(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H04B 1/69

(11) 공개번호 10-2004-0099457
(43) 공개일자 2004년11월26일

(21) 출원번호 10-2004-7016756
(22) 출원일자 2004년10월18일
번역문 제출일자 2004년10월18일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2003/001456
(87) 국제공개번호 WO 2003/090364
(86) 국제출원출원일자 2003년04월17일
(87) 국제공개일자 2003년10월30일

(30) 우선권주장 10/127,327 2002년04월19일 미국(US)

(71) 출원인 노키아 코포레이션
핀랜드핀-02150 에스푸 카일알라덴티에 4

(72) 발명자 투코빅조르드제
핀랜드 핀-90570 오울루 일리오피스토카투 24 씨 324

소타니에밀리아노
이탈리아 아이-52020 카스텔프란코 비아 단테 알리기에리 8

(74) 대리인 이영필

심사청구 : 없음

(54) 무선 통신을 위한 직교화된 공간 멀티플렉싱

요약

여러 송신 안테나들 상의 신호들의 공간 멀티플렉싱에서의 복잡성을 감소하기 위한 무선 통신 시스템에서 정보 데이터를 처리하기 위한 방법 및 시스템. 1 레졸루션(resolution)을 가지는 직교화된 공간 멀티플렉싱에서, 부호화된 데이터는 인터리브되고 복수개의 병렬 서브스트림들로 변환된다. 전송을 위해 상기 부호화된 데이터를 변조하기 전에 몇 칩들의 고의 지연 오프셋을 가진 사용자 고유 스프레딩 코드로 각각의 서브스트림들은 스프레드된다. 마찬가지로, 2 레졸루션을 가지는 직교화된 공간 멀티플렉싱에 있어서, 부호화된 데이터는 인터리브되고 복수개의 병렬 서브스트림들로 변환된다. 각각의 서브스트림 쌍은 몇 칩들의 고의 지연 오프셋을 가진 사용자 고유 스프레딩 코드로 쌍비교 스프레드된다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 공간 멀티플렉싱 시스템에 관한 것이고, 특히, 다중-입력 다중-출력(MIMO) 고속 다운링크(downlink) WDCMA FDD에 관한 것이다.

배경기술

무선 통신 서비스들에 대한 수요 및 성장으로 인해, 데이터 및 비디오를 1초당 수 개의 메가비트(Megabits)에 해당하는 데이터 전송률로 빠르고 신뢰성 있게 송신하는 것이 요구되고 있다. 신뢰성 있는 무선 송신을 어렵게 하는 근본적인 현상으로는 시간에 따라 변화하는 다중 경로 페이딩(fading)이 있고, 이는 사용자의 이동성에 따른 데이터 전송률 때문에 발생한다. 만일 독립적인 페이딩 채널들을 통해 동일한 송신 신호의 다중 복사본을 보낸다면 그들 중 적어도 하나는 심하게 악화되지 않은 상태로 수신기에 도착할 가능성이 증가될 것이다. 이러한 기술을 다이버시티(diversity)라 부른다. 이는 신뢰성 있는 무선 통신을 위해 유일하게 가장 중요하고 잘 만들어진 해결책을 제시한다. 다른 다이버시티 방법들, 이를 테면 시간, 주파수, 편파(polarization) 또는 공간 다이버시티는 현존하는 무선 통신 시스템에서 성공적으로 사용되고 있다.

시스템들 중 광대역 CDMA(코드 분할 다중 액세스) 유형들은 채널들의 가간섭 성(coherence) 대역폭보다 몇 배 더 큰 대역폭을 차지하는 것이 전형적이다. 수신기에서 다중 경로 조합은 채널의 주파수 다이버시티를 상기 시스템의 고유한 장점으로 바꾼다. 그러나, 옥내 무선 채널들은 큰 가간섭성 대역폭들을 가지기 때문에, 일반적으로 주파수 다이버시티를 제공하지 못한다. 이러한 가간섭성 대역폭 문제를 회피하기 위해서, 송신된 신호의 동일한 복사본을 코릴레이트 되지 않은(uncorrelated) 여러 개의 송신 안테나들에 할당하고, 동일한 스프레딩 코드의 여러 지연된 버전으로 상기 할당된 복사본들 각각을 스프레딩 하는 것이 가능하다. 여기서 각각의 버전은 몇 개의 칩들에 의한 오프셋(offset)이다. CDMA 지연 송신 다이버시티 방식으로 알려진 이러한 방법은 인공적인 다중 경로 전파를 만들어내고 주파수 비-선택식(non-selective) 채널을 주파수-선택식 채널로 변형시킨다.

최근 정보 이론에서의 이론상의 결과들은, 송신기 및 수신기 배열에 있는 안테나들이 코릴레이트 되지 않고, 편재하는 '키 홀드(key hold)' 효과들이 상기 채널에서 발생하지 않는다면, 다중-입력 다중-출력(MIMO) 무선 채널들이 링크 용량에 있어 선형(linear) 증가를 잠재적으로 제공한다는 것을 보여주고 있다. 따라서, 대응하는 신호 설계(부호화 및 변조)를 가지는 다중 안테나 시스템들은 미래 무선 시스템에 있어서 전송 속도 및 신뢰성에 대한 강렬한 요구에 핵심 해결 방안으로 여겨진다. 채널 상태 정보(channel state information: CSI)가 송신기에서 이용 가능하지 않을 때, 공간-시간 부호화(space-time coding: STC)는 공간 영역 및 시간 영역을 동시에 부호화하여 MIMO 레일레이(Rayleigh) 페이딩 채널 용량 상에서의 이론적 한계들에까지 도달하도록 지정된 최적의 시그널링 전략에 해당한다. 그러나, STC의 복잡성은 송신 안테나들의 수에 따라 기하급수적으로 증가한다. 이론상 최적의 STC 시스템에 있어서, 복잡성은 최대 가능 복호화(maximum likelihood decoding: MLD)가 비실용적이 되거나 실현할 수 없게 되는 지점에 이르게 될 것이다.

MIMO 신호 프로세싱으로 부호화하는 전형적인 단독 안테나 채널의 조합을 기반으로 하는 보다 낮은 복잡성 차선(sub-optimal) 방식들이 최근들어 대단한 관심을 끌게 되었다. '3 rd 세대 파트너쉽 프로젝트, 기술 규격 그룹 무선 액세스 네트워크; UTRA 고속 다운링크 패킷 액세스의 물리 레이어 국면들'3G TR25.848,v4.0.0(2001-03))에서 게시된 것과 같은, 고속 다운 링크 WCDMA FDD에 대한 현재 3GPP 표준화는, 다중 안테나 송신에 대한 두가지 제안들에 주로 집중되어 있다. 이러한 제안들은 두 개 이상의 송신 안테나들에 대한 공간-시간 블록에 있어서의 비율, 펀처링(puncturing) 및 직교성(orthogonality) 사이의 균형에 대한 것과 VBLAST(Vertical Bell Labs Space-Time)에 대한 것이다.

VBLAST는 송신기에서의 공간적 멀티플렉싱과 수신기에서의 공간적 필터링에 의존하고, MIMO 시스템들에 단독 안테나 채널 코드들의 사용을 가능하게 한다. 검출은 아직 검출되지 않은 레이어들의 계속되는 널링(nulling)에 의해 수행되는데, 이러한 레이어들은 미리 검출된 레이어들의 결정-지시된 간섭 억제(decision-directed interference suppression)와 결합되어 있다. 수신기에서의 공간 필터링은 송신 안테나들의 수와 같거나 더 많은 수의 수신 안테나를 필요로 하는데, 이는 시스템들의 다운링크 유형에 대해서는 비실용적일 수도 있다. 간섭하는 신호들을 억제하기 위하여 사용되는 선형 프로세싱으로 인해, 이러한 아키텍처에서의 지배적인 다이버시티는 하나이다. 쌍방향 터보 검출(상호 안테나 간섭 억제)을 가지는 강력한 채널 부호화 및 복호화를 적용하는 것 역시 성능을 개선하는 방법으로 고려될 수 있었지만, 그와 같은 접근 방식에는 수신기 복잡성이 보다 더 극적으로 증가하는 결점이 존재한다.

타록(Tarokh)등의 '조합된 배열 프로세싱 및 공간-시간 부호화'(IEEE Trans Inf. Th. vol. 45, no.4, 1999년 4월)에서 소개된 것처럼, VBLAST의 일반화는 두 개 이상의 송신 안테나들에 대한 보다 낮은 복잡성의 두 개의 안테나 공간-시간 격자(trellis) 코드들의 어플리케이션을 제안한다. 송신기에 있는 안테나들은 쌍들로 분할되고, 개별적인 공간-시간 격자 코드들(space-time trellis codes: STTC)(컴포넌트 코드들)은 송신 안테나들의 각각의 쌍으로부터 정보를 송신하기 위해 사용된다. 두 개의 송신 안테나들을 위한 보다 강력한 공간-시간 코드들, 예를 들어, 공간-시간 터보 부호화된 변조(space-time turbo coded modulation: STTuCM)는 컴포넌트 코드들로서 쉽사리 적용될 수 있다. 수신기에서, 개별적인 공간-시간 코드는, 송신 안테나들의 다른 쌍들에 의해 송신된 신호들을 간섭으로서 취급하여 억제하는, '그룹 간섭 억제 방법' 이라고 불리는 선형 배열 프로세싱(linear array processing: LAP) 기술의 도움으로 복호화될 수 있다. 상기 방법은 수신 안테나들의 수를 VBLAST와 비교하여 절반으로 절감할 수 있다. VBLAST와 유사하게, 성능은 증가된 시스템 복잡성의 지렛대로서 복호화, 반복(iterative) 및 상호-안테나 간섭 억제에 의해 보다 개선될 수 있다.

VBLAST에 적용되는 단독 안테나 채널 코드들과 공간-시간 코드들 및 그것의 일반화는 수평(horieontally)- 또는 수직(vertically)- 부호화되는 시스템으로서 사용될 것이고, 차이점은 각각의 부호화 블록 전단 또는 후단에 직별-병렬로의 변환을 위한 블록의 위치에 기인한다. 수평 부호화되는 시스템은 개선된 복호화된-기반의, 결정-지시된 간섭 억제를 가능하게 하고, 수직 부호화된 시스템은 계속적인 레이어들, 예를 들어 공간 인터리빙에 대하여 평균화된 SNR(신호-대-소음 비율)로부터 이득을 얻는 것이 기대될 것이다.

공간-시간 블록 코드들(space-time block codes: STBC)은 송신기에서 두 개의 안테나들을 사용하여 전력 효율을 개선하기 위한, 간단한 송신 다이버시티 방식(STTD)으로서 본래 소개되었다. STTD는 이후에, 두 개 이상의 송신 안테나들에 대한 방식들이 단독 송신 안테나 시스템들에 비해 감소된 전송률이라는 결점을 가짐에도 불구하고, 임의 갯수의 송신 안테나들에 있어 일반화되었다. 공간-시간 블록 코드들의 주된 이득은 송신 안테나 다이버시티의 간단하지만 효율적인 개발에 있다. 그러나 일정한 최적화가 회복률(retrieved rate)에 대해 절충된다면, 대체적인 처리율은 단독 송신 안테나 시스템들보다 높지 않다.

VBLAST에서 사용된 여러 송신 안테나들 상의 신호들의 공간 멀티플렉싱 및 그것의 일반화는 수신기에만 송신된 신호들의 분리를 전제하였다. 동일한 스프레딩 코드에 의해 스프레드되고, 동시에 n 개의 상이한 송신 안테나들 상에서 송신된 신호는 지정된 수신 안테나에 도착하여 서로 파괴적으로 간섭한다. 첫 번째 송신 안 테나, 예를 들어 첫 번째 레이어로부터 오는 신호를 검출하기 위하여, n-1개의 간섭하는 신호들은 수신기에서 최소 n 개의 안테나들을 요구하는 공간 필터링 방법을 기반으로 하는 선형 ZF(zero-forcing) 또는 MMSE(minimum mean square error)에 의하여 널링된다(nulled out). 첫 번째 레이어가 검출된 후에, 여러 수신 안테나들 상에서 수신된 신호들에 대한 그것의 기여는 공제되고 그 다음 레이어의 검출은 동일한 방식으로 수행된다. 상기의 방법은 다운링크에서의 이동 핸드셋(handset)의 복잡성을 증가시키고 수신기에 있는 최소 필요한 수의 안테나들에 의해 결정된 처리율에 있어 명백한 한계를 갖는다. 수신기에서의 선형 프로세싱으로 인해, 시스템에서 지배적인 다이버시티는 하나이다.

복잡성이 감소되어 이동 핸드셋에서 사용될 수 있는 방법 및 장치로서, 여러 송신 안테나들 상의 신호들에 대한 공간 멀티플렉싱을 위한 방법 및 장치가 제공되는 것이 유익하고 바람직하다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 주된 목적은 무선 통신 시스템에 있어서 여러 송신 안테나들 상의 신호들의 공간 멀티플렉싱의 복잡성을 감소하는 것이다. 여기에서 부호화된 데이터는 전송을 위해 부호화된 데이터의 변조 전에 스프레드된다. 이러한 목적은 상기 부호화된 데이터의 스프레딩 전에 상기 부호화된 데이터를 인터리브하고 데이터 서브스트림들로 분리하는 것에 의해 달성될 수 있다.

따라서, 본 발명의 첫 번째 국면에 따르면, 송신을 위한 복수개의 송신 안테 나들($22_1, ..., 22_n$)을 가지는 무선 통신 시스템(1,5)에서 정보 데이터(110)를 처리하는 방법(300)이 제공된다. 상기 방법은 다음의 단계들로 구성되는바:

부호화된 데이터(112, 213)를 제공하기 위하여 정보 데이터를 부호화하는 단계(312); 첫 번째 스프레드된(spreaded) 데이터 스트림($118_1, 218_1, 218_2$)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)로 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 스프레딩하는 단계(318); 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림($118_2, 218_3, 218_4$)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)의 지연된 버전($180_1, ..., 180_{n-1}$)의 적어도 하나로 상기 부호화된 데이터를 스프레딩하는 단계(318); 변조된 신호들($120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n$)을 제공하기 위해 상기 첫 번째 및 두 번째 스프레딩-부호화된 데이터 스트림들을 변조하는 단계(320); 및 송신을 위한 상기 송신 안테나($22_1, ..., 22_n$)로 상기 변조된 신호들($120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n$)을 전달하는 단계를 포함한다.

상기 방법은 이에 더 나아가 상기 스프레딩 단계(318) 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 분리하여 데이터 서브스트림들($116_1, ..., 116_n, 217_1, ..., 217_n$)로 분리하는 단계(316)를 거치고, 상기 데이터 서브스트림들은 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹($116_1, 217_1, 217_2$) 및 부호화된 데이터의 두 번째 그룹($116_2, 217_3, 217_4$)을 적어도 포함하고, 상기 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림($118_1, 218_1, 218_2$)은 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹($116_1, 217_1, 217_2$)을 나타내고, 상기 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림($118_2, 218_3, 218_4$)은 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹($116_2, 217_3, 217_4$)을 나타내는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 상기 방법은 상기 분리하는 단계(316) 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 인터리빙하는 단계(314)를 더 포함하고, 부호화된 데이터의 상기 첫 번째 및 두 번째 그룹($116_1, 217_1, 217_2$)($116_2, 217_3, 217_4$)은 상기 인터리빙(314)에 따라 분리되는 것에 의해 더 특징지워진다.

상기 부호화된 데이터(213)는 한 쌍의 상호 직교의 서브스트림 심볼들($213_1, 213_2$)을 포함하는 것이 유익하고, 상기 방법에 있어서, 상기 데이터 서브스트림들은($217_1, ..., 217_n$) 상기 서브스트림 심볼 쌍($213_1, 213_2$)의

첫 번째 쌍비교 서브스트림(217_1, 217_2) 및 두 번째 쌍비교 서브스트림(217_3, 217_4)을 적어도 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 상기 첫 번째 쌍비교 서브스트림들(217_1, 217_2)을 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 상기 두 번째 쌍비교 서브스트림들(217_3, 217_4)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 부호화된 데이터(213)는 2보다 큰 양의 정수인 N 개의 상호 직교의 서 브스트림 심볼들(213_1, ..., 213_N)의 그룹을 포함하는 것이 유익하고, 상기 방법은 상기 데이터 서브스트림들(217_1, ..., 217_n)은 상기 서브스트림 심볼들의 N 개의 서브스트림들의 첫 번째 그룹 및 N 개의 서브스트림들의 두 번째 그룹을 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 N 개의 서브스트림들의 첫 번째 그룹(217_1, 217_2)을 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 N 개의 서브스트림들(217_3, 217_4)의 두 번째 그룹을 포함하는 것에 의해 더 특징지워진다.

본 발명의 두 번째 국면에 따르면, 복수개의 송신 안테나들(22_1, ..., 22_n)을 통해 변조된 신호들(120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n)을 송신하기 위해 정보 데이터(110)를 처리하는 송신기(1, 5)가 제공된다. 상기 송신기(1, 5)는 상기 정보 데이터(110)에 응하여, 부호화된 데이터(112, 213)를 제공하기 위한 수단(12, 13); 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)로 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 스프레딩하고, 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)의 지연된 버전(180_1, ..., 180_{n-1})의 적어도 하나로 상기 부호화된 데이터를 스프레딩하기 위한 수단(18); 및 변조된 신호들을 제공하기 위해 상기 첫 번째 및 두 번째 스프레드된 데이터 스트림들을 변조하는 수단(20)을 포함한다.

상기 송신기는 상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 스프레딩 수 단(18)에 의한 상기 부호화된 데이터의 스프레딩 전에 상기 부호화된 데이터를 분리하여 데이터 서브스트림들(116_1, ..., 116_n, 217_1, ..., 217_n)로 분리하기 위한 수단(16, 17)을 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 데이터 서브스트림들은 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2) 및 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 적어도 포함하고, 상기 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)은 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)을 나타내고, 상기 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)은 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 나타내는 것에 의해 더 특징지워진다.

본 발명에 따르면, 상기 송신기는 상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 분리하기 위한 수단(16, 17)에 의해 상기 부호화된 데이터를 분리하기 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 인터리빙하기 위한 수단을 더 포함하고, 부호화된 데이터의 상기 첫 번째 및 두 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)(116_2, 217_3, 217_4)은 상기 인터리빙(314)에 따라 분리되는 것에 의해 더 특징지워진다.

상기 부호화된 데이터(213)는 한 쌍의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213_1, 213_2)을 포함하는 것이 유익하고, 상기 방법은 상기 데이터 서브스트림들은(217_1, ..., 217_n) 상기 서브스트림 심볼 쌍(213_1, 213_2)의 첫 번째 쌍비교(pairwise) 서브 스트림(217_1, 217_2) 및 두 번째 쌍비교 서브스트림(217_3, 217_4)을 적어도 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 상기 첫 번째 쌍비교 서브스트림들(217_1, 217_2)을 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 상기 두 번째 쌍비교 서브스트림들(217_3, 217_4)을 포함하는 것에 의해 더 특징지워진다.

본 발명의 세 번째 국면에 따르면, 정보 데이터(110)를 나타내는 변조된 신호들(120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n)을 송신하기 위한 복수개의 송신 안테나들(22_1, ..., 22_n)을 가지는 송신기(1, 5) 및 변조된 신호들을 수신하기 위한 복수개의 수신 안테나들(30_1, ..., 30_m)을 가지는 수신기(3, 7)를 포함하는 무선 통신 시스템(1, 3)(5, 7)이 제공된다. 여기에서 상기 송신기(1, 5)는, 상기 정보 데이터(110)에 응하여, 부호화된 데이터(112, 213)를 제공하기 위한 수단(12, 13); 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)로 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 스프레딩하고, 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)의 지연된 버전(180_1, ..., 180_{n-1})의 적어도 하나로 상기 부호화된 데이터를 스프레딩하기 위한 수단(18); 및 변조된 신호들을 제공하기 위해 상기 첫 번째 및 두 번째 스프레드된 데이터 스트림들을 변조하는 수단(20)을 포함한다.

상기 통신 시스템은 상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 스프레 딩 수단(18)에 의한 상기 부호화된 데이터의 스프레딩 전에 상기 부호화된 데이터를 분리하여 데이터 서브스트림들(116_1, ..., 116_n, 217_1, ..., 217_n)로 분리하기 위한 수단(16, 17)을 포함하는 것을 특징으로 하고, 상기 데이터 서브스트림들은 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2) 및 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 적어도 포함하고, 상기 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)은 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)을 나타내고, 상기 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)은 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 나타내는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 상기 통신 시스템은 다음에 의해 더 특징지워진다. 즉, 상기 송신기(1, 5)는 상기 부호화된 데이터(

112, 213)에 응하여, 상기 분리하기 위한 수단(16, 17)에 의해 상기 부호화된 데이터를 분리하기 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 인터리빙하기 위한 수단을 더 포함하고, 부호화된 데이터의 상기 첫 번째 및 두 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)(116_2, 217_3, 217_4)은 상기 인터리빙(314)에 따라 분리되는 것에 의해 상기 통신 시스템은 더 특징지워진다.

상기 부호화된 데이터(213)는 한 쌍의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213_1, 213_2)을 포함하는 것이 유익하다. 상기 통신 시스템은 상기 데이터 서브스트림들은 (217_1, ..., 217_n) 상기 서브스트림 심볼 쌍(213_1, 213_2)의 첫 번째 쌍비교(pairwise) 서브스트림(217_1, 217_2) 및 두 번째 쌍비교 서브스트림(217_3, 217_4)을 적어도 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 상기 첫 번째 쌍비교 서브스트림들(217_1, 217_2)을 포함하고, 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 상기 두 번째 쌍비교 서브스트림들(217_3, 217_4)을 포함하는 것에 의해 더 특징지워진다.

본 발명은 도 1 내지 도 5와 관련하여 기술된 설명을 읽어나감에 따라 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 OSM-1 방법에 따른 송신기를 도시하는 블록도이다.

도 2는 본 발명의 OSM-1 방법에 따른 수신기를 도시하는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 OSM-2 방법에 따른 송신기를 도시하는 블록도이다.

도 4는 본 발명의 OSM-2 방법에 따른 수신기를 도시하는 블록도이다.

도 5는 송신하기 위하여 정보 데이터를 처리하는 본 발명에 따른 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 6은 CC 및 TC 수직 부호화된 VBLAST 방법의 성능을, 본 발명에 따르는, 대응하는 OSM-1 방법과 비교하여 도시하는 차트인데, 이러한 비교는 (4,4) 시스템, 단독 사용자 경우, 레이어 당 250 송신, 하나 또는 두 개의 동일한 전력 다중경로들, 준 정적(quasi-static) 페이딩, 코릴레이트되지 않은 안테나들을 가지고 만들어진 것이다.

도 7은 TC 수직 부호화된 VBLAST 방법의 성능을, 본 발명에 따르는, TC 부호화된 OSM-1 방법과 비교하여 도시하는 차트인데, 이러한 비교는 단독 사용자 및 50% 로드(load) 경우, 레이어 당 250 송신, 두 개의 동일한 전력 다중경로들, 준 정적 페이딩, 코릴레이트되지 않은 안테나들을 가지고 만들어진 것이다.

도 8은 STTC 및 STTuCM 수직 부호화된 LAP 방법의 성능을, 본 발명에 따르는, 대응하는 OSM-2 방법과 비교하여 도시하는 차트인데, 이러한 비교는 단독 사용자 경우, 레이어 당 130 송신, 하나 또는 두 개의 동일한 전력 다중경로들, 준 정적 페이딩, 코릴레이트되지 않은 안테나들을 가지고 만들어진 것이다.

도 9는 또 다른 STTuCM 수직 부호화된 LAP 방법의 성능을, 본 발명에 따르는, 대응하는 OSM-2 방법과 비교하여 도시하는 차트인데, 이러한 비교는 단독 사용자 및 50% 로드 경우, 레이어 당 130 송신, 두 개의 동일한 전력 다중경로들, 준 정적 페이딩, 코릴레이트되지 않은 안테나들을 가지고 만들어진 것이다.

도 10은 수평 및 수직 TC 부호화된 VBLAST, 수평 및 수직 STTuCM 부호화된 LAP, 및 TC 및 STTuCM OSM-1 및 OSM-2의 성능을 도시하는 차트인데, 이러한 비교는 단독 사용자, (4,4), 두 개의 경로 동일한 전력 채널, 준 정적 페이딩, 코릴레이트되지 않은 안테나들을 가지고 만들어진 것이다.

도 11은 VBLAST, LAP, OSM-1 및 OSM-2의 성능을 도시하는 차트인데, 이러한 비교는 50% 로드, (4,4), 두 개의 경로 동일한 전력 채널, 준 정적 페이딩, 코릴레이트되지 않은 안테나들을 가지고 만들어진 것이다.

실시예

본 발명을 수행하는 최상의 모드

본 발명은 공간적으로 멀리플렉스된 송신기에서의 신호들을 분리하거나 직교화하기 위해서, 스프레딩 코드들의 좋은 오토코릴레이션(autocorrelation) 특성을 사용한다. 동일한 스프레딩 코드의 지연된 버전들은, 직교화된 공간 멀티플렉싱(orthogonalized spatial multiplexing: OSM) 방법을 위한 1 또는 2 레졸루션에 따라, 송신 안테나들의 여러 개

체 또는 그룹들에 적응된다. 본 발명에 따른 방법은 스프레딩 코드들의 할당된 수를 유지하고, 예를 들어 RAKE 수신기와 같은 단지 정합 필터링(matched filtering)을 사용하여 간단한 검출을 가능하게 한다. 신호들이 송신기에서 이미 분리되었기 때문에, 수신기 안테나들의 최소 필요 개수라는 용어상의 제한이 없다. 이러한 시스템의 다이버시티 레벨은 사용된 수신 안테나들의 수와 동일하다. 이하에서 보여줄 것과 같이, 수신기에서의 안테나들의 수는 시스템 및 바람직한 시스템 성능에서의 간섭 레벨에 의해 결정되고, 이는 VBLAST에서 보다 적은 것이 일반적이다.

1 레졸루션(resolution)을 가지는 직교화된 공간 멀티플렉싱(OSM-1)

1 레졸루션을 가지는 OSM에 대한 송신기(1) 및 수신기(3)의 블록도들이 도 1 및 도 2에서 각각 도시된다. 2 레졸루션을 가지는 OSM에 대한 송신기(5) 및 수신기(7)는 도 3 및 도 4에서 각각 도시된다. 도 1에서 도시된 바와 같이, 입력 정보 데이터(110)는 단독 안테나 채널 부호기(12)에 의해 부호화된다. 부호기(12)의 이진 출력들(112)은 인터리버(14)에 의해 인터리브드된다. 인터리브드된 데이터 스트림 (114)은 직렬-대-병렬 컨버터(16)에 의해 n 병렬 서브스트림들(116_1, 116_2,....,116_n)로 변환된다. 각각의 서브스트림은 몇 개의 칩들의 서브스트림-특정 고의(intentional) 지연 오프셋 D_k를 가지는 사용자 특정 스프레딩 코드(180)를 가지는 믹서에 의해 스프레드된다. 스프레딩 코드의 지연된 버전들은 (180_0, 180_1, ..., 180_{n-1})에 의해 표시된다. 여기서, (180_k)는 지연 오프셋 D_k에 의해 지연된 스프레딩 코드이고, 믹서 18_{k+1}에 의해 서브스트림(116_{k+1})을 스프레드하는 것에 사용된다. 스프레딩 후에, 여러 서브스트림들로부터의 신호들(180_0, 180_1, ..., 180_n)은 변조기들(20_1, ..., 20_n)에 의해 변조될 것이다. 변조된 신호들(120_1, ..., 120_n)은 동시에 n 송신 안테나들(22_1, ..., 22_n) 상에서 동시에 송신된다.

도 2에서 도시된 것과 같이, 각각의 수신 안테나(30_m)에서 수신된 신호(130_m)는 복조되고 모듈(32)에 의해 디스프레드된다. 각각의 수신 안테나로부터 수신된 신호는 모든 서브스트림들(116$_1$, 116$_2$, ..., 116n)을 나타낸다. 따라서, 서브스트림-특정, 고의로-도입된 지연들(D_1, ..., D_{n-1})에 동기된 nxL RAKE 핑거들(fingers)을 가지는 RAKE 수신기(도시되지 않음) 및 채널의 예측된 전력 지연 프로파일의 대응하는 다중 경로들은 각각의 수신 안테나로부터 수신된 신호를 처리하는데 사용된다. L은 채널에서의 분해 가능한(resolvable) 다중 경로들의 수이다. 그 와 같은 것으로, 각각의 서브스트림에 대한 필수적인 검출 통계들은 여러 수신 안테나들 및 다중 경로들로부터 RAKE 핑거 출력들의 최고 비율 조합(maximum ratio combining: MRC)에 의해 수집된다. 서브스트림 소프트 측정들(132_1, ..., 132_n)은 병렬-대-직렬 컨버터(34)에 의해 변환된다. 조합된 신호들(134)은 디-인터리버(36)에 의해 디-인터리브드된다. 결과 데이터 스트림(136)은 채널 복호기(38)에 의해 복호화된다.

2 레졸루션을 가지는 직교화된 공간 멀티플렉싱(OSM-1)

도 1 및 도 2와 관련하여 설명된 OSM-1방식은 OSM-2에 일반화될 수 있다. 도 3에서 도시된 것처럼, 정보 데이터 스트림(110)은 두 개의 송신 안테나들을 위한 공간-시간 코드(STC) 부호기(13)에 의해 먼저 부호화되고, 이는 한 쌍의 복소 변조된 서브스트림 심볼들(213_1, 213_2)을 출력한다. STC는 공간-시간 격자 코드(STTC), 공간-시간 터보 코드화된 변조(STTuCM) 또는 공간-시간 블록 코드(STBC) 중 어느 하나에 해당할 수 있다. 서브스트림 심볼들(213_1, 213_2)은 두 개의 인터리버들(15_1, 15_2)에 의해 심볼 레벨에서 쌍비교(pairwise) 인터리브드되고, 쌍비교 직렬-대-병렬 컨버터(17)에 의해 서브스트림들(217_1,217_2)의 n/2 개 쌍으로 변환한다. 서브스트림의 각 쌍은 서브스트림-쌍, 수 개 칩의 특정 고의 지연 오프셋 D_j을 가지는 사용자 특정 스프레딩 코드(180)을 사용하는 믹서를 통해 스프레드된다. 스프레딩 코드의 지연된 버전들은 (180_0, 180_1,...)에 의해 표시되고, 여기서 180_j는 지연 오프셋 D_j에 의해 지연된 스프레딩 코드에 해당하고 이는 믹서 182_{2j+1}를 통해 서브스트림 271_{2j+1}과 182_{2j+2}를 통해 서브스트림 271_{2j+2}를 스프레드하는데 사용된다. 스프레딩 후에, 여러 서브스트림 쌍들로부터 오는 신호 쌍들(218_1, 218_2), ...(218_{n-1}, 218_n)은 변조기들(20_1, ..., 20_n)에 의해 변조된다. 변조된 신호들(220_1, ..., 220_n)은 n개의 송신 안테나들(22_1, ..., 22_n) 상에서 동시에 송신된다.

도 4에서 도시된 바와 같이, 각각의 수신 안테나(30_m)에서 수신된 신호들(230_m)은 복조되고 모듈(33)에 의해 디-스프레드된다. 각각의 수신 안테나로부터 수신된 신호는 각각의 수신 안테나로부터 수신된 신호는 모든 서브스트림들 쌍들(217_1, 217_2), ..., (217_{n-1}, 217_n)을 나타낸다. 따라서, j는 (n-2)/2인 서브스트림-쌍 특정 고의로 도입된 지연들(D_1, ..., D_j)에 동기된 n/2xL RAKE 핑거들(fingers)을 가지는 RAKE 수신기(도시되지 않음) 및 채널의 예측된 전력 지연 프로파일의 대응하는 다중 경로들은 각각의 수신 안테나로부터 수신된 신호를 처리하는데 사용된다. 여러 수신 안테나들 및 일정한 서브스트림-쌍들에 관련한 다중 경로들로부터 디스프레드된 출력들은 어떠한 조합 없이 수집된다. 수집된 서브스트림-쌍 소프트 출력들(233_1, 233_2, ..., $233_{n/2}$)은 병렬-대-직렬 컨버터(35)에 의해 변환되고, 디-인터리버(37)에 의해 디인터리브드되고, STC 복호기(39)로 통과된다. 여기에서는, 채널 상태 정보(CSI)에 대한 지식을 가지고 조합이 복호기 메트릭 내에서 수행된 다.

도 5는 직교화된 공간 멀티플렉싱 방법을 요약한다. 흐름도(300)에서 도시된 바와 같이, 입력 정보 데이터(110)는 단계(312)에서 OSM-1 또는 OSM-2에 따라 부호화된다. OSM-1 방법에 따라, 정보 데이터(110)는 부호화되어 이진 출력들(112)이 되고, 단계(314)에서 인터리브되어 인터리브된 데이터 스트림(114)이 된다. 단계(316)에서, 인터리브된 데이터는 복수의 병렬 서브스트림들(116, ...,)으로 분리되고, 분리된 것들 각각은 단계(318)에서 동일한 스프레딩 코드(180)의 지연된 버전으로 스프레드된다. 스프레딩 후에, 신호들(118_1, ...)은 단계(320)에서 변조되어 송신을

위한 변조 신호들(120 $_1$, ...)이 된다. OSM-2 방법에 따라서, 정보 데이터(110)는 한 쌍의 복소 변조된 서브스트림 심볼들(213 $_1$, 213 $_2$)이 되고, 단계(314)에서 인터리브되어 쌍비교 인터리브된 데이터 스트림들(215 $_1$, 215 $_2$)이 된다. 단계(316)에서, 쌍비교 인터리브된 데이터 스트림들은 복수의 쌍비교 서브스트림들(217 $_1$, 217 $_2$)....들로 분리되고, 이러한 쌍들 각각은 단계(318)에서 동일한 스프레딩 코드(180)의 지연된 버전으로 스프레드된다. 스프레딩 후에, 신호들(218 $_1$, ...)은 단계(320)에서 전송을 위해 변조되어 변조된 신호들(220 $_1$,...)이 된다.

성능 비교

콘볼루션널리(Convolutionally: CC) 및 터보(TC) 수직 코드화된 VLBAST 방법의 성능은 본 발명에 따른 OSM-1의 그것과 비교된다. 이는 네 개의 송신 및 네 개 의 수신 안테나들(4,4)을 가지는 단독(L=1) 및 두 개(L=2)의 경로 동일한 전력 채널에서의 단독 사용자의 경우에 대한 것이다. 두 개의 동일한 전력 다중 경로들(L=2)의 경우에 있어서, 비록 도 6에서 도시된 바와 같이, TC 부호화된 OSM-1을 TC 부호화된 VBLAST에 비교하더라도, 커브들의 기울기들은 동일하고, 10 $^{-1}$ FER에서 대략 2.5dB 이득을 제공한다. 도 7에서, TC 수직 부호화된 VBLAST 및 OSM-1은 단독 사용자 경우 및 50% 로드된 시스템에서 비교된다. (4,4) 경우에서, 50% 로드되었을 때 일반적으로 요구되는 10 $^{-1}$ 의 ARQ에 대해 요구되는 FER에도 미칠 수 없는 VBLAST에 비하여, OSM-1은 그 성능이 대단히 향상된다.

수직 32-상태 STTC 및 2x8 상태 STTuCM-부호화되고 일반화된 BLAST(선형 배열 프로세싱 LAP)의 성능은 도 8에서 도시된 바와 같이 (4,4) 시스템에 있어서 단독(L=1) 및 두 개(L=2)의 경로 동일한 전력 채널들에서 OSM-2의 성능과 비교된다. STC 부호화된 OSM-2는 수직 STC-부호화된 LAP보다 성능이 월등하다. FER=10 $^{-1}$ 에서 L=2인 경우, STTuCM-부호화된 OSM-2는 STTC-부호화된 OSM-2, 수직 STTuCM-부호화된 LAP 및 수직 STTC-부호화된 LAP 보다 1.5dB이상, 2.5dB 및 대략 4dB 이상 각각 성능이 월등하다. 도 9에서, STTuCM-부호화된 LAP 및 OSM-2는 단독 사용자 및 L=2를 가지고 50% 로드된 시스템들에서 비교된다. 다중 사용자의 경우에는, (4,3)을 가지는 OSM-2는 (4,4)를 가지는 LAP보다 FER=10 $^{-1}$ 에서 1dB 이상 성능이 낮다. 양 방식들이 동일한 수의 (4,4) 안테나들을 사용할 때, STTuCM-부호화된 OSM-2의 성능 이득 은 수직 STTuCM-부호화된 LAP와 비교하여 볼 때, 8dB 이상이다.

OSM-1 방식은 OSM-1이 현존하는 3GPP 표준화 codex(CC 및 TC)와 함께 사용될 수 있다는 점에서 보다 실용적이다. 그러나, OSM-2 방식의 STTuCM에 있어서, WCDMA 시스템의 성능은 보다 극적으로 개선될 수 있다.

도 10 및 도 11에서, OSM-1 및 OSM-2의 성능은 각각 (4,4) 및 L=2인 단독 사용자 및 50% 로드된 경우에서 요약된 것이다. 또한, 수평 TC-부호화된 VBLAST 및 수평 STTuCM-부호화된 LAP의 성능은 비교를 위해 추가되었다. 도 10에서, 동일한 두 개의 전력 다중 경로들을 가진 (4,4) 채널의 아웃티지 용량 또한 도시되었다. STTuCM 부호호된 OSM-2는 모든 고려된 방식들의 성능을 능가하고, 10% 아웃티지 용량으로부터 1.5dB 멀어진 범위 내에서 수행한다. TC 부호화된 OSM-1은 단독 사용자 및 50% 로드된 시스템에서의 수직 및 수평 TC 부호화된 VBLAST 양자 모두보다 성능이 뛰어나다.

본 발명은 현재 3GPP 제안들과 비교할 때 중요한 성능 개선 및 상당한 복잡성 감소가 주된 이점들이다. 직렬-대-병렬 변환의 조합 및 코릴레이트되지 않은 여러 송신 안테나들로부터 직교화된 송신은 고유한 공간 인터리빙처럼 작용하고, 이는 송신 레이어들 상에서 SNR을 평균한다. OSM과 관련하여 사용된 강력한 채널 부호화(TC 및 STTuCM)는 큰 부호화 이득을 내는 낮은 이동성 어플리케이션들에서의 공간 인터리빙으로부터 이익을 얻게 된다.

예를 들어, 송신 안테나들과 같은 레이어들의 수가 증가하면, 공간 인터리빙의 등가 심도(equivalent depth)가 증가되는데, 예를 들어, 보다 나은 SNR 평균이 얻어진다. 따라서, 증가된 처리율에 따라, 송신 안테나들이 증가함에 따라 전력 효율의 관점에서 보다 나은 성능을 기대할 수도 있다. 그러나, 송신 안테나들의 수를 증가하는 것은 시스템에서의 간섭을 증가시키고, 따라서 전력 효율에서의 결과적인 성능 개선은 수신기에서의 증가된 간섭을 보상하기 위해 부여될 것이다. 그러나, 성능 결과들은 단순한 정합 필터 기반의 수신기 및 제한된 수의 수신 안테나들을 가지고 좋은 성능을 달성할 수 있음을 보여준다.

수신 안테나들의 수는 보다 발전된 수신기들에 일정한 복잡성을 부여하는 것에 의해 더욱 감소될 수 있다.

본 발명은 링크 레벨 처리율 및 미래 WCDMA 다중-안테나 무선 통신 시스템들의 시스템 용량을 극적으로 개선하도록 구현될 수 있다. 그것은 다운링크(기지국-대-이동국(base-to-mobile)) 통신을 위해 사용될 수 있는데, 이는 향후 동향을 보면, 편파 다이버시티와 관련하여 네 개의 수신 안테나들의 등가적인 배열을 제공하는 이동 핸드셋들에서 두 개의 안테나들이 예측됨과 같은 것이다. 상기 방식은, 매우 짧은 프레임 크기들에서 이미 월등한 성능을 가짐에 따라, 낮은 제약(low constraint) 지연 서비스들(음성 송신)을 위해 쉽게 구현될 수 있다. 지연 비-제약 서비스들(데이터 송신)의 경우에는 더 큰 프레임 크기들이 일반적으로 사용된다. 이는 구현된 부호기들로 인해 부가적으로 새로운 방식의 성능을 개선한다. 여러 레이어들에 대한 전력 제어의 조합은 가능한 성능 개선에 대한 흥미로운 주제들 중의 하나이다.

요약하면, 코릴레이트 되지 않은 송신 안테나들로부터 오는 직교화된 송신 및 직렬-대-병렬 변환의 조합은 고유한 공간 인터리빙으로써 작용하는데, 이러한 인터리빙은 송신 레이어들에 대한 SNR을 평균화한다. 직교화된 공간 멀티플렉싱과 관련하여 사용된 강력한 채널 부호화(TC 및 STTuCM)는 큰 부호화 이득들 및 높은 처리율을 제공하는 보다 낮은 이동 어플리케이션들에서의 공간 인터리빙으로부터 이익을 얻는다. 본 발명에 따른 방법은 스프레딩 코드들의 할당된 수를 유지하고, 예를 들어 RAKE 수신기와 같은 정합 필터링을 사용하여 간단한 검출을 가능하게 한다. 신호들은 송신기에서 이미 분리되었기 때문에, 수신기 안테나들의 최소 필요 수라는 관점에서의 제한들은 존재하지 않는다. 시스템의 다이버시티 레벨은 사용된 수신 안테나들의 수에 일치한다.

본 발명은 1 레졸루션(OSM-1) 및 2 레졸루션(OSM-2)를 가지는 직교화된 공간 멀티플렉싱과 관련하여 게시되었다. 본 발명은, N 개의 송신기 안테나들을 그룹화하고 안테나들의 여러 그룹들에 스프레딩 코드들의 서로 다르게 지연된 버전들을 적용하는 것에 의해, N>2인 N 레졸루션(OSM-N)을 가지는 직교화된 공간 멀티플렉싱에도 적용될 수 있다. n 개의 안테나들을 가지는 송신기는, 그러한 그룹들의 n/N일 것이다. 도 3에서 도시된 것과 같은 송신기에 유사하게, OSM-N에 있어 송신기는 정보 데이터 스트림을 N 개의 복소수 변조된 서브스트림 심볼들(2131, ..., 213N)의 그룹으로 부호화하기 위한 STC 부호기를 포함한다. 그리고 이러한 서브스트림 심볼들은 N 인터리버들에 의해 인터리브되고 직렬-대-병렬 변환기에 의해 스프레딩을 위한 서브스트림들의 n/N개 그룹들로 변환된다.

따라서, 본 발명이 보다 바람직한 구현예들에 관하여 설명되었을지라도, 동 종업계에서의 숙련된 당업자들이라면 본 발명에 관한 형식과 내용에 있어 앞서 말한 다양한 여러 변화들, 생략들 및 편향들이 본 발명의 범위를 벗어남 없이 만들어질 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

송신을 위한 복수개의 송신 안테나들(22_1, ..., 22_n)을 가지는 무선 통신 시스템(1,5)에서 정보 데이터(110)를 처리하는 방법(300)에 있어서,

부호화된 데이터(112, 213)를 제공하기 위하여 정보 데이터를 부호화하는 단계(312);

첫 번째 스프레드된(spreaded) 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)로 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 스프레딩하는 단계(318);

적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)의 적어도 하나의 지연된 버전(180_1, ..., 180_{n-1})으로 상기 부호화된 데이터를 스프레딩하는 단계(318);

변조된 신호들(120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n)을 제공하기 위해 상기 첫 번째 및 두 번째 스프레딩-부호화된 데이터 스트림들을 변조하는 단계(320); 및

송신을 위한 상기 송신 안테나(22_1, ..., 22_n)로 상기 변조된 신호들(120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n)을 전달하는 단계를 포함하고,

상기 스프레딩 단계(318) 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 분리하여 데이터 서브스트림들(116_1, ..., 116_n, 217_1, ..., 217_n)로 분리하는 단계(316)를 거치고,

상기 데이터 서브스트림들은 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2) 및 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 적어도 포함하고,

상기 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)은 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)을 나타내고, 상기 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)은 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 나타내는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 분리하는 단계(316) 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 인터리빙하는 단계(314)를 더 포함하고, 부호화된 데이터의 상기 첫 번째 및 두 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)(116_2, 217_3, 217_4)은 상기 인터리빙(314)에 따라 분리되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.
제1항에 있어서,

상기 부호화된 데이터(213)는 한 쌍의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213_1, 213_2)을 포함하고,

상기 데이터 서브스트림들은(217_1, ..., 217_n) 상기 서브스트림 심볼 쌍(213_1, 213_2)의 첫 번째 쌍비교(pairwise) 서브스트림(217_1, 217_2) 및 두 번째 쌍비교 서브스트림(217_3, 217_4)을 적어도 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 상기 첫 번째 쌍비교 서브스트림들(217_1, 217_2)을 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 상기 두 번째 쌍비교 서브스트림들(217_3, 217_4)을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.
제1항에 있어서,

상기 부호화된 데이터(213)는 2보다 큰 양의 정수인 N 개의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213_1, ..., 213_N)의 그룹을 포함하고,

상기 데이터 서브스트림들(217_1, ..., 217_n)은 상기 서브스트림 심볼들의 N 개의 서브스트림들의 첫 번째 그룹 및 N 개의 서브스트림들의 두 번째 그룹을 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 N 개의 서브스트림들의 첫 번째 그룹을 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 N 개의 서브스트림들의 두 번째 그 룹을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.
복수개의 송신 안테나들(22_1, ..., 22_n)을 통해 변조된 신호들(120_1, ..., 120_n, 220_1, ..., 220_n)을 송신하기 위해 정보 데이터(110)를 처리하는 송신기(1, 5)에 있어서,

상기 정보 데이터(110)에 응하여, 부호화된 데이터(112, 213)를 제공하기 위한 수단(12, 13);

첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)로 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 스프레딩하고, 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180_0)의 적어도 하나의 지연된 버전(180_1, ..., 180_{n-1})으로 상기 부호화된 데이터를 스프레딩하기 위한 수단(18); 및

변조된 신호들을 제공하기 위해 상기 첫 번째 및 두 번째 스프레드된 데이터 스트림들을 변조하는 수단(20)을 포함하고,

상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 스프레딩 수단(18)에 의한 상기 부호화된 데이터의 스프레딩 전에 상기 부호화된 데이터를 분리하여 데이터 서브스트림들(116_1, ..., 116_n, 217_1, ..., 217_n)로 분리하기 위한 수단(16, 17)을 포함하는 것을 특징으로 하고,

상기 데이터 서브스트림들은 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2) 및 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 적어도 포함하고,

상기 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_1, 218_1, 218_2)은 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)을 나타내고, 상기 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118_2, 218_3, 218_4)은 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116_2, 217_3, 217_4)을 나타내는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 6.
제5항에 있어서,

상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 분리하기 위한 수단(16, 17)에 의해 상기 부호화된 데이터를 분리하기 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 인터리빙하기 위한 수단을 더 포함하고,

부호화된 데이터의 상기 첫 번째 및 두 번째 그룹(116 $_1$, 217 $_1$, 217 $_2$)(116 $_2$, 217 $_3$, 217 $_4$)은 상기 인터리빙(314)에 따라 분리되는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 7.
제5항의 송신기(5)에 있어서,

상기 부호화된 데이터(213)는 한 쌍의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213 $_1$, 213 $_2$)을 포함하고,

상기 데이터 서브스트림들은(217 $_1$, ..., 217 $_n$) 상기 서브스트림 심볼 쌍(213 $_1$, 213 $_2$)의 첫 번째 쌍비교(pairwise) 서브스트림(217 $_1$, 217 $_2$) 및 두 번째 쌍비교 서브스트림(217 $_3$, 217 $_4$)을 적어도 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 상기 첫 번째 쌍비교 서브스트림들(217 $_1$, 217 $_2$)을 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 상기 두 번째 쌍비교 서브스트림들(217 $_3$, 217 $_4$)을 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 8.
제5항에 있어서,

상기 부호화된 데이터(213)는 2보다 큰 양의 정수인 N 개의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213 $_1$, ..., 213 $_N$)의 그룹을 포함하고,

상기 데이터 서브스트림들(217 $_1$, ..., 217 $_n$)은 상기 서브스트림 심볼들의 N 개의 서브스트림들의 첫 번째 그룹 및 N 개의 서브스트림들의 두 번째 그룹을 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 N 개의 서브스트림들의 첫 번째 그룹을 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 N 개의 서브스트림들의 두 번째 그룹을 포함하는 것을 특징으로 하는 송신기.

청구항 9.
정보 데이터(110)를 나타내는 변조된 신호들(120 $_1$, ..., 120 $_n$, 220 $_1$, ..., 220 $_n$)을 송신하기 위한 복수개의 송신 안테나들(22 $_1$, ..., 22 $_n$)을 가지는 송신기(1, 5) 및 변조된 신호들을 수신하기 위한 복수개의 수신 안테나들(30 $_1$, ..., 30 $_m$)을 가지는 수신기(3, 7)를 포함하는 무선 통신 시스템(1, 3)(5, 7)에 있어서,

상기 송신기(1, 5)는,

상기 정보 데이터(110)에 응하여, 부호화된 데이터(112, 213)를 제공하기 위한 수단(12, 13);

첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118 $_1$, 218 $_1$, 218 $_2$)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180 $_0$)로 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 스프레딩하고, 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118 $_2$, 218 $_3$, 218 $_4$)을 제공하기 위하여 스프레딩 코드(180 $_0$)의 지연된 버전(180 $_1$, ..., 180 $_{n-1}$)의 적어도 하나로 상기 부호화된 데이터를 스프레딩하기 위한 수단(18); 및

변조된 신호들을 제공하기 위해 상기 첫 번째 및 두 번째 스프레드된 데이터 스트림들을 변조하는 수단(20)을 포함하고,

상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 스프레딩 수단(18)에 의한 상기 부호화된 데이터의 스프레딩 전에 상기 부호화된 데이터를 분리하여 데이터 서브스트림들(116 $_1$, ..., 116 $_n$, 217 $_1$, ..., 217 $_n$)로 분리하기 위한 수단(16, 17)을 포함하는 것을 특징으로 하고,

상기 데이터 서브스트림들은 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116 $_1$, 217 $_1$, 217 $_2$) 및 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116 $_2$, 217 $_3$, 217 $_4$)을 적어도 포함하고,

상기 첫 번째 스프레드된 데이터 스트림(118 $_1$, 218 $_1$, 218 $_2$)은 상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹(116 $_1$, 217 $_1$, 217 $_2$)을 나타내고, 상기 적어도 하나의 두 번째 스프레드된 데이터 스트림(118 $_2$, 218 $_3$, 218 $_4$)은 상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹(116 $_2$, 217 $_3$, 217 $_4$)을 나타내는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

청구항 10.
제9항에 있어서,

상기 송신기(1, 5)는,

상기 부호화된 데이터(112, 213)에 응하여, 상기 분리하기 위한 수단(16, 17)에 의해 상기 부호화된 데이터를 분리하기 전에 상기 부호화된 데이터(112, 213)를 인터리빙하기 위한 수단을 더 포함하고,

부호화된 데이터의 상기 첫 번째 및 두 번째 그룹(116_1, 217_1, 217_2)(116_2, 217_3, 217_4)은 상기 인터리빙(314)에 따라 분리되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

청구항 11.
제9항의 시스템(1, 3)에 있어서,

상기 부호화된 데이터(213)는 한 쌍의 상호 직교의 서브스트림 심볼들(213_1, 213_2)을 포함하고,

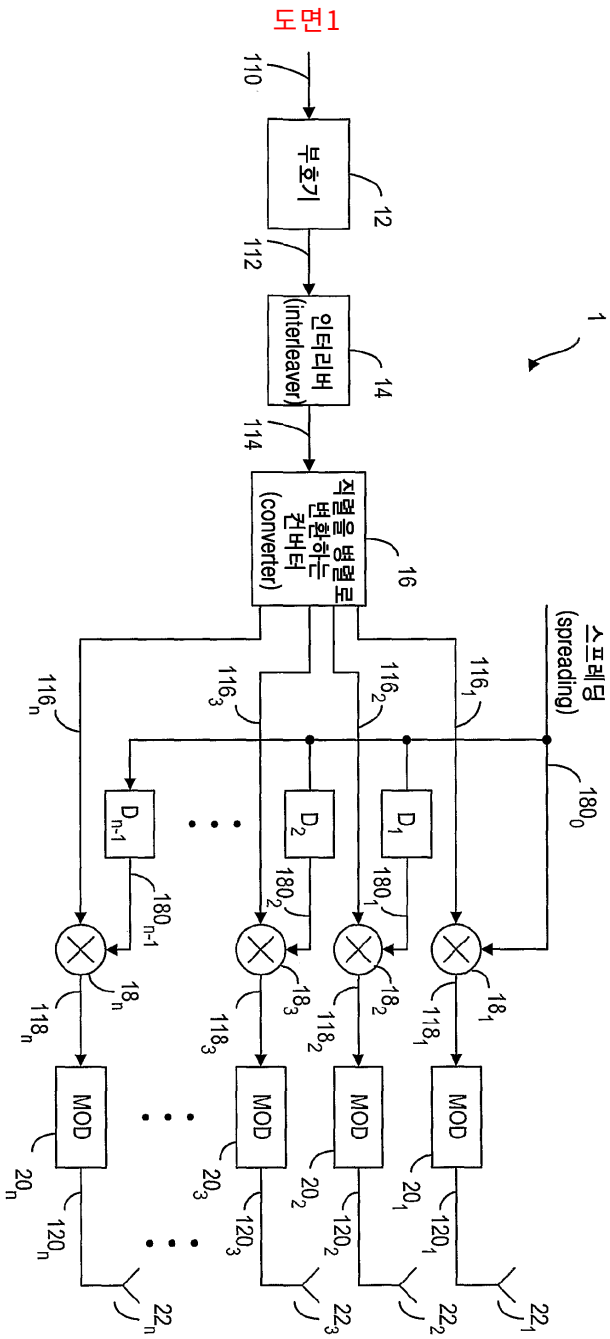
상기 데이터 서브스트림들은(217_1, ..., 217_n) 상기 서브스트림 심볼 쌍(213_1, 213_2)의 첫 번째 쌍비교(pairwise) 서브스트림(217_1, 217_2) 및 두 번째 쌍비교 서브스트림(217_3, 217_4)을 적어도 포함하고,

상기 부호화된 데이터의 첫 번째 그룹은 상기 첫 번째 쌍비교 서브스트림들(217_1, 217_2)을 포함하고,

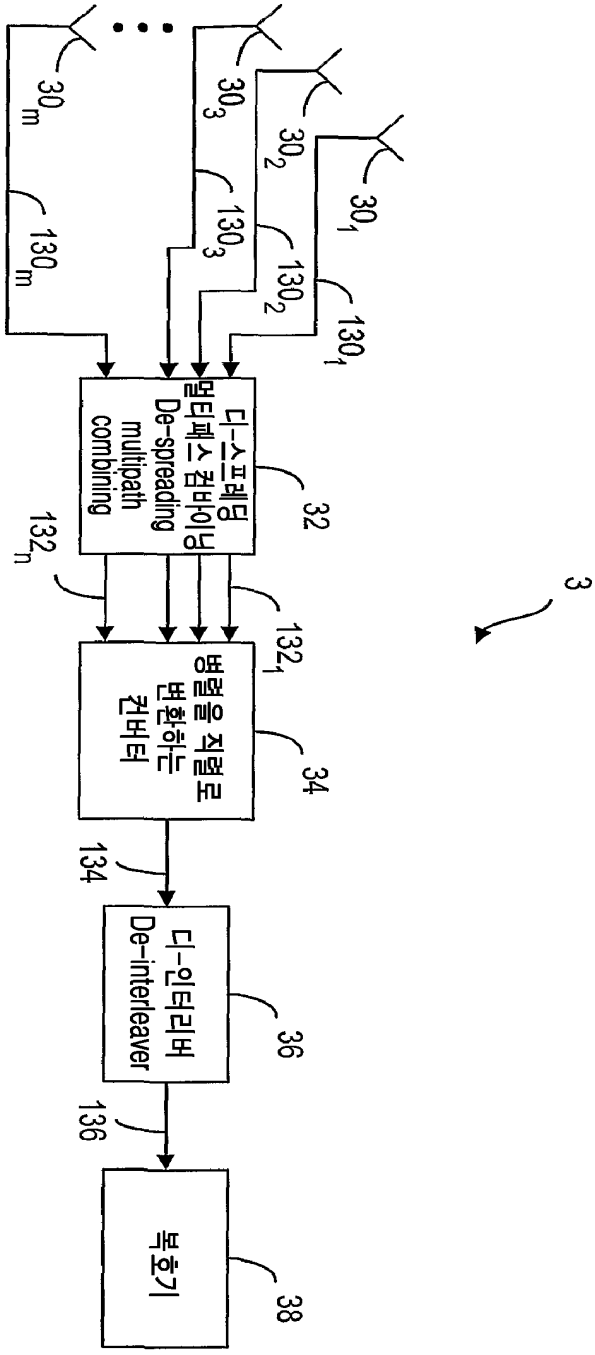
상기 부호화된 데이터의 두 번째 그룹은 상기 두 번째 쌍비교 서브스트림들(217_3, 217_4)을 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템.

도면

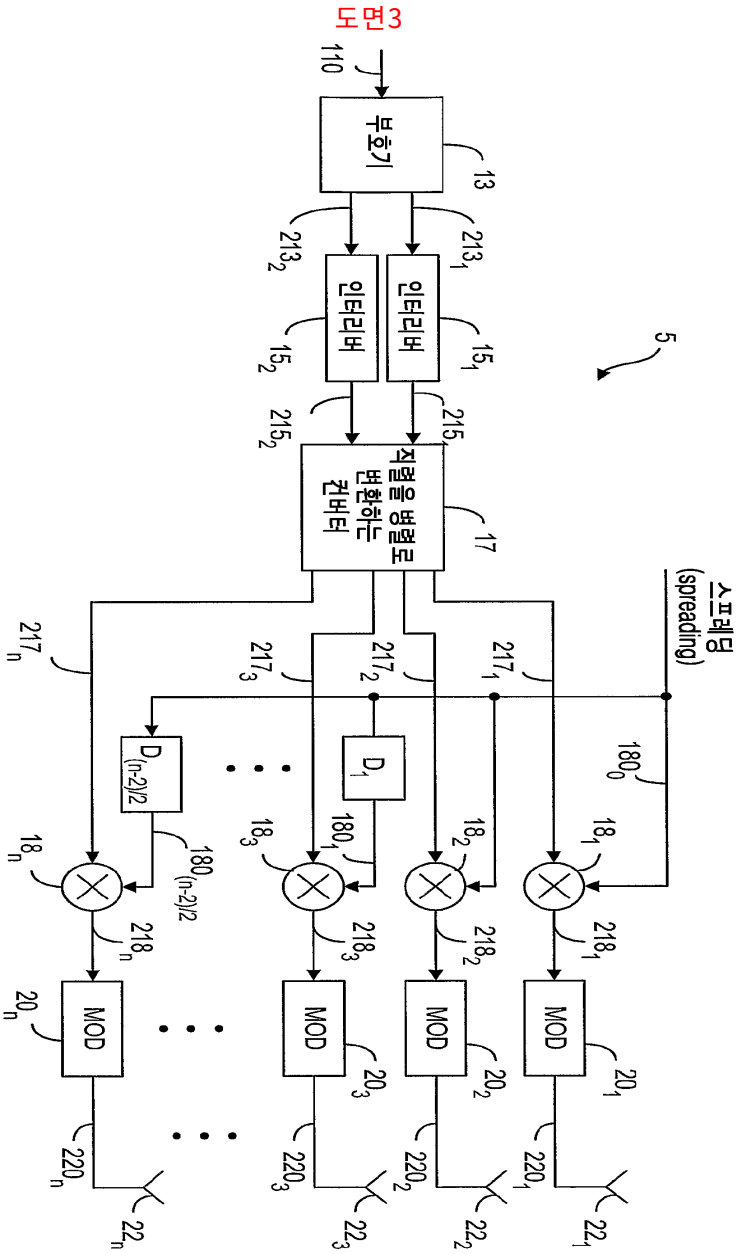
도면1


1
110
부호기
12
112
인터리버
(interleaver)
14
114
직렬을 병렬로
변환하는
컨버터
(converter)
16
스프레딩
(spreading)
180_0
116_n
116_3
116_2
116_1
D_{n-1}
D_2
D_1
180_{n-1}
180_2
180_1
18_n
18_3
18_2
18_1
118_n
118_3
118_2
118_1
MOD
20_n
20_3
20_2
20_1
120_n
120_3
120_2
120_1
22_n
22_3
22_2
22_1

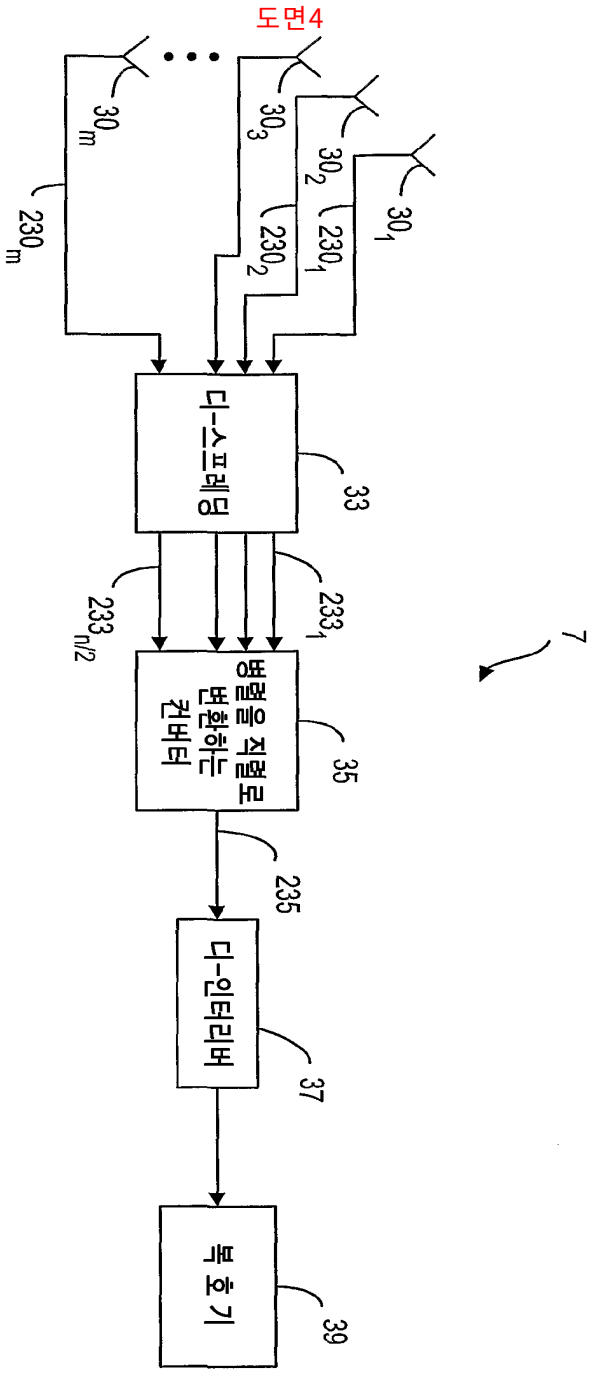
도면2


3
30_m
30_3
30_2
30_1
130_m
130_3
130_2
130_1
멀티패스 컴바이닝
De-spreading
multipath
combining
32
132_n
132_1
병렬을 직렬로
변환하는
컨버터
34
134
디-인터리버
De-interleaver
36
136
복호기
38

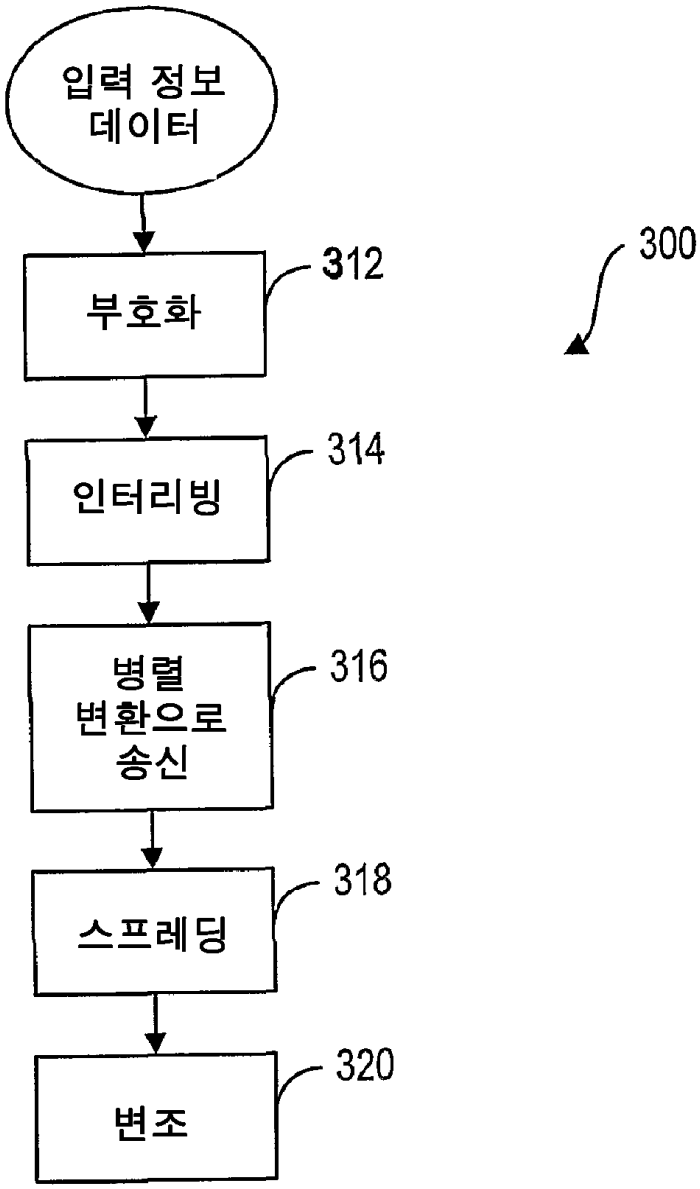
도면3


110
부호기
13
213_2
213_1
인터리버
인터리버
15_2
15_1
5
215_2
215_1
직렬을 병렬로 변환하는 컨버터
17
스프레딩 (spreading)
217_n
217_3
217_2
217_1
$D_{(n-2)/2}$
D_1
180_0
18_n
18_3
18_2
18_1
$180_{(n-2)/2}$
180_1
218_n
218_3
218_2
218_1
20_n
MOD
MOD
MOD
MOD
20_3
20_2
20_1
220_n
220_3
220_2
220_1
22_n
22_3
22_2
22_1

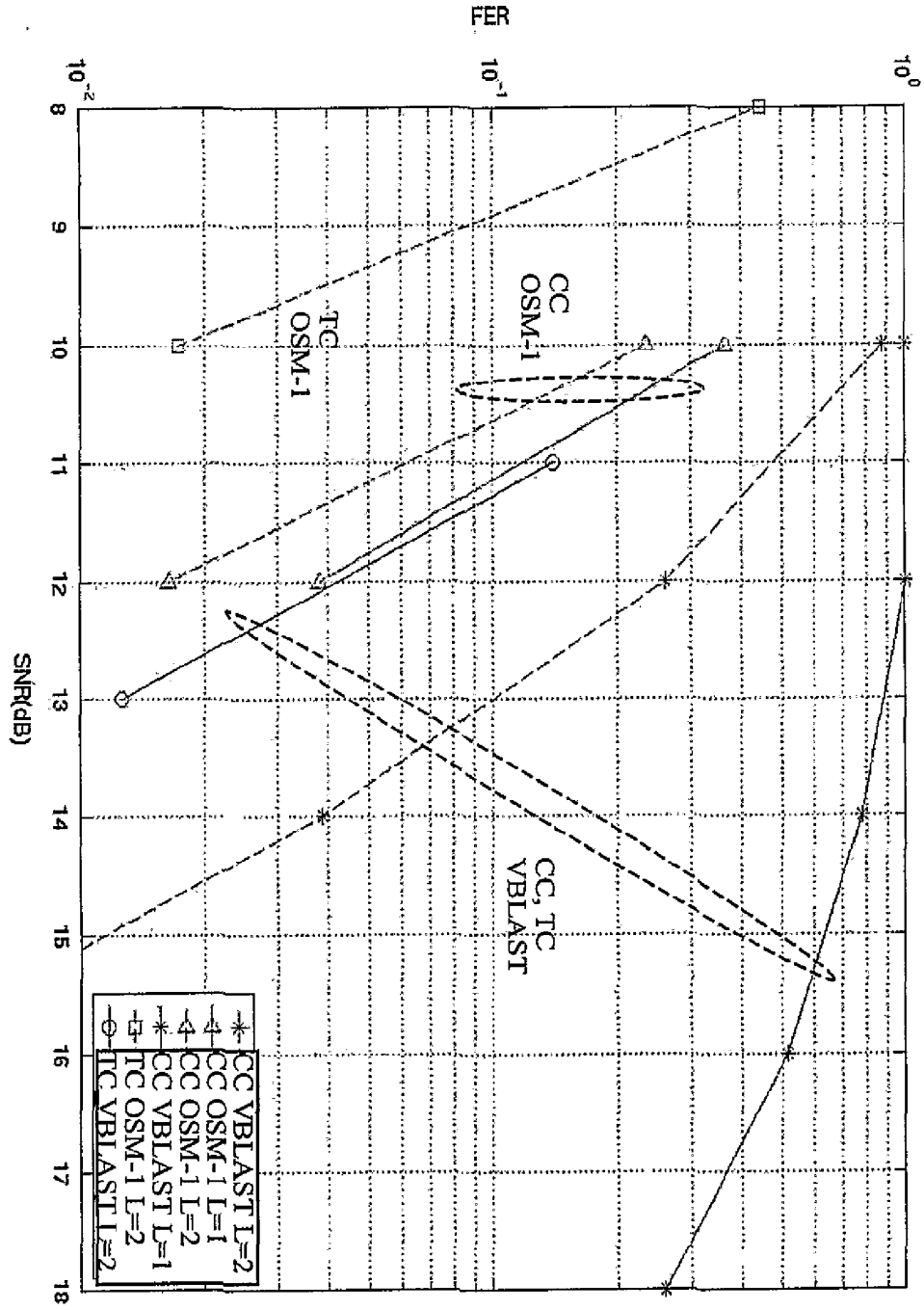
도면4


30_m
30_3
30_2
30_1
230_m
230_2
230_1
디-스프레딩
33
$233_{n/2}$
233_1
병렬을 직렬로 변환하는 컨버터
35
235
디-인터리버
37
복호기
39
7

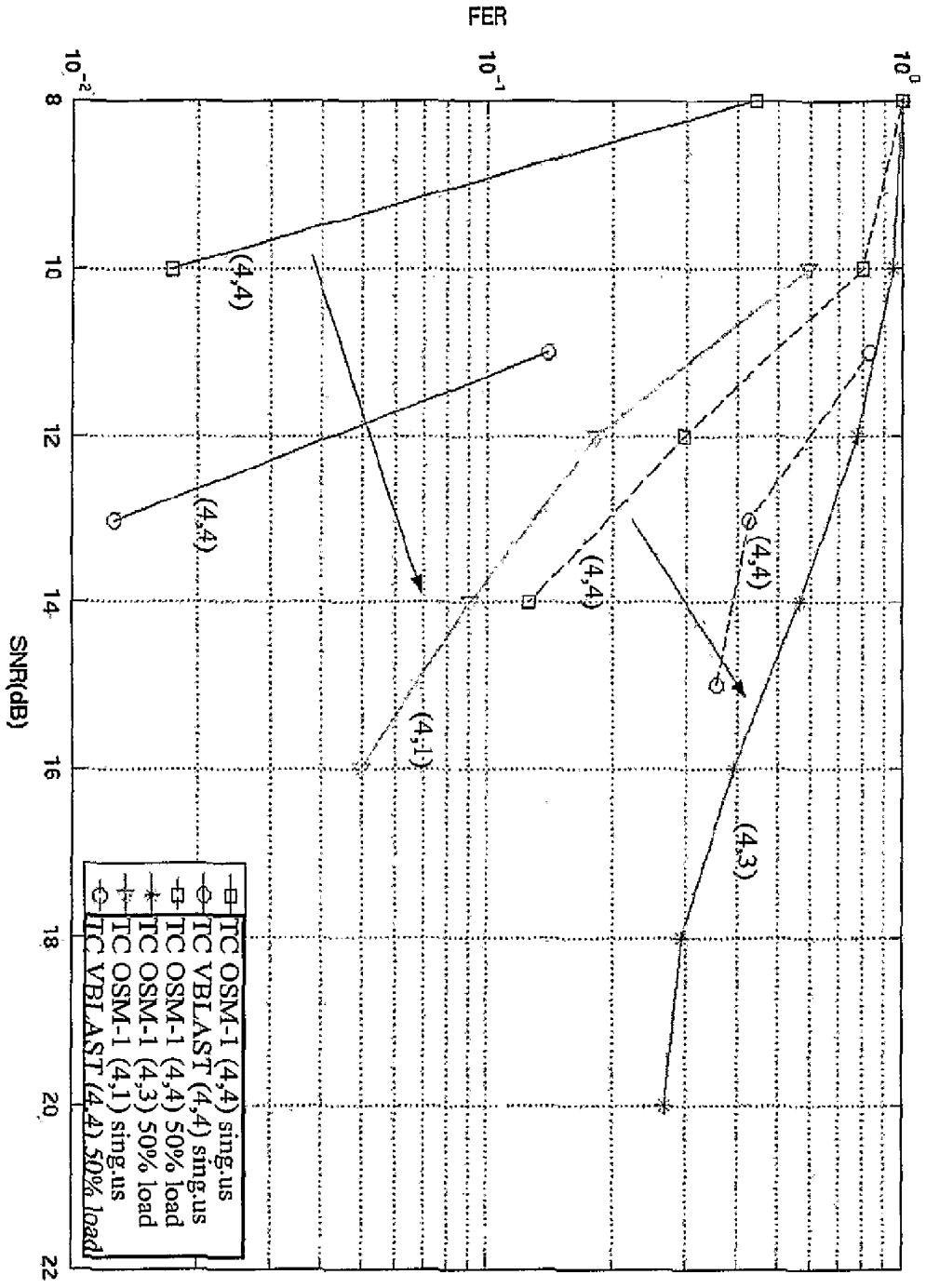
도면5



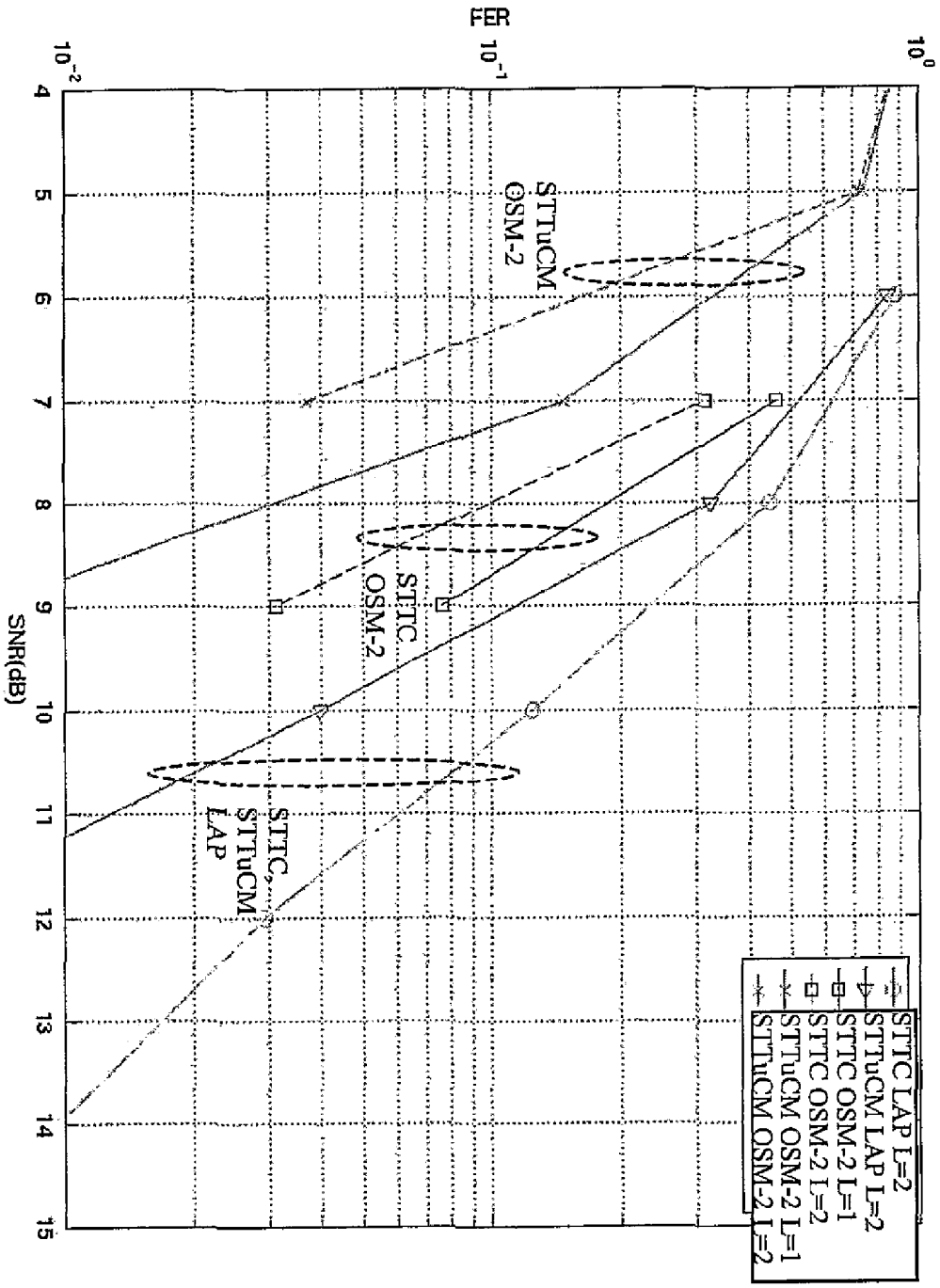
도면6


FER
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
SNR(dB)
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
CC OSM-1
TC OSM-1
CC, TC VBLAST
CC VBLAST L=2
CC OSM-1 L=1
CC OSM-1 L=2
CC VBLAST L=1
TC OSM-1 L=2
TC VBLAST L=2

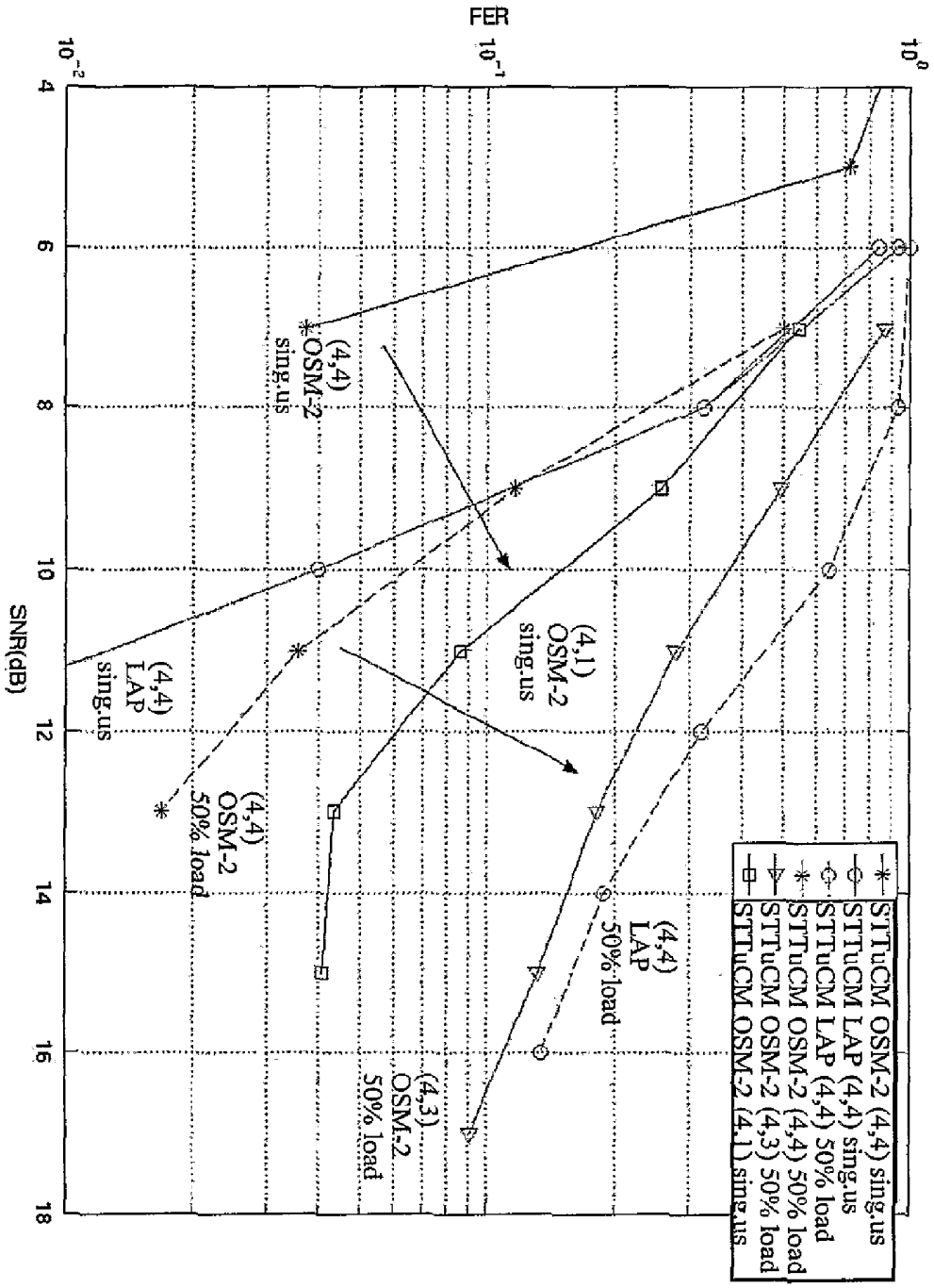
도면7


FER
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
SNR(dB)
8
10
12
14
16
18
20
22
(4,4)
(4,4)
(4,4)
(4,4)
(4,1)
(4,3)
TC OSM-1 (4,4) sing.us
TC VBLAST (4,4) sing.us
TC OSM-1 (4,4) 50% load
TC OSM-1 (4,3) 50% load
TC OSM-1 (4,1) sing.us
TC VBLAST (4,4) 50% load

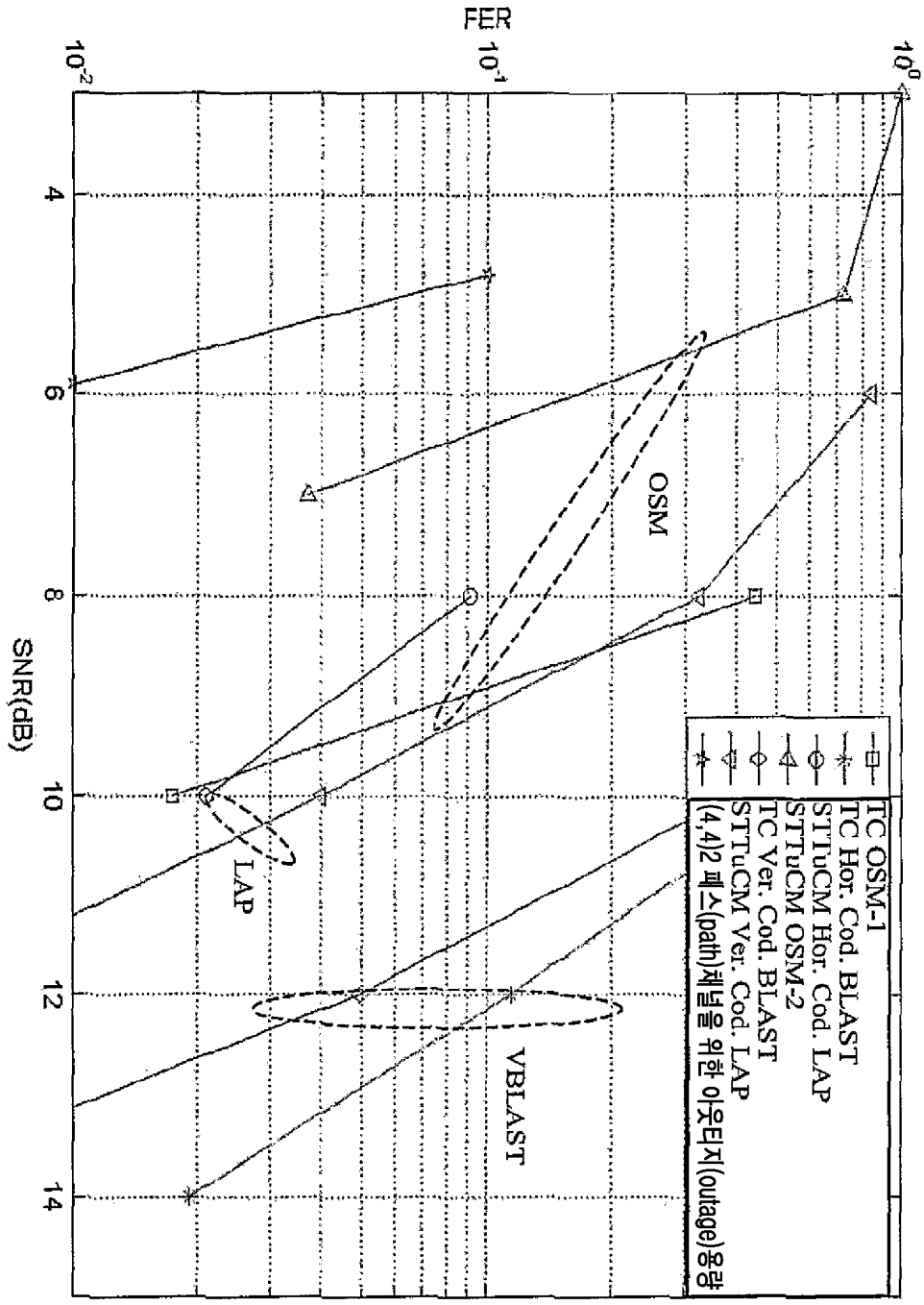
도면8


FER
SNR(dB)
STTuCM OSM-2
STTC OSM-2
STTC, STTuCM LAP
STTC LAP L=2
STTuCM LAP L=2
STTC OSM-2 L=1
STTC OSM-2 L=2
STTuCM OSM-2 L=1
STTuCM OSM-2 L=2

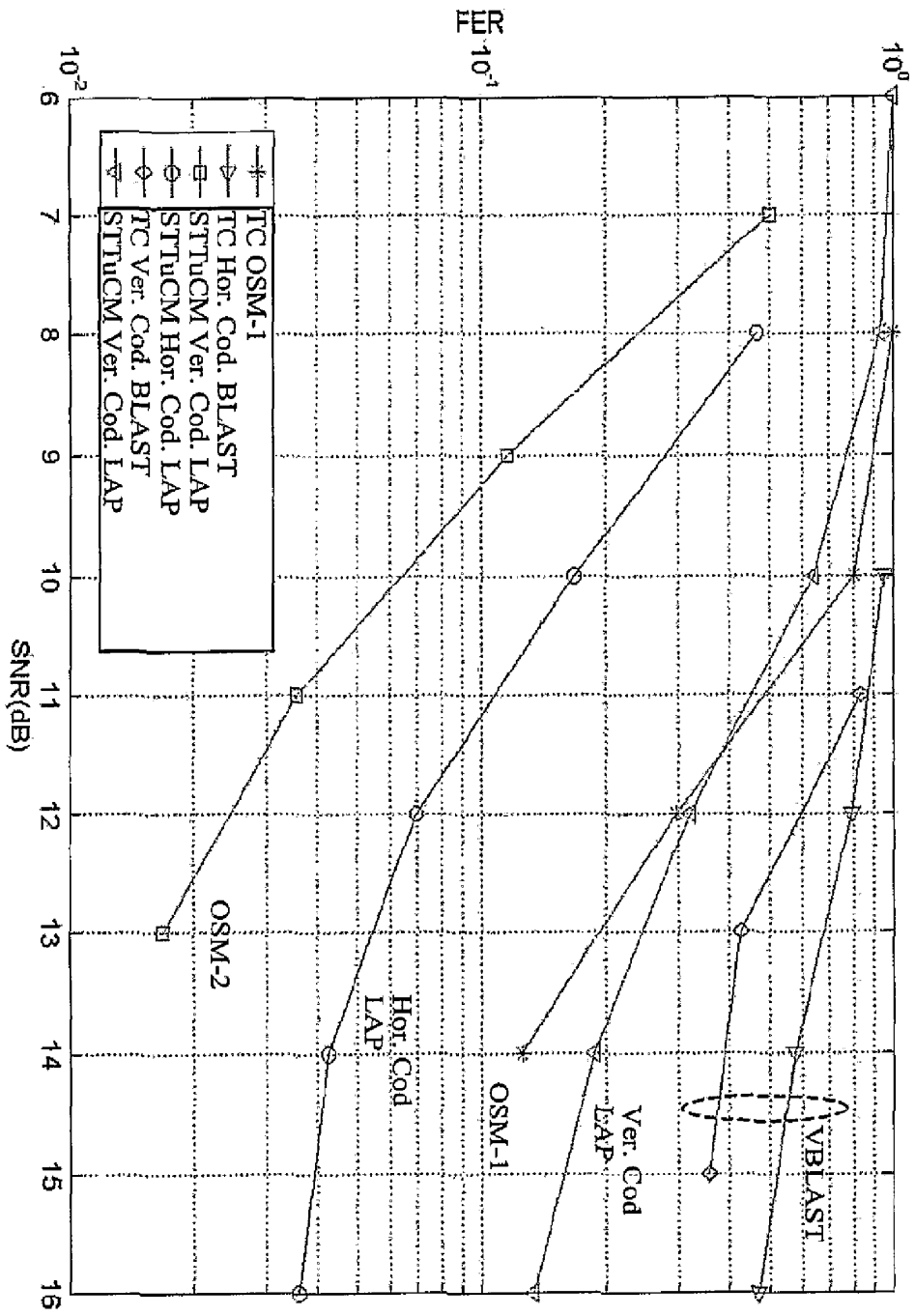
도면9


FER
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
SNR(dB)
4
6
8
10
12
14
16
18
STTuCM OSM-2 (4,4) sing.us
STTuCM LAP (4,4) sing.us
STTuCM LAP (4,4) 50% load
STTuCM OSM-2 (4,4) 50% load
STTuCM OSM-2 (4,3) 50% load
STTuCM OSM-2 (4,1) sing.us
(4,4) OSM-2 sing.us
(4,4) LAP sing.us
(4,4) OSM-2 50% load
(4,1) OSM-2 sing.us
(4,4) LAP 50% load
(4,3) OSM-2 50% load

도면10


FER
10^{-2}
10^{-1}
10^{0}
SNR(dB)
4
6
8
10
12
14
OSM
LAP
VBLAST
TC OSM-1
TC Hor. Cod. BLAST
STTuCM Hor. Cod. LAP
STTuCM OSM-2
TC Ver. Cod. BLAST
STTuCM Ver. Cod. LAP
(4,4)2 패스(path)채널을 위한 아웃티지(outage)용량

도면11


FER
10^0
10^{-1}
10^{-2}
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
SNR(dB)
TC OSM-1
TC Hor. Cod. BLAST
STTuCM Ver. Cod. LAP
STTuCM Hor. Cod. LAP
TC Ver. Cod. BLAST
STTuCM Ver. Cod. LAP
OSM-2
Hor. Cod LAP
OSM-1
Ver. Cod LAP
VBLAST