



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월04일
 (11) 등록번호 10-1874655
 (24) 등록일자 2018년06월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H04W 40/00 (2009.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7006775
- (22) 출원일자(국제) 2011년08월16일
 심사청구일자 2016년08월16일
- (85) 번역문제출일자 2013년03월15일
- (65) 공개번호 10-2014-0026321
- (43) 공개일자 2014년03월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/048004
- (87) 국제공개번호 WO 2012/024349
 국제공개일자 2012년02월23일
- (30) 우선권주장
 61/439,940 2011년02월07일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20050152695 A1*
 US20020093926 A1
 US20030181221 A1
 US6657993 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 달리 시스템즈 씨오. 엘티디.
 케이만 군도 그랜드 케이맨 케이와이 1-1104 조지 타운 사우스 처치 스트리트 우글랜드 하우스 피오 박스 309 더 오피스즈 오브 메이플스 코포레이티드 서비스즈 리미티드
- (72) 발명자
 스탠폴튼 손 패트릭
 캐나다 브리티시컬럼비아 브이5에이 4썸6 버나비 우드허스트 드라이브 7991
 렘션 폴
 미국 워싱턴 98077 우던빌 노쓰이스트 160번가 20208
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 오병석, 함수욱

전체 청구항 수 : 총 11 항

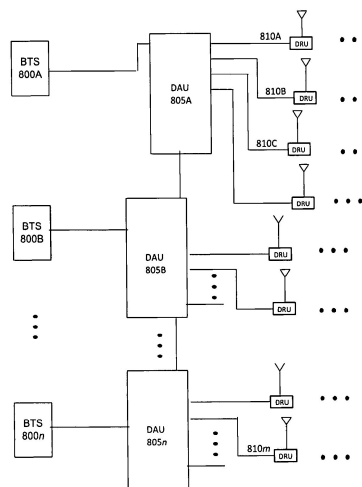
심사관 : 황운철

(54) 발명의 명칭 **분산 안테나 시스템을 위한 리모트 유닛의 데이지 체인형 링**

(57) 요약

본 발명은 새로운 유용성을 갖는 필드-재구성 가능한 소프트웨어 정의 무선(software defined radio; SDR) 기반 분산 안테나 시스템(DAS)을 개시하고 다중 변조 방식(변조에 독립적임), 다중 캐리어, 다중 주파수 대역 및 다중 채널을 지원한다. 보다 구체적으로, 본 발명은 리모트 유닛들의 하나 또는 그 이상의 데이지 체인형 링을 이용 (뒷면에 계속)

대표도



하는 DAS에 관련된다. 본 발명은 유연성 있는 동시 송출(Flexible Simulcast), 자동 트래픽 로드 밸런싱(load-balancing), 네트워크 및 무선 리소스 최적화, 네트워크 교정(calibration), 자립형(autonomous)/지원형(assisted) 커미셔닝(commissioning), 캐리어 풀링(pooling), 자동 주파수 선택, 주파수 캐리어 배치, 트래픽 감시, 트래픽 태깅(tagging), 파일럿 비콘, 등과 같은 분산 무선 네트워크의 이용과 성능을 관리하고, 제어하고, 향상시키며 용이하게 하기 위한 고도의 유연성을 가능케 한다. 결과적으로, 본 발명에 의한 DAS는 오퍼레이터의 무선 네트워크의 효율 및 트래픽 용량을 증가시킬 수 있다.

(72) 발명자

린 빈

캐나다 브리티시컬럼비아 브이3이 2더블유8 코퀴틀
램 파노라마 드라이브 158-2979

리 알버트 에스.

미국 캘리포니아 멘로 파크 스위트 280 미들필드
로드 535

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

신호를 라우팅 및 스위칭하는 시스템에 있어서,

하나 또는 그 이상의 제1 다운링크 무선 주파수에서 제1 신호 소스로부터 제1 신호를 수신하고, 상기 제1 신호를 제1 광 신호로 변환하고, 상기 제1 광 신호를 제1 다운링크 광 신호로서 전송하는 제1 디지털 액세스 유닛;

양방향성 케이블을 통해 상기 제1 디지털 액세스 유닛과 상호접속되는 제2 디지털 액세스 유닛 - 상기 제2 디지털 액세스 유닛은 하나 또는 그 이상의 제2 다운링크 무선 주파수에서 제2 신호 소스로부터 제2 신호를 수신하고, 상기 제2 신호를 제2 광 신호로 변환하고, 상기 제2 광 신호를 제2 다운링크 광 신호로서 전송함 -; 및

서로 상호접속되고, 상기 제1 디지털 액세스 유닛에 통신가능하게 연결된 복수의 제1 리모트 무선 유닛 - 상기 복수의 제1 리모트 무선 유닛의 각각은 상기 제1 디지털 액세스 유닛으로부터 상기 제1 다운링크 광 신호를 수신하고 상기 제1 디지털 액세스 유닛으로 하나 또는 그 이상의 제1 업링크 광 신호를 전송함 -

를 포함하는 라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 복수의 제1 리모트 무선 유닛의 각각과 상기 제1 디지털 액세스 유닛은 제1 루프 형태로 데이터 체인 연결되고, 상기 복수의 제1 리모트 무선 유닛의 각각은 상기 제1 루프를 따라 어느 한 방향으로든 액세스될 수 있는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 20

삭제

청구항 21

제19항에 있어서,

복수의 제2 리모트 무선 유닛을 더 포함하는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 복수의 제2 리모트 무선 유닛의 각각과 상기 제2 디지털 액세스 유닛은 제2 루프 형태로 데이터 체인 연결되고, 상기 복수의 제2 리모트 무선 유닛의 각각은 상기 제2 루프를 따라 어느 한 방향으로든 액세스될 수 있는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 복수의 제1 리모트 무선 유닛은 제1 무선 오퍼레이터로부터 신호를 수신하고,

상기 복수의 제2 리모트 무선 유닛은 상기 제1 무선 오퍼레이터 및 제2 무선 오퍼레이터로부터 신호를 수신하는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 24

제18항에 있어서,

상기 제1 신호 소스는 상기 제1 디지털 액세스 유닛에 통신가능하게 연결되고, 상기 제2 신호 소스는 상기 제2 디지털 액세스 유닛에 통신가능하게 연결되는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 제1 신호 소스는 제1 무선 오퍼레이터로부터 신호를 수신 및 전송하고,

상기 제2 신호 소스는 제2 무선 오퍼레이터로부터 신호를 수신 및 전송하는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 26

제18항에 있어서,

상기 복수의 제1 리모트 무선 유닛의 각각은 서로 성형(star configuration)으로 상호접속되는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 27

제18항에 있어서,

상기 제1 디지털 액세스 유닛과 상기 제2 디지털 액세스 유닛은 각각 하나 또는 그 이상의 광 파장을 이용하여 상기 복수의 제1 리모트 무선 유닛과 통신하는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 28

제18항에 있어서,

상기 제1 디지털 액세스 유닛은 RF 인터페이스를 통해 상기 제1 신호 소스에 접속되는,

라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 29

제18항에 있어서,
 상기 제1 디지털 액세스 유닛은 디지털 인터페이스를 통해 상기 제1 신호 소스에 접속되는,
 라우팅 및 스위칭 시스템.

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 아래 미국 출원들은 참조에 의해 본 명세서에 편입된다.
- [0002] 출원번호 출원일 명칭
- [0003] 61/374,593 8/17/2010 분산 안테나 시스템을 위한 뉴트럴 호스트 아키텍처(Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System)
- [0004] 61/382,836 9/14/2010 원격으로 재구성가능한 분산 안테나 시스템 및 방법(Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods)
- [0005] 12/928,931 12/21/2010 변조에 무관한 디지털 하이브리드 모드 전력 증폭기 및 방법(Modulation Agnostic Digital Hybrid Mode Power Amplifier System and Method)
- [0006] 12/928,933 12/21/2010 광대역 전력 증폭기를 갖는 리모트 무선 헤드 유닛 시스템 및 방법(Remote Radio Head Unit System with Wideband Power Amplifier and Method)
- [0007] 12/928,934 12/21/2010 멀티밴드 광대역 전력 증폭기 디지털 사전왜곡 시스템 및 방법(Multi-Band Wideband Power Amplifier Digital Predistortion System and Method)
- [0008] 12/928,943 12/21/2010 무선 통신을 위한 고효율의, 원격으로 재구성가능한 리모트 무선 헤드 유닛 시스템 및 방법(High Efficiency, Remotely Reconfigurable Remote Radio Head Unit System and Method for Wireless Communications)
- [0009] 61/439,940 2/7/2011 분산 안테나 시스템을 위한 리모트 유닛의 데이지 체인형 링(Daisy Chained

Ring of Remote Units for a Distributed Antenna System)

- [0010] [미정] 8/16/2011 분산 안테나 시스템을 위한 뉴트럴 호스트 아키텍처(Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System)
- [0011] [미정] 8/16/2011 원격으로 재구성가능한 분산 안테나 시스템 및 방법(Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods)
- [0012] [미정] 8/16/2011 분산 안테나 시스템을 위한 리모트 유닛의 데이지 체인형 링(Daisy Chained Ring of Remote Units for a Distributed Antenna System)

[0013] 본 발명은 일반적으로, 분산 무선 네트워크의 일부로서 분산 안테나 시스템(Distributed Antenna Systems; DAS)을 이용하는 무선 통신 시스템에 관련된다. 보다 구체적으로, 본 발명은 일부 실시예에서 데이지 체인형 링(daisy-chained ring)으로 구성될 수 있는, 복수의 리모트 유닛(remote unit) 중 선택된 것들로 특정 패킷 전송을 할당하도록 구성된 하나 또는 그 이상의 원격으로 감시(monitor) 및 제어되는 디지털 액세스 유닛을 사용하는 DAS에 관련된다.

배경 기술

[0014] 무선 및 모바일 네트워크 오퍼레이터(operator)들은 언제나 높은 데이터 트래픽 성장률을 효과적으로 관리하는 네트워크를 구축해야 하는 과제에 직면한다. 최종 사용자를 위한 향상된 수준의 멀티미디어 콘텐츠와 이동성은 새로운 서비스와 함께 광대역 및 정액 인터넷 접속에 대한 증가된 요구를 모두 지원하는 단대단(end-to-end) 네트워크 적응성(adaptation)을 요구한다. 네트워크 오퍼레이터들이 직면하는 가장 어려운 과제 중 하나는 비용 효율적인 DAS 배치(deployment)를 보장하는 동시에 DAS 리모트 유닛의 매우 높은 효율성을 제공하면서, DAS 네트워크의 용량(capacity)을 최대화하는 것이다.

[0015] 특정 지역에서 네트워크 가입자들의 단기(short-term) 요구를 충족시키기에 충분할 만큼 높지만 비용이 많이 들고 비효율적인 무선 리소스(resource)의 배치를 피할 수 있는 DAS 네트워크 용량을 제공하기 위해, DAS 네트워크 설계자들은 높은 동적 유연성을 제공하는 DAS 아키텍처 및 솔루션의 이용을 선호한다. 따라서, 무선 네트워크 오퍼레이터들은 시시각각 변하는 네트워크 조건과 가입자 요구에 기초하여 동적 재배열을 구현하기 위한 높은 유연성을 가진 DAS 솔루션을 이용하는 것이 유리할 것이다. 또한, 미래에도 경쟁력이 있는 DAS 배치일수록, 일반적으로 라이프 사이클 비용은 낮아진다.

[0016] DAS 네트워크 설계자들 및 시스템 통합자들은 특정한 DAS 배치가 가능한 가장 비용 효율적임을 보장하는 것을 돕기 위한 광범위한 혁신적인 방법들을 이용한다. 네트워크 설계자들 및 시스템 통합자들이 고려하는 비용의 형태는, 유지비, 긴급 복구비 및 네트워크 재배열 비용을 포함하는 운영비뿐 아니라, DAS 배치 또는 DAS 설치 비용을 포함한다. 재배열 비용은, 건물 용도의 빈번한 변화와 필요 시설의 변경으로 인하여 실내 DAS 응용 분야에서 특히 중요하다. 따라서, 설치 및/또는 임대 비용을 최소화하기 위해 가능한 적은 DAS 전송 설비를 기초로 하고 비용이 많이 드는 긴급 복구 서비스에 대한 요구를 피하도록 자기 회복(self-healing) 능력을 갖는 DAS 시스템 및 방법을 이용하는 것이 유리할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 높은 DAS 리모트 유닛 효율성을 얻기 위해, 두 가지 기본적인 조건이 만족되어야 한다. 우선, DAS 리모트 유닛 자체가 본질적으로 신뢰성을 가져야 한다. 둘째로, 전송 매체, 예컨대, 광섬유(광 파이버; optical fibre)가 높은 신뢰성을 가져야 한다. 전자 및/또는 광 접속 자체가 DAS 네트워크의 효율성을 감소시키거나 고장을 일으키는 중대한 근본 원인이라는 것은 잘 알려져 있다. 실외 DAS 네트워크를 관리하는 회사들은 옥외 시설의 광섬유 설비의 고장이 원하는 만큼 드물지 않다고 보고해 왔다. 따라서, 전송 매체 접속이 실패한 경우에 더 높은 리던던시(redundancy) 및/또는 자기 회복 특성을 제공하는 시스템 및 방법을 이용하는 것이 유리할 것이다.

과제의 해결 수단

- [0018] 본 발명은 위에서 논의된 장점과 이점을 실질적으로 달성하고, 하나 또는 그 이상의 기지국에 대응하는 분산 안테나 시스템을 제공함으로써, 그리고, 적어도 하나, 혹은 일부 실시예에서는 복수의 디지털 액세스 유닛(Digital Access Unit; DAU)을 구비함으로써 상기한 선행 기술의 한계를 극복한다. 상기 DAU의 각각은 관련된 복수의 디지털 리모트 유닛(Digital Remote Unit; DRU)의 패킷 트래픽을 제어하도록 동작한다. 다수의 DAU를 이용하는 실시예에서, DAU는 선형 또는 링 형태의 데이지 체인(daisy chain)을 형성할 수 있다. 유사하게, 구현 방식에 따라서, 주어진 DAU과 연관된 DRU들이 선형 또는 링 데이지 체인 형태로 구성될 수 있다.
- [0019] 기지국으로부터 수신된 데이터는 DAU에 의해 다운 컨버팅(down-convertng)되고, 디지털화되며 베이스밴드(baseband)로 변환된다. 다음으로 데이터 스트림들은 I/Q 매핑되고 프레임되며 독립적으로 시리얼라이징(serializing; 직렬화)되어, 다수의 데이터 스트림들이 DAU로부터 병렬로 이용가능하다. 적어도 일부 실시예에서, DAU는 광 전송 배열을 거쳐 연관된 DRU와 통신한다. 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명을 사용하면, 각각이 하나 또는 그 이상의 연관된 DAU에 의한 o개의 DRU로의 전송을 위한 m개의 RF 출력을 제공하는 n개의 기지국을 갖는 분산 안테나 시스템을 구성하는 것이 가능함을 이해할 수 있고, 여기서 유일한 제한은 지연(delay)과 같은 특정 DAS의 기술적 성능 사양에 의해 부과된다.
- [0020] 적어도 몇몇 실시예에서 DRU들 및/또는 DAU들을 접속하는 링 구성을 사용함으로써, 시스템에 내고장성(fault tolerance)과 그에 따른 높은 효율성이 구축된다. 하나의 DAU를 갖는 실시예에서, 각각의 DRU는 두 개의 경로를 통해 액세스 가능하고, 따라서 라인이 파손된 경우에도 사용가능한 상태로 유지된다. DAU들이 선형으로 데이지 체인으로 연결되는 다수의 DAU를 갖는 실시예에서, 각각의 DRU는 다수의 DRU로부터 액세스 가능하고, 몇 개의 DAU가 고장난 경우에도 시스템 동작을 방해하지 않는다. DAU들을 위한 링 접속을 이용하는 실시예에서, 각 DAU로의 다수의 경로가 존재하고, 따라서 이하에서 더욱 상세히 논의되는 바와 같이 동적인 로드 밸런싱(load balancing)과 리소스 관리뿐 아니라 추가적인 내고장성을 제공한다.
- [0021] 따라서, 본 발명의 진보된 시스템 아키텍처의 구성은 분산 무선 네트워크의 무선 리소스 효율, 효율성, 이용률, 및 전반적인 성능을 관리하고, 제어하고, 향상시키고, 용이하게 하는 높은 수준의 유연성을 제공한다. 본 발명은 유연성 있는 동시 송출(Flexible Simulcast), 자동 트래픽 로드 밸런싱(load-balancing), 네트워크 및 무선 리소스 최적화, 네트워크 교정(calibration), 자립형(autonomous)/지원형(assisted) 커미셔닝(commissioning), 캐리어 풀링(pooling), 자동 주파수 선택, 무선 주파수 캐리어 배치, 트래픽 감시, 트래픽 태깅(tagging), 파일럿 비콘(pilot beacon)을 사용하는 실내 측위(測位) 결정을 포함하는 특별한 용도 및 향상을 가능케 한다. 본 발명은 또한 다수의 오퍼레이터, 다중 모드 무선(변조에 무관함) 및 오퍼레이터당 다중 주파수 대역에 적합하고, 오퍼레이터의 무선 네트워크의 효율 및 트래픽 용량을 증가시킨다.
- [0022] 또한 본 발명은 높은 동적 유연성을 제공하고, 동적 재배열을 지원하며 낮은 라이프 사이클 비용을 제공한다. 향상된 시스템 아키텍처는 더 적은 수의 DAS 전송 설비를 사용하여 DAS 네트워크의 배치를 가능하게 하여 비용을 절감하는 동시에, 자기 회복 특성을 제공한다. 본 발명은 또한 리던던시(redundancy) 및 향상된 시스템 효율을 제공한다.
- [0023] 부록 A로서 참조에 의하여 본 명세서에 편입된 "원격으로 재구성가능한 분산 안테나 시스템 및 방법(Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods)"이라는 명칭의 2010년 9월 14일자 미국 임시특허출원 제61/382,836호에 개시된 바와 같이, 본 발명의 목적은, 예컨대, 광섬유 전송을 사용하는 효율성이 높은 링 구성에서 유연성 있는 동시 송출 기능을 제공하는 것이다. 상기와 같이, 링 구성은 어떤 광섬유 케이블의 고장이 데이지 체인형 네트워크를 섀다운시키지 않을 것을 보장하는데, 이는 다운링크 및 업링크 신호들이 고장난 케이블 주위에서 개별 DRU로 다시 라우팅될 수 있기 때문이다.
- [0024] 본 발명의 다른 목적은 DRU들의 링 네트워크 상에서 동작 중에 얻을 수 있는 최대 데이터 전송률을 증가시키기 위해서 광섬유 상에서의 양방향성 데이터 전송률의 균형을 맞추는 것이다.
- [0025] 본 발명의 또 다른 목적은, 일반적으로 모바일 광대역 네트워크에서 그러한 것처럼 다운링크와 업링크 간의 데이터 전송이 비대칭인 경우에 더 높은 전송 네트워크 용량을 제공하는 것이다.
- [0026] 본 발명의 다른 목적은 링 상에서의 전송 미디어 용량을 최적화하기 위한 적응적인 그리고 자동적인 제어를 제공하는 것이다.

[0027] 본 발명의 또 다른 목적은 DRU 데이터 체인에서 공통 채널 사용자들의 업링크 신호들을 합하는 방법을 제공하는 것이다.

[0028] 본 발명의 응용 분야들은 분산 기지국, 분산 안테나 시스템, 분산 증계기(repeater), 모바일 장비와 무선 터미널, 포터블 무선 디바이스, 및 마이크로파 및 위성 통신과 같은 다른 무선 통신 시스템과 함께 사용되기에 적합하다. 본 발명은 또한 리모트 컴퓨팅 센터로의 이더넷(Ethernet) 접속과 같은 링크를 통해서 필드 업그레이드 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0029] 본 발명의 다른 목적과 이점은 첨부된 도면과 함께 이하의 상세한 설명으로부터 파악될 수 있다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한, 1개의 DAU 및 4개의 DRU들(DRUs라고도 함)을 포함하는 것을 기초로 한 단방향의, 채널형 다운링크 전송, 일(one) 링 시나리오의 기본 구조 및 일 예를 도시하는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한, 1개의 DAU 및 4개의 DRUs를 포함하는 것을 기초로 한 단방향의, 채널형 업링크 전송, 일(one) 링 시나리오의 기본 구조 및 일 예를 도시하는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한, 1개의 DAU 및 8개의 DRUs를 포함하는 것을 기초로 한 단방향의, 채널형 업링크 전송, 이(two) 링 시나리오의 기본 구조 및 일 예를 도시하는 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한, 단방향의, 채널형 업링크 또는 다운링크 전송의 기본 구조 및 일 예를 도시하는 블록도이다. 오(five) 링 시나리오인 본 예는 2개의 DAU 및 20개의 DRUs를 포함한다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 의한, 다수의 DRUs를 이용하는 셀룰러 네트워크 시스템의 일 실시예를 도시한다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한, 다수의 DRUs를 구비하고 서로 다른 주파수 채널에서 동작하는 6개의 서로 다른 서비스를 이용하는 멀티밴드 시스템의 일 실시예를 도시한다.

도 7은 DAU 내장형 소프트웨어 제어 모듈과 DRU 내장형 소프트웨어 제어 모듈 간의 상호 작용을 블록도 형태로 도시한다.

도 8은 데이터 체인형 DAU들(DAUs라고도 함)을 포함하는, 본 발명의 일 국면에 의한 DAS의 일 실시예를 블록도 형태로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명은 분산 무선 네트워크의 무선 리소스 효율, 활용률 및 전반적 성능을 실현하고, 관리하고, 제어하고, 재구성하며, 향상시키기 위해 높은 유연성을 제공하는 신규한, 재구성가능한(reconfigurable) 분산 안테나 시스템이다. 도 1은 본 발명에 의한 분산 안테나 시스템 100의 일 실시예를 도시한다. 상기 시스템은 디지털 액세스 유닛(Digital Access Unit) 기능 105(이하, "DAU"라고 함)를 이용한다. DAU 105는 연관된 기지국(base stations; BTS) 110A-B와 복수의 디지털 리모트 유닛(digital remote unit; DRU) 125A-n 사이에서 인터페이스로서 기능한다. 도 1에는 네 개의 DRUs만 도시되어 있다. 본 명세서에서 "DRU"는 리모트 무선 헤드 유닛(Remote Radio Head Unit), 즉, "RRU"와 상호교환적으로 사용될 것이다. 이는 본 명세서에서 논의되는 기능의 유사성 때문이지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자(이하, "당업자"라고도 함)는 DRU는 DAU와 통신하는 한편, RRU는 기지국과 통신한다는 것을 인식할 것이다. 또한, 당업자는 도 1에서 양방향 링크 115에 표시된 것과 같이 DAU가 리모트 네트워크 운영 센터(remote network operations center; NOC)에 의해 감시되고 제어된다는 것을 인식할 것이다. 이러한 링크는 일반적으로 이더넷(Ethernet) 접속 또는 외부 모뎀이지만, 원격 감시 및 제어에 적합한 어떠한 형태의 링크도 가능하다. NOC는 DAU 파라미터 설정을 원격으로 구성하는 기능을 갖고, 결과적으로 DRU의 파라미터 설정을 구성한다. NOC는 DAU로부터 정보를 요청할 수 있다. 다음으로 DAU는 DRU로부터 정보를 요청할 수 있다. 요청된 정보는 업링크 전력, 다운링크 전력, 광학적 오류율(optical error rate), 이득(gain) 설정, 활성 캐리어(active carrier) 등을 포함하지만 이들로 국한되지 않는다.

[0031] 다운링크(downlink; DL) 경로에 있어서, RF 입력 신호 120A 내지 120n은 110A 내지 110p로 표시된 하나 또는 그 이상의 기지국(BTS)으로부터 DAU 105에 의해 수신된다. RF 입력 신호들은 개별적으로 DAU에 의해(디지털 다운-컨버터를 사용하여) 다운 컨버팅되고, 디지털화되며, 베이스밴드로 변환된다. 다음으로 데이터 스트림은

I/Q 매핑 및 프레임링되고(framed), 특정 병렬 데이터 스트림들은 다시 DAU 105에 의해 플러그블(pluggable) SFP 모듈을 사용하여 독립적으로 직렬화되고(serialized) 광 신호로 변환된다. 다음으로, 독립적으로 직렬화된, 병렬 데이터 스트림들은 일반적으로, 적어도 일부 실시예에서는 접속 쌍 140A-145A으로 표시된 링(ring) 구성으로, 또는, 다른 실시예에서는 데이지 체인 구성으로 배열된 광섬유 케이블을 거쳐 서로 다른 DRU 125A-125k로 전달된다. 또한, 각각의 DAU는 연관된 DRU와 포함하는 복수의 링을 지원할 수 있다. 추가적인 링들은 광섬유 쌍들 140o-145o로 표시된다. 당업자는 RF 입력, DAU, DRU와 링의 수가 지연과 같은 네트워크 성능 인자에 의해서만 제한된다는 것을 인식할 수 있을 것이다. 또한, 도 4와 관련하여 논의되는 바와 같이, DAU의 링 또는 데이지 체인을 사용함으로써 DAS는 더 확장될 수 있고, DAU의 각각은 도 1에 도시된 바와 같이 DRU와 링의 배열을 지원한다.

[0032] DAU 105의 하나의 기능은 다운링크된 채널들이 링을 돌아 전파되는 방향을 결정하는 것이다. 단지 하나의 예로서, 도 1에 도시된 실시예는 다운링크 채널들 A, B, C, 및 D는 제1 방향, 예컨대, 시계 방향으로 전파되도록 구성되고, 채널들 E, F, G, 및 H는 반대 방향으로 전파되도록 구성된다. 하지만, 각각의 방향으로 전파되는 채널의 수가 같거나, 근접하거나 순차적일 필요는 없다. 마찬가지로, 각각의 DRU에서 수신되는 채널의 수는 DAU에 의해 할당되고 동일하거나, 근접하거나 순차적일 필요는 없지만, 일반적으로 네트워크 활용을 최적화하는 구성이 될 것이다.

[0033] 도 2를 참조하면, 본 발명에 의한 업링크(uplink; UL) 경로의 일 실시예가 더 잘 파악될 수 있다. 각각의 DRU와 연관된 안테나에서 수신되는 채널들은 각 DRU 125A-125k에 의하여 광 신호로 변환된다. DRU로부터 수신된 광 신호들은 DAU 105에 의해 디시리얼라이징(deserializing; 역직렬화) 및 디프레이밍(de-framing)되고, DAU 105 내에 구현된 디지털 업-컨버터를 사용하여 디지털적으로 업 컨버팅된다. 다음으로, 도시된 구현예에서는 각 데이터 스트림이 여전히 DAU 105 내에서 독립적으로 아날로그 도메인으로 변환되고 적합한 RF 주파수 대역으로 업 컨버팅되지만, 이러한 기능은 분리될 수 있다. 다음으로 RF 신호들은 복수의 BTS 110A-110p 중 적합한 하나의 BTS로 전달된다. 도 1에 도시된 배열에서, 각 채널의 전파는 DAU에 의해 제어되고, 몇 개의 채널은 시계 방향으로, 나머지는 반시계 방향으로 전파된다. 또한 도 1과 관련하여 논의된 바와 같이, 도 2에서 인접 채널들은 동일한 방향으로 전파되는 것으로 도시되지만, 이것이 요구되는 것은 아니고 어떤 채널이든 어느 한 방향으로 전파되도록 선택될 수 있다.

[0034] 도 1을 다시 참조하면, DAS의 일부 구현예에서 하나 이상의 캐리어가 각 채널에 존재할 수 있고, 그와 같이, DRU는 둘 또는 그 이상의 캐리어를 포함하는 채널을 수신할 수 있으며, 또는 무선 오퍼레이터는 채널당 하나 이상의 RF 캐리어가 하나의 기지국에 할당되게 할 수 있음을 당업자는 이해할 수 있다. 이는 "복합 신호(composite signal)"라고 불린다. 본 발명에 의해 복합 다운링크 신호가 관리되는 방식은 도 1을 참조로 잘 이해될 수 있다. 이 경우, DAU는, 예컨대, 하나의 무선 오퍼레이터에 속하는 제1 기지국 110A로부터 복합 다운링크 입력 신호 130을 수신할 것이고, 복합 다운링크 입력 신호 130은 RF 입력 포트 120A에서 DAU 105로 들어간다. 복합 신호 130은 캐리어 A-D를 포함한다. 예컨대, 동일한 무선 오퍼레이터에 속하는 p번째 기지국 110p로부터의 제2 복합 다운링크 입력 신호는 DAU1 RF 입력 포트 120n에서 DAU1으로 들어간다. 복합 신호 135는 캐리어 E-H를 포함한다. DAU 105, DRU 125A-125k의 기능의 각각은 "분산 안테나 시스템을 위한 뉴트럴 호스트 아키텍처(Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System)"라는 명칭의 2010년 8월 17일자 미국 임시특허출원 제61/374,593호에 상세히 설명되고, 상기 출원은 부록 B로서 참조에 의해 본 명세서에 편입된다.

[0035] DAU 105의 하나의 광 출력은 양방향성 광 케이블 140A를 거쳐 DRU 125A에 공급된다. DAU 105의 제2 광 출력은 양방향성 광 케이블 145A를 거쳐 DRU3에 공급된다. 유사하게, 양방향성 광 케이블 150, 155 및 160은 DRU 125A-n을 링 구성으로 접속하여, DRU 125A는 케이블 150A를 거쳐 DRU 125B로 접속되고, DRU 125B는 케이블 150B를 거쳐 DRU 125n으로 접속되며, DRU 125k는 케이블 150m를 거쳐 DRU 125C 또는 k-1번째 DRU로 접속된다. 이러한 접속은 DAU 105의 네트워크를 용이하게 하고, 이는 네트워크 내의 소프트웨어 설정에 따라 캐리어 A-H 모두가 DAU 105 내에서 DRU 125A-k로 데이터를 전송하기 위해 사용가능함을 의미한다. 실시예에 따라서는, 캐리어 A-H가 DRU 125A의 안테나 포트에서 다운링크 출력 신호 155A에 존재하도록, DRU 125A 내의 소프트웨어 설정이 수동으로 또는 자동으로 구성된다. 총 8개의 캐리어의 존재는 DRU 125A가 잠재적으로 DAU 105에 신호를 공급하는 양 기지국의 최대 용량에 액세스할 수 있음을 의미한다. DRU 125A의 가능한 적용 분야는 많은 수의 무선 가입자들이 모이는 점심 시간 중의 기업체 빌딩 내 카페테리아이다.

[0036] DRU 125B에는 양방향성 광 케이블 150A를 거쳐 DRU 125A의 제2 광 포트에 의해 신호가 공급된다. 광 케이블 150A는 DRU 125A를 DRU 125B와 데이지 체인 연결하는 기능을 수행한다. DRU 125A와 마찬가지로, DRU 125B 내

의 소프트웨어 설정은 캐리어 A, C, D 및 F가 DRU 125B의 안테나 포트에서 다운링크 출력 신호 155B에 존재하도록 수동 또는 자동으로 구성된다. DAU 105에 의해 제어되는 특정 채널 설정에 의하여 DRU 125B의 용량은 DRU 125A보다 많이 낮은 값으로 설정된다. 개별 디지털 리모트 유닛은 각 캐리어에 대한 이득 제어가 있는 통합 주파수 선택적(integrated frequency selective) DUCs(Digital Up Converters; 디지털 업 컨버터) 및 DDCs(Digital Down Converters; 디지털 다운 컨버터)를 갖는다. DAU는 이득 제어 파라미터를 통하여 원격으로 개별 캐리어를 켜거나 끌 수 있다.

[0037] 앞서 DRU 125A에 대해 설명한 것과 유사한 방식으로, DRU 125C 내의 소프트웨어 설정은 캐리어 B와 F가 DRU 125C의 안테나 포트에서 다운링크 출력 신호 155C에 존재하도록 수동 또는 자동으로 구성된다. DRU 125B의 안테나 포트에서의 다운링크 신호 155B와 비교할 때, 역시 소프트웨어 설정에 의해 구성되는 DRU 125C의 용량은 DRU 125B의 용량보다 훨씬 작다. 도 1에서 단순화를 위해 DRU 125C로서 도시된 DRU 125n에는 n-1번째 DRU의 제2 광 포트에 접속된 광 케이블 150m에 의해 신호가 공급된다. DRU 125n 내의 소프트웨어 설정은 캐리어 A, D, E 및 H가 DRU 125n의 안테나 포트에서 다운링크 출력 신호 155D에 존재하도록 수동 또는 자동으로 구성된다. 일반적으로, DRU 125n의 용량은 DRU 125A보다 훨씬 낮은 값으로 설정되지만, 각 DRU 125A-n의 상대적 용량 설정은 이들 DRU에 접속된 안테나의 물리적 위치에 의해 결정되는 커버리지 구역 내에서의 용량 요구를 충족시키기 위해 동적으로 조정될 수 있다. 상기와 같이, 링 접속은 광 케이블 150B를 통해 DRU 125B와 DRU 125n을 상호접속함으로써 완성된다. 링 구성은 어떤 광 케이블의 고장으로 인해 데이터 체인형 네트워크가 섯다운되지 않을 것을 보장한다. 다운링크 및 업링크 신호들은 고장 케이블 주위에서 각 DRU로 리라우팅(rerouting) 될 것이다.

[0038] 본 발명은 몇 개의 분리된, 상대적으로 좁은 RF 대역폭들의 변환 및 전송을 용이하게 한다. 이 방식은 유용한 또는 특정 정보를 반송하는 이러한 다수의 상대적으로 좁은 특정 대역폭들만의 변환을 허용한다. 이 방식은 또한 뉴트럴 호스트 적용 분야에서 이용가능한 광섬유 전송 대역폭의 보다 효율적인 사용을 가능하게 하고, 광섬유를 거쳐 더 많은 개별 오퍼레이터의 대역 부분이 전송될 수 있게 한다. 본 발명의 양수인에게 양도된 "분산 안테나 시스템을 위한 뉴트럴 호스트 아키텍처(Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System)"라는 명칭의 2010년 8월 17일자 미국 임시특허출원 제61/374,593호와 "원격으로 재구성가능한 분산 안테나 시스템 및 방법(Remotely Reconfigurable Distributed Antenna System and Methods)"이라는 명칭의 2010년 9월 14일자 미국 임시특허출원 제61/382,836호에 개시된 바와 같이, 그리고, 도 1을 참조하면, DRU 내에 위치한 디지털 업 컨버터는 NOC로부터의 명령의 결과로서 동적으로 재구성될 수 있고, DAU 입력으로부터 특정 DRU 출력으로 특정의 좁은 주파수 대역 또는 대역들, RF 캐리어들 또는 어느 하나의 DAU의 개별 RF 입력 채널 포트에서 이용가능한 RF 채널들을 전송한다. 이 기능은 도 1에 도시되고, 도 1에서는 특정 주파수 대역 또는 RF 캐리어들만이 주어진 DRU의 출력에 나타난다. 보다 구체적으로, NOC로부터 수신된 명령을 통해, DAU 내의 필드프로그래머블 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array; FPGA)와 하나 또는 그 이상의 연관된 DRU가 원하는 좁은 대역폭만을 변환하거나 전송하도록 재프로그래밍되거나 재구성될 수 있다.

[0039] 본 발명의 관련된 기능은, 각 DRU 내에 배치된 디지털 업 컨버터가 어떤 특정의 좁은 주파수 대역을 DAU 입력으로부터 어떤 특정의 DRU 출력으로 전송하도록 구성될 수 있는 것뿐만 아니라, 각 DRU 내의 디지털 업 컨버터가 각 캐리어의 어떤 특정의 타임 슬롯 또는 타임 슬롯들을 DAU 입력으로부터 어떤 특정의 DRU 출력으로 전송하도록 구성될 수 있는 것이다. 캐리어들과 타임 슬롯들은 신호들을 필터링하고 개별 타임 슬롯의 전력 검출을 수행함으로써 DAU에 의해 감시되고, 이 정보들은 필요하면 NOC로 전달될 수 있다. 다음으로, 디지털 업 컨버터와 마찬가지로, DAU 또는 DRU 내의 필드프로그래머블 게이트 어레이(FPGA)는 소프트웨어 프로그래머블리티(programmability)와 유사한 방식으로 NOC로부터 수신된 명령에 의하여 동적으로 재구성될 수 있다. DAU는 어떤 캐리어와 대응 타임 슬롯이 활성인지를 검출한다. 이 정보는 관리 제어 및 감시 프로토콜 소프트웨어를 거쳐 개별 DRU로 전달된다. 이 정보는 나중에 DRU에 의해 개별 캐리어 및 대응하는 타임 슬롯을 켜거나 켜기 위해 적절히 사용된다.

[0040] 기지국과 가입자 간의 데이터 전송은 일반적으로 비대칭이고, 다운링크 데이터 전송률은 업링크 전송률보다 높다. 데이터 체인형 DRU들의 링 네트워크 구성은 이러한 데이터 전송률 비대칭성을 이용하여 광섬유 150A-150m에서의 데이터 전송을 최대화할 수 있다.

[0041] 본 발명은 DRU들의 링 네트워크 상에서 얻을 수 있는 최대 데이터 전송률을 증가시킬 수 있도록 광섬유 상에서의 양방향 데이터 전송률의 균형을 맞춘다. 개별 다운링크 채널들은 링 네트워크를 따라 단방향성을 갖고 전송된다. 도 1을 참조하면, 다운링크 채널 A, B, C 및 D는 DRU 125A-k의 링을 따라 시계 방향으로 전송된다. 한편, 다운링크 채널 E, F, G 및 H는 상기 DRU들의 링을 따라 반시계 방향으로 전송된다. 도 2를 참조하면, 업링크 채널 J, K, L 및 M은 상기 DRU들의 링을 따라 반시계 방향으로 전송되는 반면, 업링크 채널 N, O, P 및 Q는

시계 방향으로 전송된다. 만약 다운링크와 업링크 데이터 전송률이 동일하다면, 상기 전송 메커니즘에 아무런 이점도 없을 것이다. 그러나, 다운링크와 업링크 간에 데이터 전송이 비대칭이면 현저한 이점을 얻을 수 있다. 예를 들어, 다운링크와 업링크 전송률이 2배 차이나면, 데이터 전송이 4/3배 증가될 수 있다. 다운링크 데이터 전송률과 업링크 데이터 전송률의 비대칭성이 클수록, 링 둘레의 단방향성 채널 전송 메커니즘을 사용하는 데이터 전송의 증가가 더욱 커질 것이다.

[0042] 도 1을 다시 참조하면, 본 발명의 다른 국면에 의한 또 다른 실시예가 더 잘 이해될 수 있다. 다운링크와 업링크 데이터 전송률 간의 비대칭성에 현저한 변화가 있는 경우 및/또는 BTS에서의 채널 보완에 변화가 있는 경우, 일반적으로 각 DAU 내에 포함되는 (도 7과 관련하여 논의될) 관리 제어(Management Control) 모듈은 자동적으로 그리고 적응적으로 상기 링의 시계 방향 및 반시계 방향에 있어서의 데이터 전송 리소스를 재할당하여 전체 전송 능력을 최대화할 수 있다. 상기한 바와 같이, 특정 DAU에 대해서 업링크 데이터 전송률과 다운링크 데이터 전송률의 비대칭성의 정도가 클수록 링 둘레의 단방향성 채널 전송 메커니즘을 사용하는 데이터 전송의 증가는 더 커진다. 일 실시예에서 하나 이상의 DAU가 존재하면, 하나의 DAU는 NOC에 의해 마스터(Master) DAU로서 지정되고 상기 마스터 DAU 내에 위치한 관리 제어 모듈은 전체 전송 능력을 최적화하는 결정을 내린다. 마스터 DAU가 고장난 경우에, NOC는 다른 DAU를 마스터로서 지정한다. 또는, 적합한 페일오버(failover) 알고리즘이 구현될 수 있다.

[0043] 도 3을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예가 더 잘 이해될 수 있다. 이 실시예에서, 하나의 DAU는 복수의 링을 제어하고, 각각의 링은 복수의 데이터 체인형 DRU를 포함한다. 도 3에서는 300과 305로 표시된 두 개의 데이터 체인형 링이 도시되지만, 링의 수는 더 많을 수 있고 네트워크 성능에 의해 부과된 한계를 상한으로 주로 설계상의 선택으로서 결정된다. 상기 링들은 각각 복수의 DRU 310A-n과 315A-m을 하나의 DAU 320으로 연결한다. 데이터 전송의 흐름의 방향성은 파선 325 및 점선 325로서 도시된다. 상기 복수의 DRU로부터 이용가능한 다운링크 채널들은 두 개의 데이터 체인형 링들을 따라 반대 방향으로 흐르는 두 개의 서브셋으로 구분된다. 업링크 채널들은 유사한 방식으로 전송된다. DRU들로의 그리고 DRU들로부터의 데이터 전송을 최대화하도록 상기 채널들이 두 개의 서브셋으로 나누어진다. 결과적으로 DAU는 RF 포트 335A-p를 거쳐 하나 또는 그 이상의 BTS와 통신한다.

[0044] 이중 링 DAS에서 RF 채널 데이터를 할당하기 위해 휴리스틱(Heuristic) 알고리즘이 사용될 수 있다. 도 3에 있어서, 두 개의 파이버(fibre) 링 R1, R2(시계 방향 및 반시계 방향) 및 n개($n \geq 2$)의 독립적 RF 채널들 $K_i (1 \leq i \leq n)$ 의 세트 T(업링크와 다운링크를 포함함)가 존재한다. 파이버 링 상에서 전송하기 위해 채널 K_i 는 $b(K_i)$ 의 대역폭을 요구한다. 최적의 대역폭 할당을 갖는 스케줄을 획득하는(즉, 각 링의 최대 총 대역폭은 가능한 작음) 시간 제한(time-bounded) 알고리즘이 존재한다. 이러한 스케줄링 최적화 문제를 해결하기 위해 다수의 향상된 휴리스틱 알고리즘들이 개발되어 왔다. 그 몇 가지 예는 유전적(genetic) 알고리즘, 진화적(evolutionary) 알고리즘, 그리디(greedy) 검색, 타부(Tabu) 검색, 하모니(harmony) 검색, 모의 어닐링(simulated annealing), 개미 군락 최적화(ant colony optimization) 등이다. 단순함과 명료함을 위하여, 두 개의 링을 위한 간단한 휴리스틱 알고리즘이 이하에 개시되는데, 링의 수가 두 개로 제한되는 것은 아니다.

[0045] 이 알고리즘은 대역폭 $b(K_i)$ 가 감소하는 방향으로 채널 K_i 를 정렬하는 것으로 시작한다. 다음으로 상기 알고리즘은 각 채널이 총 대역폭이 더 작은 링에 할당되도록 채널의 스케줄을 정한다. 상기 알고리즘의 형식적 기술은 다음과 같다.

[0046] 입력: T = 필요한 대역폭 $b(K_i)$ 를 갖는 n개의 독립적인 채널들 K_i 의 세트, $1 \leq i \leq n$.

[0047] 출력: L_1, L_2 및 D_1, D_2 . L_j 는 링 R_j 상의 채널 스케줄의 세트이고, D_j 는 링 R_j 의 최대 총 대역폭이다($D_j = (\sum b(J), J \in L_j)$), $1 \leq j \leq 2$.

[0048] 알고리즘(T, L, D)

[0049] 단계 1 (K_i 및 D_1, D_2 를 초기화) $b(K_i) \leq b(K_{i+1})$, $1 \leq i \leq n-1$ 이도록 K_i 를 정렬한다. $D_1 \leftarrow 0, D_2 \leftarrow 0$.

[0050] 단계 2 (채널 스케줄)

[0051] $i=1$ 내지 n 에 있어서, 단계 1은

[0052] 만약 $D_1 \leq D_2$ 이면, [K_i 를 L_1 로 할당. $D_1 \leftarrow D_1 + b(K_i)$].

- [0053] 그렇지 않으면, [Ki를 L₂로 할당. D₂←D₂+b(Ki)].
- [0054] 도 4를 참조하면 본 발명의 또 다른 실시예가 이해될 수 있다. 도 1에 도시된 배열은 동일한 무선 오퍼레이터에 속하는 두 개의 분리된 기지국으로부터 각각 입력 포트 110A와 110p에서 DAU 105로 들어가는 다운링크 신호들을 포함하였다. 도 4의 실시예에서, 제1 복합 신호는 기지국 405로부터 제1 DAU 400의 RF 입력 포트에서 상기 제1 DAU 400으로 들어가고, 제2 복합 신호는, 예컨대, 다른 무선 오퍼레이터에게 속하는 제2 기지국 410으로부터 제2 DAU 415의 RF 입력 포트에서 상기 제2 DAU 415로 들어간다. DAU 400은 두 개의 링 420과 425를 직접적으로 지원하고, DAU 415는 두 개의 링 430 및 435를 직접적으로 지원하며, 링 440은 DAU 400과 DAU 405 사이에 공유된다. 링들의 각각은 전반적으로 445로 표시되고, 도 1과 관련하여 논의된 바와 같이, 예컨대 광섬유 링크를 통해 연결되는 데이지 체인형 DRU들을 포함한다. 채널들 A는 채널들 B와 다른 방식으로 전송된다. 서브세트 A의 다운링크 채널들은 각 링을 따라 반시계 방향으로 전송되고, 서브세트 B의 채널들은 각 링을 따라 시계 방향으로 전송된다. 이 실시예에서, DAU 400과 DAU 405는 광섬유 케이블 440을 통해 데이지 체인형 연결되기 때문에 제1 오퍼레이터와 제2 오퍼레이터 모두에게 속하는 신호는 변환되어 링 440 상의 DRU 445로 전송된다. 이 실시예는 뉴트럴 호스트 무선 시스템의 일 예를 제공하고, 여기서 다수의 무선 오퍼레이터들은 DAU 400, DAU 415 및 DRU 445로 구성되는 공통의 인프라스트럭처를 공유한다. 앞서 설명된 모든 특징들과 장점들은 두 무선 오퍼레이터의 각각에게 발생한다. 도 4는 데이지 체인 스타일로 연결된 두 개의 DAU만을 도시하지만, 더 많은 수의 DAU를 데이지 체인형으로 연결하는 것이 가능하고 또한 상기 데이지 체인형 DAU들은 DRU들이 연결되는 방식과 유사한 링 형태로 구성될 수 있다는 것 또한 알 수 있다. 이러한 배열은 도 8에 도시된다.
- [0055] "분산 안테나 시스템을 위한 뉴트럴 호스트 아키텍처(Neutral Host Architecture for a Distributed Antenna System)"라는 명칭의 2010년 8월 17일자 미국 임시특허출원 제61/374,593호에 개시된 바와 같이 그리고 도 1을 다시 참조하면, 본 발명의 DRU 내에 존재하는 디지털 업 컨버터는 FDMA, CDMA, TDMA, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access) 등을 포함하는 다양한 신호 포맷과 변조 타입을 처리하도록 프로그램될 수 있다. 또한, 각각의 DRU 내에 존재하는 디지털 업 컨버터는, 상기한 미국 임시특허출원 제61/374,593호에 개시된 시스템 아키텍처의 능력 및 한계의 지배를 받는 다양한 주파수 대역 내의, 전송되어야 할 신호들과 동작하도록 프로그램될 수 있다. 광대역 CDMA 신호가, 예컨대, DAU 105로의 입력 포트에서 제1 캐리어에 대응하는 대역폭 내에 존재하는 본 발명의 일 실시예에서, DRU 125A, DRU 125B 및 DRUk의 안테나 포트에 있어서 전송된 신호는 상기 DAU 105로의 입력 포트에서 상기 제1 캐리어에 대응하는 대역폭 내에 존재하는 상기 신호와 사실상 동일한 광대역 CDMA 신호가 될 것이다.
- [0056] 상기의 미국 임시특허출원 제61/374,593호에 개시된 바와 같이 그리고 도 1을 다시 참조하면, 각각의 DRU 내에 존재하는 디지털 업 컨버터는 원하는 임의의 복합 신호 포맷을 각각의 DRU 안테나 포트에 전송하도록 프로그램될 수 있다. 일 예로서, DRU 125A와 DRU 125B에 존재하는 디지털 업 컨버터는 앞서 설명한 바와 같이, DRU 125A의 안테나 포트에 존재하는 신호가 도 1에 155A로서 도시된 스펙트럼 프로파일에 대응하도록 그리고 DRU 125B의 안테나 포트에 존재하는 신호가 도 1에 155B로서 도시된 스펙트럼 프로파일에 대응하도록, 그 소프트웨어가 동적으로 재구성될 수 있다. 이러한 DRU 기능의 동적 재배열의 응용 분야는, 예컨대, DRU 125B의 커버리지 구역에 대응하는 회사의 구역에서 갑자기 회의가 소집되는 경우일 수 있다.
- [0057] 도 2를 다시 참조하면, 본 발명의 분산 안테나 시스템의 다른 실시예가 더 잘 파악될 수 있다. 상기의 미국 임시특허출원 제61/374,593호에 개시된 바와 같이 그리고 도 2에 도시된 것처럼, 업링크 신호들에 대하여 광(optical) 링 전송 메커니즘이 구현될 수 있다. 앞서 다운링크 신호들과 관련하여 논의된 바와 같이 그리고 도 1을 참조하면, 도 2에 도시된 업링크 시스템은 주로 DRU 125A-125k와 함께 DAU 105로 구성된다. 도 1을 참조함으로써 설명된 다운링크 동작과 유사한 방식으로, 도 2에 도시된 업링크 시스템의 동작이 다음과 같이 이해될 수 있다.
- [0058] DRU 125A-k의 각각에 존재하는 디지털 다운 컨버터는 앞서 설명한 것과 같이 그 소프트웨어가 동적으로 재구성될 수 있고, 이로써 DRU 125A-125k의 각각의 수신 안테나 포트에 존재하는 원하는 적합한 신호 포맷(들)의 업링크 신호가 처리되어야 하는 원하는 업링크 대역(들)을 기초로 선택되고, DAU 105의 적합한 업링크 출력 포트에 필터링 및 변환되어 전송된다. 상기 DAU 및 DRU들은 공공 무선 접속 표준(Common Public Interface Standard; CPRI)을 사용하여 그들 각각의 무선 시그니처(radio signature)에 대응하는 개별 데이터 패킷들을 프레임링한다. 개별 DRU로 데이터 패킷들을 고유하게 식별할 수 있다면 다른 인터페이스 표준도 적용가능하다. DRU와 개별 데이터 패킷에 대응하는 DAU를 식별하는 헤더(header) 정보가 데이터 패킷과 함께 전송된다.

- [0059] 도 2에 도시된 실시예에 대한 일 예에서, DRU 125A 및 DRU 125C는 채널 K 대역폭 내의 업링크 신호들을 수신하도록 구성되는 한편, DRU 125B와 DRU 125n은 모두 채널 K 대역폭 내의 업링크 신호들을 거부하도록 구성된다. DRU 125C가 그 수신 안테나 포트에서 적절히 필터링되고 처리되도록 채널 K 대역폭 내에서 충분히 강한 신호를 수신할 때, DRU 125C 내의 디지털 다운 컨버터들은 처리 및 변환이 용이하다. 유사하게, DRU 125A가 그 수신 안테나 포트에서 적절히 필터링되고 처리되도록 채널 K 대역폭 내에서 충분히 강한 신호를 수신할 때, DRU 125A 내의 디지털 다운 컨버터들은 처리 및 변환이 용이하다. DRU 125A 및 DRU 125C로부터의 신호들은 활성(active) 신호 결합 알고리즘에 기초하여 결합되고, DAU 105의 업링크 출력 포트에 접속된 기지국으로 공급된다. 동시 송출(simulcast)이라는 용어는 채널 K 대역폭 내의 업링크 및 다운링크 신호들에 대한 DRU 125A 및 DRU 125C의 동작을 묘사하기 위해 자주 사용된다. 유연성 있는 동시 송출(flexible simulcast)이라는 용어는, 본 발명이 특정 DRU가 각 채널 대역폭을 위한 신호 결합 프로세스에 관여하게 되는 동적 및/또는 수동 재배열을 지원한다는 사실을 가리킨다.
- [0060] 계속하여 도 2를 참조하면, DRU 125A 내에 존재하는 디지털 다운 컨버터들은 채널 J-Q 대역폭 내의 신호들을 수신하고 처리하도록 구성된다. DRU 125B 내에 존재하는 디지털 다운 컨버터들은 채널 J, L, M 및 O 대역폭 내의 신호들을 수신하고 처리하도록 구성된다. DRU 125C 내에 존재하는 디지털 다운 컨버터들은 채널 K 및 O 대역폭 내의 신호들을 수신하고 처리하도록 구성된다. DRU 125n 내에 존재하는 디지털 다운 컨버터들은 채널 J, M, N 및 Q 대역폭 내의 신호들을 수신하고 처리하도록 구성된다. 상기 네 개의 DRU의 각각에서 수행되는 처리의 결과인 개별 고속 디지털 신호들은 DAU로 라우팅된다. 상기한 바와 같이, 상기 네 개의 DRUs로부터의 업링크 신호들은 각각의 기지국에 대응하는 각 DAU 내에서 결합된다.
- [0061] 요약하면, 본 명세서에 설명된 본 발명의 재구성가능한 분산 안테나 시스템은 효율적으로 리소스를 아끼고 비용을 절감한다. 재구성가능한 시스템은, 알고리즘이 언제나 디지털 프로세서의 소프트웨어처럼 조정될 수 있기 때문에, 적응적 또는 수동으로 필드프로그램이 가능하다.
- [0062] 다음으로 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예가 더 잘 이해될 수 있다. 각 DRU는 당해 특정 리모트 유닛으로부터의 전력 송신에 기초하여 조정될 수 있는 커버리지 반경을 갖는다. DAU는 다양한 DRU의 송신 전력을 제어하고 전체 커버리지 구역을 최적화할 수 있다. 도시된 실시예에서, NOC(도시되지 않음)의 제어하에 있는 DAU 502는 기지국 501과 연관되고 세 개의 DRU 503, 504 및 505와 접속된다. 모바일 디바이스를 가진 사용자 506에게는 상기 세 개의 DRU에 의해 커버되는 구역 전체에 걸쳐 상대적으로 균일한 커버리지가 제공된다.
- [0063] 다음으로 도 6을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예가 더 잘 파악될 수 있다. 입력 주파수 대역 605-630(여기서는 6개의 주파수 대역 700, 800, 850, 1900, 2100 및 2600 MHz로서 표시됨)은 BTS(도시되지 않음)으로부터 DAU 600으로 입력된다. DAU는, 본 명세서에서 논의된 다른 기능들 가운데, 각 대역을 위한 RF IN 부분 및 DRU1-DRU60으로 표시되고 원하는 커버리지를 얻기 위해 3개의 개별적인 링 635, 640 및 645를 따라 데이터 체인으로 연결된 복수의 DRU로 주파수 대역을 배분하는 디지털 배분 매트릭스(distribution matrix)를 포함한다. 주파수 대역들은 DRU 전체 또는 그 서브세트로 전송된다. 주파수 대역들, DAU, DRU, 및 링의 특정 개수는 예시일 뿐이고, 실제로는 성능과 네트워크의 요구에 적합한 어떠한 개수도 가능하다.
- [0064] 다음으로 도 7을 참조하면, DAU와 DRU에 내장되고 이 디바이스들의 주요 기능의 동작을 제어하는 소프트웨어가 잘 이해될 수 있다. 구체적으로, DAU 내장 소프트웨어 제어 모듈 700은 DAU 관리 제어 모듈 705 및 DAU 감시 모듈 710을 포함한다. DAU 관리 제어 모듈 705는 NOC 715와 통신하고, DAU 감시 모듈 710과도 통신한다. 이러한 주요 기능의 하나는 요구되는 용량과 목표 스루풋(throughput)을 충족시키기 위해 특정 DRU 또는 DRU의 그룹에 할당되는 (RF 캐리어, CDMA 코드 또는 TDMA 타임 슬롯과 같은) 무선 리소스의 적절한 양을 결정 및/또는 설정하는 것이다. 위에서 살펴본 바와 같이, 적어도 일부 실시예에서, NOC 715는 DAS 동작을 감시하고 DAU뿐 아니라 DRU의 다양한 기능을 구성하는 명령을 DAU에 보낸다.
- [0065] DAU 감시 모듈은 다른 기능들에 더하여 각 DRU에 대해 어떤 캐리어 및 대응 타임 슬롯이 활성인지를 검출한다. DAU 관리 제어 모듈은 제어 프로토콜을 통하여 광섬유 링크 제어 채널을 거쳐 DRU 내장 소프트웨어 제어 모듈 720과 통신한다. 일 실시예에서, 상기 제어 프로토콜은 데이터 패킷과 함께 헤더를 포함하고, 이렇게 해서 제어 정보 및 데이터가 함께 메시지로써 DRU로 송신된다. DRU 내에서 헤더가 제어하게 되는 DRU 기능 또는 특성들은 일반적으로 구현 방식에 따라 특정되고 업링크 및 다운링크 전력의 측정, 업링크 및 다운링크 이득의 측정, 및 DRU 내에서의 경보(alarm)의 감시 등을 포함할 수 있다.
- [0066] 다음으로, DRU 내장 소프트웨어 제어 모듈 내의 DRU 관리 제어 모듈 725는 특정 무선 리소스가 특정 DRU 또는 DRU의 그룹에 의해 전송되게 하거나 전송되지 않게 하기 위해 모든 DRU 디지털 업 컨버터 730의 개별 파라미터

들을 설정하고, 특정 무선 리소스가 특정 DRU 또는 DRU의 그룹에 의해 전송되게 하거나 전송되지 않게 하기 위해 모든 DRU 디지털 다운 컨버터 735의 개별 파라미터들을 설정한다. 또한, DRU 내장 소프트웨어 제어 모듈은 DRU 파일럿 비콘(Pilot Beacon) 745와 통신하는 DRU 파일럿 비콘 제어 모듈 740을 포함한다.

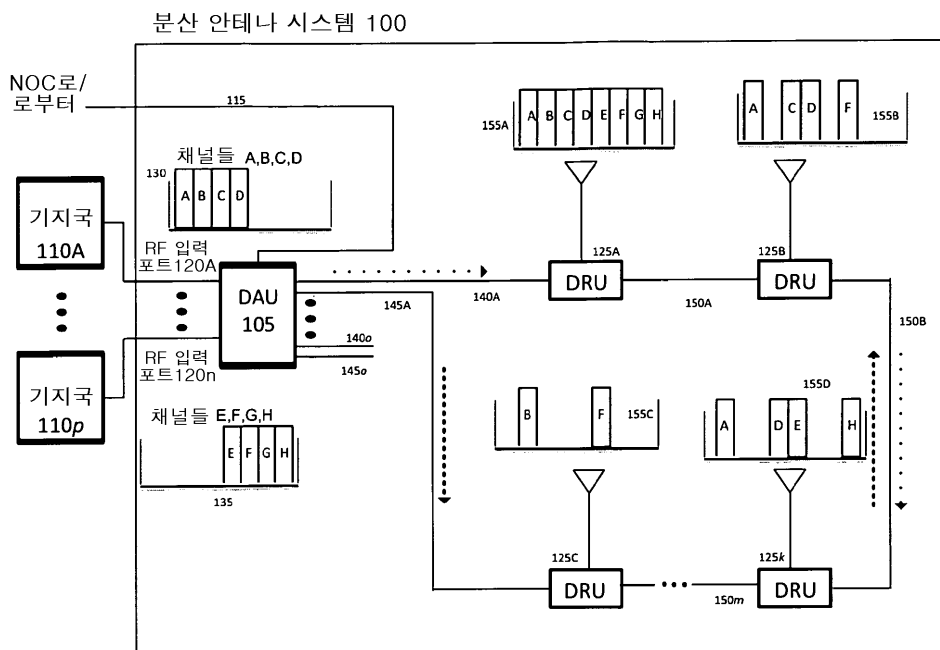
[0067] 다음으로 도 8을 참조하면, DRU들의 데이터 체인형 구성과 함께 DAU들의 데이터 체인형 구성이 도시된다. 일 실시예에서, 복수의 기지국 800A-800n은 각각 DAU 805A-n 중 하나와 연관된다. DAU들은 데이터 체인으로 연결되고, 각각의 DAU는 링 구성으로 배열될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있는 DRU들의 하나 또는 그 이상의 데이터 체인 810A-810m과 통신한다. DAU들 또한 링 형상으로 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0068] 각 DRU에 대해서 어떤 캐리어와 이에 대응하는 각 캐리어의 타임 슬롯이 활성 상태인지를 검출하는 DAU 감시 모듈 내에서 동작하는 알고리즘은, 예컨대, 그 값이 DAU 리모트 감시 및 제어 기능 715에 의해 DAU 관리 제어 모듈로 송신되는 미리 정해진 문턱값보다 더 큰 퍼센티지로 특정 다운링크 캐리어가 로딩되는 때를 식별하는 것을 돕기 위해 DAU 관리 제어 모듈로 정보를 제공한다. 이렇게 되면, DAU 관리 제어 모듈은 시스템 구성을 적응적으로 변경하여, 일반적으로 반드시 천천히는 아니지만, 커버 구역 내의 추가적인 무선 리소스들(예컨대, RF 캐리어, CDMA 코드 또는 TDMA 타임 슬롯)을 필요로 하는 특정 DRU에 의한 사용을 위해 이러한 무선 리소스들의 배치를 시작할 수 있다. 동시에, DAU 관리 제어 모듈은 보통, 특정 DRU가 커버리지 구역 내의 일정한 무선 리소스들(예컨대, RF 캐리어, CDMA 코드 또는 TDMA 타임 슬롯)을 필요로 하지 않는 경우 상기 무선 리소스들을 일반적으로 천천히 제거하기 시작하기 위해 시스템 구성을 적응적으로 변경한다.

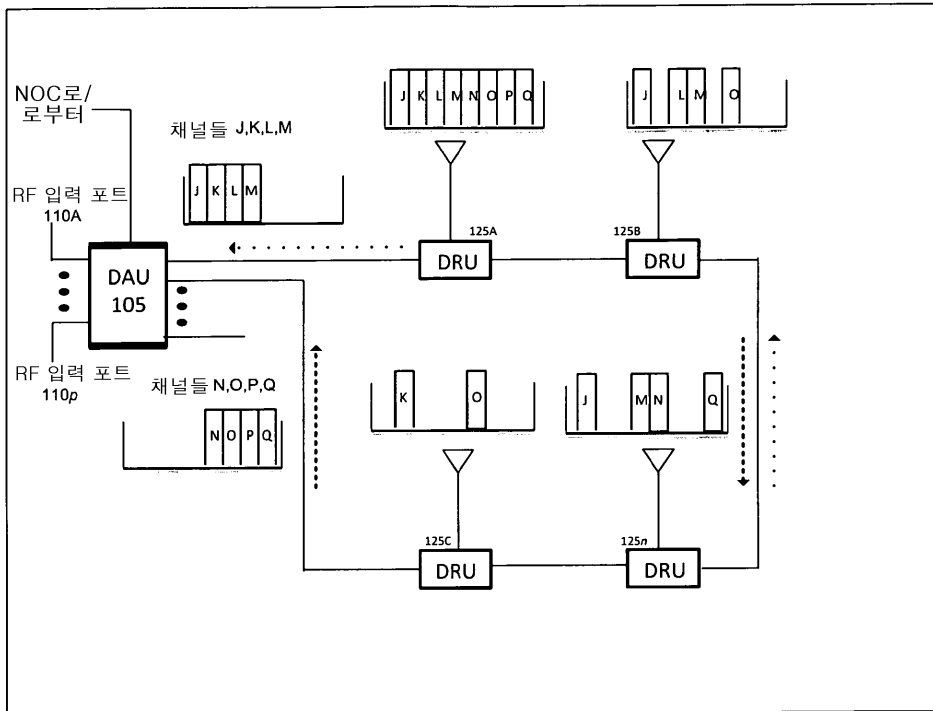
[0069] 본 발명은 바람직한 실시예를 참조로 설명되었지만, 본 발명은 상기 상세한 설명으로 국한되지 않음을 이해할 수 있다. 상기 기재에서 다양한 치환 및 변경이 제안되었고, 당업자는 다른 치환과 변경을 생각해 낼 수 있다. 따라서, 이러한 모든 치환 및 변경은 첨부된 청구범위에 정의된 발명의 범위에 속한다.

도면

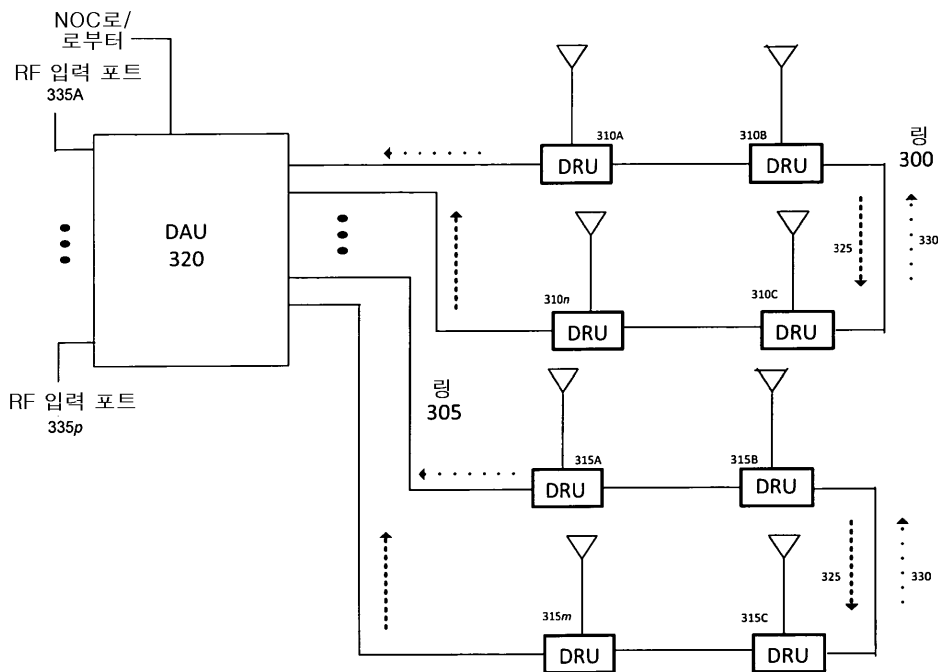
도면1



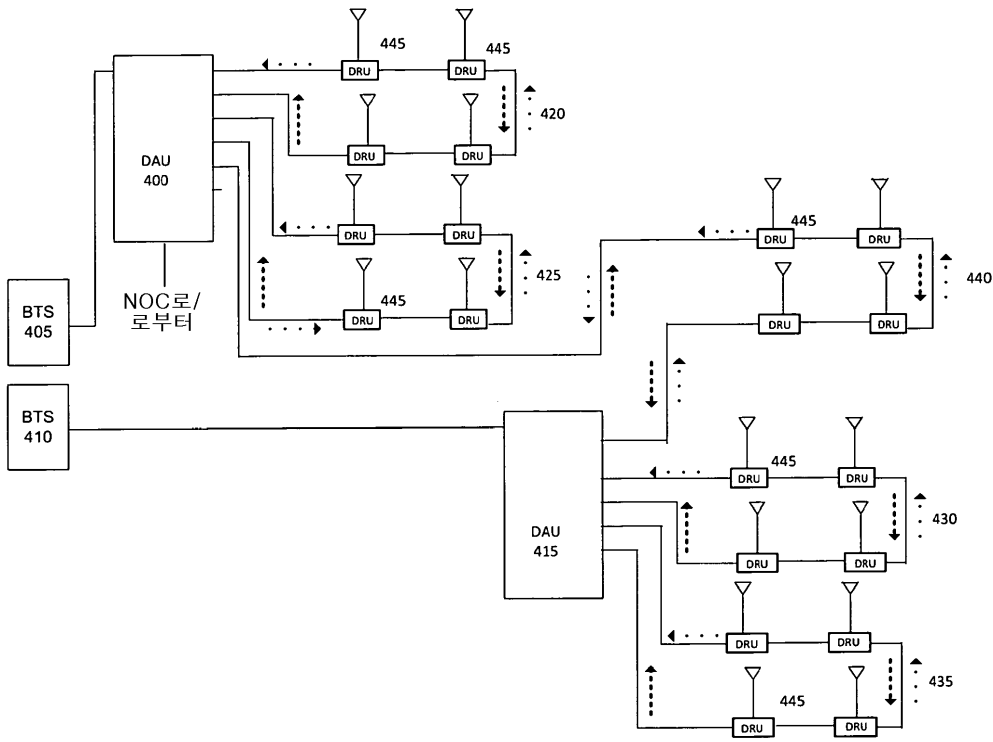
도면2



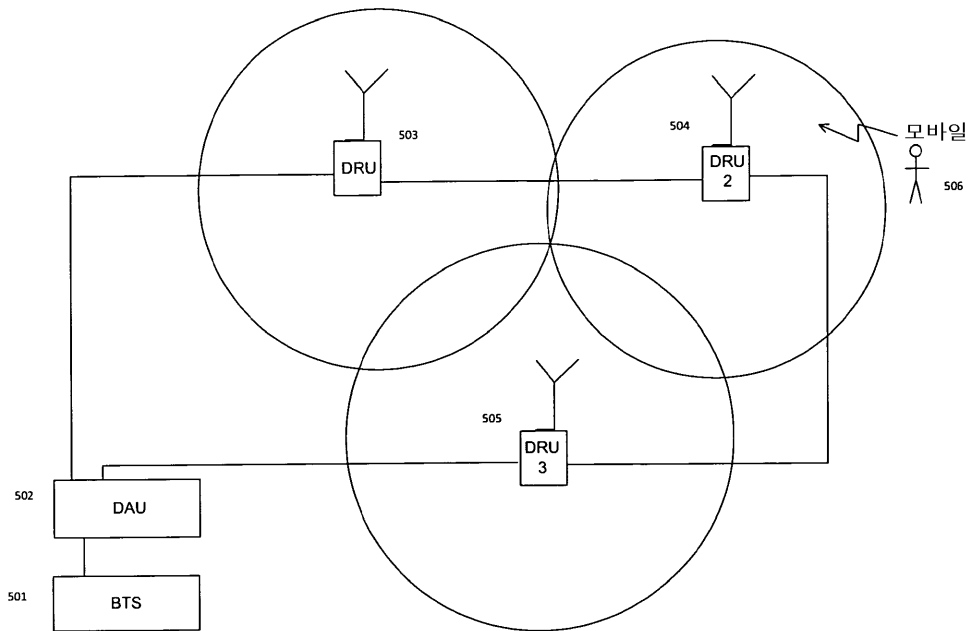
도면3



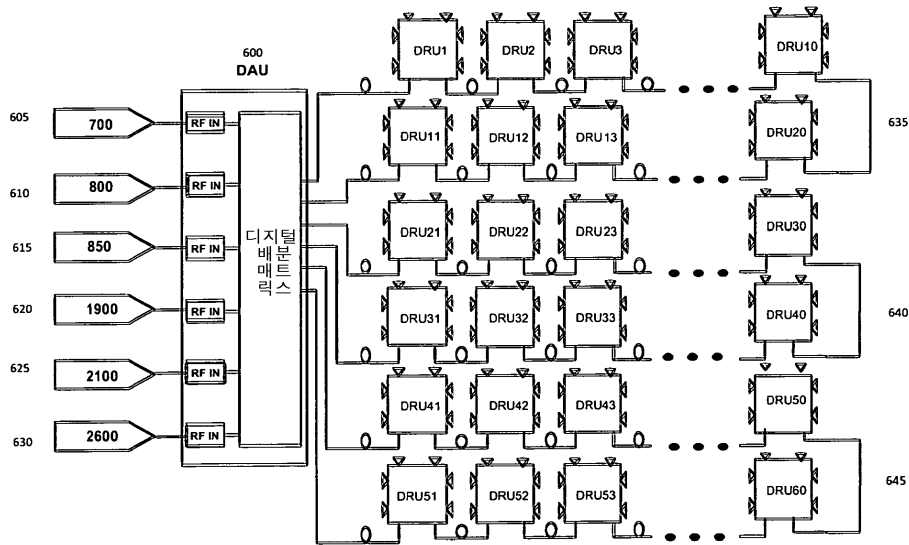
도면4



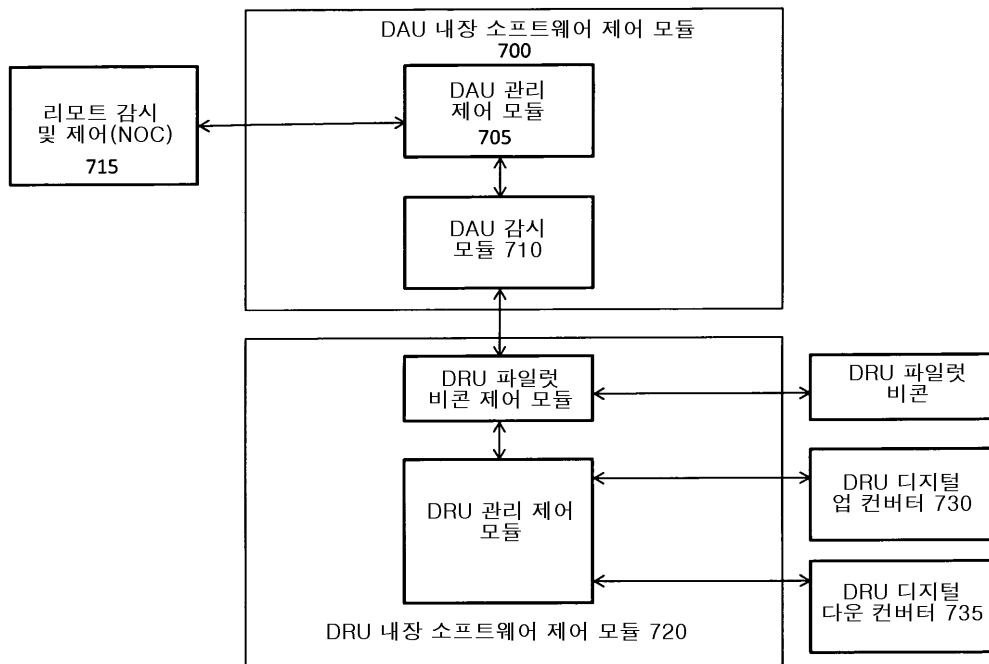
도면5



도면6



도면7



도면8

