



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0088193  
(43) 공개일자 2014년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04L 29/02 (2006.01) H04L 25/02 (2006.01)  
H04B 10/00 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-7014640  
(22) 출원일자(국제) 2012년11월05일  
심사청구일자 2014년05월30일  
(85) 번역문제출일자 2014년05월30일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/004605  
(87) 국제공개번호 WO 2013/083222  
국제공개일자 2013년06월13일  
(30) 우선권주장  
11290558.3 2011년12월05일  
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인  
알까멜 루슨트  
프랑스 92100 불론뉴-비영꾸르 루뜨 들 라 렌느  
148/152  
(72) 발명자  
카메이라오, 페드로  
포르투갈 2750-834 카스카이스 920 에스트라다 말  
베이라 다 세라 알까멜-루슨트 포르투갈 에스에이  
자몽, 장 프랑쥬와  
프랑스 91620 노제 루뜨 드 빌르쥬스트 썩트르 드  
빌라르썩 알까멜-루슨트 인터내셔널  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
백만기, 양영준, 전경석

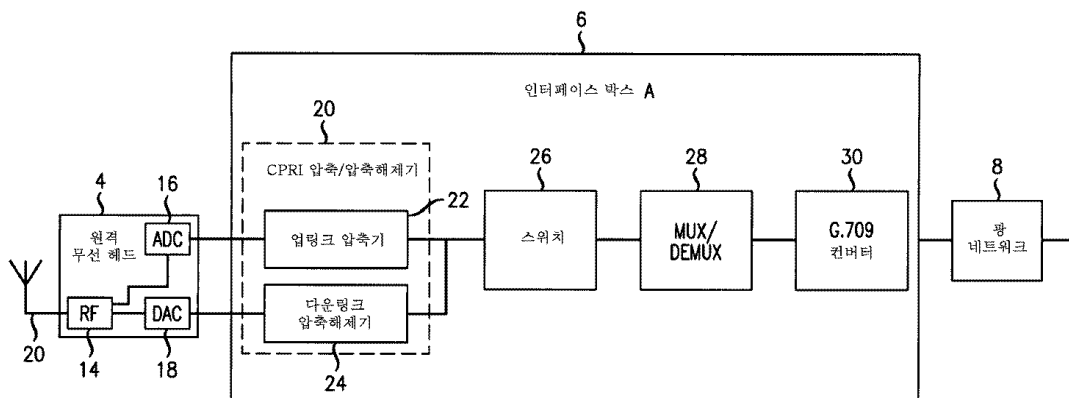
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 전송을 위한 디지털 신호를 처리하는 방법, 수신 시에 광 데이터 유닛을 처리하는 방법, 및 텔레커뮤니케이션 네트워크를 위한 네트워크 요소

(57) 요약

디지털 데이터 프레임들을 압축하는 것; 및 다중의 압축된 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 광 데이터 유닛을 생성하는 것에 의해, 디지털 데이터 프레임을 포함하는 전송을 위한 디지털 신호를 처리하는 방법이 제공된다. 광 데이터 유닛은 광 전송 네트워크(OTN)에 의한 전송을 위해 구성된다.

대표도



(72) 발명자

**로메티, 알베르토**

이탈리아 20059 비메르카테 비아 트렌토 30  
알까멜-루슨트 이탈리아 에스.피.에이.

**피르, 로랑**

프랑스 91620 노제 루프 드 빌르퀴스트 쾨트르 드  
빌라르쑈 알까멜-루슨트 인터내셔널

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

디지털 데이터 프레임들을 압축하는 단계; 및

다수의 상기 압축된 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 광 데이터 유닛(optical data unit)을 생성하는 단계

에 의해, 상기 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 디지털 신호를 처리하는 방법으로서,

상기 광 데이터 유닛은 광 전송 네트워크(OTN: Optical Transport Network)에 의한 전송을 위해 구성되는, 디지털 신호를 처리하는 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 생성하는 단계는, 다수의 상기 압축된 디지털 데이터 프레임들을 복합 프레임(composite frame)으로 연결(concatenating)시키는 단계, 및 상기 복합 프레임을 캡슐화하여 광 데이터 유닛을 형성하는 단계에 의해 이루어지는, 디지털 신호를 처리하는 방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 압축된 데이터 프레임들은 복수의 복합 프레임으로 연결되고, 각각의 복합 프레임은 캡슐화되어 각각의 광 데이터 유닛을 형성하는, 디지털 신호를 처리하는 방법.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 또는 각각의 디지털 데이터 프레임은 공공 무선 인터페이스(CPRI: Common Public Radio Interface) 데이터 프레임인, 디지털 신호를 처리하는 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 또는 각각의 광 데이터 유닛은 ITU-T 권고 G.709에 따른 ODU2인, 디지털 신호를 처리하는 방법.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압축하는 단계는 각각의 디지털 데이터 프레임에서의 중복들(redundancies)을 감소시키는 단계, 상기 감소시키는 단계로부터 출력되는 샘플들의 블록을 스케일링 인자에 의해 스케일링하는 단계, 및 상기 스케일링된 샘플들을 양자화하여 압축된 샘플들을 생성하는 단계를 포함하는, 디지털 신호를 처리하는 방법.

### 청구항 7

광 데이터 유닛을 다수의 압축된 디지털 데이터 프레임들로 분할하는 단계; 및

상기 압축된 디지털 데이터 프레임들 각각을 압축해제하는 단계

에 의해, 광 전송 네트워크(OTN)로부터의 수신 시에 상기 광 데이터 유닛을 처리하는 방법.

### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 분할하는 단계는, 상기 광 데이터 유닛을 캡슐화해제하여 복합 데이터 프레임을 제공하는 단계, 및 상기 복합 데이터 프레임을 연결해제하여 상기 다수의 압축된 디지털 데이터 프레임들을 제공하는 단계에 의해 이루어지는, 광 데이터 유닛을 처리하는 방법.

### 청구항 9

제8항에 있어서, 다수의 광 데이터 유닛들이 각각 수신되고 캡슐화해제되어 각각의 복합 프레임을 제공하고, 각각의 복합 프레임은 복수의 디지털 데이터 프레임으로 연결해제되는, 광 데이터 유닛을 처리하는 방법.

#### 청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 또는 각각의 디지털 데이터 프레임은 공공 무선 인터페이스(CPRI) 데이터 프레임인, 광 데이터 유닛을 처리하는 방법.

#### 청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광 데이터 유닛은 ITU-T 권고 G.709에 따른 ODU2인, 광 데이터 유닛을 처리하는 방법.

#### 청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압축해제하는 단계는 수신된 샘플들을 역양자화하는 단계, 상기 역양자화된 샘플들의 블록을 디스케일링(descaling)하는 단계, 및 상기 디스케일링된 샘플들에 중복들을 삽입하여 상기 디지털 프레임들을 생성하는 단계를 포함하는, 광 데이터 유닛을 처리하는 방법.

#### 청구항 13

텔레커뮤니케이션 네트워크(telecommunications network)를 위한 네트워크 요소로서,

디지털 데이터 프레임들을 압축하도록 구성된 압축기;

다수의 상기 압축된 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 제1 광 데이터 유닛을 생성하도록 구성된 생성기 - 상기 제1 광 데이터 유닛은 광 전송 네트워크(OTN)에 의한 전송을 위해 구성됨 -;

광 전송 네트워크(OTN)로부터의 수신 시에 제2 광 데이터 유닛을 다수의 압축된 디지털 데이터 프레임들로 분할하도록 구성된 프로세서; 및

상기 제2 광 데이터 유닛으로부터의 상기 압축된 디지털 데이터 프레임들 각각을 압축해제하여 디지털 데이터 프레임들을 제공하도록 구성된 압축해제기

를 포함하는 네트워크 요소.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 생성하는 것은 다수의 상기 압축된 디지털 데이터 프레임들을 복합 프레임으로 연결시키는 것, 및 복합 프레임들을 제1 광 데이터 유닛으로서 캡슐화하는 것에 의해 이루어지고, 상기 분할하는 것은 상기 제2 광 데이터 유닛을 캡슐화해제하여 복합 데이터 프레임을 제공하는 것, 및 상기 복합 데이터 프레임을 연결해제하여 다수의 상기 압축된 디지털 데이터 프레임들을 제공하는 것에 의해 이루어지는 네트워크 요소.

#### 청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서, 각각의 디지털 데이터 프레임은 공공 무선 인터페이스(CPRI) 데이터 프레임이고, 각각의 광 데이터 유닛은 ITU-T 권고 G.709에 따른 ODU2인 네트워크 요소.

#### 청구항 16

광 전송 네트워크와 다수의 기저대역 유닛 사이에 연결된 제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 따른 다수의 네트워크 요소를 포함하는 텔레커뮤니케이션 네트워크로서,

더 큰 기저대역 유닛 처리 용량을 제공하기 위해서, 기저대역 유닛들의 수는 네트워크 요소들의 수보다 많은 텔레커뮤니케이션 네트워크.

#### 청구항 17

광 전송 네트워크와 다수의 기저대역 유닛 사이에 연결된 제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 따른 다수의 네트워크 요소를 포함하는 텔레커뮤니케이션 네트워크로서,

기저대역 유닛 처리 용량의 공유를 제공하기 위해서, 기저대역 유닛들의 수는 네트워크 요소들의 수보다 적은 텔레커뮤니케이션 네트워크.

**청구항 18**

광 전송 네트워크와 복수의 기저대역 유닛 사이에 연결된 제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 따른 복수의 네트워크 요소를 포함하는 텔레커뮤니케이션 네트워크로서,

상기 네트워크 요소들 중 적어도 하나의 네트워크 요소는 시각(time of day)에 따라 상기 복수의 기저대역 유닛에 스위칭가능하게 연결가능하도록 구성되는 텔레커뮤니케이션 네트워크.

**명세서****기술 분야**

[0001] 본 발명은 텔레커뮤니케이션(telecommunications), 특히 무선 텔레커뮤니케이션에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 많은 무선 기지국들에서, 기저대역 유닛(base band unit, BBU)들은 원격 무선 헤드(remote radio-heads, RRH)들로부터 분리되고 물리적으로 떨어진 위치에 있다. 이런 해결책에서, 무선 주파수 전단(radio-frequency front end) 및 아날로그 대 디지털 인터페이스는 원격 무선 헤드(RRH)의 일부이다. RRH는 디지털 전송 네트워크를 통해 기저대역 유닛(BBU)에게 연결된다. 디지털화된 기저대역 복소수 동상(I) 및 직각 위상(Q) 샘플들은 전송 네트워크를 통해 전송된다.

[0003] 산업 표준으로서, 공공 무선 인터페이스(Common Public Radio Interface, CPRI) 스킴이 기저대역 유닛(BBU)들에게 원격 무선 헤드(RRH)들을 연결하는데 사용되었다. 이것은 상이한 네트워크 아키텍처들을 허용하고, TDMA(Time Division Multiple Access)에 기초한다. CPRI 프레임들은 압축되지 않은 I/Q 샘플들을 전송한다. CPRI 전문 용어를 이용하면, 원격 무선 헤드는 RE(Radio Equipment)이고, 기저대역 유닛은 REC(Remote Equipment Controller)이다.

**발명의 내용****해결하려는 과제**

[0004] 기저대역 유닛에게 원격 무선 헤드(RRH)를 연결하기 위한 알려진 방식은 광 섬유들을 점 대 점 링크들로서 사용하는 것이다. 전형적으로, 기저대역 유닛이 임의의 원격 무선 헤드들을 제어하므로, 각각의 기저대역 유닛에 대한 많은 광 섬유들이 있을 수 있고 가용 대역폭은 효율적으로 이용되지 않는다. 또 다른 알려진 접근법은 요구되는 광 섬유들의 수를 감소시키기 위해 광 다중화를 이용하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 독자는 첨부된 독립 청구항들을 참조하기 바란다. 몇몇 선호되는 특징들이 종속 청구항들에 제시되어 있다.

[0006] 본 발명의 예는, 디지털 데이터 프레임들을 압축하는 것; 및 다중의 압축된 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 광 데이터 유닛을 생성하는 것에 의해, 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 디지털 신호를 처리하는 방법이다. 광 데이터 유닛은 광 전송 네트워크(Optical Transport Network, OTN)에 의한 전송을 위해 구성된다.

[0007] 양호한 실시예들은 OTN을 통한 전송을 위해 무선 셀 사이트에서의 디지털 무선 데이터의 모음(aggregation) 및 집중을 제공한다. 양호한 실시예들에서 18개까지의 원격 무선 헤드들이 OTN을 통해 기저대역 유닛에 연결 가능하다. 양호하게는 디지털 데이터 프레임들은 CPRI(Common Public Radio Interface) 데이터 프레임들이다. 디지털 데이터 프레임들은 압축되고 모아져서 두 개까지의 10 기가비트 G.709 프레임들, 즉 ODU2가 되고, OTN을 통하여 전송된다. OTN은, 예를 들어 PON(Passive Optical Network), 예를 들어 10GPON(10Gigabit Passive Optical Network), WDM PON(Wave Division Multiplex Passive Optical Network), 10GPON에 대한 WDM 오버레이, CDWM 광 링(optical ring) 또는 DWDM 광 링일 수 있다.

[0008] 양호한 실시예들은 대역폭을 잘 활용하기 위해 몇몇 무선 데이터 흐름들의 압축 및 이들을 광 흐름(optical flow) 내에 모으는 것을 제공한다. 광 흐름은 임의 유형의 OTN(Optical Transport Network)을 통해 전송될 수 있다. 양호한 실시예들에서 이용된 파장들의 수 및 점 대 점 링크들의 수는 작다.

- [0009] 양호한 실시예들에서, 다중 원격 무선 헤드들 및 기저대역 유닛들로부터/로 데이터 프레임들을 스위칭하는 것이 가능하다. 이것은 처리 리소스들을 풀링하고, 장애 경우에 네트워크를 관리하고, 부하 공유를 위해 유리하다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 양태는, 광 데이터 유닛을 다중의 압축된 디지털 데이터 프레임들이 되도록 분할(spilt)하는 것; 및 각각의 압축된 디지털 데이터 프레임들을 압축 해제하는 것에 의해, 광 전송 네트워크(OTN)로부터의 수신시에 광 데이터 유닛을 처리하는 방법이다.
- [0011] 양호한 실시예들에서, 넓게는 역 기능성(reverse functionality)이, OTN으로의 전송을 위해 제공되는 것처럼, OTN으로부터의 수신을 위해 제공된다.
- [0012] 본 발명의 추가적 양태는 텔레커뮤니케이션 네트워크를 위한 네트워크 요소이다. 요소는 다음을 포함한다: 디지털 데이터 프레임들을 압축하도록 구성된 압축기(compressor); 다중의 압축된 디지털 데이터 프레임들을 포함하는 전송을 위한 제1 광 데이터 유닛을 생성하도록 구성되는 생성기 - 제1 광 데이터 유닛은 광 전송 네트워크(OTN)에 의한 전송을 위해 구성됨 -; 광 전송 네트워크(OTN)로부터의 수신시에 제2 광 데이터 유닛을 다중의 압축된 디지털 데이터 프레임들이 되도록 분할하도록 구성되는 프로세서; 및 디지털 데이터 프레임들을 제공하기 위해 제2 광 데이터 유닛으로부터 각각의 압축된 디지털 데이터 프레임들을 압축 해제하도록 구성되는 압축 해제기(decompressor).

### 도면의 간단한 설명

- [0013] 본 발명의 실시예들이 이제 예로서 및 도면들을 참조하여 설명될 것이다.
- 도 1은 원격 무선 헤드(RRH) 및 기저대역 유닛(BBU), 광 전송 네트워크(OTN), 및 제1 및 제2 인터페이스 박스들을 포함하는 시스템을 도해하는 다이어그램이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 제1 인터페이스 박스를 더 상세히 도해하는 다이어그램이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 제1 인터페이스 박스를 더 상세히 도해하는 다이어그램이다.
- 도 4는 CPRI 포매팅된 무선 데이터의 압축을 도해하는 흐름도이다.
- 도 5는 압축된 무선 데이터를 OTN를 통한 전송을 위해 광 데이터 유닛으로 다중화 및 캡슐화하는 것을 도해하는 다이어그램이다.
- 도 6은 도 1에 도시된 제2 인터페이스 박스를 더 상세히 도해하는 다이어그램이다.
- 도 7은 무선 데이터를 CPRI 포매팅된 무선 데이터가 되도록 압축 해제하는 것을 도해하는 다이어그램이다.
- 도 8은 도 1에 도시된 인터페이스 박스들에 의한 스위칭(스위칭은 단일 BBU에 대한 것임)의 예를 도해하는 다이어그램이다.
- 도 9는 본 발명의 제2 실시예에서 인터페이스 박스들에 의한 스위칭을 도해하는 다이어그램이다.
- 도 10은 본 발명의 제3 실시예에서 인터페이스 박스들에 의한 스위칭을 도해하는 다이어그램이다.
- 도 11은 본 발명의 제4 실시예에서 인터페이스 박스들에 의한 스위칭을 도해하는 다이어그램이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 도 1에 도시된 바와 같이, 예시적 시스템(2)은 다중 원격 무선 헤드들(RRH)(4)을 포함하는데, 그 중 세 개만이 단순성을 기하기 위해 보여지고, 각각은 광 전송 네트워크(OTN)(8)에 대한 제1 인터페이스 박스(6)에 하나 또는 두 개의 제각기의 링크(3)에 의해 연결된다. OTN(8)은 또한 제2 인터페이스 박스(10)에 연결되고, 제2 인터페이스 박스는 제1 인터페이스 박스(6)로부터 원격 무선 헤드들(4)로의 소정 개수의 링크들(3)에 대응하는 소정 개수의 링크들(7)에 의해 기저대역 유닛(BBU)(12)에게 연결된다. 이 예에서, 원격 무선 헤드들(4)은 공유된 셀 사이트(5)에 위치된다.
- [0015] 원격 무선 헤드(RRH) 및 기저대역 유닛(BBU)
- [0016] 예들에서, 원격 무선 헤드(RRH)는 BBU 기능성을 수행하지 않는데, 예를 들어 임의의 특정 무선 기술에 특정적인 물리적 계층 처리를 수행하지 않는다. 게다가, 이 예에서 어떤 제어 시그널링도 원격 무선 헤드들과 기저대역 유닛들 사이에 교환되지 않는다.

- [0017] 도 2에 도시된 바와 같이, 그 중 하나가 단순성을 위해 보여진 각각의 원격 무선 헤드(4)는 종래 회로를 포함한다.
- [0018] 예를 들어, 업링크 상에서, RRH(4)는 무선 주파수 전단(14) 및 공공 무선 인터페이스(CPRI) 표준과 부합하는 알려진 데이터 프레임 포맷으로 수신된 아날로그 무선 신호를 디지털 I/Q 샘플 형태로 변환하는 아날로그 대 디지털 컨버터(ADC)(16)를 포함한다. 그런데, 이 예에서, 도 3의 좌변측에 도해된 알려진 CPRI 기본 프레임 포맷이 이용된다. (다른 예들에서, I/Q 데이터를 전달하는 기타 알려진 CPRI 프레임 포맷들이 그 대신에 이용될 수 있다). CPRI 프레임들은 OTN(8) 및 제2 인터페이스 박스(10)를 통해 기저대역 유닛(12)으로의 데이터 전송을 위해 제1 인터페이스 박스에 제공된다. 이것은 이후 이하에서 더 상세하게 설명된다.
- [0019] 역으로 다운링크상에서, BBU(12)는 종래 회로, 즉 CPRI 포맷의 데이터 프레임들로 I/Q 샘플들을 생성하는 송신기(18)를 포함한다. 이러한 프레임들은 OTN(8) 및 제1 인터페이스 박스(6)를 통해 원격 무선 헤드(RRH)(4)로의 데이터 전송을 위해 제2 인터페이스 박스(10)에 제공된다. 종래 원격 무선 헤드(RRH)는 신호를 안테나(20)를 통해 전송되는 무선 주파수 신호들로 변환하기 위한 디지털 대 아날로그 변환기(DAC, 도 2에 도시되지 않지만 도 6에 도시됨)를 포함한다.
- [0020] RRH 무선 주파수 전단, ADC, DAC 및 BBU 처리는 알려져 있고, 그 하위 시스템들에는 광 전송 네트워크(OTN)를 통한 전송을 위해 G709 ODU들로의 압축 및 패킷화를 수용하기 위해 구현되는 어떤 것도 없으며, 다시 한번 CPRI 프레임 포맷으로 데이터를 제공하기 위한 패킷화 해제 및 압축 해제도 없다.
- [0021] 광 전송 네트워크(OTN)
- [0022] 광 전송 네트워크(OTN)는 이 특허 출원의 최초 출원일 기준으로 ITU-T 권고 G.709 표준에 따른 것이다. OTN은 G.709를 준수한다.
- [0023] 다른 예들에서, OTN은 PON(Passive Optical Network), 예를 들어 GPON(Gigabit Passive Optical Network), EPON(Ethernet Passive Optical Network) 또는 WDM PON(Wave Division Multiplex Passive Optical Network)일 수 있다.
- [0024] 다른 예들에서, OTN은 FTTx(Fibre-to-the-x) 인프라일 수 있다. 다른 예들에서 OTN은 WDM 링과 같은 링, 예를 들어 CWDM(Coarse Wave Division Multiplexing) 링 또는 DWDM(Dense Wave Division Multiplexing) 링일 수 있다.
- [0025] 추가적 예들에서 OTN은 점 대 점(P2P) 광 섬유들에 기초할 수 있다.
- [0026] OTN 표준들에서 여러 표준화된 라인 레이트(line rate)들이 있는데, 그 중 하나는 대략 10.78 기가비트/초인 OTU2(Optical Transport Unit 2)로 표시된다. OTU2는 또 다른 데이터 구조, 즉 ODU2(Optical Data Unit2)가 그것 내로 매핑되는 데이터 구조라고 간주될 수 있다. ODU2 신호는 클라이언트 신호들을 위한 서버 계층 신호이다. ODU2는, 이더넷, MPLS, 인터넷 프로토콜, 또는 공공 무선 인터페이스(CPRI) 패킷들과 같은 패킷들의 스트림을 전송할 수 있다.
- [0027] 인터페이스 박스들
- [0028] 인터페이스 박스들은 양 방향이다; 그러나, OTN에 의한 전송을 위한 업링크 및 다운링크 처리는 근본적으로 동일 방식으로 작동한다는 것에 유의해야 한다. 유사하게, OTN으로부터의 수신시의 업링크 및 다운링크 처리는 근본적으로 동일 방식으로 동작한다. 따라서, 기본적으로 말하면, OTN에 의한 전송(즉 업링크)을 위한 처리의 단일 인스턴스 및 OTN으로부터의 수신(즉 다운링크)시의 처리의 단일 인스턴스가 간결성을 위해 기술될 것이다.
- [0029] 이 예에서, 업링크는 기저대역 유닛을 향한 방향을 나타낸다. 다운링크는 RRH를 향한 방향을 나타낸다.
- [0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 원격 무선 헤드들(RRH)(4)에 연결된 인터페이스 박스(6)는, 이 예에서, 업링크 압축기(22) 및 다운링크 압축 해제기(24)로 구성된 것으로 간주될 수 있는 CPRI 압축기/압축 해제기(20)를 포함한다. 업링크 압축기(22)는 RRH(4)의 ADC(16)에 연결된다. 다운링크 압축 해제기(24)는 RRH(4)의 DAC(18)에 연결된다.
- [0031] 압축기(22)와 압축 해제기(24)는 G.709 컨버터(30)에 연결된 다중화기/역다중화기(multiplexer/demultiplexer, MUX/DEMUX)(28)에 연결되는 스위치(26)에 연결된다.
- [0032] 도 3은 더욱 상세히 인터페이스 박스(6)를 보여준다. 도 3에 도시된 바와 같이, 이 예에서, CPRI 프레임들(3

4)은 12개의 CPRI 입력 링크(3)를 통해 CPRI 압축기/압축 해제기(20) 내로 입력된다. CPRI 압축기/압축 해제기와 MUX/DEMUX(28)에 대한 12개의 링크를 갖는 스위치(26) 사이에 12개의 링크가 있다. CPRI 링크들은 각각이 로컬 CPRI 레이트 2.7에서 동작한다. 이 예에서, 각각의 원격 무선 헤드(4)는 제1 인터페이스 박스(6)로의 하나 또는 두 개의 CPRI 링크를 제공한다.

[0033] 완전성을 기하기 위해, CPRI 링크들의 여러가지 개수들이 상정된다는 것을 여기서 언급해 둔다. 또 다른 실시예에서, 예를 들어, 18개의 링크가 제공되어 각각이 CPRI 링크들 중 하나 또는 두 개를 이용하는 다중 무선 헤드에 의해 이용된다. 물론, 당업자는, 다른 예들에서, 무선 헤드들이 상이한 개수의 CPRI 링크들을 이용하여 인터페이스 박스에 연결될 수 있고, 및/또는 상이한 개수의 원격 무선 헤드들이 인터페이스 박스에 연결될 수 있다는 것을 알 것이다. 당업자는 또한 몇몇 추가 실시예들에서 하나보다 많은 원격 무선 헤드가 예를 들어 테이지-체인 방식으로, CPRI 링크에 연결될 수 있는 것을 이해할 것이다.

[0034] 스위치(26) 및 MUX/DEMUX(28)는 CPRI 프레임들이 어느 ODU2로 인도될지를 제어하기 위해 동작한다.

[0035] 어떻게 압축된 CPRI 프레임들이 OTN에 의한 전송을 위해 ODU2 프레임이 되도록 변환되는지를 기술하기 전에 이제 압축을 더 상세히 기술한다.

[0036] 압축

[0037] 도 4는 예를 들어 압축기(22)에서 발생하는 압축을 보여주는 흐름도이다. 도면에 나타난 바와 같이, 압축은 3개의 주 처리, 즉 스펙트럼 영역에서의 중복(redundancy)들의 제거 S500, 블록 스케일링 S510 및 양자화 S520을 수반한다. 각각의 처리가 이하 상세히 기술될 것이다.

[0038] 스펙트럼 영역에서의 중복들의 제거 - S500

[0039] 관례적으로, ADC, DAC 및 BBU 처리의 샘플링 레이트는 나이퀴스트 샘플링 정리에 따라 요구되는 최소값보다 더 크다. 예를 들어, 10 MHz LTE 시스템에서, 샘플링 레이트는 (BBU 처리를 위해 및 CPRI 압축되지 않은 전송의 경우에 대해 모두) 15.36 MHz 이다. 더욱이, cdma2000/EV-DO뿐만 아니라 UMTS/HSPA에 대해서도, 2배(2-time) 및 4배(4-time) 오버샘플링(oversampling)이 통상적이다. 이것은 스펙트럼 또는 주파수 영역에서의 중복들이라는 결과를 초래한다. 즉, 비압축 형태에서, 필요로 하는 것보다 스펙트럼적으로 더 넓은 신호가 전송된다.

[0040] 결과적으로, 처리 S500은 이러한 중복들을 제거한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 제거 처리는 디지털 기저대역 신호를 저역 통과 필터링하는 S502, 이어지는 데시메이션(decimation) S504을 포함한다. 일 실시예에서, 이러한 처리들은 샘플마다 스트리밍 방식으로 수행된다. 예를 들어, 일 실시예에서, 필터링 S502는 FIR(finite-impulse response) 필터에 의해 실행되고, 데시메이션 S504는 업 및 다운 샘플링에 의해 실행된다. 필터링 S502 및 데시메이션 S504는 기저대역 신호, 및 특히 주파수 대역과 오버샘플링의 양에 의존할 것이다.

[0041] 개념적으로, 이것은 특정 무선 기술(예를 들어 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), LTE(Long Term Evolution) 기타 등등)에 독점적인 것은 아니다. 특정 파라미터들(예를 들어, 대역폭 및 샘플링 레이트)은 주어진 무선 기술에 대해 특정된다. 게다가, 저역 통과 필터링 파라미터들은 복잡도 대 성능 절충을 균형화하고 및/또는 최적화하기 위해 경험적으로 또는 설계 선택에 의해 선택된다.

[0042] 블록 스케일링 - S510

[0043] 블록 스케일링은 또한 블록 플로팅 포인트(block floating-point)로 불릴 수 있다. 여기서, 데시메이션 동작 S504로부터 출력된 K I/Q 샘플들의 블록이 단계 S512에서 수집된다. K I/Q 샘플들의 블록은 이후 단계 S514에서 스케일링 인자에 의해 나누어진다.

[0044] 스케일링 인자는 고정된 비트들의 수일 수 있는데, 이것의 값은 블록마다 변할 수 있다.

[0045] 예를 들어, 블록 스케일링(단계 S510)은 24 샘플 블록에 대해 실행되며, 16 비트가 스케일링 인자를 나타내는데 사용된다. 이 실시예에서, K = 24 샘플의 각각의 블록에서, 최대 절대 값을 가진 샘플이 결정된다. 해당 특정 값은 16 비트 해상도로 양자화되고,  $A_m$  으로서 표시된다. 대응하는 스케일링 인자는 이하 수학식에 의해 보여진 것처럼 결정될 수 있다( $N_b$  는 비트 해상도를 표시함):

[0046] 
$$S = 2^{N_b-1} / A_m.$$

[0047] 블록에서의 각각의 샘플은 이후 상기 스케일링 인자에 의해 승산된다. 이 수학식은 또한 기술된 실시예들 중

임의의 것에서 스케일링 인자를 결정하는데 사용될 수 있다.

- [0048] 또한, 블록 길이  $K$ 는 설계 파라미터이고, 원하는 신호 품질(예를 들어, EVM 및 ACPR)과 전송 데이터 레이트들 사이의 절충 분석으로부터 도출될 수 있다. 일 실시예에서, 블록 길이  $K$ 는 고정될 수 있다. 그러나, 이하 더 상세하게 논의하는 것처럼, 블록 길이는 고정된 것에만 제한되지 않는다. 그 대신에, 블록 길이는 동적으로 및/또는 적응적으로 결정될 수 있다.
- [0049] 스케일링 인자, 및 어쩌면 블록 길이가 변할 수 있기 때문에, 이러한 파라미터들 중 하나 이상이 전송되어 오버헤드에 추가될 수 있다. 예를 들어, 스케일링 인자는 매  $K$  I/Q 샘플마다 한번씩 전송될 수 있다. 블록 길이  $K$ 를 낮추는 것은 후속 양자화 오류를 낮추는 한편 전송 오버헤드를 증가시킬 것이다. 그러므로, 블록 길이  $K$ 는 요구되는 신호 품질과 전송 데이터 레이트들 사이의 절충 분석으로부터 도출되는 설계 파라미터이다.
- [0050] 양자화 - S520
- [0051] 블록 스케일링 S510 후에, I/Q 샘플들은 각각의 복소수 성분당  $M_b$  비트 해상도를 갖는 양자화기를 이용하여 양자화된다. 이 예에서, 샘플을 나타내는 비트들의 수는  $M_b$  최상위 비트들로 트렁케이트(truncate)된다. 이 동작은 샘플마다 수행된다.
- [0052] 대안적으로, 단순 선형(즉, 균일) 양자화기가 적용될 수 있다. 그러나, 양자화 레벨들 사이의 최적화된 거리들을 가진 양자화기의 적용은 더 낮은 양자화 오류 및 향상된 신호 품질을 낳을 것이다. 비선형(즉, 비균일) 양자화기의 한 예가 이하의 의사코드(A)에 대하여 제시된다. 그러한 경우에, 양자화 레벨들은 상기 블록 스케일링과 연계하여 최적화된다.
- [0053] 더 높은 해상도는 신호 품질을 향상시키는(즉, 더 낮은 양자화 잡음) 한편 전송 데이터 레이트들을 증가시킬 것이다. 그러므로, 해상도  $M_b$ 는 요구되는 신호 품질과 데이터 레이트들 사이의 절충 분석으로부터 도출되는 설계 파라미터이다.
- [0054] 상이한 파라미터들이 업링크와 다운링크에 대한 원하는 성능을 달성하는데 사용될 수 있다는 것에 유의한다. 예를 들어, 더 높은 양자화기 해상도 및 더 짧은 블록 길이가 업링크 경우에 예상되는데, 그 이유는 업링크 신호가 가산성 잡음 및 간섭의 존재뿐만 아니라 더 큰 동적 범위를 가질 것으로 예상되기 때문이다.
- [0055] 압축된 CPRI 프레임들의 ODU2 포맷으로의 변환
- [0056] 도 3에 도시된 바와 같이, 스위치(26) 및 MUX/DEMUX(28)에 의해 인도된 다중 CPR 프레임이 함께 모아지고 단일 ODU2 내에 캡슐화되어 보내진다. 스위치(26)는 압축된 CPRI 프레임들을 인도하기 위해 작동한다. MUX/DEMUX(28)는, 입력들보다 더 적은 출력들이 생기도록 다중의 압축된 CPRI 프레임을 공유 채널들 내로 다중화하기 위해 작동하고, 더 작은 대역폭이 결과적으로 전송에 사용된다(다시 말하면, 적은 " $\lambda$ (lambda)").
- [0057] 도 5에 더 자세하게 도시된 바와 같이, 일단 압축되면, 다중의 링크로부터의 다중 CPRI 프레임이 함께 전송을 위한 ODU2 프레임의 페이로드 내에 삽입된다. 이것은 "xCPRI 프레임링"이라고 간주될 수 있는데, 이것에 의해 압축 후의 다중 CPRI 프레임이 함께 연결(concatenate)되고, 이후 결과로 생기는 데이터는 ODU2 프레임을 제공하기 위해 G.709 캡슐화를 겪게 된다.
- [0058] ODU2 프레임은 다중 CPRI 프레임에 더하여 ODU2 오버헤드 및 OPU2(Optical Channel Payload Unit) 오버헤드를 포함한다. 도 5에 도시된 바와 같이, OTU2(Optical Transport Unit)로서의 전송을 위해, 추가적 정렬 및 오버헤드 데이터가 더해지고 순방향 오류 정정(FEC)이 더해진다.
- [0059] 도 3으로 돌아가서 참조할 때, 이 예에서 CPRI 링크들 및 그러므로 프레임들은 두 개의 출력 ODU2 및 그러므로 두 개의 OTU2(도 3에 38로 표시됨)가 되도록 연결된다. 이것들은 도 3에서 ACTIVE로 표시된다. 또한 각각의 OTU2 프레임에 대해 복제 프레임이 정확한 전송을 보장하는 것을 돕기 위한 보호 목적을 위해 제2 경로(PROTECTION으로 표시됨)를 통해 보내진다. OTU2들(34)은 출력 포트들(36)을 통해 OTN 네트워크(도 3에 도시 안 됨) 내로 출력된다.
- [0060] 그런데, 인터페이스 박스들 사이의 OTN을 통해 전송될 필요가 있는 OAM(Operations&Management) 정보는(만약 있다면) ODU2에서의 제어 채널들 GCC1 또는 GCC2에 포함된다.
- [0061] 수신시 처리
- [0062] 도 6에 도시된 바와 같이, OTU2 프레임들은 광 전송 네트워크(OTN)(8)를 통하여 전송되고 제2 인터페이스 박스

(10)에 의해 수신된다. 제2 인터페이스 박스는 스위치(26')에 연결된 MUX/DEMUX(28')에 연결된 G.709 컨버터(30')를 포함한다. 스위치는 CPRI 압축기/압축 해제기(20')의 업링크 압축 해제기(20') 및 다운링크 압축기(22')에 연결된다.

[0063] 이 제2 인터페이스 박스(10)는 근본적으로 제1 인터페이스 박스(6)에서 취해진 처리 단계들을 반전시키도록 이 업링크 방향에서 작동한다. G.709 컨버터(30')는 OTU2 및 ODU2 헤더들, FEC 등등을 제거함으로써 연결되고 압축된 CPRI 데이터를 캡슐화 해제(de-encapsulate)하도록 작동한다. 결과적 데이터 스트림은 이후 압축된 CPRI 프레임들을 제공하기 위해 MUX/DEMUX(28')에서 역다중화된다. 스위치(26')는 이후 압축된 CPRI 프레임들을 업링크 압축 해제기(22')에 보낸다.

[0064] 압축 해제

[0065] 도 7에 도시된 바와 같이, 압축 해제는 3개의 주 처리를 포함한다: 역양자화(dequantization) S600, 디스케일링(descaling) S610, 및 중복들의 삽입 S620, 즉 업샘플링. 각각의 처리가 이하 기술될 것이다.

[0066] 역양자화 S600 동안, 양자화 동작의 역이 수행된다. 즉, 샘플을 나타내는 데에 사용된 비트들의 수는 단계 S520에서의 양자화 전의 해상도와 동일 해상도로 증가된다. 이 실시예에서, 이것은 최하위 비트들로서 제로들을 추가함으로써 수행된다. 대안적으로, 단계 S520에서 수행된 양자화 과정의 역이 수행될 수 있다. 예를 들어, 단계 S520에서의 양자화가 하기에서 보여지는 의사코드 (A)에 제시된 바와 같이 진행하였다면 의사코드 (A)의 역이 수행될 수 있다.

[0067] 디스케일링 S610 동안, 역양자화 S600으로부터의 K 샘플들의 블록이 수집되고 스케일링 인자에 의해 승산된다.

[0068] 중복들의 삽입 S620 동안, 디스케일링 S610으로부터의 각각의 샘플은 역 데시메이션 S622를 겪는데, 이는 단계 S504에서의 데시메이션의 역이다. 유사하게, 결과적 샘플들은 S624에서 역 필터링되는데, 여기서 "필터링"은 단계 S502에서 실행된 필터링의 역이다. 이것은 업 샘플링 절차이다.

[0069] 후속 처리

[0070] 이런 역다중화 및 압축 해제 후에, 압축 해제된 CPRI 프레임들은 원격 무선 헤드들(4)과 제1 인터페이스 박스(6) 사이의 것과 대응하는 수의 CPRI 링크들을 통해 종래의 기저대역 유닛(12)에 전달된다. 종래 기저대역 유닛(12)에서, 수신 기저대역 처리(즉, 물리적 계층 처리)가 취해진다.

[0071] 장애 동작으로 인한 경보 취급 및 기타 동작 및 관리 시그널링

[0072] 완전성을 기하기 위해, 원격 무선 헤드 측에서의 인터페이스 박스(6) (및 기저대역 유닛(12) 측에서의 인터페이스 박스(10))가 각각 이더넷 포트들(도시 생략)를 포함한다는 것을 언급해 둔다. 이러한 이더넷 포트들은 무선 헤드 측과 기저대역 유닛 측 사이의 이더넷 데이터 흐름, 예를 들어 무선 헤드 측에서 수집된 데이터 또는 백홀 정보를 터널링하기 위해 사용된다. 예를 들어, 이 정보는, 기저대역 유닛(12) 측에서 인터페이스 박스(10)에게 이용 가능하게 되도록, OAM 채널(광 데이터 유닛 ODU2의 제어 채널들 GCC1 또는 GCC2) 내부에서 또는 ODU2 페이로드 내부의 CPRI 데이터와 다중화되어, 인터페이스 박스(6)에 의해 터널링된다.

[0073] 기저대역 유닛(12) 측에서, 유사하게 인터페이스 박스(10)는 또한 제어 목적을 위해 기저대역 유닛(12)에 연결하는데 사용되는 이더넷 포트들(도시 생략)을 갖는다.

[0074] 양방향 기능성

[0075] 앞서 언급한 것처럼, 원격 무선 헤드(RRH)로부터 기저대역 유닛으로의 경로가 상세히 설명되었지만, 반대 방향으로의 경로, 즉 기저대역 유닛으로부터 원격 무선 헤드로의 경로도 있다. 이것들은 제각기 업링크 및 다운링크로 표시된다.

[0076] 인터페이스 박스들은 양방향이다; 그러나, OTN에 의한 전송을 위한 업링크 및 다운링크 처리는 근본적으로 동일한 방식으로 작동한다는 것을 유의한다. 유사하게, OTN으로부터의 수신시의 업링크 및 다운링크 처리는 근본적으로 동일한 방식으로 작동한다. 따라서, 기본적으로 말하면, OTN에 의한 전송(즉 업링크)을 위한 처리의 단일 인스턴스 및 OTN으로부터의 수신(즉 다운링크)시의 처리의 단일 인스턴스가 간략화를 기하기 위해 위에서 기술되었다.

[0077] 몇몇 대안적 구현들

[0078] 도 1 내지 도 7을 참조하여 위에서 기술된 예에서, 단일 제1 인터페이스 박스(6)가 하나의 셀 사이트(5)의 원격

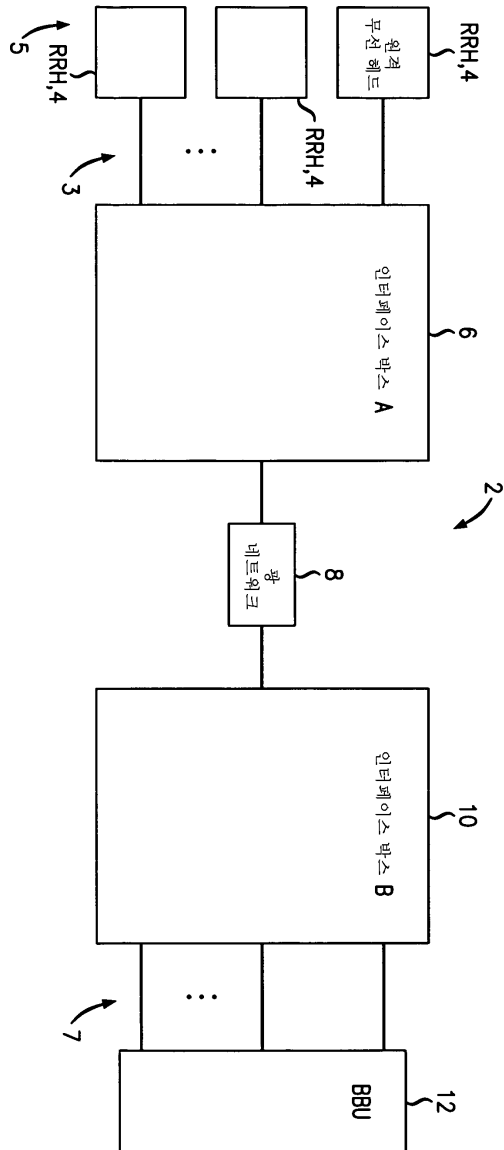
무선 헤드들(4)에 연결되고, 단일 제2 인터페이스 박스(10)가 단일 기저대역 유닛(12)에 연결된다(이것은 도 8에 도해된다). 그러나, 예를 들어 다음과 같이 대안들이 가능하다:

- [0079] 도 9에 도시된 바와 같이, 제2 인터페이스 박스(10')는, 그 출력들의 일부가 기저대역 유닛(12')에 대한 것이고 그 출력들의 다른 것들이 제2 기저대역 유닛(12a)에 대한 것이 되도록 연결된다. 이것은 다중 기저대역 유닛이 수반되도록 허용하여 쉽게 기저대역 유닛 용량을 확장시킨다.
- [0080] 도 10에 도시된 대로, 두 개의 제1 인터페이스 박스(6a, 6b)는 상이한 셀 사이트들(5a, 5b)로부터의 두 개의 원격 무선 헤드(RRH)(4a, 4b) 세트들 OTN(8') 및 두 개의 제2 인터페이스 박스(10a, 10b)로 연결하고, 이 두 개의 제2 인터페이스 박스는 모두 기저대역 유닛(12')에 연결된다. 기저대역 유닛(12")으로의 CPRI 링크들의 할당은 정적이지만, 기저대역 유닛(12")은 제1 인터페이스 박스(6a) 대 제2 인터페이스 박스(10a) 시스템, 및 제1 인터페이스 박스(6b) 대 제2 인터페이스 박스(10b) 시스템 모두에 의해 공유된다. 기저대역 유닛들로서의 CPRI 링크들의 적절한 할당은 트래픽의 통계적 분포에 대한 및 서빙되는 원격 무선 헤드들의 개수에 대한 지식을 요구한다.
- [0081] 도 11에 도시된 바와 같이, 또 다른 시나리오에서, 제2 기저대역 유닛(12b)은 하루 중 시간에 따라 상이한 셀 사이트들(5a', 5b')로부터의 두 개의 원격 무선 헤드(RRH)(4a', 4b') 세트 사이에 공유된다. 오전 7시에서 오후 7시까지(주간), 제1 원격 무선 헤드(RRH)(4a')로부터의 선택된 CPRI 링크들 H, I, J는 OTN을 통해 제2 기저대역 유닛 BBU#2로 가는 한편, 제1 원격 무선 헤드(RRH)(4a')로부터의 다른 선택된 CPRI 링크들 A, B, C는 제1 BBU#1로 간다. 반대로, 오후 7시에서 오전 7시까지(야간), 제2 원격 무선 헤드(RRH)(4b')로부터의 선택된 CPRI 링크들 H', I', J'은 OTN을 통해 제2 기저대역 유닛 BBU#2로 가는 한편, 제2 원격 무선 헤드(RRH)(4b')로부터의 다른 선택된 CPRI 링크들 D, E, F는 제1 BBU#1로 간다. 제1 원격 무선 헤드(RRH)(4a')는 주간에 더 잘 서빙되는 반면에, 제2 원격 무선 헤드(RRH)(4b')는 야간에 더 잘 서빙된다고 간주될 수 있다. 이 접근법은 OTN과 BBU들 사이의 인터페이스 박스들(10a', 10b')에 의한 적절한 스위칭에 의해 BBU들과 RRH들 사이의 동적 부하 공유로서 간주될 수 있다.
- [0082] 도 9 내지 도 11에 도시된 특정한 예들은 제1 및/또는 제2 인터페이스 박스들 등의 배가(doubling-up)를 수반하지만, 다른 예들에서 임의의 개수의 제1 인터페이스 박스들, 제2 인터페이스 박스들, 원격 무선 헤드들(RRH) 및 기저대역 유닛들이 이용될 수 있다.
- [0083] 추가적 예들이 가능한 것을 알 수 있다. 예를 들어, 두 개 이상의 제1 인터페이스 박스가 광 전송 네트워크와 단일 제2 인터페이스 박스를 통해 둘 이상의 원격 무선 헤드들 단일 기저대역 유닛에 연결하는 데에 사용될 수 있다.
- [0084] 장애의 경우에, GCC1 또는 GCC2 메시징을 이용하여, ODU2에서 시그널링될 수 있는 바와 같이, ODU2를 수신하는 인터페이스 박스는, 예를 들어 장애를 일으킬 것으로 알려진 기저대역 유닛에게 디지털 데이터 프레임들을 보내는 것을 회피하기 위해 장애 관리 목적으로 그 출력들을 스위칭할 수 있다.
- [0085] 일반
- [0086] 상기 기술된 예들은 CPRI를 수반하지만, 추가 예들에서, 기타 디지털 데이터 포맷들이, 예로 OBSAI(Open Base Station Architecture Initiative) 또는 ORI(Open Radio Initiative)가 대신 사용될 수 있다.
- [0087] 예시적 실시예들은 상이한 무선 기술들, 예를 들어 3GPP(Third Generation Partnership Project) LTE(Long Term Evolution), LTE-A(LTE-Advanced), HSPA(High Speed Packet Access)와 같은 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)에 적용가능하고, 뿐만 아니라 업링크 및 다운링크에 대해서 적용가능하다.
- [0088] 본 발명은 그의 본질적인 특징들로부터 벗어나지 않고서 다른 특정 형태들로 구현될 수 있다. 설명된 실시예들은 모든 면에서 한정적인 것이 아니라 예시적인 것으로만 간주되어야 한다. 따라서, 본 발명의 범위는 앞서의 설명이 아니라 첨부된 청구항들에 의해 지정된다. 청구항들의 균등물의 의미 및 범위 내에 드는 모든 변경들은 청구항들의 범위 내에 포함되어야 한다.
- [0089] 당업자는 여러 전술한 방법들의 단계들이 프로그래밍된 컴퓨터들에 의해 수행될 수 있다는 것을 쉽게 인식할 것이다. 일부 실시예들은 기계 또는 컴퓨터 판독 가능하고 기계 실행 가능 또는 컴퓨터 실행 가능 명령어들의 프로그램들을 인코딩하는 저장 장치들, 예를 들어 디지털 데이터 저장 매체들과 관련되며, 상기 명령어들은 전술한 방법들의 단계들 중 일부 또는 전부를 수행한다. 프로그램 저장 장치는, 예를 들어, 디지털 메모리, 자기 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 저장 매체, 하드 드라이브, 또는 광학적으로 판독가능한 디지털 데이터 저

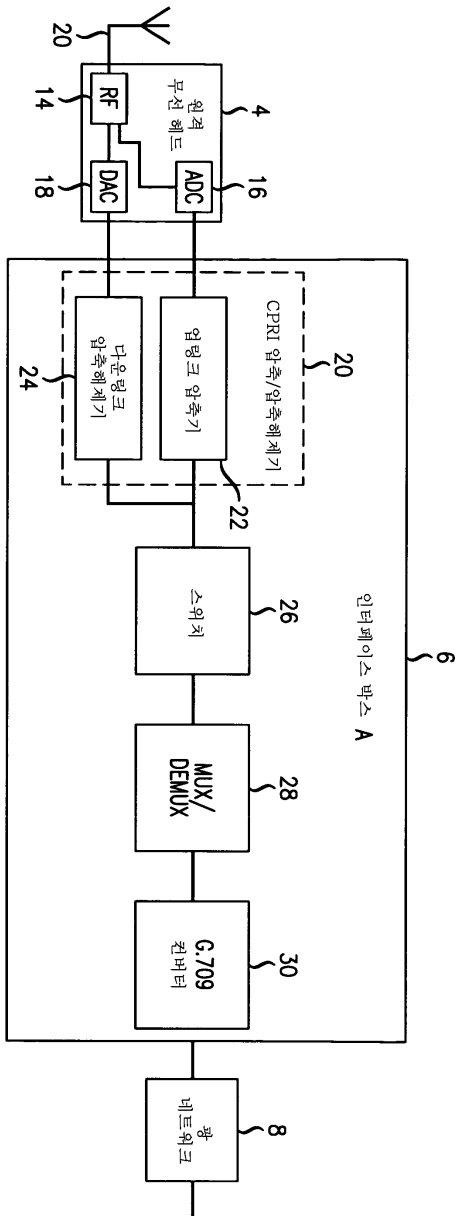
장 매체일 수 있다. 일부 실시예들은 전술한 방법들의 단계들을 수행하도록 프로그래밍된 컴퓨터들을 수반한다.

도면

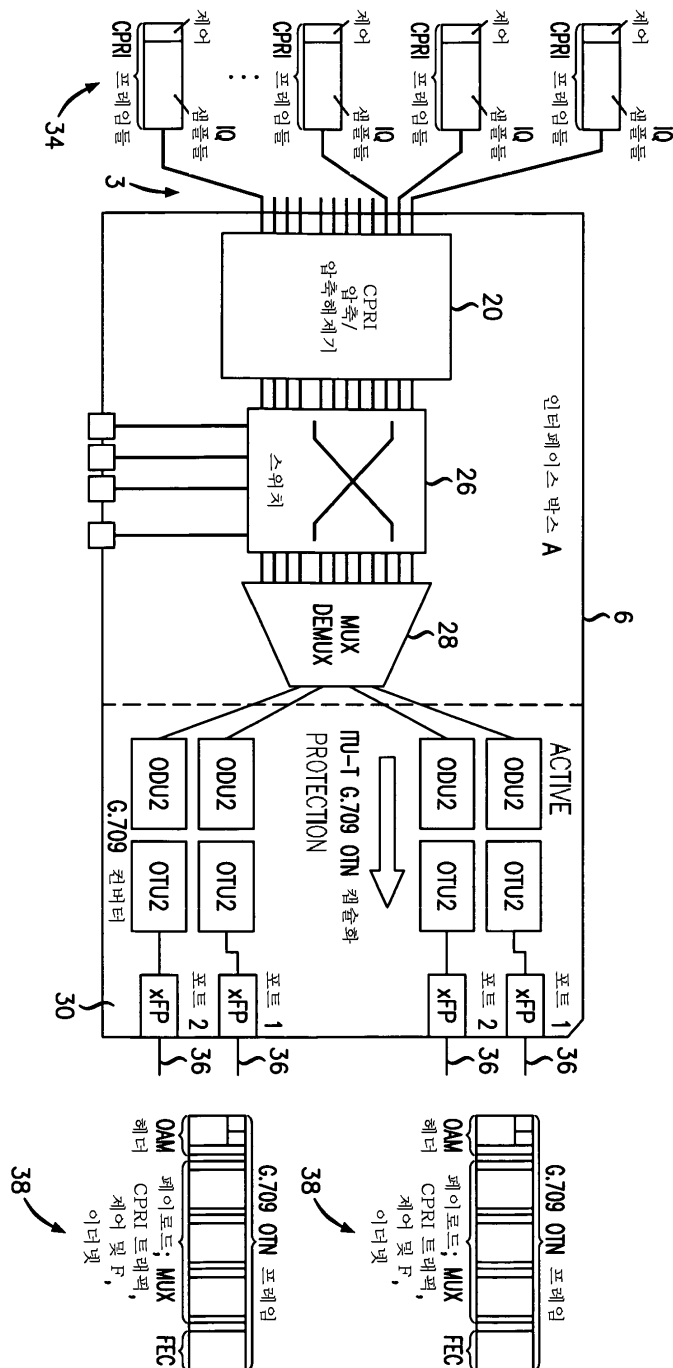
도면1



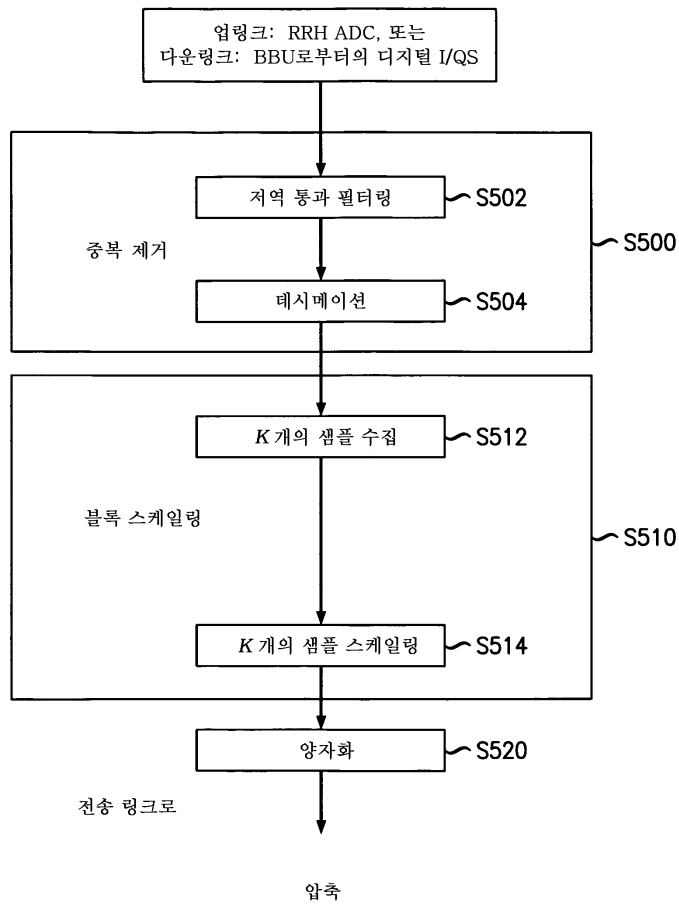
도면2



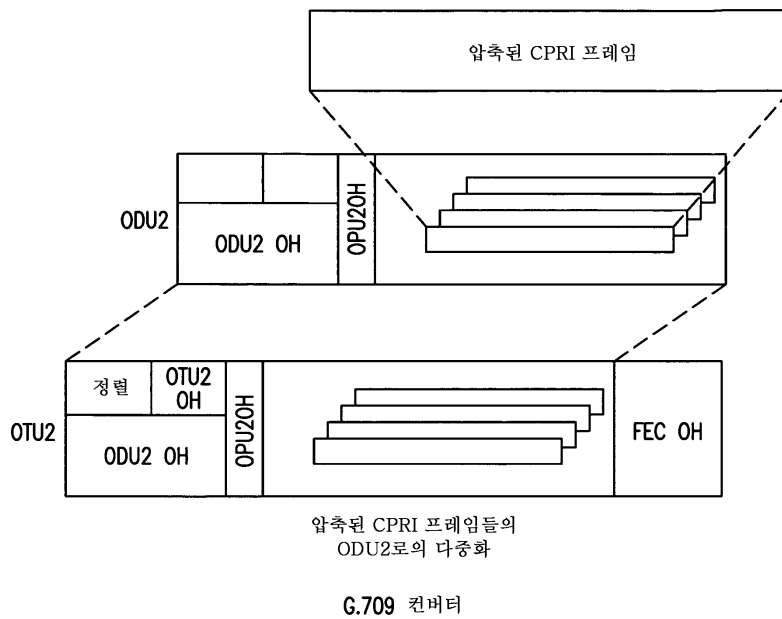
도면3



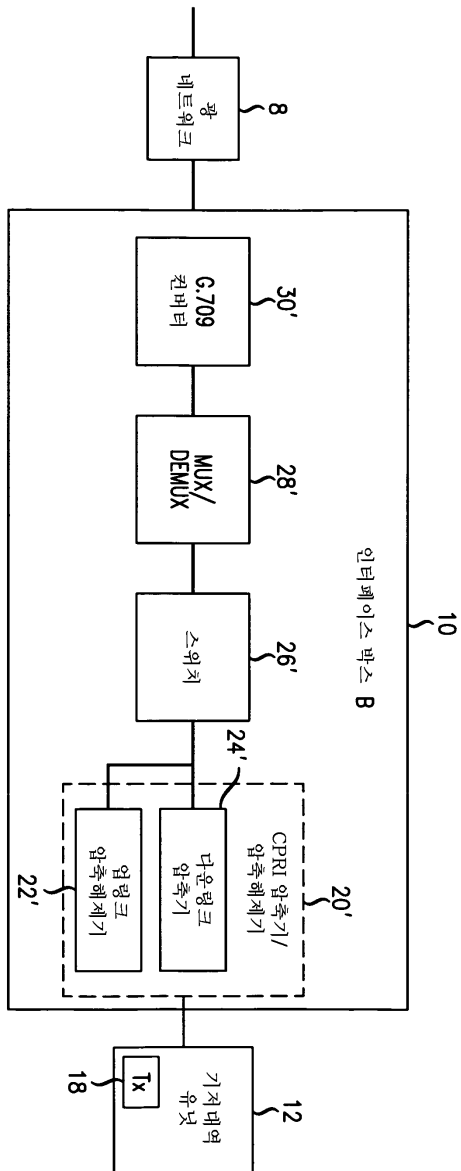
도면4



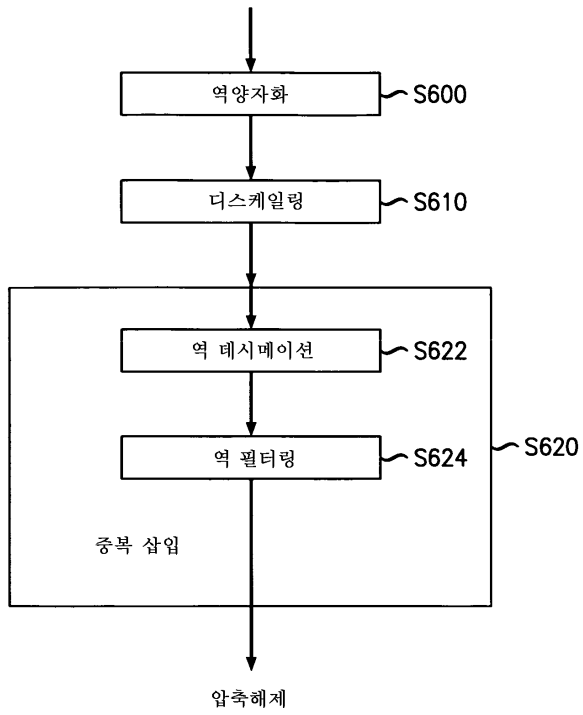
도면5



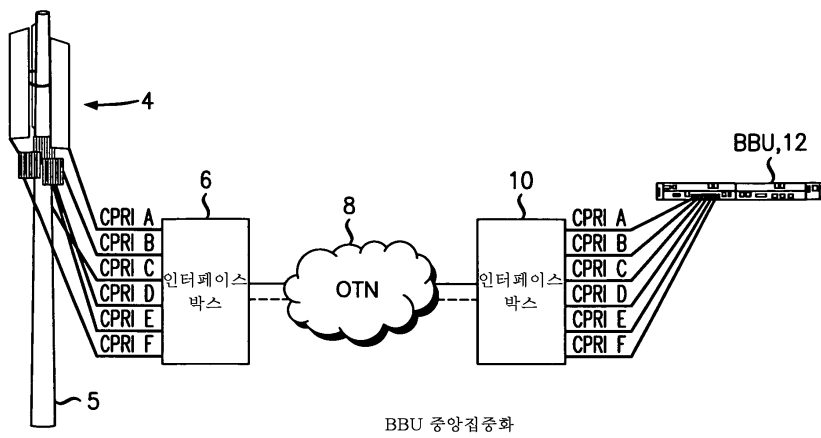
도면6



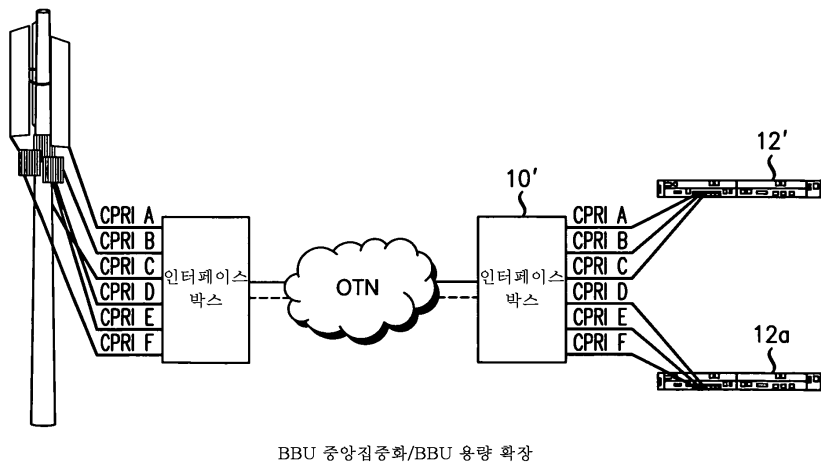
도면7



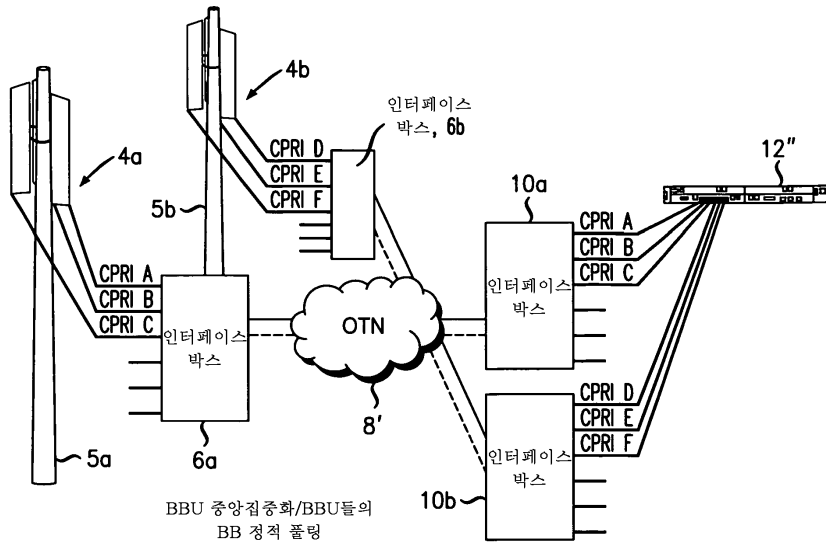
도면8



도면9



도면10



도면11

