



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0051262
(43) 공개일자 2017년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/2575 (2013.01) H04B 10/2507 (2013.01)
H04B 7/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04B 10/25753 (2013.01)
H04B 10/2507 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0135166
(22) 출원일자 2016년10월18일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020150151281 2015년10월29일 대한민국(KR)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
조승현
세종특별자치시 도움1로 74 (중촌동, 가재마을 10단지)
이중현
대전광역시 유성구 엑스포로123번길 65-38, 502동 2304호 (도룡동, 스마트시티주상복합아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 무한

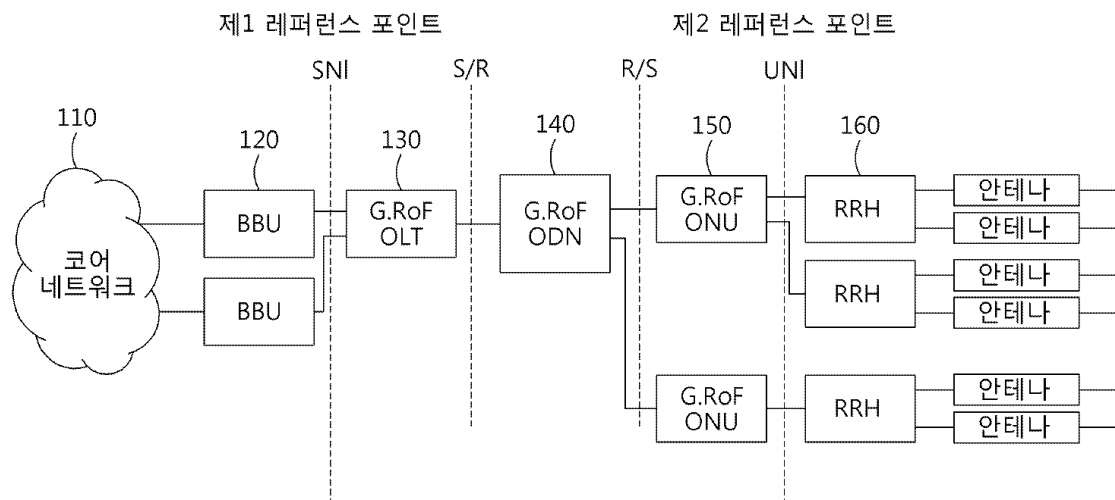
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 RoF 광전송 시스템

(57) 요약

모바일 인터넷 서비스를 위한 서비스 제공자의 코어 네트워크와 연결되는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛(Baseband unit: BBU)들, 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들로부터 전달된 무선 신호를 광 신호로 변환하는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT), 광 섬유 및 광 스플리터를 포함하는 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN), 상기 광 분배 네트워크를 통해 상기 광 선로 단말에서 변환된 광 신호를 수신하여 무선 신호로 변환하는 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)들 및 상기 광 네트워크 유닛에서 변환된 무선 신호를 수신하여 복수의 안테나들을 통해 출력하는 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들을 포함하는 RoF(Radio-over-Fiber) 시스템이 제공된다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04B 10/25758 (2013.01)

H04B 10/25759 (2013.01)

H04B 7/2609 (2013.01)

(72) 발명자

정환석

대전광역시 유성구 배울2로 78, 607동 601호 (관평
동, 대덕테크노밸리6단지아파트)

김선미

대전광역시 유성구 원내로39번길 101, 302호 (원내
동)

(30) 우선권주장

1020160054270 2016년05월02일 대한민국(KR)

1020160077504 2016년06월21일 대한민국(KR)

명세서

청구범위

청구항 1

모바일 인터넷 서비스를 위한 서비스 제공자의 코어 네트워크와 연결되는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛(Baseband unit: BBU)들;

상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들로부터 전달된 무선 신호를 광 신호로 변환하는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT);

광 섬유 및 광 스플리터를 포함하는 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN);

상기 광 분배 네트워크를 통해 상기 광 선로 단말에서 변환된 광 신호를 수신하여 무선 신호로 변환하는 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)들; 및

상기 광 네트워크 유닛에서 변환된 무선 신호를 수신하여 복수의 안테나들을 통해 출력하는 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들

을 포함하는 RoF(Radio-over-Fiber) 광전송 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 선로 단말은,

제1 레퍼런스 포인트에 대응하는 서비스 노드 인터페이스를 통해 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들과 연결되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 레퍼런스 포인트는,

상기 광 선로 단말 및 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들 사이의 신호 타입과 허용 가능한 신호 딜레이 또는 레이턴시를 정의하기 위하여 이용되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛들 각각은,

제2 레퍼런스 포인트에 대응하는 유저 노드 인터페이스를 통해 상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들과 연결되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 레퍼런스 포인트는,

상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛들과 상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들 사이의 신호 타입과 허용 가능한 신호 딜레이 또는 레이턴시를 정의하기 위하여 이용되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들은,
기지국의 RF 회로 및 주파수 업/다운 컨버터를 포함하는 RoF 광전송 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들 각각은,

MIMO(multi input multi output) 구조를 지원하기 위한 증폭기가 장착된 복수의 안테나들을 포함하는 RoF 광전송 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 RoF 광전송 시스템이 포인트-투-포인트 구조인 경우, 상기 광 분배 네트워크에 하나의 광 네트워크 유닛이 연결되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 RoF 광전송 시스템이 포인트-투-멀티 포인트 구조인 경우, 상기 광 분배 네트워크에 복수의 광 네트워크 유닛이 연결되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 10

서비스 제공자의 코어 네트워크와 연결되는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛(Baseband unit: BBU)들; 및

레퍼런스 포인트에 대응하는 서비스 노드 인터페이스를 통해 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들과 연결되어, 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들로부터 전달된 무선 신호를 광 신호로 변환하는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT)

을 포함하고,

상기 광 선로 단말에서 변환된 광 신호는,

광 섬유 및 광 스플리터를 포함하는 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN)를 통해 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들과 연결된 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)들로 전달되는 RoF 광전송 시스템.

청구항 11

광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN)를 통해 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT)에서 출력한 광 신호를 수신하여 무선 신호로 변환하는 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU); 및

레퍼런스 포인트에 대응하는 유저 노드 인터페이스를 통해 상기 광 네트워크 유닛과 연결되어, 상기 광 네트워크 유닛으로부터 전달된 무선 신호를 복수의 안테나들을 통해 출력하는 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들

을 포함하는 RoF 광전송 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 RoF(Radio-over-Fiber) 광전송 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재까지, 초고속 이동 통신망은, 디지털 유닛 (Digital Unit: DU)과 라디오 유닛 (Radio Unit: RU)으로 분리

되는 CPRI (Common Public Radio Interface)/OBSAI (Open Base Station Architecture Initiative) 기반의 디지털 광 전송 방식에 기초한 모바일 프론트홀을 사용하는 클라우드 기지국으로 빠르게 전환되고 있다. 하지만 현재의 디지털 기반 광 전송 기술이 초광대역 서비스 제공이 가능한 5세대 이동통신망을 구축하는데 활용되는 경우, 망 구축 비용이 많이 발생하여 상용망을 구축하는 데 어려움이 있을 것으로 예상된다. 따라서, 보다 단순한 구조를 가지고 경제적인 클라우드 기지국의 구축 및 운영을 지원하는 새로운 형태의 모바일 프론트홀용 광통신 기술이 요구되고 있다. 구조가 단순하고 비용 효율적인 아날로그 RoF (radio over fiber) 광 전송 방식이 새로운 형태의 모바일 프론트홀용 광통신 기술의 유력한 후보로써 전세계적으로 거론되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0003] 본 발명은 사용자에게 모바일 인터넷 서비스를 제공함에 있어서, 높은 용량의 광 분배 네트워크를 사용하여 사용자에게 높은 속도의 모바일 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 RoF 광전송 시스템을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0004] 본 발명의 일실시예에 따르면, 모바일 인터넷 서비스를 위한 서비스 제공자의 코어 네트워크와 연결되는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛(Baseband unit: BBU)들, 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들로부터 전달된 무선 신호를 광 신호로 변환하는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT), 광 섬유 및 광 스플리터를 포함하는 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN), 상기 광 분배 네트워크를 통해 상기 광 선로 단말에서 변환된 광 신호를 수신하여 무선 신호로 변환하는 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)들 및 상기 광 네트워크 유닛에서 변환된 무선 신호를 수신하여 복수의 안테나들을 통해 출력하는 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들을 포함하는 RoF(Radio-over-Fiber) 광전송 시스템이 제공된다.
- [0005] 일실시예에 따르면, 상기 광 선로 단말은, 제1 레퍼런스 포인트에 대응하는 서비스 노드 인터페이스를 통해 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들과 연결되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0006] 일실시예에 따르면, 상기 제1 레퍼런스 포인트는, 상기 광 선로 단말 및 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들 사이의 신호 타임과 허용 가능한 신호 딜레이 또는 레이턴시를 정의하기 위하여 이용되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0007] 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛들 각각은, 제2 레퍼런스 포인트에 대응하는 유저 노드 인터페이스를 통해 상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들과 연결되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0008] 일실시예에 따르면, 상기 제2 레퍼런스 포인트는, 상기 적어도 하나의 광 네트워크 유닛들과 상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들 사이의 신호 타임과 허용 가능한 신호 딜레이 또는 레이턴시를 정의하기 위하여 이용되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0009] 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들은, 기지국의 RF 회로 및 주파수 업/다운 컨버터를 포함하는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0010] 일실시예에 따르면, 상기 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들 각각은, MIMO(multi input multi output) 구조를 지원하기 위한 증폭기가 장착된 복수의 안테나들을 포함하는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0011] 일실시예에 따르면, 상기 RoF 광전송 시스템이 포인트-투-포인트 구조인 경우, 상기 광 분배 네트워크에 하나의 광 네트워크 유닛이 연결되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0012] 일실시예에 따르면, 상기 RoF 광전송 시스템이 포인트-투-멀티 포인트 구조인 경우, 상기 광 분배 네트워크에 복수의 광 네트워크 유닛이 스타형 또는 링형 토폴로지로 연결되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 따르면, 서비스 제공자의 코어 네트워크와 연결되는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛(Baseband unit: BBU)들 및 레퍼런스 포인트에 대응하는 서비스 노드 인터페이스를 통해 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들과 연결되어, 상기 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들로부터 전달된 무선 신호를 광 신호로 변환하는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT)을 포함하고, 상기 광 선로 단말에서 변환된 광 신호는, 광 섬유 및 광 스플리터를 포함하는 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN)를 통해 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들과 연결된 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)들로 전달되는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.

[0014] 본 발명의 일실시예에 따르면, 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN)를 통해 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT)에서 출력한 광 신호를 수신하여 무선 신호로 변환하는 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU) 및 레퍼런스 포인트에 대응하는 유저 노드 인터페이스를 통해 상기 광 네트워크 유닛과 연결되어, 상기 광 네트워크 유닛으로부터 전달된 무선 신호를 복수의 안테나들을 통해 출력하는 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들을 포함하는 RoF 광전송 시스템이 제공된다.

발명의 효과

[0015] 사용자는 높은 용량의 광 분배 네트워크를 사용하여 높은 속도의 모바일 인터넷 서비스를 제공받을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템의 구조를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 포인트-투-포인트 구조의 RoF 광전송 시스템의 예시적인 도면이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 포인트-투-멀티 포인트 구조(Star 형)의 RoF 광전송 시스템의 예시적인 도면이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 포인트-투-멀티 포인트 구조(Ring 형)의 RoF 광전송 시스템의 예시적인 도면이다.

도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 RFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 IFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 RFoF 방식의 멀티 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 IFoF 방식의 멀티 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0018] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0019] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0020] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결되어” 있다거나 “접속되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다거나 “직접 접속되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 “~사이에”와 “바로~사이에” 또는 “~에 직접 이웃하는” 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0021] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, “포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0022] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0023] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템의 구조를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [0025] 도 1을 참고하면, 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템은 서비스 제공자의 코어 네트워크(110)와 연결되는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛(Baseband unit: BBU)들을 포함할 수 있다. 도 1을 참고하면, 베이스밴드 유닛(130)은 다양한 모바일 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 코어 네트워크(110)와 연결될 수 있다. 베이스밴드 유닛(130)은 기저 대역의 무선 신호를 생성할 수 있다. 베이스밴드 유닛(130)은 모바일 커뮤니케이션 시스템을 지원하기 위하여 RoF 광전송 시스템에 포함될 수 있다. 베이스밴드 유닛(130)은 가입자에게 정보 통신 서비스를 제공하기 위한 통신 디바이스가 설치된 전화국(Central Office: CO)에 포함될 수 있다.
- [0026] 도 1을 참고하면, 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템은 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들로부터 전달된 무선 신호를 광 신호로 변환하는 광 선로 단말(Optical Line Terminal: OLT)(130)을 포함할 수 있다. 도 1을 참고하면, OLT(130)는 제1 레퍼런스 포인트에 대응하는 서비스 노드 인터페이스를 통해 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들과 연결될 수 있다. 제1 레퍼런스 포인트는 OLT(130) 및 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들 사이의 신호 타입과 허용 가능한 신호 딜레이 또는 레이턴시를 정의하기 위하여 이용될 수 있다. 서비스 노드 인터페이스는 서비스 제공자에 의해 어떤 서비스가 제공되는지에 따라 다르게 설정될 수 있다.
- [0027] OLT(130)는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛들과 직접 연결될 수 있다. OLT(130)는 CO에 포함될 수 있다. OLT(130)는 RoF 광전송 시스템의 전송 용량을 최대화하기 위하여 하나 이상의 베이스밴드 유닛들과 연결될 수 있다. 도 1의 예시를 참고하면, OLT(130)는 총 두 개의 베이스밴드 유닛을 수용함으로써, RoF 광전송 시스템을 보다 효율적으로 활용할 수 있다.
- [0028] OLT(130)는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛으로부터 복수의 무선 신호를 수신하는 경우, 기존에 배치된 광 인프라스트럭처를 효율적으로 활용하기 위하여, 복수의 무선 신호를 병합(aggregate)할 수 있다. 도 1을 참고하면, 베이스밴드 유닛(120)은 복수의 무선 신호를 OLT(130)로 전달할 수 있다. 또는, OLT(130)는 연결된 두 개의 베이스밴드 유닛들 각각으로부터 무선 신호를 동시에 수신할 수 있다. 이 경우, OLT(130)는 수신한 복수의 무선 신호를 다중화된 광 신호를 생성할 수 있다.
- [0029] 도 1을 참고하면, 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템은 광 섬유 및 광 스플리터를 포함하는 광 분배 네트워크(Optical Distribution Network: ODN)(140)를 포함할 수 있다. ODN(140)은 광 섬유를 전송 매체로써 포함할 수 있다. 광 스플리터는 OLT(130)에서 출력된 신호를 복수의 ONU들에 분배할 때에, 복수의 ONU들에 분배되는 신호의 세기가 일정한 세기 이상을 유지하도록 신호를 분배할 수 있다. 이로써, 광 스플리터는 적어도 하나의 OLT(130) 및 복수의 ONU들 사이의 복수의 연결을 제공할 수 있다.
- [0030] 도 1을 참고하면, 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템은 ODN(140)을 통해 OLT(130)에서 변환된 광 신호를 수신하여 무선 신호로 변환하는 적어도 하나의 광 네트워크 유닛(Optical Network Unit: ONU)들을 포함할 수 있다. ONU(150)는 CO로부터 떨어진 원격지(remote site)에 배치될 수 있다.
- [0031] 도 1을 참고하면, 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템은 ONU(150)에서 변환된 무선 신호를 수신하여 복수의 안테나들을 통해 출력하는 적어도 하나의 원격 라디오 헤드(Remote Radio Head: RRH)들을 포함할 수 있다. ONU(150)는 제2 레퍼런스 포인트에 대응하는 유저 노드 인터페이스(또는 유저 네트워크 인터페이스)를 통해 원격 라디오 헤드(160)와 연결될 수 있다. 제2 레퍼런스 포인트는, ONU(150) 및 적어도 하나의 원격 라디오 헤드들 사이의 신호 타입과 허용 가능한 신호 딜레이 또는 레이턴시를 정의하기 위하여 이용될 수 있다. 유저 노드 인터페이스는 서비스 제공자에 의해 어떤 서비스가 제공되는지에 따라 다르게 설정될 수 있다. 즉, 서비스 노드 인터페이스 또는 유저 노드 인터페이스의 신호 타입, 허용 가능한 신호 딜레이 또는 허용 가능한 레이턴시는 RoF 광전송 시스템을 이용하여 제공되는 서비스에 의존할 수 있다.
- [0032] 일 실시예에 따른 원격 라디오 헤드(160)는 기지국의 RF 회로 및 주파수 업/다운 컨버터를 포함할 수 있다. 일

실시예에 따른 원격 라디오 헤드(160)는 MIMO(multi input multi output) 구조를 지원하기 위한 증폭기가 장착된 복수의 안테나들을 포함할 수 있다. 원격 라디오 헤드(160)는 상기 증폭기로써, 대전력 증폭기(High Power Amplifier) 및 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier) 등을 송수신용도로 포함할 수 있다. ONU(150)에 연결된 복수의 원격 라디오 헤드들 각각은 서로 다른 섹터, FA (frequency allocation), 및 안테나들을 커버할 수 있다.

- [0033] ODN(140)을 통해 전달되는 광 신호의 주파수와 ONU(150)에서 사용되는 무선 신호의 주파수는 동일하거나 또는 서로 다를 수 있다. ODN(140)을 통해 전달되는 광 신호의 주파수를 ONU(150)에서 사용되는 무선 신호의 주파수와 동일하게 설정하여 전송하는 방식을 RFoF(Radio Frequency-over-Fiber)라 한다. ODN(140)을 통해 전달되는 광 신호의 주파수를 ONU(150)에서 사용되는 무선 신호의 주파수가 아닌 다른 주파수로 설정하여 전송하는 방식을 IFoF(Intermediate Frequency-over-Fiber)라 한다. 이 경우, ODN(140)을 통해 전달되는 광 신호의 주파수는 베이스밴드 유닛(120)의 베이스밴드에 대응하는 주파수 및 ONU(150)의 무선 신호의 주파수 사이의 주파수로 결정될 수 있다. IFoF 방식에서 ODN(140)을 통해 전달되는 광 신호의 주파수를 중간 주파수(intermediate frequency)라 한다.
- [0034] 인터페이스 S는 OLT(130)(다운스트림) 또는 ONU(150)(업스트림)의 광 연결 포인트(즉, 광 커넥터 또는 광 스플라이스) 직후의 광 섬유 상의 지점이다. 인터페이스 R은 ONU(150)(다운스트림) 또는 OLT(130)(업스트림)의 광 연결 포인트(즉, 광 커넥터 또는 광 스플라이스) 직후의 광 섬유 상의 지점이다.
- [0035] 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템이 코어 네트워크(110)에서 ONU(150)의 가입자로 데이터가 전달되는 다운스트림 방향을 따라 설명되었다. 이하에서는 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템이 ONU(150)의 가입자에서 코어 네트워크(110)로 데이터가 전달되는 업스트림 방향을 따라 설명된다.
- [0036] 원격 라디오 헤드(160)는 안테나를 통해 ONU(150)의 가입자의 단말이 전달한 무선 신호를 수신할 수 있다. 수신된 무선 신호는 ONU(150)에 의해 광 신호로 변환될 수 있다. ONU(150)는 변환한 광 신호를 ODN(140)을 통해 OLT(130)로 전달할 수 있다.
- [0037] OLT(130)는 수신한 광 신호를 무선 신호로 변환할 수 있다. OLT(130)는 적어도 하나의 베이스밴드 유닛으로부터 수신한 복수의 무선 신호를 병합(aggregate)하는 것에 대응하여, 하나 이상의 ONU로부터 수신한 다중화된 광 신호를 분리(de-aggregate)할 수 있다. 도 1을 참고하면, ONU (150)는 파장 분할 다중화(Wavelength-Division-Multiplexing: WDM)를 이용하여 다중화된 광 신호를 OLT(130)로 전달할 수 있다. 또는, OLT(130)는 연결된 두 개의 ONU들 각각으로부터 광 신호를 동시에 수신할 수 있다. 이 경우, OLT(130)는 수신한 복수의 광 신호를 역다중화할 수 있다.
- [0038] 상술한 바와 같이, OLT(130)가 다중화/역다중화를 지원함으로써, 추가적인 광 섬유가 ODN (140)에 추가되지 않더라도, RoF 광전송 시스템의 용량이 증가될 수 있다. 이로써, 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템은 기존에 배치된 광 인프라스트럭처를 효율적으로 활용할 수 있다.
- [0039] OLT(130)는 변환한 무선 신호를 베이스밴드 유닛(120)으로 전달할 수 있다. 베이스밴드 유닛(120)이 수신한 무선 신호를 코어 네트워크(110)로 전달함으로써, ONU(150)의 가입자의 단말의 데이터가 코어 네트워크(110)로 전달될 수 있다. 이로써, 모바일 인터넷 서비스의 가입자의 데이터가 광 섬유를 이용하여 신속하게 코어 네트워크(110)로 전달될 수 있다. 유사하게, 다운스트림 방향에서도 데이터가 광 섬유를 이용하여 모바일 인터넷 서비스의 가입자에게 신속하게 제공될 수 있다. 최종적으로, 모바일 인터넷 서비스의 용량 및 전송 속도가 증가할 수 있다.
- [0040] 제1 실시예에 따른 RoF 광전송 시스템의 구조는 OLT(130) 및 ONU(150)가 어떻게 연결되는지에 의존할 수 있다. 이하에서는 RoF 광전송 시스템의 서로 다른 구조를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0041] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 포인트-투-포인트 구조의 RoF 광전송 시스템(200)의 예시적인 도면이다. 도 2를 참고하면, 포인트-투-포인트 구조의 RoF 광전송 시스템(200)은 ODN에 하나의 ONU가 연결되는 구조이다. RoF 광전송 시스템(200)은 하나의 OLT, 하나의 ONU가 하나의 ODN을 통해 연결된 구조일 수 있다. RoF 광전송 시스템(200)의 ODN은 광 스플리터를 제외한 광 섬유만을 포함할 수 있다.
- [0042] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 포인트-투-멀티 포인트 구조(Star 형)의 RoF 광전송 시스템(300)의 예시적인 도면이다. 도 3을 참고하면, 포인트-투-멀티 포인트 구조의 RoF 광전송 시스템(300)은 ODN에 복수의 ONU가 연결되는 구조이다. RoF 광전송 시스템(300)은 하나의 OLT, 복수의 ONU가 하나의 ODN을 통해 연결된 구조일 수 있다. RoF 광전송 시스템(300)의 ODN은 OLT의 광 스플리터를 이용하여 광 신호를 복수의 ONU로 분배할 수

있다. OLT가 출력한 광 신호는 모든 ONU로 전달될 수 있으며, ONU가 출력한 광 신호는 OLT만이 수신할 수 있다.

- [0043] 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 포인트-투-멀티 포인트 구조(Ring 형)의 RoF 광전송 시스템(400)의 예시적인 도면이다. 도 4를 참고하면, OLT는 링 구조에 기초한 네트워크 토폴로지를 사용하여 복수의 ONU와 연결할 수 있다.
- [0044] 도 2 내지 도 4에서 설명한 RoF 광전송 시스템의 구조는 RoF 광전송 시스템의 논리 링크 또는 물리적 링크 토폴로지를 지닐 수 있다.
- [0045] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 RFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다. 도 5를 참고하면, 제2 실시예에 따른 단일 채널 RoF 광전송 시스템은 베이스밴드 유닛(510) 및 원격 라디오 헤드(520)를 포함할 수 있다. 베이스밴드 유닛(510)은 CO에 배치될 수 있으며, 원격 라디오 헤드(520)는 광 섬유를 이용하여, CO에 대한 원격지에 배치될 수 있다.
- [0046] 도 5를 참고하면, 베이스밴드 유닛(510)은 다운스트림 방향에 대하여 광 신호를 송신하는 부분 및 업스트림 방향에 대하여 광 신호를 수신하는 부분으로 구분할 수 있다. 베이스밴드 유닛(510)은 다운스트림 방향과 관련된 구성으로써, 베이스밴드 디지털 신호 변조부, 디지털-아날로그 컨버터, RF 업컨버터 및 RoF 송신부를 포함할 수 있다. 베이스밴드 유닛(510)은 업스트림 방향과 관련된 구성으로써, 베이스밴드 디지털 신호 복조부, 아날로그-디지털 컨버터, RF 다운 컨버터 및 RoF 수신부를 포함할 수 있다.
- [0047] 도 5를 참고하면, 원격 라디오 헤드(520)는 다운스트림 방향에 대한 구성 및 업스트림 방향에 대한 구성으로 구분될 수 있다. 원격 라디오 헤드(520)는 다운스트림 방향에 대한 구성으로써, RoF 수신부, 다운스트림 RF 필터 및 다운스트림 안테나를 포함할 수 있다. 원격 라디오 헤드(520)는 업스트림 방향에 대한 구성으로써, RoF 송신부, 업스트림 RF 필터 및 업스트림 안테나를 포함할 수 있다.
- [0048] 다운스트림 방향에 대하여, 베이스밴드 디지털 신호 변조부는 가입자 각각에게 전달되는 기저대역의 디지털 다운링크 신호를 생성할 수 있다. 디지털-아날로그 컨버터는 생성된 디지털 형태의 기저대역 다운링크 신호를 아날로그 다운링크 신호로 변환할 수 있다. RF 업컨버터는 아날로그 다운링크 신호의 주파수를 무선 전송할 수 있도록 증가시킬 수 있다. RF 업컨버터가 출력하는 아날로그 다운링크 신호는 전기 신호일 수 있다. RoF 송신부는 주파수 천이된 아날로그 다운링크 신호를 아날로그 광 전송을 위한 광 신호로 변환할 수 있다. 베이스밴드 유닛(510)은 RoF 송신부에서 변환된 광 신호를 원격 라디오 헤드(520)로 출력할 수 있다.
- [0049] 원격 라디오 헤드(520)는 RoF 수신부를 통하여 수신한 광 신호를 다시 전기 신호로 변환할 수 있다. 변환된 전기 신호는 RF 필터 및 안테나를 통과한 다음, 무선 신호로써 대기 중으로 출력될 수 있다. 최종적으로, 가입자의 단말은 무선 신호를 수신할 수 있다.
- [0050] 업스트림 방향에 대하여, 가입자의 단말이 생성한 업링크 신호가 원격 라디오 헤드(520)의 안테나로 전달된다. RF 필터는 안테나로 전달된 무선 신호를 필터링할 수 있다. RoF 송신부는 무선 신호를 광 신호(광 업링크 신호)로 변환할 수 있다. RoF 송신부에 의해 변환된 광 업링크 신호는 광 섬유를 통하여 베이스밴드 유닛(510)으로 전송될 수 있다. 베이스밴드 유닛(510)은 RoF 수신부를 통하여 광 업링크 신호를 수신한 다음, RoF 다운컨버터를 이용하여 광 업링크 신호의 주파수를 디지털 베이스밴드에 대응하는 주파수로 변환할 수 있다. 최종적으로, 디지털 베이스밴드에 대응하는 주파수를 가지는 디지털 베이스밴드 업링크 신호는 베이스밴드 디지털 신호 복조부에 의해 복조될 수 있다.
- [0051] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 IFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다.
- [0052] 도 6을 참고하면, 단일의 중간 주파수 신호가 베이스밴드 유닛(610) 및 원격 라디오 헤드(620) 사이의 광 섬유를 통하여 전송될 수 있다. 다운스트림 방향에서, 베이스밴드 유닛(610)은 디지털-아날로그 컨버터가 변환한 아날로그 다운링크 신호의 주파수를 중간 주파수로 변경하는 중간 주파수 업컨버터(611)를 더 포함할 수 있다. 도 6을 참고하면, 중간 주파수 업컨버터(611)가 변환한 아날로그 다운링크 신호는 RoF 송신부를 통하여 원격 라디오 헤드(620)로 출력될 수 있다.
- [0053] 다운스트림 방향에서, 원격 라디오 헤드(620)는 RoF 수신부가 출력하는 중간 주파수의 무선 신호를 안테나에서 사용되는 주파수(이하 무선 주파수)의 무선 신호로 변환하는 중간 주파수-무선 주파수 컨버터(621)를 더 포함할 수 있다. 도 6을 참고하면, 중간 주파수-무선 주파수 컨버터(621)가 변환한 신호가 RF 필터 및 안테나를 거쳐 가입자의 단말로 전송될 수 있다.

- [0054] 업스트림 방향에서, 원격 라디오 헤드(620)는 안테나로부터 수신한 무선 주파수의 무선 신호를 RoF 송신부에서 사용되는 중간 주파수의 무선 신호로 변환하는 무선 주파수-중간 주파수 컨버터(622)를 더 포함할 수 있다. 도 6을 참고하면, 무선 주파수-중간 주파수 컨버터(622)가 변환한 중간 주파수의 무선 신호가 RoF 송신부로 전송될 수 있다. 따라서, 원격 라디오 헤드(620)의 RoF 송신부는 중간 주파수에 따라 무선 신호를 광 업링크 신호로 변환할 수 있다. 변환된 광 업링크 신호는 광 섬유를 따라 베이스밴드 유닛(610)으로 전송될 수 있다.
- [0055] 업스트림 방향에서, 베이스밴드 유닛(610)은 RoF 수신부를 통하여 원격 라디오 헤드(620)가 전송한 중간 주파수의 광 업링크 신호를 수신할 수 있다. 베이스밴드 유닛(610)은 중간 주파수 다운 컨버터(612)를 통하여 중간 주파수의 광 업링크 신호를 베이스밴드에 대응하는 주파수의 광 업링크 신호로 변환할 수 있다. 중간 주파수 다운 컨버터(612)는 변환한 광 업링크 신호를 아날로그-디지털 컨버터로 전송할 수 있다.
- [0056] 도 5의 RFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템 및 도 6의 IFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템을 비교하면, 원격 라디오 헤드(620)는 무선 주파수 및 중간 주파수간에 변환을 수행하는 중간 주파수-무선 주파수 컨버터(621) 및 무선 주파수-중간 주파수 컨버터(622)를 더 포함할 수 있다. 더 나아가서, IFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템은 중간 주파수를 무선 주파수로 변환하는 과정에서, 주파수의 동기를 맞출 필요가 있다.
- [0057] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 RFoF 방식의 멀티 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다. 제2 실시예에 따르면, 높은 용량의 RoF 광전송 시스템을 구현하기 위하여, RoF 광전송 시스템은 채널 병합 또는 멀티플렉싱 방식을 사용할 수 있다.
- [0058] 다운스트림 방향에서 도 5의 RFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템 및 도 7의 RFoF 방식의 멀티 채널 RoF 광전송 시스템을 비교하면, 멀티 채널을 사용하는 베이스밴드 유닛(710)은 복수의 베이스밴드 디지털 신호 변조부가 전달한 디지털 다운링크 신호들을 병합하는 채널 병합부(711)를 더 포함할 수 있다. 채널 병합부(711)는 복수의 디지털 베이스밴드 모바일 신호를 전기 신호 영역에서 병합하거나 또는 다중화할 수 있다. 병합된(다중화된) 복수의 디지털 베이스밴드 모바일 신호들은 아날로그 신호로 변환된 다음(디지털-아날로그 컨버터), 무선 신호로 허용된 주파수로 변환될 수 있다(RF 업컨버터). 무선 주파수로 변환된 전기 신호는 광 신호로 변환되어 RoF 송신부를 통하여 원격 라디오 헤드(720)로 전송될 수 있다.
- [0059] 채널 병합부(711)에 대응하여, 멀티 채널을 사용하는 원격 라디오 헤드(720)는 RoF 수신부가 수신한 병합된 신호를 분할하는 전기 신호 분리부(721)를 더 포함할 수 있다. 원격 라디오 헤드(720)는 RoF 수신부를 통하여 수신한 아날로그 다운링크 신호를 전기 신호로 변환할 수 있다. RoF 수신부가 변환한 전기 신호는 전기 신호 분리부(721)에 의하여 복수의 RF 필터로 분배될 수 있다. 분할된 전기 신호는 RF 필터에 의해 필터링된 후에 안테나를 통과하여, 안테나 각각의 무선 주파수에 따라 사용자의 단말로 전송될 수 있다.
- [0060] 업스트림 방향에서 도 5의 RFoF 방식의 단일 채널 RoF 광전송 시스템 및 도 7의 RFoF 방식의 멀티 채널 RoF 광전송 시스템을 비교하면, 멀티 채널을 사용하는 원격 라디오 헤드(720)는 복수의 안테나를 통해 수신한 무선 신호들을 병합하는 전기 신호 결합부(722)를 더 포함할 수 있다. 원격 라디오 헤드(720)는 복수의 사용자의 단말이 생성한 복수의 아날로그 무선 신호들을 안테나를 통하여 수신될 수 있다. 안테나를 통하여 수신된 아날로그 무선 신호들은 RF 필터에 의하여 필터링 된 다음, 전기 신호 결합부(722)에 의하여 결합될 수 있다. 원격 라디오 헤드(720)의 RoF 송신부는 결합된 신호를 광 업링크 신호로 변환할 수 있다.
- [0061] 전기 신호 결합부(722)에 대응하여, 멀티 채널을 사용하는 베이스밴드 유닛(710)은 병합된 디지털 다운링크 신호를 복수의 베이스밴드 디지털 신호 복조부로 분배하는 채널 분리부(712)를 더 포함할 수 있다. 베이스밴드 유닛(710)의 RoF 수신부는 원격 라디오 헤드(720)가 변환한 광 업링크 신호를 수신할 수 있다. 광 업링크 신호는 RoF 수신부에 의하여 전기 신호로 변환될 수 있다. RF 다운 컨버터는 변환된 전기 신호의 주파수를 베이스밴드에 대응하는 주파수로 변환할 수 있다. 아날로그-디지털 컨버터는 RF 다운 컨버터가 변환한 아날로그 전기 신호를 디지털 베이스밴드 신호로 변환할 수 있다. 최종적으로, 채널 분리부(712)는 아날로그-디지털 컨버터가 변환한 디지털 베이스밴드 신호를 분리(역다중화)한 다음, 분리한 디지털 베이스밴드 신호들을 복수의 베이스밴드 디지털 신호 복조부로 분배할 수 있다. 복수의 베이스밴드 디지털 신호 복조부들 각각은 채널 분리부(712)로부터 수신한 디지털 베이스밴드 신호를 복조할 수 있다.
- [0062] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 IFoF 방식의 멀티 채널 RoF 광전송 시스템의 구조를 도시한 도면이다.
- [0063] 다운스트림 방향에서, 베이스밴드 유닛(810)의 채널 병합부가 다중화한 복수의 신호들은 디지털-아날로그 컨버터에 의하여 아날로그 신호로 변환될 수 있다. 중간 주파수 업컨버터(811)가 아날로그 신호의 주파수를 중간 주파수로 변환함으로써, 광 신호의 전송 효율이 개선될 수 있다. 디지털-아날로그 컨버터 및 중간 주파수 업컨

버터(811)의 동작은 동시에 수행될 수 있다.

[0064] 베이스밴드 유닛(810)의 RoF 송신부는 중간 주파수로 변환된 전기 신호를 광 신호로 변환하여 원격 라디오 헤드(821)로 전송할 수 있다. 광 섬유를 통하여 베이스밴드 유닛(810)에서 원격 라디오 헤드(821)로 전송되는 광 신호는 아날로그 광 신호일 수 있다. 원격 라디오 헤드(821)는 RoF 수신부를 통하여 광 신호를 수신할 수 있고, RoF 수신부는 수신한 광 신호를 전기 신호로 변환할 수 있다. 전기 신호 분할부는 변환된 전기 신호를 복수의 중간 주파수-무선 주파수 컨버터로 분배할 수 있다. 중간 주파수-무선 주파수 컨버터(821)는 분배된 전기 신호의 주파수를, 중간 주파수에서 중간 주파수-무선 주파수 컨버터(821)에 대응하는 안테나의 무선 주파수로 변환할 수 있다. 최종적으로, 무선 주파수로 변환된 전기 신호는 RF 필터에 의해 필터링 된 다음, 안테나를 통하여 사용자의 단말로 전송될 수 있다.

[0065] 업스트림 방향에서, 원격 라디오 헤드(820)는 복수의 가입자의 단말이 생성한 복수의 아날로그 무선 신호를 복수의 안테나를 통해 수신할 수 있다. 복수의 안테나들 각각이 수신한 복수의 아날로그 무선 신호들은 RF 필터에 의해 필터링 된 다음, 무선 주파수-중간 주파수 컨버터(822)에 의하여 무선 주파수에서 중간 주파수로 변환될 수 있다. 중간 주파수로 변환된 복수의 전기 신호들은 전기 신호 결합부에 의하여 결합된 다음, RoF 송신부에 의해 광 신호로 변환되어 베이스밴드 유닛(810)으로 전송될 수 있다.

[0066] 베이스밴드 유닛(810)은 광 신호를 RoF 수신부를 통하여 수신할 수 있다. RoF 수신부는 수신한 광 신호를 전기 신호로 변환할 수 있다. 중간 주파수 다운컨버터(812)는 변환한 전기 신호의 중간 주파수를 베이스 밴드에 대응하는 주파수로 변환할 수 있다. 아날로그-디지털 컨버터는 베이스 밴드의 아날로그 신호를 베이스밴드 디지털 신호로 변환할 수 있다. 베이스밴드 디지털 신호는 채널 분리부에 의하여 복수의 베이스밴드 디지털 신호 복조부로 분배될 수 있다. 최종적으로, 복수의 베이스밴드 디지털 신호 복조부들 각각은 분배된 베이스밴드 디지털 신호를 복조할 수 있다.

[0067] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0068] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0069] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은

기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0070] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

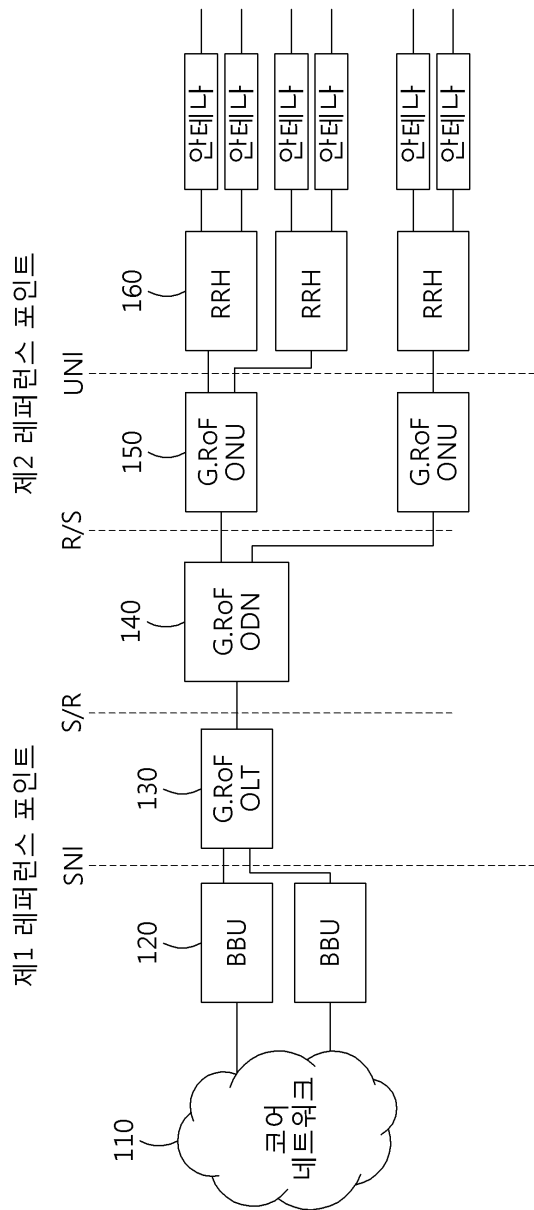
[0071] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

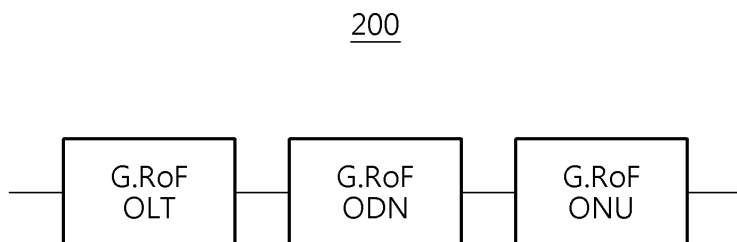
- [0072]
- 110 : 코어 네트워크
 - 120 : 베이스밴드 유닛
 - 130 : 광 선로 단말
 - 140 : 광 분배 네트워크
 - 150 : 광 네트워크 유닛
 - 160 : 원격 라디오헤드

도면

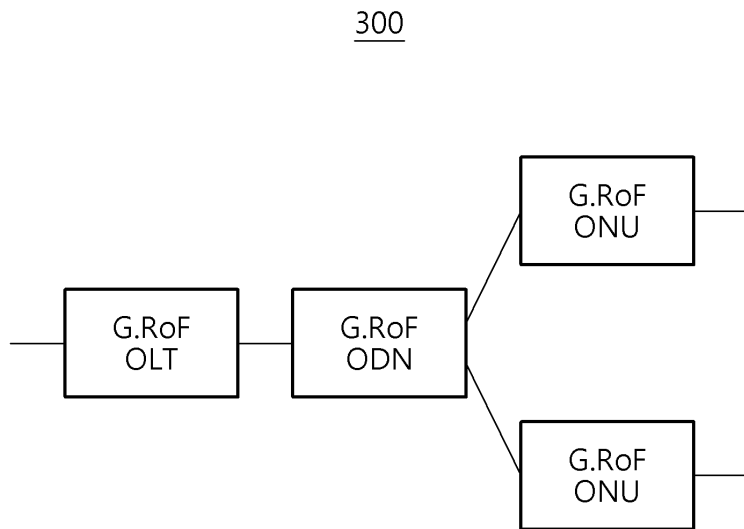
도면1



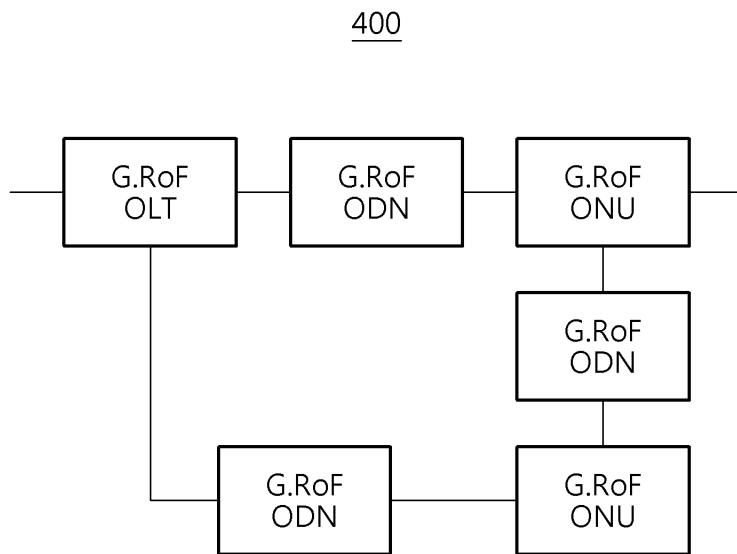
도면2



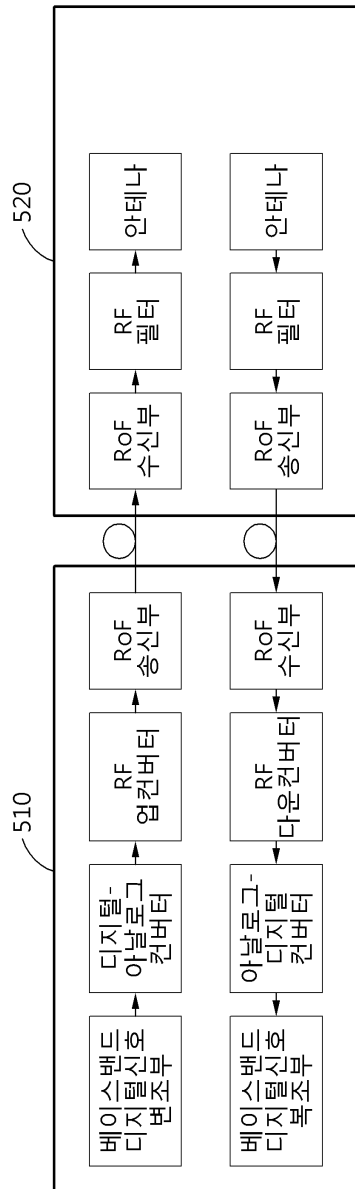
도면3



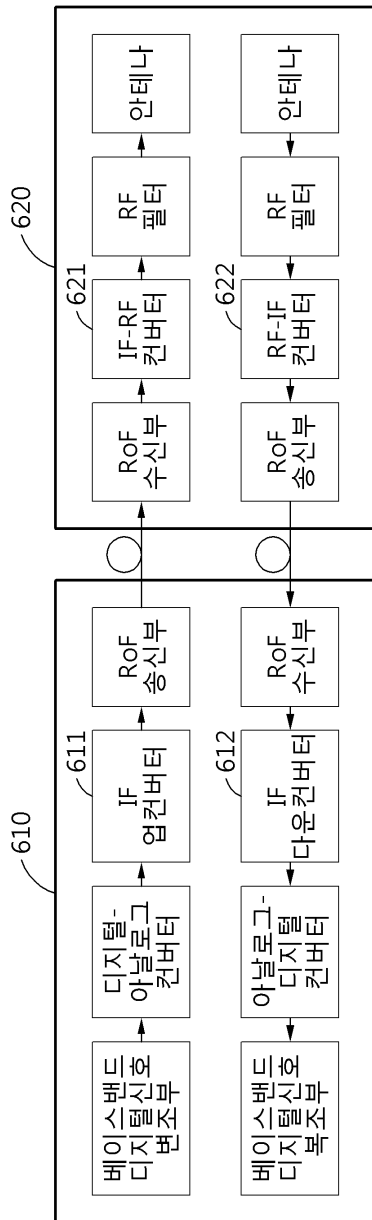
도면4



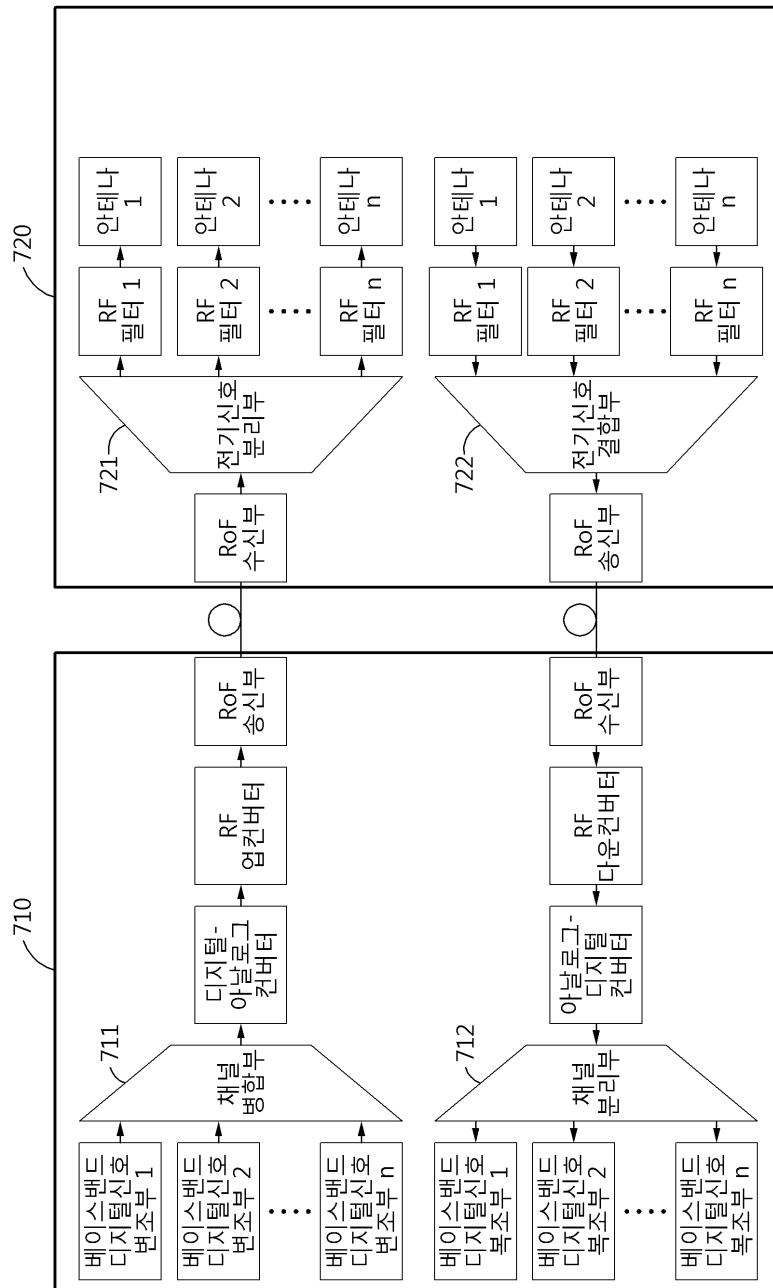
도면5



도면6



도면7



도면8

