



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0033094
(43) 공개일자 2020년03월27일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>H04L 12/841</i> (2013.01) <i>H04L 12/801</i> (2013.01)
 <i>H04L 12/851</i> (2013.01) <i>H04L 27/00</i> (2006.01)
 <i>H04Q 11/08</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>H04L 47/28</i> (2013.01)
 <i>H04L 27/0002</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0012655
 (22) 출원일자 2019년01월31일
 심사청구일자 2019년01월31일</p> <p>(30) 우선권주장
 1020180112317 2018년09월19일 대한민국(KR)</p> | <p>(71) 출원인
 주식회사 쏠리드
 경기 성남시 분당구 판교역로 220 쏠리드스페이스</p> <p>(72) 발명자
 권동희
 경기도 용인시 수지구 용구대로2771번길 29, 108동 201호(죽전동, 한솔 노블빌리지)</p> <p>홍후표
 경기도 성남시 수정구 위례동로 61, 5613동 301호(창곡동, 위례 자연엔 래미안이편한세상)</p> <p>(74) 대리인
 특허법인 신지</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 17 항

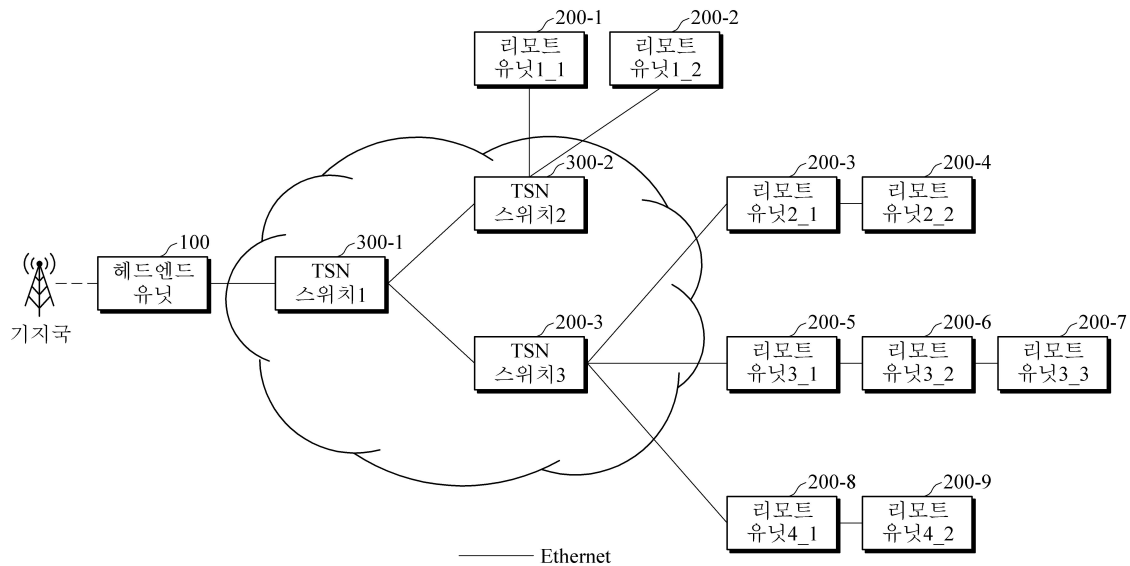
(54) 발명의 명칭 시 민감 네트워크(TSN) 기반의 분산 안테나 시스템

(57) 요약

TSN 기반 분산 안테나 시스템은 헤드엔드 유닛과, 하나 이상의 TSN 스위치와, 하나 이상의 리모트 유닛을 포함하고 헤드엔드 유닛, TSN 스위치 및 리모트 유닛은 TSN 규격이 적용된 프론트홀 전송 네트워크를 구성한다.

헤드엔드 유닛, TSN 스위치 및 리모트 유닛으로 구성된 패킷 기반의 프론트홀 네트워크는 TSN 규격이 적용된 이더넷을 통해 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 트래픽을 전송한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04L 47/15 (2013.01)

H04L 47/24 (2013.01)

H04Q 11/08 (2013.01)

(72) 발명자

조영만

서울특별시 서초구 사평대로28길 31, 1동 403호(반포동, 한신서래아파트)

김대영

서울특별시 강남구 언주로30길 56, B동 2204호(도곡동, 타워팰리스)

김현정

경기도 용인시 기흥구 연원로42번길 2, 127동 1604호 (연원마을삼호.벽산아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

이동통신 시스템 기지국의 다운링크 신호를 사용자 단말로 송출하는 분산 안테나 시스템에 있어서,
패킷 기반의 네트워크;
이동통신 시스템 기지국과 연결되어 무선 신호를 수신하고, 수신된 무선 신호를 포함하는 이더넷 프레임을 생성하여 연결된 패킷 기반의 네트워크로 전송하는 헤드엔드 유닛;
패킷 기반의 네트워크를 통해 전송된 이더넷 프레임 내의 무선 신호를 안테나를 통해 사용자 단말로 송출하는 하나 이상의 리모트 유닛; 및
헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이의 이더넷 프레임 전송 경로 상에 적어도 하나 이상 포함되는 TSN(Time Sensitive Networking) 스위치;
를 포함하는 분산 안테나 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
헤드엔드 유닛에서 리모트 유닛으로 전송되는 다운링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보(Control Information)와 C&M(Control & Management) 이더넷 프레임을 포함하는 분산 안테나 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
헤드엔드 유닛에서 리모트 유닛으로 전송되는 다운링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보(Control Information)를 포함하고 C&M(Control & Management) 이더넷 프레임은 별도의 이더넷 프레임으로 전송하는 분산 안테나 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
헤드엔드 유닛에서 전송되는 다운링크 이더넷 프레임은 서비스 도메인 별로 독립적으로 설정된 플로우 전송 경로로 멀티캐스트(Multicast)되어 하나 이상의 라디오 유닛에게 전달되는 분산 안테나 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
서비스 도메인은 이동통신 사업자 또는 주파수 밴드 또는 기지국 안테나 섹터를 포함하는 분류 기준으로 구분되는 분산 안테나 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

헤드엔드 유닛 또는 적어도 하나의 TSN 스위치가 이동통신 시스템의 코어망과 이더넷으로 연결되고,

패킷 기반의 네트워크를 통해 이동통신 시스템의 코어망으로부터의 백홀 트래픽을 QoS를 보장하며 이동통신 기지국 시스템으로 전달하는 분산 안테나 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

헤드엔드 유닛 또는 적어도 하나의 TSN 스위치가 이동통신 기지국 시스템과 이더넷으로 연결되고,

패킷 기반의 네트워크를 통해 이동통신 기지국 시스템으로부터의 패킷 기반의 다운링크 프론트홀 트래픽을 QoS를 보장하며 기지국의 라디오 유닛(RRH)으로 전달하는 분산 안테나 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

헤드엔드 유닛이 RRH 기능을 포함하여 이동통신 기지국 시스템(BBU)과 이더넷으로 연결되고,

헤드엔드 유닛은 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로부터 수신한 다운링크 프론트홀 트래픽을 패킷 기반 네트워크를 통해 리모트 유닛으로 전송하는 분산 안테나 시스템.

청구항 9

사용자 단말의 업링크 신호를 이동통신 기지국 시스템으로 전송하는 분산 안테나 시스템에 있어서,

패킷 기반의 네트워크;

패킷 기반의 네트워크를 통해 전송된 이더넷 프레임 내의 무선 신호를 연결된 이동통신시스템의 기지국으로 전송하는 헤드엔드 유닛;

사용자 단말이 전송한 무선 신호를 안테나를 통해 수신하고, 수신된 무선 신호를 포함하는 이더넷 프레임을 생성하여 연결된 패킷 기반의 네트워크로 전송하는 하나 이상의 리모트 유닛; 및

헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이의 이더넷 프레임 전송 경로 상에 적어도 하나 이상 포함되는 TSN 스위치; 를 포함하는 분산 안테나 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

리모트 유닛에서 헤드엔드 유닛으로 전송되는 업링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보(Control Information)와 C&M(Control & Management) 이더넷 프레임을 포함하는 분산 안테나 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

리모트 유닛에서 헤드엔드 유닛으로 전송되는 업링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보(Control Information)를 포함하고 C&M(Control & Management) 이더넷 프레임은 별도의 이더넷 프레임으로 전송하는 분산 안테나 시스템.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 분산 안테나 시스템은 서로 다른 전송 경로를 통해 전달된 업링크 이더넷 프레임들의 IQ 데이터를 병합하여 하나의 이더넷 프레임을 생성하는 하나 이상의 업링크 병합 모듈을 더 포함하고,

TSN 스위치 중에 업링크 병합 모듈과 연결된 TSN 스위치는 수신된 이더넷 프레임들의 IQ 데이터를 업링크 병합 모듈을 이용하여 병합하고, 병합된 IQ 데이터를 포함하는 업링크 이더넷 프레임을 업링크 포트를 통해 전송하는 분산 안테나 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

리모트 유닛 중에 캐스케이드 구조로 연결된 하위 리모트 유닛으로부터 업링크 이더넷 프레임을 수신하고 업링크 병합 모듈과 연결된 리모트 유닛은 수신된 이더넷 프레임의 IQ 데이터와 자기가 생성한 이더넷 프레임의 IQ 데이터를 업링크 병합 모듈을 이용하여 병합하고, 병합된 IQ 데이터를 포함하는 업링크 이더넷 프레임을 업링크 포트를 통해 전송하는 분산 안테나 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

업링크 병합 모듈은 I/O 모듈로 구성되어 연결되는 TSN 스위치 또는 리모트 유닛에 설치되는 분산 안테나 시스템.

청구항 15

제 9 항에 있어서,

헤드엔드 유닛 또는 적어도 하나의 TSN 스위치가 이동통신 시스템의 코어망과 이더넷으로 연결되고,

패킷 기반의 네트워크를 통해 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로부터 백홀 업링크 트래픽을 QoS를 보장하며 이동통신 시스템의 코어망으로 전달하는 분산 안테나 시스템.

청구항 16

제 9 항에 있어서,

헤드엔드 유닛 또는 적어도 하나의 TSN 스위치가 이동통신 기지국 시스템과 이더넷으로 연결되고,

패킷 기반의 네트워크를 통해 기지국의 라디오 유닛(RRH)으로부터 프론트홀 네트워크를 통해 패킷 기반의 업링크 프론트홀 트래픽을 QoS를 보장하며 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로 전달하는 분산 안테나 시스템.

청구항 17

제 9 항에 있어서,

헤드엔드 유닛이 RRH 기능을 포함하여 이동통신 기지국 시스템(BBU)과 이더넷으로 연결되고,

헤드엔드 유닛은 패킷 기반의 네트워크를 통해 리모트 유닛으로부터 수신한 업링크 이더넷 프레임을 프론트홀

트래픽으로 변환하여 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로 전송하는 분산 안테나 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 분산 안테나 시스템에 관한 것으로, 특히 TSN 기반의 이더넷 프론트홀 네트워크를 통해 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이에서 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 프레임 전송할 수 있는 분산 안테나 시스템에 대한 발명이 개시된다.

배경 기술

- [0002] 분산 안테나 시스템은 이동통신 시스템의 기지국과 연결되는 헤드엔드 유닛과, 헤드엔드 유닛과 광 케이블과 같은 전송 매체로 연결된 리모트 유닛과, 선택적으로 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이에서 신호 중계를 하는 허브 유닛 등을 포함하며, 빌딩 내부, 지하철, 터널 등 전파가 수신되지 않거나 약하게 수신되는 지역에 설치되어 기지국 신호의 커버리지를 확장한다.
- [0003] 분산 안테나 시스템은 이동통신 서비스 사업자의 매크로 무선 기지국 신호를 중계하는 역할을 주로 수행하나, 최근 분산 안테나 시스템 자체가 통신망 자체로 인식이 되면서, 무선 신호 중계의 기능뿐만 아니라, 부가적으로 일반 네트워크로서의 통신망 기능을 담당하는 경향이 증대되고 있다. 하나의 빌딩 전체나 지하철 역사등의 경우와 같이 해당 지역 또는 공간 전체를 분산 안테나 시스템으로 포설할 경우 이러한 경향은 더욱 증대되고 있다. 특히 분산 안테나 시스템을 일반 네트워크로 활용하여 LTE 스몰셀(small cell)과 와이파이(WiFi) AP 등을 포설하는 경우, 분산 안테나 시스템에서 일반적인 네트워크 트래픽을 처리할 수 있는 백홀 전송 기능이 요구되고 있다.
- [0004] 또한, 4세대 이동통신 (4G) 망에서 RAN(Radio Access Network)이 C-RAN (Centralized Radio Access Network) 구조로 변경되어, BBU (Base Band Unit)는 국사나 마스터 셀사이트에 RRH (Remote Radio Head)는 셀사이트에 각각 위치하는 등 BBU와 RRH가 이격되어 설치되고 프론트홀 전송 규격인 CPRI 프로토콜로 연결되어 있다. 이러한 프론트홀 전송 기능 또한 분산 안테나 시스템에 요구되고 있다.
- [0005] 서킷 기반의 분산 안테나 시스템으로는 DAS 프레임 처리 외에 백홀 서비스, 프론트홀 서비스를 수용하는 것이 어렵다. 특히 Massive MIMO나 New RAT(Radio Access Technology)가 적용되면 요구되는 CPRI 용량이 수백 Gbps에 이르게 될 것이므로 이러한 대역폭을 서킷 기반의 분산 안테나 시스템은 수용할 수가 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 제안된 발명은 Massive MIMO 또는 New RAT 등이 적용되어 대용량의 대역폭이 요구되는 이동통신 시스템에 적용할 수 있는 패킷 기반의 분산 안테나 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 또한 제안된 발명은 패킷 기반으로 트래픽을 처리하더라도 서킷 기반의 분산 안테나 시스템과 같이 저 지연, 저 지연편차, 저 손실의 시간 확정적 트래픽 전송 서비스를 제공하는 분산 안테나 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 또한 제안된 발명은 다른 기지국 시스템의 백홀 트래픽 또는 다양하게 MAC-PHY 기능 분리된 C-RAN 구조의 프론트홀 트래픽을 수용할 수 있는 분산 안테나 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0009] 일 양상에 따르면, 분산 안테나 시스템은 헤드엔드 유닛과, 하나 이상의 TSN 스위치와, 하나 이상의 리모트 유닛을 포함하고 헤드엔드 유닛, TSN 스위치 및 리모트 유닛은 TSN 규격이 적용된 프론트홀 전송 네트워크를 구성한다.
- [0010] 헤드엔드 유닛은 이동통신 시스템 기지국과 연결되어 다운링크 아날로그 RF 신호를 수신하고, 수신된 아날로그 RF 신호로부터 샘플링된 IQ 데이터를 포함하는 이더넷 프레임을 생성하여 연결된 패킷 기반의 프론트홀(Fronthaul) 네트워크로 전송하고, 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 전송된 업링크 이더넷 프레임 내의 IQ 데이터로부터 아날로그 RF 신호를 복원하여 연결된 이동통신 시스템의 기지국으로 RF 신호를 전송한다.

- [0011] TSN 스위치는 서킷 기반의 분산 안테나 시스템의 확장 유닛인 허브 유닛에 대응되며 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이의 트래픽 전송 경로를 TSN 규격이 적용된 이더넷 네트워크로 구성한다.
- [0012] 리모트 유닛은 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 전송된 다운링크 이더넷 프레임 내의 IQ 데이터로부터 아날로그 RF 신호를 복원하여 안테나를 통해 사용자 단말로 송출하고, 사용자 단말이 전송한 아날로그 RF 신호를 안테나를 통해 수신하고, 수신된 아날로그 RF 신호로부터 샘플링된 IQ 데이터를 포함하는 업링크 이더넷 프레임을 생성하여 연결된 패킷 기반의 프론트홀(Fronthaul) 네트워크로 전송한다.
- [0013] 헤드엔드 유닛, TSN 스위치 및 리모트 유닛으로 구성된 패킷 기반의 프론트홀 네트워크는 TSN 규격이 적용된 이더넷을 통해 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 트래픽이 전송된다.
- [0014] 또 다른 양상에 따르면, TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 다른 기지국 시스템의 백홀 트래픽을 수용하여 TSN 규격이 적용된 이더넷을 통해 QoS를 보장하며 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 전송할 수 있다.
- [0015] 또 다른 양상에 따르면, TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 다른 기지국의 라디오 유닛인 RRH와 기지국 시스템인 BBU 사이의 다양한 MAC-PHY 기능 분리된 프론트홀 트래픽을 수용하여 TSN 규격이 적용된 이더넷을 통해 QoS를 보장하며 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 전송할 수 있다.
- [0016] 또 다른 양상에 따르면, TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 업링크 병합 모듈을 더 포함하고, TSN 스위치 또는 리모트 유닛은 업링크 병합 모듈을 통해 업링크 이더넷 프레임에 포함된 IQ 데이터들을 병합하여 전송할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 제안된 TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 이더넷을 통한 패킷 기반의 분산 안테나 시스템으로 Massive MIMO 또는 New RAT 등이 적용되어 대용량의 대역폭이 요구하는 이동통신 시스템에 적용하여 대용량의 트래픽을 처리할 수 있는 효과가 있으며 Link Aggregation을 통해 대역폭 증가가 서킷 방식의 분산 안테나 시스템보다 용이한 효과가 있다.
- [0018] 또한 제안된 TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 패킷 기반으로 트래픽을 처리하면서도 서킷 기반의 분산 안테나 시스템과 같이 저 지연, 저 지연편차, 저 손실의 시간 확정적 트래픽 전송 서비스를 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0019] 또한 제안된 TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 다른 기지국 시스템의 백홀 트래픽 또는 다양하게 MAC-PHY 기능 분리된 C-RAN 구조의 프론트홀 트래픽을 수용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 토폴로지를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 IQ 데이터 전송에 사용되는 이더넷 프레임을 개념적으로 도시한 것이다.
- 도 3은 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 IQ 데이터 전송에 사용되는 이더넷 프레임을 개념적으로 도시한 것이다.
- 도 4는 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 서비스 도메인 별 멀티캐스트 플로우 전송경로의 예를 도시한 것이다.
- 도 5는 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 백홀 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다.
- 도 6은 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 기지국의 프론트홀 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다.
- 도 7은 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 TSN 스위치와 업링크 병합 모듈의 연동을 도시한 블록도이다.
- 도 8은 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 리모트 유닛과 업링크 병합 모듈의 연동을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 기술한, 그리고 추가적인 양상들은 첨부된 도면을 참조하여 설명하는 실시 예들을 통해 구체화된다. 각 실시 예들의 구성 요소들은 다른 언급이나 상호간에 모순이 없는 한 실시 예 내에서 다양한 조합이 가능한 것으로 이해된다. 블록도의 각 블록은 어느 경우에 있어서 물리적인 부품을 표현할 수 있으나 또 다른 경우에 있어서 하나의 물리적인 부품의 기능의 일부 혹은 복수의 물리적인 부품에 걸친 기능의 논리적인 표현일 수 있다. 때로는 블록 혹은 그 일부의 실체는 프로그램 명령어들의 집합(set)일 수 있다. 이러한 블록들은 전부 혹은 일부가 하드웨어, 소프트웨어 혹은 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다.
- [0022] 도 1은 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 토폴로지를 도시한 블록도이다. 도 1에 도시된 일 실시 예에 따른 분산 안테나 시스템은 헤드엔드 유닛과, TSN 스위치와, 라디오 유닛을 포함하고, TSN 규격이 적용된 이더넷을 기반으로 하는 프론트홀(Fronthaul) 네트워크를 통해 이동통신 시스템 기지국의 다운링크 신호를 사용자 단말로 송출한다.
- [0023] 헤드엔드 유닛은 이동통신시스템 기지국과 연결되어 무선 신호 즉, 다양한 아날로그 RF 신호를 수신하고 이를 디지털화 및 프레임화하여 전송하는 기능을 수행한다. 일 실시 예에 따른 헤드엔드 유닛은 수신된 아날로그 RF 신호로부터 디지털화되고 샘플링된 IQ 데이터를 포함하는 이더넷 프레임을 생성한다. 생성된 이더넷 프레임은 연결된 이더넷 기반의 프론트홀 네트워크로 전송된다. 즉, 헤드엔드 유닛은 TSN 스위치에 연결된 이더넷 포트에 생성된 이더넷 프레임을 출력한다.
- [0024] 헤드엔드 유닛은 기지국으로부터 수신한 아날로그 RF 신호를 디지털화하고 IEEE 1914.3 표준의 RoE(Radio over Ethernet) 프레임으로 프레임화하는 기능을 포함할 수 있고, eCPRI(Enhanced Common Public Radio Interface) 프레임으로 프레임화하는 기능을 포함할 수도 있다.
- [0025] 또한 헤드엔드 유닛은 TSN 스위치와 추가의 이더넷 링크를 연결하고 Link Aggregation 기능을 사용하여 전송 대역폭을 확장할 수 있다. 일례로, TSN 스위치와 10Gbps 이더넷 링크로 연결되었다며 2개의 링크를 Link Aggregation 하여 20Gbps의 대역폭으로 확장할 수 있다.
- [0026] 복수의 리모트 유닛은 원격의 각 서비스 위치에 배치된다. 리모트 유닛은 이더넷 기반의 프론트홀 네트워크에 연결되며, 프론트홀 네트워크를 통해 전송된 이더넷 프레임을 디프레임화하여 이더넷 프레임에 포함된 IQ 데이터를 추출하고, 추출된 IQ 데이터로부터 아날로그 RF 신호를 복원하여 안테나를 통해 사용자 단말로 송출한다.
- [0027] 리모트 유닛은 헤드엔드 유닛과 이더넷 링크를 통해 직접 연결될 수 있고, TSN 스위치를 통해 연결될 수 있다. 또한 캐스케이드 구조로 연결된 다른 리모트 유닛을 통해 헤드엔드 유닛과 연결될 수도 있다. 도 1은 리모트 유닛2_2(200-4)이 캐스케이드 구조로 연결된 리모트 유닛2_1(200-3)을 통해 헤드엔드 유닛(100)과 연결되는 것을 도시하고 있다.
- [0028] 리모트 유닛은 헤드엔드 유닛이 전송한 IEEE 1914.3 표준의 RoE 프레임을 디프레임화하는 기능을 포함할 수 있고, eCPRI 프레임을 디프레임화하는 기능을 포함할 수도 있다.
- [0029] 또한 리모트 유닛은 TSN 스위치와 추가의 이더넷 링크를 연결하고 Link Aggregation 기능을 사용하여 전송 대역폭을 확장할 수 있다. 일례로, TSN 스위치와 10Gbps 이더넷 링크로 연결되었다며 2개의 링크를 Link Aggregation 하여 20Gbps의 대역폭으로 확장할 수 있다.
- [0030] TSN 스위치는 IEEE 802.1 TSN을 지원하는 스위치이다. TSN은 L2 이더넷을 기반으로 하여 저 지연(low latency), 저 지연편차(low delay variation) 및 저 손실(low packet loss) 서비스를 제공하며, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 트래픽에 대하여 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록하는 네트워크 기술이다.
- [0031] TSN 스위치는 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이의 이더넷 프레임 전송 경로에 적어도 하나 이상 포함된다. TSN 스위치는 서킷(Circuit) 기반의 프론트홀 네트워크를 기반으로 하는 분산 안테나 시스템에서의 많은 리모트 장치를 연결하기 위한 확장 노드인 허브 노드에 대응된다.
- [0032] 발명의 양상에 따라 TSN 스위치가 헤드엔드 유닛의 하나의 모듈로 포함될 수 있다.
- [0033] 일 실시 예에 따른 분산 안테나 시스템은 TSN 스위치를 포함하는 TSN 규격이 적용된 이더넷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이에 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 트래픽을 전송할 수 있는 서비스를 제공한다.
- [0034] 도 2는 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 IQ 데이터 전송에 사용되는 이더넷 프레임을 개념

적으로 도시한 것이다. 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 다운링크 신호를 종래의 서킷 기반의 분산 안테나 시스템과 달리 IQ 데이터를 이더넷 프레임으로 전송한다. 도 2에 도시된 바에 따르면 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 서킷 기반의 분산 안테나 시스템에서 전송되는 DAS 프레임 전체를 이더넷 프레임의 페이로드(Payload)에 포함하여 전송할 수 있다. 도 2에 도시된 DAS 프레임은 프레임 내에 제어정보와 IQ 데이터와 C&M 이더넷 프레임이 포함되어 있는 것을 도시한 것이지 도시된 순서대로 프레임에 포함되는 것을 나타내는 것은 아니다.

[0035] 발명의 일 실시 예에 따르면 헤드엔드 유닛에서 리모트 유닛으로 전송되는 다운링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보(Control Information)와 C&M(Control & Management) 이더넷 프레임을 포함할 수 있다.

[0036] 제어 정보와 C&M 이더넷 프레임은 분산 안테나 시스템에서 각 장치가 다른 장치와 연동하며 서비스를 제공하기 위해 필요한 제어 및 관리 데이터이다. 제어 정보는 직접 연결된 장치간 통신에 사용되며 프레임 내의 특정 필드들로 지정되는 로 레벨의 제어 필드(Control Field)를 사용하여 전송된다. C&M 이더넷 프레임은 DAS 프레임에 포함되어 전송되는 이더넷 프레임으로 제어 필드와 달리 직접 연결되지 않은 장치간 통신에 사용된다.

[0037] 도 3은 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 IQ 데이터 전송에 사용되는 이더넷 프레임을 개념적으로 도시한 것이다. 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 종래의 서킷 기반의 분산 안테나 시스템과 달리 IQ 데이터를 이더넷 프레임으로 전송한다. 도 3에 도시된 바에 따르면 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 서킷 기반의 분산 안테나 시스템에서 전송되는 DAS 프레임에서 제어정보와 IQ 데이터를 이더넷 프레임의 페이로드(Payload)에 포함하여 전송하고 C&M 이더넷 프레임은 별도로 추출하여 따로 전송할 수 있다. 도 3에 도시된 DAS 프레임은 프레임 내에 제어정보와 IQ 데이터와 C&M 이더넷 프레임이 포함되어 있는 것을 도시한 것이지 도시된 순서대로 프레임에 포함되는 것을 나타내는 것은 아니다.

[0038] 발명의 또 다른 실시 예에 따르면 헤드엔드 유닛에서 리모트 유닛으로 전송되는 다운링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보(Control Information)를 포함하고 C&M(Control & Management) 이더넷 프레임은 별도의 이더넷 프레임으로 전송할 수 있다.

[0039] 도 4는 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 서비스 도메인 별 멀티캐스트 플로우 전송경로의 예를 도시한 것이다. TSN 기반 분산 안테나 시스템은 다운링크 전송 경로에 대하여 서비스 별로 다른 플로우 전송 경로를 설정할 수 있다. 전송되는 트래픽의 양을 줄이기 위해 End to End 방식으로, 즉 헤드엔드 유닛에서 각각의 리모트 유닛들을 목적지로 하여 프레임을 개별적으로 전송하지 않고 멀티캐스팅 방식으로 프레임을 전송한다. 도 4는 서비스 1과 서비스 2에 대하여 독립적으로 설정된 멀티캐스트 플로우 전송 경로의 예시를 도시하고 있다.

[0040] 따라서 헤드엔드 유닛에서 전송되는 다운링크 이더넷 프레임은 서비스 도메인 별로 독립적으로 설정된 플로우 전송 경로로 멀티캐스트(Multicast)되어 하나 이상의 라디오 유닛에게 전달될 수 있다.

[0041] 각 유닛들은 DAS 컨트롤러(미도시)를 통해 서비스 도메인 별 플로우 전송 경로를 전달받아 구성할 수 있다. 이때 DAS 컨트롤러와 각 유닛은 SDN(Software Defined Network)에서 사용하는 Openflow 프로토콜을 통해 연동될 수 있다.

[0042] 서비스 도메인을 분류하는 기준은 특별히 제한되지 않으나, 이동통신 사업자를 기준으로 서비스 도메인을 분류할 수 있다. 즉, 각 사업자 별로 다른 멀티캐스트 플로우 전송 경로를 설정할 수 있다.

[0043] 또한 주파수 밴드를 기준으로 서비스 도메인을 분류할 수 있다. LTE의 경우를 예로 들면, 800MHz 대역, 1.8GHz 대역, 2.6GHz 대역 별로 서비스 도메인을 구분하여 다른 멀티캐스트 플로우 전송 경로를 설정할 수 있다.

[0044] 또한 안테나의 지향성에 따른 서비스 구역을 나타내는 셀 섹터 즉, 기지국 안테나 섹터를 기준으로 서비스 도메인을 분류할 수 있다. 예를 들어, 3섹터 안테나가 사용되는 경우 각각 120도씩 구분되는 섹터 별로 서비스 도메인을 분류하고 각 서비스 도메인마다 다른 멀티캐스트 플로우 전송 경로를 설정할 수 있다.

[0045] 서비스 도메인을 분류하는 또 다른 방법으로는 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이의 DAS 서비스 도메인과, C-RAN 구조에서 분리된 BBU와 RRH가 DAS를 통해 연결되는 캐리어 프론트홀(Carrier Fronthaul) 서비스 도메인과, 분리된 BBU와 RRH가 모두 DAS 네트워크에 연결되는 캐리어 백홀(Carrier Backhaul) 서비스 도메인과, WiFi 등의 일반 IP 패킷 네트워크가 연결되는 백홀 서비스 도메인과, 이들 각 서비스 도메인을 용도에 따라 하부 도메인으로 세분화하여 분류하는 방법이 있다.

- [0046] 이처럼 발명의 또 다른 실시 예에 따르는 TSN 기반의 분산 안테나 시스템은 서비스 도메인 별로 다른 멀티캐스트 플로우 전송 경로를 설정할 수 있으며, 이때 각 서비스 도메인은 이동통신 사업자 또는 주파수 밴드 또는 기지국 안테나 섹터를 포함하는 분류 기준으로 구분될 수 있다.
- [0047] 도 5는 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 백홀 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다. 도 5에 도시된 바에 따르면 전송 네트워크를 구성하는 TSN 스위치 중 하나인 TSN 스위치1이 이동통신 시스템의 코어망과 이더넷으로 연결되어 있다. 또 다른 양상으로는 헤드엔드 유닛이 이동통신 시스템의 기지국과 이더넷 또는 아날로그로 연결될 수 있다. 아날로그 연결 시에는 헤드엔드 유닛이 기지국으로부터 신호를 받아 A/D 변환 과정을 거쳐 원 신호를 이더넷 프레임화 하는 과정을 거치게 된다. 이더넷으로 연결 되는 경우에는 기지국이 A/D 변환한 신호를 헤드엔드 유닛으로 전달하게 된다.
- [0048] TSN 기반 분산 안테나 시스템은 스몰 셀을 비롯한 다른 기지국 시스템의 백홀 서비스 다운링크 트래픽을 전송할 수 있다. 도 5에 도시된 예에 따르면 RRH(Remote Radio Head)와 이더넷을 통해 eCPRI 프로토콜 또는 이와 유사한 RF 신호를 송수신하는 BBU(BaseBand Unit)가 TSN 스위치에 연결되어 DAS의 프론트홀 네트워크를 이용하여 자신의 백홀 트래픽을 송수신할 수 있다. 이때 다른 기지국 시스템의 트래픽 역시 TSN 기반의 전송 네트워크를 이용하므로 기지국 시스템으로부터의 백홀 트래픽에 대하여 저 지연, 저 지연편차 및 저 손실 전송을 할 수 있고, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 백홀 트래픽에 대하여 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록 할 수 있다.
- [0049] 즉, TSN 기반 분산 안테나 시스템의 패킷 기반 프론트홀 네트워크는 코어망으로부터의 다운링크 백홀 트래픽을 QoS를 보장하며 다른 이동통신 기지국 시스템으로 전달할 수 있다.
- [0050] 도 5에 도시된 바와 같이 TSN 스위치에 연결된 WiFi AP에 연결된 사용자 단말들에 대한 다운링크 트래픽을 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 전달할 수 있다.
- [0051] 도 6은 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 기지국의 프론트홀 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다. 도 6에 도시된 바에 따르면 전송 네트워크를 구성하는 TSN 스위치 중 하나인 TSN 스위치1이 이동통신 시스템의 기지국과 이더넷으로 연결되어 있다. 또 다른 양상으로는 헤드엔드 유닛이 이동통신 시스템의 기지국과 이더넷 또는 아날로그로 연결될 수 있다.
- [0052] 이동통신 시스템의 기지국으로부터 다운링크 트래픽을 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 프론트홀 네트워크를 통해 RRH로 전송할 수 있다. 이때 전송되는 프레임은 패킷을 기반으로 하는 프론트홀 서비스를 위한 프로토콜인 eCPRI 프레임이 전송될 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 기능 분리(MAC-PHY)로 구성된 프론트홀 서비스를 위한 프레임이 전송될 수 있다. 이때의 MAC-PHY 기능분리는 Option1의 RRC(Radio Resource Control)와 PDCP(Packet Data Convergence Protocol) 사이의 기능분리, Option2의 PDCP와 High RLC(Radio Link Control) 사이의 기능분리, Option3의 High RLC와 Low RLC 사이의 기능분리, Option4의 Low RLC와 High MAC(Medium Access Control) 사이의 기능분리, Option5의 High MAC과 Low MAC 사이의 기능분리, Option6의 Low MAC과 High PHY(Physical) 사이의 기능분리 또는 Option7의 High PHY와 Low PHY 사이의 기능분리 중 하나일 수 있다. Option1에서 Option7의 기능분리는 공지된 기술에 해당하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0053] TSN 기반 분산 안테나 시스템은 eCPRI를 비롯한 다양한 MAC-PHY 기능분리된 패킷 기반의 프론트홀 다운링크 트래픽을 전송할 수 있다. 도 6에 도시된 예에 따르면 BBU가 TSN 스위치에 연결되어 다른 TSN 스위치에 연결된 RRH에 이더넷을 통해 eCPRI 프로토콜 또는 다른 MAC-PHY 기능분리에 따른 프레임을 DAS의 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 이용하여 전송할 수 있다. 이때의 트래픽 역시 TSN 기반의 전송 네트워크를 이용하므로 기지국 시스템(BBU)으로부터의 패킷 기반의 프론트홀 트래픽에 대하여 저 지연, 저 지연편차 및 저 손실 전송을 할 수 있고, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 프론트홀 트래픽에 대하여 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록 할 수 있다.
- [0054] 즉, TSN 기반 분산 안테나 시스템의 패킷 기반 프론트홀 네트워크는 이동통신 기지국 시스템으로부터의 패킷 기반의 다운링크 프론트홀 트래픽을 QoS를 보장하며 기지국 라디오 유닛으로 전달할 수 있다.
- [0055] 도 7은 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 헤드엔드 유닛이 RRH 기능을 포함하여 무선 RF 신호를 중계하는 중계 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다. 도 7에 도시된 바에 따르면 헤드엔드 유닛은 이동통신 기지국 시스템(BBU)과 이더넷으로 연결되어 있다. 이때, 헤드엔드 유닛은 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로부터 수신한 다

업링크 프론트홀 트래픽을 패킷 기반 프론트홀 네트워크를 통해 리모트 유닛으로 전송할 수 있다.

- [0056] 이동통신 시스템의 BBU로부터 다운링크 트래픽을 RRH 기능을 포함하는 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 헤드엔드 유닛이 수신하고, 이를 TSN 네트워크를 통해 리모트 유닛으로 중계하여 전송할 수 있다. 이때 헤드엔드 유닛이 수신하는 프레임은 패킷을 기반으로 하는 프론트홀 서비스를 위한 프로토콜인 eCPRI 프레임일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 기능 분리(MAC-PHY)로 구성된 프론트홀 서비스를 위한 프레임이 수신할 수 있다. 이때의 MAC-PHY 기능분리는 Option1의 RRC와 PDCP 사이의 기능분리, Option2의 PDCP와 High RLC 사이의 기능분리, Option3의 High RLC와 Low RLC 사이의 기능분리, Option4의 Low RLC와 High MAC 사이의 기능분리, Option5의 High MAC과 Low MAC 사이의 기능분리, Option6의 Low MAC과 High PHY 사이의 기능분리 또는 Option7의 High PHY와 Low PHY 사이의 기능분리 중 하나일 수 있다. Option1에서 Option7의 기능분리는 공지된 기술에 해당하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- [0057] TSN 기반 분산 안테나 시스템의 헤드엔드 유닛은 이더넷을 통해 리모트 유닛으로 전달할 수 있다. 이때의 트래픽 역시 TSN 기반의 전송 네트워크를 이용하므로 저 지연, 저 지연편차 및 저 손실 전송을 할 수 있고, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록 할 수 있다.
- [0058] 도 1에 도시된 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 헤드엔드 유닛과, TSN 스위치와, 라디오 유닛을 포함하고, TSN 규격이 적용된 이더넷을 기반으로 하는 프론트홀(Fronthaul) 네트워크를 통해 사용자 단말의 업링크 신호를 이동통신 기지국 시스템으로 전송한다.
- [0059] 일 실시 예에 따른 헤드엔드 유닛은 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 라디오 유닛이 전송한 업링크 신호를 이더넷 프레임으로 수신하고, 수신된 이더넷 프레임을 디프레임화하고 추출된 IQ 데이터를 무선 신호로 복원한다. 즉, IQ 데이터를 디지털 RF 신호로 복원하거나 아날로그 변환하여 아날로그 RF 신호로 복원한다. 복원된 무선 신호는 이동통신시스템 기지국과 연결된 인터페이스를 통해 전송된다. 즉, 헤드엔드 유닛은 TSN 스위치에 연결된 이더넷 포트를 통해 입력된 이더넷 프레임으로부터 무선 신호를 복원하여 이동통신시스템 기지국으로 무선 신호를 출력한다.
- [0060] 헤드엔드 유닛이 수신한 라디오 유닛으로부터의 이더넷 프레임은 IEEE 1914.3 표준의 RoE 프레임일 수 있고, eCPRI 프레임일 수 있다. 따라서 헤드엔드 유닛은 RoE 프레임 또는 eCPRI 프레임을 구분하여 디프레임화 할 수 있다.
- [0061] 또한 헤드엔드 유닛은 TSN 스위치와 추가의 이더넷 링크를 연결하고 Link Aggregation 기능을 사용하여 전송 대역폭을 확장할 수 있다. 일례로, TSN 스위치와 10Gbps 이더넷 링크로 연결되었다며 2개의 링크를 Link Aggregation 하여 20Gbps의 대역폭으로 확장할 수 있다.
- [0062] 복수의 리모트 유닛은 원격의 각 서비스 위치에 배치된다. 리모트 유닛은 이더넷 기반의 프론트홀 네트워크에 연결되며, 사용자 단말이 전송한 아날로그 RF 신호를 안테나를 통해 수신하고, 수신된 아날로그 RF 신호를 디지털화하고 샘플링하여 IQ 데이터를 포함하는 이더넷 프레임을 생성한다. 리모트 유닛은 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 생성한 이더넷 프레임을 헤드엔드 유닛으로 전송한다.
- [0063] 리모트 유닛은 헤드엔드 유닛과 이더넷 링크를 통해 직접 연결될 수 있고, TSN 스위치를 통해 연결될 수 있다. 또한 캐스케이드 구조로 연결된 다른 리모트 유닛을 통해 헤드엔드 유닛과 연결될 수도 있다. 도 1은 리모트 유닛2_2(200-4)이 캐스케이드 구조로 연결된 리모트 유닛2_1(200-3)을 통해 헤드엔드 유닛(100)과 연결되는 것을 도시하고 있다.
- [0064] 리모트 유닛은 사용자 단말이 전송한 아날로그 RF 신호를 디지털화되고 샘플링된 IEEE 1914.3 표준의 RoE 프레임으로 프레임화하는 기능을 포함할 수 있고, eCPRI 프레임으로 프레임화하는 기능을 포함할 수도 있다.
- [0065] 또한 리모트 유닛은 TSN 스위치와 추가의 이더넷 링크를 연결하고 Link Aggregation 기능을 사용하여 전송 대역폭을 확장할 수 있다. 일례로, TSN 스위치와 10Gbps 이더넷 링크로 연결되었다며 2개의 링크를 Link Aggregation 하여 20Gbps의 대역폭으로 확장할 수 있다.
- [0066] TSN 스위치는 IEEE 802.1 TSN을 지원하는 스위치이다. TSN은 L2 이더넷을 기반으로 하여 저 지연(low latency), 저 지연편차(low delay variation) 및 저 손실(low packet loss) 서비스를 제공하며, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 트래픽에 대하여 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록하는 네트워크 기술이다.

- [0067] TSN 스위치는 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이의 이더넷 프레임 전송 경로에 적어도 하나 이상 포함된다. TSN 스위치는 서킷(Circuit) 기반의 프론트홀 네트워크를 기반으로 하는 분산 안테나 시스템에서의 많은 리모트 장치를 연결하기 위한 확장 노드인 허브 노드에 대응된다.
- [0068] 일 실시 예에 따른 분산 안테나 시스템은 TSN 스위치를 포함하는 TSN 규격이 적용된 이더넷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 헤드엔드 유닛과 리모트 유닛 사이에 패킷 손실을 최소화하며 시간 확정적으로 트래픽을 전송할 수 있는 서비스를 제공한다.
- [0069] 도 2는 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 IQ 데이터 전송에 사용되는 이더넷 프레임을 개념적으로 도시한 것이다. 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 업링크 신호를 종래의 서킷 기반의 분산 안테나 시스템과 달리 IQ 데이터를 이더넷 프레임으로 전송한다. 도 2에 도시된 바에 따르면 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 서킷 기반의 분산 안테나 시스템에서 전송되는 DAS 프레임 전체를 이더넷 프레임의 페이로드에 포함하여 전송할 수 있다. 도 2에 도시된 DAS 프레임은 프레임 내에 제어정보와 IQ 데이터와 C&M 이더넷 프레임이 포함되어 있는 것을 도시한 것이지 도시된 순서대로 프레임에 포함되는 것을 나타내는 것은 아니다.
- [0070] 발명의 일 실시 예에 따르면 리모트 유닛에서 헤드엔드 유닛으로 전송되는 업링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보와 C&M 이더넷 프레임을 포함할 수 있다.
- [0071] 제어 정보와 C&M 이더넷 프레임은 분산 안테나 시스템에서 각 장치가 다른 장치와 연동하며 서비스를 제공하기 위해 필요한 제어 및 관리 데이터이다. 제어 정보는 직접 연결된 장치간 통신에 사용되며 프레임 내의 특정 필드들로 지정되는 로 레벨의 제어 필드를 사용하여 전송된다. C&M 이더넷 프레임은 DAS 프레임에 포함되어 전송되는 이더넷 프레임으로 제어 필드와 달리 직접 연결되지 않은 장치간 통신에 사용된다.
- [0072] 도 3은 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 IQ 데이터 전송에 사용되는 이더넷 프레임을 개념적으로 도시한 것이다. 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 업링크 신호를 종래의 서킷 기반의 분산 안테나 시스템과 달리 IQ 데이터를 이더넷 프레임으로 전송한다. 도 3에 도시된 바에 따르면 일 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템은 서킷 기반의 분산 안테나 시스템에서 전송되는 DAS 프레임에서 제어정보와 IQ 데이터를 이더넷 프레임의 페이로드에 포함하여 전송하고 C&M 이더넷 프레임은 별도로 추출하여 따로 전송할 수 있다. 도 3에 도시된 DAS 프레임은 프레임 내에 제어정보와 IQ 데이터와 C&M 이더넷 프레임이 포함되어 있는 것을 도시한 것이지 도시된 순서대로 프레임에 포함되는 것을 나타내는 것은 아니다.
- [0073] 발명의 또 다른 실시 예에 따르면 리모트 유닛에서 헤드엔드 유닛으로 전송되는 업링크 이더넷 프레임의 페이로드는 IQ 데이터와 제어 정보를 포함하고 C&M 이더넷 프레임은 별도의 이더넷 프레임으로 전송할 수 있다.
- [0074] 도 8은 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 TSN 스위치와 업링크 병합 모듈의 연동을 도시한 블록도이다. 도 8에 도시된 바에 따르면, 업링크 병합 모듈은 TSN 스위치 포트에 연결되어 복수의 업링크 전송 경로를 통해 전송된 업링크 이더넷 프레임의 IQ 데이터를 병합하여 하나의 병합된 IQ 데이터를 포함하는 이더넷 프레임을 생성하여 연결된 TSN 스위치에 전달한다.
- [0075] 도 8에 도시된 것과 같이 업링크 병합 모듈1(USM1, 400-1)은 연결된 TSN 스위치2(300-2)를 통해 연결된 복수개의 라디오 유닛들(200-1, 200-2)로부터 이더넷 프레임을 수신한다. 도 8에 도시된 예는 아니지만, 업링크 병합 모듈은 연결된 TSN 스위치를 통해 라디오 유닛들이 직접 연결된 하위 TSN 스위치로부터 이더넷 프레임을 수신할 수 있다. 업링크 병합 모듈과 연결된 TSN 스위치(예, 300-2)로 입력되는 업링크 이더넷 프레임들은 해당 TSN 스위치의 프레임 분류에 의해 각각의 라디오 유닛이 개별적으로 보내는 실시간 IQ 데이터 스트림으로 구분될 수 있다. 이러한 구분은 TSN 규격에 정의된 송신자 주소, 수신자 주소, VLAN 정보, 기타 부가 정보로 표현되는 TSN 플로우를 적용할 수 있고, 또는 일반적인 스위치에서 제공하는 프레임/패킷 분류기(Classifier) 등을 적용할 수 있다. 업링크 병합 모듈과 연결된 TSN 스위치는 분류기의 결과에 따라 병합이 필요한 이더넷 프레임에 대해서는 업링크 병합 모듈로, 그렇지 않은 경우에는 일반적인 TSN 스위치의 기능에 따라 다음 상향으로 이더넷 프레임을 전송한다. 다만 이러한 정책의 결정 및 입력은 TSN 기반 분산 안테나 시스템이 운용되기 전에 수행된다.
- [0076] 업링크 병합 모듈에서 병합을 용이하게 하기 위해 본 발명에서는 각 라디오 유닛들은 병합이 가능한 단위로 다수 개의 서로 다른 IQ 데이터 스트림을 송·수신하도록 정의된다. 예를 들어, 라디오 유닛이 동시에 여러 개의 대역을 지원하는 멀티 밴드 라디오 유닛인 경우 동시에 여러 개의 대역의 라디오 신호(LTE의 경우 3GPP 규격에서 정한 Band에 해당)를 병합의 용이성에 따라 밴드 별, 밴드 내의 사업자 별, 또는 사업자 별 내에서도 섹터 별 등으로 구분하여 다수 개의 서로 다른 IQ 데이터 스트림으로 구분하여 송·수신하도록 정의된다. 이러한 구

분의 결정은 TSN 기반 분산 안테나 시스템이 운용되기 전에 사전 결정 되고, 이러한 결정의 결과가 TSN 기반 분산 안테나 시스템을 구성하는 개별 장비의 설정으로 전달되도록 한다. 상기의 라디오 유닛에 대한 설명은 TSN 기반 분산 안테나 시스템을 구성하는 헤드 엔드 유닛에도 마찬가지로 적용된다.

- [0077] 업링크 병합 모듈은 연결된 TSN 스위치로부터 병합이 필요한 다수의 라디오 유닛들이 전송한 이더넷 프레임을 수신하고, 업링크 병합 모듈과 연결된 TSN 스위치와 유사하게 프레임 분류를 수행하여 각 라디오 유닛이 보내는 IQ 데이터 스트림으로 구분하여 내부의 패킷 버퍼와 같은 휘발성 고속 메모리에 IQ 데이터 스트림 별로 저장한다. 다수 개의 IQ 데이터 스트림을 임시 저장하고 있는 업링크 병합 모듈은 어떤 IQ 데이터 스트림과 어떤 IQ 데이터 스트림을 병합을 수행할 것인지 대해 사전에 설정되어 있다. 이러한 사전 설정에 의하여 업링크 병합 모듈은 최소 두 개 이상의 개별 IQ 데이터 스트림 간에 병합을 수행할 수 있다. 병합의 방법은 단순한 합산 등을 포함하는 일반적인 다중 수신 안테나에서의 다이버시티 합산 (diversity combining) 방식으로 수행될 수 있다. 다만, 합산의 방식은 제한되지 않으며 다양한 합산 방식이 사용될 수 있다.
- [0078] 또한 업링크 병합 모듈이 합산을 수행할 때에는 병합 대상이 되는 각 IQ 데이터 스트림의 시간 위상을 고려하여 합산을 수행한다. 예를 들어 1Km, 10Km의 공간 거리에 위치한 두 라디오 유닛으로부터 IQ 데이터 스트림을 수신하였을 경우 두 IQ 데이터 스트림 간의 시간 위상 차 발생한다. 시간 위상 차를 고려하지 않고 합산하였을 경우에는 페이딩과 같이 라디오 신호의 품질을 저하시키는 경우가 발생하고, 심한 경우에는 TSN 기반 분산 안테나 시스템으로 인하여 기지국과 단말 간에 통신이 불능 상태에 이를 수 있다. 이러한 문제는 TSN 규격이 적용된 TSN 기반 분산 안테나 시스템들의 구성 요소들이 시각 동기화가 정확히 되어 있으므로, 각 라디오 유닛들이 IQ 데이터를 전송하는 시점에 전송 시점에 대한 시각 정보 (timestamp)를 추가하여 전송하도록 하고, 업링크 병합 모듈은 병합 대상 데이터 스트림 별로 시각 정보 기준으로 병합을 수행하도록 함으로써 해결 가능하다.
- [0079] 즉, TSN 분산 안테나 시스템은 헤드엔드 유닛과, TSN 스위치와, 리모트 유닛 외에 서로 다른 전송 경로를 통해 전달된 업링크 이더넷 프레임들의 IQ 데이터를 병합하여 새로운 하나의 이더넷 프레임을 생성하는 하나 이상의 업링크 병합 유닛을 더 포함할 수 있다. 전송 네트워크를 구성하는 여러 TSN 스위치 중에 업링크 병합 유닛과 연결된 TSN 스위치는 수신된 이더넷 프레임들의 IQ 데이터를 업링크 병합 유닛을 이용하여 병합하고, 병합된 IQ 데이터를 포함하는 업링크 이더넷 프레임을 업링크 포트를 통해 전송할 수 있다.
- [0080] TSN 스위치는 전달된 새로운 이더넷 프레임에 대하여 헤드엔드 유닛으로 향하는 새로운 전송 경로를 할당하여 업링크 이더넷 프레임을 전송한다.
- [0081] 다운링크 전송 경로의 경우 다운링크 이더넷 프레임은 헤드엔드 유닛에서 목적지 리모트 유닛까지 전송되며 다운링크 전송 경로가 변경되지 않으나, 업링크 전송 경로의 경우 업링크 이더넷 프레임은 업링크 이더넷 프레임이 업링크 병합 모듈에서 병합될 때마다 새로운 이더넷 프레임을 생성하므로 기존 업링크 전송 경로는 업링크 병합 모듈과 연동하는 TSN 스위치에서 중단되고 새로운 이더넷 프레임에 대하여 다른 업링크 전송 경로를 통해 이더넷 프레임이 전송된다.
- [0082] 도 8에서는 리모트 유닛2_2가 전송하는 업링크 이더넷 프레임의 업링크 전송 경로는 출발지가 리모트 유닛2_2이고 목적지가 TSN 스위치3이 되고, 리모트 유닛2_1이 전송하는 업링크 이더넷 프레임의 업링크 전송 경로는 출발지가 리모트 유닛2_1이고 목적지가 TSN 스위치3이 된다. TSN 스위치3이 업링크 병합 모듈을 통해 생성한 새로운 업링크 이더넷 프레임의 업링크 전송 경로는 출발지가 TSN 스위치3이되고 목적지는 헤드엔드 유닛이 된다.
- [0083] TSN 스위치에 업링크 병합 모듈을 연동시켜 업링크 IQ 데이터를 병합할 지 정하는 것은 업링크 패킷의 딜레이와 대역폭을 고려하여 결정한다. 업링크 병합을 하면 딜레이가 늘어나나 대역폭은 감소하기 때문에 딜레이와 대역폭을 함께 고려하여 설계되어야 한다.
- [0084] 도 9는 또 다른 실시 예에 따른 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 리모트 유닛과 업링크 병합 모듈의 연동을 도시한 블럭도이다. 도 9에 도시된 바에 따르면, 업링크 병합 모듈은 리모트 유닛의 포트에 연결되어 복수의 업링크 전송 경로를 통해 전송된 업링크 이더넷 프레임의 IQ 데이터를 병합하여 하나의 병합된 IQ 데이터를 포함하는 이더넷 프레임을 생성하여 연결된 리모트 유닛에 전달한다.
- [0085] TSN 기반 분산 안테나 시스템의 여러 리모트 유닛 중에 캐스케이드 구조로 연결된 하위 리모트 유닛으로부터 업링크 이더넷 프레임을 수신하고 업링크 병합 유닛과 연결된 리모트 유닛은 수신된 이더넷 프레임의 IQ 데이터와 자기가 생성한 이더넷 프레임의 IQ 데이터를 업링크 병합 유닛을 이용하여 병합하고, 병합된 IQ 데이터를 포함하는 업링크 이더넷 프레임을 업링크 포트를 통해 전송할 수 있다.
- [0086] 리모트 유닛은 전달된 새로운 이더넷 프레임에 대하여 헤드엔드 유닛으로 향하는 새로운 전송 경로를 할당하여

업링크 이더넷 프레임을 전송한다.

- [0087] 다운링크 전송 경로의 경우 다운링크 이더넷 프레임은 헤드엔드 유닛에서 목적지 리모트 유닛까지 전송되며 다운링크 전송 경로가 변경되지 않으나, 업링크 전송 경로의 경우 업링크 이더넷 프레임은 업링크 이더넷 프레임이 업링크 병합 모듈에서 병합될 때마다 새로운 이더넷 프레임을 생성하므로 기존 업링크 전송 경로는 업링크 병합 모듈과 연동하는 리모트 유닛에서 중단되고 새로운 이더넷 프레임에 대하여 다른 업링크 전송 경로를 통해 이더넷 프레임이 전송된다.
- [0088] 도 9에서는 리모트 유닛2_1이 업링크 병합 모듈(USM1)과 연동되어 리모트 유닛2_1의 안테나를 통해 수신하여 변환된 IQ 데이터와 리모트 유닛2_1과 캐스캐이딩 구조로 연결된 리모트 유닛2_2이 전송한 업링크 이더넷 프레임에 포함된 IQ 데이터를 업링크 병합 모듈을 통해 IQ 데이터를 병합하고 있다. 리모트 유닛2_2가 전송하는 업링크 이더넷 프레임의 업링크 전송 경로는 출발지가 리모트 유닛2_2가 되고 목적지는 리모트 유닛2_1이 된다. 리모트 유닛2_1의 IQ 데이터와 리모트 유닛2_2의 IQ 데이터와 병합된 새로운 이더넷 프레임의 업링크 전송 경로는 출발지가 리모트 유닛2_1이 되고 목적지는 헤드엔드 유닛이 되는 전송 경로가 된다.
- [0089] 리모트 유닛에 업링크 병합 모듈을 연동시켜 업링크 IQ 데이터를 병합할 지 정하는 것은 업링크 패킷의 딜레이와 대역폭을 고려하여 결정한다. 업링크 병합을 하면 딜레이가 늘어나나 대역폭은 감소하기 때문에 딜레이와 대역폭을 함께 고려하여 설계되어야 한다.
- [0090] 도 8 및 도 9에 도시된 업링크 병합 모듈은 각각 TSN 스위치 또는 리모트 유닛과 연동되는 것으로 도시되었으나 TSN 스위치와 리모트 유닛이 동시에 각각의 업링크 병합 모듈과 연동될 수 있다.
- [0091] 발명의 또 다른 양상에 따르면, TSN 스위치는 업링크 병합 모듈과 스위치 포트를 통해 연결하지 않고 TSN 스위치 내에 I/O 모듈로 구성하여 연결할 수 있다. I/O 모듈로 구성하는 경우 포트를 통해 케이블로 연결되는 경우보다 딜레이 측면에서 유리한 점이 있다. 리모트 유닛 또한 업링크 병합 모듈과 포트를 통해 케이블로 연결하지 않고 장치 내에 I/O 모듈로 구성하여 연결할 수 있으며, 이때도 포트를 통해 케이블로 연결하는 경우보다 딜레이 측면에서 유리하다.
- [0092] 도 5는 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 백홀 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다. 도 5에 도시된 바에 따르면 전송 네트워크를 구성하는 TSN 스위치 중 하나인 TSN 스위치1이 이동통신 시스템의 코어망과 이더넷으로 연결되어 있다. 또 다른 양상으로는 헤드엔드 유닛이 이동통신 시스템의 코어망과 이더넷으로 연결될 수 있다.
- [0093] TSN 기반 분산 안테나 시스템은 스몰 셀을 비롯한 다른 기지국 시스템의 백홀 서비스 트래픽을 전송할 수 있다. 도 5에 도시된 예에 따르면 RRH(Remote Radio Head)와 이더넷을 통해 eCPRI 프로토콜로 RF 신호를 송수신하는 BBU(BaseBand Unit)가 TSN 스위치에 연결되어 DAS의 프론트홀 네트워크를 이용하여 자신의 백홀 트래픽을 송수신할 수 있다. 이때 다른 기지국 시스템의 트래픽 역시 TSN 기반의 전송 네트워크를 이용하므로 기지국 시스템으로부터의 백홀 트래픽에 대하여 저 지연, 저 지연편차 및 저 손실 전송을 할 수 있고, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 백홀 트래픽에 대하여 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록 할 수 있다.
- [0094] 즉, TSN 기반 분산 안테나 시스템의 패킷 기반 프론트홀 네트워크는 다른 이동통신 기지국 시스템(BBU)로부터의 백홀 트래픽을 QoS를 보장하며 이동통신 시스템의 코어망으로 전달할 수 있다.
- [0095] 도 5에 도시된 바와 같이 TSN 스위치에 연결된 WiFi AP에 연결된 사용자 단말들의 트래픽을 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 전달할 수 있다.
- [0096] 도 6은 TSN 기반 분산 안테나 시스템에서 기지국의 프론트홀 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다. 도 6에 도시된 바에 따르면 전송 네트워크를 구성하는 TSN 스위치 중 하나인 TSN 스위치1이 이동통신 시스템의 기지국과 이더넷으로 연결되어 있다. 또 다른 양상으로는 헤드엔드 유닛이 이동통신 시스템의 기지국과 이더넷으로 연결될 수 있다.
- [0097] 기지국의 라디오 유닛(RRH)으로부터 업링크 트래픽을 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 프론트홀 네트워크를 통해 이동통신 기지국 시스템(BBU)로 전송할 수 있다. 이때 전송되는 프레임은 패킷을 기반으로 하는 프론트홀 서비스를 위한 프로토콜인 eCPRI 프레임이 전송될 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 기능 분리(MAC-PHY)로 구성된 프론트홀 서비스를 위한 프레임이 전송될 수 있다. 이때의 MAC-PHY 기능분리는 Option1의 RRC와 PDCP 사이의 기능분리, Option2의 PDCP와 High RLC 사이의 기능분리, Option3의 High RLC와 Low RLC 사이의 기

능분리, Option4의 Low RLC와 High MAC 사이의 기능분리, Option5의 High MAC과 Low MAC 사이의 기능분리, Option6의 Low MAC과 High PHY 사이의 기능분리 또는 Option7의 High PHY와 Low PHY 사이의 기능분리 중 하나일 수 있다. Option1에서 Option7의 기능분리는 공지된 기술에 해당하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.

[0098] TSN 기반 분산 안테나 시스템은 eCPRI를 비롯한 다양한 MAC-PHY 기능분리된 패킷 기반의 프론트홀 트래픽을 전송할 수 있다. 도 6에 도시된 예에 따르면 RRH가 TSN 스위치에 연결되어 다른 TSN 스위치에 연결된 BBU에 이더넷을 통해 eCPRI 프로토콜 또는 다른 MAC-PHY 기능분리에 따른 프레임의 DAS의 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 이용하여 전송할 수 있다. 이때의 트래픽 역시 TSN 기반의 전송 네트워크를 이용하므로 기지국의 라디오 유닛(RRH)으로부터 패킷 기반의 프론트홀 트래픽에 대하여 저 지연, 저 지연편차 및 저 손실 전송을 할 수 있고, 네트워크의 각 노드 간 시간을 동기화하여 동기화된 시간을 기반으로 하는 스케줄링을 통해 프론트홀 트래픽에 대하여 장치 내에서 스위칭에 소요되는 최대 지연 시간을 보장하여 시간 확정적으로 트래픽이 전송되도록 할 수 있다.

[0099] 즉, TSN 기반 분산 안테나 시스템의 패킷 기반 프론트홀 네트워크는 기지국의 라디오 유닛(RRH)으로부터의 패킷 기반의 프론트홀 트래픽을 QoS를 보장하며 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로 전달할 수 있다.

[0100] 도 7은 TSN 기반 분산 안테나 시스템의 헤드엔드 유닛이 RRH 기능을 포함하여 무선 RF 신호를 중계하는 중계 서비스를 위한 망 연결을 도시한 블록도이다. 도 7에 도시된 바에 따르면 헤드엔드 유닛은 이동통신 시스템의 BBU와 이더넷으로 연결되어 있다. 이때 헤드엔드 유닛은 패킷 기반의 프론트홀 네트워크를 통해 리모트 유닛으로부터 수신한 업링크 이더넷 프레임을 프론트홀 트래픽으로 변환하여 이동통신 기지국 시스템(BBU)으로 전송할 수 있다.

[0101] TSN 기반 분산 안테나 시스템의 헤드엔드 유닛은 리모트 유닛으로부터 수신된 무선 RF 신호를 이동통신 시스템의 BBU로 전달할 수 있다. 이때 헤드엔드 유닛이 전달하는 프레임은 패킷을 기반으로 하는 프론트홀 서비스를 위한 프로토콜인 eCPRI 프레임일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니며 다양한 기능 분리(MAC-PHY)로 구성된 프론트홀 서비스를 위한 프레임이 수신할 수 있다. 이때의 MAC-PHY 기능분리는 Option1의 RRC와 PDCP 사이의 기능분리, Option2의 PDCP와 High RLC 사이의 기능분리, Option3의 High RLC와 Low RLC 사이의 기능분리, Option4의 Low RLC와 High MAC 사이의 기능분리, Option5의 High MAC과 Low MAC 사이의 기능분리, Option6의 Low MAC과 High PHY 사이의 기능분리 또는 Option7의 High PHY와 Low PHY 사이의 기능분리 중 하나일 수 있다. Option1에서 Option7의 기능분리는 공지된 기술에 해당하므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.

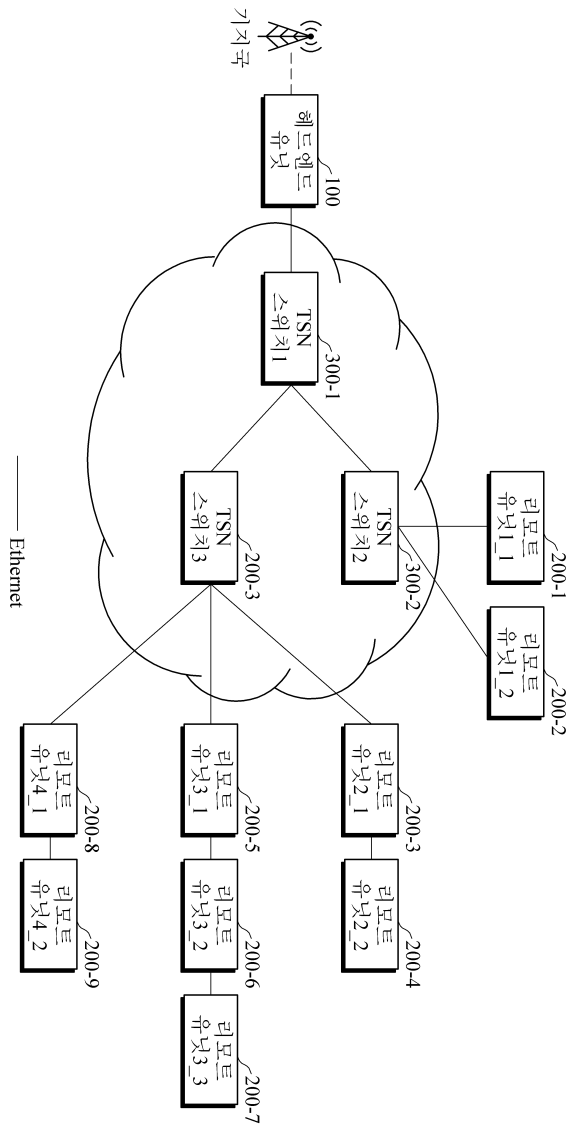
[0102] 이상에서 본 발명을 첨부된 도면을 참조하는 실시 예들을 통해 설명하였지만 이에 한정되는 것은 아니며, 이들로부터 당업자라면 자명하게 도출할 수 있는 다양한 변형 예들을 포괄하도록 해석되어야 한다. 특허청구범위는 이러한 변형 예들을 포괄하도록 의도되었다.

부호의 설명

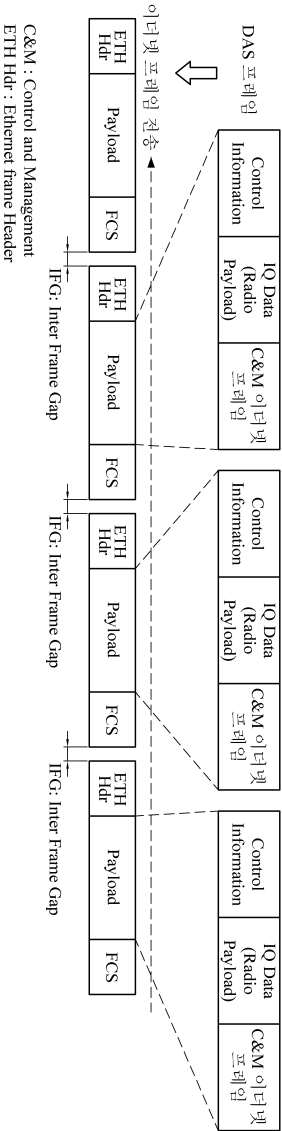
[0103] 100 : 헤드엔드 유닛
200 : 리모트 유닛
300 : TSN 스위치
400 : 업링크 병합 모듈

도면

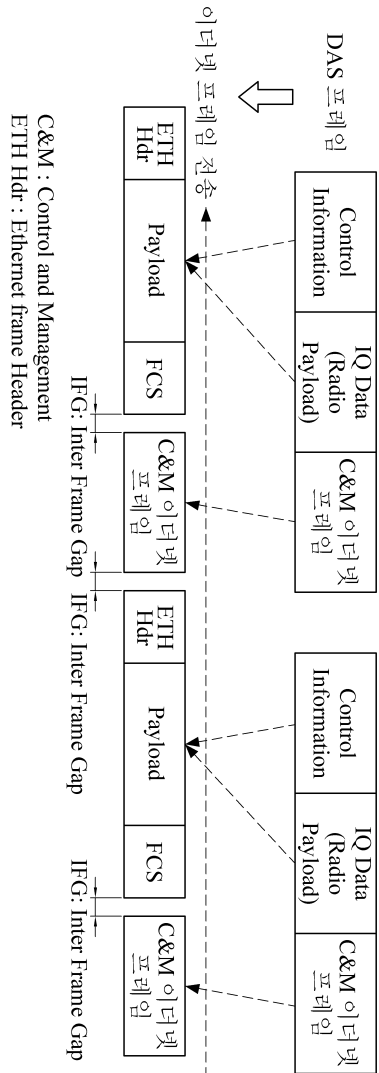
도면1



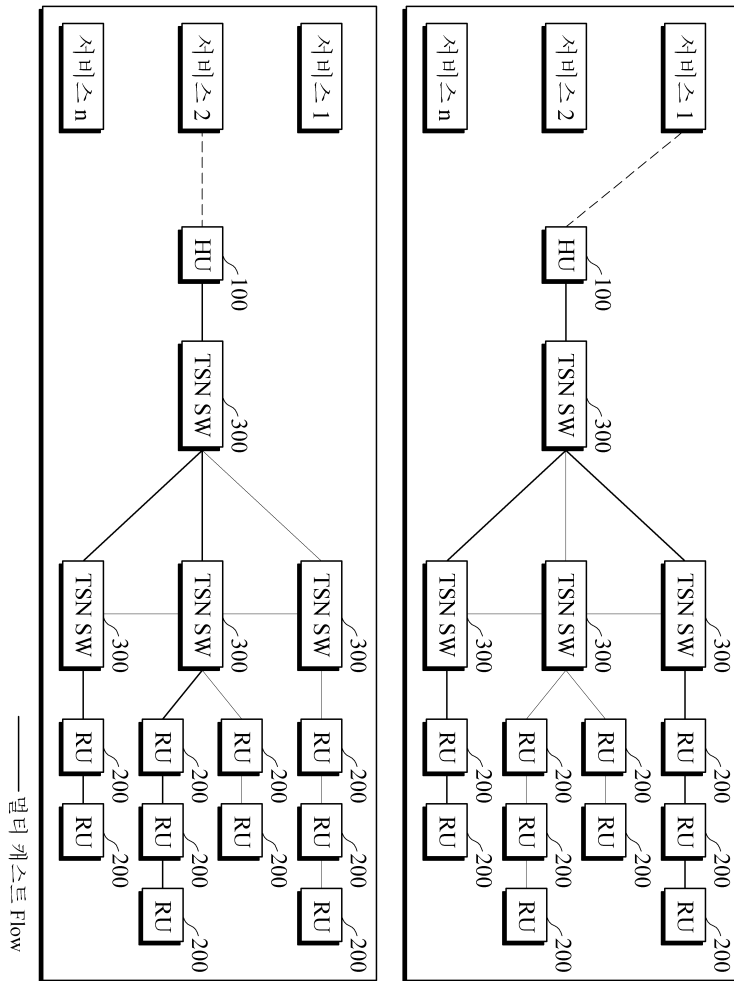
도면2



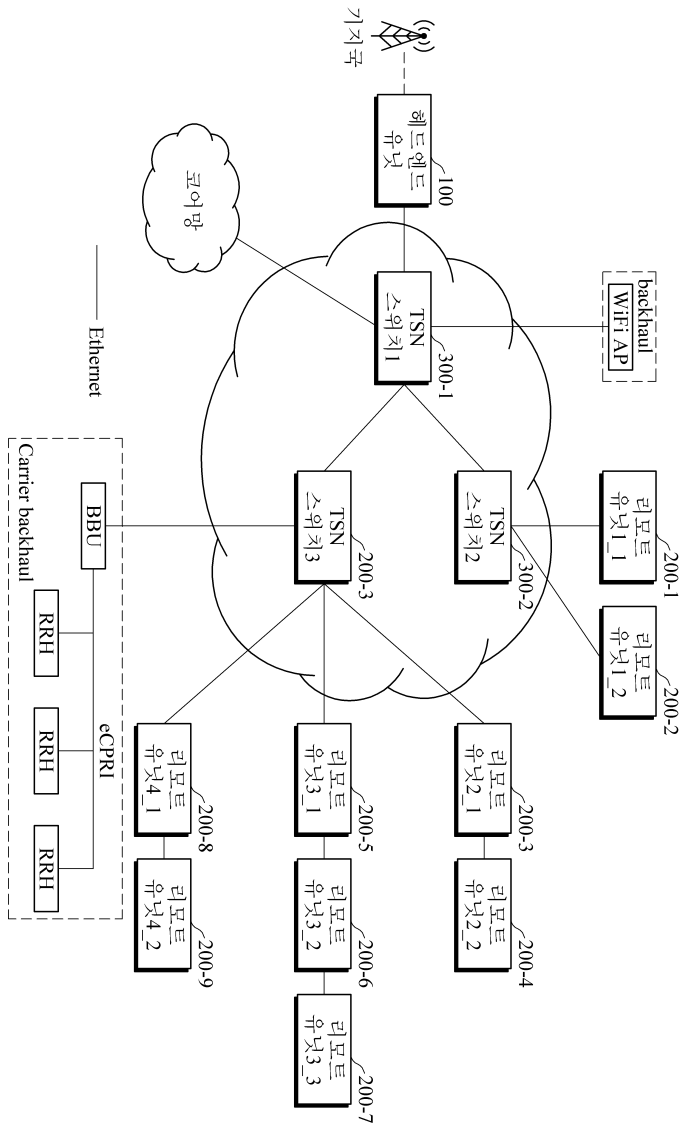
도면3



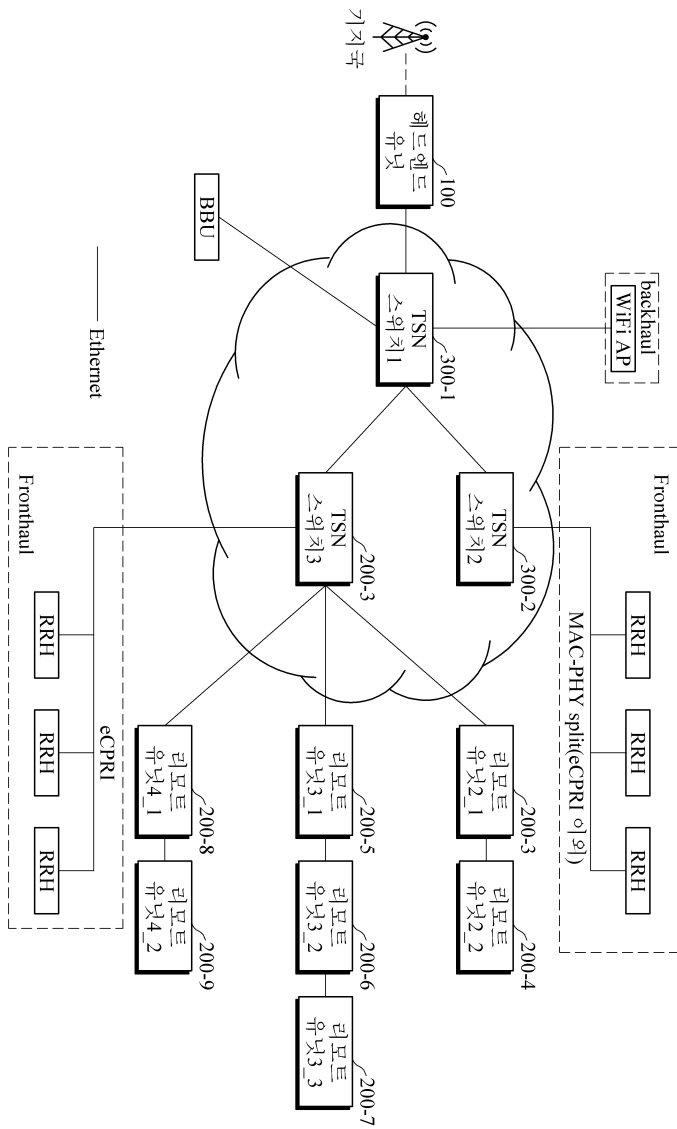
도면4



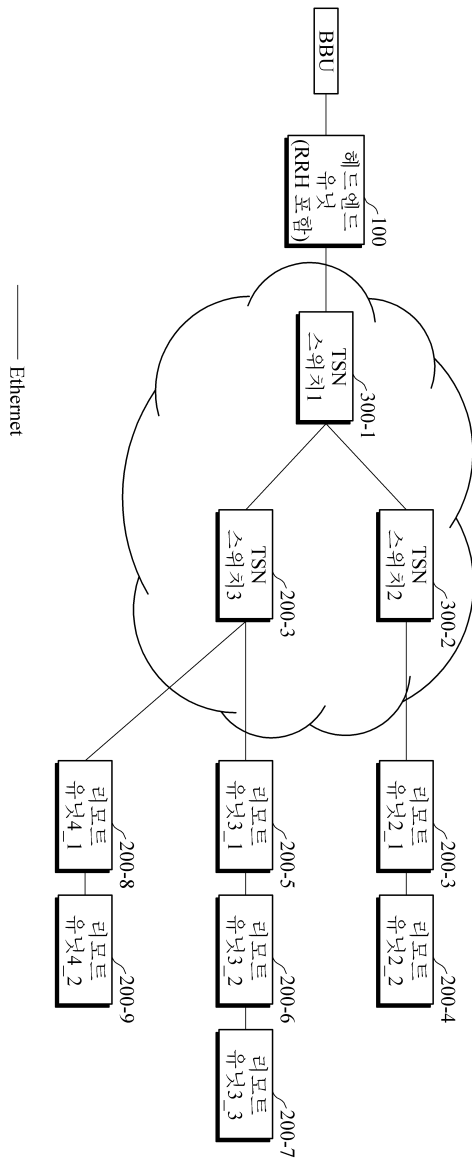
도면5



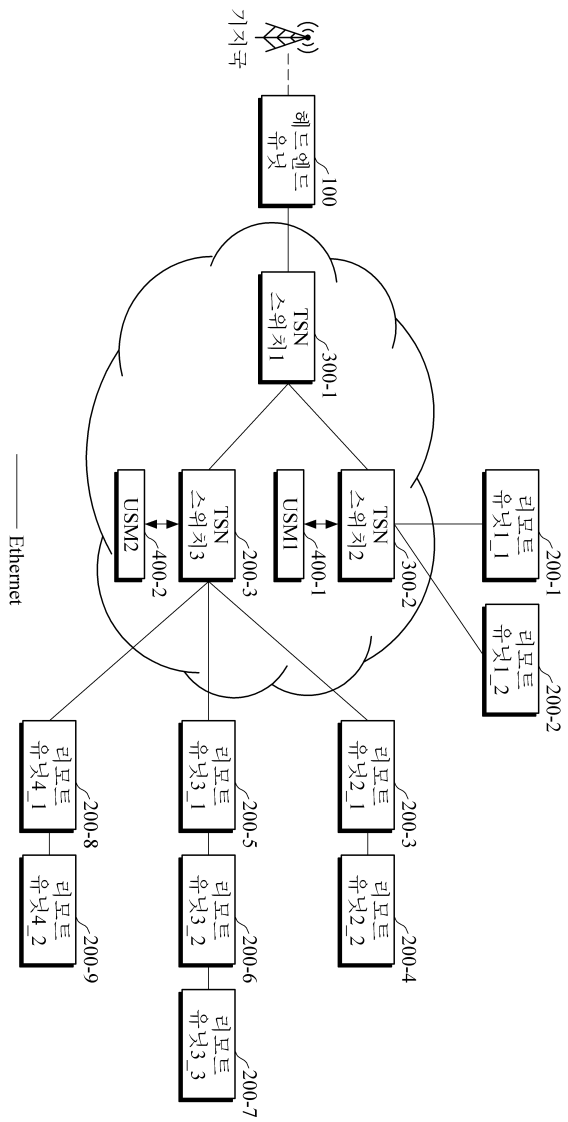
도면6



도면7



도면8



도면9

