



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월22일
(11) 등록번호 10-0971694
(24) 등록일자 2010년07월15일

(51) Int. Cl.
H04L 27/26 (2006.01) H04B 7/02 (2006.01)
H04L 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-7002136
(22) 출원일자(국제출원일자) 2007년05월31일
심사청구일자 2008년01월25일
(85) 번역문제출일자 2008년01월25일
(65) 공개번호 10-2008-0036055
(43) 공개일자 2008년04월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/061506
(87) 국제공개번호 WO 2008/020505
국제공개일자 2008년02월21일
(30) 우선권주장
JP-P-2006-00221029 2006년08월14일 일본(JP)

(73) 특허권자
가부시끼가이샤 도시바
일본국 도쿄도 미나토구 시바우라 1쵸메 1방 1고
(72) 발명자
사카타 렌
일본 도쿄도 미나토구 시바우라 1-1-1 가부시끼가
이샤 도시바지테크 자이산부 나이
아키타 고지
일본 도쿄도 미나토구 시바우라 1-1-1 가부시끼가
이샤 도시바지테크 자이산부 나이
(74) 대리인
김태홍, 신정건

(56) 선행기술조사문헌
IEEE Trans. information theory, vol. 35,
No.3, may 1989, Optical orthogonal codes :
design, analysis and applications

전체 청구항 수 : 총 13 항

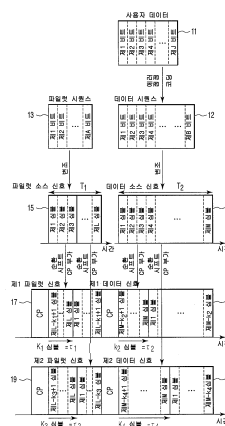
심사관 : 이성영

(54) 멀티 안테나 무선 통신 시스템에 있어서의 송수신 방법 및수신기

(57) 요약

송신기는 파일럿 시퀀스를 변조하여 파일럿 소스 신호를 생성하는 제1 생성기와, 데이터 시퀀스를 변조하여, 파일럿 소스 신호보다 시간 길이가 긴 데이터 소스 신호를 생성하는 제2 생성기와, 제1 파일럿 신호를 생성하기 위해 파일럿 소스 신호에 대하여 제1 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제1 순환 시프터와, 제1 데이터 신호를 생성하기 위해 데이터 소스 신호에 대하여 제2 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제2 순환 시프터와, 제2 파일럿 신호를 생성하기 위해 파일럿 소스 신호에 대하여 제3 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제3 순환 시프터와, 제2 데이터 신호를 생성하기 위해 데이터 소스 신호에 대하여 제4 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제4 순환 시프터와, 제1 파일럿 신호 및 제1 데이터 신호를 송신하는 제1 송신 안테나와, 제2 파일럿 신호 및 제2 데이터 신호를 송신하는 제2 송신 안테나를 포함한다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

제1 데이터 시퀀스를 이용하여, 순환 시프트량이 제1 값인 순환 시프트가 실행된 제1 데이터 신호를 생성하는 제1 생성 수단과,

상기 제1 데이터 시퀀스를 이용하여, 제2 데이터 신호를 생성하는 제2 생성 수단과,

순환 시프트량이 상기 제1 값과는 상이한 제2 값인 순환 시프트가 실행된 제1 채널 추정용 신호를 생성하는 제3 생성 수단과,

순환 시프트량이 제3 값인 순환 시프트가 실행된 제2 채널 추정용 신호를 생성하는 제4 생성 수단과,

제2 데이터 시퀀스를 이용하여, 순환 시프트량이 상기 제1 값인 순환 시프트가 실행된 제3 데이터 신호를 생성하는 제5 생성 수단과,

상기 제2 데이터 시퀀스를 이용하여, 제4 데이터 신호를 생성하는 제6 생성 수단과,

상기 제1 데이터 신호와 상기 제2 데이터 신호를 출력하고, 그 다음으로 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호를 출력하며, 그 다음으로 상기 제3 데이터 신호와 상기 제4 데이터 신호를 출력하는 출력 수단

을 포함하고,

상기 제1 데이터 신호와 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제3 데이터 신호는, 적어도 제1 안테나를 통하여 송신되도록, 상기 출력 수단에 의해 출력되고,

상기 제2 데이터 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호와 상기 제4 데이터 신호는, 적어도 제2 안테나를 통하여 송신되도록, 상기 출력 수단에 의해 출력되고,

상기 제2 데이터 신호는, 상기 제2 생성 수단에 의해, 순환 시프트량이 상기 제3 값과 상이한 제4 값인 순환 시프트가 실행되고,

상기 제4 데이터 신호는, 상기 제6 생성 수단에 의해, 순환 시프트량이 상기 제4 값인 순환 시프트가 실행되는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제4 값은 '0'인 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 값, 상기 제2 값, 및 상기 제3 값은, '0' 이외의 값이고, 상기 제4 값은 '0'인 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제2 값과 상기 제3 값은, 각 통신 장치마다 할당된 값인 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 생성 수단은, 상기 제1 데이터 시퀀스에 대한 DFT 처리 및 IFFT 처리에 의해, 상기 제1 데이터 신호를 생성하고,

상기 제2 생성 수단은, 상기 제1 데이터 시퀀스에 대한 DFT 처리 및 IFFT 처리에 의해, 상기 제2 데이터 신호를 생성하며,

상기 제5 생성 수단은, 상기 제2 데이터 시퀀스에 대한 DFT 처리 및 IFFT 처리에 의해, 상기 제3 데이터 신호를 생성하고,

상기 제6 생성 수단은, 상기 제2 데이터 시퀀스에 대한 DFT 처리 및 IFFT 처리에 의해, 상기 제4 데이터 신호를

생성하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 제1 데이터 시퀀스와 상기 제2 데이터 시퀀스에 대하여 에러 정정 코딩을 행하는 오류 정정 코딩부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 7

제5항에 있어서, 에러 정정 코딩된 상기 제1 데이터 시퀀스와 상기 제2 데이터 시퀀스에 대하여, 변조를 행하는 변조부를 더 포함하고,

상기 변조부가 행하는 변조의 방식은, 상기 통신 장치와, 수신처의 통신 장치에서 공유되는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 제1 데이터 신호와, 상기 제2 데이터 신호와, 상기 제3 데이터 신호와, 상기 제4 데이터 신호와, 상기 제1 채널 추정용 신호와, 상기 제2 채널 추정용 신호에 대하여, 순환 프리픽스를 부여하는 부여부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제1 데이터 신호와, 상기 제2 데이터 신호와, 상기 제3 데이터 신호와, 상기 제4 데이터 신호는, 싱글 캐리어 신호인 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 안테나와 상기 제2 안테나를 더 포함하고,

상기 제1 데이터 신호와 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제3 데이터 신호를 적어도 상기 제1 안테나를 이용하여 송신하고, 상기 제2 데이터 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호와 상기 제4 데이터 신호는 적어도 상기 제2 안테나를 통하여 송신하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

청구항 11

다른 통신 장치로부터 OFDM 신호를 수신하는 통신 장치에 있어서,

제1 데이터 신호와 제2 데이터 신호를 수신하고, 그 다음에 제1 채널 추정용 신호와 제2 채널 추정용 신호를 수신하며, 그 다음에 제3 데이터 신호와 제4 데이터 신호를 수신하는 수신 수단을 포함하고,

상기 제1 데이터 신호는, 제1 데이터 시퀀스를 이용하여 생성된 신호에 있어서, 순환 시프트량이 제1 값인 순환 시프트가 실행된 신호이고,

상기 제2 데이터 신호는, 상기 제1 데이터 시퀀스를 이용하여 생성된 신호이며,

상기 제1 채널 추정용 신호는, 순환 시프트량이 상기 제1 값과는 상이한 제2 값으로 순환 시프트가 실행된 신호이고,

상기 제3 데이터 신호는, 제2 데이터 시퀀스를 이용하여 생성된 신호로서, 순환 시프트량이 상기 제1 값인 순환 시프트가 실행된 신호이며,

상기 제4 데이터 신호는, 상기 제2 데이터 시퀀스를 이용하여 생성된 신호이고,

상기 제1 데이터 신호와 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제3 데이터 신호는, 상기 다른 통신 장치의 제1 안테나를 적어도 통하여 송신된 신호이며,

상기 제2 데이터 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호와 상기 제4 데이터 신호는, 상기 다른 통신 장치의 제2 안테나를 적어도 통하여 송신된 신호이고,

상기 제2 채널 추정용 신호는, 순환 시프트량이 제3 값인 순환 시프트가 실행된 신호이고,

상기 제2 데이터 신호 및 상기 제4 데이터 신호는, 순환 시프트가 실행되지 않은 신호인 것을 특징으로 하는 통

신 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제1 데이터 시퀀스를 이용하여, 순환 시프트량이 제1 값인 순환 시프트가 실행된 제1 데이터 신호를 생성하는 제1 생성 단계와,

상기 제1 데이터 시퀀스를 이용하여, 제2 데이터 신호를 생성하는 제2 생성 단계와,

순환 시프트량이 상기 제1 값과는 상이한 제2 값인 순환 시프트가 실행된 제1 채널 추정용 신호를 생성하는 제3 생성 단계와,

순환 시프트량이 제3 값인 순환 시프트가 실행된 제2 채널 추정용 신호를 생성하는 제4 생성 단계와,

제2 데이터 시퀀스를 이용하여, 순환 시프트량이 상기 제1 값인 순환 시프트가 실행된 제3 데이터 신호를 생성하는 제5 생성 단계와,

상기 제2 데이터 시퀀스를 이용하여, 제4 데이터 신호를 생성하는 제6 생성 단계와,

상기 제1 데이터 신호와 상기 제2 데이터 신호를 출력하고, 그 다음으로 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호를 출력하며, 그 다음으로 상기 제3 데이터 신호와 상기 제4 데이터 신호를 출력하는 출력 단계

를 포함하고,

상기 제1 데이터 신호와 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제3 데이터 신호는, 적어도 제1 안테나를 통하여 송신되도록, 상기 출력 단계에서 출력되고,

상기 제2 데이터 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호와 상기 제4 데이터 신호는, 적어도 제2 안테나를 통하여 송신되도록, 상기 출력 단계에서 출력되고,

상기 제2 데이터 신호는, 상기 제2 생성 단계에서, 순환 시프트량이 상기 제3 값과 상이한 제4 값의 순환 시프트가 실행되고,

상기 제4 데이터 신호는, 상기 제6 생성 단계에서, 순환 시프트량이 상기 제4 값인 순환 시프트가 실행되는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 데이터 신호와 상기 제1 채널 추정용 신호와 상기 제3 데이터 신호를 적어도 상기 제1 안테나를 이용하여 송신하고, 상기 제2 데이터 신호와 상기 제2 채널 추정용 신호와 상기 제4 데이터 신호는 적어도 제2 안테나를 통하여 송신하는 것을 특징으로 하는 통신 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 순환 지연 다이버시티를 이용한 멀티 안테나 무선 통신 시스템에 있어서의 송신 방법, 송신기 및 수신기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선 통신을 위한 송신 다.이버시티 기술 중 하나인 송신 안테나 다이버시티는 복수의 안테나로부터 동일한 신호들을 송신한다. 송신 안테나 다이버시티로서는, 송신 데이터를 블록화하고, 그것의 코드를 조작하여 송신 순

서를 변경한 후에 데이터를 송신하는 시공간 블록 코딩(Space Time Block Coding: STBC)과, 블록에 대하여 순환 시프트가 실시된 신호들을 동시에 송신하는 순환 지연 다이버시티(Cyclic Delay Diversity: CDD)가 알려져 있다.

[0003] CDD에 있어서, 예컨대 G. Bauch and J.S. Malik, "Parameter optimization, interleaving and multiple access in OFDM with cyclic delay diversity," VTC-2004 spring, Vol. 1, pp.505-509(2004)[이하, 문헌 1이라고 함]에 기재되어 있는 바와 같이, 송신기는 데이터 신호를 하나의 안테나에서 송신하고, 순환 시프트가 실시된 동일한 데이터 신호를 다른 안테나에서 동시에 송신한다. 수신기에서는 그 송신기의 각 안테나에서 송신된 데이터 신호들이 혼합되어 수신된다.

[0004] 순환 시프트된 신호는 주파수 도메인에서 고속의 위상 회전을 갖는다. 따라서 순환 시프트된 신호와 순환 시프트되지 않은 신호를 혼합하면, 신호를 강화시키는 주파수와 신호를 약화시키는 주파수가 주파수 도메인 상에서 짧은 주파수 간격으로 혼재하게 된다. 이것에 의해, CCD는 주파수 방향에서의 급격한 전력 강하를 해결한다. 이 때문에, 송신 데이터가 주파수 방향에서 충분히 인터리브되고 에러 정정 코딩이 실시된다면, CCD는 수신기에서 에러 정정 능력을 충분히 발휘할 수 있어, 수신 성능의 향상을 기대할 수 있다.

[0005] 문헌 1의 기술에 있어서, CCD는 수신 신호를 복조하기 위해서, 주파수 방향에서 고속으로 변하는 스펙트럼을 복조하기 위한 진폭 기준 및 위상 기준을 필요로 한다. 송신기는 채널 추정을 위해 시스템에서 정해진 파일럿 신호를 데이터 신호에 앞서 복수의 안테나에서 송신해야 한다.

[0006] 각각의 파일럿 신호가 데이터 전송에 직접적으로 기여하지 않는 용량 신호이기 때문에, 시간 길이가 긴 파일럿 신호를 이용하는 것은 데이터의 전송 효율을 저하시키는 것이다. 따라서, 파일럿 신호 길이(시간 길이)는 짧은 것이 바람직하다. 그러나, 상기 문헌 1에서는 데이터 신호의 순환 시프트량에 대해서는 언급하고 있지만, 파일럿 신호의 순환 시프트량과 파일럿 신호 길이에 대해서는 언급하고 있지 않다.

[0007] 본 발명의 목적은 CDD의 효과를 얻으면서 파일럿 신호 길이를 가능한 한 짧게 하여 데이터 전송 효율을 향상시키는 것이다.

발명의 상세한 설명

[0008] 본 발명의 제1 양태에 따르면, 파일럿 시퀀스를 변조하여 파일럿 소스 신호를 생성하는 제1 생성기와; 데이터 시퀀스를 변조하여, 시간 길이가 상기 파일럿 소스 신호보다 긴 데이터 소스 신호를 생성하는 제2 생성기와; 제1 파일럿 신호를 생성하기 위해 상기 파일럿 소스 신호에 대하여 제1 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제1 순환 시프터; 제1 데이터 신호를 생성하기 위해 상기 데이터 소스 신호에 대하여 제2 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제2 순환 시프터와; 제2 파일럿 신호를 생성하기 위해 상기 파일럿 소스 신호에 대하여 제3 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제3 순환 시프터와; 제2 데이터 신호를 생성하기 위해 상기 데이터 소스 신호에 대하여 제4 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 제4 순환 시프터와; 상기 제1 파일럿 신호 및 제1 데이터 신호를 송신하는 제1 송신 안테나와; 상기 제2 파일럿 신호 및 제2 데이터 신호를 송신하는 제2 송신 안테나를 포함하는 송신기가 제공된다.

실시 예

[0028] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 실시형태들을 설명한다.

[0029] (무선 통신 시스템)

[0030] 도 1을 참조하여 본 발명의 일례에 따른 무선 통신 시스템을 설명한다. 송신기(1)는 제1 송신 안테나(2)와 제2 송신 안테나(3)를 구비한다. 수신기(7)는 수신 안테나(6)를 구비한다. 도 1의 시스템은 통상 셀룰러 통신 시스템에 이용되지만, 이러한 시스템에 한정되지는 않는다. 또한, 도 1의 시스템은 무선 LAN, 고정 무선 액세스 네트워크 등에도 적용될 수 있다.

[0031] 송신기(1)는, 사용자 데이터를 무선으로 수신기(7)에 송신하기 위해, 사용자 데이터를 변조하여 그것을 RF 신호로 변환하는 기능을 갖는다. 송신기(1)는 RF 신호를 제1 송신 안테나(2)와 제2 송신 안테나(3) 양쪽에서 송신함으로써 송신 다이버시티를 수행한다.

[0032] 제1 송신 안테나(2)와 제2 송신 안테나(3)에서 송신된 RF 신호는 제1 및 제2 채널(전파로)(4, 5)을 통해 수신기(7)의 수신기 안테나(6)에 도달한다. 제1 및 제2 채널(4, 5) 양쪽이 멀티패스(multipath) 채널이라면, 첫번째 신호가 수신 안테나(6)에 도달하는 패스로부터 마지막 신호가 거기에 도달하는 패스까지의 최대 지연 시간(최대

전송 지연 시간)은 T_3 이내인 것으로 한다.

- [0033] 수신 안테나(6)는 제1 송신 안테나(2)에서 송신된 신호와 제2 송신 안테나(3)에서 송신된 신호가 혼합된 신호를 수신된다. 수신기(7)는 수신 안테나(6)로부터의 수신 신호에 대하여 복조 처리를 실시하여, 사용자 데이터를 재 생성한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 실시형태에 따른 다른 무선 통신 시스템을 도시한다. 도 1에서는 송신기가 한 세트뿐이었지만, 도 2의 시스템은 복수의 송신기, 예컨대 제1 송신기(1A) 및 제2 송신기(1B)를 포함한다. 일반적으로 각각 다른 사용자는 다른 사용자 데이터를 송신하는 각 송신기(1A, 1B)를 이용한다고 가정한다. 각 송신기(1A, 1B)는 각각 제1 송신 안테나(2A, 2B) 및 제2 송신 안테나(3A, 3B)를 구비한다. 제1 송신기(1A)의 안테나(2A, 3A)에서 송신된 신호는 각각 제1 채널(4) 및 제2 채널(5)을 통과하여 수신 안테나(6)에 도달한다. 제2 송신기(1B)의 안테나(2B, 3B)에서 송신된 신호는 각각 제3 및 제4 채널(전파로)(8, 9)을 통과하여 수신 안테나(6)에 도달한다. 각 채널(4, 5, 8 및 9)의 최대 전송 지연 시간은 T_3 인 것으로 한다.
- [0035] 수신기(7)는 제1 송신기(1A) 및 제2 송신기(1B)에서 송신된 신호들을 분리해야 한다. 그래서 본 실시형태에서는, 제1 송신기(1A)에서 송신된 데이터 신호와 제2 송신기(1B)에서 송신된 데이터 신호가 각각 다른 주파수를 통해 송신된다. 즉, 주파수 분할 다중(Frequency Division Multiplexing: FDM)이 실시되는 것으로 상정한다. 이 경우, 1 사용자분의 데이터 신호가 송신되는 주파수 대역에서의 복조에 대해서는, 도 1에 도시하는 시스템 구성과 같은 처리가 실시되는 것으로 가정할 수 있다.
- [0036] (송신 신호 포맷)
- [0037] 도 3은 송신기로부터 송신되는 송신 신호의 포맷을 도시하고 있다. 송신 신호는 싱글 캐리어 신호의 형태, 즉 데이터 신호의 변조에 의해 생성되는 송신 심볼이 시간 방향에서 직렬로 나열되어 있는 형태를 갖는다. 또한, 1 신호 블록은 연속적인 복수의 송신 심볼로 구성되고, 소정의 신호 블록의 종단에 상응하는 시간 T_{CP} 의 신호가 신호 블록의 헤드에 복사되어 접속된다. 도 3의 예에서는, 1 신호 블록 길이는 시간 T 이며, M 개의 변조된 심볼이 배치된다. 헤드에 부가된 부분은, 일반적으로 순환 프리픽스(CP; Cyclic Prefix)로 불리고, 수신기에서의 주파수 등화를 가능하게 하도록 부가된다.
- [0038] 송신기로부터 송신되는 신호는 주로 2 종류로 분류된다. 하나는 수신기가 채널의 상태를 추정하는데 이용되는 파일럿 신호이다. 또 하나는 사용자 데이터를 변조하여 얻는 데이터 신호이다. 각 신호는 각각 1 블록을 점유한다고 하면, 1 수신기에 대한 파일럿 신호와 데이터 신호는 시분할 다중(Time Division Multiplexing: TDM)이 실시되어 송신되는 것으로 가정한다. 그러나, TDM에 한정되는 것은 아니며, 코드 분할 다중(Code Division Multiplexing: CDM) 및 주파수 분할 다중(Frequency Division Multiplexing: FDM)도 본 실시형태에 적용될 수 있다.
- [0039] 수신기는 수신되는 1 신호 블록으로부터 시간 T 의 구간을 추출하고, 그 추출된 신호를 FFT(Fast Fourier Transform) 등을 통해 주파수 도메인의 신호로 변환한다. 추출되는 구간의 시작점은 CP로부터 선택된다. 추출되는 구간을 CP의 후반에 설정함으로써, 이전 신호 블록의 지연파와의 혼합을 막을 수 있다. 이 외에도, CP는 원래의 변조 신호에 대하여 순환적으로 부가되기 때문에, 추출된 시간 T 의 신호도 양단에서의 연속성이 보장된다.
- [0040] 파일럿 신호에는, 예컨대 CAZAC(Constant Amplitude and Zero Auto Correlation) 시퀀스로 불리는 시퀀스가 이용된다. CAZAC 시퀀스는 포락선이 일정하며, 또 자기 상관값이 지연 시간 "0" 이외에서 "0"이 되는 특성, 즉 완전한 자기 상관성을 갖는 시퀀스이다. CAZAC 시퀀스는 포락선이 일정하기 때문에, 송신 증폭기 등의 왜곡을 막기 위한 백오프(back off)를 작게 할 수 있다. CAZAC 시퀀스의 완전한 자기 상관성을 의지하여, 시간적으로 순환 시프트된 CAZAC 시퀀스를 이용함으로써 코드 다중을 이용할 수 있다.
- [0041] 본 실시형태에서는, 데이터 신호에 대해서 FDM을 실시하는 것으로 하였지만, 파일럿 신호에 대해서는 CAZAC 시퀀스의 순환 시프트에 의해 사용자들 사이에서 직교하는 신호가 생성되어 사용자들 간에 코드 다중을 실현한다. 즉, 본 실시형태의 시스템은 도 4a에 도시되는 소정의 CAZAC 시퀀스로 이루어지는 파일럿 신호 A와, 이 파일럿 신호 A를 시간 T_3 만큼 순환 시프트하여 얻은, 도 4b에 도시하는 파일럿 신호 B를 생성한다. 도 4a 및 도 4b에서는 CP 부가에 의한 송신 블록 생성은 생략하고 있다.
- [0042] 파일럿 신호 A와 B는 CAZAC 시퀀스의 특성에 의해 서로 직교한다. 또한, 채널의 최대 전파 지연 시간은 T_3 이내이기 때문에, 2개 세트의 송신기가 각각 파일럿 신호 A와 B를 송신하고, 최대 지연파가 수신기에 도달하였다고

하여도, 파일럿 신호 A의 지연파는 파일럿 신호 B의 가장 빠른 도달파와 중복되지 않는다. 도 4a 및 도 4b에서는 예로서 2개의 시퀀스만 도시하고 있지만, 파일럿 신호 A를 $2T_3$, $3T_3$, $4T_3$, ...만큼 시프트하여 시퀀스를 생성함으로써, 시스템은 순환 시프트가 1주할 때까지 복수의 시퀀스를 생성할 수 있다.

[0043] (송신 신호의 생성 순서)

[0044] 다음에, 도 5를 참조하여 본 실시형태에서의 송신 신호의 생성 순서에 대해서 상세히 설명한다. 송신 신호는 제 1 채널 및 제2 채널의 임펄스 응답(또는 주파수 특성)을 측정하기 위한 파일럿 신호, 및 사용자 데이터를 변조하여 얻은 데이터 신호를 포함한다.

[0045] 파일럿 신호는 A 비트의 CAZAC 시퀀스인 파일럿 시퀀스(13)를 변조하여 생성된다. 변조 방식은 송신기와 수신기 간에 미리 설정되는 것이 바람직하고, 예컨대 BPSK(Binary Phase Shift Keying) 또는 ASK(Amplitude Shift Keying) 등의 2차 변조가 적절하게 이용된다. 변조에 의해 파일럿 시퀀스는 파일럿 소스 신호(15)로 변환된다. 파일럿 소스 신호(15)의 시간 길이는 T_1 이다. 변조에 의해 L개의 심볼이 생성된다고 하면, 예컨대 BPSK 변조를 실시한 경우는 $L=A$ 이다.

[0046] 파일럿 소스 신호(15)에 대해 순환 시프트 및 CP 부가를 실시한다. 순환 시프트가 실시되는 방법, 특히 순환 시프트량은, 송신 안테나에 따라 변한다고 가정한다. 제1 송신 안테나에서 송신된 신호에는 k_1 심볼 또는 k_1 심볼에 상응하는 시간 τ_1 만큼의 순환 시프트가 실시된다. 순환 시프트는 순환 치환과 동일한 처리이다. 즉, 순환 시프트는, 신호에 대하여 지연을 부가하고, 지연 처리에 의해 소스 신호보다 길어진 부분을 시프트하여, 송신되는 정보량을 변화시키지 않는 치환 처리이다. 이런 식으로 순환 시프트를 실시한 후, 도 3에 도시하는 방법으로 CP가 부가된다.

[0047] 제2 송신 안테나에서 송신된 파일럿 신호에 대해서는 제1 송신 안테나에서 송신되는 신호와는 다른 시간의 순환 시프트가 실시된다. 제2 송신 안테나에서 송신된 파일럿 신호의 순환 시프트량은 k_3 심볼, 또는 k_3 심볼에 상응하는 시간 τ_3 인 것으로 한다. 순환 시프트 후에 CP가 부가된다. 제1 송신 안테나로부터 송신되는 순환 시프트된 파일럿 신호를 제1 파일럿 신호, 제2 송신 안테나로부터 송신되는 순환 시프트된 파일럿 신호를 제2 파일럿 신호라고 한다. 제1 파일럿 신호와 제2 파일럿 신호는 각각의 안테나로부터 동시에 송신된다.

[0048] 다음에, 데이터 신호의 생성 순서를 설명한다. 송신기는 J 비트의 사용자 데이터(11)를 생성한다. 사용자 데이터(11)에 대하여 에리 정정 코딩을 실시하여 B 비트의 데이터 시퀀스(12)를 생성한다. 또한, 시스템은 데이터 시퀀스(12)를 변조하여, M개의 심볼 및 시간 길이 T_2 를 갖는 데이터 소스 신호(14)를 생성한다. 여기서의 변조로는, 예컨대 BPSK, QPSK(Quadrature Amplitude Modulation), 16 QAM 및 64 QAM 등의 변조 방식을 이용할 수 있다. 여기서 이용되는 변조 방식은, 송신기와 수신기 간에 미리 설정되어 있거나, 또는 다른 방법에 의해 송신기로부터 수신기에 통지된다고 가정한다.

[0049] 파일럿 신호와 마찬가지로, 데이터 소스 신호(14)에 대해서도 시프트량이 상이한 2 종류의 순환 시프트가 실시된다. 제1 송신 안테나로부터 송신되는 제1 데이터 신호(16)는, 데이터 소스 신호(14)에 대하여 k_2 심볼 또는 k_2 심볼에 상응하는 시간 τ_2 만큼 순환 시프트가 실시되고 CP가 더 부가되는 신호이다.

[0050] 마찬가지로, 제2 송신 안테나로부터 송신되는 제2 데이터 신호(17)는, 데이터 소스 신호(14)에 대하여 k_4 심볼 또는 k_4 심볼에 상응하는 시간 τ_4 만큼 순환 시프트를 실시하고 CP를 더 부가된 신호이다. 제1 데이터 신호(16)와 제2 데이터 신호(17)는 각각의 송신 안테나로부터 동시에 송신된다.

[0051] 본 실시형태에서는, 일반성을 잃지 않고, $\tau_1 < \tau_3$, $\tau_2 < \tau_4$ 인 것으로 한다. 여기서 제1 파일럿 신호와 제2 파일럿 신호와의 순환 시프트량의 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 과, 제1 데이터 신호와 제2 데이터 신호와의 순환 시프트량의 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 를 다르게 함으로써, 이하의 이점을 얻는다.

[0052] 순환 시프트에서는, 시프트량이 송신 블록 길이를 초과하면, 신호가 1주(one round) 이상 시프트되기 때문에, 시프트량이 송신 블록 길이보다 작은 시퀀스와 동일한 시퀀스가 될 우려가 있다. 따라서, 제1 및 제2 파일럿 신호(17, 19)의 순환 시프트량은 T_1 보다 작게, 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)의 순환 시프트량은 T_2 보다 작게 설정해야 한다. 이것은 동시에, 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 은 T_1 보다 작아야 하고, 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 는 T_2 보다 작아야 하는 것을 나

타내고 있다.

- [0053] 여기서, 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 이 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 와 같다면, 필연적으로 시간 길이 T_1 및 T_2 는 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 및 $\tau_4 - \tau_2$ 양쪽보다 길어야 한다. 그러면, 시스템이, 예컨대 제1 및 제2 파일럿 신호(17, 19)의 시간 길이 T_1 을 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)의 시간 길이 T_2 보다 짧게 하고자 하는 바람을 반드시 만족시킬 수 없는 경우가 생긴다. 더 자세하게는, 제1 및 제2 파일럿 신호(17, 19)의 시간 길이 T_1 를 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)의 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 보다 작게 하는 것이 불가능하다. 파일럿 신호는 사용자 데이터의 전송에 직접적으로는 기여하지 않는 용장 신호이다. 따라서, 시스템이 파일럿 신호 길이를 짧게 할 수 없다면, 용장 신호를 파잉 송신하는 경우가 발생하고, 시스템은 데이터 신호 길이를 더 짧게 해야 하고, 전송 속도의 저하, 또는 느린 전송 속도에서의 포화가 초래된다.
- [0054] 여기서, 본 실시형태와 같이, 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 과 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 를 서로 다르게 하거나, 또는 이들을 독립적으로 설정하면, 시간 길이 T_1 은 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 이상인 것으로 충분하고, 시간 길이 T_2 는 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 이상인 것으로 충분하다. 그러면, 시간 길이 T_1 은 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 의 값에 의해 제약되지 않기 때문에, 파일럿 신호 길이를 더 짧게 설정하는 것이 가능하다. 따라서, 시스템은 그것의 용장성이 줄고, 그만큼 전송할 수 있는 사용자 데이터의 양이 증가하여, 전송 속도가 향상된다.
- [0055] 또한, 본 실시형태에서는 차이 $\tau_4 - \tau_2$ 가 시간 길이 $T_2/2$ 일 때에 CDD의 효과가 최대가 된다. 여기서, 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 이 $\tau_4 - \tau_2$ 와 같은 경우, 시간 길이 T_1 은 $T_2/2$ 보다 길게 설정되어야 한다. 엄밀하게 말해서, 채널에서 최대 시간 길이 T_3 의 지연파가 발생하기 때문에, 시간 길이 T_1 은 시간 길이 $T_2/2$ 에 시간 길이 T_3 을 더한 시간 길이보다 길게 설정되어야 한다. 그러나, 본 실시형태에 따르면, 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 을 $T_2/2$ 에서 T_3 을 감산한 시간 길이보다 짧게 설정하면, 시간 길이 T_1 은 차이 $\tau_3 - \tau_1$ 보다 큰 범위인 것이 좋다. 예컨대 $T_1 = T_2/2$ 가 만족되면, 파일럿 소스 신호(15)의 시간 길이 T_1 이 데이터 소스 신호(14)의 시간 길이 T_2 의 반이 된다. 따라서 시스템은 송신기의 메모리 관리를 용이하게 수행하고, 또한 수신기에서의 주파수 보상용 FFT에 의해 실장 상의 이점을 얻을 수 있다. 이때, CDD의 효과는 손상되지 않는다.
- [0056] (수신 방법)
- [0057] 도 6을 참조하여 본 실시형태에서의 수신 동작의 개략에 대해 설명한다. 송신기(1)의 제1 송신 안테나(2)는 시간 τ_1 만큼 순환 시프트된 제1 파일럿 신호(17)와, 시간 τ_1 에 계속되는 시간 τ_2 만큼 순환 시프트된 제1 데이터 신호(16)를 송신한다. 동시에, 제2 송신 안테나(3)는 시간 τ_3 만큼 순환 시프트된 제2 파일럿 신호(19)와, 시간 τ_4 만큼 순환 시프트된 제2 데이터 신호(18)를 송신한다.
- [0058] 제1 및 제2 송신 안테나(2, 3)로부터 송신된 신호는 최대 지연 시간이 T_3 인 제1 채널(4) 및 제2 채널(5)을 통해 수신 안테나(6)에 혼합되어 수신된다. 파일럿 신호는 CAZAC 시퀀스이기 때문에, 수신 안테나에서 혼합된 제1 및 제2 파일럿 신호(17, 19)에 대하여 파일럿 소스 신호(15)와의 상관을 구함으로써, 시스템은 제1 및 제2 채널(4)의 임펄스 응답을 구할 수 있다.
- [0059] 제1 채널(4)의 임펄스 응답을 제1 임펄스 응답이라 하고, 제2 채널(5)의 임펄스 응답을 제2 임펄스 응답이라고 한다. 도 6에는 제1 임펄스 응답 및 제2 임펄스 응답의 각각의 형상예가 도시되어 있다. 이들 임펄스 응답을 이용하여, 제1 및 제2 송신 안테나(2, 3)로부터 송신된 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)가 혼합된 신호를 등화하는 것을, 즉 그 왜곡을 보상하는 것을 고려한다. 혼합된 데이터 신호를 등화하기 위해서는 데이터 신호와 동일한 양만큼 시프트한 후에 혼합된 임펄스 응답을 구하는 것이 필요하다. 임펄스 응답의 생성 방법에 대해서는 도 7을 참조하여 설명한다.
- [0060] 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)를 혼합하여 얻은 신호를 등화함에 있어서 임펄스 응답을 생성하기 위해 시스템은 제1 및 제2 임펄스 응답을 시간 T_2 의 구간에 재배치한다.
- [0061] 제1 데이터 신호의 최초 도달 시각을 t_2 로 설정하면, 제1 임펄스 응답은 t_2 에서 시간 τ_2 만큼 떨어진 위치에 배치된다. 제2 임펄스 응답은 t_2 에서 시간 τ_4 만큼 떨어진 위치에 배치된다. 이상의 재배치 처리를 프로파일 조정이라고 부른다. 시스템은 프로파일 조정으로, 데이터 신호와 동일한 시프트량을 가진 임펄스 응답을 구할 수 있

고, 이 임펄스 응답을 수신 데이터 신호의 왜곡을 보상하는데 이용할 수 있다.

- [0062] (송신기)
- [0063] 도 8을 참조하여 본 실시형태에 따른 송신기에 대해서 설명한다. 도 8의 송신기는 파일럿 시퀀스 생성기(103), 파일럿 시퀀스 변조기(105), 사용자 데이터 생성기(101), 에러 정정 코딩 유닛(102), 데이터 시퀀스 변조기(104), 제1 내지 제4 순환 시프터(106~109), 시프트량 제어기(110), 제1 내지 제4 CP 부가기(111~114), 송신 신호 선택 유닛(117), 제1 및 제2 선택기(115, 116), 송신 아날로그 유닛(118, 119), 제1 및 제2 송신 안테나(121, 122)를 포함한다.
- [0064] 파일럿 시퀀스 생성기(103)는 송신기와 수신기 간에 미리 설정된 파일럿 시퀀스를 생성한다. 본 실시형태에서, 파일럿 시퀀스는 CAZAC 시퀀스인 것으로 상정하기로 한다. 생성된 파일럿 시퀀스는 파일럿 시퀀스 변조기(105)에 보내진다.
- [0065] 파일럿 시퀀스 변조기(105)는 파일럿 시퀀스 생성기(103)로부터 생성된 파일럿 시퀀스에 대하여 미리 정해진 변조를 실시하여 파일럿 소스 신호(15)를 생성한다. 생성된 파일럿 소스 신호(15)는 제1 순환 시프터(106)와 제3 순환 시프터(108)에 보내진다.
- [0066] 사용자 데이터 생성기(101)는 수신기(7)에 송신될 사용자 데이터를 생성한다. 사용자 데이터 생성기(101)로부터 생성된 사용자 데이터는 에러 정정 코딩 유닛(102)에 보내진다. 에러 정정 코딩 유닛(102)은 사용자 데이터 생성기(101)로부터 얻은 사용자 데이터에 대하여 에러 정정 코딩을 실시한다. 에러 정정 코딩은, 예컨대 컨볼루션 코딩, 터보 코딩 등을 이용할 수 있다. 인코딩된 데이터는 도 5에 도시한 데이터 시퀀스(12)이고, 변조를 위해 데이터 시퀀스 변조기(104)에 보내진다.
- [0067] 데이터 시퀀스 변조기(104)는 에러 정정 코딩 유닛(102)으로부터의 데이터 시퀀스를 변조한다. 변조 방식은, 예컨대 BPSK, QPSK, 16 QAM, 또는 64 QAM 등을 이용할 수 있다. 여기서 이용되는 변조 방식은 송신기(1)와 수신기(7) 간에 공유되는 것으로 가정한다. 생성된 신호는 도 5에 도시한 데이터 소스 신호(15)이며, 제2 순환 시프터(107) 및 제4 순환 시프터(109)에 보내진다.
- [0068] 제1 내지 제4 순환 시프터(106~109)는 입력된 파일럿 소스 신호(15) 또는 데이터 소스 신호(14)에 대하여 순환 시프트를 실시한다. 순환 시프트량은 시프트량 제어기(110)로부터 정해진다. 순환 시프트된 신호는 제1 내지 제4 CP 부가기(111~114)에 보내진다.
- [0069] 시프트량 제어기(110)는 제1 내지 제4 순환 시프터(106~109)에 대하여 순환 시프트량을 설정한다. 보다 구체적으로, 시프트량 제어기(110)는 제1 내지 제4 순환 시프터(106~109)에 대하여 각각 τ_1 , τ_2 , τ_3 , 및 τ_4 의 순환 시프트량을 설정한다. CDD의 다이버시티 효과를 최대로 얻기 위하여, 시간 τ_2 및 τ_4 의 설정예로서, $\tau_4 - \tau_2$ 는 데이터 신호의 블록 길이 T_2 의 반이 되는 것이 좋다. 또한, τ_1 및 τ_3 의 설정예로서, 도 2에 도시한 바와 같이 복수의 사용자가 파일럿 신호를 동시에 송신하는 경우, 시스템은 τ_1 및 τ_3 이 다른 파일럿 신호의 순환 시프트량과 같아지지 않도록 설정한다.
- [0070] CP 부가기(111~114)는 순환 시프터(106~109)에 의해 순환 시프트된 각 신호에 대하여 CP를 부가한다. 제1 내지 제4 CP 부가기(111~114)의 모든 동작은 동일하고, 그 출력 목적지만 서로 다르다. 제1 내지 제4 CP 부가기(111~114)의 출력은 각각 제1 및 제2 선택기(115, 116)에 공급된다.
- [0071] 제1 선택기(115)는 제1 CP 부가기(111)로부터 얻은 제1 파일럿 신호 또는 제2 CP 부가기(112)로부터 얻은 제1 데이터 신호 중 어느 하나를 후속의 제1 송신 아날로그 유닛(118)에 보낸다. 마찬가지로, 제2 선택기(116)도 제3 CP 부가기(113)로부터 얻은 제2 파일럿 신호 또는 제4 CP 부가기(114)로부터 얻은 제2 데이터 신호 중 어느 하나를 후속의 제2 송신 아날로그 유닛(119)에 보낸다. 송신 신호 선택 유닛(117)은 후단에 출력될 신호를 결정하도록 각 선택기(115, 116)에 지시한다.
- [0072] 송신 신호 선택 유닛(117)은 2개의 선택기(115, 116)에 대하여, 파일럿 신호 또는 데이터 신호 중 어떤 것이 송신 아날로그 유닛(118, 119)에 보내져야 하는지를 지시한다. 즉, 그 송신 신호 선택 유닛은, 파일럿 신호를 파일럿 신호의 송신 시각에 보내고, 데이터 신호를 데이터 신호 송신 시각에 보내도록 지시한다. 제1 및 제2 파일럿 신호(17, 19)는 동시에 송신되고, 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)도 동시에 송신된다. 파일럿 신호(17, 19)와 데이터 신호(16, 18)는 각각 다른 시각에 보내진다.
- [0073] 송신 아날로그 유닛(118, 119)은 각각 선택기(115, 116)로부터 출력된 송신 신호를 RF 신호로 변환하여 그 각각

을 제1 및 제2 송신 안테나(121, 122)에 출력한다. 제1 및 제2 송신 안테나(121, 122)는, 송신 아날로그 유닛(118, 119)으로부터 출력된 RF 신호를 채널에 송신한다.

- [0074] (수신기)
- [0075] 도 9를 참조하여 본 실시형태에 따른 수신기에 대해서 설명한다. 수신기는 수신 안테나(201), 수신 아날로그 유닛(202), 기준 신호 생성기(205), 상관기(206), 프로파일 조정 유닛(207), 보상 신호 생성기(208), 동기화기(204), CP 제거 유닛(203), FFT 유닛(208), 왜곡 보상기(210), IFFT 유닛(211), 데이터 시퀀스 복조기(212), 사용자 데이터 추출기(213)를 포함한다.
- [0076] 수신 안테나(201)에 의해서 수신된 수신 파일럿 신호와 수신 데이터 신호는 후속의 수신 아날로그 유닛(202)에 포워딩된다. 수신 아날로그 유닛(202)은 무선 주파수의 수신 신호를 베이스밴드 신호로 변환한다. 베이스 밴드 신호로 변환된 수신 신호는 CP 제거 유닛(203), 동기화기(204) 및 상관기(206)에 포워딩된다.
- [0077] 동기화기(204)는 주로 파일럿 신호를 이용하여 CP 위치를 구하고, 그 CP 위치에 대한 정보를 CP 제거 유닛(203)에 보낸다.
- [0078] 기준 신호 생성기(205)는 상관기(206)가 이용하는 기준 신호를 생성한다. 기준 신호란 상관기(206)를 이용하여 기준 신호와 수신 신호와의 상관을 연산하기 위한 신호이고, 본 실시형태에서는 시간 τ_1 , τ_3 만큼 순환 시프트된 파일럿 소스 신호, 즉 송신된 제1 파일럿 신호(16) 및 제2 파일럿 신호(18)이다.
- [0079] 상관기(206)는 수신 시의 파일럿 신호(수신 파일럿 신호)와, 기준 신호 생성기(205)에서 생성된 기준 신호와의 상관 연산을 실시하여 상호 상관값을 구한다. 이 상관 연산 처리로부터, 전술한 제1 임펄스 응답 및 제2 임펄스 응답을 얻을 수 있다. 상관기(206)의 상세에 대해서는 후술한다. 상관기(206)에서 연산된 상호 상관값은 프로파일 조정 유닛(207)에 보내진다.
- [0080] 프로파일 조정 유닛(207)은 상관기(206)에 의해 구해진 상호 상관값, 즉 제1 및 제2 임펄스 응답으로부터, 도 7에서 설명한 방법에 따라 데이터 신호의 왜곡을 보상하기 위한 보상용 임펄스 응답을 생성한다. 생성된 보상용 임펄스 응답은 보상 신호 생성기(209)에 보내진다.
- [0081] 보상 신호 생성기(209)는 프로파일 조정 유닛(207)에서 얻은 보상용 임펄스 응답을, 왜곡 보상 처리를 위한 보상 신호로 변환한다. 본 실시형태에서는 주파수 도메인 등화를 이용하고 있기 때문에, 보상 신호 생성 처리는 FFT 처리가 된다. 보상 신호 생성기(209)에서 생성된 보상 신호는 왜곡 보상기(210)에 포워딩된다.
- [0082] CP 제거 유닛(203)은 수신된 신호로부터 CP를 제거하고, 수신 신호로부터 신호 블록을 추출하여 그것을 FFT 유닛(208)에 보낸다.
- [0083] FFT 유닛(208)은 CP가 제거된 신호 블록을 주파수 영역의 신호로 변환하여 그것을 왜곡 보상기(210)에 보낸다. 왜곡 보상기(210)는 주로 채널에 의한 데이터 신호의 왜곡을 보상한다. 즉, 왜곡 보상기(210)는 보상용 임펄스 응답의 역응답을 데이터 신호에 곱함으로써 왜곡 보상을 수행한다.
- [0084] 본 실시형태와 같이 CDD를 이용한 시스템에 있어서, 왜곡 보상기(210)는 또한 순환 시프트에 의한 지연을 복구하는 처리를 수행한다. 왜곡 보상을 수행하기 위하여, 예컨대 제로 포싱(Zero Forcing; ZF)법, 최소 제곱(Least Square: LS)법, 또는 최소 평균 제곱 오차(Minimum Mean Square Error: MMSE)법 등의 잘 알려진 알고리즘을 이용할 수 있다.
- [0085] 이 경우, 제1 및 제2 데이터 신호(16, 18)의 순환 시프트량만큼 순환 시프트된 임펄스 응답의 합을 이용하여, 즉 프로파일 조정 유닛(207)에서 구해진 보상용 임펄스 응답을 이용하여 왜곡 보상을 수행함으로써 순환 시프트를 복구할 수 있다.
- [0086] IFFT 유닛(211)은 왜곡 보상기(210)로부터 출력되는 보상된 스펙트럼을 시간 영역의 신호로 변환하고 그것을 데이터 시퀀스 복조기(212)에 보낸다. 데이터 시퀀스 복조기(212)는 그 복조기(212)와 송신기(1) 간에 결정된 변조 방식을 이용하여 데이터 시퀀스를 복조한다. 복조된 신호는 사용자 데이터 추출기(213)에 포워딩된다. 사용자 데이터 추출기(213)는 데이터 시퀀스 복조기(212)에서 얻어진 수신 데이터 시퀀스에 대하여 에러 정정 코드를 복호화하여 사용자 데이터(214)를 추출한다.
- [0087] 다음에, 도 10을 참조하여, 도 9에 도시된 기준 신호 생성기(205), 상관기(206) 및 프로파일 조정 유닛(207)의 구체예에 대하여 설명한다.

- [0088] 기준 신호 생성기(205)는 제1 파일럿 신호 생성기(2051)에 의해 송신측에서 생성된 제1 파일럿 신호와 동일 신호를 생성하고, 제2 파일럿 신호 생성기(2052)에 의해 송신측에서 생성된 제2 파일럿 신호와 동일한 신호를 생성한다. 즉, 제1 파일럿 신호 생성기(2051)는 파일럿 소스 신호(15)가 시간 τ_1 만큼 순환 시프트된 신호를 생성하고, 제2 파일럿 신호 생성기(2052)는 파일럿 소스 신호(15)가 시간 τ_3 만큼 순환 시프트된 신호를 생성한다.
- [0089] 이런 식으로 기준 신호 생성기(205)에서 생성된 제1 및 제2 파일럿 신호는 상관기(206)에 보내진다. 상관기(206)는 제1 정합 필터(2061) 및 제2 정합 필터(2062)를 갖는다. 제1 파일럿 신호가 탭 계수로 설정된 제1 정합 필터(2061)에 의해서, 제1 파일럿 신호와 수신 신호(221)의 파일럿 신호(수신 파일럿 신호)와의 제1 상호 상관값이 구해진다. 제1 상호 상관값은 제1 채널의 제1 임펄스 응답을 나타낸다. 마찬가지로 제2 파일럿 신호가 탭 계수로 설정된 제2 정합 필터(2062)에 의해서, 제2 파일럿 신호와 수신 파일럿 신호와의 제2 상호 상관값이 구해진다. 제2 상호 상관값은 제2 채널의 제2 임펄스 응답을 나타낸다.
- [0090] 상관기(206)로부터의 2개의 출력 신호(상호 상관값)는 프로파일 조정 유닛(207)에 입력된다. 프로파일 조정 유닛(207)은 제1 지연 유닛(2071) 및 제2 지연 유닛(2072)를 구비한다. 제1 지연 유닛(2071)은 제1 정합 필터로부터의 출력(제1 임펄스 응답)을 $\tau_2 - \tau_1$ 만큼 지연시키고, 제2 지연 유닛(2072)은 제2 정합 필터로부터의 출력(제2 임펄스 응답)을 $\tau_4 - \tau_3$ 만큼 지연시킨다. 지연 유닛(2071, 2072)으로부터의 출력들은 가산기(2073)에서 더해진다. 즉, 제1 보상용 임펄스 응답과 제2 보상용 임펄스 응답을 합하여, 데이터 신호의 왜곡을 보상하기 위한 제3 보상용 임펄스 응답(223)을 생성한다.
- [0091] 다음에, 도 11을 참조하여, 도 9에 도시한 기준 신호 생성기(205), 상관기(206) 및 프로파일 조정 유닛(207)의 다른 구체예에 대하여 설명한다.
- [0092] 전술한 예와 마찬가지로, 기준 신호 생성기(205)는 상관기(206)가 상호 상관값을 연산하는데 이용되는 한쪽 시퀀스를 생성하나, 출력 신호의 시간 길이는 전술한 예에 비해 2배가 된다. 즉, 기준 신호 생성기(205)는 파일럿 소스 신호 생성기(2053)로부터 생성된 파일럿 소스 신호를 반복기(2054)를 거쳐 2회 반복하여 출력한다.
- [0093] 상관기(206)에서, 제3 정합 필터(2063)는 기준 신호 생성기(205)에서 생성된 파일럿 소스 신호의 2회 반복 신호와, 수신 신호의 파일럿 신호와의 상호 상관을 수행한다. 제3 정합 필터(2063)는 파일럿 소스 신호보다 2배의 탭 길이를 갖고, 이 탭 계수는 파일럿 소스 신호가 2회 반복된 것이 된다.
- [0094] 파일럿 소스 신호가 임의의 시간 동안 순환 시프트된 시퀀스는 파일럿 소스 신호가 2회 반복된 신호의 일부분으로 간주될 수 있다. 따라서, 순환 시프트량과 관계없이, 파일럿 신호가 제3 정합 필터(2063)에 입력되면, 상호 상관값을 구할 수 있다. 그러나, 순환 시프트가 적용되지 않는 파일럿 소스 신호를 입력하여 발생한 임펄스 응답에 비해, 순환 시프트가 시간 τ 만큼 적용된 파일럿 신호를 입력하는 경우에는 임펄스 응답도 시간 τ 만큼 지연되어 출력된다.
- [0095] 본 실시형태를 따른 수신 신호를 상관기(206)에 입력하면, 도 12에 점선으로 도시한 바와 같은 임펄스 응답을 얻을 수 있다. 즉, 시간 T_1 동안, 임펄스 응답이 시간 τ_1 만큼 지연되는 제1 채널(4)의 임펄스 응답과, 임펄스 응답이 시간 τ_3 만큼 지연되는 제2 채널(5)의 임펄스 응답이 출력된다.
- [0096] 제3 정합 필터(2063)로부터의 출력을 데이터 신호의 왜곡을 보상하는데 이용하기 위해, 프로파일 조정 유닛(207)은 조정을 수행한다. 프로파일 조정 유닛(207)에서, 제3 정합 필터(2063)로부터의 출력은 스위치(2075)를 통해 제3 지연 유닛(2076) 또는 제4 지연 유닛(2077) 중 어느 하나에 입력된다. 스위치(2075)는 스위치 제어기(2074)에 의해 제어된다. 스위치 제어기(2074)는, 시각 τ_1 에서 $\tau_1 + T_3$ 까지의 시간 동안 제3 정합 필터(2063)로부터의 출력이 제3 지연 유닛(2076)에 입력되고, 시각 τ_3 에서 $\tau_3 + T_3$ 까지의 시간 동안 제3 정합 필터(2063)로부터의 출력이 제4 지연 유닛(2077)에 입력되도록 제어 신호를 스위치(2075)에 보낸다.
- [0097] 제3 지연 유닛(2076) 및 제4 지연 유닛(2077)은 각각 입력을 $\tau_2 - \tau_1$ 및 $\tau_4 - \tau_3$ 만큼 지연시킨다. 가산기(2078)는 제3 지연 유닛(2076)과 제4 지연 유닛(2077)으로부터의 출력들을 더한다.
- [0098] 이러한 제3 지연 유닛(2076), 제4 지연 유닛(2077) 및 가산기(2079)의 동작에 의해서, 도 12에 실선으로 도시한 바와 같은 임펄스 응답을 얻을 수 있다. 이런 식으로 하여 얻어지는 임펄스 응답에 있어서, 그 위치가 데이터 신호의 순환 시프트량과 같기 때문에, 임펄스 응답은 데이터 신호의 왜곡 보상에 이용될 수 있다.
- [0099] 도 13은 프로파일 조정 유닛(207)의 또 다른 구체예를 도시하고 있다. 도 13에 따르면, 도 11의 상관기(206)로

부터의 출력 신호(222)는 직렬-병렬 변환기(S/P)(2081)에 의해 직렬 데이터에서 병렬 데이터로 변환된다. 직렬-병렬 변환기(2081)로부터 출력되는 파라미터는 일단 메모리(2082)에 저장된다. 메모리(2082)로부터 데이터가 판독될 때에, 데이터의 순서는 스위치(2083)를 통해 변하고, 또 데이터의 일부는 "0"으로서 출력된다. 이 순서 변환은, 도 11의 제3 지연 유닛(2076) 및 제4 지연 유닛(2077)의 동작에 대응하고, 순환 시프트량을 변경하는 역할을 한다. 스위치(2083)로부터의 출력 신호는 병렬-직렬 변환기(P/S)(2084)를 통해 병렬 데이터에서 직렬 데이터로 변환된다. 그 결과, 제3 보상용 임펄스 응답(223)이 생성된다.

[0100] 도 11 및 도 13의 구체예에 따르면, 그 구성이 도 10의 구체예에 비해 간단하다. 도 10의 구성에서, 상관기(206)는 복수의 정합 필터[도 10의 예에서는, 2개의 정합 필터(2061, 2062)]를 구비해야 한다. 특히, 순환 시프트량이 상이한 복수의 파일럿 신호를 동시에 수신하는 경우, 시프트량의 타입과 같은 수의 정합 필터가 필요하다. 이에 대하여, 도 11에서는, 정합 필터의 탭 길이는 2배가 되지만, 1개의 정합 필터[제3 정합 필터(2063)]만으로도 어떠한 시프트량에 대응할 수 있다. 따라서, 수신기의 회로 규모를 삭감할 수 있기 때문에, 수신기의 실장이 용이하고, 동작 시의 소비 전력을 절감하는 것이 가능하다.

[0101] (프레임 구성)

[0102] 도 14는 본 실시형태에서의 프레임 구성예를 도시하고 있다. 송신 프레임은 10 msec의 길이를 가지며, 20개의 서브프레임으로 분할된다. 1 서브프레임 길이는 0.5 msec이다. 서브프레임은 8개의 블록(시간적으로 선두로부터 순서대로 제1 내지 제8 송신 블록이라고 함)으로 더 분할된다. 각 송신 블록에는 CP가 부가된다. 제2 및 제7 송신 블록은 각각 시간 길이가 절반인 쇼트 블록(SB)이다. 여기서, 시간 길이에 CP는 포함되지 않는다. 제1, 제3 내지 제6, 제8 송신 블록은 롱 블록(LB)이라고 하고, 구체적으로는, LB 길이는 66.7 μ sec, SB 길이는 33.3 μ sec, CP 길이는 4.13 μ sec인 것으로 한다. SB가 파일럿 신호를 송신하고, LB가 데이터 신호를 송신하는 것으로 가정한다.

[0103] 제1 송신 안테나 및 제2 송신 안테나는 서브프레임을 동시에 송신하지만, 양쪽 송신 안테나에서 송신된 서브프레임들 간에는 서로 각 블록의 순환 시프트량이 다르다. 여기서, 다르다는 것은, 한쪽이 순환 시프트되지 않고 다른 쪽이 순환 시프트되는 경우를 포함한다. 예컨대 제1 송신 안테나로부터의 송신 신호의 각 송신 블록은 순환 시프트하지 않고, 제2 송신 안테나로부터의 송신 신호는 LB 및 SB의 반에 대해 순환 시프트하는데, 다시 말해서 각 송신 블록은 LB에 대해 그리고 SB에 대해 각각 33.3 μ sec, 16.7 μ sec씩 순환 시프트한다. 또는, 제1 송신 안테나로부터의 송신 신호의 LB는 16.7 μ sec만큼 순환 시프트될 수 있고, 제2 송신 안테나로부터의 송신 신호의 SB는 25 μ sec만큼 순환 시프트될 수 있다.

[0104] (데이터 시퀀스 변조 유닛 및 파일럿 시퀀스 변조 유닛의 구체예)

[0105] 도 15 및 도 16은 파일럿 시퀀스 변조기(105)와 데이터 시퀀스 변조기(104)에 이용되는 시퀀스 변조 유닛의 상세한 구성예를 도시하고 있다. 도 15에서, 시퀀스 변조 유닛은 입력 신호(301)를, 일단 DFT 유닛(302)을 통해 주파수 영역의 신호로 변환하여, 그것을 DFT 사이즈보다 큰 IFFT 사이즈를 갖는 IFFT 유닛(303)에 입력하면, 주파수 변환을 실현한다. DFT 사이즈에 비해 IFFT 사이즈가 크기 때문에, IFFT 유닛(303)으로의 입력 중, DFT 유닛(302)으로부터의 출력이 공급되지 않는 부분에는 "0"이 입력된다.

[0106] 도 16에서, 변조 유닛은 도 15와 동일한 DFT와 IFFT를 이용하고 있지만, 입력 신호(401)를 주파수 영역의 신호로 변환하는 DFT부(402)로부터의 출력의 각 주파수 성분에는 "0"이 삽입되어, 그 출력이 IFFT 유닛(403)에 입력된다. 도 16에 따르면, 예컨대 DFT 유닛(402)으로부터의 출력에 하나 걸러 "0"을 삽입한 경우, 시간축 상에는 DFT 유닛(402)으로의 입력 신호(401)가 주파수 변환되고, 또 2회 반복된 신호가 IFFT 유닛(403)으로부터 출력된다.

[0107] 파일럿 시퀀스 변조기(105)와 데이터 시퀀스 변조기(104)에 대하여 도 15 또는 도 16과 같은 구성을 이용함으로써, 임의의 주파수의 싱글 캐리어 신호를 생성하는 것이 가능해진다.

[0108] (다른 실시형태)

[0109] 이어서, 도 17과 도 18을 참조하여 본 발명의 다른 실시형태들에 대해서 설명한다. 도 17은 다른 실시형태에서의 송신 신호의 생성 순서를 도시하고 있다. 전술한 실시형태에서는, 도 5에 도시한 바와 같이, 제1 파일럿 신호(17)와 제1 데이터 신호(16)를 생성할 때, 파일럿 소스 신호(15) 및 데이터 소스 신호(14)에 대하여 각각 CP 부가 및 순환 시프트를 실시한다.

[0110] 이에 대하여, 도 17의 실시형태는 순환 시프트를 행하지 않지만, 각각의 파일럿 소스 신호(15) 및 데이터 소스

신호(14)에 대하여 CP 부가를 수행함으로써 제1 파일럿 신호(17) 및 제1 데이터 신호(16)를 생성한다. 즉, 도 17은 시간 τ_1 , τ_2 를 0으로 설정한 예를 도시한다.

[0111] 이 경우, 앞의 실시형태와 마찬가지로, 제2 파일럿 신호(19)의 순환 시프트량과 제2 데이터 신호(18)의 순환 시프트량을 서로 다르게 하고, 또 제2 파일럿 신호(19)의 순환 시프트량을 시간 길이 T_1 보다 작게 설정하며, 제2 데이터 신호(18)의 순환 시프트량을 시간 길이 T_2 보다 작게 설정하는 것이 바람직하다. 이에 의해서 앞의 실시형태와 마찬가지로 파일럿 신호의 길이를 짧게 설정할 수 있으므로, 용장성이 줄고, 데이터 신호의 전송 속도가 향상한다.

[0112] 또한, 앞의 실시형태와 마찬가지로, 시간 길이 T_1 은 시간 길이 T_2 의 반 이하이고, 제2 데이터 신호(18)의 순환 시프트량은 시간 길이 T_2 의 반 이하인 것이 바람직하다.

[0113] 도 18은 또 다른 실시형태에서의 송신기를 도시하고 있다. 도 17은, 도 8의 제1 순환 시프터(106) 및 제2 순환 시프터(107)가 생략되고, 파일럿 시퀀스 변조기(105)로부터의 파일럿 소스 신호 및 데이터 시퀀스 변조기(104)로부터의 데이터 소스 신호가 제1 CP 부가기(111) 및 제2 CP 부가기(112)에 직접 입력된다는 점에서 도 8과 다르다.

[0114] 한편, 본 실시형태의 수신기는 기본적으로 도 9와 같지만, 프로파일 조정 유닛(207)의 구성이 앞의 실시형태와 다르다. 즉, 프로파일 조정 유닛(207)에는, 제2 임펄스 응답에 대하여, 제2 데이터 신호의 순환 시프트량으로부터 제2 파일럿 신호의 순환 시프트량을 감산하여 얻은 순환 시프트량의 순환 시프트를 실시하는 순환 시프터가 설치된다. 프로파일 조정 유닛(207)은 가산기를 통해 제2 보상용 임펄스 응답과 제1 임펄스 응답을 합한 다음, 데이터 신호의 왜곡 보상에 이용되는 최종적인 제3 보상용 임펄스 응답을 구한다.

[0115] 전술한 바와 같이, 실시형태들에 따르면, CCD를 이용한 멀티 안테나 무선 통신 시스템에서는 CCD의 효과를 얻으면서 가능한 한 파일럿 신호 길이를 짧게 하여 데이터 전송 효율을 향상시킬 수 있다.

[0116] 당업자에게는 추가 이점 및 변형예들이 용이하게 발상될 것이다. 이에, 더 넓은 측면에서 본 발명은 본 명세서 및 도면에 도시되고 설명된 대표 실시형태들 및 특정 상세 내용에 한정되지 않는다. 따라서, 이어지는 청구의 범위 및 그 동류에 의해 정해지는 일반적인 발명의 원리의 기술 사상 또는 범주로부터 이탈하지 않고 다양한 변형예가 있을 수 있다.

산업상 이용 가능성

[0117] 본 발명은 이동 통신 시스템 등의 멀티 안테나 무선 통신 시스템에서 효과적이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 일 실시형태에 따른 무선 통신 시스템을 도시하는 예시적인 블록도이다.

[0010] 도 2는 일 실시형태에 따른 무선 통신 시스템을 도시하는 다른 예시적인 블록도이다.

[0011] 도 3은 일 실시형태에서의 송신 신호 포맷을 도시하는 예시적인 모식도이다.

[0012] 도 4a는 일 실시형태에서의 CAZAC(Constant Amplitude and Zero Auto Correction) 시퀀스로 이루어진 파일럿 신호를 도시하는 예시적인 모식도이다.

[0013] 도 4b는 도 4a의 파일럿 신호를 기초로 하여 순환 시프트된 파일럿 신호를 도시하는 예시적인 모식도이다.

[0014] 도 5는 일 실시형태에서의 송신 신호 생성 순서를 도시하는 예시적인 도면이다.

[0015] 도 6은 일 실시형태에서의 수신 처리를 도시하는 예시적인 도면이다.

[0016] 도 7은 일 실시형태에서의 수신 처리의 상세를 도시하는 예시적인 도면이다.

[0017] 도 8은 일 실시형태에 따른 송신기를 도시하는 예시적인 블록도이다.

[0018] 도 9는 일 실시형태에 따른 수신기를 도시하는 예시적인 블록도이다.

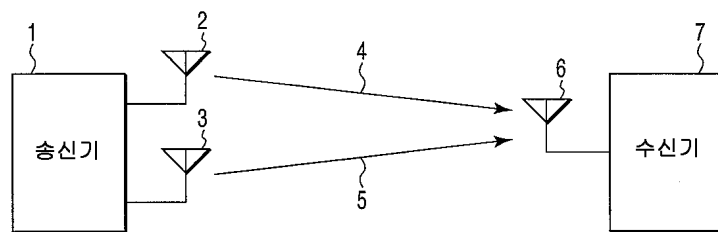
[0019] 도 10은 수신기의 일부의 구체예를 도시하는 예시적인 블록도이다.

[0020] 도 11은 수신기의 일부의 다른 구체예를 도시하는 예시적인 블록도이다.

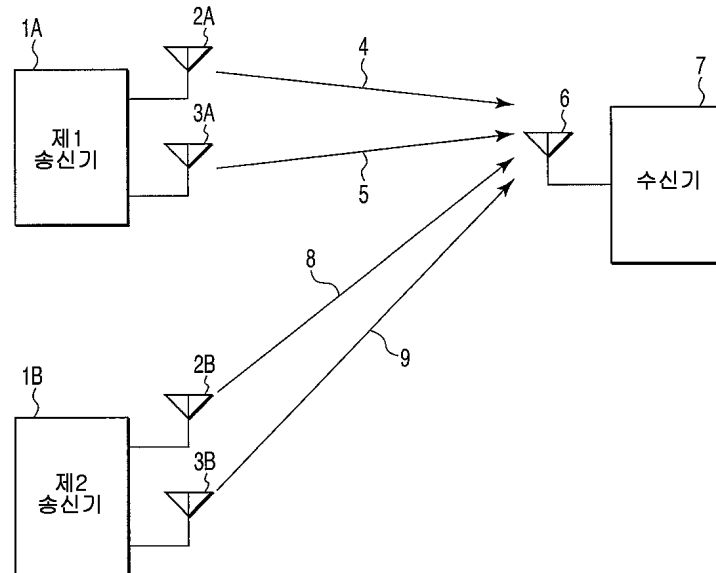
- [0021] 도 12는 수신기의 동작의 상세를 도시하는 예시적인 도면이다.
- [0022] 도 13은 수신기의 일부의 또 다른 구체예를 도시하는 예시적인 블록도이다.
- [0023] 도 14는 송신 신호의 프레임 구성을 도시하는 예시적인 모식도이다.
- [0024] 도 15는 송신기의 일부의 구체예를 도시하는 예시적인 블록도이다.
- [0025] 도 16은 송신기의 일부의 다른 구체예를 도시하는 예시적인 블록도이다.
- [0026] 도 17은 다른 실시형태에서의 송신 신호 생성 순서를 도시하는 예시적인 도면이다.
- [0027] 도 18은 다른 실시형태에 따른 송신기를 도시하는 예시적인 블록도이다.

도면

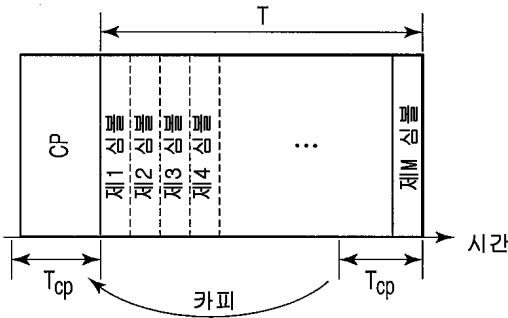
도면1



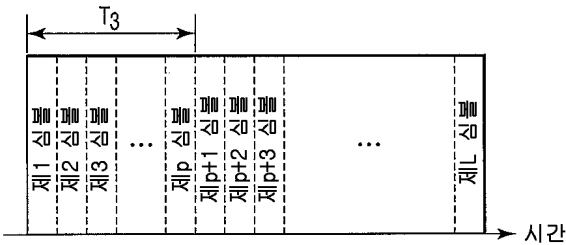
도면2



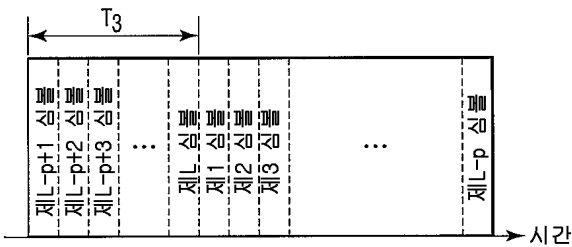
도면3



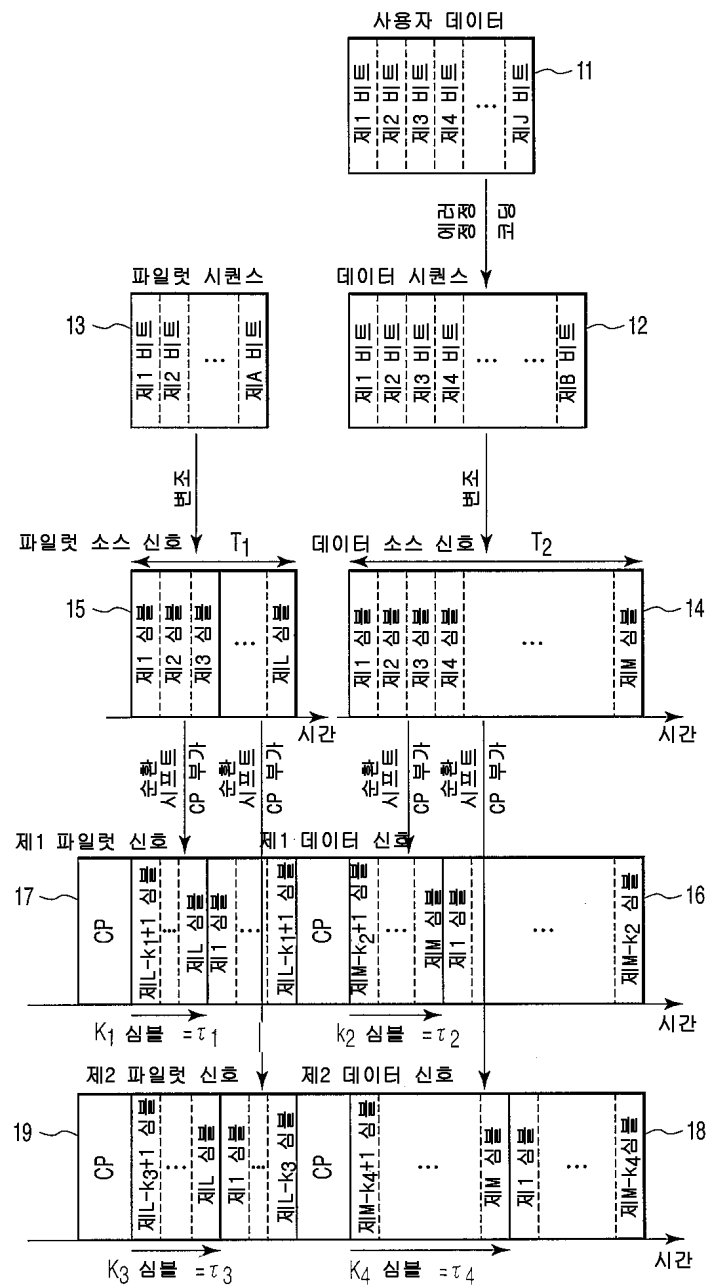
도면4a



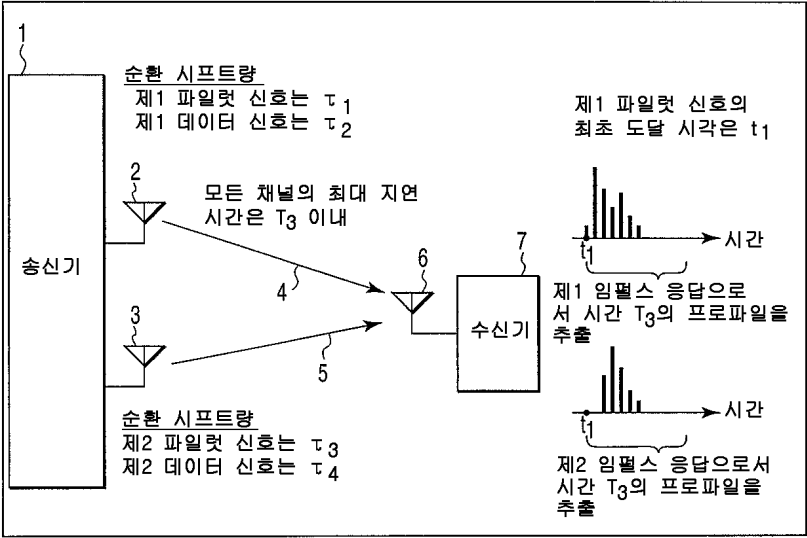
도면4b



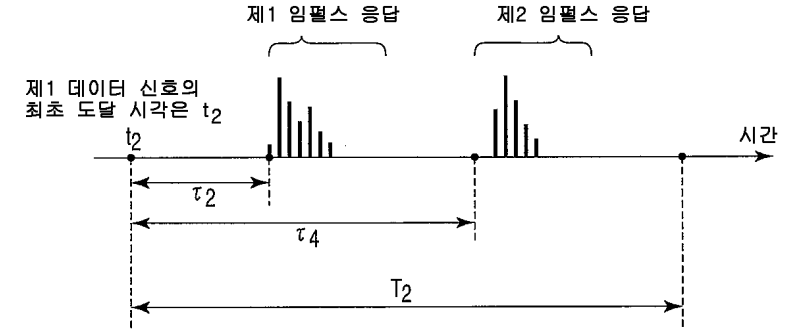
도면5



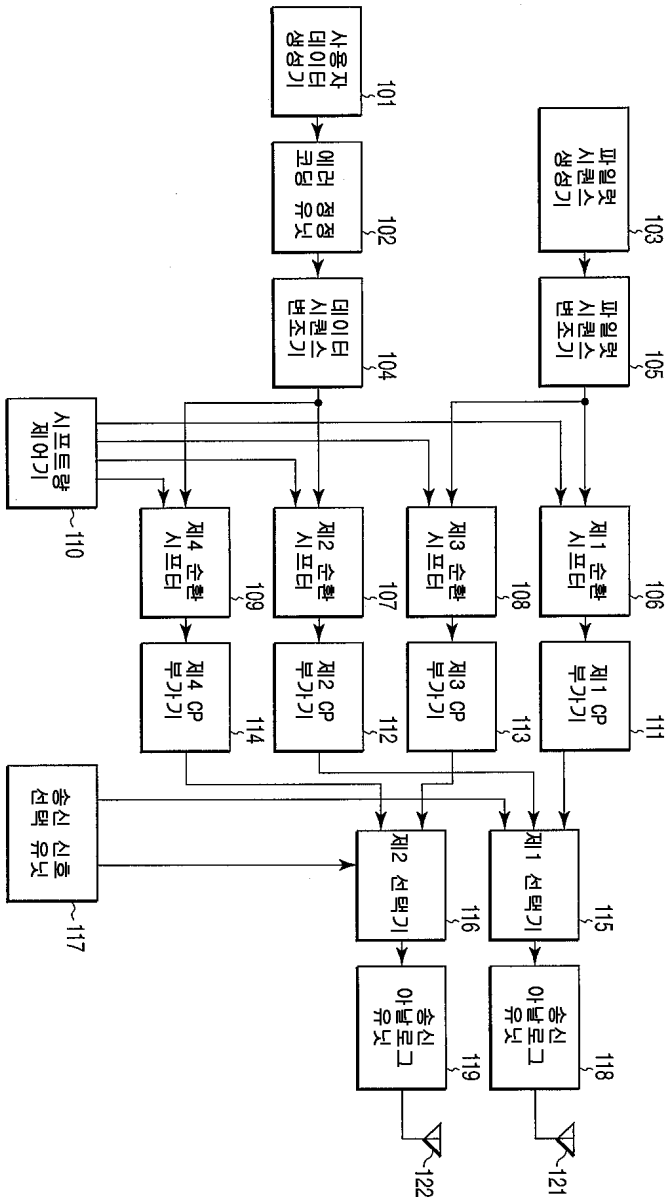
도면6



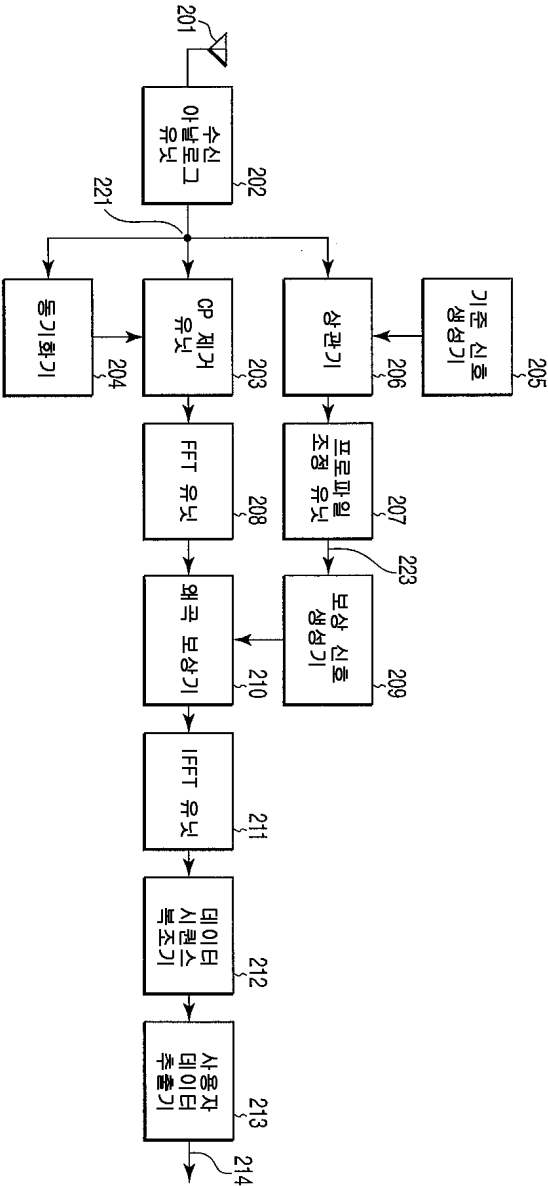
도면7



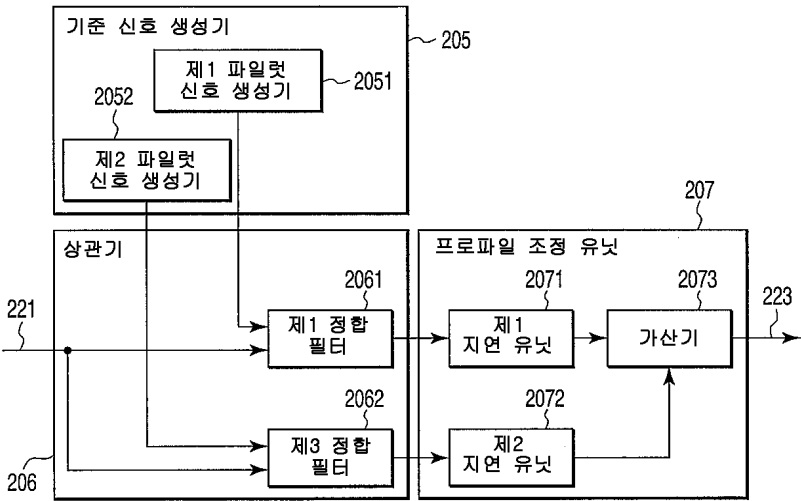
도면8



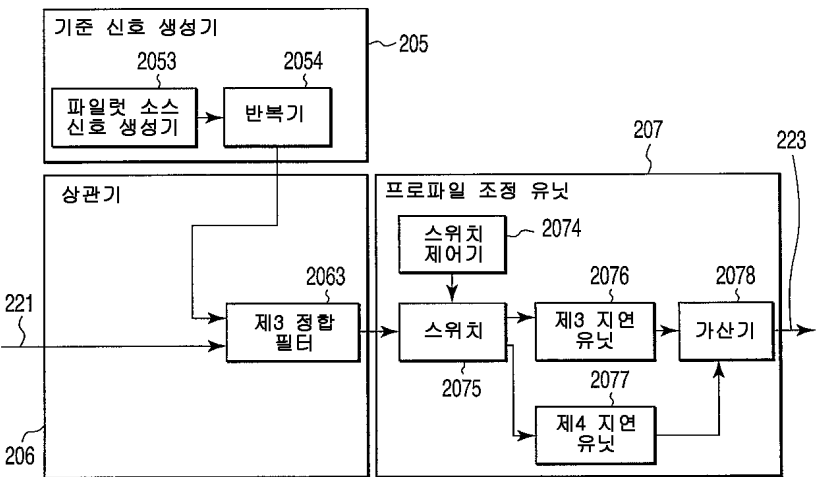
도면9



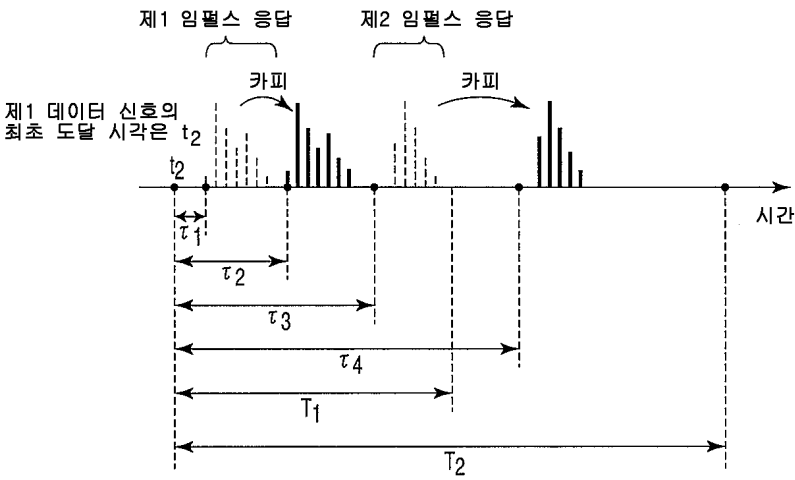
도면10



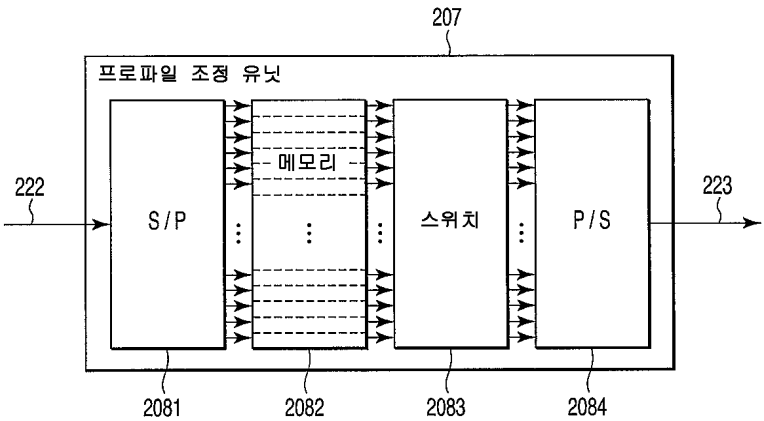
도면11



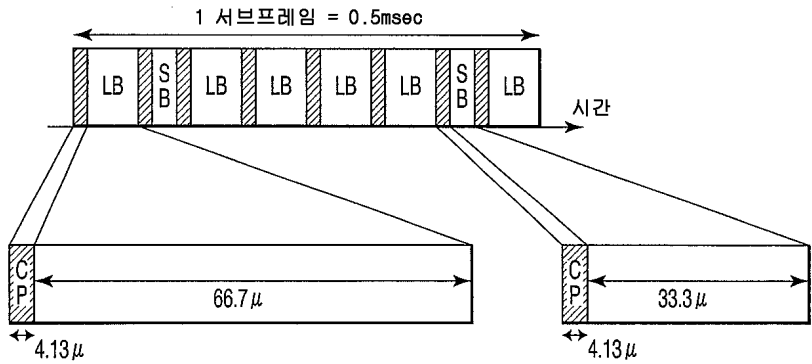
도면12



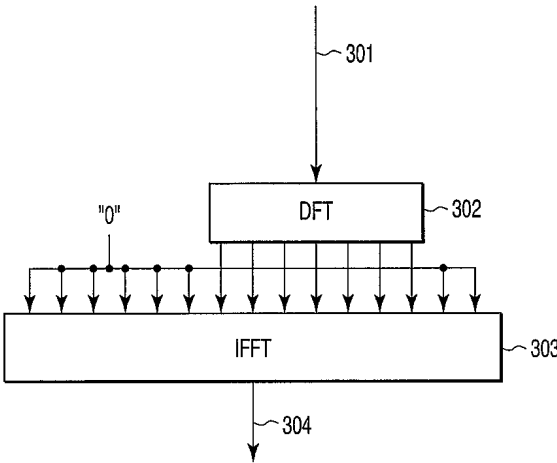
도면13



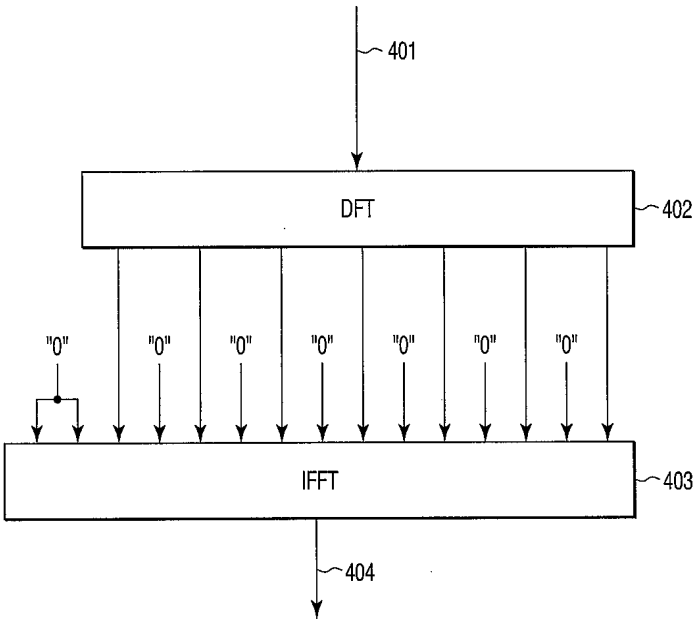
도면14



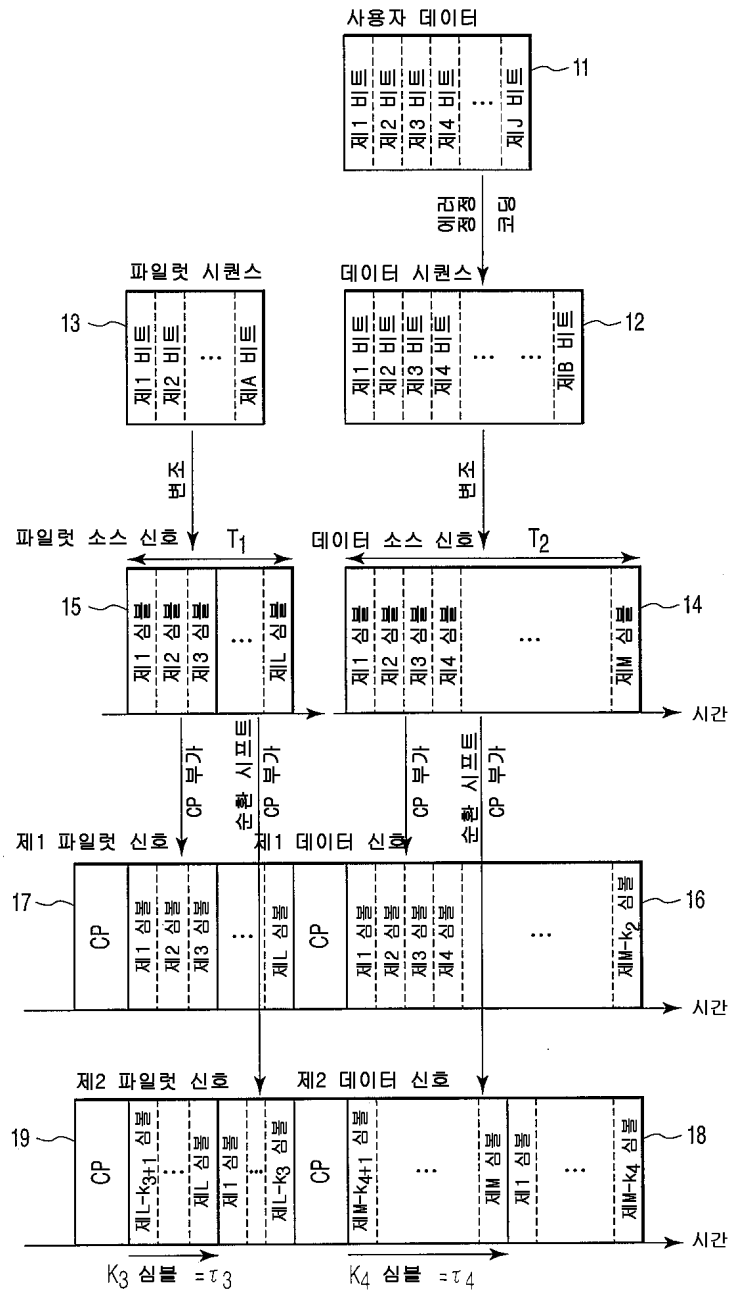
도면15



도면16



도면17



도면18

