



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월09일
(11) 등록번호 10-1714611
(24) 등록일자 2017년03월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/04 (2017.01) H04B 10/2575 (2013.01)
H04B 7/02 (2017.01) H04B 7/06 (2017.01)
H04J 14/02 (2006.01) H04W 88/08 (2009.01)
- (21) 출원번호 10-2012-7017579
- (22) 출원일자(국제) 2010년12월07일
심사청구일자 2015년12월01일
- (85) 번역문제출일자 2012년07월05일
- (65) 공개번호 10-2012-0104284
- (43) 공개일자 2012년09월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2010/059220
- (87) 국제공개번호 WO 2011/071870
국제공개일자 2011년06월16일
- (30) 우선권주장
12/634,212 2009년12월09일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US05854986 A*
US20090141691 A1*
W02008076432 A1
US20020178809 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
앤드류 와이어리스 시스템즈 게엠베하
독일 86675 부호도르프 인두스트리어링 10
- (72) 발명자
탈라쨌 루이지
이탈리아 아이-48018 반냐카발로 (알에이) 비아 본첼리노 67
브리젠티 사무엘
이탈리아 아이-48018 파엔차 (알에이) 비아 에밀리아 레반테 106
파신 피에르
이탈리아 아이-47039 사빙나노 (에프씨) 비콜로 물리노 8디
- (74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 16 항

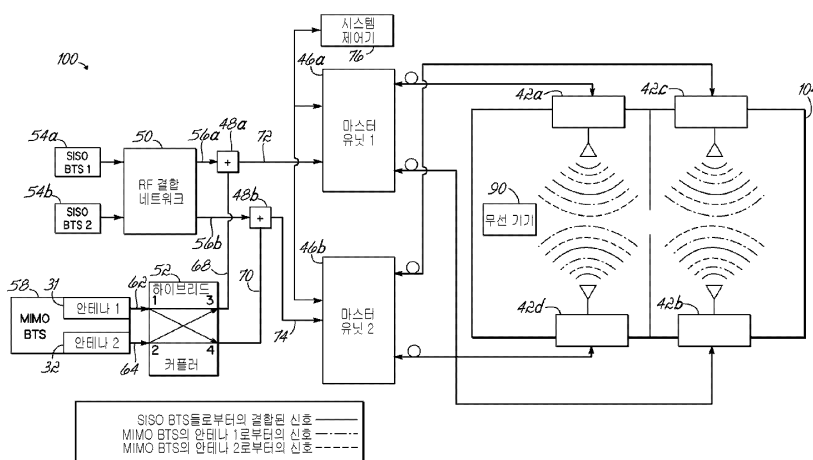
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 **다중-입력 및 다중-출력(MIMO) 신호들을 위한 분산 안테나 시스템**

(57) 요약

분산 안테나 시스템(distributed antenna system; DAS)(40)은 적어도 제1 신호(62) 및 제2 신호(64)를 출력하도록 참조번호 58에서 구성된 다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO) 기지국, 및 상기 MIMO 기지국에 결합되어 있는 하이브리드 커플러(52,58)를 포함하며, 상기 하이브리드 커플러(52,58)는 상기 (뒷면에 계속)

대표도



MIMO 기지국(58)으로부터의 제1 신호(62) 및 제2 신호(64)를 대응하는 제1 및 제2 포트들을 통해 수신하고 적어도 하나의 출력 포트를 통해 출력 신호(68,70)를 제공하도록 구성되며, 상기 출력 신호(68,70)는 상기 제1 신호(62) 중 적어도 일부 및 상기 제2 신호(64) 중 적어도 일부를 포함한다. 상기 DAS(40)는 상기 하이브리드 커플러(52,58)와 통신하며 적어도 상기 출력 신호(68,72)를 수신하도록 구성된 마스터 유닛(46), 및 상기 마스터 유닛(46)과 통신하며 상기 출력 신호(68,72)를 소정 기기에 전달하도록 구성된 적어도 하나의 원격 유닛(42)을 추가적으로 포함한다.

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 마스터 유닛;
 상기 적어도 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있는 복수 개의 원격 유닛들;
 상기 복수 개의 원격 유닛들 각각과 결합되어 있는 적어도 하나의 안테나;
 상기 적어도 하나의 마스터 유닛에 통신 가능하게 연결되어 있는 커플러 요소로서,
 복수 개의 다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO) 신호들로서, 복수 개의 MIMO 신호들 중 적어도 제1 및 제2 MIMO 신호들을 포함하는 복수 개의 MIMO 신호들을 수신하도록 구성되며,
 적어도 상기 제1 MIMO 신호 중 일부를 위상 시프트하도록 구성되고,
 상기 제1 MIMO 신호 중 위상 시프트된 일부를 상기 제2 MIMO 신호 중 일부와 결합하도록 구성되며, 그리고
 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 커플러 요소의 제1 출력 포트에서 제공하도록 구성되는, 커플러 요소; 및
 상기 커플러 요소에 연결되어 있는 적어도 하나의 안테나로서, 전송을 위해 상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 수신하도록 구성되는, 적어도 하나의 안테나;
 를 포함하는, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 커플러 요소는,
 적어도 상기 제2 MIMO 신호 중 일부를 위상 시프트하고,
 상기 제2 MIMO 신호 중 위상 시프트된 일부를 상기 제1 MIMO 신호 중 일부와 결합하며, 그리고
 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 상기 커플러 요소의 제2 출력 포트에서 제공하도록 더 구성되고,
 상기 적어도 하나의 안테나는 상기 커플러 요소의 제2 출력 포트에 연결되어 있으며 전송을 위해 상기 제2 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 수신하도록 구성되는, 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,
 상기 커플러 요소의 제1 및 제2 출력 포트들은 상기 적어도 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있으며 전송용으로 안테나들로 분산하기 위해 상기 제1 및 제2 출력 포트들로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 상기 적어도 하나의 마스터 유닛으로 제공하도록 구성되는, 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 마스터 유닛은 MIMO 마스터 유닛인, 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 MIMO 마스터 유닛은 복수 개의 MIMO 원격 유닛들과 결합되어 있으며, 상기 복수 개의 MIMO 원격 유닛들 각각은 복수 개의 안테나와 결합되어 있고, 상기 MIMO 마스터 유닛은 상기 제1 및 제2 출력 포트들 양자 모두로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 하나의 MIMO 원격 유닛에 보내도록 구성되며, 상기 하나의 MIMO 원격 유닛은 상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 하나의 안테나에 보내고 상기 제2 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 다른 하나의 안테나로 보내는, 시스템.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제1 출력 포트로부터의 상기 신호들은 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있으며 상기 제2 출력 포트로부터의 상기 신호들은 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있고, 상기 마스터 유닛은 복수 개의 단일-입력 및 단일-출력(single-input and single-output; SISO) 원격 유닛들과 결합되어 있으며,

상기 마스터 유닛은,

상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들의 결합된 일부들을 하나의 SISO 원격 유닛에 보내도록 구성되고, 그리고

상기 제2 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 다른 하나의 SISO 원격 유닛에 보내도록 구성되는, 시스템.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 복수 개의 원격 유닛들 중 적어도 하나의 원격 유닛은 복수 개의 안테나들을 구비한 MIMO 원격 유닛이고, 상기 마스터 유닛은 MIMO 신호들을 상기 MIMO 원격 유닛 및 안테나들에 보내기 위해 MIMO 신호들의 소스와 결합하도록 구성되며, 상기 커플러 요소는 상기 MIMO 원격 유닛 및 대응하는 안테나들 사이에 결합되어 있고 상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 하나의 안테나에 제공하며 상기 제2 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 다른 하나의 안테나에 제공하는, 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 커플러 요소의 제1 출력 포트는 상기 적어도 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있고 상기 적어도 하나의 안테나로 분산하기 위해 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 상기 마스터 유닛에 제공하도록 구성되는, 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나의 마스터 유닛은 MIMO 마스터 유닛인, 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 적어도 하나의 마스터 유닛은 단일-입력 및 단일-출력(single-input and single-output; SISO) 마스터 유닛인, 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 마스터 유닛은 MIMO 신호들을 상기 복수 개의 원격 유닛들 및 상기 적어도 하나의 안테나로 보내기 위해 MIMO 신호들의 소스와 결합하도록 구성되며, 상기 커플러 요소는 상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부들을 대응하는 안테나에 제공하도록 상기 원격 유닛 및 상기 대응하는 안테나 사이

에 연결되어 있는, 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 원격 유닛은 광학 링크 또는 RF 링크 중 적어도 하나를 통해 상기 마스터 유닛과 결합되어 있는, 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 커플러 요소는 90° 3 dB 하이브리드 커플러인, 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 커플러 요소는 상기 MIMO 신호의 일부를 직교 위상 시프트하는, 시스템.

청구항 15

적어도 하나의 마스터 유닛;

상기 적어도 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있는 복수 개의 원격 유닛들;

상기 복수 개의 원격 유닛들 각각으로부터의 신호들을 전송하기 위해 상기 복수 개의 원격 유닛들 각각과 결합되어 있는 적어도 하나의 안테나; 및

상기 적어도 하나의 마스터 유닛과 통신 가능하게 연결되어 있는 커플러 요소로서,

복수 개의 다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO) 신호들로서, 복수 개의 MIMO 신호들 중 적어도 제1 및 제2 MIMO 신호들을 포함하는 복수 개의 MIMO 신호들을 신호 소스로부터 수신하도록 구성되며,

적어도 상기 제1 MIMO 신호 중 일부를 위상 시프트하도록 구성되고,

상기 제1 MIMO 신호 중 위상 시프트된 일부를 상기 제2 MIMO 신호 중 일부와 결합하도록 구성되며, 그리고

상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 부분들을 커플러 요소의 제1 출력 포트에서 제공하도록 구성되는, 커플러 요소;

를 포함하는, 시스템으로서,

상기 적어도 하나의 마스터 유닛은 상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 부분들을 수신하도록 구성되며,

상기 복수 개의 원격 유닛들은 전송을 위해 상기 제1 출력 포트로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 부분들을 상기 적어도 하나의 마스터 유닛으로부터 수신하는, 시스템.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

복수 개의 다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO) 신호들로서, 복수 개의 MIMO 신호들 중 적어도 제1 및 제2 MIMO 신호들을 포함하는 복수 개의 MIMO 신호들을 수신하도록 연결되어 있는 적어도 하나의 마스터 유닛;

상기 복수 개의 MIMO 신호들을 수신하기 위해 상기 적어도 하나의 마스터 유닛과 결합되어 있는 복수 개의 MIMO 원격 유닛들;

상기 복수 개의 MIMO 원격 유닛들 각각과 결합되어 있는 복수 개의 안테나들; 및

하나의 MIMO 원격 유닛 및 대응하는 안테나들 간에 통신 가능하게 결합되어 있는 커플러 요소로서,

적어도 상기 제1 MIMO 신호 중 일부를 위상 시프트하도록 구성되고,

상기 제1 MIMO 신호 중 위상 시프트된 일부를 상기 제2 MIMO 신호 중 일부와 결합하도록 구성되며,

상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부분들을 커플러 요소의 제1 출력 포트에서 제공하도록 구성되고,

적어도 상기 제2 MIMO 신호 중 일부를 위상 시프트하도록 구성되며,

상기 제2 MIMO 신호 중 위상 시프트된 일부분들을 상기 제1 MIMO 신호 중 일부와 결합하도록 구성되며,

상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 일부분들을 커플러 요소의 제2 출력 포트에서 제공하도록 구성되는, 커플러 요소;

를 포함하는, 시스템으로서,

상기 복수 개의 MIMO 원격 유닛들은 전송을 위해 상기 제1 및 제2 출력 포트들로부터의 상기 제1 및 제2 MIMO 신호들 중 결합된 부분들을 상기 하나 이상의 마스터 유닛으로부터 수신하는, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 무선 통신 시스템들에 관한 것으로 특히, 무선 '다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO)' 통신을 위한 분산 안테나 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도 1에 도시된, 분산 안테나 시스템(10)과 같은 최신 무선 통신 시스템은 상기 시스템(10)의 서비스 영역의 적용범위를 제공하도록 분산된 다수의 원격 유닛들(12)을 포함한다. 특히, 각각의 원격 안테나 유닛(12)은 하나의 안테나(14) 및 적합한 전자기기를 포함하는 것이 전형적이다. 각각의 원격 유닛은 마스터 유닛(16)에 연결되어 있다. 각각의 마스터 유닛(16)은 이어서, 적어도 하나의 '단일-입력 및 단일-출력(single-input and single-output; SISO)' '기지국 송수신기(base transceiver station; BTS, 또는 간단히 말하면 '기지국(base station)'(20)(이하에서는 "SISO BTS(20)"로 표기함)로부터의 신호들을 결합하는 RF 결합 네트워크(18)에 연결되어 있다. 상기 시스템(10)은 각각의 마스터 유닛(16)의 동작을 제어하도록 하는 시스템 제어기(22)를 부가적으로 포함할 수 있다. 도 1에 예시되어 있는 바와 같이, 상기 시스템(10)은 복수의 마스터 유닛들(16) 및 복수의 SISO BTS들(20)을 포함할 수 있으며, 각각의 마스터 유닛(16)은 적어도 2개의 SISO BTS들(20)로부터의 신호들의 결합을 각각의 마스터 유닛(16)의 대응하는 원격 유닛들(12)에 제공하도록 구성된다.

[0003] 도 1에 예시된 바와 같이, 각각의 원격 유닛(12)은 무선 신호(24)를 브로드캐스트하며, 상기 무선 신호(24)는 이어서 전화 기기 또는 컴퓨팅 기기와 같은 모바일 기기일 수 있는 무선 기기(26)에 의해 수신될 수 있다. 특히, 그리고 위에서 논의된 바와 같이, 각각의 원격 유닛(12)으로부터의 무선 신호(24)는 적어도 2개의 SISO BTS들(20)로부터의 신호들의 결합일 수 있다. 따라서, 상기 무선 기기(26)는 상기 원격 유닛들(12)로부터의 무선 신호들(24) 중 어느 하나를 통해 상기 시스템(10)과 통신할 수 있다.

[0004] 기지국과 이동국 간의 통신과 같은 무선 통신을 개선하기 위해, 다중-입력/다중-출력(Multiple-Input/Multiple-Output; MIMO) 기술이 성능 향상 및 광대역 무선 통신 시스템들에 대한 진보된 해결방안들을 제공하는데 이용될

수 있다. 다양한 정보 시리즈에 대한 연구들을 통해, 통상의 SISO 시스템들에 대해 MIMO 기법을 이용하여 실질적인 개선들이 실현될 수 있음을 알 수가 있었다. MIMO 시스템들은 이러한 MIMO 시스템들로 하여금 무선 채널의 다중-경로 자원을 충분히 활용할 수 있게 하는 능력들을 지니고 있다. 이는 다중 경로 효과들을 포용하기보다는 다중 경로 효과들을 중화시키려고 하는 통상의 기법들과는 대조를 이루고 있다. MIMO 시스템들은 기지국에서 그리고 또한 모바일 기기에서와 같이 통신 링크들의 중단들 모두에 있는 다중-요소 안테나들에 의존하는 것이 일반적이다. 바람직한 빔-포밍(beam-forming) 및 다이버시티(diversity) 특성들 외에도, MIMO 시스템들은 또한 공간적으로 독립적인 패러렐 부-채널들을 통해 다중 데이터 스트림들이 전송될 수 있게 하는, 다중화 이득(multiplexing gain)을 제공할 수 있다. 이는 시스템 용량이 상당히 증가하게 되는 결과를 초래시킬 수 있다. 일반적으로는, 도 1에 예시되어 있는 시스템들은 MIMO 기술을 이용할 수가 없다.

[0005] 예를 들면, 도 1의 무선 기기(26)는 상기 원격 유닛들(12) 중 단지 하나의 원격 유닛만과 통신하지만, 이는 복수의 원격 유닛들(12)의 범위로 이루어질 수 있다. 각각의 원격 유닛으로부터의 무선 신호들(24)은 동일 주파수 대이며 동일 데이터를 반송(搬送)하는 것이 전형적이고, 복수의 원격 유닛들(12) 및 상기 무선 기기(26) 간의 통신은 결과적으로 신호 감손(signal degradation) 및 충돌들을 동시에 초래할 수 있다. 더구나, 상기 무선 기기(26)로부터의 데이터 대역폭은 하나의 원격 유닛(12)으로부터의 데이터의 수신 및 처리 속도에 제한된다.

[0006] 그러므로, MIMO 신호들을 핸들링하기 위해 완전히 새로운 시스템을 설치할 필요 없이 분산 안테나 시스템과 같은 무선 시스템 내에서 MIMO 신호들을 이용하는 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시예들의 목적은 단일-입력 및 단일-출력(single-input and single-output; SISO) 동작모드 및 다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO) 동작모드를 제공하는데 사용될 수 있는 분산 안테나 시스템(distributed antenna system; DAS) 및 사용방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예들은 단일-입력 및 단일-출력(single-input and single-output; SISO) 동작모드 및 다중-입력 및 다중-출력(multiple-input and multiple-output; MIMO) 동작모드를 제공하는데 사용될 수 있는 분산 안테나 시스템(distributed antenna system; DAS) 및 사용방법을 제공하는데 그 목적이 있다. 특히, 몇몇 실시예들은 적어도 제1 신호 및 제2 신호를 출력하도록 구성된 MIMO 기지국 및 상기 MIMO 기지국에 연결된 하이브리드 커플러(hybrid coupler)를 포함한다. 상기 커플러는 상기 MIMO 기지국으로부터의 제1 신호 및 제2 신호를 대응하는 제1 및 제2 포트들을 통해 수신하고 적어도 하나의 출력 포트를 통해 출력 신호를 제공하도록 구성된다. 상기 출력 신호는 상기 제1 신호 중 적어도 일부 및 상기 제2 신호 중 적어도 일부를 포함한다. 상기 시스템은 상기 커플러와 통신하고 적어도 상기 출력 신호를 수신하도록 구성된 적어도 하나의 마스터 유닛, 및 고객의 무선 기기와 같은 소정 기기에 적어도 상기 출력 신호를 전달하도록 구성된 적어도 하나의 원격 유닛을 부가적으로 포함한다. 그러한 실시예들에서, 상기 시스템은 SISO 동작모드에서 동작하는 것으로부터 MIMO 동작모드로 동작하는 것으로 분산 안테나 시스템을 동적으로 재구성하도록 선택적으로 동작가능하다.

발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예들은 단일-입력 및 단일-출력(SISO) 동작모드 및 다중-입력 및 다중-출력(MIMO) 동작모드를 제공하는데 사용될 수 있는 분산 안테나 시스템(DAS)이 SISO 동작모드에서 동작하는 것으로부터 MIMO 동작모드로 동작하는 것으로 분산 안테나 시스템을 동적으로 재구성하도록 선택적으로 동작가능하게 함으로써, MIMO 신호들을 핸들링하기 위해 완전히 새로운 시스템을 설치할 필요를 없애준다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 최신 분산 안테나 시스템의 블록 다이어그램이다.

도 2a는 본 발명의 실시예들에 따른 분산 안테나 시스템의 블록 다이어그램이다.

도 2b는 본 발명의 실시예들에 따른 분산 안테나 시스템의 블록 다이어그램이다.

도 3은 실내 환경과 함께 사용되는 본 발명의 실시예들에 따른 분산 안테나 시스템의 블록 다이어그램이다.

도 4는 본 발명의 실시예들에서 이용되는 마스터 유닛의 세부적인 블록 다이어그램이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 실시예들에서 이용되는 원격 유닛의 일부에 대한 세부적인 블록 다이어그램이다.

도 6은 본 발명의 실시예들에서 이용되는 원격 유닛의 대체 부분에 대한 세부적인 블록 다이어그램이다.

도 7a는 실외 시나리오에서의 MIMO BTS의 블록 다이어그램이다.

도 7b는 본 발명의 실시예들에 따른 변형적인 분산 안테나 시스템의 블록 다이어그램이다.

도 8은 90° 3dB 하이브리드 커플러 및 전달 함수 표현의 블록 다이어그램이다.

도 9는 LTE 물리 채널 처리 개요의 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 여기서 이해하여야 할 점은 첨부도면들이 본 발명의 실시예들의 기본 원리들을 예시하는 여러 바람직한 특징들의 어느 정도 간략화된 표현을 반드시 일정한 비율로 제공할 필요가 없다는 점이다. 본원 명세서에 개시된 시스템의 특정 설계 특징들 및/또는 동작 시퀀스는, 예를 들면 여러 예시된 구성요소들의 특정 치수들, 배향들, 위치들, 및 형상들을 포함해서, 특정 대상의 애플리케이션 및 사용 환경에 의해 부분적으로 결정될 수 있다. 예시된 실시예들의 몇몇 특징들은 가시화 및 명확한 이해를 용이하게 하기 위해 확대 또는 왜곡되어 있을 수도 있고 이와는 달리 그 나머지 것들에 대하여 다르게 제공될 수도 있다.
- [0012] 도 2a에는 MIMO 시스템의 한가지 가능한 구현예가 개략적으로 예시되어 있는데, 이 경우 MIMO 기지국은 도 1에 도시된 바와 같은 분산 안테나 시스템에 통합되어 있다. 도 1을 참조하면, 동일한 참조부호들이 필요시 도 2a에서 이용된다. 예시된 바와 같이, 2개의 SISO 기지국들(20)(각각의 SISO 기지국(20)은 SISO BTS (20)임)은 상기 원격 유닛들 각각에 연결된다. 그 외에도, MIMO 기지국(30)은 안테나들(31,32)을 포함하여 상기 원격 유닛들(12)에 연결된다. 상기 MIMO BTS(30)의 안테나 1은 제1 마스터 유닛(16)(마스터 유닛 1)을 통해 원격 유닛들(12a,12d)에 연결된다. 상기 MIMO BTS(30)의 안테나 2는 제2 마스터 유닛(16)(마스터 유닛 2)을 통해 원격 유닛들(12b,12c)에 연결된다. 이 때문에, 각각의 원격 유닛에서 생성된 무선 신호들(24)에 의해 예시된 바와 같이, 각각의 마스터 유닛은 상기 SISO BTS들(20)들에 의해 출력된 신호들의 결합으로부터 결합된 신호 외에도, 상기 MIMO BTS(30)로부터의 신호들을 전송하게 된다. 그러나, 각각의 안테나가 상기 원격 유닛들 모두에 연결되어 있지 않기 때문에, 각각의 원격 유닛은 도시된 바와 같이 2개의 이용가능한 MIMO 신호들 중 단지 하나의 이용가능한 MIMO 신호만을 전송하게 된다. 도 2a에 도시된 적합한 안테나들(31,32) 각각으로부터의 급전 또는 접속용 라인들에 해당하는 개별 파면들이 예시되어 있다.
- [0013] 도 2a에 예시된 실시예가 분산 안테나 시스템 내에서의 MIMO 신호들의 이용가능성을 제공하도록 이용될 수 있지만, 그러한 시스템은 MIMO 시스템에 연관된 원하는 성능 개선들 모두를 실현할 수 없다. 예를 들면, 설정 무선 기기(28)가 상기 원격 유닛들 중 적어도 2개의 원격 유닛들의 결합으로부터의 MIMO 신호들 모두를 수신하더라도, 수신된 RF 전력 불균형이 존재할 수 있는데, 그 이유는 상기 무선 기기(26)가 다른 원격 유닛에 대한 것보다는 한 원격 유닛(12)에 대하여 훨씬 더 근접 위치해 있을 수 있기 때문이다. 더군다나, MIMO 특징들을 지원하는 무선 표준들에 의하면, 상기 MIMO BTS 안테나들(31,32) 중 단지 하나의 MIMO BTS 안테나만에 의해 전송되거나 실제로는 상기 MIMO BTS 안테나들(31,32) 중 단지 하나의 MIMO BTS 안테나만에 의해 전송될 수 있는, WiMAX Frame Preamble 또는 LTE Primary Synchronization Signal(P-SS)과 같은 몇몇 시그널링 매개변수들이 존재한다. 그러므로, 이러한 신호들이 상기 원격 유닛들 모두에 의해 전송되지 않는 경우에, 도 2a에서와 같은 MIMO 시스템에서는, 상기 원격 유닛들 간에 매우 높은 레벨의 적용범위 중복/겹침이 존재한다. 동작시, SISO 및 MIMO 동작 모드들 간의 동적 스위칭이 성능 문제들을 야기할 수 있다.
- [0014] 도 2b에는 본 발명의 실시예들에 따른 MIMO 특징들을 함체하고 있는 분산 안테나 시스템(40)의 다른 한가지 가능한 구현예가 개략적으로 예시되어 있다. 시스템(40)은 서비스 영역의 적용범위를 제공하도록 하는 적어도 하나의 원격 유닛(42)을 포함한다. 특히, 시스템(40)은 복수의 원격 유닛들(42a-h)을 포함한다. 각각의 원격 유닛(42a-h)은 적어도 하나의 적용범위 안테나(44)를 포함하며 마스터 유닛(46a-b)에 연결되어 있다. 각각의 마스터 유닛(46a-b)은 이어서 적어도 2개의 입력을 결합하도록 구성될 수 있는 대응하는 합산 회로(48a-b)에 연결되어 있다. 특히, 각각의 합산 회로(48a-b)는 SISO BTS들(54a,54b)에 연결된 RF 결합 네트워크(50)로부터의 신호를 MIMO BTS(58)로부터의 신호와 결합시킨다. MIMO 기지국으로부터의 신호들(68,70)은 하이브리드 커플러(52)를 통해 제공되어 상기 MIMO BTS(58)의 안테나들(31,32)로부터의 신호들과 결합된다. 상기 RF 결합 네트워크(50)는 복수의 SISO BTS들(54a-b)에 연결되어 있으며 참조번호 56a-b에서와 같이 적어도 하나의 결합된 SISO BTS 신호

를 출력한다.

- [0015] 본 발명의 한 실시태양에 의하면, 하이브리드 커플러(52)는 상기 원격 유닛들(42) 각각에 (2개의 MIMO 신호들이므로 예시된 예에서) 모든 MIMO 신호들을 교차-결합하도록 상기 MIMO BTS(58)에 연결된다. 그러므로, 상기 원격 유닛들(42) 각각은 상기 SISO BTS들(54)로부터의 결합된 데이터 스트림들과 아울러, MIMO BTS(58) 데이터 스트림들 모두를 전송한다. 상기 하이브리드 커플러(52)는 대응하는 안테나들(31,32)로부터의 적어도 2개의 MIMO 신호들을 대응하는 제1 및 제2 포트들(도 2a-b에 예시된 바와 같은 포트들 1,2)을 통해 수신하며, 적어도 하나의 출력 포트(도 2a-b에 예시된 바와 같은 포트들 3,4)를 통해 출력 신호를 제공하도록 구성된다. 예시된 실시예에서는, 2개의 MIMO BTS 안테나들(31,32)로부터의 결합된 신호들은 상기 출력 포트들 3,4에서 제공된다. 각각의 출력 신호는 안테나(31)로부터의 제1 신호 중 적어도 일부, 및 안테나(32)로부터의 제2 신호 중 적어도 일부를 포함한다. 상기 하이브리드 커플러 회로에서, 상기 입력 포트들 1,2 중 하나의 입력 포트에서 제공된 제1 신호(예컨대, 안테나 1) 중 상기 일부 또는 제2 신호(예컨대, 안테나 2) 중 상기 일부는 제1 및 제2 커플러 포트들 1,2 중 대응하는 다른 하나의 커플러 포트에서 수신된 제1 신호 및/또는 제2 신호에 대하여 위상 시프트된다. 특히, 상기 하이브리드 커플러(52)는, 상기 하이브리드 커플러(52)가 제1 MIMO 안테나(31)로부터의 제1 신호(62), 및 제2 MIMO 안테나로부터의 제2 신호(64)를 포함하는, MIMO BTS(58)로부터의 제1 및 제2 신호들을 수신하도록 구성되게끔 MIMO BTS(58) 및 마스터 유닛들(46a-b) 사이에 배치된다. 이어서, 상기 하이브리드 커플러(52)는 상기 제2 신호(64)의 위상 시프트된 부분과 상기 제1 신호(62) 중 일부를 결합시키고 제1 출력 포트(예컨대, 출력 포트 3)를 통해 그러한 제1 출력 신호(68)를 출력시킨다. 커플러(52)는 또한 상기 제1 신호의 위상 시프트된 부분과 상기 제2 신호(64) 중 일부를 결합시키고 제2 출력 포트(예컨대, 출력 포트 4)를 통해 그러한 제2 출력 신호(70)를 출력시킨다. 한 전형적인 실시예에서, 상기 하이브리드 커플러(52)는 (또한 "직교(quadrature)" 커플러로 언급되는) 90° 3dB 커플러이다.
- [0016] 더군다나, 당업자라면 몇몇 실시예들에서, 상기 MIMO BTS(58)로부터의 제1 및 제2 신호들이 도 2a에 도시된 실시예와 같은 하이브리드 커플러(58)를 통과하기보다는 오히려 대응하는 합산 회로들(48a-b) 및/또는 마스터 유닛들(46a-b)에 개별적으로 제공될 수 있음을 알 수 있는 것이다.
- [0017] 몇몇 실시예들에서는, 상기 합산 회로(48a)가 결합된 SISO BTS 신호(56a) 및 상기 제1 결합된 MIMO 신호(68)의 결합인 제1 마스터 유닛 신호(72)를 제공하도록 구성된다. 합산 회로(48b)는 상기 결합된 SISO BTS 신호(56b) 및 상기 제2 결합된 MIMO 신호(70)의 결합인 제2 마스터 유닛 신호(74)를 제공하도록 구성된다. 상기 마스터 유닛들(46a-b) 및 원격 유닛들(42a-h)은 이어서 시스템 제어기(76)에 의해 제어될 수 있는데, 상기 시스템 제어기(76)는 알람 포워딩(alarm forwarding) 기능과 아울러, 상기 마스터 유닛들(46a-b) 및 원격 유닛들(42a-h)의 전반적인 감시 및 제어 기능을 제공할 수 있다.
- [0018] 몇몇 실시예들에서는, 각각의 원격 유닛(42a-h)은 고속 디지털 운반 매체들 또는 링크들(80a-b, 82, 84a-b, 및/또는 86a-b)을 통해 각각의 원격 유닛(42a-h)의 대응하는 마스터 유닛들(46a-b)에 접속될 수 있다. 변형적으로는, 아날로그 운반 매체/링크는 상기 원격 유닛들을 상기 대응하는 마스터 유닛들과 접속시키기 위해 사용될 수 있다. 또한, 상기 운송 링크들은 이하에서 논의되는 바와 같이 광섬유를 사용하는 광학 링크들로서 구현될 수 있다. 그러한 섬유를 가지고, 상기 원격 유닛들 및 마스터 유닛들 간의 트래픽이 라디오-오버 파이버(radio-over-fiber; RoF) 포맷을 사용하여 구현될 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 제1 마스터 유닛 신호(72) 및/또는 상기 제2 마스터 유닛 신호(74)는 디지털 포맷으로 상기 원격 유닛들(42a-h) 중 적어도 일부에 제공되는데, 이는 전송 회선 효과들에 기인한 적어도 일부 성능저하를 방지하는데 기여할 수 있다. 당업자라면 필터링이 특정 신호들의 분산을 허용 및/또는 저지하는데 또한 사용될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 이 때문에, 그리고 몇몇 실시예들에서는, 상기 링크들(80a-b, 82, 84a-b 및/또는 86a-b) 각각은 광섬유 케이블과 같은 광대역의 디지털 변조 광학 인터페이스일 수 있다. 따라서, 각각의 마스터 유닛(46a 및/또는 46b)은 각각의 마스터 유닛(46a 및/또는 46b)의 대응하는 마스터 유닛 신호들(72 및/또는 74)을 디지털화하고 각각의 마스터 유닛(46a 및/또는 46b)의 대응하는 원격 유닛들(42a-42d 및/또는 42e-h)에 대하여 그러한 디지털 신호들을 출력시킨다. 이러한 디지털 출력 신호들이 몇몇 실시예들에서는 프레임들로 시분할 다중화되고 시리얼 스트림으로 변환될 수 있다. 상기 원격 유닛들(42a-42d 및/또는 42e-h)은 이어서 상기 원격 유닛들(42a-42d 및/또는 42e-h)의 대응하는 마스터 유닛들(46a 및/또는 46b)로부터의 디지털 출력 신호들을 수신하고, 상기 디지털 출력 신호들을 전기 신호들로 변환하며, 필요한 경우에 여러 타임 슬롯들을 역-프레임화하며 그리고/또는 전기 신호들을 역-직렬화하고, 그리고 전기 신호들을 상기 원격 유닛들(42a-42d 및/또는 42e-h)의 국부 안테나(44)를 통해 적어도 하나의 무선 유닛(90)에 전송하도록 구성될 수 있다.
- [0019] 상기 원격 유닛들(42a-h)은 디지털 RF 음성 및/또는 데이터 신호들을 상기 원격 유닛들(42a-h)의 국부 안테나

(44)를 통해 무선 유닛(90)으로 그리고/또는 무선 유닛(90)으로부터 송신 및/또는 수신하도록 구성된다. 이하에서 논의되겠지만, 상기 원격 유닛들이 어떠한 방식으로 상기 마스터 유닛들에 연결되는지에 따라, 상기 원격 유닛들(42b, 42d 및/또는 42f)이 또한 원격 유닛들(42a, 42c 및/또는 42e) 각각으로부터의 디지털 신호를 수신하도록 구성될 수 있는데, 상기 원격 유닛들(42a, 42c 및/또는 42e) 각각으로부터의 디지털 신호의 수신은 체인 방식으로 상기 원격 유닛들(42b, 42d 및/또는 42f) 각각으로부터의 디지털 신호의 수신보다 먼저 수행된다. 원격 유닛들 간의 이러한 디지털 신호는 이전의 원격 유닛들(42a, 42c 및/또는 42e)에 의해 수신된 무선 유닛(90)으로부터의 신호들을 포함할 수 있다. 이리하여, 상기 디지털 신호는 상기 원격 유닛들(42a, 42c 및/또는 42e)에 의해 수신된 다른 한 신호와 결합될 수 있다. 이 때문에, 무선 유닛들(90)로부터의 디지털 무선 신호들은 대응하는 마스터 유닛(46a 및/또는 46b)과 결합될 수도 있고 그리고/또는 대응하는 마스터 유닛(46a 및/또는 46b)으로 다시 전송될 수도 있다. 그리고나서, 상기 마스터 유닛들(46a 및/또는 46b)은 마스터 유닛의 대응하는 원격 유닛들(42a-d 및/또는 42e-h)로부터의 신호를 광신호로부터 전기 신호로 변환하여 상기 전기 신호를 상기 SISO BTS들(54a-b) 및 MIMO BTS(58)에 송신할 수 있는데, 상기 SISO BTS들(54a-b) 및 MIMO BTS(58)는 상기 SISO BTS들(54a-b) 및 MIMO BTS(58)의 대응하는 전기 신호 중 일부들을 검출 및 수신하도록 구성될 수 있다. 변형적으로는, 상기 마스터 유닛들(46a 및/또는 46b)은 이때 상기 마스터 유닛들(46a 및/또는 46b)의 대응하는 원격 유닛들(42a-d 및/또는 42e-h)로부터의 신호를 광신호로부터 전기 신호로 변환하고, 상기 전기 신호를 상기 SISO BTS들(54a-b) 및 MIMO BTS(58)에 의해 이용되는 대역들에 상응하는 복수의 대역들로 분리하며, 상기 복수의 전기 신호들을 복수의 아날로그 신호들로 변환하고, 그리고 상기 복수의 아날로그 신호들을 상기 SISO BTS들(54a-b) 및/또는 MIMO BTS(58)에 송신할 수 있다.

[0020] 도 2b에 예시된 바와 같이, 예를 들어, 마스터 유닛(46a-b)은 여러 방식으로 대응하는 원격 유닛들(42a-h)에 선택적으로 접속될 수 있다. 예를 들면, 마스터 유닛(46a)은 원격 유닛들(42a-b)로의 업링크를 위해 반-이중(half-duplex) 링크(80a)를 통해 원격 유닛들(42a-b)에 접속되는 것으로 그리고 다운링크를 위해 반-이중 링크(80b)를 통해 상기 원격 유닛들(42a-b)에 접속되는 것으로 예시되어 있다. 그러나, 마스터 유닛(46a)은 전-이중 링크(82)를 통해 원격 유닛(42c-d)에 접속되는 것으로 예시되어 있다. 마찬가지로, 마스터 유닛(46b)은 원격 유닛들(42e-f)로의 업링크를 위해 반-이중 링크(84a)를 통해 원격 유닛들(42e-f)에 접속되는 것으로 그리고 다운링크를 위해 반-이중 링크(84b)를 통해 상기 원격 유닛들(42e-f)에 접속되는 것으로 예시되어 있다. 그러나, 마스터 유닛(46b)은 전-이중 링크(86a)를 통해 원격 유닛(42g)에 접속되는 것으로 그리고 전-이중 링크(86b)를 통해 원격 유닛(42h)에 접속되는 것으로 예시되어 있다. 이 때문에, 전-이중 링크에서는, 상기 업링크 신호들 및 다운링크 신호들이 서로 다른 파장들을 통해 반송되며 파장 분할 다중화기(wavelength division multiplexer; WDM)는 상기 마스터 유닛들(46a-b) 및 원격 유닛들(42a-h)에서 2개의 광신호들을 결합 및/또는 분할하는데 이용된다. 변형적으로는, 상기 마스터 유닛들(46a-b) 및 원격 유닛들(42a-h)은, 특히 동축 케이블, 연선쌍(twisted pair) 구리 와이어들, 자유 공간 RF 또는 광학기기를, 또는 이더넷, SONET, SDH, ATM 및/또는 PDH와 같은 공유 네트워크들과 같은 고속 데이터 매체에 대해 서로 다른 송수신기를 통해 통신할 수 있다. 당업자라면 알 수 있는 바와 같이, 도 2b에 예시된 바와 같은 전형적인 링크들 중 하나 이상의 링크들은 상기 원격 유닛들 모두를 상기 마스터 유닛들에 연결하기 위해 선택될 수 있다.

[0021] 몇몇 실시예들에서, 도 2b에 예시된 시스템(40)은 SISO 시스템 및/또는 MIMO 시스템으로서 선택적으로 그리고 동적으로 이용될 수 있다. 예를 들면, 상기 하이브리드 커플러(52)가 활성화되지 않은 경우에, 상기 SISO BTS들(54a-b)로부터의 신호들은 상기 원격 유닛들(42a-h) 중 적어도 일부에 전송될 수 있으며 상기 시스템은 SISO 시스템에 유사하게 이용될 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 원격 유닛들(42a-h) 각각은 상기 SISO BTS들(54a-b)에 의해 사용되는 무선 주파수들에 상응하는 적어도 2개의 무선 주파수들을 통해 통신한다. 그러나, 상기 하이브리드 커플러(52)가 선택적으로 활성화되는 경우에, 상기 SISO BTS들(54a-b)로부터의 신호들은, 각각의 원격 유닛(42a-h)이 상기 SISO BTS들(54a-b)에 의해 사용되는 무선 주파수들에 상응하는 적어도 2개의 무선 주파수들을 통해 상기 SISO BTS들(54a-b)로부터의 신호들을 통신하고 상기 MIMO 신호들 양자 또는 모두를 통신하게끔 상기 결합된 MIMO 출력 신호들(68,70)과 결합될 수 있다. 따라서, 상기 하이브리드 커플러(52)의 선택적 활성화는 상기 시스템(40)을 SISO 동작 모드로부터 MIMO 동작모드로 동적으로 재구성하는 결과를 초래한다. 이 때문에, 상기 시스템(40)은 상기 MIMO BTS 안테나들 중 단지 하나의 MIMO BTS 안테나에 의해서만 전송되거나 또는 상기 MIMO BTS 안테나들 중 단지 하나의 MIMO BTS 안테나에 의해서만 전송될 수 있는 WiMAX Frame Preamble 및/또는 LTE P-SS(Primary Synchronization Signal)를 핸드러링하도록 구성되는 실내 MIMO 시스템으로서 사용될 수 있다.

[0022] 따라서, 상기 MIMO BTS(58)로부터의 제1 및 제2 신호들(62,64)의 부분들은 MIMO 동작에 영향을 주지 않고서도 상기 원격 유닛들(42a-h) 모두에 교차-연결 및 결합되어 송신될 수 있다. 예를 들면, 상기 시스템(40)의 각각의 원격 유닛(42a-h)은 상기 결합된 SISO BTS 신호들(52a-b)과 함께 상기 MIMO BTS(58) 및 상기 MIMO BTS(58)의

안테나들(31,32)(예컨대, 출력 신호(68) 또는 출력 신호(70))로부터 양자(또는 모든) 데이터 스트림을 전송하도록 구성될 수 있다.

[0023] 도 3에는 도 2b의 시스템(40)과 유사하지만 실내 환경(104)에서 사용되는 복수의 원격 유닛들(42a-d)을 포함하는 무선 통신 시스템(100)이 개략적으로 예시되어 있다. 특히, 도 3에는 원격 유닛들(42a-b)의 신호들이 실질적으로 겹치지 않게끔 상기 마스터 유닛(46a)에 연결된 원격 유닛들(42a-b)이 상기 실내 환경(104)에 대해 배치되어 있는 것으로 예시되어 있다. 원격 유닛들(42c-d)이 마찬가지로 배치될 수 있다. 이 때문에, 상기 환경(104)의 일부에 있는 무선 기기(90)는 2개의 원격 유닛들로부터의 신호들을 수신할 수 있다(도 3에 예시된 바와 같이, 무선 기기(90)는 원격 유닛들(42a,42d)로부터의 신호들을 수신한다). 이 때문에, MIMO 공간 다중화가 활용될 수 있는데, 그 이유는 상기 무선 기기(90)가 2개의 서로 다른 마스터 유닛들(46a,46b)에 의해 공급된 2개의 원격 유닛들(42a,42d)로부터의 2개의 상이한 신호들을 수신하는 것이 가능하다.

[0024] 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 분산 안테나 시스템 내에 하이브리드 커플러를 합체시킴으로써, MIMO 신호들 모두(이러한 경우에, MIMO 신호들 양자 모두)는 MIMO 동작에 영향을 주지 않고서도 상기 원격 유닛들 모두에 교차-연결되어 송신될 수 있다. 각각의 원격 유닛은 스트림간 간섭(inter-stream interference)을 생성하지 않고서도 MIMO 패러렐 데이터 스트림들 양자 모두를 전송할 수 있는데, 그 이유는 그들 간에 90° 위상 시프트가 존재하기 때문이다. 즉, 분산된 MIMO 개념은 2개의 패러렐 분산 MIMO 시스템들로 분할된다. 제1 분산 MIMO 시스템은 "동상(in-phase)이지만, 제2 분산 MIMO 시스템은 90° 위상 시프트"된다. 물론, MIMO 공간 다중화를 활용하기 위해, 상기 무선 기기(90)가 상이한 마스터 유닛들에 의해 공급된 원격 유닛들 중 적어도 2개의 원격 유닛들로부터의 실질적인 전력 분담들을 수신할 필요가 있다. 그러므로, 이 때문에, MIMO 공간 다중화를 유지하기 위해, 상기 무선 기기(90)가 예를 들면 서로 다른 마스터 유닛들과 연결되어 있는 2개의 원격 유닛들 중 하나보다 많은 원격 유닛들로부터 전력을 받을 것이 바람직하다.

[0025] 본 발명의 한가지 이점은 원격 유닛들이 MIMO 기지국 안테나들 중 단지 하나의 MIMO 기지국 안테나에 연관된 신호들을 전송하는 경우에 본 발명이 위에서 주지한 문제들을 해결하는 것이다. 마찬가지로, 특정 원격 유닛(42a-d)에 더 근접해 위치하게 될 때 상기 무선 유닛(90)에 영향을 줄 수 있는 전송된 패러렐 데이터 스트림들 간의 성능 감손들이 해결될 수 있는데, 그 이유는 2개의 원격 유닛들(42a-d)로부터의 2개의 신호들에 대한 수신된 전력 레벨들이 실내 환경(104)의 대부분 위치들에 대해 유사한 것이 전형적이기 때문에, 데이터 처리량을 증가시키기 때문이다. 이러한 문제는 종종 단지 단일 데이터 스트림만을 전송하는 원격 유닛들을 가지는 분산 MIMO 시스템에 영향을 주는 "근거리-원거리 문제(near-far problem)"로서 종종 언급된다. 이러한 문제는 3 dB 90° 하이브리드 커플러를 사용하여 이하의 본원 명세서에서 논의되는 바와 같이 해결된다.

[0026] 본 발명의 다른 한 특정 이점은 SISO 시스템에 대해 최초로 구현된 기존의 분산 안테나 기반구조 내에 MIMO 시스템의 배치를 제공할 수 있는 능력이다. 본 발명은 또한 MIMO 기지국에 의해 수행되는 SISO 및 MIMO 동작모드 간의 선택적 연결 또는 동적 스위칭을 통해 동작가능하다. 더군다나, 상기 MIMO 기지국이 다운링크 공간 다중화 모드에서 동작하는 경우에, 본 발명은 전송된 패러렐 데이터 스트림들에 관한 성능 균등화(performance equalization)를 제공한다. 즉, 주지한 바와 같이, 90° 3dB 하이브리드 커플러는 "근거리-원거리 문제"를 해결하기 위해 사용된다. 상기 하이브리드 커플러를 통해 수행되는 스트림간 교차-연결은 2개의 데이터 스트림들 간의 잠재적인 성능 불일치를 해결하기 위해 3GPP LTE 표준에 의해 규정된 바와 같은 MIMO 프리코딩(MIMO precoding)에 대한 대체물과 유사하게 작용하거나 상기 MIMO 프리코딩에 대한 대체물로서 작용한다. 즉, 본 발명에 의해 제공되는 프리코딩은 서로 다른 채널 조건들에 직면하게 되는 2개의 데이터 스트림들의 (비트 오류율, 오류 벡터 크기 등과 같은) 성능을 균등화하려고 한 것이다. 상기 "근거리-원거리 문제"의 경우에, 상기 2개의 스트림들은 서로 다른 채널 경로-손실들에 직면하게 된다. 더군다나, 상기 LTE 표준의 적합한 동작을 위해, 최소 심볼들이 스트림간 간섭을 회피하는 수신기 측에서 회복될 수 있도록 프리코딩 코딩 스킴이 직교방식으로 수행되는 것이 강제화되어 있다. 이러한 조건은 본 발명의 한 실시태양에 따라 이하에서 논의되는 바와 같은 90° 하이브리드 커플러 입력-출력 전달 함수에 의해 충족된다.

[0027] 도 8을 참조하면, 도 8에는 90° 3dB 하이브리드 커플러가 도시되어 있으며 상기 90° 3dB 하이브리드 커플러는 "근거리-원거리 문제"로 인한 데이터 스트림들(코드-워드들) 간의 가능한 성능 감손을 보상하도록 하는 "하드웨어" MIMO 프리코딩 회로로서 작용한다. 도 8에 도시된 수학적식은 90° 3dB 하이브리드 커플러의 전달 함수 매트릭스 및 입력 및 출력 포트 관계를 각각 예시한 것이다. 이 때문에, 본 발명의 한 실시태양에 의하면, 도 8에 반영된 전달 함수 매트릭스는 또한 90° 3dB 하이브리드 커플러의 MIMO 프리코딩 매트릭스로서 간주될 수 있다. 도 9에는 전형적인 LTE 물리 채널 처리 스트림에서의 MIMO 프리코딩 블록의 위치가 예시되어 있다. 본 발명의 한 실시태양에 의하면, 본원 명세서에 개시된 바와 같은 LTE MIMO 분산 안테나 시스템 내에 90° 3dB 하이브리드 커플러

플러를 활용하는 것은 BTS 물리 채널 처리에서보다는 오히려 BTS 안테나 포트들에서 프로코딩의 성능을 알아낸다. 그러므로, 본 발명은 사용자 장비의 피드백을 기반으로 하는 프리코딩 선택 기능을 수행하는 MIMO BTS 스케줄러 회로에 대한 하드웨어 개선을 제시한다.

[0028] 본 발명의 다른 한 실시태양에 의하면, 본 발명의 실시예들에서 이용되는 하이브리드 커플러는 입력 신호들을 서로에 대하여 직교하게 한다. 입력 포트들 1,2 및 출력 포트들 3,4 간의 상호관계는 결과적인 전달 함수 매트릭스가 서로 동일하게 됨을 제공하고, 심지어는 입력 및 출력 포트들의 교체를 제공한다. 이는 공간 다중화를 지원할 수 있는 능력에 영향을 주지 않고서도 MIMO 신호들을 결합할 수 있는 가능성을 본 발명에 제공한다.

[0029] 도 4 내지 도 6에는 본 발명의 실시예들을 구현하기 위한 전형적인 분산 안테나 시스템이 예시되어 있다. 이 하에는 마스터 유닛(46)에 초점이 맞춰진 것으로, 도 4에는 상기 마스터 유닛(46)의 세부적인 블록 다이어그램이 도시되어 있다. 각각의 마스터 유닛(46)은 1 내지 6개의 무선 채널들(이하에서는 "경로(path)"로서 언급됨)(110), 1 내지 4개의 디지털 변조 광학 채널들(112), 제어기(114), 클럭 생성기(116), 및 이더넷 스위치(118)를 포함할 수 있다.

[0030] 한 실시예에서, 참조번호 110a와 같은 각각의 경로는 예를 들면 SISO BTS들(54a-b) 및/또는 MIMO BTS(58)로 및 SISO BTS들(54a-b) 및/또는 MIMO BTS(58)로부터의 신호를 핸들링하도록 구성될 수 있다. FDD 무선 인터페이스의 경우에, 상기 경로들(110a)에는 업링크 신호 및 다운링크 신호를 핸들링하도록 결합기 및 듀플렉서(120)가 채용된다. RF 하향 주파수 변환기(122)는 A/D 변환기(124)에 완전한 부하가 걸리게 하기 위해 상기 결합기/듀플렉서(120)로부터의 수신된 신호를 증폭할 수 있다. 상기 RF 하향 주파수 변환기(122)는 A/D 변환기 통과 대역에 내재하는 하나의 대역의 중심 주파수를 설정한다. 광대역 AD(124)는 상기 무선 인터페이스의 전체 다운링크 대역을 디지털화하여 모든 다운링크 채널들이 디지털화되게 한다. 리샘플러(resampler; 126)는 상기 신호를 복소수 형식으로 변환하고, 몇몇의 경우에는 주파수 대역을 디지털 방식으로 하향 주파수 변환하며, 상기 신호를 데시메이션(decimation) 및 필터링하고 그리고 이를 리샘플링한다. 이는 광학 회선들을 통해 전달되어야 하는 참조번호 128a와 같은 다운링크 신호에 연관된 데이터량을 감소시키고 상기 디지털화된 데이터의 레이트를 광학 네트워크 레이트와 동기화시킨다.

[0031] 상기 무선 채널(110a)의 업링크 섹션은, 신호들(129a-d)과 같은 업링크 신호들이 전기 신호로 변환된 후에 상기 마스터 유닛(46)에 연결된 원격 유닛들(42)로부터의 상기 무선 채널(110a)의 업링크 섹션에 할당된 대역에 대하여 신호들(129a-d)과 같은 업링크 신호들을 참조번호 120을 통해 합산한다. 합산(130)은 리샘플링되고, 몇몇의 경우들에서는 서로 다른 데이터 레이트에 대한 변화에 대해 보간되며, 상기 리샘플러(132)에 의해 상향 주파수 변환되고 그리고 나서 D/A 변환기(134)에 의해 아날로그 형태로 변환된다. RF 상향 주파수 변환기(136)는 상기 아날로그 신호의 중심 주파수를 상기 무선 인터페이스에 대해 적합한 주파수로 변환하여 이를 증폭한다. 증폭된 신호는 결합기/듀플렉서(120)에 인가되며 SISO BTS(54a-b) 및/또는 MIMO BTS(58)로 다시 경로지정된다.

[0032] TDD 무선 인터페이스들을 이용하는 실시예들에서, 상기 결합기 및 듀플렉서는 도 4에서 예를 들면 무선 채널(110b)에 도시되어 있으며 도 5에서 상세하게 도시된 스위칭 기능부(138)로 대체된다. 상기 마스터 유닛(46)이 다운링크 신호를 수신하고 있지만, 상기 RF 상향 주파수 변환기 내의 RF 증폭기는 디스에이블(disable)되고 상기 스위칭 기능부(138) 내의 분로 스위치는 누설을 부가적으로 감소시키기 위해 상기 RF 증폭기를 접지로 분로시킬 수 있다. 상기 마스터 유닛(46)이 업링크 신호를 기지국(42)에 송신하는 시간 간격들 동안에, 상기 RF 증폭기가 인에이블(enable)되고, 상기 분로 스위치가 개방되며 상기 스위칭 기능부(138) 내의 시리즈 스위치(series switch)는 고전력 레벨들로 인한 손상으로부터 상기 RF 하향 주파수 변환기를 보호하기 위해 개방될 수 있다. 스위치 제어 타이밍(144)은 다운링크 신호(128b)로부터 마스터 유닛 제어기(114)에 의해 결정된다. 그 외에도, 포맷터(formatter; 146)는, 시리얼 데이터 스트림이 전기-광학 송수신기(148) 내의 송신기에 송신되기 전에 상기 시리얼 데이터 스트림에 포함된 중복 디지털 정보를 감소시키도록 데이터 압축을 적용할 수 있다. 그러한 데이터 압축은 비트 레이트가 낮은, 비용이 덜 드는 송수신기를 사용하거나 대역폭을 절감하는 것을 허용할 수 있다. 압축된 시리얼 데이터는 수신기 측 포맷터(146)에 의해 광학 수신부(148)의 양단부를 통해 수신된 후에 압축해제된 데이터 스트림으로 변환될 수 있다.

[0033] 각각의 디지털 변조 광학 채널(112a-b)은 포맷터(146) 및 전기-광학 송수신기(148)로 이루어져 있다. 송출 측 상에서는, 상기 포맷터(146)가 '감소 미디어 독립 인터페이스(Reduced Media Independent Interface; RMII) 포맷(150a-b), 동작 및 유지(operation and maintenance; O&M) 데이터(152a-c) 및 동기화 정보로 이루어진 고객 이더넷과 함께, 디지털화된 다운링크 신호(128a-b)를 시분할 다중화된 프레임들로 블록화한다. 다른 실시예들에서는, 특히 MII, RMII, GMII, SGMII, XGMII과 같은 다른 인터페이스들이 RMII 인터페이스 대신에 사용될 수 있

다. 프레임화된 데이터는 논리 "1"들 또는 "0"들의 긴 스트림들을 제거하기 위해 선형 피드백 시프트 레지스터의 출력과 상기 프레임된 데이터를 배타적 OR(XOR) 연산함으로써 랜덤화(randomization)될 수 있다. 8 비트/10 비트 또는 64 비트/66 비트 코딩과 같은 다른 공지된 코딩 포맷들도 사용될 수 있지만, 디지털 시리얼 링크의 사용으로 효율이 감소하게 되는 결과를 초래할 수 있다. 그리고나서, 이러한 디지털 데이터는 전기-광학 송수신기(148) 내의 광학 송수신기를 변조하는데 사용되는 시리얼 스트림으로 변환된다. 단일 섬유 구현예에서는, 파장 분할 다중화기(wavelength division multiplexer; WDM)(149)가 2개의 광학 신호들을 결합 또는 분할하는데 채용될 수 있다.

[0034] 상기 원격 유닛들(44)로부터의 착신 신호들의 경우에, 상기 전기-광학 송수신기(148)는 광학 신호를 전기 신호로 변환시킨다. 상기 포맷터(146)는 착신 비트 스트림에 대하여 위상 고정하고 상기 데이터 레이트에 대하여 위상 고정되고 시리얼 데이터 스트림과 정렬되는 비트 클럭을 생성한다. 그리고나서, 상기 포맷터(146)는 상기 시리얼 스트림을 패러렐 디지털 데이터 스트림으로 변환하고, 이를 역-랜덤화하며 그리고 프레임 동기화를 수행한다. 그리고나서, 상기 포맷터(146)는 각각의 대역에 대하여 디지털화된 업링크 신호를 생성하고, 각각의 대역을 버퍼링(buffering)하며 그리고 필요한 경우에 적합한 무선 채널(110a, 110b)로 상기 대역들을 경로지정한다. 마지막으로, 상기 포맷터(146)는 상기 버퍼들 및 O&M 이더네 데이터(152a-c) 및 사용자 이더넷 데이터(150a-b)를 생성하고 이들을 상기 제어기(114) 및 이더넷 스위치(118)로 각각 경로지정한다.

[0035] 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 국부적으로 저장된 정보 및 상기 O&M 이더넷 데이터로부터의 정보를 사용하여 상기 마스터 유닛(46) 내의 다른 블록들을 설정 및 제어한다. 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 또한 이러한 정보를 상기 원격 유닛들(42)에 전달하고 상기 원격 유닛들(42) 및 상기 마스터 유닛(46)의 상태를 상기 시스템 제어기(76)에 보고한다. 참조번호(110b)와 같은 무선 채널이 TDD 무선 인터페이스에 할당될 때, 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 또한 TDD 스위치 제어 타이밍(44)을 도출하도록 상응하는 다운링크 신호(128b)를 사용한다.

[0036] 상기 시스템 제어기(76)는 전반적인 시스템을 제어하는 것이 일반적이다. 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 개인 모듈들을 감시할 뿐만 아니라 개인 모듈들을 설정하는 기능을 수행한다. 상기 설정 및 감시 기능들의 일부로서, 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 다운링크 시그널링을 복호화하거나 시간에 따라 변화하는 UL RSSI와 같은 다른 소스, 또는 외부 소스로부터 제공된 소정의 기지국 클럭 신호로부터 다운링크 시그널링을 획득함으로써 TDD 시스템들에서 업링크/다운링크 스위치 타이밍을 결정하도록 동작가능하다. TDMA 시스템들에서의 다운링크 프레임 클럭은 다운링크 시그널링을 복호화하여 업링크 또는 다운링크 '무티нг(muting)', 타임 슬롯들 내에서의 업링크 또는 다운링크 '수신 신호 강도 표시(Received Signal Strength Indication; RSSI) 측정들, 업링크 및 다운링크 트래픽 분석 등과 같은 타임 슬롯 기반 함수들을 허용함으로써 결정 및 분산될 수 있다. 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 상기 리샘플러(126, 132)에서 필터 구조를 자동으로 설정하는데 기여하거나 상기 리샘플러(126, 132)에서 필터 구조를 자동으로 설정하도록 RF 스펙트럼에서 활성 채널들을 검출할 수 있다. 상기 리샘플러에서의 개별 신호들의 최적 레벨링은 또한 다운링크 RF 대역에서의 다양한 신호들의 RSSI의 측정에 의해 결정될 수 있다. 원격 유닛 제어기는 상기 원격 유닛(42)의 업링크에서 유사한 태스크들을 수행할 수 있다.

[0037] 상기 클럭 생성기(116)는 안정된 온도 보상 전압 제어 크리스탈(stable temperature compensated voltage controlled crystal; TCXO)"을 사용하여 마스터 유닛(46) 기능 블록들에 대해 안정된 클럭들 및 기준 신호들을 생성할 수 있다. 그러나, 상기 시스템이 필요한 안정된 클럭들을 생성하는 것이 가능한 동안 다른 기기들 또는 크리스탈들이 또한 클럭킹 신호들을 생성하는데 사용될 수 있다는 점을 당업자라면 알 수 있을 것이다.

[0038] 이하에는 원격 유닛(42)에 초점이 맞춰진 것으로, 도 5a 및 도 5b에는 본 발명의 실시예들에 따른 원격 유닛(42)의 세부적인 블록 다이어그램이 도시되어 있다. 각각의 유닛(44)은 1 내지 6개의 무선 채널들(160), 1 또는 2개의 DMOC들(162), 원격 유닛 제어기(164) 및 이더넷 스위치(166)를 포함할 수 있다.

[0039] 상기 DMOC들(162)은 다운스트림(168) 및 업스트림 채널들(170)로 지정될 수 있다. 상기 다운스트림 채널(168)은, 데이지 체인(daisy chain) 방식으로 구성된 경우에 데이지 체인에서 원격 유닛(42)에 선행하는 이러한 원격 유닛(42)에 접속된다. 업스트림 채널(170)은 마스터 유닛(46)에 접속되거나 다른 한 원격 유닛(42)에 접속된다. 상기 DMOC(162) 기능 블록들은 상기 마스터 유닛(46) 내의 기능 블록들과 유사하다. 양자 모두는 포맷터(172) 및 전기-광학 송수신기(174)로 이루어져 있다. 송출 데이터는 버퍼링되며, 프레임들로 포맷팅되고, 랜덤화되며, 패러렐-시리얼 변환되고 그리고 상기 전기-광학 송수신기(174) 내의 광학 송수신기를 변조하는데 사용된다. 착신 데이터는 광학 포맷으로부터 전기 포맷으로 변환되고, 비트 동기화되며, 역-랜덤화되고, 프레임 동기화되며 그리고 패러렐 포맷으로 변환된다. 그리고 나서, 다양한 데이터 타입들이 생성되며, 버퍼링되고 그리고 상기 원격 유닛(42) 내의 다른 기능 블록들로 분산된다. 몇몇 실시예들에서, 포맷터(172)는 디지털 광학

링크를 통한 대역폭을 감소시키도록 압축 및 압축해제를 구현할 수 있다.

[0040] 상기 원격 유닛(42)에서의 무선 채널들은 상기 마스터 유닛(46)에서의 무선 채널들과 기능적인 면에서 유사하다. 각각의 무선 채널은 단일 RF 대역을 핸들링하도록 구성된다. 상기 마스터 유닛(46) 무선 채널들(110)과는 달리, 상기 원격 유닛(42) 무선 채널들(160)은 교차 대역 커플러(176)를 통해 상기 원격 유닛(42)의 안테나(44)에 접속된다. FDD 무선 인터페이스들의 경우에, 무선 채널(160a)과 같은 무선 채널들은 상기 업링크 신호 및 상기 다운링크 신호를 분할하기 위해 듀플렉서(178)를 이용한다. 듀플렉서들, 교차-대역 결합기들 및 커플러들은 마스터 유닛(46) 또는 원격 유닛들(42) 중 어느 하나의 몇몇 실시예들에 대해 선택적일 수 있다. 이러한 실시예들에서는, 추가 안테나들이 상기 원격 유닛들(42) 내의 듀플렉서(178) 및 교차-커플러(176)를 대신할 수 있다. 별도의 케이블들은 상기 마스터 유닛(46)에 필요할 수 있다. RF 하향 주파수 변환기(180)는 A/D 변환기(182)에 완전한 부하가 걸리게 하도록 상기 안테나(44)로부터의 수신된 업링크 신호를 증폭하고 상기 A/D 변환기 통과 대역에 내재하는 대역의 중심 주파수를 설정한다. 광대역 A/D(182)는 모든 업링크 채널들이 디지털화되게 하도록 무선 인터페이스의 전체 업링크 대역을 디지털화한다. 리샘플러(184)는 업링크 신호를 복소수 형식으로 변환하고, 몇몇의 경우에 상기 신호를 디지털 방식으로 하향 주파수 변환하며, 상기 신호를 데시메이션 및 필터링하고, 그리고 이를 다중-레이트 필터 बैं크를 통해 리샘플링한다. 이는 상기 광학 링크들을 통해 전달되어야 하는 데이터의 양을 감소시키고 상기 디지털화된 데이터의 레이트를 광학 네트워크 비트 레이트와 동기화시킨다. 상기 리샘플러(184)의 출력은 합산기(187)에서 상기 다운스트림 원격 유닛들(42)로부터의 업링크 신호들(186a)에 추가된다. 그리고 나서, 각각의 대역에 대한 합산된 업링크 신호(188a)는 상기 DMOC(162) 내의 업스트림 채널(170)의 포맷터(172)에 송신된다.

[0041] 각각의 대역(190a, 190b)에 대한 다운링크 신호(190)는 상기 리샘플러(192)에서 보간 및 주파수 시프트된다. 개별적인 스펙트럼 구성요소들의 그룹 지연은 상기 리샘플러(192)에서 필터들 또는 지연 요소들을 통해 조정될 수 있다. 그리고 나서, 상기 신호는 D/A 변환기(194)에 의해 아날로그 형태로 변환된다. 상기 RF 상향 주파수 변환기(196)는 상기 아날로그 다운링크 대역의 중심 주파수를 상기 무선 인터페이스에 대해 적합한 주파수로 변환하고 이를 증폭한다. 그리고 나서, 상기 증폭된 신호는 상기 안테나(44)에 인가되고 무선 유닛(90)에 전송된다.

[0042] TDD 무선 인터페이스들의 경우에, 상기 듀플렉서(178)는 무선 채널(160b) 및 도 5a에 도시된 스위칭 기능부(138)로 대체된다. 상기 원격 유닛(42)이 업링크를 수신하는 동안, 상기 RF 상향 주파수 변환기(196)에서의 RF 전력 증폭기는 디스에이블되고 상기 스위칭 기능부(138) 내의 분로 스위치는 누설을 부가적으로 감소시키도록 상기 RF 전력 증폭기를 접지로 분로시킨다. 상기 원격 유닛(42)이 상기 다운링크 신호를 전송하는 경우에, 상기 RF 전력 증폭기는 인에이블되고, 상기 분로 스위치는 상기 다운링크 신호가 상기 안테나(44)에 이를 수 있게 하도록 개방되고 상기 스위칭 기능부(138) 내의 시리즈 스위치는 고전력 레벨들로 인한 손상으로부터 상기 RF 하향 주파수 변환기(180)를 보호하도록 개방된다. 상기 마스터 유닛(46)과 같이, 스위치 제어 타이밍(144)은 상기 다운링크 신호(190a, 190b)로부터 상기 제어기(164)에 의해 결정된다.

[0043] 클럭 생성기(198)는 협대역 위상 고정 루프(phase-locked loop; PLL)를 통해 착신 시리얼 데이터 스트림 비트 레이트에 위상 고정되는 전압 제어 크리스털 발진기(voltage-controlled crystal oscillator; VCXO)를 포함한다. VCXO 출력은 분할되고 각각의 무선 채널(160a-b)에서의 국부 발진기들에 대한 주파수 기준(200), A/D(182) 및 D/A(194) 변환기들에 대한 샘플링 클럭들, 및 상기 원격 유닛(42)에서의 다른 블록들에 대한 클럭으로서 사용된다. 당업자라면 상기 국부 발진기들이 주파수에 의존하게 하기 위해 장기적인 주파수 정확도가 양호하여야 하고 지터가 A/D 및 D/A 변환 프로세스들을 변조하지 못하게 하기 위해 단기적인 지터 레벨들이 또한 낮아야 한다는 점을 알 수 있을 것이다. 상기 마스터 유닛(46)에서의 안정된 TCVCXO로부터 획득되는, 광학 링크의 데이터 레이트에 위상 고정함으로써, 상기 원격 유닛(42)은 장기적인 주파수 정확도를 유지하기 위해 고가의 오븐 보상 발진기(expensive oven compensated oscillator) 또는 GPS 훈련 스킴(GPS disciplining scheme)을 필요로 하지 않으므로써, 더 많은 원격 유닛들(42)이 저렴해지게 된다. 협대역 PLL 및 크리스털 제어 발진기의 사용은 A/D 및 D/A 변환기 클럭들에 대하여 단기적인 지터를 감소시키는데 기여할 수 있다. 각각의 원격 유닛(42) 측에 있는 광학 링크들의 전송 데이터를 재-클럭킹하도록 복구되고 지터 감소된 클럭들(202)을 사용하는 것은 상기 다운스트림 원격 유닛들(42)에서의 A/D 및 D/A 변환기 클럭들을 개선하는데 기여할 수 있고 광통신 채널들(162)의 비트 오류율(bit error rate; BER)을 감소시키는데 기여할 수 있는 지터 축적(jitter accumulation)을 감소시킨다.

[0044] 원격 유닛 제어기(remote unit controller; RUC)(164)는 국부적으로 저장된 정보 및 상기 O&M 이더넷으로부터의 정보를 사용하여 상기 원격 유닛(42)에서의 다른 블록들을 제어한다. 다운스트림 RMI(152d) 및 업스트림 RMI(152e)는 또한 상기 포맷터(172)에 공급될 수 있다. 그 외에도, 국부 O&M 데이터(206)는 국부 O&M 단말기

(204)에 설정될 수 있다. 원격 유닛(42)은 또한 이러한 정보를 상기 업스트림 및 다운스트림 원격 유닛들(42) 및/또는 마스터 유닛(46)에 전달한다. 상기 RUC(164)는 필요할 때 TDD 스위치 제어 타이밍(144)을 획득하도록 적합한 다운링크 신호를 추가로 사용한다.

[0045] 원격 유닛(42)에서 이용되는 무선 채널(160c)의 변형 실시예에서는, 상기 무선 채널(160c)이 또한 상기 전력 증폭기를 선형화하도록 디지털 전치-왜곡을 이용할 수 있다. 이러한 원격 유닛(42)에서의 무선 채널(160c)의 실시예는 도 6의 블록 다이어그램에 도시되어 있다. 이러한 실시예에서, 제3 신호 경로는 하나 이상의 무선 채널들(160c)에 추가될 수 있다. 상기 제3 경로는 전력 증폭이 이루어진 다음에 상기 다운링크 신호로부터 분리하고 이를 디지털화한다. 상기 안테나(44)로부터의 신호는 RF 하향 주파수 변환기(208)에서 수신되는데, 상기 RF 하향 주파수 변환기(208)는 A/D 변환기(210)에 완전한 부하가 걸리게 하기 위해 상기 수신된 신호를 증폭하고 A/D 변환기 통과 대역에 내재하는 대역의 중심 주파수를 설정한다. 광대역 A/D(210)는 모든 업링크 채널들이 디지털화되게 하기 위해 상기 무선 인터페이스의 전체 업링크 대역을 디지털화한다. 상기 디지털화된 신호는 디지털 전치-왜곡 유닛(212)에서의 다운링크 신호의 지연된 버전과 비교되고 그 차이는 상기 전력 증폭기에서의 비-선형성을 수정하도록 상기 D/A 변환이 이루어지기 전에 신호의 위상 및 이득을 적응적으로 조정하는데 사용된다.

[0046] 지금까지 본 발명이 본 발명의 실시예들에 대한 설명으로 예시되었으며, 그리고 상기 실시예들이 상당히 상세하게 설명되었지만, 본 출원인은 그러한 세부로 첨부된 청구항들의 범위를 한정하거나 또는 어떤 식으로든 첨부된 청구항들의 범위를 제한하려고 의도한 것이 아니다. 추가적인 이점들 및 변형들이 당업자에게는 어려움 없이 명백해질 것이다. 예를 들면, 본 발명의 실시예들에 따른 분산 안테나 시스템은 예시된 것들보다 많거나 적은 원격 유닛들(42), 마스터 유닛들(46), 합산 회로들(48), RF 결합 네트워크들(50), 하이브리드 커플러들(52), SISO BTS들(54), MIMO BTS들(58) 및/또는 시스템 제어기들(76)을 지닐 수 있다. 특히, 각각의 MIMO BTS(58)는 많거나 적은 출력 포트들(62 및/또는 64)을 포함할 수 있다.

[0047] 추가로, 각각의 마스터 유닛(46)은 예시된 것들보다 많거나 적은 원격 유닛들(42)에 접속될 수 있다. 이 때문에, 복수의 원격 유닛들(42)은 2개의 링크들을 통해 그리고/또는 단일 링크를 따라 각각의 마스터 유닛(46)에 접속될 수 있다. 변형적으로는, 각각의 원격 유닛(42)이 전용 링크를 통해 마스터 유닛(46)에 접속될 수 있다. 몇몇 실시예들에서는, 6개에 이르기까지의 원격 유닛들(42)이 마스터 유닛(46)으로부터 직렬로 접속될 수 있다. 이 때문에, 원격 유닛들(42)은 서비스 영역 내의 적용범위를 최적화하도록 배치될 수 있다.

[0048] 더군다나, 시스템(40 및/또는 100)은 합산 회로들(48a-48b)을 포함하지 않을 수 있다. 이 때문에, 상기 마스터 유닛(46a)은 결합된 SISO BTS 신호(56a) 및 제1 출력 신호(68)를 결합할 수 있지만, 상기 마스터 유닛(46b)은 결합된 SISO BTS 신호(56b) 및 제2 출력 신호(70)를 결합할 수 있다. 그 외에도, 상기 시스템(40)은 또한 RF 결합 네트워크(50)를 포함하지 않을 수 있다. 이 때문에, 상기 마스터 유닛(46a)은 상기 SISO BTS들(54)로부터의 하나 이상의 신호들 및 상기 제1 출력 신호(68)를 결합할 수 있지만, 상기 마스터 유닛(46b)은 상기 SISO BTS들(54)로부터의 하나 이상의 신호들 및 상기 제2 출력 신호(70)를 결합할 수 있다.

[0049] 더욱이, 그리고 몇몇 실시예들에서, 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 CDMA 또는 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing; OFDM) 신호들의 파일럿 신호 강도를 측정하여 상기 다운링크 신호들의 레벨을 적절히 설정할 수 있는데, 그 이유는 상기 RSSI가 서로 다른 용량 부하(capacity loading)에 따라 변할 수 있기 때문이다. 상기 파일럿 신호들은 파일럿 레벨 및 전체 부하에 대한 최대 컴포지트(maximum composite) 간에 설정된 비율에 대하여 일정하게 유지되는 것이 일반적이고, 상기 신호들에 대해 필요한 헤드룸(headroom)이 유지될 수 있다. 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 또한 제공된 다운링크 채널들의 신호 품질을 측정 및 감시할 수 있다. 신호 성능이 저하될 경우에, 알람이 설정될 수 있으며 오퍼레이터는 전체 시스템들(40 및/또는 100)의 장애를 추적할 필요없이 기지국(예컨대, SISO 또는 MIMO BTS)에 주의를 집중할 수 있다.

[0050] 몇몇 실시예들에서, 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 이동 통신 세계화 시스템(Global System for Mobile communications; GSM)과 같은 협대역 기지국 표준에 대한 채널량을 결정한다. 전력이 일정한 브로드캐스트 제어 채널(Broadcast Control Channel; BCCH)의 측정과 함께, 다중채널 부대역에 필요한 적합한 헤드룸이 결정될 수 있으며 오버드라이브 또는 언더드라이브 상태들이 회피될 수 있다. 다른 실시예들에서, 상기 마스터 유닛 제어기(114)는 다중 채널들이 존재하는 경우에 전송 스펙트럼의 파고 지수(crest factor)를 모니터링한다. 상기 파고 지수는 상기 시스템의 특정 이득 단들의 전송 전력 또는 전력 백-오프(power back-off)의 레벨링에 대한 입력을 제공할 수 있다. 설정된 헤드룸은 클리핑(clipping) 또는 왜곡으로 인한 신호 성능의 저하를 회피하도록 측정된 파고 지수보다 높은 것이 일반적이다. 그 외에도, 파고 지수 감소 메커니즘은 상기 파고 지수를 감소시키고 상기 원격 유닛(42)에서의 RF 전력 증폭기를 좀더 효과적으로 사용하거나 상기 링크를 통해 전송될 필요가

있는 샘플당 필요한 비트들의 개수를 감소시키는데 기여하도록 몇몇 실시예들에서 리샘플러에서 이용될 수 있다.

[0051] 도 7a 및 도 7b에 예시된 바와 같이, 본 발명은 MIMO 통신 시스템의 업링크 경로에 대한 이점들을 제공한다. WiMAX 및 LTE 무선 표준들 모두는 업링크 MIMO 특징들을 포함한다. 특히, "업링크 협동 MIMO(Uplink Collaborative MIMO)"는 모바일 WiMAX에서 구현되지만, "업링크 다중 사용자 MIMO(Uplink Multi-User MIMO)"는 동일 기법을 나타내기 위해 LTE에서 채택된 용어이다. 이러한 MIMO 스킴의 특징은 다운링크 단일-사용자 MIMO (공간 다중화)에 대하여 단일 사용자마다 데이터 레이트를 부스트(boost)하기 보다는 오히려, 서로 다른 UE(User Equipment)들 또는 모바일 기기들에 할당된 시간/주파수 자원들을 재사용함으로써 총체적인 업링크 섹터 용량을 증가시키는 것이다.

[0052] 도 7a에는 단일 송신기(Tx) 안테나가 각각 구비되어 있는 2개의 상이한 모바일 기기들(A,B)로부터의 데이터 수신을 조정된 다음에, 동일한 시간/주파수 자원들을 상기 2개의 상이한 모바일 기기들(A,B)에 할당할 수 있는 실외 시나리오에서의 MIMO BTS(300)가 도시되어 있다. 상기 시간/주파수 자원들의 대응하는 데이터 스트림들의 복화화는 단일-사용자 MIMO 경우에 대하여 동일한 신호 처리를 통해 상기 BTS에 의해 수행된다. 다시 말하면, 2개의 동일 장소에 위치해 있는 Tx 안테나들을 가지는 단일 사용자보다는 오히려 공간적으로 분리된 사용자들에 속하는 2개의 데이터 스트림들은 공간적으로 다중화된다. 결과적으로, 저장된 시간/주파수 자원들은 총체적인 업링크 섹터 용량을 증가시키도록 더 많은 사용자에게 할당될 수 있다. 마지막으로, 상기 MIMO 전송은 대개 2개의 송신기들이 분리됨으로써 성공적인 MIMO 동작을 위한 한가지 중요한 요건인, 비상관된 무선 채널들을 지닐 수 있게 하는 확률이 결과적으로 증가하게 된다는 이점을 얻을 수 있다.

[0053] 도 7b에는 실내 시스템에서의 그러한 잠재적인 이점이 강조되어 있다. 도 7b에는 도 3의 시스템(100)과 다소 유사하지만 복수의 SISO BTS들(54a-b), RF 결합 네트워크(50), 및 합산 회로들(48a-b)이 도시되어 있지 않은 무선 통신 시스템(220) 중 적어도 일부에 대한 개략도가 예시되어 있다. 도 3과 관련하여, 동일 참조부호들은 필요시 도 7b에서 이용된다. 도 7의 시스템(220)은 단일의 Rx 안테나를 각각 지니며 실내 환경(224)의 대응하는 부분들(208a-b)에 배치되어 있는 대응하는 원격 유닛들(42a-b)에 신호들을 제공하는 복수의 마스터 유닛들(46a-b)을 포함한다. 특히, 상기 실내 환경의 예는 벽(230)에 의해 분리된 2개의 룸(room)들(228a-b)으로서 예시되어 있다.

[0054] 도 7b에 예시되어 있는 바와 같이, 실내 환경(224)의 개별적인 부분들(228a-b)은 다소 전자기적으로 격리되어 있다(예컨대, 한 부분(228)에 있는 무선 기기(232)(기기 A 또는 B)로부터 송신된 저레벨들의 신호가 다른 한 부분(228)의 원격 유닛(42)에 의해 검출됨). 특정 실시예들에서는, 대응하는 부분들(228a-b)은 파티션 또는 벽(230)에 의해 분리된다. 이러한 예시에서는 서로 다른 원격 유닛들(42a-b) 및 관련 모바일 기기들(232a, 232b) 간의 양호한 업링크 전력 격리의 경우가 도시되어 있다. 그러므로, 업링크 다중-사용자 MIMO 특징은, BTS 안테나 포트들에서, 단지 2개의 기기들(232a-b)만으로부터의 신호들의 상호 간섭(mutual interference)이 실내 무선 계획(indoor radio planning)에 의해 제공되는 격리에 의존하기 때문에 바람직하게 동작한다. 비록 격리가 상기 원격 유닛들의 배치 및 사용자들 및 모바일 기기들의 위치에 의해 결정되었지만, 실내 시나리오들에서는 다중 벽들 및 플루어(floor)들의 존재로 인한 양호한 격리가 제공된다. 또한, 본 발명의 하이브리드 커플러는 상기 모바일 기기들(232a-b)로부터의 신호들이 상기 BTS 안테나 포트들에 직교로 교차-연결되므로 상기 신호들의 상호 간섭이 회피되게 함으로써 상기 BTS MIMO 복호기에 영향을 주지 않는다. 그러므로, 서로 다른 마스터 유닛들에 접속된 2개의 원격 유닛들에 의해 2개의 완전히 격리된 사용자 그룹들에 서비스가 제공되게 하는 본 발명의 다른 한 실시태양에서, 업링크 다중-사용자 MIMO 특징은 상기 BTS의 시간/주파수 자원들의 완전한 재사용을 이룰 수가 있다. 그 결과, 상기 MIMO BTS에 의해 업링크 경로에서 관리할 수 있는 사용자들의 수는 증가하게 되고 아마도 2배가 된다.

[0055] 당업자라면 본 발명의 그러한 실시태양이 DAS를 통해 구현될 때 다운링크 단일-사용자 MIMO에 의해 요구된 만큼 원격 유닛들 간의 어느 정도의 신호 적용범위 겹침을 유지하는 본원 명세서에서 논의된 특징과는 현저히 다를 수 있음을 알 수 있을 것이다. 그러므로, 이들 이점 모두를 실현하기 위해서는, 절충안(tradeoff)이 고려되고 MIMO 특징들 모두의 이점들에 대한 균형을 맞추도록 관리되어야 한다. 이러한 맥락에서, 동일한 90° 3dB 하이브리드 커플러는 MIMO 신호들에 대하여 실내 DAS의 다운링크 경로 및 업링크 경로 모두에서 활용될 수 있다.

[0056] 따라서, 각각의 원격 유닛(42a-b)은 대응하는 무선 기기들(232a-b)의 대응하는 부분들(228a-b)에 내재하는 대응하는 무선 기기들(232a-b)로 신호들을 제공하고 대응하는 무선 기기들(232a-b)의 대응하는 부분들(228a-b)에 내재하는 대응하는 무선 기기들(232a-b)로부터 신호들을 수신한다. 주지된 바와 같은 이러한 구성의 한가지 이점

은 (WiMAX를 위한) 업링크 협동 MIMO 및/또는 (LTE를 위한) 업링크 다중-사용자 MIMO는 서로 다른 무선 기기들 (232a-b)과 관련이 있는 시간 및/또는 주파수 자원들을 재사용함으로써 총체적인 업링크 용량을 증가시키는데 사용될 수 있다.

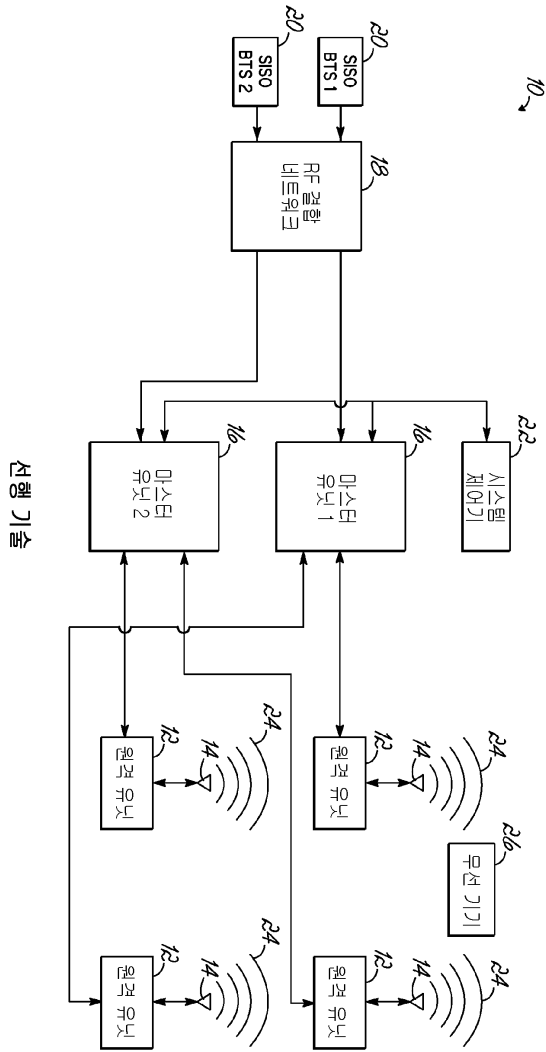
[0057] 본 발명은 본 발명의 좀더 넓은 실시태양들에서 첨부도면들에 도시되고 본원 명세서에 기재된 특정 세부들, 대표적인 장치 및 방법, 및 예시적인 예들에 국한되지 않는다. 따라서, 본원 출원인의 총괄적 발명의 개념의 사상 또는 범위로부터 벗어나지 않고서도 그러한 세부들로부터의 일탈(逸脫)이 이루어질 수 있다. 예를 들면, 도 2a의 시스템(10), 도 2b의 시스템(40), 도 3의 시스템(100), 및/또는 도 7의 시스템(220)이 마스터 유닛(46) 및 상기 마스터 유닛(46)의 대응하는 원격 유닛들(42) 사이에 배치되는 확장 유닛(도시되지 않음)을 가지고 구성될 수 있다. 상기 확장 유닛은 마스터 유닛(46)을 추가적인 원격 유닛들(42)에 연결하기 위한 추가적인 링크들을 제공할 수도 있고 그리고/또는 상기 확장 유닛은 마스터 유닛(46) 및 원격 유닛(42) 사이의 연결 범위를 확장할 수도 있다. 더욱이, 도 2a의 시스템(10), 도 2b의 시스템(40), 도 3의 시스템(100), 및/또는 도 7의 시스템(220)은 본 발명의 실시예들에 따른 많거나 적은 무선 기기들(26,90 및/또는 232)을 지원함과 아울러, 많거나 적은 원격 유닛들(12 또는 42), 마스터 유닛들(16 또는 46), SISO BTS들(20 또는 54), MIMO BTS들(30 또는 58), 시스템 제어기들(22 또는 76), 가산 회로들(48), RF 결합 네트워크(50), 및/또는 하이브리드 커플러들(52)로 구성될 수 있다. 마찬가지로, 도 2a의 시스템(10), 도 2b의 시스템(40), 도 3의 시스템(100), 및/또는 도 7의 시스템(220)은 본 발명의 실시예들에 따른 많거나 적은 입력들 또는 출력들로 구성된 마스터 유닛(16 또는 46)과 아울러, 많거나 적은 안테나들(31 및/또는 32)을 지니는 MIMO BTS(30 또는 58), 및 많거나 적은 포트들을 지니는 하이브리드 커플러(52)를 포함할 수 있다.

[0058] 그 외에도, 당업자라면 도 3 및 도 7b의 실내 환경들(104,224) 각각이 단지 본 발명의 실시예들의 동작을 그와 함께 보여주도록 포함된 것뿐이며 본 발명의 실시예들이 본원 출원인의 총괄적 발명의 개념의 범위로부터 벗어나지 않고서도 실외 환경들과 함께 사용될 수도 있음을 알 수 있을 것이다. 더욱이, 당업자라면 도 7b의 시스템(220)이 본 발명의 변형 실시예들에 따른 RF 결합 네트워크(50) 및 가산 회로들(48a-b)과 아울러 SISO BTS들(54a-b)을 포함할 수 있음을 이해할 것이다.

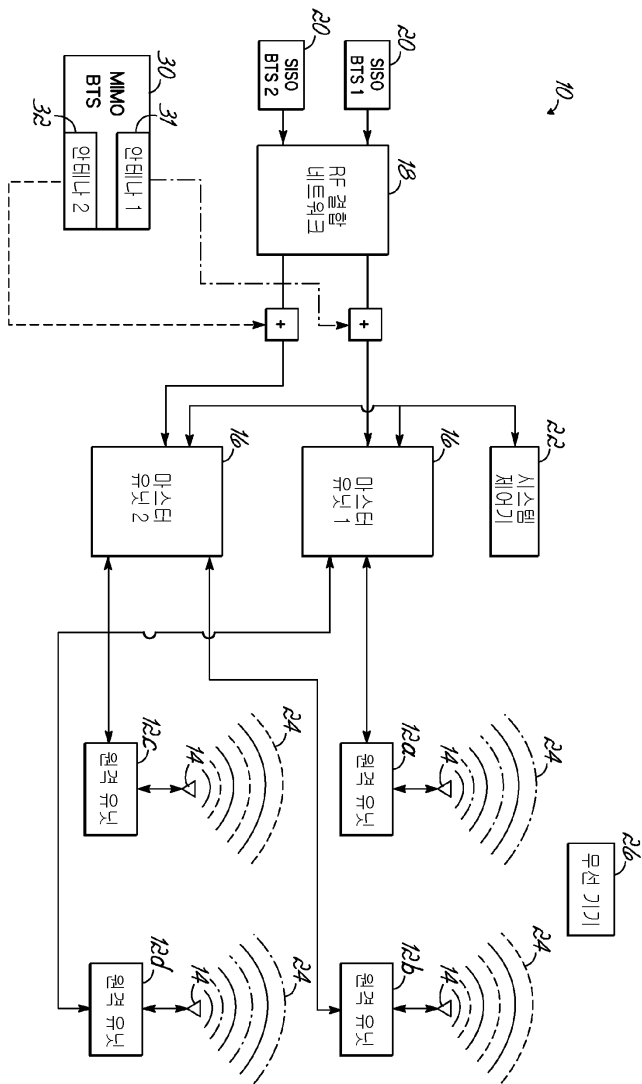
[0059] 더군다나, 몇몇 실시예들에서는, 도 7b의 실내 환경(224)은 단지 파티션(230)만을 포함하는 다른 방식들로 구성될 수 있다. 이 때문에, 대응하는 무선 기기들(232a-b)은 다른 방식들로 격리될 수 있다.

[0060] 다른 변형예들은 당업자에게 자명해질 것이다. 그러므로, 본 발명은 이하에 첨부된 청구항들에 기재되어 있다.

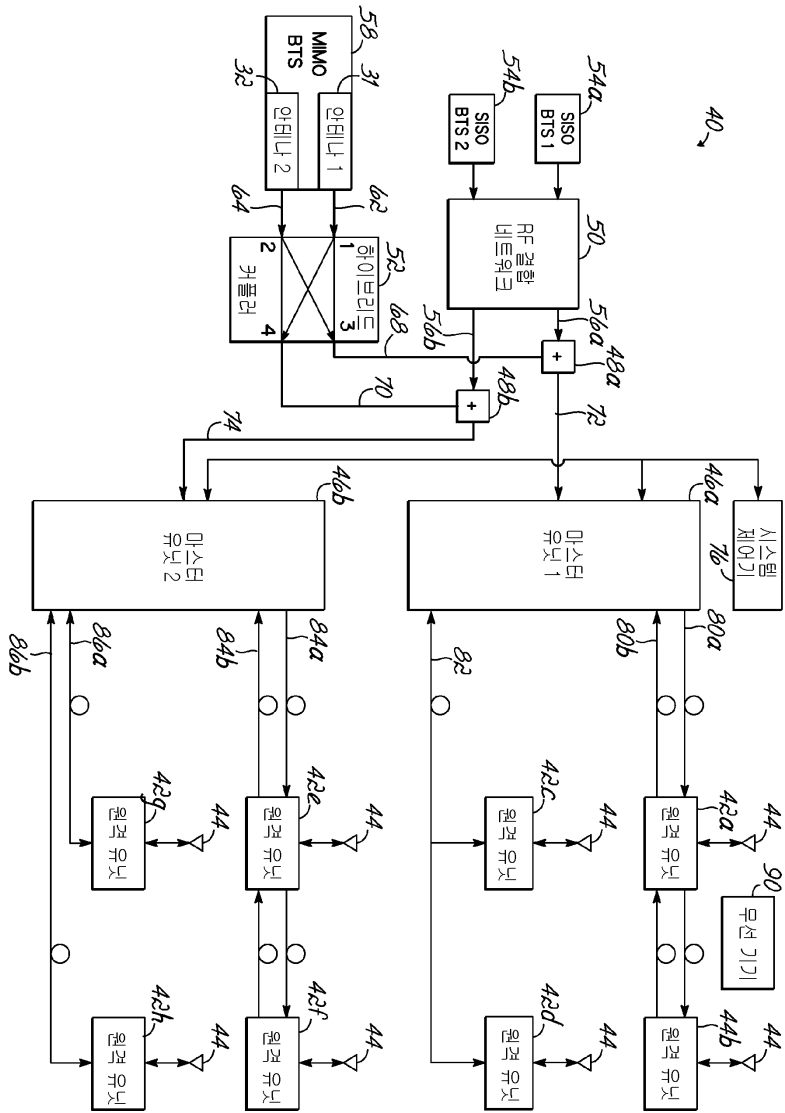
도면
도면1



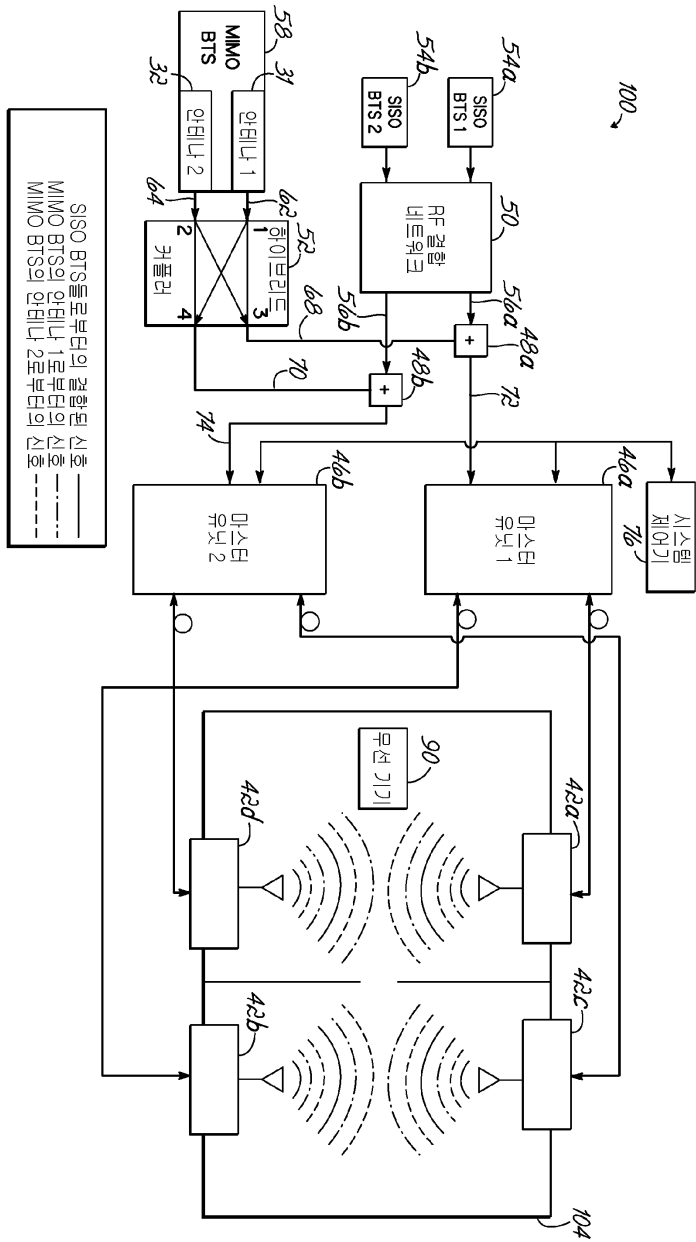
도면2a



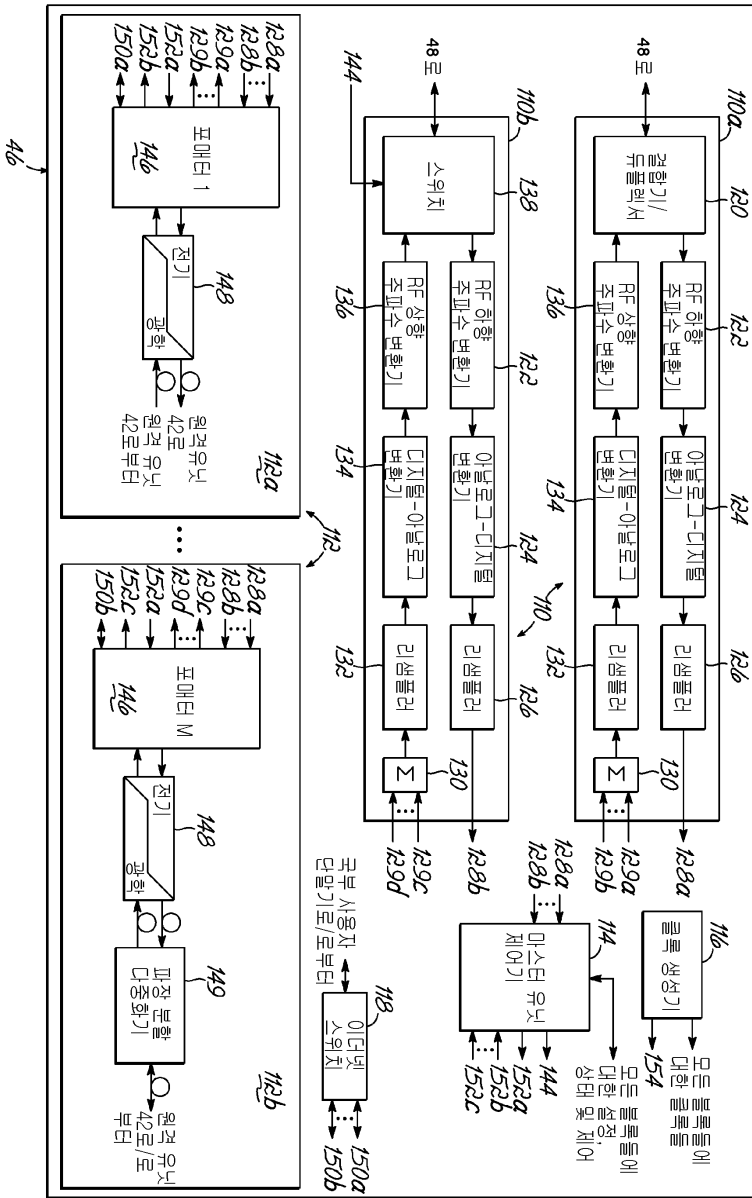
도면2b



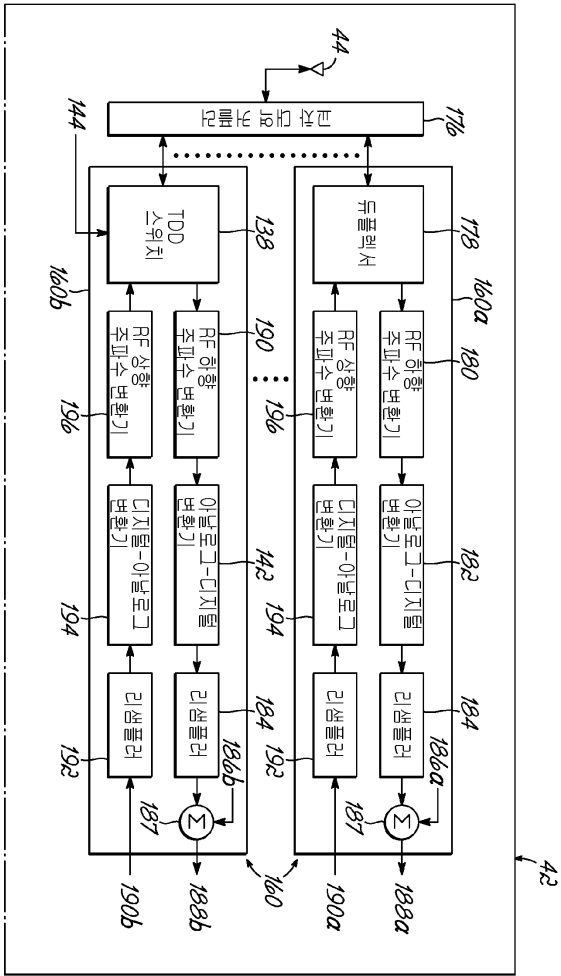
도면3



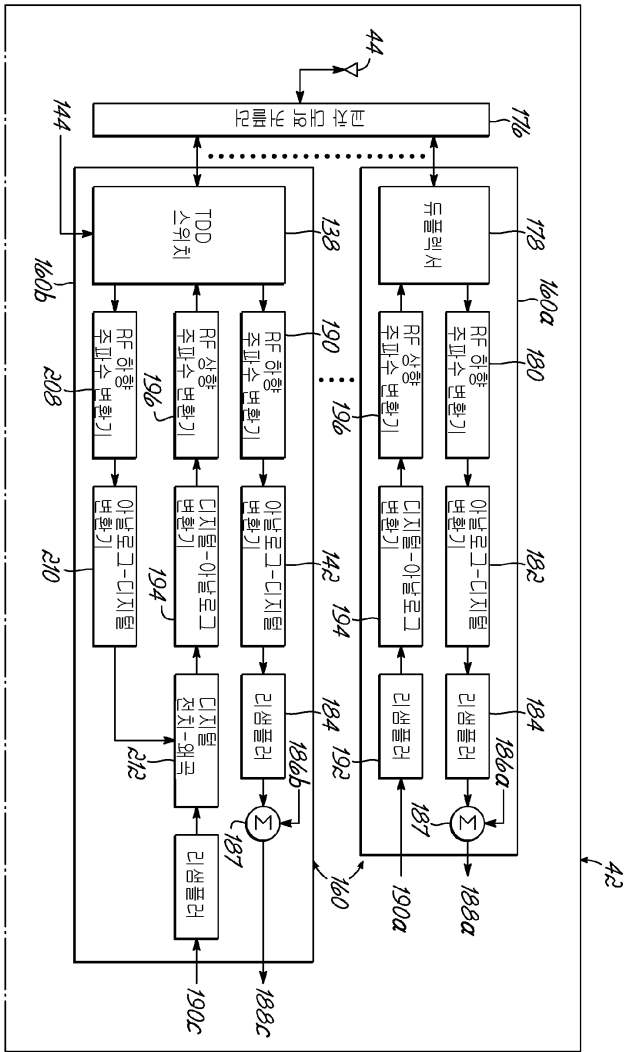
도면4



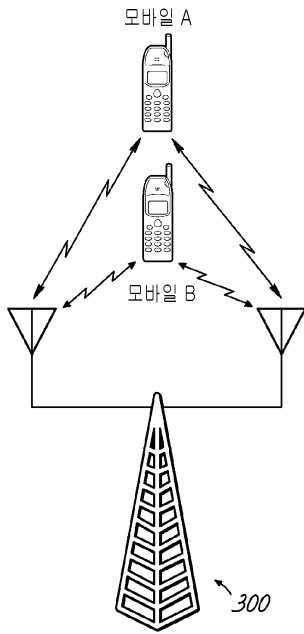
도면5a



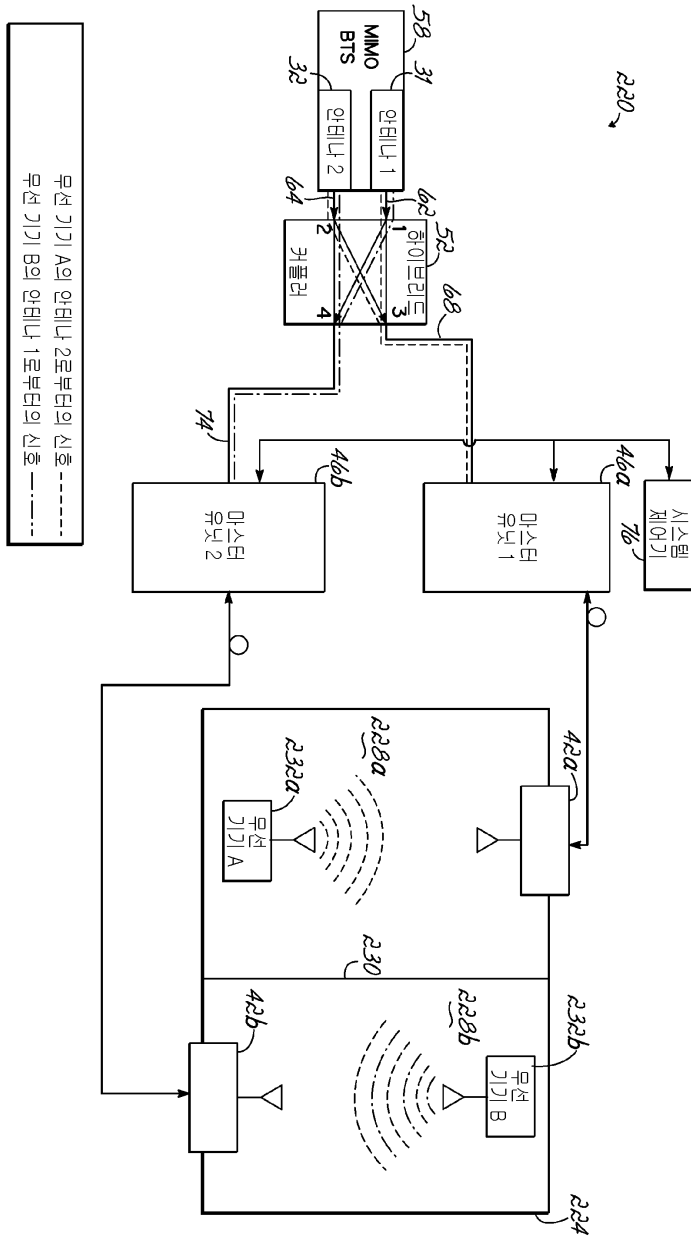
도면6



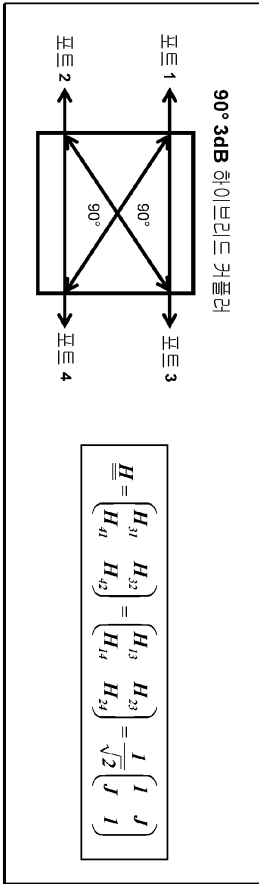
도면7a



도면 7b



도면8



도면9

