MHz 대역의 할당들에 대한 종래 기술 다이어그램들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047]

상기 종래 기술의 제한사항들 중 많은 것을 극복하기 위한 한 가지 방법은 사용자 디바이스들을 동시에 사용하는 UL 또는 DL FDD 스펙트럼과 동일한 스펙트럼으로 TDD 모드에서 동시에 동작시켜서, TDD 스펙트럼 사용이 현재 FDD 스펙트럼 사용과 충돌하지 않도록 조정되게 하는 것이다. 구체적으로, FDD UL 채널에서는, 더욱 더 많은 미사용 스펙트럼이 있고, TDD 디바이스들은 기존 FDD 네트워크의 스루풋에 영향을 주지 않으면서 그 스펙트럼을 사용할 수 있다. 이것은 또한 TDD 사용, 전세계의 많은 지역에서 거의 전체적으로 FDD에 할당되는 고도로 전파 효율적인 UHF 스펙트럼 - TDD를 훨씬 덜 전파 효율적인 마이크로파 대역들로 격하시킴 - 을 가능하게 한다.

[0048]

다른 실시예는 사용자 디바이스들을 현재 사용되는 UL 또는 DL FDD 스펙트럼과 동일한 스펙트럼으로 FDD 모드에서 동시에 동작시켜서, UL 및 DL 채널들이 반전되고 각각의 네트워크의 스펙트럼 사용이 다른 네트워크의 스펙트럼 사용과 충돌하지 않도록 조정되게 하는 것이다. 각각의 네트워크의 UL 채널이 DL 채널에 대해 더욱 더 사용되지 않는다는 것을 고려할 때, 그것은 각각의 네트워크의 DL 채널이 다른 네트워크의 UL 채널에서의 미사용 스펙트럼을 활용하게 한다.

[0049]

또한, 어느 하나의 실시예에서, 스펙트럼 효율은 모두가 본 특허의 양수인에게 양도되고 참고로 포함되는 하기의 특허들, 특허 출원들, 및 가출원들에 기재된 바와 같은 "DIDO" 기술을 이용하여 한쪽 또는 양쪽 네트워크를 구현함으로써 대단히 증가될 수 있다. 이러한 특허들, 출원들, 및 가출원들은 때때로 본 명세서에서 총체적으로 "관련 특허 및 출원"으로 지칭된다.

- [0050] 발명의 명칭이 "능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제14/672,014호.
- [0051] 발명의 명칭이 "능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템 및 방법"인 2014년 4월 16일자로 출원된 미국 가특허 출원 제61/980,479호.
- [0052] 발명의 명칭이 "분산 안테나 무선 시스템에서 가상 무선 인스턴스를 코히런스의 물리적 영역에 맵핑하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제14/611,565호
- [0053] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제14/086,700호
- [0054] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신에서 채널 가역성을 이용한 무선 주파수 교정을 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제13/844,355호
- [0055] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제13/797,984호
- [0056] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제13/797,971호
- [0057] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 기술을 통해 무선 셀룰러 시스템에서 셀 간 다중화 이득을 이용하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제13/797,950호
- [0058] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 시스템에서 공간 다이버시티를 향상시키기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제13/475,598호
- [0059] 발명의 명칭이 "다중 사용자 스펙트럼의 계획적 진화 및 구식화를 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제 13/233,006호
- [0060] 발명의 명칭이 "무선 시스템에서 코히런스의 영역을 이용하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제13/232,996호
- [0061] 발명의 명칭이 "클라이언트의 검출된 속도에 기초하여 상이한 분산 입력 분산 출력(DIDO) 네트워크들 사이의 클라이언트의 핸드오프를 관리하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제12/802,989호
- [0062] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력(DIDO) 통신 시스템에서의 간섭 관리, 핸드오프, 전력 제어 및 링크 적응"인 미국 출원 제12/802,988호
- [0063] 발명의 명칭이 "DIDO 다중 반송파 시스템에서 링크 적응을 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제12/802,975호
- [0064] 발명의 명칭이 "다수의 DIDO 클러스터를 횡단하는 클라이언트의 클러스터 간 핸드오프를 관리하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제12/802,974호
- [0065] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력(DIDO) 네트워크에서 전력 제어 및 안테나 그룹화를 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제12/802,958호
- [0066] 발명의 명칭이 "분산 안테나 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2016년 7월 5일자로 허여된 미국 특허 제 9,386,465호
- [0067] 발명의 명칭이 "사용자 클러스터링을 통해 분산 무선 시스템에서 송신을 조정하기 위한 시스템 및 방법"인 2016년 6월 14일자로 허여된 미국 특허 제9,369,888호
- [0068] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 시스템에서 도플러 효과를 보상하기 위한 시스템 및 방법"인 2016년 4월 12일자로 허여된 미국 특허 제9,312,929호
- [0069] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 시스템에서 무선 백홀을 위한 시스템 및 방법"인 2015년 3월 24일자로 허여된 미국 특허 제8,989,155호
- [0070] 발명의 명칭이 "신호 세기 측정에 기초하여 DIDO 간섭 제거를 조절하기 위한 시스템 및 방법"인 2015년 3월 3일자로 허여된 미국 특허 제8,971,380호
- [0071] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2014년 2월 18일자로 허여된 미국 특

허 제8,654,815호

- [0072] 발명의 명칭이 "다중 반송파 시스템에서 DIDO 프리코딩 보간을 위한 시스템 및 방법"인 2013년 10월 29일자로 허여된 미국 특허 제8,571,086호
- [0073] 발명의 명칭이 "사용자 클러스터링을 통해 분산 무선 시스템에서 송신을 조정하기 위한 시스템 및 방법"인 2013년 9월 24일자로 허여된 미국 특허 제8,542,763호
- [0074] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2013년 4월 23일자로 허여된 미국 특허 제8,428,162호
- [0075] 발명의 명칭이 "신호 세기 측정에 기초하여 DIDO 간섭 제거를 조절하기 위한 시스템 및 방법"인 2012년 5월 1일자로 허여된 미국 특허 제8,170,081호
- [0076] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2012년 4월 17일자로 허여된 미국 특허 제8,160,121호;
- [0077] 발명의 명칭이 "공간-시간 코딩을 이용하여 "NVIS"(Near Vertical Incidence Skywave) 통신을 향상시키기 위한 시스템 및 방법"인 2011년 2월 8일자로 허여된 미국 특허 제7,885,354호.
- [0078] 발명의 명칭이 "공간 다중화 대류권 산란 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2010년 5월 4일자로 허여된 미국 특허 제7,711,030호;
- [0079] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2009년 12월 22일자로 허여된 미국 특허 제7,636,381호;
- [0080] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2009년 12월 15일자로 허여된 미국 특허 제7,633,994호;
- [0081] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2009년 10월 6일자로 허여된 미국 특허 제7,599,420호;
- [0082] 발명의 명칭이 "분산 입력 분산 출력 무선 통신을 위한 시스템 및 방법"인 2008년 8월 26일자로 허여된 미국 특허 제7,418,053호.
- [0083] 본 발명은 능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템들 및 방법들을 개시한다. 실시예들 중 일부는 본 특허의 양수인에 의해 이전에 개시된 DIDO 및 MU-MAS(multiuser multiple antenna system) 기술을 활용한다. 하기의 섹션 1 및 섹션 2에서의 개시내용은 발명의 명칭이 "분산 안테나 무선 시스템에서 가상 무선 인스턴스를 코히런스의 물리적 영역에 맵핑하기 위한 시스템 및 방법"이고 2014년 2월 7일자로 출원된 미국 가출원 제61/937,273호 내의 개시내용에 대응하며, 본 발명과 관련된다. 하기의 섹션 3 및 섹션 4의 개시내용은 발명의 명칭이 "능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템 및 방법"인 2014년 4월 16일자로 출원된 미국 가출원 제61/980,479호에서의 개시내용에 대응하며, 또한 본 발명과 관련된다.
- [0084] **1. VRI들을 코히런스 영역들에 맵핑시키기 위한 시스템 및 방법**
- [0085] 본 발명의 일 실시예는 가상 무선 인스턴스(VRI)들을 통해 네트워크와 무선 링크 내의 복수의 코히런스 영역들 사이에서 동일한 주파수 대역 내의 다수의 동시 비간섭성 데이터 스트림들을 전달하는 시스템들 및 방법들을 개시한다. 일 실시예에서, 시스템은 도 1에 도시된 바와 같은 다중 사용자 다중 안테나 시스템(MU-MAS)이다. 도 1의 컬러 코딩된 유닛들은 이후에 기술되는 바와 같은 데이터 소스들(101), VRI들(106), 및 코히런스 영역들(103) 사이의 일대일 맵핑을 보인다.
- [0086] **1.1 시스템 아키텍처의 개관**
- [0087] 도 1에서, 데이터 소스들(101)은 로컬 또는 원격 서버에서의 웹 콘텐츠 또는 파일들, 예컨대 텍스트, 이미지들, 사운드들, 비디오들 또는 이들의 조합들을 반송하는 데이터 파일들 또는 스트림들이다. 하나 또는 다수의 데이터 파일들 또는 스트림들은 네트워크(102)와 무선 링크(110) 내의 모든 코히런스 영역(103) 사이에서 전송 또는 수신된다. 일 실시예에서, 네트워크는 인터넷, 또는 임의의 유선 또는 무선 로컬 영역 네트워크이다.
- [0088] 코히런스 영역은, 동일한 무선 링크를 통해서 동시에 전송되는 다른 VRI들로부터의 다른 데이터 출력으로부터의 어떠한 간섭 없이 하나의 VRI의 데이터 출력(112)만이 그 코히런스 영역 내에서 수신되는 방식으로, MU-MAS의

상이한 안테나들로부터의 파형들이 가간섭성으로 누적되는 공간의 크기이다. 본 출원에서, 우리는 우리의 이전 특허 출원[발명의 명칭이 "무선 시스템에서 코히런스의 영역을 이용하기 위한 시스템 및 방법"인 미국 출원 제 13/232,996호]에 기재된 바와 같은 코히런스 또는 개인 셀들(예컨대, "pCells™"(103))의 크기를 설명하기 위해 "코히런스 영역"이라는 용어를 사용한다. 일 실시예에서, 코히런스 영역들은 무선 네트워크의 사용자 장비(UE)(111) 또는 가입자들의 위치들에 대응하므로, 모든 가입자는 하나 또는 다수의 데이터 소스들(101)에 연관된다. 코히런스 영역들은 전파 조건들뿐만 아니라 코히런스를 발생시키도록 채용되는 MU-MAS 프리코딩 기법들의 유형에 따라 크기 및 형상 면에서 다양할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, MU-MAS 프리코더는 코히런스 영역들의 크기 및 형상을 동적으로 조절하여, 변화하는 전파 조건들에 적응하는 한편, 사용자들에게 양호한 링크 신뢰성으로 콘텐츠들을 전달한다.

[0089] 데이터 소스들(101)은 먼저 네트워크(102)를 통해 DIDO 무선 액세스 네트워크(DRAN)(104)로 전송된다. 이어서, DRAN은 데이터 파일들 또는 스트림들을 UE들에 의해 수신될 수 있는 데이터 포맷으로 변환하고, 데이터 파일들 또는 스트림들을 복수의 코히런스 영역들로 동시에 전송하여, 모든 UE가 다른 UE들로 전송되는 다른 데이터 파일들 또는 스트림들로부터의 간섭 없이 그 자신의 데이터 파일들 또는 스트림들을 수신하게 한다. DRAN은 네트워크와 VRI들(106) 사이의 인터페이스인 게이트웨이(105)로 이루어진다. VRI들은 게이트웨이에 의해 라우팅되는 패킷들을 MU-MAS 기저대역 유닛으로 공급되는, 미처리 데이터로서의 또는 패킷이나 프레임 구조물 내의 데이터 스트림들(112)로 변환한다. 일 실시예에서, VRI는 여러 개의 계층들, 즉 응용, 표현, 세션, 전송, 네트워크, 데이터 링크, 및 물리 계층들로 이루어진 개방형 시스템 상호접속(OSI) 프로토콜 스택을 포함하고 있는데, 이는 도 2a에 도시된 바와 같다. 다른 실시예에서, VRI는 OSI 계층들의 서브세트만을 포함하고 있다.

[0090] 다른 실시예에서, VRI들은 상이한 무선 표준들로부터 정의된다. 제한이 아닌 예로서, 제1 VRI는 GSM 표준으로부터의 프로토콜 스택, 제2 VRI는 3G 표준으로부터의 프로토콜 스택, 제3 VRI는 HSPA+ 표준으로부터의 프로토콜 스택, 제4 VRI는 LTE 표준으로부터의 프로토콜 스택, 제5 VRI는 LTE-A 표준으로부터의 프로토콜 스택, 그리고 제6 VRI는 Wi-Fi 표준으로부터의 프로토콜 스택으로 이루어진다. 예시적인 실시예에서, VRI들은 LTE 표준들에 의해 정의되는 제어 평면 또는 사용자 평면 프로토콜 스택을 포함하고 있다. 사용자 평면 프로토콜 스택은 도 2b에 도시되어 있다. 모든 UE(202)는 PHY, MAC, RLC 및 PDCP 계층들을 통해 그 자신의 VRI(204)와 통신하고, IP 계층을 통해 게이트웨이(203)와 통신하고, 응용 계층을 통해 네트워크(205)와 통신한다. 제어 평면 프로토콜 스택의 경우, UE는 또한 (LTE 표준 스택에서 정의된 바와 같이) NAS 계층을 통해 이동성 관리 엔티티(mobility management entity, MME)와 직접 통신한다.

[0091] 가상 접속 관리자(Virtual Connection Manager, VCM)(107)는 UE들의 PHY 계층 아이덴티티(예컨대, 셀 특정 무선 네트워크 임시 식별자, RNTI)의 배정, 및 VRI와 UE의 인증 및 이동성을 책임진다. VRI들의 출력에서의 데이터 스트림들(112)은 가상 무선 관리자(Virtual Radio Manager, VRM)(108)로 공급된다. VRM은 스케줄러 유닛(상이한 UE들에 대한 DL(다운링크) 및 UL(업링크) 패킷들을 스케줄링함), 기저대역 유닛(예컨대, FEC 인코더/디코더, 변조기/복조기, 리소스 그리드 빌더를 포함함), 및 MU-MAS 기저대역 프로세서(프리코딩 동작들을 구현하기 위한 프리코딩 로직으로 구성됨)를 포함하고 있다. 일 실시예에서, 데이터 스트림들(112)은 MU-MAS 기저대역 프로세서에 의해 프로세싱되는 도 2b의 PHY 계층의 출력에서의 I/Q 샘플들이다. 상이한 실시예에서, 데이터 스트림들(112)은 스케줄러 유닛으로 전송되는 MAC, RLC 또는 PDCP 패킷들인데, 스케줄러 유닛은 이들을 기저대역 유닛으로 포워딩한다. 기저대역 유닛은 패킷들을 MU-MAS 기저대역 프로세서로 공급되는 I/Q로 변환한다.

[0092] MU-MAS 기저대역 프로세서는 VRM의 코어인데, 이는 M개의 VRI들로부터의 M개의 I/Q 샘플들을 N개의 액세스 포인트(AP)들(109)로 전송되는 N개의 데이터 스트림들(113)로 변환한다. 일 실시예에서, 데이터 스트림들(113)은 AP들(109)로부터 무선 링크(110)를 통해 송신되는 N개의 파형들의 I/Q 샘플들이다. 이러한 실시예에서, AP는 ADC/DAC, RF 체인 및 안테나로 이루어져 있다. 상이한 실시예에서, 데이터 스트림들(113)은 무선 링크(110)를 통해 전송되는 N개의 파형들을 발생시키기 위해 AP들에서 조합되는 MU-MAS 프리코딩 정보 및 정보의 비트들이다. 이러한 실시예에서, 모든 AP는 ADC/DAC 유닛들에 앞서서 추가 기저대역 프로세싱을 수행하기 위해 CPU, DSP 또는 SoC를 갖추고 있다.

[0093] 1.2 이동성 및 핸드오프의 지원

[0094] 지금까지 기술된 시스템들 및 방법들은 UE들이 AP들의 도달범위 내에 있는 한 작동한다. UE들이 AP 커버리지 영역으로부터 멀어지게 이동하는 경우, 링크가 단절될 수 있고, DRAN(301)은 코히런스 영역들을 생성할 수 없다. 커버리지 영역을 확장시키기 위해, 시스템들은 새로운 AP들을 추가함으로써 점점 진화할 수 있다. 그러나, VRM에서 새로운 AP들을 지원하기 위한 충분한 프로세싱 파워가 없을 수 있거나 또는 새로운 AP들을 동일한

VRM에 접속시키기 위한 실제적인 설치 문제들이 있을 수 있다. 이러한 시나리오들에서, 도 3에 도시된 바와 같이, 새로운 AP들을 지원하기 위해 인접 DRAN들(302, 303)을 추가할 필요가 있다.

[0095] 일 실시예에서, 주어진 UE가 제1 DRAN(301) 및 인접 DRAN(302)에 의해 서빙되는 커버리지 영역 내에 위치된다. 이러한 실시예에서, 인접 DRAN(302)은, 제1 DRAN(301)으로부터의 MU-MAS 프로세싱과 공동으로, 그 UE에 대한 MU-MAS 기저대역 프로세싱만을 수행한다. 주어진 UE에 대해서 어떠한 VRI도 인접 DRAN(302)에 의해 처리되지 않는데, 이는 그 UE에 대한 VRI가 제1 DRAN(301) 내에서 이미 구동 중이기 때문이다. 제1 DRAN과 인접 DRAN 사이의 공동 프리코딩을 가능하게 하기 위해, 클라우드-VRM(304) 및 링크들(305)을 통해 제1 DRAN(301) 내의 VRM과 인접 DRAN(302) 내의 VRM 사이에서 기저대역 정보가 교환된다. 링크들(305)은 MU-MAS 프리코딩의 성능 저하를 회피시키기 위해 적절한 접속 품질(예컨대, 충분히 낮은 레이턴시 및 적절한 데이터 속도)을 지원할 수 있는 임의의 유선(예컨대, 광섬유, DSL, 케이블) 또는 무선 링크(예컨대, 가시선 링크들)이다.

[0096] 상이한 실시예에서, 주어진 UE는 제1 DRAN(301)의 커버리지 영역에서 인접 DRAN(303)의 커버리지 영역 내로 이동한다. 이러한 실시예에서, 그 UE에 연관된 VRI는 제1 DRAN(301)으로부터 인접 DRAN(303)으로 "텔레포팅(teleport)"된다. VRI가 텔레포팅되는 것 또는 "VRI 텔레포테이션"이라는 것은, VRI 상태 정보가 DRAN(301)으로부터 DRAN(303)으로 전송되고, VRI가 DRAN(301) 내에서 실행되는 것을 중단하고 DRAN(303) 내에서 실행되기 시작하는 것을 의미한다. 이상적으로, VRI 텔레포테이션은, 텔레포팅된 VRI에 의해 서빙되는 UE의 관점에서, UE가 VRI로부터 그의 데이터 스트림에서의 어떠한 불연속성도 경험하지 않을 정도로 충분히 빨리 발생한다. 일 실시예에서, VRI가 텔레포팅된 후 완전히 실행되기 전에 지연이 있는 경우, VRI 텔레포테이션이 시작되기 전에, 그 VRI에 의해 서빙되는 UE는 VRI가 인접 DRAN(303)에서 개시될 때까지 그의 접속을 단절시키지 않거나 또는 달리 바람직하지 않은 상태에 진입하지 않는 상태에 놓이고, UE는 또 다시 실행 중인 VRI에 의해 서빙된다. "VRI 텔레포테이션"은 제1 DRAN(301) 내의 VCM을 인접 DRAN(303) 내의 VCM에 접속시키는 클라우드-VCM(306)에 의해 가능해진다. VCM 사이의 유선 또는 무선 링크들(307)은 VRM들 사이의 링크들(305)과 동일한 제한적 제약들을 갖지 않는데, 이는 그들이 데이터만을 반송하고 MU-MAS 프리코딩의 성능에 어떠한 영향도 미치지 않기 때문이다. 본 발명의 동일한 실시예에서, 추가 링크들(305)이 제1 DRAN(301)과 인접 DRAN(303) 사이에서, MU-MAS 프리코딩의 성능 저하를 회피시키기 위해 적절한 접속 품질(예컨대, 충분히 낮은 레이턴시 및 적절한 데이터 속도)을 지원할 수 있는 그들의 VRM들을 접속시키기 위해 채용된다. 본 발명의 일 실시예에서, 제1 DRAN 및 인접 DRAN의 게이트웨이들은 DRAN들에 걸친 모든 네트워크 어드레스(또는 IP 어드레스) 변환을 관리하는 클라우드-게이트웨이(308)에 접속된다.

[0097] 본 발명의 일 실시예에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 출원에 개시된 DRAN 네트워크와 임의의 인접 무선 네트워크(401) 사이에서 VRI 텔레포테이션이 발생한다. 제한이 아닌 예로서, 무선 네트워크(401)는 임의의 종래의 셀룰러(예컨대, GSM, 3G, HSPA+, LTE, LTE-A) 또는 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN, 예컨대, Wi-Fi)이다. VRI가 DRAN으로부터 인접 무선 네트워크(401)로 텔레포팅됨에 따라, UE는 2개의 네트워크들 사이에서 핸드오프되고 그의 무선 접속이 연속될 수 있다.

[0098] 일 실시예에서, 인접 무선 네트워크(401)는 도 5에 도시된 LTE 네트워크이다. 이러한 실시예에서, 클라우드-VCM(502)은 LTE MME(501)에 접속된다. LTE와 DRAN 네트워크 사이에서 핸드오프하는 모든 UE의 아이덴티티, 인증 및 이동성에 관한 모든 정보가 MME(501)와 클라우드-VCM(502) 사이에서 교환된다. 동일한 실시예에서, MME는 무선 셀룰러 네트워크를 통해 UE(504)에 접속하는 하나 또는 다수의 eNodeB들(503)에 접속된다. eNodeB들은 서빙 게이트웨이(S-GW)(505) 및 패킷 데이터 네트워크 게이트웨이(P-GW)(506)를 통해 네트워크(507)에 접속된다.

[0099] 2. DL 및 UL MU-MAS 프로세싱을 위한 시스템 및 방법

[0100] 전형적인 다운링크(DL) 무선 링크들은 전체 셀에 대한 정보를 반송하는 방송 물리 채널들 및 주어진 UE에 대한 데이터 및 정보를 갖는 전용 물리 채널들로 이루어진다. 예를 들어, LTE 표준은 방송 채널들, 예컨대 P-SS 및 S-SS(UE에서 동기화를 위해 사용됨), MIB 및 PDCCH뿐만 아니라 주어진 UE에 데이터를 반송하기 위한 채널들, 예컨대 PDSCH를 정의한다. 본 발명의 일 실시예에서, 모든 LTE 방송 채널들(예컨대, P-SS, S-SS, MIB, PDCCH)은 모든 UE가 그 자신의 전용 정보를 수신하도록 프리코딩된다. 상이한 실시예에서, 방송 채널의 일부는 프리코딩되고 일부는 프리코딩되지 않는다. 제한이 아닌 예로서, PDCCH는 방송 정보뿐만 아니라 하나의 UE에 전용되는 정보, 예컨대 UE들을 DL 및 업링크(UL) 채널들을 통해 사용될 리소스 블록(RB)들에 이르게 하기 위해 사용되는 DCI 1A 및 DCI 0을 포함한다. 일 실시예에서, PDCCH의 방송 부분은 프리코딩되지 않고, 반면에 DCI 1A 및 DCI 0을 포함하는 부분은 모든 UE가 데이터를 반송하는 RB들에 관한 그 자신의 전용 정보를 획득하는 방식으로 프리

코딩된다.

[0101] 본 발명의 다른 실시예에서, 프리코딩은 데이터 채널들의 전체 또는 일부에만, 예컨대 LTE 시스템에서의 PDSCH에 적용된다. 전체 데이터 채널에 걸쳐 프리코딩을 적용함으로써, 본 출원에 개시된 MU-MAS의 일 실시예는 전체 대역폭을 모든 UE에 할당하고, 복수의 UE들의 복수의 데이터 스트림들은 공간 프로세싱을 통해 분리된다. 그러나, 전형적인 시나리오들에서, 모두는 아닐지라도, 대부분의 UE들은 전체 대역폭을 필요로 하지 않는다(예컨대, 20 MHz의 스펙트럼에서 TDD 구성 #2에 대한 UE의 피크 데이터 속도 당 약 70 Mbps). 이어서, 본 출원의 MU-MAS의 일 실시예는 OFDMA 시스템들에서와 같이 DL RB들을 다수의 블록들로 세분하고, 각각의 블록을 UE들의 서브세트에 배정한다. 동일한 블록 내에서의 모든 UE들은 MU-MAS 프리코딩을 통해 분리된다. 다른 실시예에서, MU-MAS는, TDMA 시스템들에서와 같이, 상이한 DL 서브프레임들을 UE들의 상이한 서브세트들에 할당함으로써 DL을 분배한다. 또 다른 실시예에서, MU-MAS 양측 모두는 OFDMA 시스템들에서와 같이 UE들의 서브세트들 사이에서 DL RB들을 다수의 블록들로 세분하고, 또한 TDMA 시스템들에서와 같이 상이한 DL 서브프레임들을 UE들의 상이한 서브세트들에 할당하므로, OFDMA 및 TDMA 양측 모두를 이용하여 스루풋을 분배한다. 예를 들어, 20 MHz의 TDD 구성 #2에 10개의 AP들이 있는 경우, 종합 DL 용량은 $70 \text{ Mbps} \times 10 = 700 \text{ Mbps}$ 이다. 10개의 UE들이 있는 경우, 각각의 UE는 70 Mbps를 동시에 수신할 수 있다. 200개의 UE들이 있고 종합 스루풋이 동등하게 분배되어야 하는 경우, OFDMA, TDMA 또는 이들의 조합을 이용하면, 200개의 UE들은 10개의 UE들로 이루어진 20개의 그룹들로 나뉠 것이고, 이에 의해 각각의 UE는 $700 \text{ Mbps} / 200 = 3.5 \text{ Mbps}$ 를 수신할 것이다. 다른 예로서, 10개의 UE들이 20 Mbps를 필요로 하고 다른 UE들이 나머지 스루풋을 균등하게 공유해야 하는 경우, 700 Mbps 중에서 $20 \text{ Mbps} \times 10 = 200 \text{ Mbps}$ 가 10개의 UE들에 사용되어, $700 \text{ Mbps} - 200 \text{ Mbps} = 500 \text{ Mbps}$ 를 나머지 $200 - 10 = 190$ 개의 UE들 사이에 분배하게 될 것이다. 이와 같이, 나머지 90개의 UE들 각각은 $500 \text{ Mbps} / 190 = 2.63 \text{ Mbps}$ 를 수신할 것이다. 따라서, AP들보다 훨씬 더 많은 UE들이 MU-MAS 시스템에서 지원될 수 있고, 모든 AP들의 종합 스루풋은 많은 UE들 사이에 분배될 수 있다.

[0102] UL 채널에서, LTE 표준은 TDMA 또는 SC-FDMA와 같은 종래의 다중 액세스 기법들을 정의한다. 본 발명의 일 실시예에서, MU-MAS 프리코딩은 TDMA 및 SC-FDMA 다중 액세스 기법들을 가능하게 하기 위해 UL 그랜트(grant)들을 상이한 UE들에 배정하는 방식으로 DL을 통해 가능해진다. 이와 같이, 종합 UL 스루풋은 존재하는 AP들보다 훨씬 더 많은 UE들 사이에 분배될 수 있다.

[0103] 존재하는 AP들보다 더 많은 UE들이 있고 종합 스루풋이 UE들 사이에 분배될 때, 전술된 바와 같이, 일 실시예에서, MU-MAS 시스템은 각각의 UE에 대해 VRI를 지원하고, VRM은 VRI들이 종합 스루풋을 세분하기 위해 사용되는 선택된 OFDMA, TDMA 또는 SC-FDMA 시스템(들)에 따라서 RB들 및 리소스 그랜트들을 이용하도록 VRI들을 제어한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 개별 VRI들은 다수의 UE들을 지원할 수 있고, OFDMA, TDMA 또는 SC-FDMA 기법들을 통해 이러한 UE들 사이에서의 스루풋의 스케줄링을 관리할 수 있다.

[0104] 다른 실시예에서, 스루풋의 스케줄링은, 시스템의 정책들 및 성능 목표들에 따라, 많은 종래 기술의 기법들 중 임의의 것을 이용하여, 사용자 요구의 부하 밸런싱에 기초한다. 다른 실시예에서, 스케줄링은 (예컨대, 특정 계층의 서비스를 위해 대금을 지불하여 소정의 스루풋 레벨들을 보증하는) 특정 UE들에 대한 또는 특정 유형의 데이터(예컨대, 텔레비전 서비스를 위한 비디오)에 대한 서비스 품질(Quality of Service, QoS) 요건들에 기초한다.

[0105] 상이한 실시예에서, UL 수신 안테나 선택이 링크 품질을 개선시키기 위해 적용된다. 이러한 방법에서, UL 채널 품질은 UE들에 의해 전송되는 시그널링 정보(예컨대, SRS, DMRS)에 기초하여 VRM에서 추정되고, VRM은 UL을 통해 상이한 UE들에 대한 최상의 수신 안테나들을 결정한다. 이어서, VRM은 UE마다 하나의 수신 안테나를 배정하여 그의 링크 품질을 개선시킨다. 상이한 실시예에서, 수신 안테나 선택은 SC-FDMA 방식으로 인한 주파수 대역들 사이의 교차-간섭을 감소시키기 위해 채용된다. 이러한 방법의 한 가지 중요한 이점은 UE가 그의 위치에 가장 가까운 AP에게만 UL을 통해 송신할 것이라는 점이다. 이러한 시나리오에서, UE는 가장 가까운 AP에 도달하는 그의 송신 전력을 상당히 감소시킴으로써 배터리 수명을 개선시킬 수 있다. 동일한 실시예에서, UL 데이터 채널에 대해 그리고 UL 시그널링 채널에 대해 상이한 전력 스케일링 인자들이 이용된다. 하나의 예시적인 실시예에서, UL 시그널링 채널(예컨대, SRS)의 전력은 UL 데이터 송신에 필요한 전력을 여전히 제한하면서 많은 AP들로부터 (TDD 시스템들에서 UL/DL 채널 가역성을 이용하여) UL CSI 추정 및 MU-MAS 프리코딩을 허용하기 위해 데이터 채널과 비교하여 증가된다. 동일한 실시예에서, UL 시그널링 및 UL 데이터 채널들의 전력 레벨들은 상이한 UE들로부터의 상대 전력을 등화하는 송신 전력 제어 방법들에 기초하여 DL 시그널링을 통해 VRM에 의해 조절된다.

- [0106] 상이한 실시예에서, 모든 UE로부터 복수의 AP들로의 신호 품질을 개선시키기 위해 UL 수신기에 최대비 조합(maximum ratio combining, MRC)이 적용된다. 상이한 실시예에서, 상이한 UE들의 코히런스 영역들로부터 수신되고 있는 데이터 스트림들을 구별하기 위해 제로-포싱(zero-forcing, ZF) 또는 최소 평균 제곱 오차(minimum mean squared error, MMSE) 또는 연속 간섭 제거(SIC) 또는 다른 비선형 기법들 또는 DL 프리코딩에 대한 것과 동일한 프리코딩 기법들이 UL에 적용된다. 동일한 실시예에서, 수신 공간 프로세싱이 UL 데이터 채널(예컨대, PUSCH) 또는 UL 제어 채널(예컨대, PUCCH) 또는 양측 모두에 적용된다.
- [0107] **3. 능동적으로 사용되는 스펙트럼 내에서의 동시 스펙트럼 사용을 위한 시스템 및 방법**
- [0108] 상기 배경 기술 섹션에서 상술되고 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 모바일 데이터 사용은 대체로 대칭적인 음성 데이터가 우세한 것으로부터 고도로 비대칭적인 비음성 데이터, 특히 비디오 스트리밍과 같은 미디어로 극적으로 변화해 왔다. 전세계의 대부분의 모바일 LTE 활용은 물리 계층 구조가 도 8의 상반부에 도시되어 있고 고정된 대칭적인 업링크("UL") 및 다운링크("DL") 채널들을 갖는 FDD LTE이며, 그 결과, DL 채널들이 UL 데이터에 대한 DL 데이터의 지수적 성장에 의해 더욱 더 혼잡해져 옴에 따라, UL 데이터 채널들은 더욱 더 사용되지 않아 왔다.
- [0109] LTE 표준은 또한 물리 계층 구조가 도 8의 하반부에 도시되어 있고 모바일 운용자가 UL 및 DL 채널들이 (이 도면에 나타난 바와 같이) 대칭적인지 아니면 비대칭적(예컨대, DL 또는 UL 채널 중 어느 하나에 더 많은 서브프레임들이 할당됨)인지 선택할 수 있는 TDD LTE("TD-LTE"로도 지칭됨)를 지원하며, 그 결과, DL 채널들이 UL 데이터에 대한 DL 데이터의 지수적 성장에 의해 더욱 더 혼잡해짐에 따라, 모바일 운용자는 더 많은 서브프레임들을 UL보다는 DL에 할당할 것을 선택할 수 있다. 예를 들어, 일 구성에서 TD-LTE는 8:1 DL:UL 비율을 지원하여, UL에 관하여 DL에 8배 많은 서브프레임을 할당한다.
- [0110] TD-LTE가 하나의 채널에서 양방향이라는 사실 외에도, TD-LTE 및 FDD LTE의 구조 및 상세는 거의 동일하다. 양측 모드들 모두에서, 모든 프레임은 10ms의 지속기간을 가지며, 각각 1ms의 10개의 서브프레임들로 이루어진다. 변조 및 코딩 방식들은 거의 동일하고, 프로토콜 스택의 상위 계층들은 실질적으로 동일하다. 양측 경우들 모두에 있어서, 사용자 장비("UE") 디바이스들(예컨대, 모바일 전화들, 태블릿들)에 대한 시간 및 주파수 기준이 eNodeB(LTE 기지국 프로토콜 스택)에 의해 (FDD LTE로는 DL 채널을 통해 그리고 TD-LTE로는 DL 서브프레임들 동안에) 모든 디바이스들에 제공된다.
- [0111] 특히, FDD 및 TDD LTE 양측 모두의 경우에 있어서, 네트워크는 DL 송신을 통해 수신된, eNodeB에 의해 그렇게 하라는 그랜트를 제공받을 때, UE가 UL 데이터만을 송신할 수 있도록 구성될 수 있다. 이와 같이, eNodeB는 그것이 DL 데이터를 송신하는 경우만 제어하는 것이 아니라, 그것은 또한 UE들이 UL 데이터를 송신할 수 있는 경우도 제어한다.
- [0112] 또한, 특히, LTE FDD UE의 경우에 있어서, 그의 수신기는 그의 DL 채널에만 동조되고 그의 UL 채널에는 어떠한 수신기도 동조되지 않는다. 이와 같이, FDD UE는 다른 디바이스에 의해 그의 UL 채널에서 송신되는 무엇이든 "무시(deaf)"한다.
- [0113] 그리고, 모든 LTE UE들의 경우에 있어서, FDD이든 TDD이든, 그들의 수신기들이 특정 채널에 동조되는 정도까지도, 그들의 시간 기준 및 네트워크에의 접속을 유지하거나 그들이 데이터를 수신해야 하는 시간 및 주파수에서의 방향을 그들에게 제공하는 모든 UE들에 대해 (또는 주어진 UE에 대해) 의도된 소정 제어 신호들 이외에, 그들은 그들에게로 의도되지 않은 DL 데이터를 무시한다. 또는, 다르게 말하면, LTE UE에 대한 유일한 관련 DL 데이터는 제어 정보인 데이터 또는 UE로 향하는 데이터이다. 다른 때, 채널이 다른 UE로의 DL로 활용되든, LTE 표준을 벗어난 목적으로 활용되든, 아니면 전혀 활용되지 않든, UE는 그 UE로 향하는 DL 데이터 또는 제어 정보가 아닌 임의의 DL 송신을 "무시"한다. 따라서, LTE 수신기들은, FDD이든 TDD이든, 모든 UE들에 대해 또는 주어진 UE에 대해 의도된 제어 데이터만을 수신하거나 또는 주어진 UE에 대한 데이터를 수신한다. DL 채널 내의 다른 송신은 무시된다.
- [0114] 도 9는 FDD 및 TDD 네트워크가 동시에 FDD 스펙트럼을 능동적으로 사용할 수 있는 방법을 도시한다. "FDD LTE(910)"로 표기된 박스들의 상측 2개의 선들은 업링크("UL") 및 다운링크("DL") 채널들 양측 모두에서 10개의 1ms 서브프레임 간격들로 이루어진 하나의 LTE 프레임 간격(10ms)을 예시한다. 이러한 예시는 UL 데이터보다 훨씬 더 많은 DL 데이터가 있는 경우에 더욱 더 전형적인 유형의 비대칭적 데이터 송신(예컨대, 다운링크 스트리밍 비디오)을 나타낸다. 윤곽이 실선이고 사선으로 채워진 박스들(예컨대, 박스(912) 및 박스(911))은 데이터가 송신되고 있는 서브프레임들을 나타내고, 윤곽이 점선이고 속이 비어있는 박스들(예컨대, 박스(914))은 어

떠한 데이터도 송신되고 있지 않은 "유티" 서브프레임들을 나타낸다(즉, 그 서브프레임 간격 동안에 채널 내에는 송신이 없다). 박스들(911)은 모두가 데이터로 채워진 10개의 DL 서브프레임들 중 2개이다. 박스(912)는 데이터를 갖는 1개의 UL 서브프레임을 나타낸다. 그리고, 박스들(914)은 어떠한 데이터 송신도 갖지 않는 9개의 유티 UL 서브프레임들 중 3개이다.

[0115] 도 9에서 "TDD LTE(920)"로 표기된 박스들의 가운데 2개의 선들은 2개의 "특별한" 서브프레임 간격들을 비롯한 10개의 1ms 서브프레임 간격들로 이루어진 1개의 LTE 프레임 간격(10ms)을 예시하지만, FDD LTE(910) 선들과는 달리, TDD LTE(920) 선에서의 박스들의 양측 선들 모두는 서로 동일한 스펙트럼을 공유할 뿐 아니라 그들은 FDD 업링크와 동일한 스펙트럼을 공유한다. 이러한 예시는 데이터를 송신하는 4개의 DL 서브프레임들 및 3개의 UL 서브프레임들이 있는 비대칭적 데이터 송신을 나타낸다. 윤곽이 실선이고 점선으로 채워진 박스들(예컨대, 박스(921), 박스(922), 및 박스(923))은 데이터가 송신되고 있는 서브프레임들을 나타내고, 윤곽이 점선이고 속이 비어 있는 박스(즉, 박스(924))는 어떠한 데이터도 송신되고 있지 않은 유티 서브프레임을 나타낸다(즉, 그 서브프레임 간격 동안 채널 내에는 송신이 없다). 박스(921)는 모두가 데이터로 채워진 4개의 DL 서브프레임들 중 1개이다. 박스(922)는 모두가 데이터를 갖는 3개의 UL 서브프레임들 중 1개를 나타낸다. 박스(924)는 비어 있는 1개의 유티 UL 서브프레임이다.

[0116] 도 9에서 "FDD+TDD LTE(930)"로 표기된 박스들의 제3의 2개의 선들은 2개의 "특별한" 서브프레임 간격들을 비롯한 10개의 1ms 서브프레임 간격들로 이루어진 1개의 LTE 프레임 간격(10ms)을 예시하고, FDD LTE(910) 시스템 및 TDD LTE(920) 시스템의 동시 동작을 나타내며, 이 때 TDD LTE(920) 시스템은 FDD LTE(910) 업링크와 동일한 스펙트럼을 공유한다. 2개의 시스템들은 서로 간섭하지 않는데, 그 이유는 (a) FDD LTE(910) 시스템이 UL 데이터 송신을 갖는 서브프레임 간격(912) 동안, TDD LTE(920) 시스템은 그것이 UL도 DL도 아닌 경우에 유티 간격(924)을 갖고, (b) TDD LTE(920) 시스템이 UL 또는 DL 방향(예컨대, 921, 923, 922)으로 송신을 갖는 서브프레임 간격들 동안, FDD LTE(910) 시스템이 어떠한 UL 데이터 송신도 갖지 않는 유티 UL 간격들(예컨대, 유티 UL 서브프레임들(914))을 갖기 때문이다. 따라서, 2개의 시스템들은 공존하여, 그들 사이에 어떠한 간섭도 없이 동일한 스펙트럼을 이용한다.

[0117] FDD LTE(910) 및 TDD LTE(920) 네트워크들이 동일한 스펙트럼을 동시에 사용하게 하기 위해, 그들의 동작은 2개의 스펙트럼 공유 네트워크들을 동시에 동작시키도록 셋업된 하나의 eNodeB에 의해, 또는 상기 섹션 1 및 섹션 2에서 그리고 관련 특허들 및 출원들에서 개시된 DIDO 분산 안테나 MU-MAS C-RAN 시스템과 같은 LTE 타이밍 및 프레임 구조와 호환가능한 다른 시스템 또는 제2 eNodeB일 수 있는 제2 네트워크 제어기와 기존 TDD LTE(920)를 동작시키는 eNodeB의 협력에 의해 조정되어야 한다. 이러한 경우들 중 임의의 경우에 있어서, FDD LTE(910) 및 TDD LTE(920) 시스템들의 프레임들 양측 모두는 서브프레임 리소스 할당 면에서만 아니라 타이밍 면에서도 동기화되어야 한다. 예를 들어, 도 9의 경우에 있어서, FDD LTE(910) 시스템을 제어하는 시스템은 UL에 사용되도록 이용가능한(예컨대, UE에서 시간 및 주파수 동기화를 위해 서브프레임들 #0 및 #5를 통해 전송된 TDD DL 제어 신호들과 충돌하지 않을) TDD UL 서브프레임들이 어느 서브프레임들인지 인식할 필요가 있을 것이고 그의 FDD UL 서브프레임(912)에 그러한 서브프레임들 중 하나를 사용할 것이다. 동일한 시스템이 또한 TDD LTE(920) 시스템을 제어하고 있는 경우, 그것은 또한 그 서브프레임(912) 동안 TDD 디바이스로부터 UL을 스케줄링하지 않을 것을 확실히 해야 할 것이고, 그것이 TDD LTE(920) 시스템을 제어하지 않고 있는 경우, 그것은 그 서브프레임(912) 동안 TDD 디바이스로부터 UL을 스케줄링하지 않도록 TDD LTE(920) 시스템을 제어하고 있는 어떠한 시스템이든 통지해야 할 것이다. 물론, 그것은 FDD LTE(910) 시스템이 프레임 시간 동안 1개 초과인 UL 서브프레임을 필요로 하는 경우일 수 있고, 그러한 경우, 그의 제어기는 그의 UL 서브프레임들에 대해 3개의 TDD LTE(920) 서브프레임(922) 중 임의의 것 또는 전체를 사용하여, 전송된 바와 같이 적절히 제어 또는 통지할 것이다. 그것은, 일부 10ms 프레임들 중에서, 모든 UL 서브프레임들은 네트워크들 중 하나에 할당되고 다른 네트워크는 어떠한 UL 서브프레임들도 얻지 않는 경우일 수 있다는 점에 유의해야 한다. LTE 디바이스들은 매 프레임 시간마다 UL 데이터를 송신할 수 있는 것으로 예상되지 않으며(예컨대, LTE 네트워크가 혼잡하게 될 때, LTE 디바이스는 UL 서브프레임의 일부까지도 그랜트되기 전에 많은 프레임 시간들을 대기할 수 있음), 그에 따라 본 발명의 일 실시예는 주어진 프레임 내의 모든 이용가능한 TDD LTE(920) UL 서브프레임들이 하나의 네트워크에 의해 이용될 때(즉, UL 서브프레임들의 다른 네트워크를 "제공하지 않음(starve)") 기능할 것이다. 그러나, 종합적으로, 너무 많은 연속 프레임들에 대해 하나의 네트워크를 제공하지 않거나 너무 적은 UL 프레임들을 허용하면, 네트워크 성능이 불량해질 것이며(예컨대, 낮은 UL 스루풋 또는 높은 라운드트립(round-trip) 레이턴시), 일부 관점에서, LTE 디바이스들이 UL 데이터를 송신하고자 하는 네트워크에 접속되었다면, 네트워크가 사용가능하지 않고 연결해제되어 있는지 판정할 수 있다. 이와 같이, FDD LTE(910) 네트워크와 TDD LTE(920) 네트워크 사이의 UL 서브프레임 리소스들을 밸런싱하도록 적절한 스케줄링 특성들 및 패러다임을 확립하는 것은 최상의 전체 네트

크 성능 및 사용자(및/또는 UE) 경험을 가져올 수 있다.

- [0118] 독립형 FDD LTE 시스템에서 이용가능하지 않은 UL 서브프레임 리소스들을 밸런싱하기 위해 (그리고 네트워크 운용자 특성들을 충족시키기 위해) 이용가능한 한 가지 톨이 도 10에 도시된 TDD LTE 듀플렉스 구성들이다. 도 9는 TDD LTE(920) 시스템 TDD LTE 듀플렉스 구성 1을 도시하는데, 여기에는 10ms 프레임의 10개의 서브프레임들 동안 4개의 UL 서브프레임들, 4개의 DL 서브프레임들, 및 2개의 특수 서브프레임들이 있다. 도 10에서 알 수 있는 바와 같이, 모바일 운용자의 요구 및 데이터 트래픽 패턴들에 따라, 그리고 UL 서브프레임 리소스들과 FDD LTE(910) 네트워크 요구의 밸런싱을 위해 사용될 수 있는 TDD LTE 듀플렉스 구성들이 여러 개가 있다. TDD LTE 듀플렉스 구성들 중 임의의 것이 본 발명의 실시예에 사용될 수 있다. 예를 들어, 구성 1에서, 도 9에 도시된 바와 같이, 1개의 UL 서브프레임은 FDD 네트워크에 할당되었고, 3개의 UL 서브프레임들은 TDD 네트워크에 배정되었다. FDD 네트워크가 더 많은 UL 스루풋에 대해 급작스러운 필요성을 느낀 경우, 2개의 UL 서브프레임들이 FDD에 할당되어, 바로 다음 프레임 시간에 TDD를 위해 2개를 남길 수 있다. 따라서, FDD 네트워크와 TDD 네트워크 사이에서 UL 서브프레임 할당을 스위칭하는 것은 극히 동적일 수 있다.
- [0119] 원하는 경우, FDD LTE(910) 네트워크와 TDD LTE(920) 네트워크 사이에서의 UL 리소스 할당은 서브프레임 단위보다 심지어 더 많이 세분화될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 단일 서브프레임 내의 일부 리소스 블록들을 FDD 디바이스들에 그리고 다른 리소스 블록들을 TDD 디바이스들에 할당하는 것이 가능하다. 예를 들어, LTE 표준은 UL 채널에 대한 SC-FDMA 다중 액세스 기법을 채용한다. 이와 같이, FDD 및 TDD 디바이스들로부터의 UL 채널들은 SC-FDMA 방식을 통해 동일한 서브프레임 내의 상이한 리소스 블록들에 배정될 수 있다.
- [0120] 마지막으로, TDD LTE(920) DL 또는 특수 서브프레임인 동안 FDD LTE(910) UL을 스케줄링하는 것이 가능하다. 한 가지 고려사항은, TDD LTE UE들에 의해 그들의 접속들을 유지시키고 타이밍을 유지시키기 위해 이용되는 TDD DL 제어 신호들(예컨대, 서브프레임들 #0 및 #5를 통해 전송된 P-SS 및 S-SS 방송 시그널링)이 충분한 규칙성으로 TDD LTE UE들에 의해 수신되어야 한다는 것 또는 그 밖에도 UE들이 연결해제될 수 있다는 것이다.
- [0121] 도 11은 공유 채널이 FDD UL 채널이 아니라 FDD DL 채널이라는 점을 제외하면 도 9에서의 그리고 전술된 동일한 개념을 도시한다. 도 9로부터의 동일한 서브프레임 채움 및 윤곽 표시들이 도 11에 사용되며, 알 수 있는 바와 같이, FDD 트래픽 상황은 반전되는데, 이때 FDD LTE(1110) UL 채널의 모든 서브프레임들이 데이터를 위해 사용되는 반면 FDD LTE(1110) DL 서브프레임들 중 1개만이 데이터를 위해 사용되는 반면, 다른 DL 서브프레임들 모두는 "휴식 상태"이고 데이터를 송신하지 않고 있다. 유사하게, 모든 TDD LTE(1120) UL 서브프레임들은 데이터를 위해 사용되고, 반면에 TDD LTE(1120) DL 서브프레임들 중 하나를 제외한 모두가 데이터를 위해 사용되며, 이 경우에 TDD LTE(1120) LTE 채널은 FDD LTE(1110) DL 채널과 동일한 주파수이다. FDD LTE(1110) 네트워크와 TDD LTE(1120) 네트워크의 조합 결과가 FDD+TDD LTE(1120) 채널들에 도시되어 있다. 도 9의 예에서와 같이, 2개의 네트워크들은 단일 제어기에 의해 또는 다수의 제어기들의 협력에 의해 제어될 수 있으며, 이때 양측 네트워크들 모두는 사용자들 및 사용자 디바이스들에 대해 적절한 성능을 갖고서 네트워크 운용자에 의해 희망되는 바와 같이 동작할 것을 확신하도록 그들 사이에서 스케줄링할 수 있다.
- [0122] FDD LTE(1110) 네트워크에 접속된 FDD 디바이스들은 제어 및 타이밍 정보의 DL 송신뿐만 아니라 데이터의 DL 송신에 의존하고 있고, 그들은 접속된 상태를 유지하기 위해 충분히 정기적으로 적절한 제어 신호들을 수신해야 한다는 점에 유의해야 한다. 본 발명의 일 실시예에서, FDD 디바이스들은 DL 서브프레임들(예컨대, 서브프레임들 #0 및 #5)을 통해 TDD LTE(1120) 네트워크에 의해 전송된 방송 시그널링을 사용하여 시간 및 주파수 동기화를 얻는다. 상이한 실시예에서, 방송 시그널링을 반송하는 서브프레임들 #0 및 #5가 FDD LTE(1110) 네트워크에 배정되고, 모든 FDD 디바이스에서 시간 및 주파수 동기화를 도출하도록 사용된다.
- [0123] 전술된 바와 같이, 전형적으로, FDD DL 채널이 FDD UL 채널보다 훨씬 더 많이 혼잡하지만, 모바일 운용자가 DL 채널을 공유하기 원하는 이유가 있을 수 있다. 예를 들어, 일부 UL 채널들은 스펙트럼 조절 당국에 의해 UL 사용으로만 제한된다(예컨대, 출력 전력이 인접 대역들과 간섭하는 것에 관한 우려가 있을 수 있다). 또한, 일단 모바일 운용자가 그의 FDD 스펙트럼과 호환가능한 TDD 디바이스들을 제공하기 시작하면, 모바일 운용자는 이러한 디바이스들이 FDD 디바이스들보다 더 효율적으로 스펙트럼들을 사용하고 있음을 찾을 가능성이 있고, 이와 같이, FDD 디바이스들의 판매를 중단할 수도 있다. 구 FDD 디바이스들이 점진적으로 교체되고 증가하는 비율의 디바이스들이 TDD가 됨에 따라, 운용자는 그의 스펙트럼 중 더욱 더 많은 것을 TDD 디바이스들에 할당하지만, 여전히 시장에 남아있는 FDD 디바이스들과의 호환성을 유지하기 원할 수 있다.
- [0124] 이러한 목적을 향해, 동작되는 상태로 남아있는 FDD 디바이스들이 점점 더 적어짐에 따라, 운용자는 TDD 동작을

위해 UL 대역 및 DL 대역 양측 모두를 사용할 것을 결정할 수 있다. 이는 도 12에 도시되어 있으며, 여기서는 FDD LTE(1210)만이 UL에 대해 사용 중인 하나의 서브프레임 및 DL에 대해 하나의 서브프레임을 가지며, 나머지는 유휴 상태이다. FDD LTE(1210) UL 및 DL 채널들을 각각 사용하는 2개의 TDD LTE 네트워크들(1220, 1230)이 있어서, 3개의 네트워크들이 FDD+TDD LTE(1240)에 나타난 바와 같이 2개의 채널들을 공유하게 된다. 동일한 가요성들 및 제약들이 전술된 바와 같이 적용되며, 모든 3개의 네트워크들의 단일 제어기 또는 다수의 제어기들이 있을 수 있다. 2개의 TDD 네트워크들은 독립적으로, 또는 반송파 집성(Carrier Aggregation) 기법들을 이용하여 동작될 수 있다.

[0125] 운용자가 또한 전적으로 TDD를 포기하는 대신 기존 FDD 네트워크와 동일한 스펙트럼에 제2 FDD 네트워크를 추가할 것을 선택할 수 있지만, 업링크 및 다운링크 채널들이 교환될 수 있다. 이는 도 13에 도시되어 있고, 여기서는 FDD LTE(1310) 네트워크가 DL 채널을 위해 매우 비대칭적으로 활용되어 오직 하나의 서브프레임만이 UL을 위해 사용되고, 제2 FDD LTE(1320) 네트워크가 또한 DL 채널을 위해 매우 비대칭적으로 활용되지만, 도 13에서 FDD LTE(1320)에 대한 채널 할당이 교환된다는 것에 주목하며, 이때 FDD 다운링크 채널은 FDD LTE(1310)에 대한 채널 순서와는 대조적으로 또는 앞선 도면에 도시된 바와 같이 FDD 업링크 채널 위에 도시되어 있다. FDD LTE(1310, 1320) 양측 모두의 경우에 있어서, DL 채널은 다른 네트워크에 의해 사용되는 하나의 UL 프레임에 대응하는 하나의 DL 서브프레임을 유휴 상태로 남겨 둔다. 네트워크들이 FDD+TDD LTE(1230)에 나타난 바와 같이 조합되는 경우, 서브프레임들(1231, 1232)을 제외한, 양측 채널들 모두에서의 모든 서브프레임들은 DL이다. 따라서, 서브프레임들 중 90%가 DL에 할애되는데, 이는 모바일 트래픽 패턴들과 더 양호하게 매칭하며, 그 이유는 그들이 UL 및 DL에 대한 대칭적 스펙트럼 할당보다 더 진화했기 때문이다.

[0126] 또한, 이러한 구조는, FDD 디바이스들이 양측 네트워크들 모두를 사용하는 중이라는 사실에도 불구하고, 네트워크를 관리하는 제어기(또는 제어기들)가 서브프레임 단위로 각각의 네트워크에 할당된 UL 및 DL 서브프레임들의 개수를 동적으로 변경할 수 있게 하여 극히 동적인 UL/DL 트래픽 적응을 제공한다.

[0127] 전술된 FDD/TDD 네트워크 조합으로, 동일한 제약들이 FDD 모드에 적용됨에 따라, LTE 디바이스들은 접속된 상태를 유지하고 잘 동작시키기 위해 충분한 제어 및 타이밍 정보를 수신해야 하고, 그들은 충분히 규칙적이고 적절한 개수의 UL 프레임들을 필요로 한다.

[0128] 2개의 FDD 네트워크들은 독립적으로, 또는 반송파 집성을 통해 동작될 수 있다.

[0129] 다른 실시예에서, DL 채널에 의해 송신되는 제어 정보, 기존 활성 네트워크(예컨대, 도 9, 도 11, 도 12, 및 도 13에서, FDD LTE(910), FDD LTE(1110), FDD LTE(1210), 또는 FDD LTE(1310))가 동일한 채널(예컨대, 도 9, 도 11, 도 12, 도 13에서, TDD LTE(920), TDD LTE(1120), TDD LTE(1220) 및 TDD LTE(1230), 또는 FDD LTE(1320))을 이용하는 새로운 네트워크(또는 네트워크들)에 의해 어느 서브프레임들 및/또는 리소스 블록들 및/또는 다른 간격들이 유휴 상태일지 판정하기 위해 사용된다. 이러한 방식으로, 새로운 네트워크(들)는 그것이 기존 활성 네트워크와 간섭하지 않고서 (DL이든 UL이든) 송신할 수 있는 때를 판정할 수 있다. 이러한 실시예는 기존 활성 네트워크의 임의의 변경 없이 또는 기존 활성 네트워크의 제어기에의 임의의 특수 접속에 의존함이 없이 기존 활성 네트워크의 스펙트럼을 동시에 이용하는 것을 가능하게 할 수 있는데, 이는 그것이 단지 기존 활성 네트워크로부터 이미 DL 송신 중인 것을 수신하는 새로운 네트워크(들)의 제어기의 문제이기 때문이다. 다른 실시예에서, 기존 활성 네트워크에 대한 유일한 변경은 그것이 새로운 네트워크(들)이 UE들과의 접속을 유지시키기 위해 본질적인 제어 및 타이밍 정보를 송신할 수 있게 한다는 것을 확신시키는 것이다. 예를 들어, 기존 활성 네트워크는 본질적 타이밍 및 동기화 정보가 송신 중인 시간 동안에 송신하지 않도록 그러나 달리 변경되지 않은 상태로 동작하도록 구성될 수 있다.

[0130] 예를 들어, 동일한 스펙트럼에서 네트워크들을 동시에 지원하는 상기 실시예들이 예를 들어 LTE 표준을 이용했지만, 유사한 기법들이 마찬가지로 다른 무선 프로토콜들에 이용될 수 있다.

[0131] 4. 능동적으로 사용되는 스펙트럼에 의한 분산 안테나 MU-MAS의 동시 이용

[0132] 섹션 1 및 섹션 2에 그리고 관련 특허들 및 출원들에 개시된 바와 같은 분산 안테나 MU-MAS 기법들(총체적으로 "DIDO"라고 함)은 무선 네트워크의 용량을 극적으로 증가시키고, 디바이스 당 신뢰성 및 스루풋을 개선시키고, 디바이스의 비용을 감소시키는 것도 가능하게 한다.

[0133] 대체로, DIDO는 FDD 네트워크보다 TDD 네트워크에서 더 효율적으로 운용되는데, 그 이유는 UL 및 DL이 동일한 채널에 있고, 그 결과 UL 채널에서 수신된 송신을 트레이닝하는 것이 채널 가역성을 활용함으로써 DL 채널에 대한 채널 상태 정보를 도출하는 데 이용될 수 있기 때문이다. 또한, 전술된 바와 같이, TDD 모드는 모바일 데이

터의 비대칭성에 본래 더 잘 맞아서, 더 효율적인 스펙트럼 활용을 허용한다.

[0134] 전세계의 현재 LTE 활용 중 대부분이 FDD라는 점을 고려할 때, 섹션 3에 개시된 기법들을 이용함으로써, FDD에 능동적으로 사용되는 스펙트럼에서 TDD 네트워크를 활용하는 것이 가능하고, DDO는 그 새로운 TDD 네트워크에 이용되어, 스펙트럼의 용량을 극적으로 증가시킬 수 있다. 이는 UHF 주파수들이 마이크로파 주파수들보다 훨씬 더 잘 전파하지만 대부분의 UHF 모바일 주파수들이 FDD 네트워크들에 의해 이미 사용 중이라는 점에서 특히 중요하다. DDO 기반 TDD 네트워크들과 기존 FDD 네트워크들을 UHF 스펙트럼에서 조합함으로써, 지수적으로 효율적인 TDD 네트워크가 활용될 수 있다. 예를 들어, 대역 44는 703 내지 803 MHz의 TDD 대역이어서, 미국에서 다수의 700 MHz FDD 대역들과 중첩된다. 대역 44 디바이스들은 700 MHz FDD 디바이스들과 동일한 스펙트럼에서 동시에 사용되어, 주요 스펙트럼에서 DDO TDD를 가능하게 할 수 있다.

[0135] DDO는 전술된 스펙트럼 조합 기법들에 대해 중요한 새로운 제약들을 부가하지 않는다. 도 1에 도시된 DRAN(104)은, 전술된 서브프레임(또는 리소스 블록) 공유 기법들에 따라, 도 4에 도시된 바와 같이, 커버리지 영역 내의 기존 eNodeB들을 대체하거나 기존 eNodeB들(401)과 협력할 것이다.

[0136] 특히, DDO 시스템이 전체 시스템을 제어하고 있고 FDD 네트워크에 eNodeB를 제공하고 있는 경우, DDO는 공간 프로세싱을 통해 다수의 기존 FDD 디바이스들로부터의 UL을 동시에 그리고 동일한 주파수 대역 내에서 디코딩하기 위해 FDD 디바이스들로부터의 SRS UL과 같은 트레이닝 신호를 이용하여, 기존 FDD UL 채널의 스펙트럼 효율성을 극적으로 증가시키고 또한 필요한 UL 전력을 감소시킬 수 있는데(그리고/또는 더 양호한 신호 품질을 수신할 수 있음), 이는 분산 DDO AP들이 단일 셀룰러 기지국보다 UE들에 더 가까울 가능성이 있고, 또한 MRC(maximum ratio combining)와 같은 신호 조합 기법들 또는 DDO에 대해 전술된 바와 같은 다른 기법들을 이용할 수 있기 때문이다.

[0137] 따라서, DDO는 기존 eNodeB들을 대체할 수 있고, 동시에, 기존 스펙트럼을 DDO TDD 디바이스들로 이용하고 또한 DDO의 이점들을 이미 활용되는 기존 FDD 디바이스들의 UL에 적용시킬 수 있다.

[0138] 5. 능동적으로 사용되는 스펙트럼에서의 간섭 완화

[0139] 전술된 바와 같이, TDD 네트워크가 FDD 대역으로서 할당된 대역에서 UL 또는 DL 주파수들 중 어느 하나에서 활용되는 경우, 인접 대역들과 간섭하는 출력 전력에 대한 우려가 있을 수 있다. 이는 대역 외 방출(OOBE) 간섭 및/또는 수신기 "차단(blocking)" 또는 수신기 "둔감화(desensitization)"에 의해 야기될 수 있다. OOBE는 할당된 대역 외의 전력 방출을 지칭한다. OOBE는 전형적으로 송신 대역에 바로 인접한 주파수들에서 가장 높은 전력이고 전형적으로 주파수들이 송신 대역에 대해 더 멀어짐에 따라 감소한다. "수신기 차단" 또는 "수신기 둔감화"는 수신기의 프론트-엔드 증폭기가, 전형적으로 인근 대역에서의, 강력한 대역 외 신호의 존재로 인해 원하는 대역 내 신호에 대한 감도를 상실하는 것을 지칭한다.

[0140] 규제 당국(예컨대, FCC)이 다수의 모바일 운용자들 또는 다른 스펙트럼 사용자에게 의한 사용을 위해 인접 대역들에서의 스펙트럼을 할당하는 경우, 전형적으로 규제 결정 시에 이용가능한 기술을 고려하여 모바일 디바이스(예컨대, 모바일 전화) 및 기지국이 실용적인 사양으로 제조될 수 있도록 OOBE 및 전력 레벨을 제한하는 규칙들이 시행된다. 또한, 인접 스펙트럼의 기존 사용자들 및 그러한 디바이스들이 그 하에서 제조된 규칙들이 고려된다. 예를 들어, 새로운 스펙트럼의 할당은 OOBE 및 강력한 대역 외 송신에 더 민감한 더 오래된 기술이 활용된, 이전 스펙트럼 할당 중에 만들어진 기술보다 강력한 대역 외 송신을 더 잘 거부하도록 OOBE를 더 잘 견딜 기술의 이용가능성을 고려할 수 있다. 이전 세대 기지국 및 모바일 디바이스를 교체하는 것은 종종 비실용적이므로, 새로운 활용이 이전 활용의 OOBE 및 강력한 대역 외 송신 제한사항들을 고수하는 것이 필요하다.

[0141] FDD 대역에서의 TDD 활용의 경우에, 고수되어야 하는 추가 제약들이 있다. FDD 쌍에서, UL 또는 DL 대역들 각각은, 각각, UL 단독 송신 또는 DL 단독 송신을 예상하여 할당되었다. TDD는 UL 및 DL 양측 모두에서 양자택일적으로 송신하기 때문에, TDD 활용이 UL 단독 또는 DL 단독 대역으로서 이전에 할당된 FDD 대역에서 동작하는 경우, 그것은 예상되지 않은 송신 방향으로 동작한다. 따라서, TDD 송신이 인접 스펙트럼에서 이전에 정의된 FDD 사용과 간섭하지 않도록 하기 위해, 이전에 정의된 FDD 사용의 반대 방향으로의 TDD 송신은 기존 사용에 대한 방출 요건을 충족시켜야 한다. 예를 들어, TDD가 FDD UL 대역에서 활용되는 경우, UL은 이전에 정의된 사용의 방향이기 때문에, TDD 송신의 UL 부분은 문제가 되지 않을 것이다. 그러나, TDD 송신의 DL 부분은 이전에 정의된 UL 사용의 반대 방향이기 때문에, 전형적으로 TDD DL 송신은 UL 송신에 대해 정의된 OOBE 및 강력한 대역 외 송신 요건을 충족시켜야 한다.

[0142] UL 대역에서 TDD를 활용하는 경우에, TDD 송신의 UL 부분은 전형적으로 모바일 디바이스(예컨대, 모바일 전화)

로부터의 송신일 것이다. 인접 대역들에서의 FDD 전화들 및 인접 대역들에서의 기지국들은 인접 대역들에서의 모바일 전화로부터의 UL 송신을 견디도록 설계되었을 것이다. 예를 들어, 도 16a는 부대역 A 내지 부대역 G로 분할된 FDD 대역 7 UL 대역을 도시한다. 음영 처리된 부대역 E에서 동작하는 FDD 모바일 전화들 및 기지국들은 FDD 부대역 A 내지 부대역 D, 부대역 F 및 부대역 G에서의 UL 송신을 견디도록 설계된다. 따라서, TDD 디바이스가 인접 부대역 D에서(도 16b에서 음영 처리되어 도시된 바와 같이 TDD 대역 41 부대역 D에서, FDD 대역 7 부대역 D와 동일한 주파수) 동작되는 경우, FDD 대역 7 모바일 전화 및 기지국 디바이스는 대역 41 부대역 D에서의 TDD 송신의 UL 부분에 관한 어떤 문제도 갖지 않을 것이다.

[0143] 그러나, TDD 대역 41 부대역 D에서의 DL 송신은 FDD 대역 7의 할당 또는 그 대역에서 동작하도록 설계된 모바일 전화 및 기지국에서 예상된 시나리오가 아니다. 각각의 디바이스를 차례차례 고려해보자.

[0144] 부대역 E에서의 FDD 대역 7 모바일 전화의 경우에, 모바일 전화의 대역 7 수신기가 인접 UL 대역들에서 송신하는 다른 모바일 전화들로부터의 UL 송신을 거부하도록 설계되기 때문에, 인접 TDD 대역 41 부대역 D에서의 기지국 DL 송신에 의해 악영향을 받을 가능성이 없다. 통상의 사용 시에, 모바일 전화들은 서로로부터 수 인치 이내에서 동작하여(예컨대, 경기장에서 서로 옆에 앉아 있는 두 사람이 양측 모두 통화를 하고 있는 경우) 매우 높은 송신 전력이 각각의 전화의 수신기에 입사되는 결과를 야기할 수 있다. 기술들(예컨대, 캐비티 필터들)은 그러한 강력한 인근 대역 송신들을 거부하여, 인접 대역을 사용하는 모바일 전화들에 물리적으로 가까운 모바일 전화들이 인접 모바일 전화의 DL 수신에 악영향을 미치지 않으면서 UL 신호를 송신하는 것을 가능하게 한다.

[0145] 그러나, 부대역 E에서 동작하는 FDD 대역 7 기지국의 경우는 다르다. 그의 수신기는 FDD 대역 7 부대역 E에서 모바일 디바이스로부터의 UL을 수신하고 인접 FDD 대역 7 부대역 A 내지 부대역 D, 부대역 F 및 부대역 G에서 모바일 디바이스들로부터의 UL을 거부하도록 설계되었다. 그것은 또한 도 16a에 도시된 부대역 A' 내지 부대역 H'에서 대역 38 TDD 부대역 H 및 대역 7 FDD DL에서의 DL 송신을 거부하도록 설계되었다. 따라서, FDD 대역 7 기지국이 그에 대해 설계되지 않은 유일한 시나리오는 부대역 A 내지 부대역 D, 부대역 F 및 부대역 G에서 다른 기지국들로부터의 DL 송신을 거부하는 것이다. 이 경우를 고려할 것이다.

[0146] 도 15a, 도 15b, 도 15c 및 도 15d는 부대역 D에서 송신하는 구조물(1501)(예컨대, 건물, 타워 등) 상의 TDD 대역 41 기지국(BTS)(1510)과, UL 부대역 E에서 수신하고 DL 부대역 E'에서 송신하는 구조물(1502) 상의 FDD 대역 7 기지국(BTS)(1530) 간의 4가지 송신 시나리오를 고려한다. 시나리오에서:

[0147] a. 15a: 송신이 건물(1505)에 의해 완전히 방해받고 건물(1505) 주위에 다중 경로 루트가 없기 때문에 TDD BTS(1510)와 FDD BTE(1530) 사이에 경로가 없고, 그 결과 TDD DL 신호는 FDD BTS(1530)에 도달하지 않을 것이다.

[0148] b. 15b: TDD BTS(1510)와 FDD BTS(1530) 사이에 LOS(Line of Sight) 경로만이 존재한다. LOS 경로는 매우 강력한 TDD DL 신호가 FDD BTS(1530)에 도달하는 결과를 야기할 것이다.

[0149] c. 15c: TDD BTS(1510)와 FDD BTS(1530) 사이에 NLOS(Non-Line of Sight) 경로가 존재하지만, LOS 경로는 없다. FDD BTS(1530)에 도달하는 신호가 LOS 신호의 전력에 접근하도록 정확하게 각도 맞춰진 고도로 효율적인 반사체(예컨대, 금속의 큰 벽)를 통해 NLOS 경로가 이루어지는 것이 가능하지만, 통계적으로 실제 시나리오들에서는 LOS 경로의 효율성에 접근하는 NLOS 경로가 존재할 가능성이 없다. 대조적으로, 실제 시나리오들에서 가능성이 있는 것은 다양한 각도로 반사 및 산란하는 물체들뿐만 아니라 더 큰 또는 더 적은 정도로 신호를 흡수 및 굴절시키는 물체들에 의해 NLOS 경로가 영향을 받을 것이라는 것이다. 또한, 정의상 NLOS 경로들은 LOS 경로들보다 더 길어서 더 높은 경로 손실을 야기한다. 이러한 인자들 모두는 LOS 경로들에 비해 NLOS 경로들에서 상당한 경로 손실을 야기한다. 따라서, 통계적으로, 실제 시나리오들에서는 도 15b에 도시된 바와 같이 FDD BTS(1530)에 의해 수신된 TDD DL NLOS 신호 전력이 FDD BTS(1530)에 의해 수신된 TDD DL LOS 신호 전력보다 훨씬 더 작을 가능성이 있다.

[0150] d. 15d: TDD BTS(1510)와 FDD BTS(1530) 사이에 LOS 및 NLOS 경로 양측 모두가 존재한다. 이 시나리오는 사실상 시나리오 15b와 시나리오 15c의 합이어서, FDD BTS(1530)가 TDD BTS(1510)로부터의 LOS 경로로부터의 매우 강력한 신호뿐만 아니라 TDD BTS(1510)로부터의 NLOS 경로로부터의 통계적으로 훨씬 더 약한 신호의 합을 수신하는 결과를 야기한다.

[0151] 이전 단락의 4가지 시나리오를 고려할 때, 분명히 시나리오 15a는, FDD BTS(1530)에 의해 수신되는 신호가 없기 때문에, 전혀 문제가 없다. NLOS 시나리오 15c는 일부 TDD DL BTS(1510) 신호가 FDD BTS(1530)에 도달하는 결과를 야기하지만, 통계적으로 그것은 LOS 신호보다 훨씬 더 약한 신호이다. 또한, NLOS 경로가 고도로 효율적

인 반사체인, 있음직하지는 않지만 가능한 시나리오에서, 그것은 사이트 플래닝(site planning), 예컨대, NLOS 경로가 효율적으로 반사되지 않도록 TDD DL BTS(1510) 안테나를 리포지셔닝 또는 리포인팅하는 것에 의해 종종 완화될 수 있다. 시나리오 15b(LOS)와 시나리오 15d(LOS + NLOS)는 각각에서의 LOS 성분이, FDD BTS(1530)가 견디도록 설계되지 않은, 인접 대역에서의 높은 전력 신호를 야기하기 때문에 문제가 있는 시나리오들이다.

[0152] 시나리오 15c 및 시나리오 15d의 NLOS 성분들은 분명히 인접 UL 대역에서 FDD BTS(1530)에 의해 더 낮은 전력 신호가 수신되는 결과를 야기할 수 있지만, FDD BTS(1530)는, 예컨대, 캐비티 필터들을 사용하여, 모바일 디바이스들로부터의 전체 UL 대역으로부터의 더 낮은 전력의 주로 NLOS 신호를 거부하도록 설계된다. 따라서, 시나리오 15b 및 시나리오 15d의 LOS 성분이 완화되어, 시나리오 15c 및 시나리오 15d로부터의 더 낮은 전력의(예컨대, 있음직하지 않은 고도로 효율적인 반사를 회피하는) NLOS 신호 성분만을 남길 수 있는 경우, 이는 FDD BTS(1530)가 그것이 견디도록 설계된 전력 레벨들에서의 UL 대역에서의 송신들만을 수신하는 결과를 야기할 것이고 따라서 FDD BTS(1530)의 동작을 방해하지 않으면서 UL 대역에서의 TDD BTS(1510)로부터의 DL 송신들을 가능하게 할 것이다. 전술된 바와 같이, FDD UL 대역에서의 다른 송신 방향이 인접 대역 동작을 방해하지 않을 것이고, 따라서, FDD BTS(1530)로의 TDD DL BTS(1510) LOS 송신 성분이 완화될 수 있는 경우, FDD UL 대역들은 인접 대역 FDD 동작을 방해하지 않으면서 TDD 양방향 동작을 위해 사용될 수 있다.

[0153] 관련 특허들 및 출원들에서 이전에 개시된 바와 같이, pCell™ 상표 하에서 마케팅되는 기술인, DIDO 시스템, 또는 다른 다중 안테나 시스템과 같은 다중 사용자 다중 안테나 시스템(MU-MAS)은 사용자 안테나의 위치에서 가간섭성 신호를 합성하거나, 그 위치에서 널(즉, 제로 RF 에너지)을 합성하기 위해 사용자 안테나의 위치로부터의 채널 상태 정보(CSI) 지식을 이용할 수 있다. 전형적으로, 그러한 CSI는 대역 내(IB) 트레이닝 신호로부터 결정되고, 기지국으로부터 사용자 디바이스로 송신되어, 사용자 디바이스가 CSI 정보로 응답하거나, 사용자 디바이스로부터 기지국으로 송신하여, 기지국이 가역성을 이용하여 사용자 안테나의 위치로서 CSI를 결정한다.

[0154] 일 실시예에서, 도 14에 도시된 바와 같은 MU-MAS 시스템은 상기 섹션 1 내지 섹션 4에서 설명된 바와 같이 동작하여, 각각의 UE 위치(111)에서 CSI를 추정하고, 각자의 VRI들($VRI_1, VRI_2, \dots, VRI_M$) 각각으로부터의 신호로 각각의 UE 위치(111)에서 동일한 주파수 대역에서 독립적인 pCell들($pCell_1, pCell_2, \dots, pCell_M$)을 합성한다. 상기 섹션 1 내지 섹션 4에서 설명된 바와 같이 각각의 UE 위치(111)에서 CSI를 추정하는 것에 더하여, 이 실시예에서 MU-MAS 시스템은 또한 구조물들(1431 내지 1433) 상에 도시된 각각의 안테나(1403)에서 CSI를 추정하고 그것이 각각의 위치(111)에서 pCell들(103)을 합성함에 따라, 그것은 또한, 동일한 주파수 대역 내의 모든 pCell들과 함께, 각각의 안테나(1403)의 위치에서 pCell들(1411)(pCell들 1.7, 8.14 및 (b-6).b, (총체적으로, pCell들_{1..b}))을 동시에 합성한다. 그러나, 각각이 그 각자의 VRI로부터의 합성된 파형을 포함하는 pCell들(103)과는 달리, 각각의 pCell(1411)은 제로 RF 에너지를 갖는 널이다.

[0155] 일 실시예에서, 이전 단락에서 설명된 널 pCell들(1411)은 VRM(108)에 플랫폼(직류(DC_{1..b})) 신호들을 입력하는 VRI들(1466)을 인스턴스화함으로써 합성된다. 다른 실시예에서, 이들은 안테나 위치들에서 널 신호(제로 RF 에너지) 기여들을 합성하기 위해 관련 특허들 및 출원들에서 이전에 개시된 기법들을 사용하여 널 위치들로서 VRM 내에서 계산된다.

[0156] 대역 내("IB") 트레이닝 신호가 각각의 안테나(1403)의 위치에서 CSI를 추정하는 데 사용되는 경우, 섹션 1 내지 섹션 4 및 관련 특허들 및 출원들에서 설명된 기법들을 사용하여, 고도로 정확한 CSI 추정이 이루어질 것이다. 예를 들어, pCell 송신 대역이 2530 내지 2540 MHz인 경우(도 16b에서의 대역 D), 2530 내지 2540의 동일한 주파수 범위 내의 트레이닝 신호가 사용되는 경우, 고도로 정확한 CSI 추정이 이루어질 것이다. 그러나 IB 신호(예컨대, 2530 내지 2540 MHz, 도 16a에서의 대역 E') 대신에 안테나의 위치에서 CSI를 추정하기 위해 대역 외("OOB") 신호(예컨대, 2660 내지 2670 MHz)가 사용되는 경우, 그러한 OOB CSI 추정치는 채널이 IB 주파수와 OOB 주파수 사이에서 "주파수 플랫폼"인 경우에만 상당히 정확할 것이다. 주파수 플랫폼은 채널이 IB 주파수와 OOB 주파수 양측 모두에서 플랫폼 페이딩을 갖고, 따라서 IB 주파수와 OOB 주파수 각각에서의 신호들이 동일한 규모의 페이딩을 경험한다는 것을 의미한다. IB 주파수와 OOB 주파수가 선택적 페이딩을 갖는 경우, 즉, IB 주파수와 OOB 주파수의 주파수 성분들이 비상관 페이딩을 경험하는 경우, OOB 신호로부터 얻어진 CSI 추정치를 사용하는 것은 IB 신호에 대해 매우 정확하지는 않을 수 있다. 따라서, 도 16a의 대역 E'이 도 b의 대역 D에 비해 주파수 플랫폼인 경우, 대역 D에 대해 고도로 정확한 CSI를 얻기 위해 대역 E' 내의 트레이닝 신호가 사용될 수 있다. 그러나, 대역 E'이 대역 D에 비해 상당한 선택적 페이딩을 갖는 경우, 대역 E'으로부터의 트레이닝 신호는 대역 D에 대한 정확한 CSI를 야기하지 않을 것이다.

- [0157] (예컨대, 도 15b에 도시된 바와 같이) NLOS 성분이 없는 자유 공간에서의 순수하게 LOS 신호는 주파수-플랫 채널에 있다. 따라서, 신호에 대한 유일한 성분이 LOS인 경우, 사용자 안테나의 위치에서의 IB 신호에 대한 CSI를 정확하게 추정하기 위해 OOB 신호가 사용될 수 있다. 그러나, 많은 실제 활용에서, 순수하게 LOS 신호는 존재하지 않고, 오히려 신호가 전혀 없거나(예컨대, 도 15a), NLOS 신호만이 있거나(예컨대, 도 15c), 조합된 LOS 및 NLOS 신호가 있다(예컨대, 15d).
- [0158] TDD BTS 안테나(1510)의 관점에서 FDD BTS(1530)의 안테나의 CSI를 추정하기 위해 OOB 신호가 사용되는 경우, 도 15a, 도 15b, 도 15c 및 도 15d의 시나리오들 각각에 대한 결과들은 다음과 같다:
- [0159] a. 15a: 신호가 없고, 따라서 CSI가 생성되지 않을 것이다.
- [0160] b. 15b: LOS 단독이 일관되게 정확한 CSI를 생성할 것이다.
- [0161] c. 15c: NLOS 단독이 NLOS 단독 채널로부터의 선택적 페이딩의 가능성으로 인해 일관되게 정확하지는 않은 CSI를 생성할 것이다.
- [0162] d. 15d: LOS + NLOS, 결과적인 CSI는 NLOS 성분이 일관되게 정확하지는 않고 LOS 성분이 일관되게 정확한 CSI 성분들의 조합일 것이다.
- [0163] 순수한 LOS 채널로부터 도출된 CSI를 C_L 로, 순수한 NLOS 채널로부터 도출된 CSI를 C_N 으로, 그리고 순수한 LOS와 순수한 NLOS 성분들의 조합을 갖는 채널로부터 도출된 CSI를 C_{LN} 으로 지칭한다. 조합된 LOS와 NLOS의 CSI는 그렇다면 $C_{LN} = C_L + C_N$ 으로 공식화될 수 있다.
- [0164] 도 14의 액세스 포인트들(109)(AP_{1..N})과 안테나들(1403) 사이의 순수한 LOS 채널의 경우에, 유일한 CSI 성분은 각각의 안테나(1403)에 대한 C_L 이다. 순수한 LOS 채널들은 주파수 플랫이기 때문에, CSI를 도출하기 위해 OOB 신호가 사용되는 경우, 각각의 안테나(1403)에 대한 CSI는 여전히 정확할 것이다. 따라서, CSI를 도출하기 위해 OOB 신호를 사용할 때, 각각의 AP(109)로부터의 LOS 신호는 각각의 안테나(1403)의 위치에서 높은 정확도로 널링되어, AP들(109)의 송신으로부터 각각의 안테나(1403)에 의해 검출 가능한 신호가 거의 없거나 전혀 없을 것이다.
- [0165] AP들(109)과 안테나들(1403) 사이의 순수한 NLOS 채널의 경우에, 유일한 CSI 성분은 각각의 안테나(1403)에 대한 C_N 이다. CSI를 도출하기 위해 OOB 신호가 사용되는 경우, 각각의 안테나(1403)에 대한 CSI는 채널이 얼마나 주파수 플랫인지에 따라 더 정확하거나 덜 정확할 것이다. 따라서, CSI를 도출하기 위해 OOB 신호를 사용할 때, 각각의 AP(109)로부터의 NLOS 신호는, 채널 주파수 선택성의 정도에 따라, 완전히 널링되거나(완벽하게 주파수-플랫 채널의 경우에), 부분적으로 널링되거나, 전혀 널링되지 않을 것이다. NLOS 신호들이 널링되지 않는 한, 각각의 안테나(1403)는 AP들(109)로부터의 NLOS 신호들의 다소 임의의 합산을 수신할 것이다. 따라서, AP들(109)로부터 안테나들(1403)로의 NLOS 신호 강도에 있어서 다소의 감소가 있을 수 있지만, NLOS 신호 강도는 NLOS 신호들을 널링하고자 시도하기 위해 CSI가 적용되지 않은 경우에 수신되었을 NLOS 신호 강도보다 높지 않을 것이다.
- [0166] AP들(109)과 안테나들(1403) 사이의 조합된 LOS 및 NLOS 채널의 경우에, CSI는 각각의 안테나(1403)에 대해 LOS 성분과 NLOS 성분의 조합 $C_{LN} = C_L + C_N$ 이다. CSI를 도출하기 위해 OOB 신호가 사용되는 경우, 각각의 안테나(1403)에 대한 CSI의 C_L 성분은 고도로 정확할 것이고 C_N 성분에 대한 CSI는 채널이 얼마나 주파수 플랫인지에 따라 더 정확하거나 덜 정확할 것이다. CSI의 C_L 성분은 AP들(109)과 안테나들(1403) 사이의 신호의 LOS 성분의 널링에 영향을 미치는 반면, CSI의 C_N 성분은 AP들(109)과 안테나들(1403) 사이의 신호의 NLOS 성분의 널링에 영향을 미친다. 따라서, CSI를 도출하기 위해 OOB 신호를 사용할 때, 각각의 AP(109)로부터의 LOS 신호는 일관되게 완전히 널링될 것인 반면, 각각의 AP(109)로부터의 NLOS 신호는 채널 주파수 선택성의 정도에 따라 더 큰 또는 더 작은 정도로 널링될 것이다. 따라서, 요컨대, AP들(109)로부터의 송신의 LOS 성분들은 완전히 널링될 것이고, AP들(109)로부터의 송신의 NLOS 성분들은 NLOS 신호들을 널링하고자 시도하기 위해 CSI가 적용되지 않은 경우에 안테나들(1403)에 의해 수신되었을 것보다 더 큰 신호 강도를 갖지 않을 것이다.
- [0167] 상기에 기술된 바와 같이, 도 15a, 도 15b, 도 15c, 및 도 15d에 도시된 시나리오들에서, 문제가 있는 시나리오들은 TDD BTS(1510)의 LOS 성분이 FDD BTS(1530)에 의해 수신되는 경우이다. 그것은 TDD BTS(1510)의 NLOS 성분이 FDD BTS(1530)에 의해 수신되는 경우에는 일반적으로 문제가 아니다. 이전 단락들에서 설명된 MU-MAS 실

시예를 고려해보자: TDD BTS(1510)가 도 14로부터의 AP들(109) 중 하나이고 FDD BTS(1530)가 안테나들(1403) 중 하나인 경우, 안테나들(1403)에 대한 CSI를 결정하기 위해 사용된 트레이닝 신호가 IB 신호인 경우, TDD BTS(1530)로부터의 송신은 FDD BTS(1530)에서 완전히 널링될 것이다. 안테나들(1403)에 대한 CSI를 결정하기 위해 사용된 트레이닝 신호가 OOB 신호인 경우, TDD BTS(1530)로부터의 LOS 송신은 FDD BTS(1530)에서 완전히 널링될 것이고, TDD BTS(1530)로부터 FDD BTS(1530)로의 NLOS 송신은 NLOS 신호들을 널링하고자 시도하기 위해 CSI가 적용되지 않은 경우보다 더 나쁘지 않을 것이다. 따라서, 안테나(1530)로부터의 OOB 트레이닝 신호는 안테나(1510)로부터의 송신의 임의의 LOS 성분을 완전히 널링할 것이지만, 안테나(1510)로부터의 송신의 임의의 NLOS 성분을 신뢰성 있게 널링하지도 더 강하게 하지도 않을 것이다.

[0168] 안테나(1510)로부터 송신된 신호의 LOS 성분만이 문제가 있고 그것이 널링되었고, 안테나(1510)의 NLOS 성분은 문제가 없고 더 나빠지지 않을 것이므로, 따라서 FDD BTS로부터의 적어도 OOB 신호가 이용가능하다면, 인접 대역 FDD BTS의 수신기 성능을 크게 방해하지 않으면서 FDD UL 스펙트럼에서 도 14에 도시된 것과 같은 MU-MAS 시스템에서 TDD BTS(1530)가 동작할 수 있는 실시예를 갖는다.

[0169] 많은 FDD 시스템의 경우에, 그러한 OOB 신호가 실제로 이용가능하다. 예를 들어, 도 16a에서, 부대역 E에서 UL을 수신하고 있는 FDD BTS(1530)는 동시에 부대역 E'에서 DL을 송신하고 있다. DL 부대역에서 데이터 트래픽이 변할 수 있지만, 제어 신호들은 전형적으로 (예컨대, LTE 표준에서) 반복적으로 송신된다. 따라서, 최소한, 이러한 DL 제어 신호들은, 관련 특허들 및 출원들에서 이전에 개시된 가역성 기법들을 이용하여, FDD BTS(1530)의 CSI를 결정하고, 부대역 E' 내의 (도 14에서의 안테나들(1403)에 대응하는) FDD BTS(1530)로부터의 DL 송신의 채널 가역성으로부터 도출된 CSI를 적용하여 (도 14에서의 AP들(109)에 대응하는) TDD BTS(1510)로부터 위치들(111)에서의 UE들로의 TDD DL 송신과 동시에 부대역 D에서 (도 14에서의 안테나들(1403)에 대응하는) FDD BTS(1530)에서 널을 생성하기 위해 사용되는 OOB 트레이닝 신호로서 사용될 수 있다. (도 14에서의 AP들(109)에 대응하는) TDD BTS(1510)로부터의 부대역 D TDD DL 송신의 LOS 성분은 (도 14에서의 안테나들(1403)에 대응하는) FDD BTS(1530)에서 완전히 널링될 것인 반면, 부대역 D TDD DL 송신의 NLOS 성분은 LOS 성분의 널링이 없었을 경우보다 더 나쁘지 않을 것이다.

[0170] TDD DL 송신들의 대역폭 내에서 FDD BTS 위치들(1530)의 위치에서의 TDD DL 송신들에 대해 널을 생성하는 것에 더하여, FDD BTS 위치들에서의 TDD DL 송신으로부터의 높은 전력 OOB를 또한 널링하는 것이 바람직하다. LOS 성분으로부터의 OOB는 주파수-플랫 채널에 있기 때문에, 대역 내 LOS 성분의 널링은 또한 LOS 성분으로부터의 OOB를 널링할 것이다. 그러나, NLOS 성분이 주파수-선택적 채널에 있는 한, NLOS 성분의 OOB는 널링되지 않을 것이지만, 그것은 LOS 성분을 널링하고자 하는 시도가 없었을 경우의 NLOS로부터의 OOB보다 더 나쁘지 않을 것이다. LOS 송신 및 NLOS 송신 각각의 OOB의 전력은, 각각, 대역 내 LOS 송신 및 NLOS 송신의 전력에 비례한다. 따라서, LOS 송신의 OOB를 널링하고, NLOS 송신의 OOB를 그렇지 않은 경우보다 더 나쁘지 않게 만드는 것은 가장 높은 전력 및 가장 문제가 있는 OOB 성분인 LOS를 해결하고, 덜 문제가 있는 NLOS 성분을 더 나쁘지 않게 만들 것이다.

[0171] FDD 기지국들은 전형적으로 다이버시티, 빔포밍, MIMO 또는 다른 이유로 다수의 안테나를 갖는다. 이 시나리오는 각각의 구조물(1431 내지 1433) 상에 다수의 안테나(1411)가 있는 도 14에 도시되어 있다. 따라서, 도 15a, 도 15b, 도 15c 및 도 15d에 도시된 단일 FDD BTS 안테나(1530)보다는, 전형적으로 다수의 FDD BTS 안테나(1411)가 존재할 것이다. 임의의 그러한 안테나들이 송신하고 있는 한, 전술되고 도 14에 도시된 MU-MAS 시스템은 각각의 안테나에 대한 CSI를 도출하기 위해 사용할 안테나들(1411) 각각으로부터의 송신을 수신하고 그 안테나로의 AP들(109) 송신의 LOS 성분을 널링할 것이다. 다른 실시예에서, BTS 안테나(1411)의 일부에 대해서만 널이 생성될 것이다. 예를 들어, 안테나들(1411) 중 일부는 UL 수신에 사용되지 않을 수 있으며, 그들에 대해 널을 생성하는 것이 필요하지 않을 것이다.

[0172] 상기 실시예들의 광범위한 활용에서, 많은 TDD BTS 안테나들 및 인접 부대역 FDD BTS 안테나들은 넓은 커버리지 영역(예컨대, 도시, 지역, 국가 또는 대륙) 전체에 걸쳐 분포될 것이다. 분명히, 모든 안테나가 서로의 범위 내에 있지는 않을 것이고, 그렇기 때문에 주어진 FDD BTS 안테나와 간섭하기에 충분한 전력 레벨인 TDD BTS DL 송신을 널링하는 것만이 필요할 것이다. 일 실시예에서, VRM(108)은 FDD BTS 안테나들(1403)로부터의 송신들을 TDD BTS DL AP들(109)로부터 수신하고 각각의 TDD BTS AP(109)로부터 각각의 FDD BTS 안테나(1403) 상에 TDD BTS AP들(109)로부터 입사되는 전력 레벨을 평가한다. 이러한 평가를 하기 위해, 채널 가역성을 활용하는 것을 포함하여, 다양한 수단이 사용될 수 있다. VRM(108)은 주어진 임계치를 초과하는 OOB 또는 수신기 차단/수신기 둔감화 전력을 수신할 FDD BTS 안테나들(1403)에서의 널들만을 합성한다. 임계치는 간섭 임계치 또는 스펙트럼 규정들에 의해 확립된 임계치인 것으로 결정되는 임계치들을 포함하지만 이로 제한되지 않는 임의의 레벨

로 설정될 수 있다.

- [0173] 널 pCell들(1411)은 컴퓨팅 리소스들 및 AP(109) 리소스들을 필요로 한다는 점에서 신호를 송신하는 pCell들(103)과 유사하다. 따라서, 커버리지 영역 전체에 걸쳐 널 pCell들을 생성하는 데 필요한 AP(109) 리소스들의 수를 최소화하는 것이 유리하다. 다른 실시예에서, 관련 특허들 및 출원들에서 이전에 개시된 것과 같은 클러스터링 기법들이 커버리지 영역 전체에 걸쳐 안테나들(1403)을 널링하는 데 필요한 pCell들(1411) 및 사용자 디바이스들에 필요한 pCell들(103)을 합성하는 데 필요한 AP들(109)의 수를 감소시키기 위해 이용될 수 있다.
- [0174] 전술된 실시예들은 인접 스펙트럼에서의 TDD 동작에 관한 지식이 없는 FDD DL 안테나들에서 널들을 생성하는 것을 다룬다. 다른 실시예에서, FDD DL 안테나들은 인접 스펙트럼에서의 TDD 동작에 관한 지식이 있으며 TDD 시스템과 협력한다. 일 실시예에서, FDD DL 안테나들(1403)은 도 14에서의 MU-MAS 시스템이 FDD DL 안테나들(1403)에 대한 정확한 CSI를 결정하기 위한 IB 기준을 갖는 것을 가능하게 하는 (예컨대, LTE SRS 신호와 같은) TDD 대역 내의 트레이닝 신호를 규칙적으로 송신한다. 정확한 CSI를 이용하여, VRM(108)은 LOS 성분 및 NLOS 성분 양측 모두에 대한 널을 합성할 수 있을 것이고, 따라서 NLOS 신호조차 널링될 것이므로 매우 높은 전력의 TDD DL 송신이 인접 스펙트럼에서 사용되는 것을 가능하게 할 것이다. 다른 실시예에서, FDD DL 송신은 UE들 (예컨대 SRS) 또는 TDD DL BTS로부터의 트레이닝 신호들과 타이밍 및/또는 주파수 인터리빙된다. 다른 실시예에서, FDD DL 안테나들(1403)은 또한 VRM(108)이 OOB CSI를 결정하고 NLOS뿐만 아니라 LOS OOB 양측 모두에 대한 널들을 생성하기 위해 사용할 수 있는 그들 자신의 UL 스펙트럼에서 IB 트레이닝 신호를 송신한다(예컨대, 동시 UL 활동이 없는 시간을 선택하여).
- [0175] 다른 실시예에서, 안테나들(1403)은 인접 TDD 스펙트럼에서 사용되는 TDD 안테나들이다. 인접 TDD 시스템들이 UL 및 DL에서 동기화되는 경우, 모든 BST가 동시에 송신 또는 수신 모드에 있으므로 OOB 및 수신기 차단/수신기 둔감화로부터의 간섭이 최소화된다. 때때로, 예를 들어, 인접 네트워크들이 상이한 DL 및 UL 비율을 필요로 하는 경우 또는 그들이 상이한 레이턴시 요건들을 갖는 경우, 예컨대, 하나의 네트워크가 라운드트립 레이턴시를 감소시키기 위해 보다 빈번한 DL 또는 UL 간격들을 필요로 하는 경우, 인접 TDD 시스템이 DL 및 UL 시간들을 동기화시키지 않고 동작하게 하는 것이 필요하다. 이러한 시나리오들에서, 인접 대역들이 동시에 UL 및 DL과 함께 사용될 것이다. 전술된 동일한 기법들이 하나 또는 양측 모두의 시스템이 DL 간격들 동안 다른 시스템의 BST 안테나들에서 널들을 합성하기 위해 사용될 수 있다. 전술된 기법들에 따라, 대역 내 송신 및 OOB 송신 중 하나 또는 양측 모두가 널링되어, LOS 성분 또는 NLOS 성분도 널링할 수 있다.
- [0176] 일 실시예에서, 도 14에서의 MU-MAS 시스템에 대한 동일한 스펙트럼이 지상 무선 서비스들을 제공하는 데 사용되는 반면, 그것은 동시에 항공기에 대한 DL 대역(즉, 하늘 쪽으로 지향되는 송신들을 가짐)으로서 사용된다. MU-MAS 시스템이 지상 사용으로 의도될지라도, 항공기가 AP들(109)의 안테나 패턴 내에 속하는 한 AP들(109)로부터 항공기로의 경로는 LOS 또는 주로 LOS일 것이고 잠재적으로 항공기로의 DL과 간섭할 수 있다. 항공기로부터 UL(즉, 지상으로 지향되는 송신)을 수신함으로써, VRM은 전술된 기법들을 사용하여 항공기 안테나들로의 CSI를 도출하고 따라서 항공기 안테나들의 위치들에서 널을 합성할 수 있다. 항공기로의 경로는 LOS이므로, 항공기 UL 신호가 OOB인 경우에도, CSI는 상당히 정확할 수 있다. 따라서, 이러한 방식으로 스펙트럼은 항공기 DL과 함께 동시에 사용될 수 있다. 이는 매우 효율적인 스펙트럼의 사용인데, 그 이유는 항공기가 매우 자주 비행하지 않고 스펙트럼이 항공기용으로 독점적으로 예약되는 경우, 그것은 대부분의 시간 동안 비활성일 것이기 때문이다.
- [0177] 다른 실시예에서, 항공기의 안테나(들)는 지상 UE들과 함께 하나 이상의 UE로서 취급되고, 항공기가 도 14에 도시된 MU-MAS 시스템의 범위 내에서 비행하는 경우, 그것은 임의의 다른 UE들과 동일한 UL 및 DL 용량을 사용한다. 용량을 증가시키기 위해 항공기 상에 다수의 안테나가 사용될 수 있다. 안테나들은 항공기 상에 또는 항공기 내에 서로 떨어져 분산 배치될 수 있으며 용량을 증가시키기 위해 편광될 수 있다. 항공기 내의 개인들은 또한 동일한 MU-MAS에 접속되어, 동일한 스펙트럼에서 그들 자신의 디바이스들(예컨대, 모바일 전화들)을 사용할 수 있다. MU-MAS는 항공기 안테나들에 대해 그리고 사용자 UE들에 대해 독립적인 pCell들을 생성할 것이다.
- [0178] 본 발명의 실시예는 위에서 설명된 다양한 단계를 포함할 수 있다. 단계는 범용 또는 특수-목적 프로세서로 하여금 그 단계를 수행하게 하기 위해 사용될 수 있는 기계-실행 가능 명령어들로 구현될 수 있다. 대안적으로, 이들 단계는 단계를 수행하기 위한 하드와이어드 로직(hardwired logic)을 포함하는 특정 하드웨어 컴포넌트들에 의해, 또는 프로그래밍된 컴퓨터 컴포넌트와 맞춤형 하드웨어 컴포넌트의 임의의 조합에 의해 수행될 수 있다.
- [0179] 본 명세서에 설명된 바와 같이, 명령어는, 소정의 동작을 수행하도록 구성되거나, 비일시적 컴퓨터 판독 가능

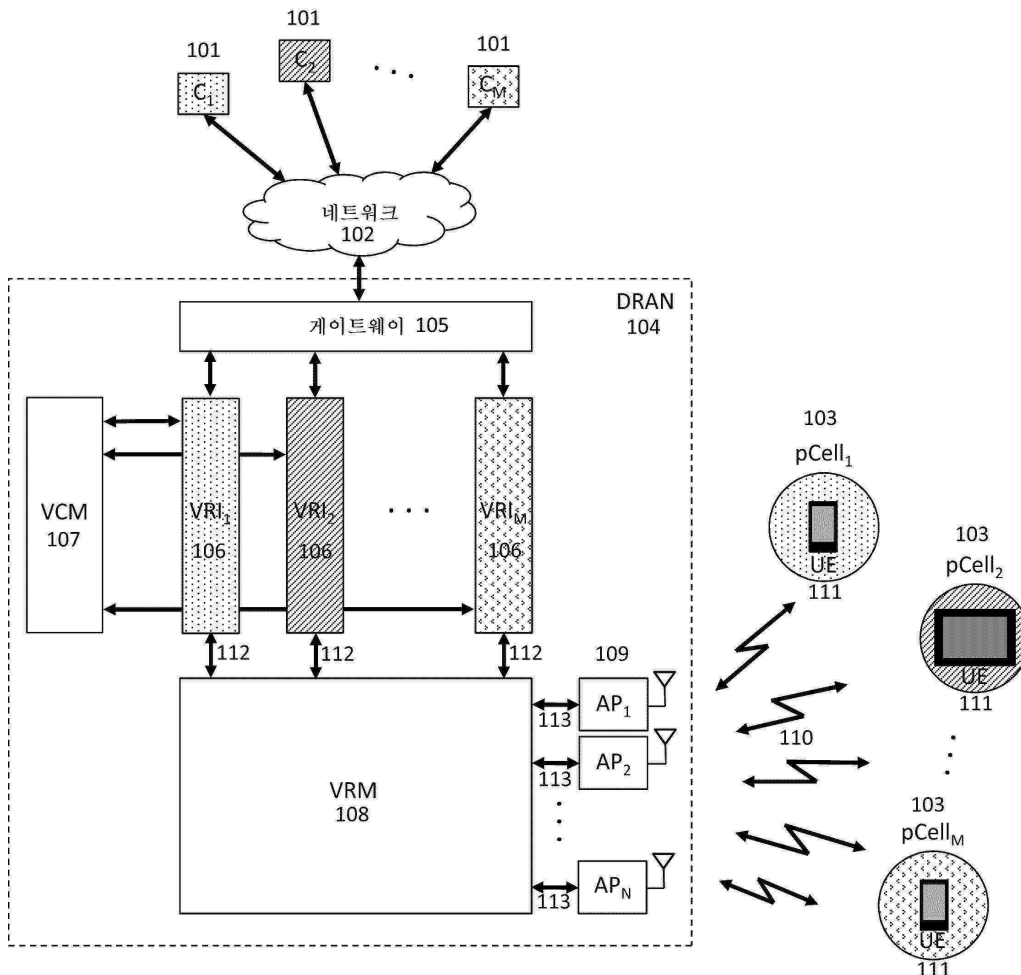
매체에 수록되는 메모리에 저장된 소프트웨어 명령어 또는 미리 결정된 기능을 갖는 주문형 집적 회로(ASIC)와 같은 하드웨어의 특정한 구성을 지칭할 수 있다. 따라서, 도면에 도시된 기술은 하나 이상의 전자 디바이스 상에 저장되고 그것 상에서 실행되는 코드 및 데이터를 사용하여 구현될 수 있다. 그러한 전자 디바이스는 비일시적 컴퓨터 기계 판독 가능 저장 매체(예를 들어, 자기 디스크, 광 디스크, 랜덤 액세스 메모리, 판독 전용 메모리, 플래시 메모리 디바이스, 상변화 메모리) 및 일시적 컴퓨터 기계 판독 가능 통신 매체(예를 들어, 전기, 광학, 음향 또는 다른 형태의 전파 신호 - 예를 들어, 반송파, 적외선 신호, 디지털 신호 등)와 같은 컴퓨터 기계 판독 가능 매체를 사용하여 코드 및 데이터를 저장하고 (내부적으로 그리고/또는 네트워크를 통해 다른 전자 디바이스와) 통신한다.

[0180]

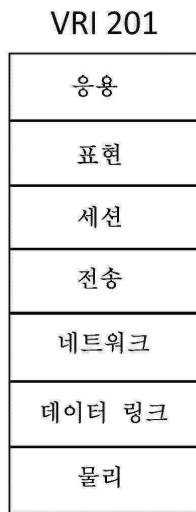
이러한 상세한 설명 전반에 걸쳐, 설명의 목적으로, 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정 상세가 기술되었다. 그러나, 본 발명은 이러한 특정 상세들 중 일부 없이도 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 소정의 경우에, 잘 알려진 구조 및 기능은 본 발명의 주제를 불명확하게 하는 것을 피하기 위해 정성 들어 상세히 설명되지 않았다. 따라서, 본 발명의 범주 및 사상은 후속하는 청구범위의 관점에서 판단되어야 한다.

도면

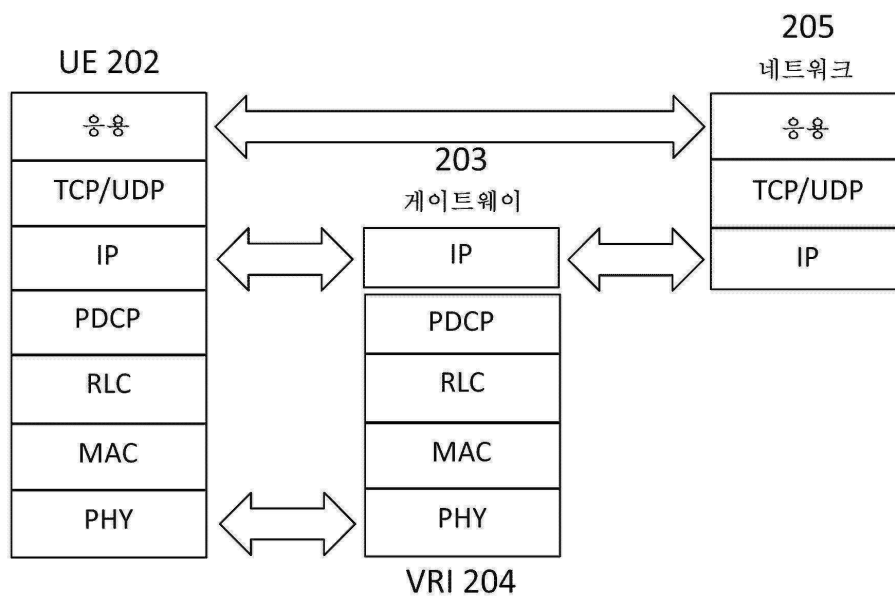
도면1



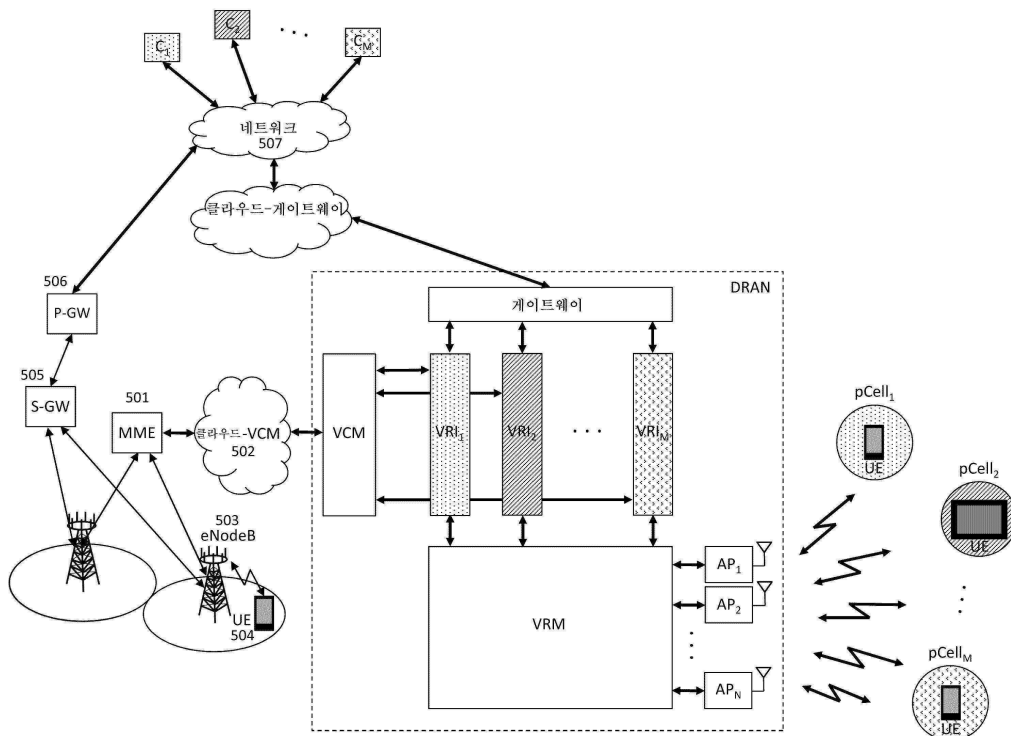
도면2a



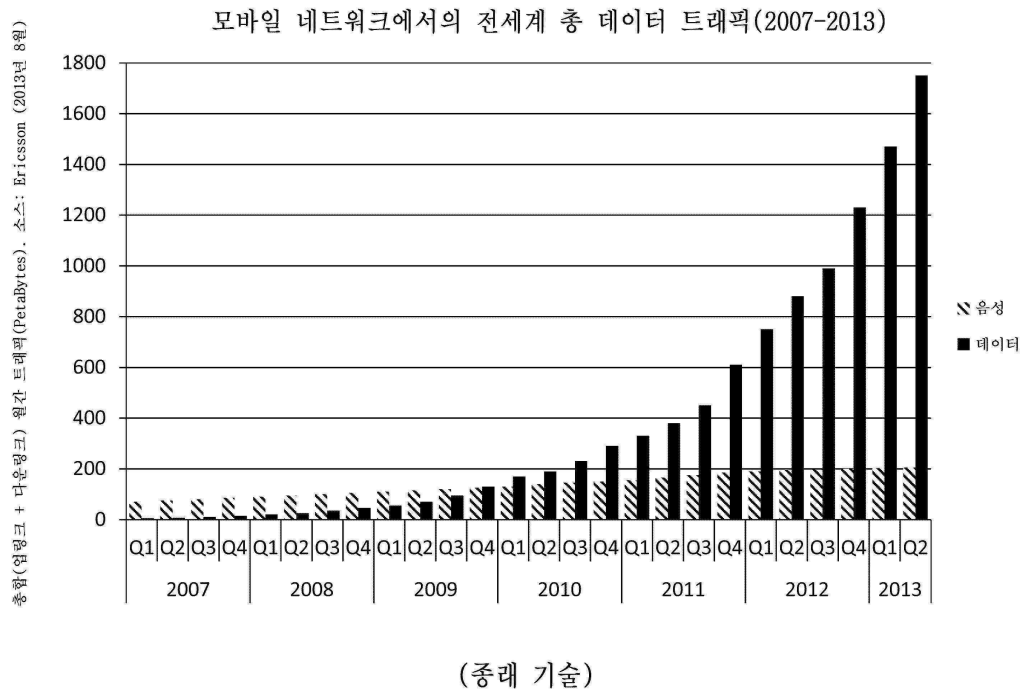
도면2b



도면5

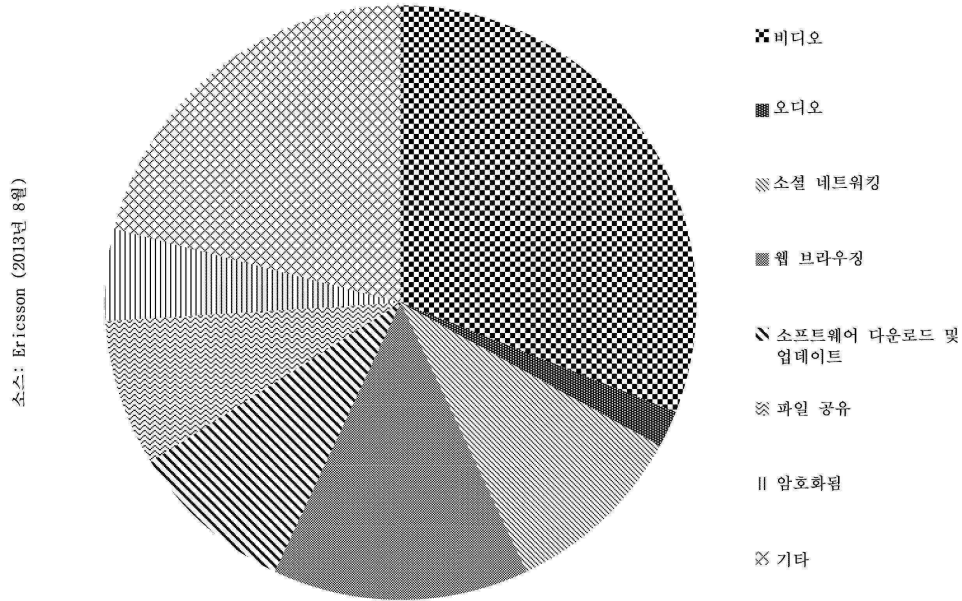


도면6



도면7

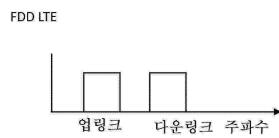
애플리케이션 유형에 의한 모바일 데이터 트래픽 공유(2012)



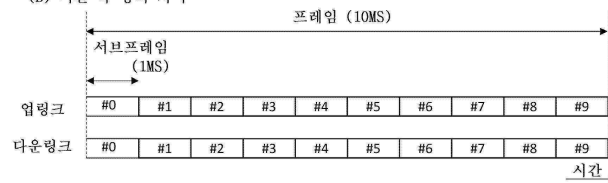
(종래 기술)

도면8

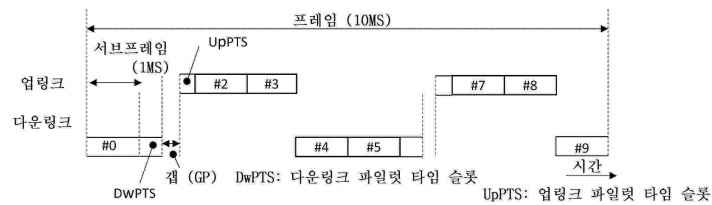
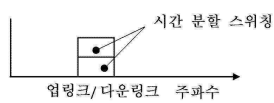
(A) 주파수 축 상의 차이



(B) 시간 축 상의 차이

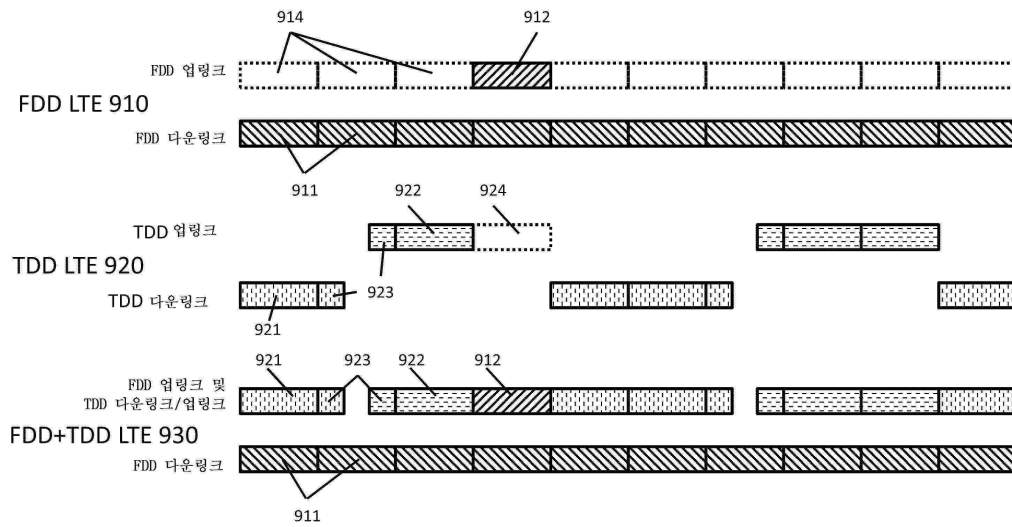


TDD LTE



(종래 기술)

도면9



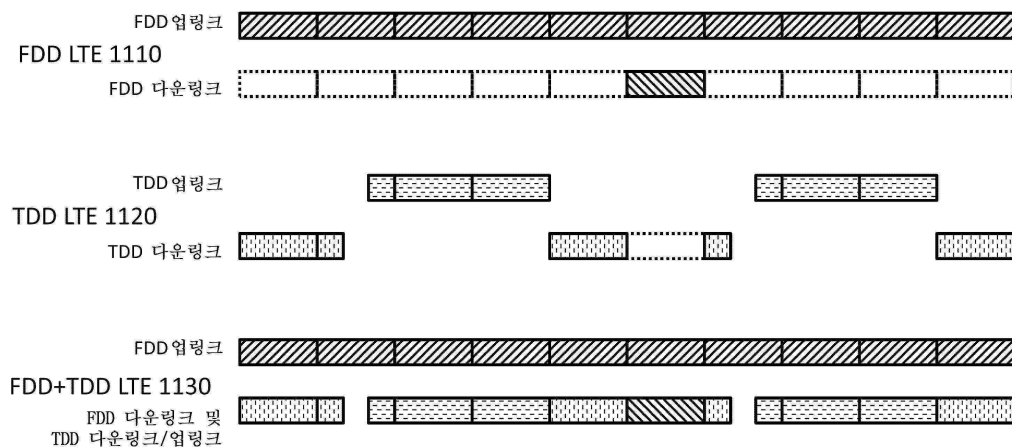
도면10

TDD LTE 듀플렉스 구성들

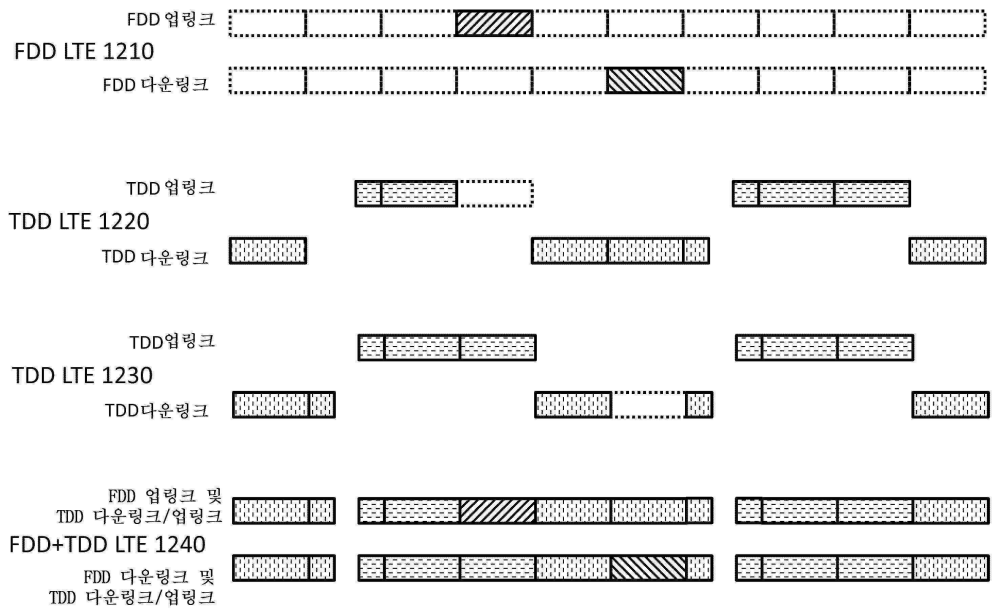
UL/DL 구성	UL/DL 스위칭 주기	서브프레임 번호									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

(종래 기술)

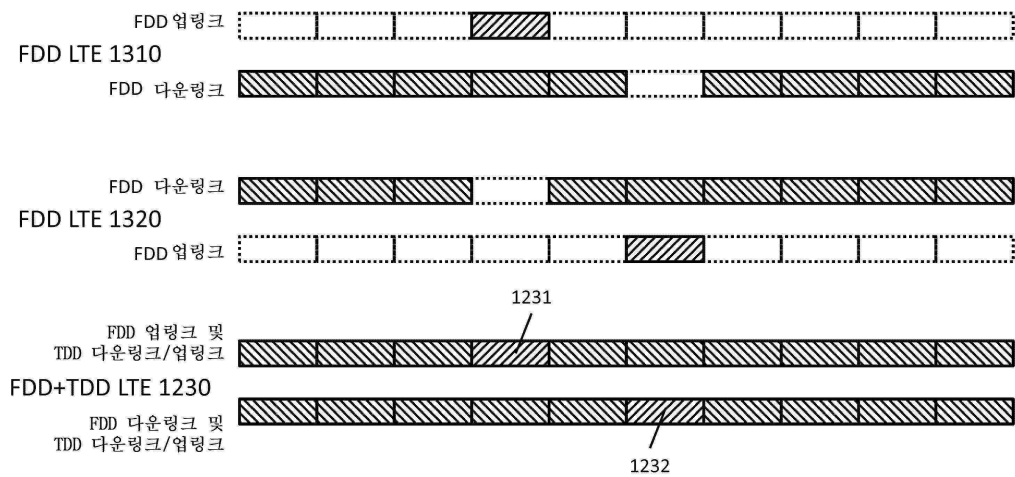
도면11



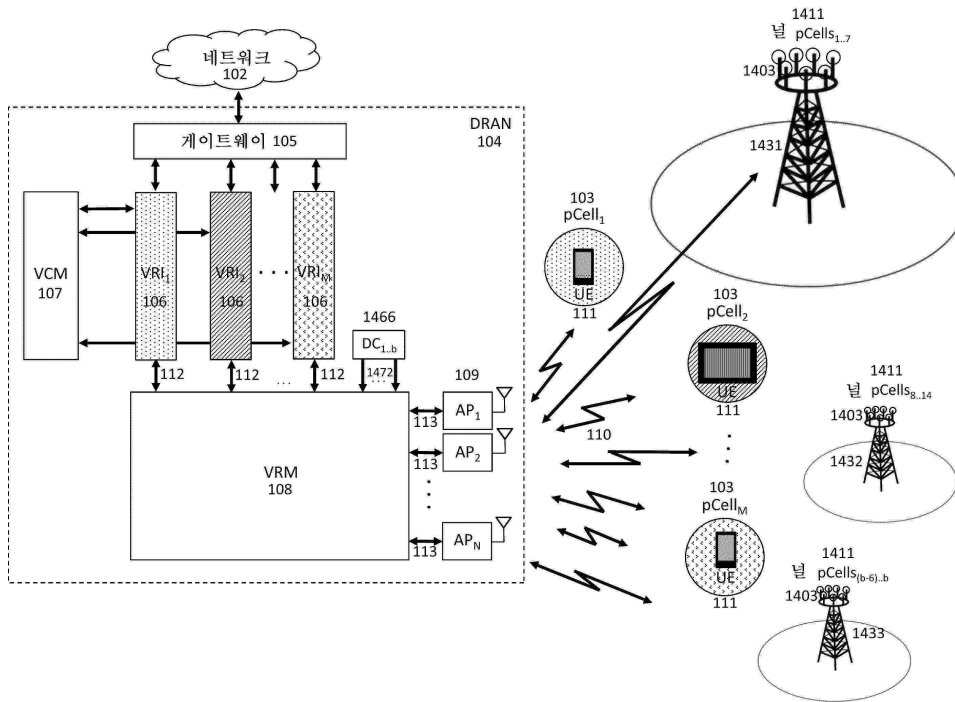
도면12



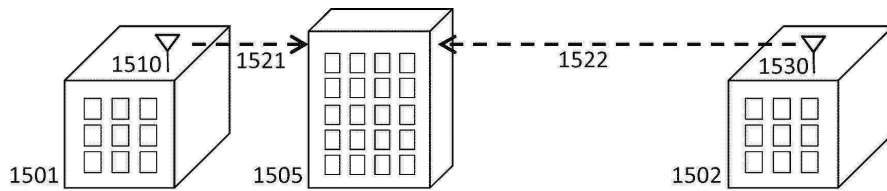
도면13



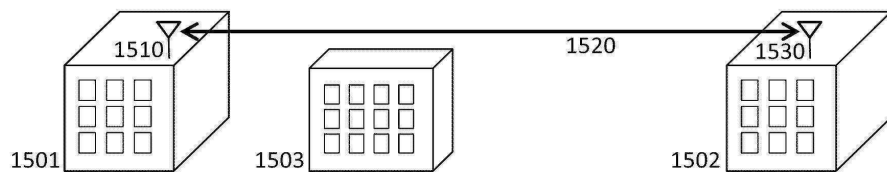
도면14



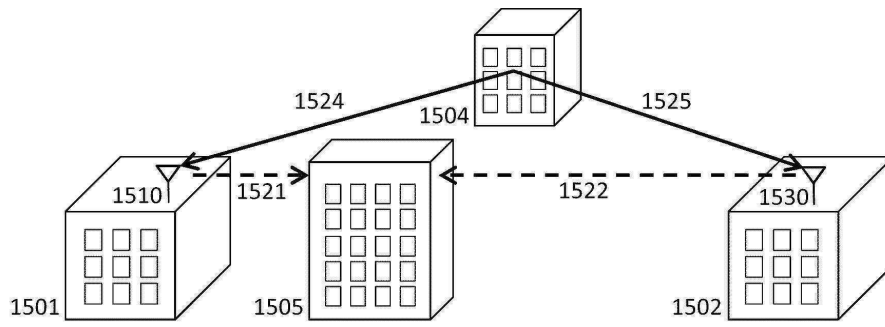
도면15a



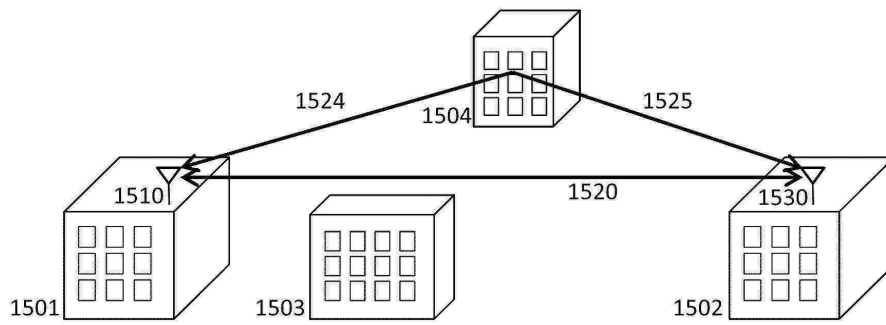
도면15b



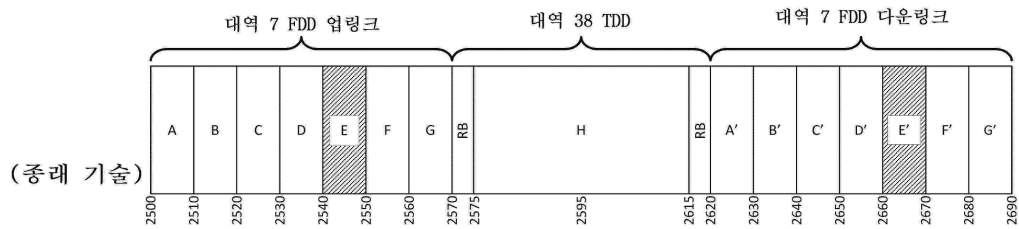
도면15c



도면15d



도면16a



도면16b

