



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년03월03일
 (11) 등록번호 10-1018485
 (24) 등록일자 2011년02월22일

- (51) Int. Cl.
H04B 7/04 (2006.01) *H04L 27/26* (2006.01)
H04L 1/06 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2005-7025393
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년06월30일
 심사청구일자 2009년06월30일
- (85) 번역문제출일자 2005년12월30일
- (65) 공개번호 10-2006-0029159
- (43) 공개일자 2006년04월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2004/021027
- (87) 국제공개번호 WO 2005/006699
 국제공개일자 2005년01월20일
- (30) 우선권주장
 60/483,719 2003년06월30일 미국(US)
 60/538,567 2004년01월23일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2003051806 A
 US6574237 B1
 "Training sequence assisted channel estimation for MIMO OFDM", Wireless Communications and Networking, 2003. pp38 - 43 vol.1 (2003.05.30)

- (73) 특허권자
에이저 시스템즈 인크
 미합중국 펜실베니아 18109 알렌타운 노스이스트
 아메리칸 파크웨이 1110
- (72) 발명자
드리에센 바스
 네덜란드 엔엘-5102 이쎌 노오드-브라벤트 돈겐브
 레이트네르스트라트 3
길 라아난
 네덜란드 엔엘-3434 이엘 우트레흐 니에우베게인
 클라프루스스트라트 3
- (74) 대리인
제일광장특허법인, 김원준

전체 청구항 수 : 총 14 항

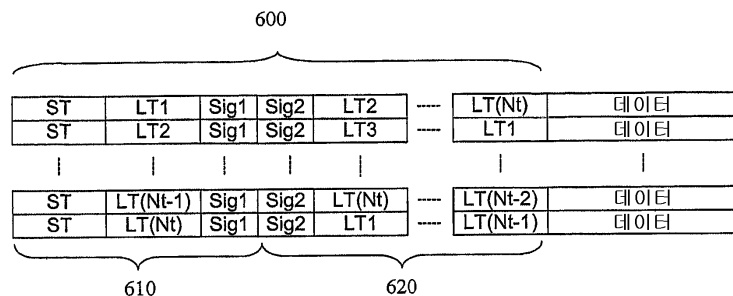
심사관 : 김병균

(54) 데이터 전송 방법, 송신기, 데이터 수신 방법 및 수신기

(57) 요약

다중 안테나 통신 시스템에서 하나의 프레임 구조에 따라서 심볼들을 전송하는 장치 및 방법이 개시되는데, 여기에서 상기 심볼들은 저차(lower order) 수신기(즉, 송신기 보다 적은 수의 안테나를 갖는 수신기)에 의하여 해석될 수 있다. 개시된 프레임 구조에는 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼과 N개 송신 안테나 각각에서 송신되는 N-1개의 부가적인 롱 트레이닝 심볼을 구비한 레거시(legacy) 프리앰블을 포함한다. 상기 레거시 프리앰블은 예를 들어, 적어도 하나의 숏 트레이닝 심볼(short training symbol), 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼, 및 적어도 하나의 신호 필드를 포함하는 802.11 a/g 프리앰블이 될 수 있다. N개의 송신 안테나들 상의 일련의 롱 트레이닝 심볼 각각은 시간 영역에서 직교성을 가진다. 상기 롱 트레이닝 심볼들은 각 롱 트레이닝 심볼들 서로에 대하여 위상 변이를 유도함으로써 시간 영역에서 직교성을 가질수 있다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

N개의 송신 안테나를 갖는 다중 안테나 통신 시스템의 데이터 전송 방법에 있어서,

각각 복수의 서브 캐리어를 갖는 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼(long training symbol)과 적어도 하나의 부가적인 롱 트레이닝 심볼을 구비한 레거시 프리앰블(legacy preamble)을 상기 N개의 송신 안테나 각각에서 전송하는 단계를 포함하되,

상기 서브 캐리어들은 복수의 서브 캐리어 그룹으로 그룹화되고, 각 서브 캐리어 그룹은 소정의 시간 간격 내에 상이한 송신 안테나에서 전송되는

데이터 전송 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 그룹화는 블록킹 기술 및 인터리빙 기술 중 하나 이상에 기초하는

데이터 전송 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 각 송신 안테나는 전체 N개의 롱 트레이닝 심볼들을 전송하는

데이터 전송 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 롱 트레이닝 심볼 각각의 시퀀스는 상기 N개의 송신 안테나 각각에서 직교하는

데이터 전송 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 레거시 프리앰블은 적어도 하나의 숏 트레이닝 심볼(short training symbol)과 적어도 하나의 신호 필드 중 하나 이상을 더 포함하는

데이터 전송 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 롱 트레이닝 심볼 각각은 주파수 영역에서 직교하는
데이터 전송 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제 1 항에 있어서,
저차(low order) 수신기가 상기 전송된 데이터를 해석할 수 있는
데이터 전송 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

다중 안테나 통신 시스템의 송신기에 있어서,
N개의 송신 안테나 각각에서, 각각 복수의 서브 캐리어를 갖는 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼과 적어도 하나
의 부가적인 롱 트레이닝 심볼을 구비한 레거시 프리앰블을 전송하는, 상기 N개의 송신 안테나를 포함하되,
상기 서브 캐리어들은 복수의 서브 캐리어 그룹으로 그룹화되고, 각 서브 캐리어 그룹은 소정의 시간 간격 내에
상이한 송신 안테나에서 전송되는
송신기.

청구항 16

제 15 항에 있어서,
상기 그룹화는 블록킹 기술 및 인터리빙 기술 중 하나 이상에 기초하는
송신기.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

제 15 항에 있어서,

상기 룡 트레이닝 심볼 각각의 시퀀스는 상기 N개의 송신 안테나 각각에서 직교하는 송신기.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

제 15 항에 있어서,

상기 룡 트레이닝 심볼 각각은 주파수 영역에서 직교하는 송신기.

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

다중 안테나 통신 시스템에서, N개의 송신 안테나를 갖는 송신기에 의하여 전송되는 데이터를 적어도 하나의 수신 안테나에서 수신하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 룡 트레이닝 심볼과 상기 데이터의 전송 기간의 표시, 및 적어도 하나의 부가적인 룡 트레이닝 심볼을 구비한 레거시 프리앰블을 상기 N개의 송신 안테나 각각에서 수신하는 단계와,

상기 표시된 기간 동안 지연하는 단계를 포함하되,

상기 룡 트레이닝 심볼 각각은 복수의 서브 캐리어를 갖고, 상기 서브 캐리어들은 복수의 서브 캐리어 그룹으로 그룹화되며, 각 서브 캐리어 그룹은 소정의 시간 간격 내에 상이한 송신 안테나에서 전송되는

데이터 수신 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 방법은 SIS0 수신기에 의하여 수행되는

데이터 수신 방법.

청구항 29

삭제

청구항 30

N개의 송신 안테나를 갖는 적어도 하나의 송신기를 구비한 다중 안테나 통신 시스템의 수신기에 있어서,

적어도 하나의 룡 트레이닝 심볼과 데이터의 전송 기간의 표시, 및 N-1개의 부가적인 룡 트레이닝 심볼을 구비한 레거시 프리앰블을 상기 N개의 송신 안테나 각각에서 수신하기 위한 적어도 하나의 수신 안테나와,

상기 표시된 기간 동안 지연하기 위한 수단을 포함하되,

상기 룡 트레이닝 심볼 각각은 복수의 서브 캐리어를 갖고, 상기 서브 캐리어들은 복수의 서브 캐리어 그룹으로

그룹화되며, 각 서브 캐리어 그룹은 소정의 시간 간격 내에 상이한 송신 안테나에서 전송되는 수신기.

명세서

기술분야

- [0001] (관련 출원에 대한 상호 참조문헌)
- [0002] 본 출원은 2003년 6월 30일 출원된 미국 가출원 번호 60/483,719호, 2004년 1월 23일 출원된 미국 가출원 번호 60/538,567호에 대한 이권을 청구하는 것으로, 이들 가출원은 여기에서 참조로 포함되어 있다. 본 출원은 또한 발명의 명칭이 각각 "복수의 안테나를 가로지르는 서브 캐리어의 대각선 로딩(diagonal loading)을 사용하는 다중 입출력(Multiple Input Multiple Output:MIMO) 통신 시스템에서 심볼들을 전달하기 위한 장치 및 방법"과, "다중 입출력 통신 시스템에서 저차(lower order) 수신기로 역 호환 통신을 하기 위한 장치 및 방법", 및 "시직교(time orthogonal) 심볼을 사용하는 다중 안테나 통신 시스템에서의 역 호환 통신을 위한 장치 및 방법"인 미국 특허출원들과 관련되며, 이 미국특허들은 각각 동시에 본 출원과 함께 출원되었고, 여기에서 참조로 포함되어 있다.
- [0003] 본 발명은 일반적으로 무선 통신 시스템에 관한 것으로 특히, 다중 안테나 통신 시스템에 대한 채널 추정을 허용하는 프레임 구조에 관한 것이다.

배경기술

- [0004] 대부분의 현존하는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing:직교 주파수 분할 다중화) 변조 기반의 무선랜(Wireless Local Area Network:WLAN) 시스템은 IEEE 802.11a 또는 IEEE 802.11g 표준(이후 "IEEE 802.11a/g"라 칭한다)을 따른다. 예를들어 IEEE 표준 802.11a-1999를 보면, "파트 11: 무선랜 MAC(Medium Access Control:매체 접근제어)과 물리계층(PHY:Physical Layer) 내역: 5GHz 대역 내의고속 물리계층"로 되어 있는데, 이부분은 여기에 참조로 포함되어 있다. 다중 고 선명 텔레비전 채널과 같은 발전하는 응용분야를 지원 하기 위하여, 무선랜 시스템은 끊임없이 증가하고 있는 데이터 속도를 지원할 수 있어야 한다. 따라서, 차세대 무선랜 시스템은 향상된 강건성(robustness) 및 용량을 제공해야 한다.
- [0005] 다중 송수신 안테나들은 향상된 강건성과 용량 모두를 제공하도록 제안되어 왔다. 향상된 강건성은 다중 안테나를 가지고 공간 다이버시티(spatial diversity)와 한 시스템에 유입되는 추가의 계인을 이용하는 기술을 통해 달성될 수 있다. 향상된 용량은 효율적인 대역폭을 가진 다중 입출력(MIMO) 기술을 가지고 다중 경로 페이딩(multipath fading) 환경에서 달성될 수 있다.
- [0006] MIMO-OFDM 시스템은 개별 스트림들을 다중 송신 안테나에서 전송하고, 각 수신기들은 이들 데이터 스트림의 조합을 다중 수신 안테나에서 수신한다. 그러나, 수신기에서 상이한 데이터 스트림들 간을 구분하고, 이 데이터 스트림들을 온전히 수신하는데 어려움이 있다. 다양한 MIMO-OFDM 디코딩 기술들이 알려져 있지만, 이 기술들은 일반적으로 정확한 채널 추정의 이용 가능성에 의존한다. MIMO-OFDM 디코딩 기술에 대한 상세한 논의를 위해서는, 예를들어 신호, 시스템, 및 전자 기술에 관한 1998 국제 전파학 연합(URSI) 국제 심포지움(1998년 9월)에서 P.W. Wolniansky 등에 의한 "V-Blast(Vertical-Bell laboratory layered space-time): 리치 스퀘터링(rich scattering) 무선 채널을 통한 초고속 데이터 전송률을 실현시키기 위한 구조"를 참조하기 바라며, 여기에서도 참조로서 포함되어 있다.
- [0007] 상이한 데이터 스트림을 온전히 수신하기 위하여, MIMO-OFDM 수신기들은 트레이닝(training)을 통해 채널 매트릭스(channel matrix)를 얻어야 하는데, 이는 일반적으로 동기화와 채널 추정 기술들을 수행하기 위하여, 특정 트레이닝 심볼 또는 프리앰블(preamble)을 사용함으로써 얻어진다. 트레이닝 심볼은 시스템의 전체 오버헤드(overhead)를 증가시킨다. 게다가, MIMO-OFDM 시스템은 전체 $N_t N_r$ 개의 채널 엘리먼트를 추정할 필요가 있으며, 이는 롱 트레이닝(long training) 길이에서 N_t 의 증가를 야기할 수 있다. 여기에서 N_t 는 송신기 갯수이고, N_r 은 수신기 갯수이다.

[0008] 그러므로, 주파수 영역과 시간 영역 모두에서 직교인 신호를 이용하는 MIMO-OFDM 시스템에서 채널 추정 및 트레이닝을 수행하기 위한 방법 및 시스템의 필요성이 존재한다. 또한, 현재의 IEEE 802.11a/g 표준(SISO) 시스템과 호환되는 MIMO-OFDM 시스템에서 채널 추정과 트레이닝을 수행하고, MIMO-OFDM 기반의 무선랜 시스템이 SISO 시스템과 효과적으로 공존하도록 허용하기 위한 방법 및 시스템의 필요성이 존재한다.

발명의 상세한 설명

[0009] 일반적으로, 다중 안테나 통신 시스템에서 하나의 프레임 구조에 따라서 심볼들을 전송하는 장치 및 방법이 개시되는데, 여기에서 상기 심볼들은 저차(lower order) 수신기(즉, 송신기 보다 적은 수의 안테나를 갖는 수신기)에 의하여 해석될 수 있다. 개시된 프레임 구조에는 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼과 N개 송신 안테나 각각에서 송신되는 적어도 하나의 부가적인 롱 트레이닝 심볼을 구비한 레거시(legacy) 프리앰블을 포함한다. 상기 레거시 프리앰블은 예를들어, 적어도 하나의 숏 트레이닝 심볼(short training symbol), 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼, 및 적어도 하나의 신호 필드를 포함하는 802.11 a/g 프리앰블이 될 수 있다.

[0010] 롱 트레이닝 심볼들의 서브 캐리어(subcarrier)들은 복수의 서브 캐리어 그룹들로 그룹화 되고, 각 서브 캐리어 그룹은 주어진 시간 간격 동안에 상이한 송신 안테나에서 송신된다. 서브 캐리어들에 대한 그룹화는 예를들어, 블록킹(blocking) 또는 인터리빙(interleaving) 기술을 기초로 할 수 있다. 각 송신 안테나는 N개의 롱 트레이닝 심볼들을 전송한다. 소정의 송신 안테나로 송신되는 서브 캐리어 그룹들은 상기 소정의 송신 안테나에 의해 송신되는 N개의 롱 트레이닝 심볼들 각각에 대하여 변화하는데, 상기 각 송신 안테나는 롱 트레이닝 심볼들의 각 서브 캐리어를 한번만 송신한다.

[0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 각각의 N개 송신 안테나들 상의 일련의 각 롱 트레이닝 심볼들은 주파수 영역에서 직교성을 가진다. 이러한 방식으로, 본 발명에 따른 송신기는 저차 수신기와 역 호환될 수 있고, 저차 수신기는 송신된 심볼을 해석하고, 적정 기간 동안 지연할 수 있다.

[0012] 본 발명에 대한 보다 완전한 이해와 본 발명의 부가적 특징 및 장점은 이하의 실시예 및 도면을 참조하면 얻어질 것이다.

실시예

[0023] 본 발명은 역 호환 MIMO-OFDM 시스템에 관한 것이다. 개시된 프레임 구조에는 적어도 하나의 롱 트레이닝 심볼과 N개 송신 안테나 각각에서 송신되는 적어도 하나의 부가적인 롱 트레이닝 심볼을 구비한 레거시(legacy) 프리앰블을 포함한다. IEEE 802.11a/g의 구현에 있어서, 각각의 롱 트레이닝 심볼은 두개의 동등한 심볼을 포함하는 점에 주목하자. 도 1은 MIMO-OFDM 시스템(100)의 예를 나타내는데, 이 시스템에는 소스 신호 S_1 내지 S_{N_t} , 송신기 TX 1 내지 TX N_t , 송신 안테나 110-1 내지 110- N_t , 수신 안테나 115-1 내지 115- N_t , 및 수신기 RX₁ 내지 RX _{N_r} 이 포함된다. MIMO-OFDM 시스템(100)은 개별 데이터 스트림들을 다중 송신 안테나(110)에서 송신하고, 각 수신기(RX)는 이들 데이터 스트림 조합을 수신한다. 상이한 데이터 스트림 S_1 내지 S_{N_t} 을 추출 및 검출하기 위하여, MIMO-OFDM 수신기들(RX)은 도 1에 도시된 바와 같이 트레이닝을 통해 채널 매트릭스 H를 획득해야 한다.

[0024] IEEE 802.11a/g 표준은 숏 및 롱 트레이닝 심볼들로 이루어진 OFDM 기반의 무선랜 시스템을 위한 주파수 영역에서의 프리앰블을 특징하고 있다. 숏 트레이닝 심볼들은 프레임 검출, 자동 이득제어(AGC: Automatic Gain Control), 및 대략적인(coarse) 동기화를 위하여 사용될 수 있다. 롱 트레이닝 심볼들은 미세(fine) 동기화와 채널 추정을 위하여 사용될 수 있다. IEEE 802.11a/g 표준에 따르는 롱 트레이닝 심볼은 64개의 서브 캐리어로 구성되는데, 여기에서 52개의 캐리어는 실제로 사용되고, 도 2에 나타난 바와 같이 특정된다. 도 3은 도 2의 IEEE 802.11a/g 표준에 따른 롱 트레이닝 심볼을 주파수 영역에서 표현한 것이다.

[0025] MIMO-OFDM 시스템을 위한 이상적인 트레이닝 심볼은 주파수 및 시간 영역에서 직교성을 갖는다. 본 발명의 일 측면에 따르면, IEEE 802.11a/g 표준의 롱 트레이닝 심볼은 상이한 송신 안테나를 가로지르는 롱 트레이닝 심볼들의 다양한 서브 캐리어들을 분할 함으로써 주파수 직교성을 갖도록 만들어 진다.

- [0026] (역 호환성)
- [0027] MIMO-OFDM 시스템은 바람직하게는 기존 시스템들과 공존하기 위하여 현재의 IEEE 802.11a/g 표준에 역 호환될 필요가 있으며, 이는 위 시스템들이 동일한 공유 무선 매체 내에서 동작하기 때문이다. 여기에서 개시되는 바와 같이 MIMO-OFDM 시스템에서 IEEE 802.11a/g 롱 트레이닝 심볼을 사용하는 것은 MIMO-OFDM 시스템이 역 호환성을 가지고, IEEE 802.11a/g 시스템 및 다른 성능의 MIMO-OFDM 시스템(즉, 상이한 수의 수신기 및 송신기를 포함하는 시스템)과 공존할 수 있도록 하기 위한 것이다. 여기에서 사용되는 바와 같이, 역 호환성은 MIMO-OFDM 시스템이 첫째, 현재의 표준을 지원하고, 둘째, MIMO-OFDM 전송 기간 동안 (선택적으로) 지연(또는 대기)할 수 있는 것이 필요함을 의미한다. N_r 개의 수신 안테나 또는 MIMO 포맷으로 전송되는 데이터를 수신할 수 없는 임의의 갯수의 수신 안테나를 가진 어떤 시스템은 전송 기간 동안 지연할 수 있는데, 이는 전송의 시작을 검출하고 전송의 길이(기간)를 추출할 수 있기 때문으로, 위 전송 길이는 롱 트레이닝 심볼에 뒤이은 신호 필드에 포함되어 있다.
- [0028] 롱 트레이닝 심볼을 채용하는 MIMO-OFDM 시스템(100)은 역 호환 방식으로 IEEE 802.11a/g 시스템과 2가지 방법으로 통신을 할 수 있다. 첫째로, IEEE 802.11a/g 표준에 따라서 데이터를 송신하기 위하여 안테나 수를 하나의 안테나로 줄일 수 있다. 둘째, IEEE 802.11a/g 수신기는 모든 활성 송신기로부터의 MIMO 전송을 보통의 OFDM 프레임으로서 해석할 수 있다. 환언하면, IEEE 802.11a/g 수신기는 MIMO 전송 기간 동안의 지연을 허용하도록 하는 방식으로 데이터의 MIMO 전송을 해석할 수 있다. 적절한 지연 메카니즘에 대한 보다 상세한 논의에 대해서는 예를 들어, 여기에서 참조로 포함되어 있는 미국 특허출원 "다중 입출력 통신 시스템에서 저차 수신기로 역 호환 통신을 하기 위한 장치 및 방법"을 참조한다.
- [0029] 상이한 송신 안테나에서 반복되는 IEEE 802.11a/g 프리앰블 구조의 적어도 하나의 롱 트레이닝 필드를 사용하는 MIMO 시스템은 역 호환성을 달성하기 위하여 단일 안테나 구성으로 축소될 수 있다. 롱 트레이닝 심볼들이 직교성을 갖도록 만들기 위해서는 다수의 변형이 가능하다. 하나의 변형으로서, 롱 트레이닝 심볼들은 상술한 방식과 같이 다양한 송신 안테나를 가로질러 대각선으로 로딩될 수 있다. 다른 변형으로서, IEEE 802.11a 롱 트레이닝 시퀀스들이 각 안테나에서 시간에 맞춰 반복되는 것이다. 예를들어, 두개의 안테나 구성에서, 신호 필드에 뒤이은 하나의 롱 트레이닝 시퀀스는 제 1 안테나에서 전송되고, 롱 트레이닝 시퀀스에 뒤이어 제 2 안테나에서 전송된다. 또 다른 변형은 시간 영역에서의 직교성을 기초로한 MIMO-OFDM 프리앰블 구조를 채용한다.
- [0030] 본 발명의 일 측면에 따르면, 롱 트레이닝 심볼들의 서브 캐리어들은 N_r 개의 그룹들(N_r 는 송신 지점의 갯수이다)로 나누어 지고, 각 서브 캐리어 그룹은 소정 타임 슬롯 내에서 상이한 송신 안테나로 전송된다. 롱 트레이닝 심볼의 서브 캐리어들은 다양한 방법으로 N_r 개의 개별 서브 캐리어 그룹으로 분할 될 수 있다. 여기에서 논의되는 다양한 실시예에서, 상기 서브 캐리어들은 블로킹이나 인터리빙 기술을 사용하여 그룹화된다. 여기서 N_r 개의 그룹 각각의 크기는 동일할 필요가 없다.
- [0031] 레거시 무선랜 시스템과 역 호환되는 일 실시예의 시스템에서, 롱 트레이닝 심볼들은 IEEE 802.11a/g 롱 트레이닝 심볼의 주파수 영역의 콘텐츠(content)에 근거를 두고 있다. 개시된 구성은 N_r 개의 롱 트레이닝 심볼을 사용하며, 여기에서 N_r 는 시스템 내의 송신 안테나의 갯수이다. 주파수 영역의 직교성은 예를들어, 802.11a/g 롱 트레이닝 심볼(510)에서 52개 주파수 빈(bins)의 주파수 영역의 콘텐츠를 N_r 개의 그룹으로 분할함으로써 이루어질 수 있다. 따라서, 수신기에 의해 수신된 집합 신호는 802.11a/g 롱 트레이닝 심볼(510) 뿐 만 아니라 부가의 롱 트레이닝 심볼(520)(이것은 저차 수신기로 검출되지 않을 경우 무시될 수 있다)이 될 수 있다.
- [0032] 도 5는 두개의 송신 안테나를 가진 예시적 구성을 위하여 본 발명의 특징을 포함하고 있는 FDM 기반의 프리앰블 구조(500)를 나타내고 있다. FDM 기반의 프리앰블 구조(500)는 주파수 영역에서의 직교성에 기초를 두고 있다. 예로서의 두개의 송신 안테나 구성에서, FDM 기반 프리앰블 구조(500)는 제 1 송신기를 위한 제 1 롱 트레이닝 심볼의 서브 캐리어 절반에 대한 그룹화와, 제 2 송신기를 위한 제 1 롱 트레이닝 심볼의 서브 캐리어의 나머지 절반에 대한 그룹화를 포함한다. 이 처리과정은 이후 제 2 롱 트레이닝 심볼을 위하여 반대로 된다. 여기에서 신호 필드는 역 호환을 위하여 제 1 롱 트레이닝 심볼과 동일한 방법으로 전송될 필요가 있음에 주목한다.
- [0033] 상이한 송신 안테나들은 직교성을 유지하기 위해 별도의 다른 서브 캐리어 그룹을 사용하여 각각의 롱 트레이닝 심볼들을 구성할 것이다. 각 송신 안테나는 다음의 롱 트레이닝 신호를 구성하기 위하여 다음의 서브 캐리어 그룹으로 주기적으로 이동할 것이다. 이 과정은 마지막 롱 트레이닝 심볼(N_r)이 구성될 때 까지 계속된다. 이러한 방법으로, 주파수 직교성이 각각의 롱 트레이닝 심볼에 대해 유지되는 한편, 각각의 송신 안테나는 마지막 처리

과정에서 전체 주파수 범위를 다루어서, 모든 송신기에서 모든 수신기까지의 전체 채널에 대한 채널 추정을 지원한다.

[0034] 도 6은 N_t 개의 송신 안테나를 갖는 예시적 구성을 위하여 본 발명의 특징을 포함하고 있는 FDM 기반의 프리앰블 구조(600)를 나타낸다. 예시적인 프리앰블 구조(600)는 하나 이상의 송신 안테나가 사용될 때 필수 부가 정보를 포함하는 2개의 신호 필드를 포함한다. 여기에서, 롱 트레이닝 심볼의 구조는 IEEE 802.11a/g 표준에 기술되어 있듯이, IFFT, 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix) 및 윈도우잉(windowing)을 적용함으로써 완료됨에 주목한다. 또한, IFFT 동작이 선형이므로, 모든 N_t 개의 송신 안테나로 전송된 합성 시간 영역 롱 트레이닝 신호들은 SISO-OFDM 시스템의 경우에 단일 안테나로 전송된 시간 영역 롱 트레이닝 신호들과 동일할 것임에 주목한다.

[0035] (블록킹된(blocked) 서브 캐리어 그룹들)

[0036] 도 7은 본 발명의 블록킹된 서브 캐리어 그룹화의 구현에 따른 FDM 롱 트레이닝 심볼들을 나타낸다. 도 7에 도시되어 있듯이, 실시예의 각 롱 트레이닝 심볼은 N_t 개의 그룹으로 분할되는 52개의 활성 서브 캐리어들을 포함한다. 본 발명의 블록킹된 서브 캐리어 그룹화의 구현에 있어서, 서브 캐리어들은 연속 또는 인접한 서브 캐리어들을 기초로하여 그룹화 된다. 실시예에서, 각 서브 캐리어 그룹들은 $N_t=4$ 에 대해서 $13\{52/N_t\}$ 의 인접 서브 캐리어들을 포함한다.

[0037] 도 7에 도시되어 있듯이, 제 1 롱 트레이닝 심볼은 4개의 서브 캐리어 그룹(710-1 내지 701-4(각각 13개의 인접 서브 캐리어를 포함함))로 분할된다. 본 발명의 롱 트레이닝 심볼 구성의 다른 특징에 따르면, 소정의 송신 지점에 의해 전송되는 서브 캐리어 그룹은 N 개의 롱 트레이닝 심볼 각각에 대해 변화하는데, N 개의 롱 트레이닝 심볼들의 전송 후, 각 송신 지점 TX_n 은 상기 롱 트레이닝 심볼의 각 서브 캐리어를 1회 및 단지 1회만을 전송하였다. 달리 말하면, 제 1 전송 지점 TX_1 에서, 제 1 서브 캐리어 그룹은 제 1 롱 트레이닝 심볼 내에서 전송되고, 제 2 서브 캐리어 그룹은 제 2 롱 트레이닝 심볼 내에서 전송되며, 제 3 서브 캐리어 그룹은 제 3 롱 트레이닝 심볼 내에서, 그리고 제 4 서브 캐리어 그룹은 제 4 롱 트레이닝 심볼 내에서 전송된다. 이와 유사하게, 제 2 전송 지점 TX_2 에서, 도 7에 나타나 있듯이 제 2 서브 캐리어 그룹은 제 2 롱 트레이닝 심볼 내에서 전송되는 등의 과정이 진행된다.

[0038] 짝수번 송신 지점에서, 모든 그룹들이 동일 갯수의 서브 캐리어($=52/N_t$)를 갖는데 반해, 홀수번 송신 지점에서 모든 그룹들은 동일 갯수의 서브 캐리어를 갖지는 않지만, $52/N_t$ 에 가까운 수를 갖고, 여전히 주파수 영역의 직교성을 유지하며, 전체적으로 모두 52개의 서브 캐리어를 포함하게 될 것이다.

[0039] 만일 64개의 서브 캐리어 중에서 52개를 사용하는 주파수 영역 내의 레거시 롱 트레이닝 심볼이 도 2에 도시된 것과 같다고 한다면, 4개 송신 안테나의 MIMO 시스템의 경우에 n^{th} 번째 송신 안테나로부터 전송된 m^{th} 번째 롱 트레이닝 심볼을 위한 롱 트레이닝 심볼은 다음과 같이 표현될 것이다:

[0040] (1)
$$t_{l,m}^{p=0} = [\overbrace{0 \dots 0}^{38} 11-1-111-11-11111 \overbrace{0 \dots 0}^{12}]$$

[0041] (2)
$$t_{l,m}^{p=1} = [\overbrace{0 \dots 0}^{51} 11-1-111-11-11111]$$

[0042] (3)
$$t_{l,m}^{p=2} = [01-1-111-11-11-1-1-10 \overbrace{\dots 0}^{50}]$$

[0043] (4)
$$t_{l,m}^{p=3} = [\overbrace{0 \dots 0}^{14} -111-1-11-11-11111 \overbrace{0 \dots 0}^{37}]$$

[0044] 여기에서 P_{nm} 은 서브 캐리어 그룹 번호(0 에서 N_t-1)로서 다음 식으로 주어진다:

$$P_{nm} = [(n-1) + (m-1)] \bmod N_t$$

[0045] (5)

[0046] 여기에서 n 은 송신 안테나 인덱스(1.. N_t) 이고 m 은 롱 트레이닝 심볼 번호(1.. N_t)이다.

[0047] (인터리브된(interleaved) 서브 캐리어 그룹들)

[0048] 도 8은 본 발명의 인터리브된 서브 캐리어의 그룹화 구현에 따른 FDM 롱 트레이닝 심볼들을 나타낸다. 도 8에 도시되어 있듯이, 실시예의 각 롱 트레이닝 심볼은 N_t 개의 그룹들로 분할되는 52개의 활성 서브 캐리어를 포함한다. 본 발명의 인터리브된 서브 캐리어 그룹화의 구현에 있어서, 서브 캐리어들은 모든 N_t '번째 서브 캐리어를 포함하는 패턴을 기초로 하는 그룹이다. 예를들어, 4개의 송신 지점 구성에서, 1번, 5번, 9번, 및 49번 서브 캐리어들은 제 1 서브 캐리어 그룹에 포함될 것이다. 도식적인 실시예에서, 각 서브 캐리어 그룹은 $N_t=4$ 에 대해서 13개($52/N_t$)의 서브 캐리어들을 포함하는데, 여기에서 한 그룹 내의 각 서브 캐리어는 N_t 에 의해 분리된다. 이와 같은 방식으로 모든 N_t 개 그룹들의 서브 캐리어들이 인터리브 된다.

[0049] 본 발명의 롱 트레이닝 심볼의 구성은 어떠한 수의 송신 안테나, 서브 캐리어, 대역폭 억제 및 그룹화 방식을 지원하며, 이는 당업자라면 자명할 것이다.

[0050] 도 9는 본 발명의 특징을 포함하는 예시적인 MIMO-OFDM 수신기(900)의 블록도 이다. 도 9에 나타난 바와 같이, MIMO-OFDM 수신기(900)는 복수의 수신 안테나 915-1 내지 915- N_r , 및 수신 지점 RX_1 에서 RX_{N_r} 을 포함한다. 스테이지(920)에서는 시간 및 주파수 동기화가 수행되고, 동기화된 수신 신호가 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix)를 제거하는 스테이지(925) 및 채널 추정 스테이지(935)에 인가된다. 일단 스테이지(925)에서 사이클릭 프리픽스가 제거되면, 스테이지(930)에서 고속 푸리에 변환(FFT)이 수행된다. 검출 및 디코딩 블록(945)은 MIMO 검출(N_c 개의 서브 캐리어에 대한)과, 위상 드리프트(drift) 및 진폭 드루프(droop) 보정, 역맵핑(demapping), 역인터리빙(deinterleaving), 디펄츄어링(depuncturing), 및 디코딩을 채널 추정(935)을 사용해서 수행한다.

[0051] MIMO-OFDM 수신기(900)는 다음과 같이 FDM 롱 트레이닝 심볼을 가지고 역 호환 채널 추정(935)과 신호 필드의 검출을 수행할 수 있다:

- [0052] 1. 제 1 롱 트레이닝(LT)에 2개의 롱 트레이닝 심볼(LTS)을 부가하여 3dB의 SNR(신호대 잡음비) 이득을 얻음;
- [0053] 2. 롱 트레이닝 심볼을 주파수 영역으로 변환시킴;
- [0054] 3. 롱 트레이닝 심볼의 복조, 부분 채널 추정;
- [0055] 4. 신호 필드를 주파수 영역으로 변환시킴;
- [0056] 5. 신호 필드를 부분 채널 추정을 사용하여 검출 및 디코딩함;
- [0057] 6. 신호 필드를 복조하여 다른 부분 채널 추정을 얻음;
- [0058] 7. 복조된 신호 필드를 복조된 트레이닝 심볼에 합산 및 크기 조정(불완전한 채널 추정을 부가)하여 추가로 1.8dB의 SNR 이득을 얻음;
- [0059] 8. 나머지 롱 트레이닝 시퀀스(LT)에 대하여 상기 단계 1 내지 3을 수행함;
- [0060] 9. 추가의 신호 필드에 뒤이은 어떤 롱 트레이닝 시퀀스의 경우에 단계 4 내지 7을 수행함;
- [0061] 10. 완전한 채널들의 추정에 이르도록 모든 부분 채널들의 추정을 부가함.

[0062] 채널 추정은 MIMO-OFDM 수신기 측에서 완료되며, 트리밍(trimming)과 주파수 동기화 이후 발생한다. 수신기에서, N_r 개의 MIMO-OFDM 수신기들 각각은 송신기에 의하여 사용된 FDM 롱 트레이닝 구조의 이전 지식들에 근거하여 모든 N_t 개의 송신 안테나에 대한 실제의 채널 추정을 만든다. 각 수신기는 SISO-OFDM의 경우와 마찬가지로 방법으로, FFT와 서브 캐리어 복조를 사용해서 각 롱 트레이닝 심볼들을 처리하여, 상이한 송신기들에 속하는 각 채널의 상이한 부분을 추출한다. 그 다음 단계로, 모든 송신기에 대한 완전한 채널을 작성하기 위하여 동일

한 송신기에 속하는 채널 부분을 수집하게 된다. 4개의 송신 안테나를 갖는 MIMO 시스템에 대한 보기가 다음에 설명된다.

[0063] 일반적으로, 서브 캐리어 당 주파수 영역에서의 MIMO 수신 신호는 매트릭스 벡터 표기로 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0064]
$$\mathbf{r} = \mathbf{H}\mathbf{s} + \mathbf{n} \tag{6}$$

[0065] 4x4 MIMO 시스템을 위한, 매트릭스 벡터 표기는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[0066]
$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \\ r_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} & H_{14} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} & H_{24} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} & H_{34} \\ H_{41} & H_{42} & H_{43} & H_{44} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \end{bmatrix} \tag{7}$$

[0067] 제 1 수신기를 위한 도 10a와 10b에는 모든 수신된 FDM 룡 트레이닝들 중에서 각 서브 캐리어들에 대한 채널 추정 매트릭스 H를 구성하기 위하여 각 수신기에 의해 취해진 처리 과정들이 나타나 있다. 도 10a는 수신기에 의한 주파수 블록의 재배열 이전의 채널 추정을 나타내고 있다. 도 10b는 수신기에 의한 주파수 블록의 재배열 이후의 채널 추정을 나타내고 있다. 도 10a와 10b에서, 주파수 축은 송신기에 의해 채택된 동일한 N_t 개의 서브 캐리어 그룹으로 나누어 지고(도 7 및 8 참조), 시간 축은 N_t 개의 룡 트레이닝 심볼들의 전송을 지원하기 위하여 동일한 N_t 개의 타임 슬롯으로 분할된다.

[0068] 프리앰블은 기존의 802.11a/g 기반의 시스템과 역 호환성을 갖도록 만들어 질 수 있다. 역 호환을 위하여, 802.11a/g 기반의 시스템은 프리앰블을 검출하고, 패킷의 신호 필드를 해석 가능할 필요가 있다. 이것은 제 1 룡 트레이닝 심볼 뿐 아니라 상이한 송신 안테나로부터의 신호 필드 전송을 위하여 사용되는 동일한 FDM 구성을 사용하여 달성된다. MIMO 전송을 위하여 신호 필드 내에서 특정되는 길이는 802.11a/g 기반의 시스템이 이후 MIMO 전송의 기간 동안 지연할 수 있도록, 패킷의 실제 기간과 동일하게 만들어져야 한다. MIMO 시스템은 신호 필드를 바이트 단위의 실제 길이의 패킷으로 변환 가능하게 할 필요가 있다. 이를 위하여 MIMO 시스템은 추가의 정보를 가져야 하며, 이 정보는 신호 필드의 예약 비트 또는 역 호환 무선랜 MIMO-OFDM 시스템에서 불가피할 수 있는 별도의 부가적인 제 2 신호 필드(도 6 참조)에 포함될 수 있다.

[0069] 적절한 지연 메카니즘에 대한 보다 상세한 논의에 대해서는 예를들어, 본문에 참조로 포함된 미국 특허출원 "다중 입출력 통신 시스템에서 저차 수신기로 역 호환 통신을 하기 위한 장치 및 방법"을 참조한다.

[0070] 또한, FDM 룡 트레이닝 심볼들과 신호 필드를 기초로 하는 MIMO-OFDM 시스템은 상이한 MIMO 구성에 대해 스케일 조정이 가능하게 만들어 질 수 있다. 예를들어, 3개의 송신 안테나를 갖는 MIMO-OFDM 시스템은 2개의 송신 안테나를 갖는 MIMO-OFDM 시스템으로 쉽게 축소될 수 있다. 또한, 2개의 수신기를 갖는 MIMO-OFDM 시스템은 채널을 트레이닝 할 수 있고, 3개의 송신 안테나에 의한 MIMO-OFDM 전송의 신호 필드를 해석할 수 있으며, 따라서 패킷 기간 동안 지연할 수 있다. MIMO-OFDM 시스템은 이후 802.11a/g 시스템과 저차 MIMO-OFDM 시스템들과 공존한다. 공존의 의미로, 전송된 데이터를 수신할 수 없는 N_r 개의 수신 안테나를 갖는 어떤 시스템은 전송의 기간 동안 지연할 수 있는데, 이것은 전송의 시작을 검출하고 신호 필드로부터 전송의 길이(기간)를 추출할 수 있기 때문이다. 또한, MIMO-OFDM 시스템은 역 호환 방식으로 802.11a/g 시스템과 두가지 방법으로 통신을 할 수 있는데, 첫째로, 시스템을 단일 안테나로 축소할 수 있으며, 둘째로, 상이한 안테나에 FDM 방식으로 동일하게 데이터를 로딩할 수 있다.

[0071] FDM 신호 필드는 다른 장점을 갖는데, 즉 제 3의 룡 트레이닝 심볼로서의 역할을 하는데 사용될 수 있다. 신호 필드는 항상 동일한 견고한 방식으로 변조 및 부호화되며, 이것은 양호한 수신을 촉진한다. MIMO 전송의 신호 필드는 한층 더 견고한데, 이는 신호 필드가 다수의 안테나에 의해 수신되고, 따라서 최적의 방식으로 조합될 수 있기 때문이다. 그러므로, 다른 룡 트레이닝 심볼로서 신호 필드를 사용하는 것은 양호한 수신의 기회가 매우 높기 때문에 실현 가능한 해법이다.

[0072] 본 실시예와 여기에 도시 및 서술된 변형예들은 단지 본 발명의 원리를 도식적으로 나타내는 것이며, 당업자라면 본 발명의 사상과 영역을 벗어나지 않고도 다양한 변형이 구현될 수 있음을 알아야 할 것이다.

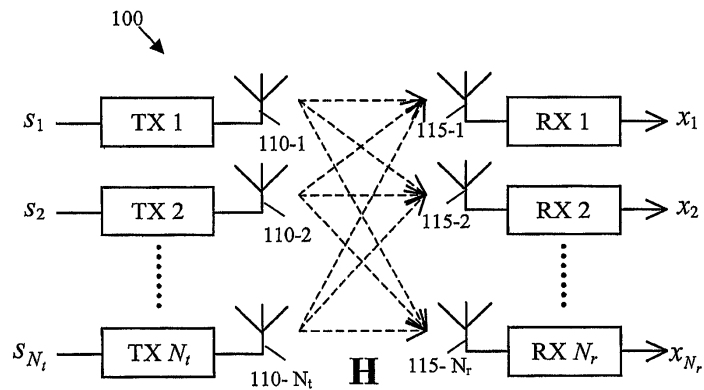
도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 N_t 개 송신기, N_r 개 수신기로 구성된 종래의 다중 안테나 통신 시스템을 도시한 도면.
- [0014] 도 2는 역 고속 푸리에 변환(IFFT: Inverse Fast Fourier Transform)의 입력에서 본, 64 서브 캐리어로 구성된 IEEE 802.11a/g 표준에 따르는 종래의 롱 트레이닝 심볼을 도시한 도면.
- [0015] 도 3은 종래의 IEEE 802.11a/g 롱 트레이닝 심볼에 대한 주파수 영역에서의 표현을 도시한 도면.
- [0016] 도 4는 종래의 IEEE 802.11a/g 프리앰블 구조를 도시한 도면.
- [0017] 도 5는 2개의 송신 안테나를 갖는 예시적 구성을 위하여 본 발명의 특징을 포함하고 있는 FDM 기반의 프리앰블 구조를 도시한 도면.
- [0018] 도 6은 N_t 개 송신 안테나를 갖는 예시적 구성을 위하여 본 발명의 특징을 포함하고 있는 FDM 기반의 프리앰블 구조를 도시한 도면.
- [0019] 도 7은 본 발명의 블록킹된 서브 캐리어의 그룹화 구현에 따른 FDM 롱 트레이닝 심볼들을 도시한 도면.
- [0020] 도 8은 본 발명의 인터리브된 서브 캐리어의 그룹화 구현에 따른 FDM 롱 트레이닝 심볼들을 도시한 도면.
- [0021] 도 9는 본 발명의 특징을 포함하는 예시적인 MIMO-OFDM 수신기의 블록도 이다.
- [0022] 도 10a, 10b는 각각 주파수 블록들의 재정렬 이전과 이후의 수신기에 의한 채널 추정을 도시한 도면.

도면

도면1

(종래기술)



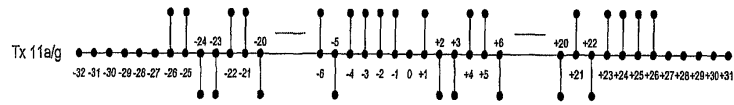
도면2

(종래기술)

$$\mathbf{t}_T = \begin{bmatrix} 01-1-111-11-11-1-1-1-1-111-1-11-11-111110\dots \\ \dots 011-1-111-11-1111111-1-111-11-1111 \end{bmatrix}$$

도면3

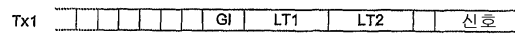
(종래기술)



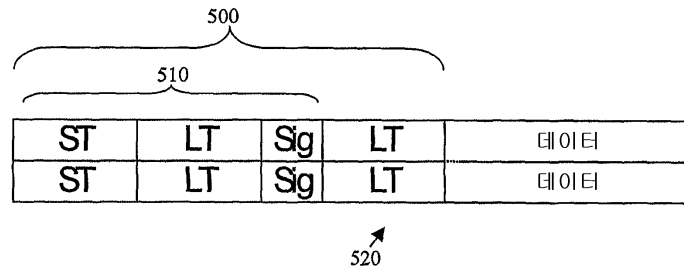
도면4

(종래기술)

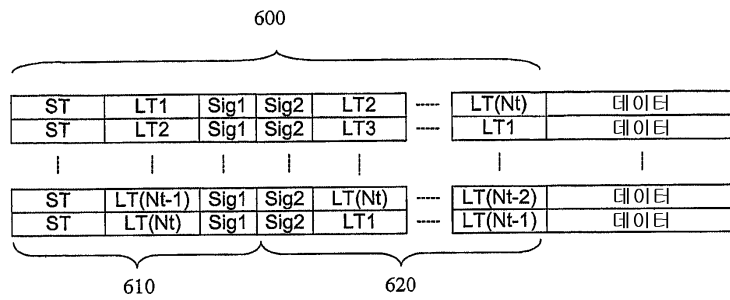
400



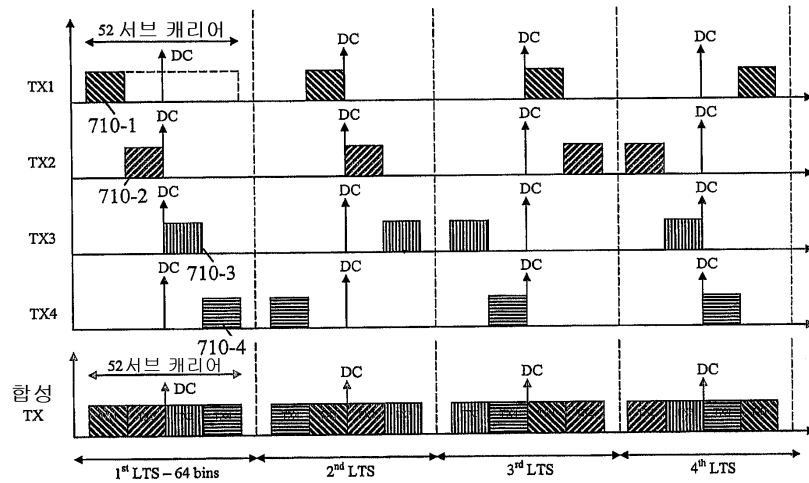
도면5



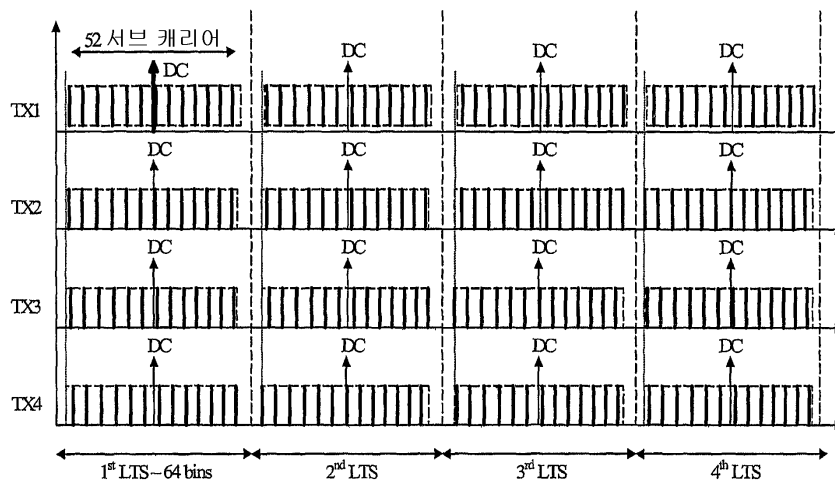
도면6



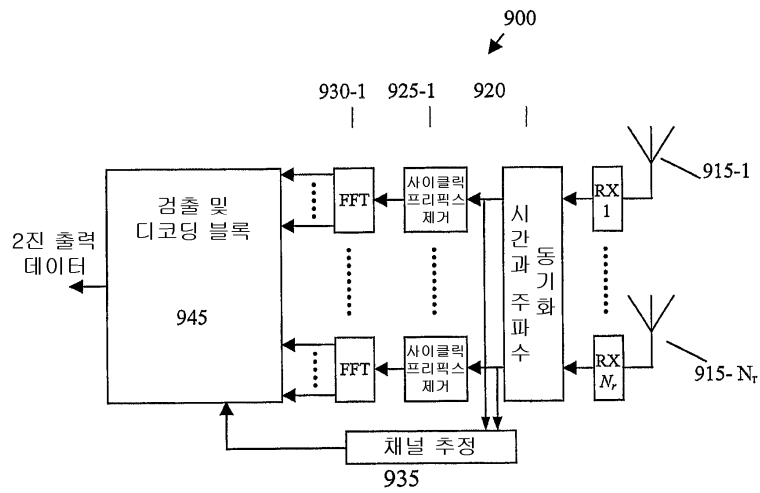
도면7



도면8



도면9



도면10

