



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년06월22일  
(11) 등록번호 10-1869778  
(24) 등록일자 2018년06월15일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04B 7/04 (2017.01) H04B 7/06 (2017.01)  
 H04L 1/00 (2006.01) H04L 25/02 (2006.01)  
 H04L 25/03 (2006.01) H04L 25/06 (2006.01)  
 H04L 5/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 H04B 7/0413 (2013.01)  
 H04B 7/0669 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7033346(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2011년11월29일  
 심사청구일자 2016년11월29일
- (85) 번역문제출일자 2016년11월29일
- (65) 공개번호 10-2016-0140990
- (43) 공개일자 2016년12월07일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7001014  
 원출원일자(국제) 2011년11월29일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2011/006665
- (87) 국제공개번호 WO 2012/077299  
 국제공개일자 2012년06월14일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2010-276448 2010년12월10일 일본(JP)  
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020070053655 A  
 KR1020060133869 A  
 KR1020080089487 A  
 WO2008081683 A1
- (73) 특허권자  
 선 페이던트 트러스트  
 미국 뉴욕주 10022 뉴욕 35 플로어 메디슨 애비뉴 437
- (72) 발명자  
 무라카미 유타카  
 일본국 오오사카후 가도마시 오오아자가도마 1006 파나소닉 주식회사  
 기무라 도모히로  
 일본국 오오사카후 가도마시 오오아자가도마 1006 파나소닉 주식회사  
 오우치 미키히로  
 일본국 오오사카후 가도마시 오오아자가도마 1006 파나소닉 주식회사
- (74) 대리인  
 황이남

전체 청구항 수 : 총 4 항

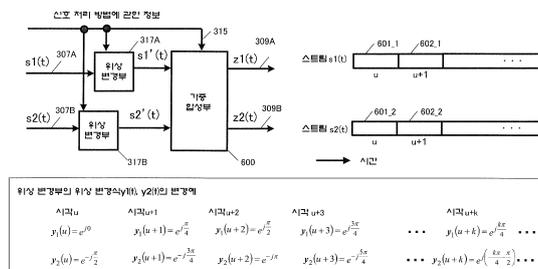
심사관 : 김성태

**(54) 발명의 명칭 OFDM 신호생성방법, OFDM 신호생성장치, 수신데이터 생성방법 및 수신데이터 생성장치**

**(57) 요약**

제 1 변조신호와 제 2 변조신호를 동일 주파수로 동시에 송신하는 송신방법으로, 양 신호에 고정의 프리코딩 행렬을 이용하여 프리코딩하는 동시에, 제 1 변조신호 또는 제 2 변조신호의 적어도 일방의 위상을 규칙적으로 전환하여 송신함으로써 수신장치에서 데이터의 수신품질이 향상된다.

**대표도 - 도27**



(52) CPC특허분류

*H04B 7/0682* (2013.01)

*H04B 7/0697* (2013.01)

*H04L 1/004* (2013.01)

*H04L 25/0224* (2013.01)

*H04L 25/03898* (2013.01)

*H04L 25/067* (2013.01)

*H04L 5/005* (2013.01)

(30) 우선권주장

JP-P-2011-026422 2011년02월09일 일본(JP)

JP-P-2011-033770 2011년02월18일 일본(JP)

JP-P-2011-051841 2011년03월09일 일본(JP)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제 1 송신기 및 제 2 송신기를 갖는 송신시스템의 OFDM신호 생성방법으로,

상기 제 1 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호 s1로 변조하고, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되며;

상기 제 2 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호 s2로 변조하고, 상기 제 1 변조신호 s1에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일하며;

상기 제 1 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻고;

상기 제 2 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 얻으며;

상기 제 1 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴(scheme)을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻고;

상기 제 2 송신기에 의해 상기 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호 z2를 얻으며;

상기 제 1 송신기에 의해 상기 제 1 송신신호 z1을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신될 제 1 OFDM신호로 변환하고;

상기 제 2 송신기에 의해 상기 제 2 송신신호 z2를 상기 제 1 주기에 상기 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신될 제 2 OFDM신호로 변환하는 OFDM신호 생성방법.

#### 청구항 2

OFDM신호 생성시스템으로,

제 1 OFDM신호 생성기와;

제 2 OFDM신호 생성기를 포함하고,

상기 제 1 OFDM신호 생성기는, 동작 중에,

복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호 s1로 변조하고, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되며;

하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻고;

복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻으며;

상기 제 1 송신신호 z1을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신될 제 1 OFDM신호로 변환하고;

상기 제 2 OFDM신호 생성기는, 동작 중에,

복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호 s2로 변조하고, 상기 제 1 변조신호 s1에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일하며;

하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 얻고;

복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호 z2를 얻고;

상기 제 2 송신신호  $z_2$ 를 상기 제 1 주기에 상기 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신될 제 2 OFDM신호로 변환하는 OFDM신호 생성시스템.

### 청구항 3

수신장치의 수신데이터 생성방법으로,

제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 송신기의 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호 및 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 송신기의 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호를 변환하여 얻어진 수신신호를 취득하고, 상기 제 1 OFDM신호 및 상기 제 2 OFDM신호는 소정의 생성처리를 통해서 생성되며;

상기 소정의 생성처리와 대응하는 변조처리를 통해서 상기 수신신호를 수신데이터로 변조하는 처리를 포함하고;

상기 취득 및 상기 변조 중 적어도 하나는 상기 수신장치에 의해서 실행되며,

상기 소정의 생성처리는:

상기 제 1 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호  $s_1$ 로 변조하며, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호  $s_2$ 로 변조하며, 상기 제 1 변조신호  $s_1$ 에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호  $s_2$ 에 포함된 데이터와 동일한 처리와;

상기 제 1 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호  $s_1$ 에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호  $s_1'$ 를 얻는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호  $s_2$ 에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호  $s_2'$ 를 얻는 처리와;

상기 제 1 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호  $s_1'$ 를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호  $z_1$ 를 얻는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 상기 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호  $s_2'$ 를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호  $z_2$ 를 얻는 처리와;

상기 제 1 송신기에 의해 상기 제 1 송신신호  $z_1$ 를 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호로 변환하는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 상기 제 2 송신신호  $z_2$ 를 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호로 변환하는 처리인 수신데이터 생성방법.

### 청구항 4

수신데이터 생성장치로,

메모리와,

제어회로를 포함하고,

상기 제어회로는, 동작 중에:

제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 송신기의 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호 및 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 송신기의 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호를 변환하여 얻어진 수신신호를 취득하고, 상기 제 1 OFDM신호 및 상기 제 2 OFDM신호는 소정의 생성처리를 통해서 생성되며;

상기 소정의 생성처리와 대응하는 변조처리를 통해서 상기 수신신호를 수신데이터로 변조하는 처리를 포함하고,

상기 취득 및 상기 변조 중 적어도 하나는 상기 제어회로에 의해서 실행되며,

상기 소정의 생성처리는:

상기 제 1 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호  $s_1$ 로 변조하고, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호  $s_2$ 로 변조하며, 상기 제 1 변조신호  $s_1$ 에 포

함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일한 처리와;

상기 제 1 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s'를 얻는 처리와;

상기 제 1 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호 z2를 얻는 처리와;

상기 제 1 송신기에 의해 상기 제 1 송신신호 z1을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호로 변환하는 처리와;

상기 제 2 송신기에 의해 상기 제 2 송신신호 z2를 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호로 변환하는 처리인 수신데이터 생성장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] (관련 출원에 관한 언급) 2010년 12월 10일에 출원된 일본국 특허출원 2010-276448호, 2011년 2월 9일에 출원된 일본국 특허출원 2011-026422호, 2011년 2월 18일에 출원된 일본국 특허출원 2011-033770호 및 2011년 3월 9일에 출원된 일본국 특허출원 2011-051841호에 포함되는 특허청구범위, 명세서, 도면 및 요약서의 개시 내용은 모두 본원에 인용된다.

[0002] 본 발명은 특히 멀티 안테나를 이용한 통신을 실행하는 OFDM 송신장치, OFDM 수신장치, 수신데이터 생성방법 및 수신데이터 생성장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 종래, 멀티안테나를 이용한 통신방법으로 예를 들어 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)라고 불리는 통신방법이 있다. MIMO로 대표되는 멀티안테나 통신에서는 복수 계열의 송신데이터를 각각 변조하여, 각 변조신호를 다른 안테나로부터 동시에 송신함으로써 데이터의 통신속도를 높이게 되어 있다.

[0004] 도 23은 송신안테나 수 2, 수신안테나 수 2, 송신변조신호(송신 스트림) 수 2일 때의 송수신장치의 구성의 일례를 나타내고 있다. 송신장치에서는 부호화된 데이터를 인터리브 하고, 인터리브 후의 데이터를 변조해서 주파수 변환 등을 실행하여 송신신호가 생성되며, 송신신호는 안테나로부터 송신된다. 이때, 송신안테나로부터 각각 다른 변조신호를 동일 시각에 동일 주파수로 송신하는 방식이 공간 다중 MIMO 방식이다.

[0005] 이때, 특허문헌 1에서는 송신안테나마다 다른 인터리브 패턴을 구비하는 송신장치가 제안되어 있다. 즉, 도 23의 송신장치에서 2개의 인터리브 ( $\pi_a, \pi_b$ )가 서로 다른 인터리브 패턴을 가지고 있게 된다. 그리고 수신장치에 있어서 비 특허문헌 1, 비 특허문헌 2에 나타내고 있는 것과 같이 소프트 값을 이용한 검파방법(도 23에서의 MIMO detector)을 반복하여 실행함으로써 수신품질이 향상하게 된다.

[0006] 그러나 무선통신에서의 실제 전파환경의 모델로 레일리 페이딩(Rayleigh fading) 환경으로 대표되는 NLOS(Non-line of sight) 환경, 라이시안 페이딩(Rician fading) 환경으로 대표되는 LOS(Line of sight) 환경이 존재한다. 송신장치에서 싱글의 변조신호를 송신하고, 수신장치에서 복수의 안테나로 수신한 신호에 대해 최대 비합성을 실행하여 최대 비합성 후의 신호에 대해서 복조 및 복호를 실행하는 경우, LOS 환경, 특히 산란과의 수신전력에 대한 직접파의 수신전력의 크기를 나타내는 라이시안 팩터(Rician factor)가 큰 환경에서는 양호한 수신품질을 얻을 수 있다. 그러나 전송방식(예를 들어, 공간 다중 MIMO 전송방식)에 따라서는 라이시안 팩터가 커지면 수신품질이 열화한다고 하는 문제가 발생한다(비 특허문헌 3 참조).

[0007] 도 24의 (A), (B)는 레일리 페이딩 환경 및 라이시안 팩터 K=3, 10, 16dB의 라이시안 페이딩 환경에서 LDPC(low-density parity-check) 부호화된 데이터를 2×2(2 안테나 송신, 2 안테나 수신) 공간 다중 MIMO 전송한 경우의 BER(Bit Error Rate) 특성(세로축: BER, 가로축: SNR(Signal-to-Noise power Ratio))의 시뮬

레이션 결과의 일례를 나타내고 있다. 도 24의 (A)는 반복 검파를 실행하지 않은 Max-log-APP(비 특허문헌 1, 비 특허문헌 2 참조)(APP: A Posterior Probability)의 BER 특성, 도 24의 (B)는 반복 검파를 실행한 Max-log-APP(비 특허문헌 1, 비 특허문헌 2 참조)(반복횟수 5회)의 BER 특성을 나타내고 있다. 도 24 (A), (B)로부터 알 수 있는 것과 같이, 반복 검파를 실행하거나 또는 실행하지 않거나에 관계없이 공간 다중 MIMO 시스템에서는 라이시안 팩터가 커지면 수신품질이 열화하는 것을 확인할 수 있다. 이로부터 「공간 다중 MIMO 시스템에서는 전파환경이 안정적이 되면 수신품질이 열화한다」라는 종래의 싱글 변조신호를 송신하는 시스템에는 없는 공간 다중 MIMO 시스템 고유의 과제를 갖는 것을 알 수 있다.

[0008] 방송이나 멀티캐스트통신은 다양한 전파환경에 대응해야 하는 서비스이며, 사용자가 소지하는 수신기와 방송국 사이의 전파 전파환경이 LOS 환경인 경우는 당연히 있을 수 있다. 상술의 과제를 갖는 공간 다중 MIMO 시스템을 방송이나 멀티캐스트통신에 이용한 경우, 수신기에 있어서 전파의 수신 전계 강도는 높으나, 수신품질의 열화에 의해 서비스를 받을 수 없다고 하는 현상이 발생할 가능성이 있다. 즉, 공간 다중 MIMO 시스템을 방송이나 멀티캐스트통신에서 이용하기 위해서는 NLOS 환경 및 LOS 환경의 어느 경우에 있어서도 어느 정도의 수신품질을 얻을 수 있는 MIMO 전송방식의 개발이 요청되고 있다.

[0009] 비 특허문헌 8에서는 통신 상대방부터의 피드백 정보로부터 프리코딩에 이용하는 코드 북(codebook, 프리코딩 행렬(프리코딩 웨이트 행렬이라고도 한다))을 선택하는 방법에 대해 기술되어 있으나, 상기와 같이 방송이나 멀티캐스트통신과 같이 통신 상대방으로부터의 피드백 정보를 얻을 수 없는 상황에서 프리코딩을 실행하는 방법에 대해서는 전혀 기재되어 있지 않다.

[0010] 한편, 비 특허문헌 4에서는 피드백 정보가 없는 경우에도 적용할 수 있는, 시간과 함께 프리코딩 행렬을 전환하는 방법에 대해 기술되어 있다. 이 문헌에서는 프리코딩에 이용하는 행렬로 유니테리 행렬(unitary matrix)을 이용하는 것, 또, 유니테리 행렬(unitary matrix)을 랜덤하게 전환하는 것에 대해 기술되어 있으나, 상기에서 나타내는 LOS 환경에서의 수신품질의 열화에 대한 적용방법에 대해서는 전혀 기재되어 있지 않으며, 단지 랜덤하게 전환하는 것만이 기재되어 있다. 당연하나, LOS 환경의 수신품질의 열화를 개선하기 위한 프리코딩방법 및 프리코딩 행렬의 구성방법에 관한 기술은 일절 되어있지 않다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0011] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 국제공개 제2005/050885호

**비특허문헌**

[0012] (비특허문헌 0001) 비 특허문헌 1 : “Achieving near-capacity on a multiple-antenna channel” IEEE Transaction on communications, vol. 51, no. 3, pp. 389-399, March 2003.

(비특허문헌 0002) 비 특허문헌 2 : “Performance analysis and design optimization of LDPC-coded MIMO OFDM systems” IEEE Trans. Signal Processing. , vol. 52, no. 2, pp. 348-361, Feb. 2004.

(비특허문헌 0003) 비 특허문헌 3 : “BER performance evaluation in 2x2 MIMO spatial multiplexing systems under Rician fading channels,” IEICE Trans. Fundamentals, vol. E91-A, no. 10, pp. 2798-2807, Oct. 2008.

(비특허문헌 0004) 비 특허문헌 4 : “Turbo space-time codes with time varying linear transformations, ” IEEE Trans. Wireless communications, vol. 6, no. 2, pp. 486-493, Feb. 2007.

(비특허문헌 0005) 비 특허문헌 5 : “Likelihood function for QR-MLD suitable for soft-decision turbo decoding and its performance,” IEICE Trans. Commun. , vol. E88-B, no. 1, pp. 47-57, Jan. 2004.

(비특허문헌 0006) 비 특허문헌 6 : 「Shannon 한계에의 도표: “Parallel concatenated (Turbo) coding”, “Turbo (iterative) decoding” 과 그 주변」 전자

정보통신학회, 신학기법 IT98-51

(비특허문헌 0007) 비 특허문헌 7 : “Advanced signal processing for PLCs: Wavelet-OFDM,” Proc. of IEEE International symposium on ISPLC 2008, pp. 187-192, 2008.

(비특허문헌 0008) 비 특허문헌 8 : D. J. Love, and R. W. Heath, Jr., “Limited feedback unitary precoding for spatial multiplexing systems,” IEEE Trans. Inf. Theory, vol. 51, no. 8, pp. 2967-1976, Aug. 2005.

(비특허문헌 0009) 비 특허문헌 9 : DVB Document A122, Framing structure, channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2), June 2008.

(비특허문헌 0010) 비 특허문헌 10 : L. Vangelista, N. Benvenuto, and S. Tomasin, “Key technologies for next-generation terrestrial digital television standard DVB-T2,” IEEE Commun. Magazine, vol. 47, no. 10, pp. 146-153, Oct. 2009.

(비특허문헌 0011) 비 특허문헌 11 : T. Ohgane, T. Nishimura, and Y. Ogawa, “Application of space division multiplexing and those performance in a MIMO channel,” IEICE Trans. Commun., vol. 88-B, no. 5, pp. 1843-1851, May 2005.

(비특허문헌 0012) 비 특허문헌 12 : R. G. Gallager, “Low-density parity-check codes,” IRE Trans. Inform. Theory, IT-8, pp. 21-28, 1962.

(비특허문헌 0013) 비 특허문헌 13 : D. J. C. Mackay, “Good error-correcting codes based on very sparse matrices,” IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 45, no. 2, pp. 399-431, March 1999.

(비특허문헌 0014) 비 특허문헌 14 : ETSI EN 302 307, “Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for broadcasting, interactive services, news gathering and other broadband satellite applications,” v. 1.1.2, June 2006.

(비특허문헌 0015) 비 특허문헌 15 : Y. -L. Ueng, and C. -C. Cheng, “a fast-convergence decoding method and memory-efficient VLSI decoder architecture for irregular LDPC codes in the IEEE 802.16e standards,” IEEE VTC-2007 Fall, pp. 1255-1259.

(비특허문헌 0016) 비 특허문헌 16 : S. M. Alamouti, “A simple transmit diversity technique for wireless communications,” IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 16, no. 8, pp. 1451-1458, Oct 1998.

(비특허문헌 0017) 비 특허문헌 17 : V. Tarokh, H. Jafarkhani, and A. R. Calderbank, “Space-time block coding for wireless communications: Performance results,” IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 17, no. 3, pp. 451-460, March 1999.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 LOS 환경에서의 수신품질의 개선이 가능한 MIMO 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0014] 본 발명의 OFDM신호 생성방법은, 제 1 송신기 및 제 2 송신기를 갖는 송신시스템의 OFDM신호 생성방법으로, 상기 제 1 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호 s1로 변조하고, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되며; 상기 제 2 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호 s2로 변조하고, 상기 제 1 변조신호 s1에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일하며; 상기 제 1 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻고; 상기 제 2 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 얻으며; 상기 제 1 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스

킴(scheme)을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻고; 상기 제 2 송신기에 의해 상기 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호 z2를 얻으며; 상기 제 1 송신기에 의해 상기 제 1 송신신호 z1을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신될 제 1 OFDM신호로 변환하고; 상기 제 2 송신기에 의해 상기 제 2 송신신호 z2를 상기 제 1 주기에 상기 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신될 제 2 OFDM신호로 변환한다.

[0015] 또, 본 발명의 OFDM신호 생성장치는, OFDM신호 생성시스템으로, 제 1 OFDM신호 생성기와; 제 2 OFDM신호 생성기를 포함하고, 상기 제 1 OFDM신호 생성기는, 동작 중에, 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호 s1로 변조하고, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되며; 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻고; 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻으며; 상기 제 1 송신신호 z1을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신될 제 1 OFDM신호로 변환하고; 상기 제 2 OFDM신호 생성기는, 동작 중에, 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호 s2로 변조하고, 상기 제 1 변조신호 s1에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일하며; 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 얻고; 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호 z2를 얻고; 상기 제 2 송신신호 z2를 상기 제 1 주기에 상기 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신될 제 2 OFDM신호로 변환한다.

[0016] 또, 본 발명의 수신데이터 생성방법은, 수신장치의 수신데이터 생성방법으로, 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 송신기의 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호 및 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 송신기의 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호를 변환하여 얻어진 수신신호를 취득하고, 상기 제 1 OFDM신호 및 상기 제 2 OFDM신호는 소정의 생성처리를 통해서 생성되며; 상기 소정의 생성처리와 대응하는 변조처리를 통해서 상기 수신신호를 수신데이터로 변조하는 처리를 포함하고; 상기 취득 및 상기 변조 중 적어도 하나는 상기 수신장치에 의해서 실행되며, 상기 소정의 생성처리는: 상기 제 1 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호 s1로 변조하며, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호 s2로 변조하며, 상기 제 1 변조신호 s1에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일한 처리와; 상기 제 1 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s'를 얻는 처리와; 상기 제 1 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 상기 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 2 파일럿 삽입신호 s2'를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호 z2를 얻는 처리와; 상기 제 1 송신기에 의해 상기 제 1 송신신호 z1을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호로 변환하는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 상기 제 2 송신신호 z2를 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호로 변환하는 처리이다.

[0017] 또, 본 발명의 수신데이터 생성장치는, 수신데이터 생성장치로, 메모리와, 제어회로를 포함하고, 상기 제어회로는, 동작 중에: 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 송신기의 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호 및 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 송신기의 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호를 변환하여 얻어진 수신신호를 취득하고, 상기 제 1 OFDM신호 및 상기 제 2 OFDM신호는 소정의 생성처리를 통해서 생성되며; 상기 소정의 생성처리와 대응하는 변조처리를 통해서 상기 수신신호를 수신데이터로 변조하는 처리를 포함하고, 상기 취득 및 상기 변조 중 적어도 하나는 상기 제어회로에 의해서 실행되며, 상기 소정의 생성처리는: 상기 제 1 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 1 변조신호 s1로 변조하고, 상기 부호화블록은 각각 소정의 오류정정블록 부호화방식을 이용하여 복수의 비트로 생성되는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 복수의 부호화블록 각각을 제 2 변조신호 s2로 변조하며, 상기 제 1 변조신호 s1에 포함된 데이터는 상기 제 2 변조신호 s2에 포함된 데이터와 동일한 처리와; 상기 제 1 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 1 변조신호 s1에 삽입하여 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 얻는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 하나 이상의 파일럿을 상기 제 2 변조신호 s2에 삽입하여 제 2 파일럿 삽입신호 s'를 얻는 처리와; 상기 제 1 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 1 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상기 제 1 파일럿 삽입신호 s1'를 위상변경을 실행하여 제 1 송신신호 z1을 얻는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 복수의 슬롯 각각에 대해 제 2 위상변경의 스킴을 규칙적으로 바꾸면서 상

기 제 2 파일럿 삽입신호  $s_2'$ 를 위상변경을 실행하여 제 2 송신신호  $z_2$ 를 얻는 처리와; 상기 제 1 송신기에 의해 상기 제 1 송신신호  $z_1$ 을 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 1 안테나로부터 송신되는 제 1 OFDM신호로 변환하는 처리와; 상기 제 2 송신기에 의해 상기 제 2 송신신호  $z_2$ 를 제 1 주기에 제 1 주파수로 제 2 안테나로부터 송신되는 제 2 OFDM신호로 변환하는 처리이다.

**발명의 효과**

[0018] 이와 같이 본 발명에 의하면 LOS 환경에서의 수신품질의 열화를 개선하는 신호생성방법, 신호생성장치를 제공할 수 있으므로, 방송이나 멀티캐스트통신에서 송수신자 간에 교신 가능한 사용자에게 대해 품질의 높은 서비스를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0019] 도 1은 공간 다중 MIMO 전송시스템에서의 송수신장치의 구성의 예이다.

도 2는 프레임 구성의 일례이다.

도 3은 위상변경방법 적용 시의 송신장치의 구성의 예이다.

도 4는 위상변경방법 적용 시의 송신장치의 구성의 예이다.

도 5는 프레임 구성의 예이다.

도 6은 위상변경방법의 예이다.

도 7은 수신장치의 구성의 예이다.

도 8은 수신장치의 신호처리부의 구성의 예이다.

도 9는 수신장치의 신호처리부의 구성의 예이다.

도 10은 복호처리방법이다.

도 11은 수신상태의 예이다.

도 12는 위상변경방법 적용 시의 송신장치의 구성의 예이다.

도 13은 위상변경방법 적용 시의 송신장치의 구성의 예이다.

도 14는 프레임 구성의 예이다.

도 15는 프레임 구성의 예이다.

도 16은 프레임 구성의 예이다.

도 17은 프레임 구성의 예이다.

도 18은 프레임 구성의 예이다.

도 19는 매핑방법의 일례이다.

도 20은 매핑방법의 일례이다.

도 21은 가중합성부의 구성의 예이다.

도 22는 심벌의 정렬방법의 일례이다.

도 23은 공간 다중 MIMO 전송시스템에서의 송수신장치의 구성의 예이다.

도 24는 BER 특성 예이다.

도 25는 위상변경방법의 예이다.

도 26은 위상변경방법의 예이다.

도 27은 위상변경방법의 예이다.

도 28은 위상변경방법의 예이다.

- 도 29는 위상변경방법의 예이다.
- 도 30은 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 31은 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 프레임 구성의 예이다.
- 도 32는 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 33은 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 34는 블록부호를 이용한 경우의 하나의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화 예이다.
- 도 35는 블록부호를 이용한 경우의 2개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화 예이다.
- 도 36은 디지털 방송용 시스템의 전체 구성도이다.
- 도 37은 수신기의 구성의 예를 나타내는 블록도이다.
- 도 38은 다중화데이터의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 39는 각 스트림이 다중화데이터에서 어떻게 다중화되어 있는가를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- 도 40은 PES 패킷 열에 비디오 스트림이 어떻게 저장되어 있는가를 나타내는 상세도이다.
- 도 41은 다중화데이터에서의 TS패킷과 소스 패킷의 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 42는 PMT의 데이터 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 43은 다중화데이터 정보의 내부 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 44는 스트림 속성정보의 내부 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 45는 영상 표시, 음성출력장치의 구성도이다.
- 도 46은 통신시스템의 구성의 일례이다.
- 도 47은 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 48은 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 49는 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 50은 높은 수신품질을 얻을 수 있는 변조신호의 심벌 배치 예이다.
- 도 51은 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 52는 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 53은 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 54는 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 55는 베이스밴드신호 교체부를 나타내는 도면이다.
- 도 56은 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 57은 분배부의 동작의 일례이다.
- 도 58은 분배부의 동작의 다른 예이다.
- 도 59는 기지국 및 단말의 관계를 나타내는 통신시스템의 일례이다.
- 도 60은 송신신호의 주파수 할당의 일례이다.
- 도 61은 송신신호의 주파수 할당의 일례이다.
- 도 62는 기지국과 중계기 및 단말의 관계를 나타내는 통신시스템의 일례이다.
- 도 63은 기지국으로부터의 송신신호의 주파수 할당의 일례이다.
- 도 64는 중계기로부터의 송신신호의 주파수 할당의 일례이다.

- 도 65는 중계기의 수신부와 송신부의 구성의 일례이다.
- 도 66은 기지국이 송신하는 신호의 데이터 포맷의 일례이다.
- 도 67은 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 68은 베이스밴드신호 교체부를 나타내는 도면이다.
- 도 69는 가중 베이스밴드신호의 교체, 위상변경방법의 일례이다.
- 도 70은 OFDM 방식을 이용한 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 71은 프레임 구성의 예이다.
- 도 72는 변조방식에 따른 슬롯 수와 위상변경 값의 예이다.
- 도 73은 변조방식에 따른 슬롯 수와 위상변경 값의 예이다.
- 도 74는 DVB-T2규격에서의 방송국이 송신하는 신호의 프레임 구성의 개요이다.
- 도 75는 동일 시각에 2종류 이상의 신호가 존재하는 예이다.
- 도 76은 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 77은 프레임 구성의 예이다.
- 도 78은 프레임 구성의 예이다.
- 도 79는 프레임 구성의 예이다.
- 도 80은 프레임 구성의 예이다.
- 도 81은 프레임 구성의 예이다.
- 도 82는 프레임 구성의 예이다.
- 도 83은 프레임 구성의 예이다.
- 도 84는 동일 시각에 2종류 이상의 신호가 존재하는 예이다.
- 도 85는 송신장치의 구성의 예이다.
- 도 86은 수신장치의 구성의 예이다.
- 도 87은 수신장치의 구성의 예이다.
- 도 88은 수신장치의 구성의 예이다.
- 도 89는 프레임 구성의 예이다.
- 도 90은 프레임 구성의 예이다.
- 도 91은 프레임 구성의 예이다.
- 도 92는 프레임 구성의 예이다.
- 도 93은 프레임 구성의 예이다.
- 도 94는 시공간블록 부호를 이용한 때의 프레임 구성의 예이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0020] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0021] (실시형태 1)
- [0022] 본 실시형태의 송신방법, 송신장치, 수신방법, 수신장치에 대해 상세하게 설명한다.
- [0023] 본 설명을 하기 전에 종래 시스템인 공간 다중 MIMO 전송시스템에서의 송신방법, 복호방법의 개요에 대해서 설명한다.

[0024]  $N_t \times N_r$  공간 다중 MIMO 시스템의 구성을 도 1에 나타낸다. 정보벡터  $z$ 는 부호화 및 인터리브가 실시된다. 그리고 인터리브의 출력으로 부호화 후 비트의 벡터  $u=(u_1, \dots, u_{N_t})$ 를 얻을 수 있다. 단,  $u_i=(u_{i1}, \dots, u_{iM})$ 으로 한다( $M$ : 심벌당 송신비트 수). 송신벡터  $s=(s_1, \dots, s_{N_t})^T$ 로 하면 송신안테나 # $i$ 로부터 송신신호  $s_i=\text{map}(u_i)$ 로 표시되고, 송신에너지를 정규화하면  $E\{|s_i|_2\} = E_s/N_t$ 로 표시된다( $E_s$ : 채널당 총 에너지). 그리고 수신벡터를  $y=(y_1, \dots, y_{N_r})^T$ 로 하면 식 (1)과 같이 표시된다.

**수학식 1**

[0025] 
$$y = \begin{pmatrix} y_1, \dots, y_{N_r} \end{pmatrix}^T = \mathbf{H}_{N_r \times N_t} s + \mathbf{n} \quad \dots \Delta \text{식 (1)}$$

[0026] 이때,  $\mathbf{H}_{N_r \times N_t}$  채널행렬(channel matrix)  $\mathbf{n}=(n_1, \dots, n_{N_r})^T$ 는 노이즈 벡터이며,  $n_i$ 는 평균값 0, 분산  $\sigma^2$ 의 i. i. d. 복소 가우스 잡음이다. 수신기에서 도입하는 송신심벌과 수신심벌의 관계로부터 수신벡터에 관한 확률은 식 (2)와 같이 다차원 가우스 분포로 줄 수 있다.

**수학식 2**

[0027] 
$$p(\mathbf{y} | \mathbf{u}) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N_r}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2\right) \quad \dots \Delta \text{식 (2)}$$

[0028] 여기서 outer Soft-in/Soft-out 디코더와 MIMO 검파로 이루어지는 도 1과 같은 반복 복호를 실행하는 수신기를 생각한다. 도 1에서의 대수 우도 비(log-likelihood ratio)의 벡터(L-value)는 식 (3) - (5)와 같이 표시된다.

**수학식 3**

[0029] 
$$L(\mathbf{u}) = \begin{pmatrix} L(u_1), \dots, L(u_{N_t}) \end{pmatrix}^T \quad \dots \Delta \text{식 (3)}$$

**수학식 4**

[0030] 
$$L(u_i) = \begin{pmatrix} L(u_{i1}), \dots, L(u_{iM}) \end{pmatrix} \quad \dots \Delta \text{식 (4)}$$

**수학식 5**

[0031] 
$$L(u_{ij}) = \ln \frac{P(u_{ij} = +1)}{P(u_{ij} = -1)} \quad \dots \Delta \text{식 (5)}$$

[0032] <반복 검파방법>

[0033] 여기에서는  $N_{t \times N_r}$  공간 다중 MIMO 시스템에서의 MIMO 신호의 반복 검파에 대해서 설명한다.

[0034]  $u_{mn}$ 의 대수 우도 비를 식 (6)과 같이 정의한다.

**수학식 6**

$$L(u_{mn} | \mathbf{y}) = \ln \frac{P(u_{mn} = +1 | \mathbf{y})}{P(u_{mn} = -1 | \mathbf{y})} \quad \dots \Delta \text{식 (6)}$$

[0035]

[0036] 베이즈의 정리(Bayes' theorem)에 의해 식 (6)은 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 7**

$$\begin{aligned} L(u_{mn} | \mathbf{y}) &= \ln \frac{p(\mathbf{y} | u_{mn} = +1)P(u_{mn} = +1)/p(\mathbf{y})}{p(\mathbf{y} | u_{mn} = -1)P(u_{mn} = -1)/p(\mathbf{y})} \\ &= \ln \frac{P(u_{mn} = +1)}{P(u_{mn} = -1)} + \ln \frac{p(\mathbf{y} | u_{mn} = +1)}{p(\mathbf{y} | u_{mn} = -1)} \\ &= \ln \frac{P(u_{mn} = +1)}{P(u_{mn} = -1)} + \ln \frac{\sum_{U_{mn,+1}} p(\mathbf{y} | \mathbf{u})p(\mathbf{u} | u_{mn})}{\sum_{U_{mn,-1}} p(\mathbf{y} | \mathbf{u})p(\mathbf{u} | u_{mn})} \quad \dots \Delta \text{식 (7)} \end{aligned}$$

[0037]

[0038] 단,  $U_{mn,\pm 1} = \{\mathbf{u} | u_{mn} = \pm 1\}$ 로 한다. 그리고  $\ln \sum a_j \sim \max \ln a_j$ 로 근사하면 식 (7)은 식 (8)과 같이 근사할 수 있다. 또, 위의 「 $\sim$ 」의 기호는 근사를 의미한다.

**수학식 8**

$$\begin{aligned} L(u_{mn} | \mathbf{y}) &\approx \ln \frac{P(u_{mn} = +1)}{P(u_{mn} = -1)} + \max_{U_{mn,+1}} \{ \ln p(\mathbf{y} | \mathbf{u}) + P(\mathbf{u} | u_{mn}) \} \\ &\quad - \max_{U_{mn,-1}} \{ \ln p(\mathbf{y} | \mathbf{u}) + P(\mathbf{u} | u_{mn}) \} \quad \dots \Delta \text{식 (8)} \end{aligned}$$

[0039]

[0040] 식 (8)에서의  $P(\mathbf{u} | u_{mn})$ 와  $\ln P(\mathbf{u} | u_{mn})$ 은 이하와 같이 표시된다.

수학식 9

$$\begin{aligned}
 P(\mathbf{u} | \mathbf{u}_{mn}) &= \prod_{(j) \neq (mn)} P(u_j) \\
 &= \prod_{(j) \neq (mn)} \frac{\exp\left(\frac{u_j L(u_j)}{2}\right)}{\exp\left(\frac{L(u_j)}{2}\right) + \exp\left(-\frac{L(u_j)}{2}\right)} \quad \dots \Delta \text{식 (9)}
 \end{aligned}$$

[0041]

수학식 10

$$\ln P(\mathbf{u} | \mathbf{u}_{mn}) = \left( \sum_{ij} \ln P(u_{ij}) \right) - \ln P(\mathbf{u}_{mn}) \quad \dots \Delta \text{식 (10)}$$

[0042]

수학식 11

$$\begin{aligned}
 \ln P(u_{ij}) &= \frac{1}{2} u_{ij} P(u_{ij}) - \ln \left( \exp\left(\frac{L(u_{ij})}{2}\right) + \exp\left(-\frac{L(u_{ij})}{2}\right) \right) \\
 &\approx \frac{1}{2} u_{ij} L(u_{ij}) - \frac{1}{2} |L(u_{ij})| \quad \text{for } |L(u_{ij})| > 2 \\
 &= \left| \frac{L(u_{ij})}{2} \right| (u_{ij} \text{sign}(L(u_{ij})) - 1) \quad \dots \Delta \text{식 (11)}
 \end{aligned}$$

[0043]

[0044] 그러나 식 (2)에서 정의한 식의 대수 확률은 식 (12)과 같이 표시된다.

수학식 12

$$\ln P(\mathbf{y} | \mathbf{u}) = -\frac{N_r}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 \quad \dots \Delta \text{식 (12)}$$

[0045]

[0046] 따라서 식 (7), (13)으로부터 MAP 또는 APP(A Posteriori Probability)에서는 사후의 L-value는 이하와 같이 표시된다.

수학식 13

$$L(u_{mn} | \mathbf{y}) = \ln \frac{\sum_{\mathbf{U}_{\dots, i}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 + \sum_{ij} \ln P(u_{ij})\right\}}{\sum_{\mathbf{U}_{\dots, i}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 + \sum_{ij} \ln P(u_{ij})\right\}} \quad \dots \Delta \text{식 (13)}$$

[0047]

[0048] 이하에서는 반복 APP 복호라고 부른다. 또, 식 (8), (12)로부터 Max-Log 근사에 의거하는 대수 우도 비(Max-Log APP)에서는 사후의 L-value는 이하와 같이 표시된다.

수학식 14

$$L(u_{mm} | \mathbf{y}) \approx \max_{u_{mm,+1}} \{\Psi(\mathbf{u}, \mathbf{y}, L(\mathbf{u}))\} - \max_{u_{mm,-1}} \{\Psi(\mathbf{u}, \mathbf{y}, L(\mathbf{u}))\} \quad \dots \Delta \quad (14)$$

[0049]

수학식 15

$$\Psi(\mathbf{u}, \mathbf{y}, L(\mathbf{u})) = -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 + \sum_y \ln P(u_y) \quad \dots \Delta \quad (15)$$

[0050]

[0051] 이하에서는 반복 Max-log APP 복호라고 한다. 그리고 반복 복호의 시스템에서 필요로 하는 외부 정보는 식 (13) 또는 (14)에서 사전 입력을 감산함으로써 구할 수 있다.

[0052] <시스템 모델>

[0053] 도 23에 이하의 설명에 연결되는 시스템의 기본 구성을 나타낸다. 여기에서는 2x2 공간 다중 MIMO 시스템으로 하고, 스트림 A, B에는 각각 outer인코더가 있으며, 2개의 outer인코더는 동일한 LDPC부호의 인코더로 한다(여기에서는 outer인코더로 LDPC부호의 인코더를 이용하는 구성을 예로 들어 설명하나, outer인코더가 이용하는 오류정정부호는 LDPC부호에 한정되는 것은 아니며, 터보부호(turbo coding), 돌림형 부호(convolutional coding), LDPC 돌림형 부호 등의 다른 오류정정부호를 이용해도 동일하게 실행할 수 있다. 또, outer인코더는 송신안테나마다 갖는 구성으로 하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 송신안테나가 복수라도 outer인코더는 1개라도 좋고, 또, 송신안테나 수보다 많은 outer인코더를 가지고 있어도 좋다). 그리고 스트림 A, B에서는 각각 인터리버 ( $\pi_a, \pi_b$ )가 있다. 여기에서는 변조방식을  $2^h$ -QAM으로 한다(1 심벌로 h 비트를 송신하게 된다).

[0054] 수신기에서는 상술한 설명의 MIMO 신호의 반복 검파(반복 APP(또는 Max-log APP) 복호)를 실행하는 것으로 한다. 그리고 LDPC부호의 복호로는 예를 들어 sum-product 복호를 실행하는 것으로 한다.

[0055] 도 2는 프레임 구성을 나타내고 있으며, 인터리브 후의 심벌의 순번을 기재하고 있다. 이때, 이하의 식과 같이 ( $i_a, j_a$ ), ( $i_b, j_b$ )를 나타내는 것으로 한다.

수학식 16

$$(i_a, j_a) = \pi_a(\Omega_{ia,ja}^a) \quad \dots \Delta \quad (16)$$

[0056]

수학식 17

$$(i_b, j_b) = \pi_b(\Omega_{ib,jb}^b) \quad \dots \Delta \quad (17)$$

[0057]

[0058] 이때,  $i_a, i_b$ : 인터리브 후의 심벌의 순서,  $j_a, j_b$ : 변조방식에서의 비트 위치( $j_a, j_b=1, \dots, h$ ),  $\pi_a, \pi_b$ : 스트림 A, B의 인터리버,  $\Omega_{ia,ja}^a, \Omega_{ib,jb}^b$ : 스트림 A, B의 인터리브 전의 데이터의 순번을 나타내고 있다. 단, 도 2에서는  $i_a=i_b$ 일 때의 프레임 구성을 나타내고 있다.

[0059] <반복 복호>

[0060] 여기에서는 수신기에서의 LDPC부호의 복호로 이용하는 sum-product 복호 및 MIMO 신호의 반복 검파의 알고리즘

에 대해 상세하게 설명한다.

[0061] sum-product 복호

[0062] 2원  $M \times N$  행렬  $H=\{H_{mn}\}$ 을 복호대상으로 하는 LDPC부호의 검사행렬(check matrix)로 한다. 집합 $[1, N]=\{1, 2, \dots, N\}$ 의 부분 집합  $A(m)$ ,  $B(n)$ 를 다음 식과 같이 정의한다.

**수학식 18**

[0063] 
$$A(m) \equiv \{n : H_{mn} = 1\} \quad \dots \Delta \quad (18)$$

**수학식 19**

[0064] 
$$B(n) \equiv \{m : H_{mn} = 1\} \quad \dots \Delta \quad (19)$$

[0065] 이때,  $A(m)$ 은 검사행렬  $H$ 의  $m$ 행째에서 1인 열(列) 인덱스의 집합을 의미하고,  $B(n)$ 은 검사행렬  $H$ 의  $n$ 행째에서 1인 행 인덱스의 집합이다. sum-product 복호의 알고리즘은 이하와 같다.

[0066] Step A·1(초기화) :  $H_{mn}=1$ 을 만족하는 모든 조  $(m, n)$ 에 대해 사전 값 대수비  $\beta_{mn}=0$ 으로 한다. 루프 변수(반복횟수)  $l_{sum}=1$ 로 하고, 루프 최대 횟수를  $l_{sum, max}$ 로 설정한다.

[0067] Step A·2(행 처리) :  $m=1, 2, \dots, M$ 의 순으로  $H_{mn}=1$ 을 만족하는 모든 조  $(m, n)$ 에 대해 이하의 갱신 식을 이용하여 외부 값 대수비  $\alpha_{mn}$ 을 갱신한다.

**수학식 20**

[0068] 
$$\alpha_{mn} = \left( \prod_{n \in A(m), n} \text{sign}(\lambda_n + \beta_{mn}) \right) \times f \left( \sum_{n \in A(m), n} f(\lambda_n + \beta_{mn}) \right) \quad \dots \Delta \quad (20)$$

**수학식 21**

[0069] 
$$\text{sign}(x) \equiv \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases} \quad \dots \Delta \quad (21)$$

**수학식 22**

[0070] 
$$f(x) \equiv \ln \frac{\exp(x)+1}{\exp(x)-1} \quad \dots \Delta \quad (22)$$

[0071] 이때,  $f$ 는 Gallager의 함수이다. 그리고  $\lambda_n$ 을 구하는 방법에 대해서는 이하에서 상세하게 설명한다.

[0072] Step A·3(열 처리) :  $n=1, 2, \dots, N$ 의 순으로  $H_{mn}=1$ 을 만족하는 모든 조  $(m, n)$ 에 대해 이하의 갱신 식을 이용하여 외부 값 대수비  $\beta_{mN}$ 을 갱신한다.

수학식 23

$$\beta_{m'n'} = \sum_{m' \in \mathcal{B}(n); m} \alpha_{m'n'} \quad \dots \Delta \text{식 (23)}$$

[0073]

[0074] Step A·4 (대수 우도 비의 계산) :  $n \in [1, N]$ 에 대해 대수 우도 비  $L_n$ 을 이하와 같이 구한다.

수학식 24

$$L_n = \sum_{m' \in \mathcal{B}(n); m} \alpha_{m'n'} + \lambda_n \quad \dots \Delta \text{식 (24)}$$

[0075]

[0076] Step A·5 (반복횟수의 카운트) : 만일  $l_{\text{sum}} < l_{\text{sum, max}}$ 이면  $l_{\text{sum}}$ 을 인크리먼트(increment) 하고 step A·2로 되돌아간다.  $l_{\text{sum}} = l_{\text{sum, max}}$ 인 경우, 이번 회의 sum-product 복호는 종료한다.

[0077] 이상이 1회의 sum-product 복호의 동작이다. 그 후, MIMO 신호의 반복 검파가 이루어진다. 상술한 sum-product 복호의 동작의 설명에서 이용한 변수  $m, n, \alpha_{mn}, \beta_{mn}, \lambda_n, L^n$ 에 있어서 스트림 A에서의 변수를  $m_a, n_a, \alpha_{mana}^a, \beta_{mana}^a, \lambda_{na}, L_{na}$ , 스트림 B에서의 변수를  $m_b, n_b, \alpha_{mbnb}^b, \beta_{mbnb}^b, \lambda_{nb}, L_{nb}$ 로 나타내는 것으로 한다.

[0078] <MIMO 신호의 반복 검파>

[0079] 여기에서는 MIMO 신호의 반복 검파에서의  $\lambda_n$ 을 구하는 방법에 대해 상세하게 설명한다.

[0080] 식 (1)로부터 다음 식이 성립한다.

수학식 25

$$\begin{aligned} \mathbf{y}^{(t)} &= (\mathbf{y}_1^{(t)}, \mathbf{y}_2^{(t)})^T \\ &= \mathbf{H}_{\mathbf{y}_i^{(t)}} \mathbf{s}^{(t)} + \mathbf{n}^{(t)} \end{aligned} \quad \dots \Delta \text{식 (25)}$$

[0081]

[0082] 도 2의 프레임 구성에서 식 (16), (17)로부터 이하의 관계식이 성립한다.

수학식 26

$$n_a = \Omega_{a,ja}^a \quad \dots \Delta \text{식 (26)}$$

[0083]

수학식 27

$$n_b = \Omega_{ib,jb}^b \quad \dots \Delta \text{식 (27)}$$

[0084]

[0085] 이때,  $n_a, n_b \in [1, N]$ 이 된다. 이하에서는 MIMO 신호의 반복 검파의 반복횟수  $k$ 일 때의  $\lambda_{na}, L_{na}, \lambda_{nb}, L_{nb}$ 를 각각  $\lambda_{k, na}, L_{k, na}, \lambda_{k, nb}, L_{k, nb}$ 로 나타내는 것으로 한다.

[0086] Step B·1 (초기 검파 ; k=0) : 초기 검파일 때,  $\lambda_{0, na}$ ,  $\lambda_{0, nb}$ 를 이하와 같이 구한다.

[0087] 반복 APP 복호일 때 :

수학식 28

$$\lambda_{0, n_x} = \ln \frac{\sum_{U_{0, X=1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 \right\}}{\sum_{U_{0, X=1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 \right\}} \quad \dots \text{식 (28)}$$

[0088]

[0089] 반복 Max-log APP 복호일 때 :

수학식 29

$$\lambda_{0, n_x} = \max_{U_{0, X=1}} \{\Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X))\} - \max_{U_{0, X=1}} \{\Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X))\} \quad \dots \text{식 (29)}$$

[0090]

수학식 30

$$\Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X)) = -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 \quad \dots \text{식 (30)}$$

[0091]

[0092] 단, X=a, b로 한다. 그리고 MIMO 신호의 반복 검파의 반복횟수를  $l_{\text{mimo}}=0$ 으로 하고, 반복횟수의 최대 횟수를  $l_{\text{mimo, max}}$ 로 설정한다.

[0093] Step B·2(반복 검파 ; 반복횟수 k) : 반복횟수 k일 때의  $\lambda_{k, na}$ ,  $\lambda_{k, nb}$ 는 식 (11), (13)-(15), (16), (17)로부터 식 (31)-(34)와 같이 표시된다. 단, (X, Y)=(a, b)(b, a)가 된다.

[0094] 반복 APP 복호일 때 :

수학식 31

$$\lambda_{k, n_x} = L_{k-1, \Omega_{2x}^x}(u_{\Omega_{2x}^x}^x) + \ln \frac{\sum_{U_{k, X=a}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 + \rho(u_{\Omega_{2x}^x}^x) \right\}}{\sum_{U_{k, X=a}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 + \rho(u_{\Omega_{2x}^x}^x) \right\}} \quad \dots \text{식 (31)}$$

[0095]

수학식 32

$$\rho(u_{\Omega_{2x}^x}^x) = \sum_{j=1}^k \frac{|L_{k-1, \Omega_{2x}^x}(u_{\Omega_{2x}^x}^x)|}{2} \left( u_{\Omega_{2x}^x}^x \text{sign}(L_{k-1, \Omega_{2x}^x}(u_{\Omega_{2x}^x}^x)) - 1 \right) + \sum_{j=1}^k \frac{|L_{k-1, \Omega_{2x}^x}(u_{\Omega_{2x}^x}^x)|}{2} \left( u_{\Omega_{2x}^x}^x \text{sign}(L_{k-1, \Omega_{2x}^x}(u_{\Omega_{2x}^x}^x)) - 1 \right) \quad \dots \text{식 (32)}$$

[0096]

[0097] 반복 Max-log APP 복호일 때 :

수학식 33

$$\hat{\lambda}_{i_x, n_x} = L_{i_x, \Omega_{x,x}^*}(u_{\Omega_{x,x}^*}) - \max_{U_{i_x, \Omega_{x,x}^*}} \left\{ \Psi(u_{i_x}, y(i_x), \rho(u_{\Omega_{x,x}^*})) \right\} - \max_{U_{i_x, \Omega_{x,x}^*}} \left\{ \Psi(u_{i_x}, y(i_x), \rho(u_{\Omega_{x,x}^*})) \right\} \quad \dots \text{식 (33)}$$

[0098]

수학식 34

$$\Psi(u_{i_x}, y(i_x), \rho(u_{\Omega_{x,x}^*})) = -\frac{1}{2\sigma^2} \left\| y(i_x) - \mathbf{H}_{22}(i_x) \mathbf{s}(u_{i_x}) \right\|^2 + \rho(u_{\Omega_{x,x}^*}) \quad \dots \text{식 (34)}$$

[0099]

[0100] Step B·3(반복횟수의 카운트, 부호어 추정) : 만일  $l_{\text{mimo}} < l_{\text{mimo, max}}$  이면  $l_{\text{mimo}}$ 를 인크리먼트하고, step B·2로 되 돌아간다.  $l_{\text{mimo}} = l_{\text{mimo, max}}$ 의 경우, 추정 부호어를 이하와 같이 구한다.

수학식 35

$$\hat{u}_{n_x} = \begin{cases} 1 & L_{l_{\text{mimo}}, n_x} \geq 0 \\ -1 & L_{l_{\text{mimo}}, n_x} < 0 \end{cases} \quad \dots \text{식 (35)}$$

[0101]

[0102] 단, X=a, b로 한다.

[0103] 도 3은 본 실시형태에서의 송신장치(300)의 구성의 일례이다. 부호화부(302A)는 정보(데이터)(301A), 프레임 구성신호(313)을 입력으로 하여, 프레임 구성신호(313)(부호화부(302A)가 데이터의 오류정정 부호화에 사용하는 오류정정방식, 부호화율, 블록 길이의 정보가 포함되어 있고, 프레임 구성신호(313)가 지정한 방식을 이용하게 된다. 또, 오류정정방식은 전환해도 좋다)에 따라서 예를 들어 돌림형 부호, LDPC부호, 터보부호 등의 오류정정 부호화를 실행하여, 부호화 후의 데이터(303A)를 출력한다.

[0104] 인터리버(304A)는 부호화 후의 데이터(303A), 프레임 구성신호(313)을 입력으로 하여, 인터리브, 즉, 순번의 재 배열을 실행하여 인터리브 후의 데이터(305A)를 출력한다(프레임 구성신호(313)에 의거하여 인터리브의 방법은 전환해도 좋다).

[0105] 매핑부(306A)는 인터리브 후의 데이터(305A), 프레임 구성신호(313)을 입력으로 하여, QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(16Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM(64Quadrature Amplitude Modulation) 등의 변조를 실시하여 베이스밴드신호(307A)를 출력한다(프레임 구성신호(313)에 의거하여 변조방식은 전환해도 좋다).

[0106] 도 19는 QPSK 변조에서의 베이스밴드신호를 구성하는 동상 I성분과 직교 Q성분 IQ평면에서의 매핑방법의 일례로 하고 있다. 예를 들어, 도 19 (A)와 같이 입력 데이터가 「00」의 경우 I=1.0, Q=1.0이 출력되고, 이하와 마찬가지로 입력 데이터가 「01」의 경우 I=-1.0, Q=1.0이 출력되며, ...이 출력된다. 도 19 (B)는 도 19 (A)와는 다른 QPSK 변조의 IQ평면에서의 매핑방법의 예이며, 도 19 (B)가 도 19 (A)와 다른 점은 도 19 (A)에서의 신호 점이 원점을 중심으로 회전시킴으로써 도 19 (B)의 신호 점을 얻을 수 있다. 이와 같은 성상 회전(Constellation rotation)방법에 대해서는 비 특허문헌 9, 비 특허문헌 10에 기재되어 있으며, 또, 비 특허문헌 9, 비 특허문헌 10에 나타내고 있는 Cyclic Q Delay를 적용해도 좋다. 도 19와는 다른 예로, 도 20에 16QAM일 때의 IQ평면에서의 신호 점 배치를 나타내고 있고, 도 19 (A)에 상당하는 예가 도 20 (A)이며, 도 19 (B)에 상당하는 예가 도 20 (B)가 된다.

[0107] 부호화부(302B)는 정보(데이터)(301B), 프레임 구성신호(313)을 입력으로 하여, 프레임 구성신호(313)(사용하는

오류정정방식, 부호화율, 블록 길이의 정보가 포함되어 있으며, 프레임 구성신호(313)가 지정한 방식을 이용하게 된다. 또, 오류정정방식은 전환해도 좋다)에 따라서 예를 들어, 돌립형 부호, LDPC부호, 터보부호 등의 오류정정부호화를 실시하여 부호화 후의 데이터(303B)를 출력한다.

- [0108] 인터리버(304B)는 부호화 후의 데이터(303B), 프레임 구성신호(313)를 입력으로 하여, 인터리브, 즉, 순번의 재배열을 실행하고, 인터리브 후의 데이터(305B)를 출력한다(프레임 구성신호(313)에 의거하여 인터리브의 방법은 전환해도 좋다).
- [0109] 매핑부(306B)는 인터리브 후의 데이터(305B), 프레임 구성신호(313)를 입력으로 하여, QPSK(Quadrature Phase Shift Keying), 16QAM(16Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM(64Quadrature Amplitude Modulation) 등의 변조를 실시하여 베이스밴드신호(307B)를 출력한다(프레임 구성신호(313)에 의거하여 변조방식은 전환해도 좋다).
- [0110] 신호처리방법정보 생성부(314)는 프레임 구성신호(313)를 입력으로 하여 프레임 구성신호(313)에 의거하는 신호처리방법에 관한 정보(315)를 출력한다. 또, 신호처리방법에 관한 정보(315)는 어느 프리코딩 행렬을 고정적으로 이용하는지를 지정하는 정보와 위상을 변경하는 위상변경패턴의 정보를 포함한다.
- [0111] 가중합성부(308A)는 베이스밴드신호(307A), 베이스밴드신호(307B), 신호처리방법에 관한 정보(315)를 입력으로 하여, 신호처리방법에 관한 정보(315)에 의거하여 베이스밴드신호(307A) 및 베이스밴드신호(307B)를 가중합성하여 가중합성 후의 신호(309A)를 출력한다. 또, 가중합성방법의 상세에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0112] 무선부(310A)는 가중합성 후의 신호(309A)를 입력으로 하여, 직교 변조, 대역 제한, 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 실시하여 송신신호(311A)를 출력하고, 송신신호(311A)는 안테나(312A)에서 전파로서 출력된다.
- [0113] 가중합성부(308B)는 베이스밴드신호(307A), 베이스밴드신호(307B), 신호처리방법에 관한 정보(315)를 입력으로 하여, 신호처리방법에 관한 정보(315)에 의거하여 베이스밴드신호(307A) 및 베이스밴드신호(307B)를 가중합성하여 가중합성 후의 신호(316B)를 출력한다.
- [0114] 도 21에 가중합성부(308A, 308B)의 구성을 나타낸다. 도 21에서 점선으로 둘러싸이는 영역이 가중합성부가 된다. 베이스밴드신호(307A)는  $w11$ 과 승산하여  $w11, s1(t)$ 를 생성하고,  $w21$ 과 승산하여  $w21, s1(t)$ 를 생성한다. 마찬가지로 베이스밴드신호(307B)는  $w12$ 와 승산하여  $w12, s2(t)$ 를 생성하고,  $w22$ 와 승산하여  $w22, s2(t)$ 를 생성한다. 다음에  $z1(t)=w11, s1(t)+w12, s2(t), z2(t)=w21, s1(t)+w22, s2(t)$ 를 얻는다. 이때,  $s1(t)$  및  $s2(t)$ 는 상기 설명으로부터 알 수 있는 것과 같이 BPSK(Binary Phase Shift Keying), QPSK, 8PSK(8Phase Shift Keying), 16QAM, 32QAM(32Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM, 256QAM, 16APSK(16Amplitude Phase Shift Keying) 등의 변조방식의 베이스밴드신호가 된다.
- [0115] 여기서, 양 가중합성부는 고정의 프리코딩 행렬을 이용하여 가중을 실행하는 것으로 하며, 프리코딩 행렬로는 일례로 하기의 식 (37) 또는 식 (38)의 조건 하에 식 (36)을 이용하는 방법이 있다. 단, 이는 일례이며,  $\alpha$ 의 값은 식 (37), 식 (38)에 한정되는 것은 아니며, 다른 값, 예를 들어  $\alpha$ 를 1로 해도 좋다.
- [0116] 또, 프리코딩 행렬은

**수학식 36**

$$\begin{pmatrix} w11 & w12 \\ w21 & w22 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j0} & e^{j\pi} \end{pmatrix} \dots \text{식 (36)}$$

[0117]

[0118] 단, 상기 식 (36)에서  $\alpha$ 는

수학식 37

$$\alpha = \frac{\sqrt{2}+4}{\sqrt{2}+2} \quad \dots \text{식 (37)}$$

[0119]

[0120] 이다.

[0121] 또는 상기 식 (36)에서 a는

수학식 38

$$\alpha = \frac{\sqrt{2}+3+\sqrt{5}}{\sqrt{2}+3-\sqrt{5}} \quad \dots \text{식 (38)}$$

[0122]

[0123] 이다.

[0124] 또, 프리코딩 행렬은 식 (36)에 한정되는 것은 아니며, 식 (39)에 나타내는 것을 이용해도 좋다.

수학식 39

$$\begin{pmatrix} w11 & w12 \\ w21 & w22 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \dots \text{식 (39)}$$

[0125]

[0126] 이 식 (39)에서  $a=Ae^{j\delta 11}$ ,  $b=Be^{j\delta 12}$ ,  $c=Ce^{j\delta 21}$ ,  $d=De^{j\delta 22}$ 로 나타내면 좋다. 또, a, b, c, d의 어느 한쪽이 「0」이라도 좋다. 예를 들어, (1) a가 0이고 b, c, d는 0이 아니며, (2) b가 0이고 a, c, d는 0이 아니며, (3) c가 0이고 a, b, d는 0이 아니며, (4) d가 0이고 a, b, c는 0이 아닌 구성이라도 좋다.

[0127] 또, 변조방식, 오류정정부호, 그 부호화율의 어느 한쪽을 변경한 때는 사용하는 프리코딩 행렬을 설정, 변경하여 그 프리코딩 행렬을 고정적으로 사용해도 좋다.

[0128] 위상 변경부(317B)는 가중합성 후의 신호(316B) 및 신호처리방법에 관한 정보(315)를 입력으로 하여, 당해 신호(316B)의 위상을 규칙적으로 변경하여 출력한다. 규칙적으로 변경한다는 것은 미리 정해진 주기(예를 들어, n개의 심벌마다(n은 1 이상의 정수) 혹은 미리 정해진 시간마다), 미리 정해진 위상변경패턴에 따라 위상을 변경한다. 위상변경패턴의 상세에 대해서는 하기의 실시형태 4에서 설명한다.

[0129] 무선부(310B)는 위상변경 후의 신호(309B)를 입력으로 하여, 직교 변조, 대역 제한, 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 하여 송신신호(311B)를 출력하고, 송신신호(311B)는 안테나(312B)에서 전파로서 출력된다.

[0130] 도 4는 도 3과는 다른 송신장치(400)의 구성의 예를 나타내고 있다. 도 4에서 도 3과 다른 부분에 대해서 설명한다.

[0131] 부호화부(402)는 정보(데이터)(401) 프레임 구성신호(313)을 입력으로 하여, 프레임 구성신호(313)에 의거하여 오류정정부호화를 실시하여 부호화 후의 데이터(402)를 출력한다.

[0132] 분배부(404)는 부호화 후의 데이터(403)을 입력으로 하여 분배 하며, 데이터(405A) 및 데이터(405B)를 출력한다. 또, 도 4에서는 부호화부가 하나인 경우를 기재하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 부호화부를 m(m는 1 이상의 정수)로 하여, 각 부호화부에서 작성된 부호화 데이터를 분배부가 2 계통의 데이터로 나누어서 출력하는 경우에 대해서도 본 발명과 마찬가지로 실시할 수 있다.

[0133] 도 5는 본 실시형태에서의 송신장치의 시간 축에서의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다. 심벌(500-1)은 수신 장치에 송신방법을 통지하기 위한 심벌이며, 예를 들어 데이터심벌을 전송하기 위해 이용하는 오류정정부호, 그

부호화율의 정보, 데이터심벌을 전송하기 위해 이용하는 변조방식의 정보 등을 전송한다.

[0134] 심벌(501-1)은 송신장치가 송신하는 변조신호  $z1(t)$ {단,  $t$ 는 시간}의 채널변동을 추정하기 위한 심벌이다. 심벌(502-1)은 변조신호  $z1(t)$ 가 (시간 축에서의) 심벌번호  $u$ 에 송신하는 데이터심벌, 심벌(503-1)은 변조신호  $z1(t)$ 가 심벌번호  $u+1$ 에 송신하는 데이터심벌이다.

[0135] 심벌(501-2)은 송신장치가 송신하는 변조신호  $z2(t)$ {단,  $t$ 는 시간}의 채널변동을 추정하기 위한 심벌이다. 심벌(502-2)은 변조신호  $z2(t)$ 가 심벌번호  $u$ 에 송신하는 데이터심벌, 심벌(503-2)은 변조신호  $z2(t)$ 가 심벌번호  $u+1$ 에 송신하는 데이터심벌이다.

[0136] 이때,  $z1(t)$ 에서의 심벌과  $z2(t)$ 에서의 심벌에서 동일 시각(동일시간)의 심벌은 동일(공통)의 주파수를 이용하여 송신안테나에서 송신되게 된다.

[0137] 송신장치가 송신하는 변조신호  $z1(t)$ 와 변조신호  $z2(t)$  및 수신장치에서의 수신신호  $r1(t)$ ,  $r2(t)$ 의 관계에 대하여 설명한다.

[0138] 도 5에서 504#1, 504#2는 송신장치에서의 송신안테나, 505#1, 505#2는 수신장치에서의 수신안테나를 나타내고 있으며, 송신장치는 변조신호  $z1(t)$ 를 송신안테나(504#1), 변조신호  $z2(t)$ 를 송신안테나(504#2)로 송신한다. 이때, 변조신호  $z1(t)$  및 변조신호  $z2(t)$ 는 동일(공통의) 주파수(대역)를 점유하고 있는 것으로 한다. 송신장치의 각 송신안테나와 수신장치의 각 안테나의 채널변동을 각각  $h_{11}(t)$ ,  $h_{12}(t)$ ,  $h_{21}(t)$ ,  $h_{22}(t)$ 로 하고, 수신장치의 수신안테나(505#1)가 수신한 수신신호를  $r1(t)$ , 수신장치의 수신안테나(505#2)가 수신한 수신신호를  $r2(t)$ 로 하면 이하의 관계식이 성립한다.

**수학식 40**

$$\begin{pmatrix} r1(t) \\ r2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(t) & h_{12}(t) \\ h_{21}(t) & h_{22}(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} \quad \cdots \Delta \text{식 (40)}$$

[0139]

[0140] 도 6은 본 실시형태에서의 가중방법(프리코딩(Precoding) 방법) 및 위상변경방법에 관한 도면이며, 가중합성부(600)은 도 3의 가중합성부(308A와 308B)의 양자를 통합한 가중합성부이다. 도 6에 나타내는 것과 같이 스트림  $s1(t)$  및 스트림  $s2(t)$ 는 도 3의 베이스밴드신호(307A 및 307B)에 상당하는 즉, QPSK, 16QAM, 64QAM 등의 변조방식의 매핑에 따른 베이스밴드신호 동상 I성분, 직교성분 Q이 된다. 그리고 도 6의 프레임 구성과 같이 스트림  $s1(t)$ 는 심벌번호  $u$ 의 신호를  $s1(u)$ , 심벌번호  $u+1$ 의 신호를  $s1(u+1)$ , ...로 나타낸다. 마찬가지로 스트림  $s2(t)$ 는 심벌번호  $u$ 의 신호를  $s2(u)$ , 심벌번호  $u+1$ 의 신호를  $s2(u+1)$ , ...로 나타낸다. 그리고 가중합성부(600)은 도 3에서의 베이스밴드신호(307A( $s1(t)$ ) 및 307B( $s2(t)$ )), 신호처리방법에 관한 정보(315)를 입력으로 하여 신호처리방법에 관한 정보(315)에 따른 가중을 실시해서 도 3의 가중합성 후의 신호(309A( $z1(t)$ ), 316B( $z2'(t)$ ))를 출력한다. 위상 변경부(317B)는 가중된 신호(316B( $z2'(t)$ ))의 위상을 변경하여 위상변경 후의 신호(309B( $z2(t)$ ))를 출력한다.

[0141] 이때,  $z1(t)$ 는 고정된 프리코딩 행렬  $F$ 에서의 제 1 행 벡터를  $W1=(w11, w12)$ 로 하면 이하의 식 (41)로 나타낼 수 있다.

**수학식 41**

$$z1(t) = W1 \times (s1(t), s2(t))^T \quad \cdots \Delta \text{식 (41)}$$

[0142]

[0143] 한편,  $z2(t)$ 는 고정된 프리코딩 행렬  $F$ 에서의 제 2 행 벡터를  $W2=(w21, w22)$ 로 하고, 위상 변경부에 따른 위상변경 식을  $y(t)$ 로 하면 이하의 식 (42)로 나타낼 수 있다.

수학식 42

$$z2(t) = y(t) \times W2 \times (s1(t), s2(t))^T \quad \dots \Delta \text{식 (42)}$$

[0144]

[0145] 여기서,  $y(t)$ 는 미리 정해진 방식에 따라서 위상을 변경하기 위한 식이며, 예를 들어, 주기를 4로 하면 시각  $u$ 의 위상변경 식은 예를 들어 식 (43)으로 나타낼 수 있다.

수학식 43

$$y(u) = e^{j0} \quad \dots \Delta \text{식 (43)}$$

[0146]

[0147] 과 같이 시각  $u+1$ 의 위상변경 식은 예를 들어 식 (44)로 나타낼 수 있다.

수학식 44

$$y(u+1) = e^{j\frac{\pi}{2}} \quad \dots \Delta \text{식 (44)}$$

[0148]

[0149] 즉, 시각  $u+k$ 의 위상변경 식은 식 (45)로 나타낼 수 있다.

수학식 45

$$y(u+k) = e^{j\frac{k\pi}{2}} \quad \dots \Delta \text{식 (45)}$$

[0150]

[0151] 또, 식 (43) ~ (45)에 나타낸 규칙적인 위상변경 예는 일례에 지나지 않는다.

[0152] 규칙적인 위상변경의 주기는 4로 한정되는 것은 아니다. 이 주기의 수가 많아지면 그만큼 수신장치의 수신성능(더 정확하게는 오류정정성능)의 향상을 추구할 수 있을 가능성이 있다(주기가 크면 좋다는 것은 아니나, 2와 같이 작은 값은 피하는 편이 좋을 가능성이 크다).

[0153] 또, 상기 식 (43) ~ (45)에서 나타내는 위상변경 예에서는 순차 소정의 위상(상기 식에서는  $\pi / 2$ 씩)만 회전시켜 가는 구성을 나타냈으나, 마찬가지로 위상량만 회전시키는 것이 아니라 랜덤하게 위상을 변경하는 것으로 해도 좋다. 예를 들어,  $y(t)$ 는 미리 정해진 주기에 따라서 식 (46)이나 식 (47)에 나타내는 것과 같이 순차적으로 승산하는 위상이 변경되어도 좋다. 위상의 규칙적인 변경에서 중요해지는 것은 변조신호의 위상이 규칙적으로 변경되는 것이며, 변경되는 위상의 정도에 대해서는 가능한 한 균등하게 되는 예를 들어  $-\pi$ 라디안에서  $\pi$ 라디안에 대하여 일양 분포가 되는 것이 바람직하나 랜덤이라도 좋다.

수학식 46

$$e^{j0} \rightarrow e^{j\frac{\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{2\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{3\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{4\pi}{5}} \\ \rightarrow e^{j\pi} \rightarrow e^{j\frac{6\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{7\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{8\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{9\pi}{5}} \quad \dots \Delta \text{식 (46)}$$

[0154]

수학식 47

$$\begin{aligned}
 & e^{j\frac{\pi}{2}} \rightarrow e^{j\pi} \rightarrow e^{j\frac{3\pi}{2}} \rightarrow e^{j2\pi} \rightarrow e^{j\frac{\pi}{4}} \\
 & \rightarrow e^{j\frac{3\pi}{4}} \rightarrow e^{j\frac{5\pi}{4}} \rightarrow e^{j\frac{7\pi}{4}} \quad \dots\text{식 (47)}
 \end{aligned}$$

[0155]

[0156]

이와 같이, 도 6의 가중합성부(600)은 미리 정해진 고정 프리코딩 웨이트를 이용해 프리코딩을 실행하고, 위상 변경부(317B)는 입력된 신호의 위상을 그 변경 정도를 규칙적으로 바꾸면서 변경한다.

[0157]

LOS 환경에서는 특수한 프리코딩 행렬을 이용하면 수신품질이 크게 개선될 가능성이 있으나, 직접파의 상황에 따라 그 특수한 프리코딩 행렬은 수신한 때의 직접파의 위상, 진폭성분에 따라 다르다. 그러나 LOS 환경에는 어떤 규칙이 있으며, 이 규칙에 따라 송신신호의 위상을 규칙적으로 변경하면 데이터의 수신품질이 크게 개선된다. 본 발명은 LOS 환경을 개선하는 신호처리방법을 제안하고 있다.

[0158]

도 7은 본 실시형태에서의 수신장치(700)의 구성의 일례를 나타내고 있다. 무선부(703-X)는 안테나(701-X)에서 수신된 수신신호(702-X)를 입력으로 하여, 주파수 변환, 직교 복조 등의 처리를 실시하여 베이스밴드신호(704-X)를 출력한다.

[0159]

송신장치에서 송신된 변조신호 z1에서의 채널변동 추정부(705-1)는 베이스밴드신호(704-X)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용 레퍼런스 심벌(501-1)을 추출해서 식 (40)의 h<sub>11</sub>에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(706-1)를 출력한다.

[0160]

송신장치에서 송신된 변조신호 z2에서의 채널변동 추정부(705-2)는 베이스밴드신호(704-X)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용 레퍼런스 심벌(501-2)를 추출해서 식 (40)의 h<sub>12</sub>에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(706-2)를 출력한다.

[0161]

무선부(703-Y)는 안테나(701-Y)에서 수신된 수신신호(702-Y)를 입력으로 하여, 주파수 변환, 직교 복조 등의 처리를 실시하여 베이스밴드신호(704-Y)를 출력한다.

[0162]

송신장치에서 송신된 변조신호 z1에서의 채널변동 추정부(707-1)는 베이스밴드신호(704-Y)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용 레퍼런스 심벌(501-1)을 추출해서 식 (40)의 h<sub>21</sub>에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(708-1)를 출력한다.

[0163]

송신장치에서 송신된 변조신호 z2에서의 채널변동 추정부(707-2)는 베이스밴드신호(704-Y)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용 레퍼런스 심벌(501-2)를 추출해서 식 (40)의 h<sub>22</sub>에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(708-2)를 출력한다.

[0164]

제어정보 복호부(709)는 베이스밴드신호(704-X 및 704-Y)를 입력으로 하여, 도 5의 송신방법을 통지하기 위한 심벌(500-1)을 검출하여, 송신장치가 통지한 송신방법의 정보에 관한 신호(710)를 출력한다.

[0165]

신호처리부(711)는 베이스밴드신호(704-X, 704-Y), 채널추정신호(706-1, 706-2, 708-1, 708-2) 및 송신장치가 통지한 송신방법의 정보에 관한 신호(710)를 입력으로 해서 검파, 복호를 실시하여 수신데이터(712-1 및 712-2)를 출력한다.

[0166]

다음에, 도 7의 신호처리부(711)의 동작에 대해 상세하게 설명한다. 도 8은 본 실시형태에서의 신호처리부(711)의 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 8은 주로 INNER MIMO 검파부와 Soft-in/Soft-out 디코더, 계수 생성부로 구성되어 있다. 이 구성에서의 반복 복호의 방법에 대해서는 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에서 상세히 기술되어 있으나, 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에 기재되어 있는 MIMO 전송방식은 공간 다중 MIMO 전송방식이나, 본 실시형태에서의 전송방식은 시간과 함께 신호의 위상을 규칙적으로 변경하고, 또한, 프리코딩 행렬이 사용되고 있는 MIMO 전송방식인 점이 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3과 다른 점이다. 식 (36)에서의 (채널)행렬을

$H(t)$ , 도 6에서의 프리코딩 웨이트 행렬을  $F$ (여기서 프리코딩 행렬은 1의 수신신호 중에서 변경되지 않은 고정  
의 것이다), 도 6의 위상 변경부에 따른 위상변경 식의 행렬을  $Y(t)$ (여기서  $Y(t)$ 는  $t$ 에 따라 변화한다), 수신백  
터를  $R(t)=(r_1(t), r_2(t))^T$ , 스트림 벡터  $S(t)=(s_1(t), s_2(t))^T$ 로 하면 이하의 관계식이 성립한다.

수학식 48

$$R(t) = H(t) \times Y(t) \times F \times S(t) \quad \dots \text{식 (48)}$$

단,

$$Y(t) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & y(t) \end{pmatrix}$$

[0167]

[0168]

[0169]

[0170]

[0171]

[0172]

[0173]

[0174]

[0175]

[0176]

이때, 수신장치는  $H(t) \times Y(t) \times F$ 를 얻음으로써 수신벡터  $R(t)$ 에 대해서 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3의 복호방  
법을 적용할 수 있다.

따라서 도 8의 계수 생성부(819)는 송신장치가 통지한 송신방법의 정보(이용한 고정의 프리코딩 행렬 및 위상을  
변경하고 있었을 경우의 위상변경패턴을 특정하기 위한 정보)에 관한 신호(818)(도 7의 710에 상당)을 입력으로  
하여, 신호처리방법의 정보에 관한 신호(820)를 출력한다.

INNER MIMO 검파부(803)는 신호처리방법의 정보에 관한 신호(820)를 입력으로 하여, 이 신호를 이용해서 식  
(48)의 관계를 이용함으로써 반복 검파·복호를 실행하게 되며, 그 동작에 대해서 설명한다.

도 8에 나타내는 구성의 신호처리부에서는 반복 복호(반복 검파)를 실행하기 위해 도 10에 나타내는 것과 같은  
처리방법을 실행할 필요가 있다. 먼저, 변조신호(스트림)  $s_1$ 의 1 부호어(또는 1 프레임) 및 변조신호(스트림)  
 $s_2$ 의 1 부호어(또는 1 프레임)의 복호를 실행한다. 그 결과, Soft-in/Soft-out 디코더로부터 변조신호(스트림)  
 $s_1$ 의 1 부호어(또는 1 프레임) 및 변조신호(스트림)  $s_2$ 의 1 부호어(또는 1 프레임)의 각 비트의 대수 우도 비  
(LLR: Log-Likelihood Ratio)를 얻을 수 있다. 그리고 그 LLR를 이용해서 재차 검파·복호를 한다. 이 조작이  
복수 회 실행된다(이 조작을 반복 복호(반복 검파)라고 한다). 이하에서는 1 프레임에서의 특정의 시간의 심벌  
의 대수 우도 비(LLR)의 작성방법을 중심으로 설명한다.

도 8에서 기억부(815)는 베이스밴드신호(801X)(도 7의 베이스밴드신호(704-X)에 상당한다), 채널추정신호 군  
(802X)(도 7의 채널추정신호(706-1, 706-2)에 상당한다), 베이스밴드신호(801Y)(도 7의 베이스밴드신호(704-  
Y)에 상당한다), 채널추정신호 군(802Y)(도 7의 채널추정신호(708-1, 708-2)에 상당한다)을 입력으로 하여 반복  
복호(반복 검파)를 실행하기 위해 식 (48)에서의  $H(t) \times Y(t) \times F$ 를 실행(산출)하고, 산출한 행렬을 변형 채널신  
호 값으로서 기억한다. 그리고 기억부(815)는 필요한 때에 상기 신호를 베이스밴드신호(816X), 변형 채널추정신  
호 군(817X), 베이스밴드신호(816Y), 변형 채널추정신호 군(817Y)으로서 출력한다.

그 후의 동작에 대해서는 초기 검파의 경우와 반복 복호(반복 검파)의 경우를 나누어서 설명한다.

<초기 검파의 경우>

INNER MIMO 검파부(803)는 베이스밴드신호(801X), 채널추정신호 군(802X), 베이스밴드신호(801Y), 채널추정신  
호 군(802Y)을 입력으로 한다. 여기에서는 변조신호(스트림)  $s_1$ , 변조신호(스트림)  $s_2$ 의 변조방식을 16QAM으로  
하여 설명한다.

INNER MIMO 검파부(803)는 먼저 채널추정신호 군(802X), 채널추정신호 값(802Y)으로부터  $H(t) \times Y(t) \times F$ 를 실행  
하여 베이스밴드신호(801X)에 대응하는 후보신호 점을 구한다. 그때의 모습을 도 11에 나타낸다. 도 11에서 ●  
(검은 원)은 IQ평면에서의 후보신호 점이며, 변조방식이 16QAM이므로 후보신호 점은 256개 존재한다(단, 도 11  
에서는 이미지 도를 나타내고 있으므로 256개의 후보신호 점 모두를 나타내고 있지 않다). 여기서, 변조신호  $s_1$   
로 전송하는 4비트를  $b_0, b_1, b_2, b_3$ , 변조신호  $s_2$ 로 전송하는 4비트를  $b_4, b_5, b_6, b_7$ 로 하면, 도 11에서  
( $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ )에 대응하는 후보신호 점이 존재하게 된다. 그리고 수신신호 점(1101)(베이  
스밴드신호(801X)에 상당한다)과 후보신호 점 각각과의 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 구한  
다. 그리고 각각의 2승 유클리드 거리를 노이즈의 분산  $\sigma^2$ 로 나눈다. 따라서 ( $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ )  
에 대응하는 후보신호 점과 수신신호 점 2승 유클리드 거리를 노이즈의 분산으로 나눈 값을  $E_x(b_0, b_1, b_2,$

b3, b4, b5, b6, b7)가 구하게 된다. 또, 각 베이스밴드신호, 변조신호 s1, s2는 복소 신호이다.

- [0177] 마찬가지로 채널추정신호 군(802X), 채널추정신호 군(802Y)으로부터  $H(t) \times Y(t) \times F$ 를 실행하여 베이스밴드신호(801Y)에 대응하는 후보신호 점을 구하고, 수신신호 점(베이스밴드신호(801Y)에 상당한다)과의 2승 유클리드 거리를 구해서, 이 2승 유클리드 거리를 노이즈의 분산  $\sigma^2$ 로 나눈다. 따라서 (b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7)에 대응하는 후보신호 점과 수신신호 점 2승 유클리드 거리를 노이즈의 분산으로 나눈 값을  $E_V(b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7)$ 가 구하게 된다.
- [0178] 그리고  $E_X(b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7) + E_V(b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7) = E(b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7)$ 를 구한다.
- [0179] INNER MIMO 검파부(803)는  $E(b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7)$ 를 신호(804)로 출력한다.
- [0180] 대수 우도 산출부(805A)는 신호(804)를 입력으로 해서 비트 b0, b1, b2, b3의 대수 우도(Log Likelihood)를 산출하여, 대수 우도 신호(806A)를 출력한다. 단, 대수 우도의 산출에서는 “1” 일 때의 대수 우도 및 “0” 일 때의 대수 우도가 산출된다. 그 산출방법은 식 (28), 식 (29), 식 (30)에 나타난 것과 같으며, 상세에 대해서는 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에 기재되어 있다.
- [0181] 마찬가지로, 대수 우도 산출부(805B)는 신호(804)를 입력으로 해서 비트 b4, b5, b6, b7의 대수 우도를 산출하여, 대수 우도 신호(806B)를 출력한다.
- [0182] 디 인터리버(De-Interleaver)(807A)는 대수 우도 신호(806A)를 입력으로 해서 인터리버(도 3의 인터리버(304A))에 대응하는 디 인터리브(De-Interleave)를 실행하여 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808A)를 출력한다.
- [0183] 마찬가지로, 디 인터리버(807B)는 대수 우도 신호(806B)를 입력으로 해서 인터리버(도 3의 인터리버(304B))에 대응하는 디 인터리브를 실행하여 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808B)를 출력한다.
- [0184] 대수 우도 비 산출부(809A)는 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808A)를 입력으로 해서 도 3의 부호화기(302A)에서 부호화된 비트의 대수 우도 비(LLR:Log-Likelihood Ratio)를 산출하여 대수 우도 비 신호(810A)를 출력한다.
- [0185] 마찬가지로, 대수 우도 비 산출부(809B)는 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808B)를 입력으로 해서 도 3의 부호화기(302B)에서 부호화된 비트의 대수 우도 비(LLR:Log-Likelihood Ratio)를 산출하여 대수 우도 비 신호(810B)를 출력한다.
- [0186] Soft-in/Soft-out 디코더(811A)는 대수 우도 비 신호(810A)를 입력으로 해서 복호를 실행하여 복호 후의 대수 우도 비(812A)를 출력한다.
- [0187] 마찬가지로, Soft-in/Soft-out 디코더(811B)는 대수 우도 비 신호(810B)를 입력으로 해서 복호를 실행하여 복호 후의 대수 우도 비(812B)를 출력한다.
- [0188] <반복 복호(반복 검파)의 경우, 반복횟수 k>
- [0189] 인터리버(813A)는 k-1회째의 Soft-in/Soft-out 디코드에서 얻은 복호 후의 대수 우도 비(812A)를 입력으로 해서 인터리브를 실행하여 인터리브 후의 대수 우도 비(814A)를 출력한다. 이때, 인터리브(813A)의 인터리브 패턴은 도 3의 인터리버(304A)의 인터리브 패턴과 같다.
- [0190] 인터리버(813B)는 k-1회째의 Soft-in/Soft-out 디코드에서 얻은 복호 후의 대수 우도 비(812B)를 입력으로 하여 인터리브를 실행해서 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)를 출력한다. 이때, 인터리브(813B)의 인터리브 패턴은 도 3의 인터리버(304B)의 인터리브 패턴과 같다.
- [0191] INNER MIMO 검파부(803)는 베이스밴드신호(816X), 변형 채널추정신호 군(817X), 베이스밴드신호(816Y), 변형 채널추정신호 군(817Y), 인터리브 후의 대수 우도 비(814A), 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)를 입력으로 한다. 여기서, 베이스밴드신호(801X), 채널추정신호 군(802X), 베이스밴드신호(801Y), 채널추정신호 군(802Y)이 아니거나, 베이스밴드신호(816X), 변형 채널추정신호 군(817X), 베이스밴드신호(816Y), 변형 채널추정신호 군(817Y)을 이용하는 이유는 반복 복호이므로 지연 시간이 발생하고 있기 때문이다.
- [0192] INNER MIMO 검파부(803)의 반복 복호 시의 동작과 초기 검파 시의 동작의 차이점은 인터리브 후의 대수 우도

비(814A), 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)를 신호처리 시에 이용하고 있는 점이다. INNER MIMO 검파부(803)는 먼저 초기 검파 때와 마찬가지로,  $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 를 구한다. 또, 인터리브 후의 대수 우도 비(814A), 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)로부터 식 (11), 식 (32)에 해당하는 계수를 구한다. 그리고  $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 의 값을 구한 계수를 이용해서 보정 하여, 그 값을  $E'(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 로 하여 신호(804)로서 출력한다.

- [0193] 대수 우도 산출부(805A)는 신호(804)를 입력으로 하여 비트  $b_0, b_1, b_2, b_3$ 의 대수 우도를 산출해서 대수 우도 신호(806A)를 출력한다. 단, 대수 우도의 산출에서는 “1” 일 때의 대수 우도 및 “0” 일 때의 대수 우도가 산출된다. 그 산출방법은 식 (31), 식 (32), 식 (33), 식 (34), 식 (35)에 나타낸 것과 같으며 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에 나타내고 있다.
- [0194] 마찬가지로, 대수 우도 산출부(805B)는 신호(804)를 입력으로 하여 비트  $b_4, b_5, b_6, b_7$ 의 대수 우도를 산출해서 대수 우도 신호(806B)를 출력한다. 디 인터리버 이후의 동작은 초기 검파와 동일하다.
- [0195] 또, 도 8에서는 반복 검파를 실행하는 경우의 신호처리부의 구성에 대해서 나타내었으나, 반복 검파는 반드시 양호한 수신품질을 얻는데 있어서 필수적 구성은 아니며, 반복 검파에만 필요로 하는 구성 부분, 인터리버(813A, 813B)를 갖지 않은 구성이라도 좋다. 이때, INNER MIMO 검파부(803)는 반복적인 검파를 실행하지 않게 된다.
- [0196] 그리고 본 실시형태에서 중요한 부분은  $H(t) \times Y(t) \times F$ 의 연산을 실행하는 것이다. 또, 비 특허문헌 5 등에 나타내고 있는 것과 같이 QR분해를 이용하여 초기 검파, 반복 검파를 실행해도 좋다.
- [0197] 또, 비 특허문헌 11에 나타내고 있는 것과 같이,  $H(t) \times Y(t) \times F$ 에 의거하여 MMSE(Minimum Mean Square Error), ZF(Zero Forcing)의 선형 연산을 실행하여 초기 검파를 실행해도 좋다.
- [0198] 도 9는 도 8과 다른 신호처리부의 구성이며, 도 4의 송신장치가 송신한 변조신호를 위한 신호처리부이다. 도 8과 다른 점은 Soft-in/Soft-out 디코더의 수이며, Soft-in/Soft-out 디코더(901)는 대수 우도 비 신호(810A, 810B)를 입력으로 하여 복호를 실행해서 복호 후의 대수 우도 비(902)를 출력한다. 분배부(903)는 복호 후의 대수 우도 비(902)를 입력으로 하여 분배를 실행한다. 그 이외의 부분에 대해서는 도 8과 동일한 동작이 된다.
- [0199] 이상과 같이, 본 실시형태와 같이 MIMO 전송시스템의 송신장치가 복수 안테나로부터 복수의 변조신호를 송신할 때, 프리코딩 행렬을 송신하는 동시에, 시간과 함께 위상을 변경하고 이 위상의 변경을 규칙적으로 실행함으로써 직접파가 지배적인 LOS 환경에서 종래의 공간 다중 MIMO 전송을 이용할 때와 비교하여 수신장치에서의 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0200] 본 실시형태에서, 특히, 수신장치의 구성에 대해서는 안테나 수를 한정하여 동작을 설명하였으나, 안테나 수가 증가해도 마찬가지로 실행할 수 있다. 즉, 수신장치에서의 안테나 수는 본 실시형태의 동작, 효과에 영향을 미치는 것은 아니다.
- [0201] 또, 본 실시형태에서는 특히 LDPC부호를 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 또, 복호방법에 대해서도 Soft-in/Soft-out 디코더로 sum-product 복호를 예로 한정된 것은 아니며, 다른 Soft-in/Soft-out의 복호방법, 예를 들어 BCJR 알고리즘, SOVA 알고리즘, Max-log-MAP 알고리즘 등이 있다. 상세에 대해서는 비 특허문헌 6에 기재되어 있다.
- [0202] 또, 본 실시형태에서는 싱글 캐리어 방식을 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 멀티 캐리어 전송을 실행한 경우에서도 마찬가지로 실시할 수 있다. 따라서 예를 들어 스펙트럼 확산 통신방식, OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 방식, SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access), SC-OFDM(Single Carrier Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 방식, 비 특허문헌 7등에서 나타내고 있는 웨이브릿 OFDM 방식 등을 이용한 경우에 대해서도 마찬가지로 실시할 수 있다. 또, 본 실시형태에서는 데이터심벌 이외의 심벌, 예를 들어, 파일럿심벌(프리앰블, 유니크 워드 등), 제어정보의 전송용 심벌 등이 프레임에 어떻게 배치되어 있어도 좋다.
- [0204] \*이하에서는 멀티 캐리어 방식의 일례로 OFDM 방식을 이용한 때의 예를 설명한다.
- [0205] 도 12는 OFDM 방식을 이용한 때의 송신장치의 구성을 나타내고 있다. 도 12에서 도 3과 마찬가지로 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여했다.
- [0206] OFDM 방식관련 처리부(1201A)는 가중 후의 신호(309A)를 입력으로 하여 OFDM 방식관련의 처리를 해서 송신신호

(1202A)를 출력한다. 마찬가지로, OFDM 방식관련 처리부(1201B)는 위상변경 후의 신호(309B)를 입력으로 하여 송신신호(1202B)를 출력한다.

- [0208] \*도 13은 도 12의 OFDM 방식관련 처리부(1201A, 1201B) 이후의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 12의 1201A에서 312A에 관련하는 부분이 1301A에서 1310A이며, 1201B에서 312B에 관련하는 부분이 1301B에서 1310B이다.
- [0209] 직병렬(Serial/Parallel) 변환부(1302A)는 가중 후의 신호(1301A)(도 12의 가중 후의 신호(309A)에 상당한다) 직병렬 변환을 실행하여 병렬신호(1303A)를 출력한다.
- [0210] 재배열부(1304A)는 병렬신호(1303A)를 입력으로 하여 재배열을 실행해서 재배열 후의 신호(1305A)를 출력한다. 또, 재배열에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0211] 역 고속 푸리에 변환부(1306A)는 재배열 후의 신호(1305A)를 입력으로 하여 역 고속 푸리에 변환을 실행하여 역 푸리에 변환 후의 신호(1307A)를 출력한다.
- [0212] 무선부(1308A)는 역 푸리에 변환 후의 신호(1307A)를 입력으로 하여 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 실행하여 변조신호(1309A)를 출력하며, 변조신호(1309A)는 안테나(1310A)로부터 전파로서 출력된다.
- [0213] 직병렬 변환부(1302B)는 가중되어 위상이 변경된 후의 신호(1301B)(도 12의 위상변경 후의 신호(309B)에 상당한다)에 대하여 직병렬 변환을 실행하여 병렬신호(1303B)를 출력한다.
- [0214] 재배열부(1304B)는 병렬신호(1303B)를 입력으로 하여 재배열을 실행하여 재배열 후의 신호(1305B)를 출력한다. 또, 재배열에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0215] 역 고속 푸리에 변환부(1306B)는 재배열 후의 신호(1305B)를 입력으로 하여 역 고속 푸리에 변환을 실행하여 역 푸리에 변환 후의 신호(1307B)를 출력한다.
- [0216] 무선부(1308B)는 역 푸리에 변환 후의 신호(1307B)를 입력으로 하여 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 실행하여 변조신호(1309B)를 출력하며, 변조신호(1309B)는 안테나(1310B)로부터 전파로서 출력된다.
- [0217] 도 3의 송신장치에서는 멀티 캐리어를 이용한 전송방식이 아니므로, 도 6과 같이 4 주기가 되도록 위상을 변경하여 위상변경 후의 심벌을 시간 축 방향에 배치하고 있다. 도 12에 나타내는 것과 같은 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 당연히, 도 3과 같이 프리코딩 하여 위상을 변경한 후의 심벌을 시간 축 방향으로 배치하고, 그것을 각 (서브)캐리어마다 실행하는 방식을 생각할 수 있으나, 멀티 캐리어 전송방식의 경우, 주파수 축 방향, 또는 주파수 축·시간 축 양자를 이용하여 배치하는 방법을 생각할 수 있다. 이하에서는 이 점에 대하여 설명한다.
- [0218] 도 14는 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 주파수 축은 (서브)캐리어 0에서 (서브)캐리어 9로 구성되어 있고, 변조신호 z1과 z2는 동일 시각(시간)에 동일한 주파수 대역을 사용하고 있으며, 도 14 (A)는 변조신호 z1의 심벌의 재배열방법, 도 14 (B)는 변조신호 z2의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 직병렬 변환부(1302A)가 입력으로 하는 가중 후의 신호(1301A)의 심벌에 대해 순번으로 #0, #1, #2, #3, ...로 번호를 부여한다. 여기에서는 주기 4의 경우를 생각하고 있으므로 #0, #1, #2, #3이 1주기 분이 된다. 마찬가지로 생각하면 #4n, #4n+1, #4n+2, #4n+3(n은 0 이상의 정수)이 1주기 분이 된다.
- [0219] 이때, 도 14 (a)와 같이 심벌 #0, #1, #2, #3, ...을 캐리어 0부터 순번으로 배치하고, 심벌 #0에서 #9를 시각 \$1에 배치하며, 그 후, 심벌 #10에서 #19를 시각 \$2에 배치하는 것과 같이 규칙적으로 배치하는 것으로 한다. 또, 변조신호 z1과 z2는 복소 신호이다.
- [0220] 마찬가지로, 직병렬 변환부(1302B)가 입력으로 하는 가중되어 위상이 변경된 후의 신호(1301B)의 심벌에 대해 순번으로 #0, #1, #2, #3, ...라는 번호를 부여한다. 여기에서는 주기 4의 경우를 생각하고 있으므로, #0, #1, #2, #3은 각각 다른 위상변경을 실행하게 되고, #0, #1, #2, #3이 1주기 분이 된다. 마찬가지로 생각하면 #4n, #4n+1, #4n+2, #4n+3(n은 0 이상의 정수)은 각각 다른 위상변경을 실행하게 되고, #4n, #4n+1, #4n+2, #4n+3이 1주기 분이 된다.
- [0221] 이때, 도 14 (b)와 같이, 심벌 #0, #1, #2, #3, ...을 캐리어 0부터 순번으로 배치하고, 심벌 #0에서 #9를 시각 \$1에 배치하며, 그 후, 심벌 #10에서 #19를 시각 \$2에 배치하는 것과 같이 규칙적으로 배치하는 것으로 한다.

- [0222] 그리고 도 14 (B)에 나타내는 심벌 값(1402)은 도 6에 나타내는 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌이며, 심벌 #0은 도 6의 시각  $u$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #1은 도 6의 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #2는 도 6의 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #3은 도 6의 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이다. 따라서 심벌 # $x$ 에서  $x \bmod 4$ 가 0 ( $x$ 를 4로 나누었을 때의 여분, 따라서  $\bmod$ : modulo)일 때 심벌 # $x$ 는 도 6의 시각  $u$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 4$ 가 1일 때 심벌 # $x$ 는 도 6의 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 4$ 가 2일 때 심벌 # $x$ 는 도 6의 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 4$ 가 3일 때 심벌 # $x$ 는 도 6의 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이다.
- [0223] 또, 본 실시형태에서는 도 14 (A)에 나타내는 변조신호  $z1$ 은 위상이 변경되어 있지 않다.
- [0224] 이와 같이, OFDM 방식 등의 멀티 캐리어 전송방식을 이용한 경우, 싱글 캐리어 전송일 때와는 달리 심벌을 주파수 축 방향으로 배열할 수 있다는 특징을 가지게 된다. 그리고 심벌의 배열방법에 대해서는 도 14와 같은 배열방법에 한정되는 것은 아니다. 다른 예에 대해 도 15, 도 16을 이용하여 설명한다.
- [0225] 도 15는 도 14와는 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 15 (A)는 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법, 도 15 (B)는 변조신호  $z2$ 의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 15 (A), (B)가 도 14와 다른 점은 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법과 변조신호  $z2$ 의 심벌의 재배열방법이 다른 점이며, 도 15 (B)에서는 심벌 #0부터 #5를 캐리어 4부터 캐리어 9에 배치하고, 심벌 #6부터 #9를 캐리어 0에서부터 3에 배치하며, 그 후, 동일한 규칙으로 심벌 #10에서 #19를 각 캐리어에 배치한다. 이때, 도 14 (B)와 마찬가지로, 도 15 (B)에 나타내는 심벌 군(1502)은 도 6에 나타내는 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌이다.
- [0226] 도 16은 도 14와 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 16 (A)는 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법, 도 16 (B)는 변조신호  $z2$ 의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 16 (A), (B)가 도 14와 다른 점은 도 14에서는 심벌을 캐리어에 차례대로 배치하고 있는 것에 대해, 도 16에서는 심벌을 캐리어에 차례대로 배치하고 있지 않은 점이다. 당연하나, 도 16에서 도 15와 마찬가지로 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법과 변조신호  $z2$ 의 재배열방법을 다르게 해도 좋다.
- [0227] 도 17은 도 14 ~ 16과는 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 17 (A)는 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법, 도 17 (B)는 변조신호  $z2$ 의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 14 ~ 16에서는 심벌을 주파수 축 방향으로 배열하고 있으나, 도 17에서는 심벌을 주파수, 시간 축의 양자를 이용하여 배치하고 있다.
- [0228] 도 6에서는 위상의 변경을 4 슬롯으로 전환하는 경우의 예로 하여 설명하였으나, 여기에서는 8 슬롯으로 전환하는 경우를 예로 하여 설명한다. 도 17에 나타내는 심벌 군(1702)은 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌(따라서 8 심벌)이고, 심벌 #0은 시각  $u$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #1은 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #2는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #3은 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #4는 시각  $u+4$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #5는 시각  $u+5$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #6은 시각  $u+6$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #7은 시각  $u+7$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이다. 따라서 심벌 # $x$ 에서  $x \bmod 8$ 이 0일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 1일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 2일 때, 심벌 # $x$ 는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 3일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 4일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u+4$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 5일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u+5$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 6일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u+6$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 7일 때 심벌 # $x$ 는 시각  $u+7$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이다. 도 17의 심벌의 배열방법에서는 시간 축 방향으로 4 슬롯, 주파수 축 방향으로 2 슬롯의 합계  $4 \times 2 = 8$  슬롯을 이용하여 1주기 분의 심벌을 배치하고 있으나, 이때, 1주기 분의 심벌의 수를  $m \times n$ 심벌(즉, 승산하는 위상은  $m \times n$ 종류 존재한다) 1주기 분의 심벌을 배치하는데 사용하는 주파수 축 방향의 슬롯(캐리어 수)을  $n$ , 시간 축 방향으로 사용하는 슬롯을  $m$ 으로 하면  $m > n$ 으로 하면 좋다. 이는 직접파의 위상은 시간 축 방향의 변동은 주파수 축 방향의 변동과 비교하여 완만하다. 따라서 정상적인 직접파의 영향을 작게 하기 위해 본 실시형태의 규칙적인 위상의 변경을 실행하므로, 위상의 변경을 실행하는 주기에서는 직접파의 변동을 작게 하려고 한다. 따라서  $m > n$ 으로 하면 좋다. 또, 이상의 점을 고려하면, 주파수 축 방향만 또는 시간 축 방향에만 심벌을 재배열하는 것보다, 도 17과 같이 주파수 축과 시간 축의 양자를 이용하여 재배열을 실행하는 편이 직접파는 정상적이 될 가능성이 크고, 본 발명의 효과를 얻기 쉽다는 효과를 얻을 수 있다. 단, 주파수 축 방향으로 배열하면 주파수 축의 변동이

급격하므로, 다이버시티 게인(Diversity Gain)을 얻을 수 있을 가능성이 있으므로, 반드시 주파수 축과 시간 축의 양자를 이용하여 재배열을 실행하는 방법이 최적인 방법이라고는 할 수 없다.

- [0229] 도 18은 도 17과는 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 18 (A)는 변조신호 z1의 심벌의 재배열방법, 도 18 (B)는 변조신호 z2의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 18은 도 17과 마찬가지로 심벌을 주파수, 시간 축의 양자를 이용하여 배치하고 있으나, 도 17과 다른 점은 도 17에서는 주파수 방향을 먼저하고, 그 후에 시간 축 방향으로 심벌을 배치하고 있는데 반해, 도 18에서는 시간 축 방향을 먼저하고, 그 후에 시간 축 방향으로 심벌을 배치하고 있다는 점이다. 도 18에서 심벌 군(1802)은 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌이다.
- [0230] 또, 도 17, 도 18에서는 도 15와 마찬가지로 변조신호 z1의 심벌의 배치방법과 변조신호 z2의 심벌 배치방법이 다르게 배치해도 마찬가지로 실시할 수 있으며, 또, 높은 수신품질을 얻을 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 또, 도 17, 도 18에서 도 16과 마찬가지로 심벌을 차례대로 배치하고 있지 않아도 마찬가지로 실시할 수 있으며, 또, 높은 수신품질을 얻을 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0231] 도 22는 상기와는 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 130B)에서의 심벌의 정렬방법의 일례를 나타내고 있다. 도 6의 시각  $u \sim u+3$ 과 같은 4 슬롯을 이용하여 규칙적으로 위상을 변경하는 경우를 생각한다. 도 22에서 특징적인 점은 주파수 축 방향으로 심벌을 차례로 배열하고 있으나, 시간 축 방향으로 진행한 경우, 사이클릭에 n(도 22의 예에서는 n=1) 심벌 사이클릭 시프트(Cyclic Shift) 시키고 있다는 점이다. 도 22에서의 주파수 축 방향의 심벌 군 (2210)에 나타낸 4 심벌에 있어서 도 6의 시각  $u \sim u+3$ 의 위상의 변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0232] 이때, #0의 심벌에서는 시각 u의 위상을 이용한 위상변경, #1에서는 시각 u+1의 위상을 이용한 위상변경, #2에서는 시각 u+2의 위상을 이용한 위상변경, 시각 u+3의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0233] 주파수 축 방향의 심벌 군(2220)에 대해서도 마찬가지로 #4의 심벌에서는 시각 u의 위상을 이용한 위상변경, #5에서는 시각 u+1의 위상을 이용한 위상변경, #6에서는 시각 u+2의 위상을 이용한 위상변경, #7에서는 시각 u+3의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0234] 시간 \$1의 심벌에서 상기와 같은 위상의 변경을 실행하였으나, 시간 축 방향에서 사이클릭 시프트(Cyclic Shift)를 하고 있으므로, 심벌 군(2201, 2202, 2203, 2204)에 대해서는 이하와 같이 위상의 변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0235] 시간 축 방향의 심벌 군(2201)에서는 #0의 심벌에서는 시각 u의 위상을 이용한 위상변경, #9에서는 시각 u+1의 위상을 이용한 위상변경, #18에서는 시각 u+2의 위상을 이용한 위상변경, #27에서는 시각 u+3의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0236] 시간 축 방향의 심벌 군(2202)에서는 #28의 심벌에서는 시각 u의 위상을 이용한 위상변경, #1에서는 시각 u+1의 위상을 이용한 위상변경, #10에서는 시각 u+2의 위상을 이용한 위상변경, #19에서는 시각 u+3의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0237] 시간 축 방향의 심벌 군(2203)에서는 #20의 심벌에서는 시각 u의 위상을 이용한 위상변경, #29에서는 시각 u+1의 위상을 이용한 위상변경, #2에서는 시각 u+2의 위상을 이용한 위상변경, #11에서는 시각 u+3의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0238] 시간 축 방향의 심벌 군(2204)에서는 #12의 심벌에서는 시각 u의 위상을 이용한 위상변경, #21에서는 시각 u+1의 위상을 이용한 위상변경, #30에서는 시각 u+2의 위상을 이용한 위상변경, #3에서는 시각 u+3의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0239] 도 22에서의 특징은 예를 들어 #11의 심벌에 주목한 경우, 동일 시각의 주파수 축 방향의 좌우 양쪽의 심벌(#10과 #12)은 모두 #11과는 다른 위상을 이용하여 위상의 변경을 실행하고 있는 동시에, #11의 심벌의 동일 캐리어의 시간 축 방향의 좌우 양쪽의 심벌(#2와 #20)은 모두 #11과는 다른 위상을 이용하여 위상의 변경을 실행하고 있는 것이다. 그리고 이는 #11의 심벌에 한정되는 것은 아니며, 주파수 축 방향 및 시간 축 방향 모두 좌우 양쪽 이웃에 심벌이 존재하는 심벌 모두에 있어서 #11의 심벌과 같은 특징을 가지게 된다. 이에 의해 효과적으로 위상을 변경하고 있게 되며, 직접파의 정상적인 상황에 대한 영향을 받기 힘들어지므로 데이터의 수신품질이 개선될 가능성이 커진다.
- [0240] 도 22에서는 n=1로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니고, n=3으로 해도 동일하게 실행할 수 있다.

또, 도 22에서는 주파수 축에 심벌을 배열하고, 시간이 축 방향으로 진행하는 경우, 심벌의 배치 순번을 사이클릭 시프트(Cyclic Shift) 한다는 특징을 가지게 함으로써 상기 특징을 실현하였으나, 심벌을 랜덤(규칙적이라고도 좋다)하게 배치함으로써 상기 특징을 실현하는 것과 같은 방법도 있다.

- [0241] (실시형태 2)
- [0242] 상기 실시형태 1에서는 가중합성된(고정의 프리코딩 행렬로 프리코딩 된) 신호  $z(t)$ 의 위상을 변경하는 것으로 했다. 여기에서는 상기 실시형태 1과 동등한 효과를 얻을 수 있는 위상변경방법의 각종 실시형태에 대하여 설명한다.
- [0243] 상기 실시형태에서, 도 3 및 도 6에 나타내는 것과 같이 위상 변경부(317B)는 가중합성부(600)로부터의 일방의 출력에 대해서만 위상의 변경을 실행하는 구성으로 되어 있다.
- [0244] 그러나 위상의 변경을 실행하는 타이밍으로는 가중합성부(600)에 의한 프리코딩 전에 실행하는 것으로 해도 좋고, 송신장치는 도 6에 나타낸 구성 대신에 도 25에 나타내는 것과 같이 위상 변경부(317B)를 가중합성부(600)의 전단에 구비하는 구성으로 해도 좋다.
- [0245] 이 경우, 위상 변경부(317B)는 선택한 변조방식의 매핑에 따른 베이스밴드신호  $s_2(t)$ 에 대하여 규칙적인 위상의 변경을 실행하고,  $s_2'(t)=s_2(t) y(t)$ (단,  $y(t)$ 는  $t$ 에 의해 변경된다)를 출력하며, 가중합성부(600)은  $s_2'(t)$ 에 대하여 프리코딩을 실행하고  $z_2(t)=(W_2s_2'(t))$ (식 (42) 참조)을 출력하여 이를 송신하는 구성으로 해도 좋다.
- [0246] 또, 위상의 변경은 양 변조신호  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ 의 쌍방에 대하여 실행해도 좋고, 송신장치는 도 6에 나타낸 구성을 대신하여 도 26에 나타내는 것과 같이 가중합성부(600)의 양방의 출력에 대해 위상 변경부를 구비하는 구성을 가져도 좋다.
- [0247] 위상 변경부(317A)는 위상 변경부(317B)와 마찬가지로 입력된 신호의 위상을 규칙적으로 변경하는 것이며, 가중합성부로부터의 프리코딩 된 신호  $z_1'(t)$ 의 위상을 변경하여 위상을 변경한 신호  $z_1(t)$ 를 송신부에 출력한다.
- [0248] 단, 위상 변경부(317A) 및 위상 변경부(317B)는 서로 위상을 변경하는 위상의 정도는 동일한 타이밍에서는 도 26에 나타내는 것과 같은 위상의 변경을 실행한다(단, 이하는 하나의 예이며 위상의 변경방법은 이에 한정되는 것은 아니다). 시각  $u$ 에서 도 26의 위상 변경부(317A)는  $z_1(t)=y_1(t) z_1'(t)$ 가 되도록, 또, 위상 변경부(317B)는  $z_2(t)=y_2(t) z_2'(t)$ 가 되도록 위상의 변경을 실행한다. 예를 들어, 도 26에 나타내는 것과 같이 시각  $u$ 에서  $y_1(u)=e^{j0}$ ,  $y_2(u)=e^{-j\pi/2}$ , 시각  $u+1$ 에서  $y_1(u+1)=e^{j\pi/4}$ ,  $y_2(u+1)=e^{-j3\pi/4}$ , ..., 시각  $u+k$ 에서  $y_1(u+k)=e^{jk\pi/4}$ ,  $y_2(u+k)=e^{j(-k\pi/4-\pi/2)}$  로 하여 위상의 변경을 실행한다. 또, 위상을 규칙적으로 변경하는 주기는 위상 변경부(317A)와 위상 변경부(317B)에서 동일해도 좋고, 다른 것이라도 좋다.
- [0249] 또, 상술한 것과 같이 위상을 변경하는 타이밍은 가중합성부에 의한 프리코딩의 실행 전이라도 좋고, 송신장치는 도 26에 나타내는 구성을 대신하여 도 27에 나타내는 구성으로 해도 좋다.
- [0250] 양 변조신호의 위상을 규칙적으로 변경하는 경우에는 각각의 송신신호에는 예를 들어 제어정보로 각각의 위상변경패턴의 정보가 포함되는 것으로 하고, 수신장치는 이 제어정보를 얻음으로써 송신장치가 규칙적으로 전환한 위상변경방법, 즉, 위상변경패턴을 알 수 있으며, 이에 의해 올바른 복조(검파)를 실행하는 것이 가능해진다.
- [0251] 다음에, 도 6, 도 25의 구성의 변형 예에 대해 도 28, 도 29를 이용하여 설명한다. 도 28이 도 6과 다른 점은 위상 변경 ON/OFF에 관한 정보(2800)가 존재하는 점 및 위상변경을  $z_1'(t)$ ,  $z_2'(t)$ 의 어느 한쪽에 위상변경을 실행하는(동일 시각, 또는 동일 주파수로 위상변경을  $z_1'(t)$ ,  $z_2'(t)$ 의 어느 한쪽에 대해 실시한다) 점이다. 따라서 위상변경을  $z_1'(t)$ ,  $z_2'(t)$ 의 어느 한쪽에 위상변경을 실행하게 되므로, 도 28의 위상 변경부(317A), 위상 변경부(317B)는 위상변경을 실행하는(ON) 경우와 위상변경을 실행하지 않은(OFF) 경우가 있다. 이 ON/OFF에 관한 제어정보가 위상 변경 ON/OFF에 관한 정보(2800)가 된다. 이 위상 변경 ON/OFF에 관한 정보(2800)은 도 3에 나타내는 신호처리방법 정보 생성부(314)로부터 출력된다.
- [0252] 도 28의 위상 변경부(317A)는  $z_1(t)=y_1(t) z_1'(t)$ 가 되도록, 또, 위상 변경부(317B)는  $z_2(t)=y_2(t) z_2'(t)$ 가 되도록 위상의 변경을 실행하게 된다.
- [0253] 이때, 예를 들어  $z_1'(t)$ 는 주기 4로 위상변경을 실행하는 것으로 한다(이때,  $z_2'(t)$ 는 위상변경을 실행하지 않는다). 따라서 시각  $u$ 에서  $y_1(u)=e^{j0}$ ,  $y_2(u)=1$ , 시각  $u+1$ 에서  $y_1(u+1)=e^{j\pi/2}$ ,  $y_2(u+1)=1$ , 시각  $u+2$ 에서  $y_1$

$(u+2)=e^{j\pi}$ ,  $y_2(u+2)=1$ , 시각  $u+3$ 에서  $y_1(u+3)=e^{j3\pi/2}$ ,  $y_2(u+3)=1$ 로 하는 것으로 한다.

[0254] 다음에, 예를 들어  $z_2'(t)$ 는 주기 4로 위상변경을 실행하는 것으로 한다(이때,  $z_1'(t)$ 는 위상변경을 실행하지 않는다). 따라서 시각  $u+4$ 에서  $y_1(u+4)=1$ ,  $y_2(u+4)=e^{j0}$ , 시각  $u+5$ 에서  $y_1(u+5)=1$ ,  $y_2(u+5)=e^{j\pi/2}$ , 시각  $u+6$ 에서  $y_1(u+6)=1$ ,  $y_2(u+6)=e^{j\pi}$ , 시각  $u+7$ 에서  $y_1(u+7)=1$ ,  $y_2(u+7)=e^{j3\pi/2}$ 로 하는 것으로 한다.

[0255] 따라서 상기의 예에서는

[0256] 시각  $8k$ 일 때  $y_1(8k)=e^{j0}$ ,  $y_2(8k)=1$ ,

[0257] 시각  $8k+1$ 일 때  $y_1(8k+1)=e^{j\pi/2}$ ,  $y_2(8k+1)=1$ ,

[0258] 시각  $8k+2$ 일 때  $y_1(8k+2)=e^{j\pi}$ ,  $y_2(8k+2)=1$ ,

[0259] 시각  $8k+3$ 일 때  $y_1(8k+3)=e^{j3\pi/2}$ ,  $y_2(8k+3)=1$ ,

[0260] 시각  $8k+4$ 일 때  $y_1(8k+4)=1$ ,  $y_2(8k+4)=e^{j0}$ ,

[0261] 시각  $8k+5$ 일 때  $y_1(8k+5)=1$ ,  $y_2(8k+5)=e^{j\pi/2}$ ,

[0262] 시각  $8k+6$ 일 때  $y_1(8k+6)=1$ ,  $y_2(8k+6)=e^{j\pi}$ ,

[0263] 시각  $8k+7$ 일 때  $y_1(8k+7)=1$ ,  $y_2(8k+7)=e^{j3\pi/2}$

[0264] 가 된다.

[0265] 위에서 설명한 것과 같이,  $z_1'(t)$ 만 위상을 변경하는 시간과  $z_2'(t)$ 만 위상을 변경하는 시간이 존재하도록 한다. 또,  $z_1'(t)$ 만 위상을 변경하는 시간과  $z_2'(t)$ 만 위상을 변경하는 시간으로 위상변경의 주기를 구성한다. 또, 앞의 설명에서는  $z_1'(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기와  $z_2'(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기를 동일하게 하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며,  $z_1'(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기와  $z_2'(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기가 달라도 좋다. 또, 상술의 예에서는  $z_1'(t)$ 를 4주기에 위상변경을 실행한 후에  $z_2'(t)$ 를 4주기로 위상변경을 실행하도록 설명하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며,  $z_1'(t)$ 의 위상변경과  $z_2'(t)$ 의 위상변경의 순번을 어떻게 해도 좋다(예를 들어,  $z_1'(t)$ 의 위상변경과  $z_2'(t)$ 의 위상변경을 교대로 해도 좋고, 어떤 규칙에 따른 순번이라도 좋으며, 순번은 랜덤이라도 좋다).

[0266] 도 29의 위상 변경부(317A)는  $s_1'(t)=y_1(t) s_1(t)$ 가 되도록, 또, 위상 변경부(317B)는  $s_2'(t)=y_2(t) s_2(t)$ 가 되도록 위상의 변경을 실행하게 된다.

[0267] 이때, 예를 들어,  $s_1(t)$ 는 주기 4로 위상변경을 실행하는 것으로 한다(이때,  $s_2(t)$ 는 위상변경을 실행하지 않는다). 따라서 시각  $u$ 에서  $y_1(u)=e^{j0}$ ,  $y_2(u)=1$ , 시각  $u+1$ 에서  $y_1(u+1)=e^{j\pi/2}$ ,  $y_2(u+1)=1$ , 시각  $u+2$ 에서  $y_1(u+2)=e^{j\pi}$ ,  $y_2(u+2)=1$ , 시각  $u+3$ 에서  $y_1(u+3)=e^{j3\pi/2}$ ,  $y_2(u+3)=1$ 로 하는 것으로 한다.

[0268] 다음에, 예를 들어  $s_2(t)$ 는 주기 4로 위상변경을 실행하는 것으로 한다(이때,  $s_1(t)$ 는 위상변경을 실행하지 않는다). 따라서 시각  $u+4$ 에서  $y_1(u+4)=1$ ,  $y_2(u+4)=e^{j0}$ , 시각  $u+5$ 에서  $y_1(u+5)=1$ ,  $y_2(u+5)=e^{j\pi/2}$ , 시각  $u+6$ 에서  $y_1(u+6)=1$ ,  $y_2(u+6)=e^{j\pi}$ , 시각  $u+7$ 에서  $y_1(u+7)=1$ ,  $y_2(u+7)=e^{j3\pi/2}$ 로 하는 것으로 한다.

[0269] 따라서 상기의 예에서는

[0270] 시각  $8k$ 일 때  $y_1(8k)=e^{j0}$ ,  $y_2(8k)=1$ ,

- [0271] 시각  $8k+1$ 일 때  $y_1(8k+1)=e^{j\pi/2}$ ,  $y_2(8k+1)=1$ ,
- [0272] 시각  $8k+2$ 일 때  $y_1(8k+2)=e^{j\pi}$ ,  $y_2(8k+2)=1$ ,
- [0273] 시각  $8k+3$ 일 때  $y_1(8k+3)=e^{j3\pi/2}$ ,  $y_2(8k+3)=1$ ,
- [0274] 시각  $8k+4$ 일 때  $y_1(8k+4)=1$ ,  $y_2(8k+4)=e^{j0}$ ,
- [0275] 시각  $8k+5$ 일 때  $y_1(8k+5)=1$ ,  $y_2(8k+5)=e^{j\pi/2}$ ,
- [0276] 시각  $8k+6$ 일 때  $y_1(8k+6)=1$ ,  $y_2(8k+6)=e^{j\pi}$ ,
- [0277] 시각  $8k+7$ 일 때  $y_1(8k+7)=1$ ,  $y_2(8k+7)=e^{j3\pi/2}$
- [0278] 가 된다.
- [0279] 위에서 설명한 것과 같이,  $s_1(t)$ 만 위상을 변경하는 시간과  $s_2(t)$ 만 위상을 변경하는 시간이 존재하도록 한다. 또,  $s_1(t)$ 만 위상을 변경하는 시간과  $s_2(t)$ 만 위상을 변경하는 시간으로 위상변경의 주기를 구성한다. 또, 앞의 설명에서는  $s_1(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기와  $s_2(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기를 동일하게 하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며,  $s_1(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기와  $s_2(t)$ 만 위상변경을 실행하는 경우의 주기가 달라도 좋다. 또, 상술의 예에서는  $s_1(t)$ 를 4주기에 위상변경을 실행한 후에  $s_2(t)$ 를 4주기로 위상변경을 실행하도록 설명하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며,  $s_1(t)$ 의 위상변경과  $s_2(t)$ 의 위상변경의 순번을 어떻게 해도 좋다(예를 들어,  $s_1(t)$ 의 위상변경과  $s_2(t)$ 의 위상변경을 교대로 해도 좋고, 어떤 규칙에 따른 순번이라도 좋으며, 순번은 랜덤이라도 좋다).
- [0280] 이에 의해 수신장치 측에서의 송신신호  $z_1(t)$  및  $z_2(t)$ 를 수신한 때의 각각의 수신상태를 균등하게 할 수 있는 동시에, 수신한 신호  $z_1(t)$  및  $z_2(t)$  각각의 심벌에 대해 위상이 주기적으로 전환할 수 있음으로써 오류정정부호 후의 오류정정능력을 향상시킬 수 있으므로, LOS 환경에서의 수신품질을 향상시킬 수 있다.
- [0281] 이상, 실시형태 2에 나타낸 구성에서도 상기 실시형태 1과 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0282] 본 실시형태에서는 싱글 캐리어 방식을 예로, 즉, 위상변경을 시간 축에 대하여 실행하는 경우에 대해서 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 멀티 캐리어 전송을 실행한 경우에서도 동일하게 실시할 수 있다. 따라서 예를 들어, 스펙트럼 확산 통신방식, OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 방식, SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access), SC-OFDM(Single Carrier Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 방식, 비 특허문헌 7등에서 설명하고 있는 웨이브릿 OFDM 방식 등을 이용한 경우에 대해서도 마찬가지로 실시할 수 있다. 상술한 것과 같이 본 실시형태에서는 위상변경을 실행하는 설명으로 시간  $t$ 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우로 하여 설명하였으나, 실시형태 1과 같이 주파수 축 방향으로 위상변경을 실행하는 즉, 본 실시형태에서  $t$ 방향에서의 위상변경의 설명에서  $t$ 를  $f$ ( $f$ : 주파수((서브)캐리어))로 치환하여 생각함으로써, 본 실시형태에서 설명한 위상변경방법을 주파수 방향으로 위상 변경에 적용할 수 있게 된다. 또, 본 실시형태의 위상변경방법은 실시형태 1의 설명과 마찬가지로 시간-주파수 방향에 대한 위상 변경에 대하여 적용하는 것도 가능하다.
- [0283] 따라서 도 6, 도 25, 도 26, 도 27에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 6, 도 25, 도 26, 도 27에서 시간  $t$ 를 캐리어  $f$ 로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하고, 시간  $t$ 를 시간  $t$ , 주파수  $f$ , 즉,  $(t)$ 를  $(t, f)$ 로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다.
- [0284] 그리고 본 실시형태에서는 데이터심벌 이외의 심벌, 예를 들어, 파일럿심벌(프리앰블, 유니크 워드 등), 제어정보의 전송용의 심벌 등이 프레임에 어떻게 배치되고 있어도 좋다.
- [0285] (실시형태 3)
- [0286] 상기 실시형태 1 및 2에서는 위상을 규칙적으로 변경하는 것으로 했다. 본 실시형태 3에서는 송신장치에서 보아서 각처에 점재(點在)하게 되는 수신장치에서 수신장치가 어디에 배치되어 있어도 각 수신장치가 양호한 데이터

의 수신품질을 얻기 위한 수법에 대하여 설명한다.

- [0287] 본 실시형태 3에서는 위상을 변경하여 얻을 수 있는 신호의 심벌 배치를 설명한다.
- [0288] 도 31은 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방식에서 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 방식을 이용한 때의 시간-주파수 축에서의 신호의 일부인 심벌의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다.
- [0289] 먼저, 실시형태 1에서 설명한 2개의 프리코딩 후의 베이스밴드신호 중 일방의 베이스밴드신호(도 6 참조)로 위상변경을 실행한 경우의 예로 하여 설명한다.
- [0290] (또, 도 6에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 6에서 시간  $t$ 를 캐리어  $f$ 로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향으로의 위상변경을 실행하는 것에 상당하고, 시간  $t$ 를 시간  $t$ , 주파수  $f$ , 즉,  $(t)$ 를  $(t, f)$ 로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다).
- [0291] 도 31은 도 12에 나타난 위상 변경부(317B)의 입력인 변조신호  $z2'$ 의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 1개의 사각이 심벌(단, 프리코딩을 실행하고 있으므로  $s1$ 과  $s2$ 의 양자의 신호를 포함하고 있는 것이 통상이나, 프리코딩 행렬의 구성에 따라  $s1$ 과  $s2$ 의 일방의 신호만인 경우도 있다)을 나타내고 있다.
- [0292] 여기서, 도 31의 캐리어 2, 시각  $\$2$ 의 심벌(3100)에 대하여 주목한다. 또, 여기에서는 캐리어라고 기재하고 있으나 서브 캐리어라고 호칭하는 경우도 있다.
- [0293] 캐리어 2에서 시각  $\$2$ 에 시간적으로 가장 인접하는 심벌, 즉 캐리어 2의 시각  $\$1$ 의 심벌(3103)과 시각  $\$3$ 의 심벌(3101)의 각각의 채널상태는 캐리어 2, 시각  $\$2$ 의 심벌(3100)의 채널상태와 매우 상관이 높다.
- [0294] 마찬가지로 시각  $\$2$ 에서 주파수 축 방향으로 캐리어 2에 가장 인접하고 있는 주파수의 심벌, 즉, 캐리어 1, 시각  $\$2$ 의 심벌(3104)과 시각  $\$2$ , 캐리어 3의 심벌(3104)의 채널상태는 캐리어 2, 시각  $\$2$ 의 심벌(3100)의 채널상태와 함께 매우 상관이 높다.
- [0295] 상술한 것과 같이 심벌(3101, 3102, 3103, 3104)의 각각의 채널상태는 심벌 (3100)의 채널상태와의 매우 상관이 높다.
- [0296] 본 명세서에서 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 송신하는 위상으로  $N$ 종류의 위상(단,  $n$ 은 2 이상의 정수)을 준비하고 있는 것으로 한다. 도 31에 나타난 심벌에는 예를 들어 「 $e^{j0}$ 」라는 기재를 부여하고 있으나, 이는 이 심벌에서의 도 6에서의 신호  $z2'$ 에 대해 「 $e^{j0}$ 」가 승산되어 위상이 변경된 것을 의미한다. 즉, 도 31의 각 심벌에 기재하고 있는 값은 식 (42)에서의  $y(t)$  및 실시형태 2에서 설명한  $z2(t)=y_2(t)$   $z2'(t)$ 에서의  $y_2(t)$ 의 값이 된다.
- [0297] 본 실시형태에서는 이 주파수 축 방향으로 서로 인접하는 심벌 및/또는 시간 축 방향으로 서로 인접하는 심벌의 채널상태의 상관성이 높은 것을 이용하여 수신장치 측에서 높은 데이터의 수신품질을 얻을 수 있는 위상이 변경된 심벌의 심벌 배치를 설명한다.
- [0298] 이 수신 측에서 높은 데이터의 수신품질을 얻을 수 있는 조건으로 <조건 #1>, <조건 #2>를 생각할 수 있다.
- [0299] <조건 #1>
- [0300] 도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대하여 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ 가 데이터 전송용의 심벌(이하, 데이터심벌이라고 호칭한다)이고, 시간 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ 가 모두 데이터심벌이며, 이들 3개의 데이터심벌에 대응하는 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ , 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ , 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ 에서의 각각의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에서는 모두 다른 위상 변경이 실행된다.
- [0301] <조건 #2>
- [0302] 도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대하여 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ 가 데이터 전송용의 심벌(이하, 데이터심벌이라고 호칭한다)이고, 주파수 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y-1$  및 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y+1$ 이 모두 데이터심벌인 경우, 이들 3개의 데이터심벌에 대응하는 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ , 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ , 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y-1$  및 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y+1$ 에서의 각각의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에서는 모

두 다른 위상 변경이 실행된다.

- [0303] 그리고 <조건 #1>을 만족하는 데이터심벌이 존재하면 좋다. 마찬가지로, <조건 2>를 만족하는 데이터심벌이 존재하면 좋다.
- [0304] 이 <조건 #1>, <조건 #2>가 도출되는 이유는 이하와 같다.
- [0305] 송신신호에서 어떤 심벌(이후, 심벌 A라고 호칭한다)이 있고, 당해 심벌 A에 시간적으로 인접한 심벌 각각의 채널상태는 상술한 것과 같이 심벌 A의 채널상태와의 상관이 높다.
- [0306] 따라서 시간적으로 인접한 3 심벌로 다른 위상을 이용하고 있으면 LOS 환경에서 심벌 A가 열악한 수신품질(SNR로는 높은 수신품질을 얻고 있으나, 직접파의 위상 관계가 열악한 상황이므로 수신품질이 나쁜 상태)이라도 나머지 심벌 A에 인접하는 2 심벌에서는 양호한 수신품질을 얻을 수 있을 가능성이 매우 높으며, 그 결과 오류정정 복호 후는 양호한 수신품질을 얻을 수 있다.
- [0307] 마찬가지로, 송신신호에서 어떤 심벌(이후, 심벌 A라고 호칭한다)이 있고, 이 심벌 A와 주파수적으로 인접한 심벌 각각의 채널상태는 상술한 것과 같이 심벌 A의 채널상태와의 상관이 높다.
- [0308] 따라서 주파수적으로 인접한 3 심벌로 다른 위상을 이용하고 있으면 LOS 환경에서 심벌 A가 열악한 수신품질(SNR로는 높은 수신품질을 얻고 있으나, 직접파의 위상 관계가 열악한 상황이므로 수신품질이 나쁜 상태)이라도 나머지 심벌 A와 인접하는 2 심벌에서는 양호한 수신품질을 얻을 수 있을 가능성이 매우 높으며, 그 결과 오류정정 복호 후는 양호한 수신품질을 얻을 수 있다.
- [0309] 또, <조건 #1>과 <조건 #2>를 조합하면 수신장치에서 더욱 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있을 가능성이 있다. 따라서 이하의 <조건 #3>을 도출할 수 있다.
- [0310] <조건 #3>
- [0311] 도 6과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대하여 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 OFDM과 동일한 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ 가 데이터 전송용의 심벌(이하, 데이터심벌이라고 호칭한다)이고, 시간 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ 가 모두 데이터심벌이며, 또한, 주파수 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y-1$  및 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y+1$ 이 모두 데이터심벌인 경우, 이들 5개의 데이터심벌에 대응하는 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ , 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ , 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y-1$ , 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y+1$ 에서의 각각의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에서는 모두 다른 위상변경이 이루어진다.
- [0312] 여기서, 「다른 위상 변경」에 대하여 보충을 한다. 위상변경은 0 라디안에서  $2\pi$ 라디안으로 정의되게 된다. 예를 들어, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ 에서 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대하여 실시하는 위상변경을  $e^{j\theta_{X,Y}}$ , 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$ 에서 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대해서 실시하는 위상변경을  $e^{j\theta_{X-1,Y}}$ , 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ 에서 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대해서 실시하는 위상변경을  $e^{j\theta_{X+1,Y}}$ 로 하면,  $0 \text{ 라디안} \leq \theta_{X,Y} < 2\pi$ ,  $0 \text{ 라디안} \leq \theta_{X-1,Y} < 2\pi$ ,  $0 \text{ 라디안} \leq \theta_{X+1,Y} < 2\pi$ 가 된다. 따라서 <조건 #1>에서는  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X-1,Y}$ , 또한,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X+1,Y}$ , 또한,  $\theta_{X+1,Y} \neq \theta_{X-1,Y}$ 가 성립하게 된다. 마찬가지로 생각하면 <조건 #2>에서는  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ , 또한,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$ , 또한,  $\theta_{X,Y-1} \neq \theta_{X-1,Y+1}$ 이 성립하게 되며, <조건 #3>에서는  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X-1,Y}$ , 또한,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X+1,Y}$ , 또한,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ , 또한,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$ , 또한,  $\theta_{X-1,Y} \neq \theta_{X+1,Y}$ , 또한,  $\theta_{X-1,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ , 또한,  $\theta_{X-1,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$ , 또한,  $\theta_{X+1,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ , 또한,  $\theta_{X+1,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$ , 또한,  $\theta_{X,Y-1} \neq \theta_{X,Y+1}$ 이 성립하게 된다.
- [0313] 그리고 <조건 #3>을 만족하는 데이터심벌이 존재하면 좋다.
- [0314] 도 31은 <조건 #3>의 예이며 심벌 A에 해당하는 심벌(3100)에 해당하는 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 송산되어 있는 위상과 그 심벌(3100)에 시간적으로 인접하는 심벌(3101)에 해당하는 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ , 심벌(3102)에 해당하는 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 송산되어 있는 위상과 주파수적으로 인접하는 심벌(3102)에 해당하는 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ , 심벌(3104)에 해당하는 도 6의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 송산되어 있는 위상이 서로 다르게 배치되어 있으며, 이에 따라 수신 측에서의 심벌(3100)의 수신품질이 열악해도 그 인접하는 심벌의 수신품질은 매우 높아지므로 오

류정정 복호 후의 높은 수신품질을 확보할 수 있다.

- [0315] 이 조건의 하에서 위상을 변경하여 얻을 수 있는 심벌의 배치 예를 도 32에 나타낸다.
- [0316] 도 32를 보면 알 수 있는 것과 같이, 어느 데이터심벌에서도 그 위상이 주파수 축 방향 및 시간 축 방향의 쌍방에서 서로 인접하는 심벌에 대해서 변경된 위상의 정도는 서로 다른 위상변경량이 되어 있다. 이와 같이 함으로써 수신장치에서의 오류정정능력을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0317] 즉, 도 32에서는 시간 축 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고 있는 경우 <조건 #1>이 모든 X, 모든 Y에서 성립하고 있다.
- [0318] 마찬가지로, 도 32에서는 주파수 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고 있는 경우 <조건 #2>가 모든 X, 모든 Y에서 성립하고 있다.
- [0319] 마찬가지로, 도 32에서는 주파수 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고, 또한, 시간 축 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고 있는 경우 <조건 #3>이 모든 X, 모든 Y에서 성립하고 있다.
- [0320] 다음에, 실시형태 2에서 설명한 2개의 프리코딩 후의 베이스밴드신호로 위상변경을 실행한 경우(도 26 참조)의 예로 설명한다.
- [0321] 도 26과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$  및 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 양자에 위상변경을 하는 경우, 위상변경방법에 대해 몇 가지 방법이 있다. 그 점에 대해 상세하게 설명한다.
- [0322] 방법 1로, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 상술한 것과 같이 도 32와 같이 위상변경을 실행하는 것으로 한다. 도 32에서의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10으로 하고 있다. 그러나 앞에서 설명한 것과 같이 <조건 #1>, <조건 #2>, <조건 #3>을 만족하도록 하기 위해 (서브)캐리어 1에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 실시하는 위상변경을 시간과 함께 변경하고 있다(도 32에서는 이와 같은 변경을 하고 있으나, 주기 10으로 하는 다른 위상변경방법이라도 좋다). 그리고 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경은 도 33과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10의 1주기 분의 위상을 변경하는 값은 일정하게 한다. 도 33에서는 (프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의) 1주기 분을 포함하는 시각  $\$1$ 에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경의 값은  $e^{j0}$ 로 하고 있고, 다음의 (프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의) 1주기 분을 포함하는 시각  $\$2$ 에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경의 값은  $e^{j\pi/9}$ 로 하고 있으며, ...로 하고 있다.
- [0323] 또, 도 33에 나타난 심벌에는 예를 들어 「 $e^{j0}$ 」라는 기재를 부가하고 있으나, 이는 이 심벌에서의 도 26에서의 신호  $z1'$ 에 대해 「 $e^{j0}$ 」가 승산되어 위상이 변경된 것을 의미한다. 즉, 도 33의 각 심벌에 기재하고 있는 값은 실시형태 2에서 설명한  $z1(t)=y1(t)$   $z1'(t)$ 에서의  $y1(t)$ 의 값이 된다.
- [0324] 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경은 도 33과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10의 1주기 분의 위상을 변경하는 값은 일정으로 하고, 위상을 변경하는 값은 1주기 분의 번호와 함께 변경하도록 한다(위에서 설명한 것과 같이, 도 33에서는 제 1의 1주기 분으로는  $e^{j0}$ 로 하고, 제 2의 1주기 분으로는  $e^{j\pi/9}$ , ..., 로 하고 있다).
- [0325] 이상과 같이 함으로써 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10이나, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경과 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기는 10보다 크게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해 수신장치의 데이터의 수신품질이 향상할 가능성이 있다.
- [0326] 방법 2로, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 상술한 것과 같이 도 32와 같이 위상변경을 실행하는 것으로 한다. 도 32에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10으로 하고 있다. 그러나 앞에서 설명한 것과 같이 <조건 #1>, <조건 #2>, <조건 #3>을 만족시키기 위하여 (서브)캐리어 1에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 실시하는 위상변경을 시간과 함께 변경하고 있다(도 32에서는 이와 같은 변경을 하고 있으나, 주기 10으로 하는 다른 위상변경방법이라도 좋다). 그리고 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경은 도 30에 나타내는 것과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10과는 다른 주기 3에서의 위상변경을 실행한다.
- [0327] 또, 도 30에 나타난 심벌에는 예를 들어 「 $e^{j0}$ 」라는 기재를 부가하고 있으나, 이는 이 심벌에서의 도 26에서의

신호  $z1'$ 에 대해 「 $e^{j0}$ 」가 승산되어 위상이 변경된 것을 의미한다. 즉, 도 30의 각 심벌에 기재하고 있는 값은 실시형태 2에서 설명한  $z1(t)=y1(t)$   $z1'(t)$ 에서의  $y1(t)$ 의 값이 된다.

- [0328] 이상과 같이 함으로써 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경은 주기 10이나, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경과 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기는 30이 되고, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경과 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기를 10보다 크게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해 수신장치의 데이터의 수신품질이 향상할 가능성이 있다. 방법 2의 하나의 유효한 방법으로는 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경의 주기를  $N$ 으로 하고 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의 주기를  $M$ 으로 한 때, 특히,  $N$ 과  $M$ 이 서로 소의 관계이면, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 의 위상변경과 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기는  $N \times M$ 으로 용이하게 큰 주기로 설정할 수 있다는 이점이 있으나,  $N$ 과  $M$ 이 서로 소의 관계라도 주기를 크게 하는 것은 가능하다.
- [0329] 또, 본 실시형태 3의 위상변경방법은 일레이며, 이에 한정되는 것은 아니고, 실시형태 1, 실시형태 2에서 설명한 것과 같이 주파수 축 방향으로 위상변경을 실행하거나 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하거나 시간-주파수의 블록으로 위상변경을 실행해도 동일하게 수신장치에서의 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있다는 효과를 갖게 된다.
- [0330] 상기에서 설명한 프레임 구성 이외에도 데이터심벌 간에 파일럿심벌(SP(Scattered Pilot))이나 제어정보를 전송하는 심벌 등이 삽입되는 것도 생각할 수 있다. 이 경우의 위상 변경에 대해 상세하게 설명한다.
- [0331] 도 47은 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z1$  또는  $z1'$  및 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z2'$ 의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 47 (A)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z1$  또는  $z1'$ 의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 47 (b)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z2'$ 의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 47에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌을 나타내고 있으며, 데이터심벌(4702)은 프리코딩 또는 프리코딩과 위상변경을 실행한 심벌이 된다.
- [0332] 도 47은 도 6과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다(프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1$ 에는 위상변경을 실행하지 않는다). (또, 도 6에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 6에서 시간  $t$ 를 캐리어  $f$ 로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하며, 시간  $t$ 를 시간  $t$ , 주파수  $f$ , 즉,  $(t)$ 를  $(t, f)$ 로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다). 따라서 도 47의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다. 또, 도 47의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ ( $z1$ )의 심벌은 위상변경을 실행하지 않으므로 수치를 기재하고 있지 않다.
- [0333] 도 47에서 중요한 점은 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩을 실시한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로,  $s1$ 의 심벌과  $s2$ 의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서  $z2'$ 에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.
- [0334] 도 48은 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z1$  또는  $z1'$  및 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z2'$ 의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 48 (a)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z1$  또는  $z1'$ 의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 48 (b)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호)  $z2'$ 의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 48에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌을 나타내고 있으며, 데이터심벌(4702)은 프리코딩과 위상변경을 실행한 심벌이 된다.
- [0335] 도 48은 도 26과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$  및 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다(또, 도 26에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 26에서 시간  $t$ 를 캐리어  $f$ 로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하며, 시간  $t$ 를 시간  $t$ , 주파수  $f$ , 즉,  $(t)$ 를  $(t, f)$ 로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다). 따라서 도 48의 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$  및 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다.
- [0336] 도 48에서 중요한 점은 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z1'$ 에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩을 실시한 심벌에 대하여 실시하고 있고, 또, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩을 실시한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하

고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z1'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않으며, 또, z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.

[0337] 도 49는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z1 또는 z1' 및 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z2'의 시간-주파수에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 49 (a)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z1 또는 z1'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 49 (b)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 49에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌, 4901은 Null심벌이고, 베이스밴드신호의 동상성분 I=0이고 직교성분 Q=0이 된다. 이때, 데이터심벌(4702)은 프리코딩 또는 프리코딩과 위상변경을 실행한 심벌이 된다. 도 49와 도 47의 차이는 데이터심벌 이외의 심벌의 구성방법이며, 변조신호 z1'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z2'는 Null심벌이 되어 있고, 반대로 변조신호 z2'와 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z1'는 Null심벌이 된다는 점이다.

[0338] 도 49는 도 6과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다(프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1에는 위상변경을 실행하지 않는다). (또, 도 6에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 6에서 시간 t를 캐리어 f로 치환하여 생각하는 함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하며, 시간 t를 시간 t, 주파수 f, 즉, (t)를 (t, f)로 치환하여 생각하는 함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다). 따라서 도 49의 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다. 또, 도 49의 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1'(z1)의 심벌은 위상변경을 실행하지 않으므로 수치를 기재하고 있지 않다.

[0339] 도 49에서 중요한 점은 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩을 실시한 심벌에 대해 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.

[0340] 도 50은 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z1 또는 z1' 및 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 50 (A)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z1 또는 z1'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 50 (b)는 변조신호(프리코딩 후의 베이스밴드신호) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 50에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌, 4901은 Null심벌이고, 베이스밴드신호의 동상성분 I=0이고 직교성분 Q=0이 된다. 이때, 데이터심벌(4702)은 프리코딩 또는 프리코딩과 위상변경을 실행한 심벌이 된다. 도 50과 도 48의 차이는 데이터심벌 이외의 심벌의 구성방법이며, 변조신호 z1'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z2'는 Null심벌이 되어 있으며, 반대로 변조신호 z2'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z1'는 Null 심벌이 된다는 점이다.

[0341] 도 50은 도 26과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1' 및 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다(또, 도 26에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 26에서 시간 t를 캐리어 f로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하고, 시간 t를 시간 t, 주파수 f, 즉, (t)를 (t, f)로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다). 따라서 도 50의 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1' 및 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다.

[0342] 도 50에서 중요한 점은 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1'에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩을 실시한 심벌에 대하여 실시하고 있고, 또, 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩을 실시한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z1'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않으며, 또, z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.

[0343] 도 51은 도 47, 도 49의 프레임 구성의 변조신호를 생성하여 송신하는 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 4와 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다.

[0344] 도 51에서 가중합성부(308A, 308B) 및 위상 변경부(317B)는 프레임 구성신호 (313)가 데이터심벌인 타이밍을 나타내고 있을 때만 동작하게 된다.

- [0345] 도 51의 파일럿심벌(Null심벌 생성을 겸하는 것으로 한다) 생성부(5101)는 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또한 Null심벌)인 것을 나타내고 있는 경우, 파일럿심벌의 베이스밴드신호(5102A 및 5102B)를 출력한다.
- [0346] 도 47부터 도 50의 프레임 구성에서는 나타내고 있지 않았으나, 프리코딩(및 위상회전을 하지 않는다)을 실시하지 않는, 예를 들어 1 안테나로부터 변조신호를 송신하는 방식(이 경우, 이미 일방의 안테나로부터는 신호를 전송하지 않게 된다), 또는 시공간부호(특히 시공간블록부호)를 이용한 전송방식을 이용하여 제어정보 심벌을 송신하는 경우 제어정보 심벌(5104)은 제어정보(5103), 프레임 구성신호(313)를 입력으로 하여, 프레임 구성신호(313)가 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우 제어정보 심벌의 베이스밴드신호(5102A, 5102B)를 출력한다.
- [0347] 도 51의 무선부(310A, 310B)는 입력이 되는 복수의 베이스밴드신호 중 프레임 구성신호(313)에 의거하여 복수의 베이스밴드신호로부터 소망의 베이스밴드신호를 선택한다. 그리고 OFDM 관련의 신호처리를 실행하여 프레임 구성에 따른 변조신호(311A, 311B)를 각각 출력한다.
- [0348] 도 52는 도 48, 도 50의 프레임 구성의 변조신호를 생성하여 송신하는 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 4, 도 51과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다. 도 51에 대하여 추가한 위상 변경부(317A)는 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌인 타이밍을 나타내고 있을 때만 동작하게 된다. 그 외에 대해서는 도 51과 동일한 동작이 된다.
- [0349] 도 53은 도 51과는 다른 송신장치의 구성방법이다. 이하에서는 다른 점에 대하여 설명한다. 위상 변경부(317B)는 도 53과 같이 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌임을 나타내고 있는 경우, 위상 변경부(317B)는 프리코딩 후의 베이스밴드신호(316B)에 대해 위상변경을 실행한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또는 Null심벌) 또는 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우, 위상 변경부(317B)는 위상변경의 동작을 정지하고 각 심벌의 베이스밴드신호를 그대로 출력한다(해석으로는 「 $e^{j0}$ 」에 상당하는 위상 회전을 강제적으로 실행하고 있다고 생각하면 좋다).
- [0350] 선택부(5301)는 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 하여 프레임 구성신호(313)가 나타내는 심벌의 베이스밴드신호를 선택하여 출력한다.
- [0351] 도 54는 도 52와는 다른 송신장치의 구성방법이다. 이하에서는 다른 점에 대하여 설명한다. 위상 변경부(317B)는 도 54와 같이 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌임을 나타내고 있는 경우, 위상 변경부(317B)는 프리코딩 후의 베이스밴드신호(316B)에 대해 위상변경을 실행한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또는 Null심벌) 또는 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우, 위상 변경부(317B)는 위상변경의 동작을 정지하고 각 심벌의 베이스밴드신호를 그대로 출력한다(해석으로는 「 $e^{j0}$ 」에 상당하는 위상 회전을 강제적으로 실행하고 있다고 생각하면 좋다).
- [0352] 마찬가지로 위상 변경부(5201)는 도 54와 같이 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(5201)는 프리코딩 후의 베이스밴드신호(309A)에 대해 위상변경을 실행한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또는 Null심벌) 또는 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(5201)는 위상변경의 동작을 정지하고 각 심벌의 베이스밴드신호를 그대로 출력한다(해석으로는 「 $e^{j0}$ 」에 상당하는 위상 회전을 강제적으로 실행하고 있다고 생각하면 좋다).
- [0353] 상술의 설명에서는 파일럿심벌과 제어심벌과 데이터심벌을 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 프리코딩과는 다른 전송방법, 예를 들어 1 안테나 송신, 시공간블록부호를 이용한 전송방식 등을 이용하여 전송하는 심벌이면 동일하게 위상변경을 하지 않는 것이 중요해지며, 이와는 반대로 프리코딩을 실행한 심벌에 대해서는 위상변경을 실행하는 것이 본 발명에서는 중요한 것이 된다.
- [0354] 따라서 시간-주파수 축에서의 프레임 구성에서의 모든 심벌에서 위상변경을 하는 것은 아니며, 프리코딩을 실행한 신호에만 위상변경을 하는 점이 본 발명의 특징이 된다.
- [0355] (실시형태 4)
- [0356] 상기 실시형태 1 및 2에서는 위상을 규칙적으로 변경하는 것을, 실시형태 3에서는 서로 이웃이 되는 심벌의 위상의 변경의 정도를 다르게 하는 것을 설명했다.
- [0357] 본 실시형태 4에서는 위상변경방법이 송신장치가 사용하는 변조방식, 오류정정부호의 부호화율에 의해 달라도 좋은 것을 나타낸다.

[0358] 이하의 표 1에는 송신장치가 설정한 각종 설정 파라미터에 따라서 설정하는 위상변경방법의 일례를 나타내고 있다.

표 1

송신 변조 신호수	변조 방식	부호화율	위상 변경 패턴
2	#1:QPSK, #2:QPSK	#1:1/2, #2:2/3	#1:·, #2:A
2	#1:QPSK, #2:QPSK	#1:1/2, #2:3/4	#1:A, #2:B
2	#1:QPSK, #2:QPSK	#1:2/3, #2:3/5	#1:A, #2:C
2	#1:QPSK, #2:QPSK	#1:2/3, #2:2/3	#1:C, #2:·
2	#1:QPSK, #2:QPSK	#1:3/3, #2:5/6	#1:D, #2:E
2	#1:QPSK, #2:16QAM	#1:1/2, #2:2/3	#1:B, #2:A
2	#1:QPSK, #2:16QAM	#1:1/2, #2:3/4	#1:A, #2:C
2	#1:QPSK, #2:16QAM	#1:1/2, #2:3/5	#1:·, #2:E
2	#1:QPSK, #2:16QAM	#1:2/3, #2:3/4	#1:D, #2:·
2	#1:QPSK, #2:16QAM	#1:2/3, #2:5/6	#1:D, #2:B
2	#1:16QAM, #2:16QAM	#1:1/2, #2:2/3	#1:·, #2:E
·	·	·	·
·	·	·	·
·	·	·	·

[0359]

[0360] 표 1에서의 #1은 상기 실시형태 1의 변조신호 s1 (송신장치가 설정한 변조방식의 베이스밴드신호 s1), #2는 변조신호 s2(송신장치가 설정한 변조방식의 베이스밴드신호 s2)를 의미한다. 표 1에서의 부호화율의 예는 #1, #2의 변조방식에 대하여 오류정정부호가 설정한 부호화율을 나타내고 있다. 표 1에서의 위상변경패턴의 예는 실시형태 1부터 실시형태 3에서 설명한 것과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1 (z1'), z2(z2')에 대해서 실시하는 위상변경방법을 나타내고 있으며, 위상변경패턴을 A, B, C, D, E, ...와 같이 설정하고 있으나, 이는 실제로는 위상을 변경하는 정도의 변화를 나타내는 정보이며, 예를 들어, 상기 식 (46)이나 식 (47)에 나타내는 것과 같은 변경패턴을 나타내는 것으로 한다. 또, 표 1에서의 위상변경패턴의 예에서 「·」이라고 기재하고 있으나, 이는 위상변경을 실행하지 않는 것을 의미하고 있다.

[0361] 또, 표 1에 나타난 변조방식이나 부호화율의 조합은 일례이며, 표 1에 나타내는 변조방식 이외의 변조방식(예를 들어 128QAM나 256QAM 등)이나, 부호화율(예를 들어 7/8 등)이 포함되어도 좋다. 또, 실시형태 1에서 나타내는 것과 같이 오류정정부호는 s1, s2 각각에 설정해도 좋다(또, 표 1의 경우는 도 4와 같이 하나의 오류정정부호의 부호화를 실시하고 있는 경우로 하고 있다). 또, 동일한 변조방식 및 부호화율에 서로 다른 복수의 위상변경패턴을 대응시켜도 좋다. 송신장치는 각 위상패턴을 나타내는 정보를 수신장치에 대해 송신하고, 수신장치는 당해 정보와 표 1을 참조함으로써 위상변경패턴을 특정하여 복조 및 복호를 실행하게 된다. 또, 변조방식 및 오류정정부호에 대해 위상변경패턴이 고유하게 결정되는 경우, 송신장치는 변조방식과 오류정정부호의 정보를 수신장치에 송신하면 수신장치는 그 정보를 얻음으로써 위상변경패턴을 알 수 있으므로, 이 경우는 위상변경패턴의 정보는 반드시 필요로 하지 않는다.

[0362] 실시형태 1부터 실시형태 3에서는 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우에 대하여 설명하였으나, 위상뿐만 아니라 진폭을 위상변경과 동일하게 주기를 가지고 규칙적으로 변경하는 것도 가능하다. 따라서 당해 표 1에 규칙적으로 변조신호의 진폭을 변경하는 진폭변경패턴도 대응시켜도 좋다. 이 경우, 송신장치에는 도 3이나 도 4의 가중합성부(308A)의 뒤에 진폭을 변경하는 진폭변경부, 또, 가중합성부(308B)의 뒤에 진폭을 변경하는 진폭변경부를 구비하면 좋다. 또, 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1(t), z2(t)의 일방에 대해 진폭변경을 실시해도 좋고(이 경우, 가중합성부(308A, 308B)의 어느 하나의 뒤에 진폭변경부를 구비하면 좋다), 양쪽 모두에 대하여 진폭변경을 실시해도 좋다.

- [0363] 또, 상기 표 1에서는 나타내고 있지 않으나, 위상을 규칙적으로 변경하는 것이 아니라 매핑부에 의해 규칙적으로 매핑방법을 변경하는 구성으로 해도 좋다.
- [0364] 즉, 변조신호  $s_1(t)$ 의 매핑방식을 16QAM, 변조신호  $s_2(t)$ 의 매핑방식을 16QAM이던 것을, 예를 들어 변조신호  $s_2(t)$ 에 적용하는 매핑방식을 규칙적으로 16QAM → 16APSK(16 Amplitude Phase Shift Keying) → I-Q평면에서 16QAM, 16APSK와는 다른 신호 점 배치가 되는 제 1 매핑방법 → I-Q평면에서 16QAM, 16APSK와는 다른 신호 점 배치가 되는 제 2 매핑방법 → ... 과 같이 변경함으로써 상술한 것과 같이 위상을 규칙적으로 변경하는 경우와 동일하게 수신장치에서 데이터의 수신품질을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.
- [0365] 또, 본 발명은 위상을 규칙적으로 변경하는 방법, 매핑방법을 규칙적으로 변경하는 방법, 진폭을 변경하는 방법의 어느 하나의 조합이라도 좋고, 또, 그 모두를 고려하여 송신신호를 송신하는 구성으로 해도 좋다.
- [0366] 본 실시형태에서는 싱글 캐리어 방식, 멀티 캐리어 전송 어느 경우에서도 실시할 수 있다. 따라서 예를 들어, 스펙트럼 확산 통신방식, OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 방식, SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access), SC-OFDM(Single Carrier Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) 방식, 비 특허문헌 7 등에서 설명하는 웨이브렛 OFDM 방식 등을 이용한 경우에 대해서도 실시할 수 있다. 상술한 것과 같이 본 실시형태에서는 위상변경, 진폭변경, 매핑변경을 실행하는 설명으로 시간  $t$ 축 방향으로 위상변경, 진폭변경, 매핑 변경을 실행하는 경우로 설명하였으나, 실시형태 1과 동일하게 주파수축 방향으로 위상변경을 실행할 때와 마찬가지로, 즉, 본 실시형태에서  $t$ 방향에서의 위상변경, 진폭변경, 매핑 변경의 설명에서  $t$ 를  $f$ ( $f$ : 주파수((서브)캐리어))로 치환하여 생각함으로써 본 실시형태에서 설명한 위상변경, 진폭변경, 매핑변경을, 주파수 방향으로 위상변경, 진폭변경, 매핑변경으로 적용할 수 있게 된다. 또, 본 실시형태의 위상변경, 진폭변경, 매핑변경 방법은 실시형태 1의 설명과 마찬가지로 시간-주파수 방향에 대한 위상변경, 진폭변경, 매핑변경에 대하여 적용하는 것도 가능하다.
- [0367] 그리고 본 실시형태에서는 데이터심벌 이외의 심벌, 예를 들어, 파일럿심벌(프리앰블, 유니크 워드 등), 제어정보의 전송용의 심벌 등이 프레임에 어떻게 배치되어 있어도 좋다.
- [0368] (실시형태 A1)
- [0369] 본 실시형태에서는 비 특허문헌 12 ~ 비 특허문헌 15에 나타내고 있는 것과 같이 QC(Quasi Cyclic) LDPC(Low-Density Parity-Check) 부호(QC-LDPC부호가 아닌 LDPC부호라도 좋다), LDPC부호와 BCH 부호(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code)의 연접부호, 테일 바이팅(tail-biting)을 이용한 터보부호 또는 Duo-Binary Turbo Code 등의 블록부호를 이용한 때의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에 대해 상세하게 설명한다. 여기에서는 일례로  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하는 경우를 예로 하여 설명한다. 단, 블록부호를 이용하여 부호화를 실행한 때, 제어정보 등이 필요하지 않을 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수(단, 이 중에 이하에서 기재하는 것과 같은 제어정보 등이 포함되어 있어도 좋다)와 일치한다. 블록부호를 이용하여 부호화를 실행한 때, 제어정보 등(예를 들어, CRC(Cyclic Redundancy Check), 전송 파라미터 등)이 필요할 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수와 제어정보 등의 비트 수의 합인 경우도 있다.
- [0370] 도 34는 블록부호를 이용한 때 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 34는 예를 들어 도 4의 송신장치에 나타낸 것과 같이  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하고, 또한, 송신장치가 1개의 부호화기를 보유하고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송 중 어느 하나를 이용해도 좋다)
- [0371] 도 34에 나타내는 것과 같이 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [0372] 그리고 도 4의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되므로, 변조방식이 QPSK일 때 상술한 설명의 3000 심벌은  $s_1$ 에 1500 심벌,  $s_2$ 에 1500 심벌이 할당되게 되므로,  $s_1$ 로 송신하는 1500 심벌과  $s_2$ 로 송신하는 1500 심벌을 송신하기 위해 1500슬롯(여기에서는 「슬롯」이라고 명명한다)이 필요하다.
- [0373] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 750슬롯이 필요하고, 변조방식이 64QAM일 때 1 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 500슬롯이

필요하다.

- [0374] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 상술에서 정의한 슬롯과 송신하는 위상과의 관계에 대하여 설명한다.
- [0375] 여기에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 도 4의 송신장치의 위상 변경부를 위하여 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 준비한다(실시형태 1부터 실시형태 4에서의 「주기」가 된다)(도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에만 위상변경을 실행하는 경우 주기 5의 위상변경을 실행기 위하여 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 도 26과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1' 및 z2'의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우 1 슬롯을 위해 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 한다. 따라서 이 경우 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 이 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], PHASE[3], PHASE[4]로 나타내는 것으로 한다.
- [0376] 변조방식이 QPSK일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상의 영향이 크고, 수신장치에서 이 영향에 의존한 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [0377] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 750슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 150슬롯일 필요가 있다.
- [0378] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 500슬롯에 대해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 100슬롯일 필요가 있다.
- [0379] 이상과 같이, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 N개(N개의 다른 위상을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]로 나타내는 것으로 한다)로 한 때의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯 수를  $K_0$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i$ ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)), 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_{N-1}$ 로 한 때,
- [0380] <조건 #A01>
- [0381]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{N-1}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0382] 라도 좋다.
- [0383] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식으로부터 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #A01>가 성립하면 좋아진다.
- [0384] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이고(경우에 따라서는 동일해지는 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #A01>를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #A01>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [0385] <조건 #A02>
- [0386]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a-K_b|$ 는 0 또는 1
- [0387] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0388] 도 35는 블록부호를 이용한 때 2개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 35는 도 3의 송신장치 및 도 12의 송신장치에 나타낸 것과 같이 s1, s2의 2개의 스트림을 송신하며, 또한,

송신장치가 2개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식은 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송의 어느 하나를 이용해도 좋다)

- [0389] 도 35에 나타내는 것과 같이, 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [0390] 그리고 도 3의 송신장치 및 도 12의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되며, 또, 2개의 부호화기가 존재하므로, 2개의 스트림에서는 다른 부호블록을 전송하게 된다. 따라서 변조방식이 QPSK일 때 s1, s2에 의해 2개의 부호화블록이 동일 구간 내에서 송신되는 점으로부터, 예를 들어 s1에 의해 제 1 부호화 후의 블록이 송신되고, s2에 의해 제 2 부호화블록이 송신되게 되므로, 제 1, 제 2 부호화 후의 블록을 송신하기 위해 3000 슬롯이 필요하다.
- [0391] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1500슬롯이 필요하고, 변조방식이 64QAM일 때 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1000슬롯이 필요하다.
- [0392] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 상술한 설명에서 정의한 슬롯과 송신하는 위상과의 관계에 대하여 설명한다.
- [0393] 여기에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 도 3 및 도 12의 송신장치의 위상 변경부를 위하여 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 준비하는 것으로 한다(실시형태 1부터 실시형태 4에서의 「주기」가 된다)(도 6과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 도 26과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1' 및 z2'의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 부른다. 따라서 이 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 이 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], PHASE[3], PHASE[4]로 나타내는 것으로 한다.
- [0394] 변조방식이 QPSK일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000×2 비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 3000슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 600슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상의 영향이 크고, 수신장치에서 이 영향에 의존한 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [0395] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 600회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 600회이면 좋다.
- [0396] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000×2 비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다.
- [0397] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300회이면 좋다.
- [0398] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000×2 비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1000슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상

PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 200슬롯일 필요가 있다.

- [0399] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 200회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 200회이면 좋다.
- [0400] 이상과 같이, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]로 나타내는 것으로 한다)로 한 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯 수를  $K_0$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i(i=0, 1, 2, \dots, N-1(i는 0 이상 N-1 이하의 정수))$ , 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_{N-1}$ 로 한 때,
- [0401] <조건 #A03>
- [0402]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{N-1}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0403] 이며, 제 1 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0, 1}$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1, 1}$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i, 1}(i=0, 1, 2, \dots, N-1(i는 0 이상 N-1 이하의 정수))$ , 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1, 1}$ 로 한 때,
- [0404] <조건 #A04>
- [0405]  $K_{0, 1}=K_{1, 1}=\dots=K_{i, 1}=\dots=K_{N-1, 1}$ , 즉,  $K_{a, 1}=K_{b, 1}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0406] 이며, 제 2 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0, 2}$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1, 2}$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i, 2}(i=0, 1, 2, \dots, N-1(i는 0 이상 N-1 이하의 정수))$ , 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1, 2}$ 로 한 때,
- [0407] <조건 #A05>
- [0408]  $K_{0, 2}=K_{1, 2}=\dots=K_{i, 2}=\dots=K_{N-1, 2}$ , 즉,  $K_{a, 2}=K_{b, 2}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0409] 라도 좋다.
- [0410] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식으로부터 선택해서 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #A03>, <조건 #A04>, <조건 #A05>이 성립하면 좋아진다.
- [0411] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우 각 변조방식에 의해 1 심벌로 송신할 수가 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이고(경우에 따라서는 동일해지는 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #A03>, <조건 #A04>, <조건 #A05>를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #A03>, <조건 #A04>, <조건 #A05>를 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [0412] <조건 #A06>
- [0413]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a-K_b|$ 는 0 또는 1
- [0414] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0415] <조건 #A07>
- [0416]  $K_{a, 1}$ 과  $K_{b, 1}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 1}-K_{b, 1}|$ 은 0 또는 1
- [0417] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )

- [0418] <조건 #A08>
- [0419]  $K_{a, 2}$ 과  $K_{b, 2}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 2} - K_{b, 2}|$ 는 0 또는 1
- [0420] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b = 0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0421] 이상과 같이, 부호화 후의 블록과 송신하는 위상의 관계를 갖는 것을 실행함으로써 부호화블록을 전송하기 위해 사용하는 위상에 편중이 없어지므로, 수신장치에서 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0422] 본 실시형태에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 주기  $N$ 의 위상변경방법을 위해서는  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)이 필요하게 된다. 이때,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)으로서 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]을 준비하게 되나, 주파수 축 방향으로 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]의 순서로 배열하는 방법도 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트) PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]을 실시형태 1과 동일하게 시간 축, 주파수-시간 축의 블록에 대하여 심벌을 배치함으로써 위상을 변경할 수도 있다. 또, 주기  $N$ 의 위상변경방법으로 설명하고 있으나,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 랜덤하게 이용하도록 해도 동일한 효과를 얻을 수 있다, 즉, 반드시 규칙적인 주기를 가지도록  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 이용할 필요는 없으나, 상기에서 설명한 조건을 만족하는 것은 수신장치에서 높은 데이터의 수신 품질을 얻는데 있어서는 중요하다.
- [0423] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법(실시형태 1부터 실시형태 4에서 설명한 송신방법)의 모드가 존재하며, 송신장치(방송국, 기지국)는 이와 같은 모드에서 어느 하나의 송신방법을 선택할 수 있도록 해도 좋다.
- [0424] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식이란 비 특허문헌 3에 나타내고 있는 것과 같이 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1, s_2$ 를 각각 다른 안테나에서 송신하는 방법이며, 프리코딩 행렬이 고정인 MIMO 전송방식이란 실시형태 1부터 실시형태 4에서 프리코딩만을 실행하는(위상변경을 실행하지 않는) 방식이다. 또, 시공간블록부호화 방식이란 비 특허문헌 9, 16, 17에 나타내고 있는 전송방식이다. 1 스트림만 송신이란 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1$ 의 신호를 소정의 처리를 실행하여 안테나에서 송신하는 방법이다.
- [0425] 또, OFDM과 같은 멀티 캐리어의 전송방식을 이용하고 있으며, 복수의 캐리어로 구성된 제 1 캐리어 군, 복수의 캐리어로 구성된 제 2 캐리어 군과는 다른 제 2 캐리어 군, ...과 같이 복수의 캐리어 군으로 멀티 캐리어 전송을 실현하고 있으며, 캐리어 군마다 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정인 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 어느 하나로 설정해도 좋고, 특히, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 선택한(서브)캐리어 군에서는 본 실시형태를 실시하면 좋다.
- [0426] 또, 일방의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 예를 들어 PHASE[i]의 위상변경 값을 「X라디안」으로 한 경우, 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서의 위상 변경부에서  $e^{jX}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_2'$ 에 승산하게 된다. 그리고 양자의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 예를 들어 PHASE[i]의 위상변경 세트를 「X라디안」 및 「Y라디안」으로 한 경우, 도 26, 도 27, 도 28, 도 52, 도 54에서의 위상 변경부에서  $e^{jX}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_2'$ 에 승산하게 되며,  $e^{jY}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_1'$ 에 승산하게 된다.
- [0427] (실시형태 B1)
- [0428] 이하에서는 상기 각 실시형태에서 설명한 송신방법 및 수신방법의 응용 예와 그를 이용한 시스템의 구성의 예를 설명한다.
- [0429] 도 36은 상기 실시형태에서 설명한 송신방법 및 수신방법을 실행하는 장치를 포함하는 시스템의 구성 예를 나타내는 도면이다. 상기 각 실시형태에서 설명한 송신방법 및 수신방법은 도 36에 나타내는 것과 같은 방송국과, 텔레비전(3611), DVD 레코더(3612), STB(Set Top Box)(3613), 컴퓨터(3620), 차량용의 텔레비전(3641) 및 휴대전화(3630) 등의 다양한 종류의 수신기를 포함하는 디지털방송용 시스템(3600)에서 실시된다. 구체적으로는 방송국(3601)이 영상데이터나 음성데이터 등이 다중화된 다중화데이터를 상기 각 실시형태에서 나타낸 송신방법을 이용하여 소정의 전송 대역으로 송신한다.
- [0430] 방송국(3601)으로부터 송신된 신호는 각 수신기에 내장되거나 또는 외부에 설치된 당해 수신기와 접속된 안테나

(예를 들어 안테나(3660, 3640))로 수신된다. 각 수신기는 안테나에서 수신된 신호를 상기 각 실시형태에서 나타내는 수신방법을 이용해 복조하여 다중화데이터를 취득한다. 이에 의해 디지털 방송용 시스템(3600)은 상기 각 실시형태에서 설명한 본원 발명의 효과를 얻을 수 있다.

[0431] 여기서, 다중화데이터에 포함되는 영상데이터는 예를 들어 MPEG(Moving Picture Experts Group) 2, MPEG4-AVC(Advanced Video Coding), VC-1 등의 규격에 준거한 동영상 부호화방법을 이용하여 부호화되어 있다. 또, 다중화데이터에 포함되는 음성데이터는 예를 들어 돌비 AC(Audio Coding)-3, Dolby Digital Plus, MLP(Meridian Lossless Packing), DTS(Digital Theater Systems), DTS-HD, 리니어 PCM(Pulse Coding Modulation) 등의 음성 부호화방법으로 부호화되어 있다.

[0432] 도 37은 상기 각 실시형태에서 설명한 수신방법을 실시하는 수신기(7900)의 구성의 일례를 나타내는 도면이다. 도 37에 나타내는 수신기(3700)은 도 36에 나타낸 텔레비전(3611), DVD 레코더(3612), STB(Set Top Box)(3613), 컴퓨터(3620), 차량용 텔레비전(3641) 및 휴대전화(3630) 등이 구비하는 구성에 상당한다. 수신기(3700)은 안테나(3760)에서 수신된 고주파신호를 베이스밴드신호로 변환하는 튜너(3701)와 주파수 변환된 베이스밴드신호를 복조하여 다중화데이터를 취득하는 복조부(3702)를 구비한다. 상기 각 실시형태에서 나타내는 수신방법은 복조부(3702)에서 실시되며, 이에 의해 상기 각 실시형태에서 설명한 본원 발명의 효과를 얻을 수 있다.

[0433] 또, 수신기(3700)은 복조부(3702)에서 얻은 다중화데이터로부터 영상데이터와 음성데이터를 분리하는 스트림 입출력부(3720)와, 분리된 영상데이터에 대응하는 동화상 복호방법을 이용하여 영상데이터를 영상신호로 복호하고, 분리된 음성데이터에 대응하는 음성 복호방법을 이용하여 음성데이터를 음성신호로 복호 하는 신호처리부(3704)와, 복호 된 음성신호를 출력하는 스피커 등의 음성출력부(3706), 복호 된 영상신호를 표시하는 디스플레이 등의 영상표시부(3707)를 갖는다.

[0434] 예를 들어, 사용자는 리모컨(리모트 컨트롤러)(3750)을 이용하여 선국한 채널(선국한 (텔레비전) 프로그램, 선국한 음성방송)의 정보를 조작 입력부(3710)에 송신한다. 그러면 수신기(3700)은 안테나(3760)에서 수신한 수신신호에 대해 선국한 채널에 상당하는 신호를 복조, 오류정정 복호 등의 처리를 실행하여 수신데이터를 얻는다. 이때, 수신기(3700)은 선국한 채널에 상당하는 신호에 포함되는 전송방법(상기 실시형태에서 설명한 전송방식, 변조방식, 오류정정방식 등)(이에 대해서는 도 5, 도 41에 기재한 것과 같다)의 정보를 포함하는 제어심벌의 정보를 얻음으로써 수신동작, 복조 방법, 오류정정 복호 등의 방법을 올바르게 설정함으로써 방송국(기지국)에서 송신한 데이터심벌에 포함되는 데이터를 얻는 것이 가능해진다. 상술한 설명에서는 사용자는 리모컨(3750)에 의해 채널을 선국하는 예를 설명하였으나, 수신기(3700)가 탑재하고 있는 선국 키를 이용하여 채널을 선국해도 상기와 동일한 동작이 된다.

[0435] 상기의 구성에 의해 사용자는 수신기(3700)가 상기 각 실시형태에서 나타낸 수신방법에 의해 수신한 프로그램을 시청할 수 있다.

[0436] 또, 본 실시형태의 수신기(3700)은 복조부(3702)에서 복조하고, 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻어진 다중화데이터(경우에 따라서는 복조부(3702)에서 복조 되어 얻어진 신호에 대해 오류정정 복호를 실시하지 않을 수도 있다. 또, 수신기(3700)은 오류정정 복호 후에 다른 신호처리가 실시될 수도 있다. 이하에서 동일한 표현을 하고 있는 부분에 대해서도 이 점은 동일이다)에 포함되는 데이터 또는 그 데이터에 상당하는 데이터(예를 들어, 데이터를 압축함으로써 얻어진 데이터)나, 동영상, 음성을 가공하여 얻어진 데이터를 자기디스크, 광디스크, 불휘발성의 반도체메모리 등의 기록 미디어에 기록하는 기록부(드라이브)(3708)를 구비한다. 여기서 광디스크란 예를 들어 DVD(Digital Versatile Disc)나 BD(Blu-ray Disc) 등의 레이저광을 이용하여 정보의 기억과 판독이 이루어지는 기록 미디어이다. 자기 디스크란 예를 들어 FD(Floppy Disk)(등록상표)나 하드디스크(Hard Disk) 등의 자속을 이용하여 자성체를 자화함으로써 정보를 기억하는 기록 미디어이다. 불휘발성의 반도체메모리란 예를 들어 플래시메모리나 강유전체 메모리(Ferroelectric Random Access Memory) 등의 반도체소자에 의해 구성된 기록 미디어이며, 플래시메모리를 이용한 SD카드나 Flash SSD(Solid State Drive) 등을 예로 들 수 있다. 또, 여기서 든 기록 미디어의 종류는 어디까지나 그 일례이며, 상기의 기록 미디어 이외의 기록 미디어를 이용하여 기록을 실행해도 좋은 것은 말할 필요도 없다.

[0437] 상기의 구성에 의해 사용자는 수신기(3700)가 상기 각 실시형태에서 나타내는 수신방법에 의해 수신한 프로그램을 기록해서 보존하여, 프로그램이 방송되고 있는 시간 이후의 임의의 시간에 기록된 데이터를 판독하여 시청하는 것이 가능해진다.

- [0438] 또, 상기 설명에서는 수신기(3700)은 복조부(3702)에서 복조하고, 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻어진 다중화데이터를 기록부(3708)에서 기록하는 것으로 하였으나, 다중화데이터에 포함되는 데이터 중 일부의 데이터를 추출하여 기록해도 좋다. 예를 들어 복조부(3702)에서 복조하고, 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻은 다중화데이터에 영상데이터나 음성데이터 이외의 데이터방송 서비스의 콘텐츠 등이 포함되는 경우, 기록부(3708)는 복조부(3702)에서 복조된 다중화데이터에서 영상데이터나 음성데이터를 추출하여 다중화한 새로운 다중화데이터를 기록해도 좋다. 또, 기록부(3708)는 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻은 다중화데이터에 포함되는 영상데이터 및 음성데이터 중 어느 하나만을 다중화한 새로운 다중화데이터를 기록해도 좋다. 그리고 상기에서 설명한 다중화데이터에 포함되는 데이터방송 서비스의 콘텐츠를 기록부(3708)는 기록해도 좋다.
- [0439] 또, 텔레비전, 기록장치(예를 들어, DVD 레코더, Blu-ray 레코더, HDD 레코더, SD카드 등), 휴대전화에 본 발명에서 설명한 수신기(3700)가 탑재되어 있는 경우, 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻은 다중화데이터에 텔레비전이나 기록장치를 동작시키는데 사용하는 소프트웨어의 결함(버그)을 수정하기 위한 데이터나 개인정보나 기록한 데이터의 유출을 막기 위한 소프트웨어의 결함(버그)을 수정하기 위한 데이터가 포함되어 있는 경우, 이와 같은 데이터를 인스톨함으로써 텔레비전이나 기록장치의 소프트웨어의 결함을 수정해도 좋다. 그리고 데이터에 수신기(3700)의 소프트웨어의 결함(버그)을 수정하기 위한 데이터가 포함되어 있는 경우 이 데이터에 의해 수신기(3700)의 결함을 수정할 수도 있다. 이에 의해 수신기(3700)가 탑재되어 있는 텔레비전, 기록장치, 휴대전화를 더 안정적으로 동작시키는 것이 가능해진다.
- [0440] 여기서, 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻어진 다중화데이터에 포함되는 복수의 데이터에서 일부의 데이터를 추출하여 다중화하는 처리는 예를 들어 스트림 입출력부(3703)에서 실행하게 된다. 구체적으로는 스트림 입출력부(3703)가 도시하고 있지 않은 CPU 등의 제어부로부터의 지시에 의해 복조부(3702)에서 복조된 다중화데이터를 영상데이터, 음성데이터, 데이터방송 서비스의 콘텐츠 등의 복수의 데이터로 분리하고, 분리 후의 데이터로부터 지정된 데이터만을 추출하여 다중화하여 새로운 다중화데이터를 생성한다. 또, 분리 후의 데이터로부터 어느 데이터를 추출할지에 대해서는 예를 들어 사용자가 결정해도 좋고, 기록 미디어의 종류마다 미리 결정되어 있어도 좋다.
- [0441] 상기의 구성에 의해 수신기(3700)은 기록된 프로그램을 시청할 때에 필요한 데이터만을 추출하여 기록할 수 있으므로, 기록하는 데이터의 데이터 사이즈를 삭감할 수 있다.
- [0442] 또, 상기 설명에서는 기록부(3708)는 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻은 다중화데이터를 기록하는 것으로 하였으나, 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻은 다중화데이터에 포함되는 영상데이터를 당해 영상데이터에서 데이터 사이즈 또는 비트 레이트(Bit rate)가 낮아지도록 당해 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법과는 다른 동화상 부호화방법으로 부호화된 영상데이터로 변환하여, 변환 후의 영상데이터를 다중화한 새로운 다중화데이터를 기록해도 좋다. 이때, 원래의 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법과 변환 후의 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법은 서로 다른 규격에 준거하고 있어도 좋고, 동일한 규격에 준거하며 부호화 시에 사용하는 파라미터만이 달라도 좋다. 마찬가지로 기록부(3708)는 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻은 다중화데이터에 포함되는 음성데이터를 당해 음성데이터에서 데이터 사이즈 또는 비트 레이트가 낮아지도록 당해 음성데이터에 실시된 음성 부호화방법과는 다른 음성 부호화방법으로 부호화된 음성데이터로 변환하여 변환 후의 음성데이터를 다중화한 새로운 다중화데이터를 기록해도 좋다.
- [0443] 여기서, 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터에 포함되는 영상데이터나 음성데이터를 데이터 사이즈 또는 비트 레이트가 다른 영상데이터나 음성데이터로 변환하는 처리는 예를 들어 스트림 입출력부(3703) 및 신호처리부(3704)에서 실행하게 된다. 구체적으로는 스트림 입출력부(3703)가 CPU 등의 제어부로부터의 지시에 의해 복조부(3702)에서 복조하고 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터를 영상데이터, 음성데이터, 데이터방송 서비스의 콘텐츠 등의 복수의 데이터로 분리한다. 신호처리부(3704)는 제어부로부터의 지시에 의해 분리 후의 영상데이터를 당해 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법과는 다른 동화상 부호화방법으로 부호화된 영상데이터로 변환하는 처리 및 분리 후의 음성데이터를 당해 음성데이터에 실시된 음성 부호화방법과는 다른 음성 부호화방법으로 부호화된 음성데이터로 변환하는 처리를 실행한다. 스트림 입출력부(3703)는 제어부로부터의 지시에 의해 변환 후의 영상데이터와 변환 후의 음성데이터를 다중화하여 새로운 다중화데이터를 생성한다. 또, 신호처리부(3704)는 제어부로부터의 지시에 의해 영상데이터와 음성데이터의 어느 한쪽에 대해서만 변환의 처리를 실행해도 좋고, 양방에 대해 변환의 처리를 실행해도 좋다. 또, 변환 후의 영상데이터 및 음성데이터의 데이터 사이즈 또는 비트레이트는 사용자가 결정해도 좋고, 기록 미

디어의 종류마다 미리 결정되어 있어도 좋다.

- [0444] 상기의 구성에 의해 수신기(3700)은 기록 미디어에 기록 가능한 데이터 사이즈나 기록부(3708)가 데이터의 기록 또는 판독을 실행하는 속도에 맞추어 영상데이터나 음성데이터의 데이터 사이즈 또는 비트 레이트를 변경하여 기록할 수 있다. 이에 의해 기록 미디어에 기록 가능한 데이터 사이즈가 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터의 데이터 사이즈보다 작은 경우나, 기록부가 데이터의 기록 또는 판독을 실행하는 속도가 복조부(3702)에서 복조된 다중화데이터의 비트 레이트보다 낮은 경우에도 기록부가 프로그램을 기록하는 것이 가능해지므로, 사용자는 프로그램이 방송되고 있는 시간 이후의 임의의 시간에 기록된 데이터를 판독하여 시청하는 것이 가능해진다.
- [0445] 또, 수신기(3700)은 복조부(3702)에서 복조된 다중화데이터를 외부 기기에 대해서 통신매체(3730)를 개재하여 송신하는 스트림 출력 IF(Interface : 인터페이스)(3709)를 구비한다. 스트림 출력 IF(3709)의 일례로는 Wi-Fi(등록상표)(IEEE802. 11a, IEEE802. 11b, IEEE802. 11g, IEEE802. 11n 등), WiGiG, WirelessHD, Bluetooth, Zigbee 등의 무선통신 규격에 준거한 무선통신방법을 이용하여 변조한 다중화데이터를 무선매체(통신매체(3730)에 상당)를 개재하여 외부 기기에 송신하는 무선통신장치를 예로 들 수 있다. 또, 스트림 출력 IF(3709)는 이더넷(등록상표)이나 USB(Universal Serial Bus), PLC(Power Line Communication), HDMI(High-Definition Multimedia Interface) 등의 유선 통신규격에 준거한 통신방법을 이용하여 변조된 다중화데이터를 당해 스트림 출력 IF(3709)에 접속된 유선전송로(통신매체(3730)에 상당)를 개재하여 외부 기기에 송신하는 유선통신장치라도 좋다.
- [0446] 상기의 구성에 의해 사용자는 수신기(3700)가 상기 각 실시형태에서 나타낸 수신방법에 의해 수신한 다중화데이터를 외부 기기에서 이용할 수 있다. 여기서 설명하는 다중화데이터의 이용은 사용자가 외부 기기를 이용하여 다중화데이터를 리얼타임으로 시청하는 것이나, 외부 기기에 구비된 기록부에서 다중화데이터를 기록하는 것, 외부 기기로부터 또 다른 외부 기기에 대해서 다중화데이터를 송신하는 것 등을 포함한다.
- [0447] 또, 상기 설명에서는 수신기(3700)은 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터를 스트림 출력 IF(3709)가 출력하는 것으로 하였으나, 다중화데이터에 포함되는 데이터 중 일부의 데이터를 추출하여 출력해도 좋다. 예를 들어 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터에 영상데이터나 음성데이터 이외의 데이터방송 서비스의 콘텐츠 등이 포함되는 경우, 스트림 출력 IF(3709)는 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터로부터 영상데이터나 음성데이터를 추출하여 다중화한 새로운 다중화데이터를 출력해도 좋다. 또, 스트림 출력 IF(3709)는 복조부(3702)에서 복조된 다중화데이터에 포함되는 영상데이터 및 음성데이터 중 어느 한쪽만을 다중화한 새로운 다중화데이터를 출력해도 좋다.
- [0448] 여기서, 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터에 포함되는 복수의 데이터로부터 일부의 데이터를 추출하여 다중화하는 처리는 예를 들어 스트림 입출력부(3703)에서 실행하게 된다. 구체적으로는 스트림 입출력부(3703)가 도시하고 있지 않은 CPU(Central Processing Unit) 등의 제어부로부터의 지시에 의해 복조부(3702)에서 복조된 다중화데이터를 영상데이터, 음성데이터, 데이터방송 서비스의 콘텐츠 등의 복수의 데이터로 분리하고, 분리 후의 데이터로부터 지정된 데이터만을 추출하여 다중화하여 새로운 다중화데이터를 생성한다. 또, 분리 후의 데이터로부터 어느 데이터를 추출할지에 대해서는 예를 들어 사용자가 결정해도 좋고, 스트림 출력 IF(3709)의 종류마다 미리 결정되어 있어도 좋다.
- [0449] 상기의 구성에 의해 수신기(3700)은 외부 기기가 필요한 데이터만을 추출하여 출력할 수 있으므로, 다중화데이터의 출력에 의해 소비되는 통신 대역을 삭감할 수 있다.
- [0450] 또, 상기 설명에서는 스트림 출력 IF(3709)는 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터를 출력하는 것으로 하였으나, 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터에 포함되는 영상데이터를 당해 영상데이터보다 데이터 사이즈 또는 비트 레이트가 낮아지도록 당해 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법과는 다른 동화상 부호화방법으로 부호화된 영상데이터로 변환하고, 변환 후의 영상데이터를 다중화한 새로운 다중화데이터를 출력해도 좋다. 이때, 원래의 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법과 변환 후의 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법이란 서로 다른 규격에 준거하고 있어도 좋고, 동일한 규격에 준거하며 부호화 시에 사용하는 파라미터만이 달라도 좋다. 마찬가지로, 스트림 출력 IF(3709)는 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터에 포함되는 음성데이터를 당해 음성데이터에서 데이터 사이즈 또는 비트 레이트가 낮아지도록 당해 음성데이터에 실시된 음성 부호화방법과는 다른 음성 부호화방법으로 부호화된 음성데이터로 변환하여 변환 후의 음성데이터를 다중화한

새로운 다중화데이터를 출력해도 좋다.

- [0451] 여기서, 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻어진 다중화데이터에 포함되는 영상데이터나 음성데이터를 데이터 사이즈 또는 비트 레이트가 다른 영상데이터나 음성데이터로 변환하는 처리는 예를 들어 스트림 입출력부(3703) 및 신호처리부(3704)에서 실행하게 된다. 구체적으로는 스트림 입출력부(3703)가 제어부로부터의 지시에 의해 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻어진 다중화데이터를 영상데이터, 음성데이터, 데이터방송 서비스의 콘텐츠 등의 복수의 데이터로 분리한다. 신호처리부(3704)는 제어부로부터의 지시에 의해 분리 후의 영상데이터를 당해 영상데이터에 실시된 동화상 부호화방법과는 다른 동화상 부호화방법으로 부호화된 영상데이터로 변환하는 처리 및 분리 후의 음성데이터를 당해 음성데이터에 실시된 음성 부호화방법과는 다른 음성 부호화방법으로 부호화된 음성데이터로 변환하는 처리를 실행한다. 스트림 입출력부(3703)는 제어부로부터의 지시에 의해 변환 후의 영상데이터와 변환 후의 음성데이터를 다중화하여 새로운 다중화데이터를 생성한다. 또, 신호처리부(3704)는 제어부로부터의 지시에 따라서 영상데이터와 음성데이터 중 어느 한쪽에 대해서만 변환의 처리를 실행해도 좋고, 양방에 대해서 변환의 처리를 실행해도 좋다. 또, 변환 후의 영상데이터 및 음성데이터의 데이터 사이즈 또는 비트 레이트는 사용자가 결정해도 좋고, 스트림 출력 IF(3709)의 종류마다 미리 결정되어 있어도 좋다.
- [0452] 상기의 구성에 의해 수신기(3700)은 외부 기기와의 사이의 통신속도에 맞추어 영상데이터나 음성데이터의 비트 레이트를 변경하여 출력할 수 있다. 이에 의해 외부 기기와의 사이의 통신속도가 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실시함으로써 얻어진 다중화데이터의 비트 레이트보다 낮은 경우에서도 스트림 출력 IF로부터 외부 기기에 새로운 다중화데이터를 출력할 수 있게 되므로, 사용자는 다른 통신장치에 대해 새로운 다중화데이터를 이용하는 것이 가능해진다.
- [0453] 또, 수신기(3700)은 외부 기기에 대해 신호처리부(3704)에서 복호된 영상신호 및 음성신호를 외부의 통신매체에 대해 출력하는 AV(Audio and Visual) 출력 IF(Interface)(3711)를 구비한다. AV출력 IF(3711)의 일례로는 Wi-Fi(등록상표)(IEEE802. 11a, IEEE802. 11b, IEEE802. 11g, IEEE802. 11n 등), WiGiG, WirelessHD, Bluetooth, Gigbee 등의 무선통신규격에 준거한 무선통신방법을 이용하여 변조한 영상신호 및 음성신호를 무선매체를 개재하여 외부 기기에 송신하는 무선통신장치를 예로 들 수 있다. 또, 스트림 출력 IF(3709)는 이더넷(ethernet)(등록상표)나 USB, PLC, HDMI 등의 유선통신규격에 준거한 통신방법을 이용하여 변조된 영상신호 및 음성신호를 당해 스트림 출력 IF(3709)에 접속된 유선 전송로를 개재하여 외부 기기에 송신하는 유선통신장치라도 좋다. 또, 스트림 출력 IF(3709)는 영상신호 및 음성신호를 아날로그신호 그대로 출력하는 케이블을 접속하는 단자라도 좋다.
- [0454] 상기의 구성에 의해 사용자는 신호처리부(3704)에서 복호된 영상신호 및 음성신호를 외부 기기로 이용할 수 있다.
- [0455] 더욱이 수신기(3700)은 사용자 조작의 입력을 받아들이는 조작 입력부(3710)를 구비한다. 수신기(3700)은 사용자의 조작에 따라서 조작 입력부(3710)에 입력되는 제어신호에 의거하여 전원의 ON/OFF의 변환이나 수신하는 채널의 전환, 자막 표시의 유무나 표시하는 언어의 변환, 음성 출력부(3706)로부터 출력되는 음량의 변경 등의 다양한 동작의 전환이나 수신 가능한 채널의 설정 등의 설정의 변경을 실행한다.
- [0456] 또, 수신기(3700)은 당해 수신기(3700)에서 수신중의 신호의 수신품질을 나타내는 안테나 레벨을 표시하는 기능을 구비하고 있어도 좋다. 여기서, 안테나 레벨이란 예를 들어 수신기(3700)가 수신한 신호의 RSSI(Received Signal Strength Indication, Received Signal Strength Indicator, 수신신호 강도), 수신전계강도, C/N(Carrier-to-noise power ratio), BER(Bit Error Rate: 비트 에러율), 패킷 에러율, 프레임 에러율, 채널상태정보(Channel State Information) 등에 의거하여 산출되는 수신품질을 나타내는 지표이며, 신호레벨, 신호의 우열을 나타내는 신호이다. 이 경우, 복조부(3702)는 수신한 신호의 RSSI, 수신전계강도, C/N, BER, 패킷 에러율, 프레임 에러율, 채널상태정보 등을 측정하는 수신품질 측정부를 구비하며, 수신기(3700)은 사용자의 조작에 따라서 안테나 레벨(신호레벨, 신호의 우열을 나타내는 신호)을 사용자가 식별 가능한 형식으로 영상 표시부(3707)에 표시한다. 안테나 레벨(신호레벨, 신호의 우열을 나타내는 신호)의 표시형식은 RSSI, 수신전계강도, C/N, BER, 패킷 에러율, 프레임 에러율, 채널상태정보 등에 따른 수치를 표시하는 것이라도 좋고, RSSI, 수신전계강도, C/N, BER, 패킷 에러율, 프레임 에러율, 채널상태정보 등에 따라서 다른 화상을 표시하는 것과 같은 것이라도 좋다. 또, 수신기(3700)은 상기 각 실시형태에서 나타내는 수신방법을 이용하여 수신하며, 분리된 복수의 스트림 s1, s2, ...마다 구한 복수의 안테나 레벨(신호레벨, 신호의 우열을 나타내는 신호)을 표시해도 좋고, 복수의 스트림 s1, s2, ...로부터 구한 1개의 안테나 레벨(신호레벨, 신호의 우열을 나타내는 신호)을

표시해도 좋다. 또, 프로그램을 구성하는 영상데이터나 음성데이터가 계층 전송방식을 이용하여 송신되고 있는 경우에는 계층마다 신호의 레벨(신호의 우열을 나타내는 신호)을 나타내는 것도 가능하다.

[0457] 상기 구성에 의해 사용자는 상기 각 실시형태에서 나타내는 수신방법을 이용하여 수신하는 경우의 안테나 레벨(신호레벨, 신호의 우열을 나타내는 신호)을 수치상으로 또는 시각적으로 파악할 수 있다.

[0458] 또, 상기 설명에서는 수신기(3700)가 음성 출력부(3706), 영상 표시부(3707), 기록부(3708), 스트림 출력 IF(3709) 및 AV출력 IF(3711)를 구비하고 있는 경우를 예로 들어 설명하였으나, 이와 같은 구성의 모두를 구비하고 있을 필요는 없다. 수신기(3700)가 상기의 구성의 중 적어도 어느 하나를 구비하고 있으면 사용자는 복조부(3702)에서 복조하여 오류정정의 복호를 실행함으로써 얻어진 다중화데이터를 이용할 수 있으므로, 각 수신기는 그 용도에 맞추어 상기의 구성을 임의로 조합하여 구비하고 있으면 좋다.

[0459] (다중화데이터)

[0460] 다음에, 다중화데이터의 구조의 일례에 대해 상세하게 설명한다. 방송에 이용되는 데이터 구조로는 MPEG2-트랜스포트 스트림(TS)이 일반적이며, 여기에서는 MPEG2-TS를 예로 들어 설명한다. 그러나 상기 각 실시형태에서 나타내는 송신방법 및 수신방법으로 전송되는 다중화데이터의 데이터 구조는 MPEG2-TS에 한정되지 않으며, 다른 어떤 데이터 구조라도 상기의 각 실시형태에서 설명한 효과를 얻을 수 있는 것은 말할 필요도 없다.

[0461] 도 38은 다중화데이터의 구성의 일례를 나타내는 도면이다. 도 38에 나타내는 것과 같이 다중화데이터는 각 서비스에서 현재 제공되고 있는 프로그램(Program 또는 그 일부인 Event)를 구성하는 요소이며, 예를 들어 비디오 스트림, 오디오 스트림, 프레젠테이션 그래픽스 스트림(PG), 인터랙티브 그래픽스 스트림(IG) 등의 엘리먼트리 스트림 중 하나 이상을 다중화함으로써 얻을 수 있다. 다중화데이터에서 제공되고 있는 프로그램이 영화인 경우, 비디오 스트림은 영화의 주 영상 및 부 영상을, 오디오 스트림은 영화의 주음성부분과 당해 주음성과 믹싱하는 부 음성을, 프레젠테이션 그래픽스 스트림은 영화의 자막을 각각 나타내고 있다. 여기서 주 영상이란 화면에 표시되는 통상의 영상을 나타내며, 부 영상이란 주 영상 안에 작은 화면으로 표시하는 영상(예를 들어, 영화의 개요를 나타낸 텍스트 데이터의 영상 등)이다. 또, 인터랙티브 그래픽스 스트림은 화면상에 GUI 부품을 배치함으로써 대화화면을 나타내고 있다.

[0462] 다중화데이터에 포함되는 각 스트림은 각 스트림에 할당된 식별자인 PID에 의해 식별된다. 예를 들어 영화의 영상에 이용하는 비디오 스트림에는 0x1011이, 오디오 스트림에는 0x1100에서 0x111F까지가 프레젠테이션 그래픽스에는 0x1200에서 0x121F까지가 인터랙티브 그래픽스 스트림에는 0x1400에서 0x141F까지가 영화의 부 영상에 이용하는 비디오 스트림에는 0x1B00에서 0x1B1F까지, 주음성과 믹싱하는 부 음성에 이용하는 오디오 스트림에는 0x1A00에서 0x1A1F가 각각 할당되어 있다.

[0463] 도 39는 다중화데이터가 어떻게 다중화되어 있는가의 일례를 모식적으로 나타내는 도면이다. 먼저, 복수의 비디오 프레임으로 이루어지는 비디오 스트림(3901), 복수의 오디오 프레임으로 이루어지는 오디오 스트림(3904)을 각각 PES 패킷 열(3902 및 3905)로 변환하고, TS패킷(3903 및 3906)으로 변환한다. 마찬가지로 프레젠테이션 그래픽스 스트림(3911) 및 인터랙티브 그래픽스(3914)의 데이터를 각각 PES 패킷 열(3912 및 3915)로 변환하고, TS패킷(3913 및 3916)으로 더 변환한다. 다중화데이터(3917)는 이와 같은 TS패킷(3903, 3906, 3913, 3916)을 1개의 스트림에 다중화함으로써 구성된다.

[0464] 도 40은 PES 패킷 열에 비디오 스트림이 어떻게 저장되는가를 더 상세하게 나타내고 있다. 도 40에서의 제 1 단계는 비디오 스트림의 비디오 프레임 열을 나타낸다. 제 2 단계는 PES 패킷 열을 나타낸다. 도 40의 화살표(yy1, yy2, yy3, yy4)로 나타내는 것과 같이, 비디오 스트림에서의 복수의 Video Presentation Unit인 I픽처, B픽처, P픽처는 픽처마다 분할되며 PES 패킷의 페이로드(Payload)에 저장된다. 각 PES 패킷은 PES 헤더를 가지며, PES 헤더에는 픽처의 표시 시각인 PTS(Presentation Time-Stamp)나 픽처의 복호 시각인 DTS(Decoding Time-Stamp)가 저장된다.

[0465] 도 41은 다중화데이터에 최종적으로 기입되는 TS패킷의 형식을 나타내고 있다. TS패킷은 스트림을 식별하는 PID 등의 정보를 가지는 4Byte의 TS헤더와 데이터를 저장하는 184Byte의 TS 페이로드로 구성되는 188Byte 고정길이의 패킷이며, 상기 PES 패킷은 분할되어 TS 페이로드에 저장된다. BD-ROM의 경우, TS패킷에는 4Byte의 TP-Extra-Header가 부여되며, 192Byte의 소스 패킷을 구성하여 다중화데이터에 기입된다. TP-Extra-Header에는 ATS(Arrival-Time-Stamp) 등의 정보가 기재된다. ATS는 당해 TS패킷의 디코더의 PID 필터로의 전송 개시시각을 나타낸다. 다중화데이터에는 도 41 하단에 나타내는 것과 같이 소스 패킷이 배열되게 되며, 다중화데이터의 선두로부터 인크리먼트하는 번호는 SPN(소스 패킷 넘버)이라고 불린다.

- [0466] 또, 다중화데이터에 포함되는 TS패킷에는 비디오 스트림, 오디오 스트림, 프레젠테이션 그래픽스 스트림 등의 각 스트림 이외에도 PAT(Program Association Table), PMT(Program Map Table), PCR(Program Clock Reference) 등이 있다. PAT는 다중화데이터 중에 이용되는 PMT의 PID가 무엇인가를 나타내고, PAT 자체의 PID는 0으로 등록된다. PMT는 다중화데이터 중에 포함되는 영상·음성·자막 등의 각 스트림의 PID와 각 PID에 대응하는 스트림의 속성정보(프레임 레이트, 중횡비 등)를 가지며, 또 다중화데이터에 관한 각종 디스크립터(Descriptor)를 갖는다. 디스크립터에는 다중화데이터의 카피의 허가·불허가를 지시하는 카피컨트롤정보 등이 있다. PCR는 ATS의 시간 측인 ATC(Arrival Time Clock)와 PTS·DTS의 시간 측인 STC(System Time Clock)의 동기를 취하기 위해 그 PCR 패킷이 디코더에 전송되는 ATS에 대응하는 STC 시간의 정보를 가진다.
- [0467] 도 42는 PMT의 데이터 구조를 상세하게 설명하는 도면이다. PMT의 선두에는 그 PMT에 포함되는 데이터의 길이 등을 기재한 PMT 헤더가 배치된다. 그 뒤에는 다중화데이터에 관한 디스크립터가 복수 배치된다. 상기 카피컨트롤정보 등이 디스크립터로 기재된다. 디스크립터의 뒤에는 다중화데이터에 포함되는 각 스트림에 관한 스트림 정보가 복수 배치된다. 스트림 정보는 스트림의 압축 코덱 등을 식별하기 위한 스트림 타입, 스트림의 PID, 스트림의 속성정보(프레임 레이트, 중횡비 등)가 기재된 스트림 디스크립터로 구성된다. 스트림 디스크립터는 다중화데이터에 존재하는 스트림의 수만큼 존재한다.
- [0468] 기록매체 등에 기록하는 경우에는 상기 다중화데이터는 다중화데이터 정보 파일과 함께 기록된다.
- [0469] 도 43은 그 다중화데이터 정보 파일의 구성을 나타내는 도면이다. 다중화데이터 정보 파일은 도 43에 나타내는 것과 같이 다중화데이터의 관리정보이며, 다중화데이터와 1 대 1에 대응하여 다중화데이터 정보, 스트림 속성정보와 엔트리 맵으로 구성된다.
- [0470] 다중화데이터 정보는 도 43에 나타내는 것과 같이 시스템 레이트, 재생개시시각, 재생종료시각으로 구성되어 있다. 시스템 레이트는 다중화데이터의 후술 하는 시스템 타깃 디코더의 PID 필터에의 최대 전송 레이트를 나타낸다. 다중화데이터 중에 포함되는 ATS의 간격은 시스템 레이트 이하가 되도록 설정되어 있다. 재생 개시시각은 다중화데이터의 선두의 비디오 프레임의 PTS이며, 재생종료시각은 다중화데이터의 종단의 비디오 프레임의 PTS에 1프레임 분의 재생 간격을 더한 것이 설정된다.
- [0471] 도 44는 다중화데이터 정보 파일에 포함되는 스트림 속성정보의 구성을 나타내는 도면이다. 스트림 속성정보는 도 44에 나타내는 것과 같이 다중화데이터에 포함되는 각 스트림에 대한 속성정보가 PID마다 등록된다. 속성정보는 비디오 스트림, 오디오 스트림, 프레젠테이션 그래픽스 스트림, 인터랙티브 그래픽스 스트림마다 다른 정보를 갖는다. 비디오 스트림 속성정보는 그 비디오 스트림이 어떤 압축 코덱으로 압축되었는가 비디오 스트림을 구성하는 개개의 픽처 데이터의 해상도가 얼마인가 중횡비는 얼마인가 프레임 레이트는 얼마인가 등의 정보를 갖는다. 오디오 스트림 속성정보는 그 오디오 스트림이 어떤 압축 코덱으로 압축되었는가 그 오디오 스트림에 포함되는 채널 수는 얼마인가 무슨 언어에 대응하는가 샘플링 주파수가 얼마인가 등의 정보를 갖는다. 이와 같은 정보는 플레이어가 재생하기 전의 디코더의 초기화 등에 이용된다.
- [0472] 본 실시형태에서는 상기 다중화데이터 중 PMT에 포함되는 스트림 타입을 이용한다. 또, 기록매체에 다중화데이터가 기록되어 있는 경우에는 다중화데이터 정보에 포함되는 비디오 스트림 속성정보를 이용한다. 구체적으로는 상기 각 실시형태에서 나타내는 동화상 부호화방법 또는 장치에서 PMT에 포함되는 스트림 타입, 또는 비디오 스트림 속성정보에 대해 상기 각 실시형태에서 나타낸 동화상 부호화방법 또는 장치에 의해 생성된 영상데이터인 것을 나타내는 고유의 정보를 설정하는 스텝 또는 수단을 설치한다. 이 구성에 의해 상기 각 실시형태에서 나타내는 동화상 부호화방법 또는 장치에 의해 생성한 영상데이터와 다른 규격에 준거하는 영상데이터를 식별하는 것이 가능해진다.
- [0473] 도 45는 방송국(기지국)으로부터 송신된 영상 및 음성의 데이터 또는 데이터방송을 위한 데이터를 포함하는 변조신호를 수신하는 수신장치(4504)를 포함하는 영상 음성출력장치(4500)의 구성의 일례를 나타내고 있다. 또, 수신장치(4504)의 구성은 도 37의 수신장치(3700)에 상당한다. 영상 음성출력장치(4500)에는 예를 들어 OS(Operating System: 오퍼레이팅 시스템)가 탑재되어 있고, 또, 인터넷에 접속하기 위한 통신장치(4506)(예를 들어, 무선 LAN(Local Area Network)이나 이더넷을 위한 통신장치)가 탑재되어 있다. 이에 의해 영상을 표시하는 부분(4501)에서는 영상 및 음성의 데이터 또는 데이터방송을 위한 데이터에서의 영상(4502) 및 인터넷상에서 제공되는 하이퍼 텍스트(World Wide Web(월드 와이드 웹: WWW))(4503)을 동시에 표시하는 것이 가능해진다. 그리고 리모컨(휴대전화나 키보드라도 좋다)(4507)을 조작함으로써 데이터방송을 위한 데이터에서의 영상(4502), 인터넷상에서 제공되는 하이퍼 텍스트(4503)의 어느 하나를 선택하여 동작을 변경하게 된다. 예를 들어 인터넷상에서 제공되는 하이퍼 텍스트(4503)가 선택된 경우, 표시하고 있는 WWW의 사이트를 리모컨을 조작함으로써 변

경하게 된다. 또, 영상 및 음성의 데이터 또는 데이터방송을 위한 데이터에서의 영상(4502)가 선택되어 있는 경우, 리모컨(4507)에 의해 선국한 채널(선국한 (텔레비전) 프로그램, 선국한 음성방송)의 정보를 송신한다. 그러면 IF(4505)는 리모컨에서 송신된 정보를 취득하고, 수신장치(4504)는 선국한 채널에 해당하는 신호를 복조, 오류정정 복호 등의 처리를 실행하여 수신데이터를 얻는다. 이때, 수신장치(4504)는 선국한 채널에 해당하는 신호에 포함되는 전송방법(이에 대해서는 도 5의 기재와 동일하다)의 정보를 포함하는 제어심벌의 정보를 얻음으로써 수신동작, 복조 방법, 오류정정 복호 등의 방법을 올바르게 설정함으로써 방송국(기지국)에서 송신한 데이터 심벌에 포함되는 데이터를 얻는 것이 가능해진다. 상술한 설명에서는 사용자는 리모컨(4507)에 의해 채널을 선국하는 예를 설명하였으나, 영상 음성출력장치(4500)가 탑재하고 있는 선국 키를 이용하여 채널을 선국해도 상기와 동일한 동작이 된다.

[0474] 또, 인터넷을 이용하여 영상 음성출력장치(4500)를 조작해도 좋다. 예를 들어 다른 인터넷에 접속하고 있는 단말로부터 영상 음성출력장치(4500)에 대해 녹화(기억)의 예약을 실행한다(따라서 영상 음성출력장치(4500)은 도 37과 같이 기록부(3708)를 가지고 있게 된다). 그리고 녹화를 개시하기 전에 채널을 선국하게 되며, 수신장치(4504)는 선국한 채널에 해당하는 신호를 복조, 오류정정 복호 등의 처리를 실행하여 수신데이터를 얻는다. 이때, 수신장치(4504)는 선국한 채널에 해당하는 신호에 포함되는 전송방법(상기 실시형태에서 설명한 전송방식, 변조방식, 오류정정방식 등)(이에 대해서는 도 5의 기재와 동일하다)의 정보를 포함하는 제어심벌의 정보를 얻음으로써 수신 동작, 복조 방법, 오류정정 복호 등의 방법을 올바르게 설정함으로써 방송국(기지국)에서 송신한 데이터심벌에 포함되는 데이터를 얻는 것이 가능해진다.

[0475] (그 외 보충)

[0476] 본 명세서에서 송신장치를 구비하고 있는 것은 예를 들어, 방송국, 기지국, 액세스포인트, 단말, 휴대전화(Mobile phone) 등의 통신·방송기기인 것을 생각할 수 있으며, 수신장치를 구비하고 있는 것은 텔레비전, 라디오, 단말, 퍼스널컴퓨터, 휴대전화, 액세스포인트, 기지국 등의 통신기기인 것을 생각할 수 있다. 또, 본 발명에서의 송신장치, 수신장치는 통신 기능이 있는 기기이며, 그 기기가 텔레비전, 라디오, 퍼스널컴퓨터, 휴대전화 등의 애플리케이션을 실행하기 위한 장치에 어떤 인터페이스(예를 들어 USB)를 개재하여 접속할 수 있는 형태인 것도 생각할 수 있다.

[0477] 또, 본 실시형태에서는 데이터심벌 이외의 심벌, 예를 들어, 파일럿심벌(파일럿심벌을 프리앰블, 유니크 워드, 포스트앰블, 레퍼런스 심벌, 분산 파일럿(Scattered pilot) 등이라고 불러도 좋다), 제어정보용의 심벌 등이 프레임에 어떻게 배치되어 있어도 좋다. 그리고 여기에서는 파일럿심벌, 제어정보용의 심벌이라고 명명하고 있으나, 어떤 명명법으로 해도 좋고, 기능 자체가 중요하다.

[0478] 파일럿심벌은 예를 들어 송수신기에서 PSK 변조를 이용하여 변조한 기존의 심벌(또는 수신기가 동기를 취하는 것에 의해 수신기는 송신기가 송신한 심벌을 알 수 있어도 좋다)이면 좋고, 수신기는 이 심벌을 이용하여 주파수 동기, 시간 동기, (각 변조신호의) 채널 추정(CSI(Channel State Information)의 추정), 신호의 검출 등을 실행하게 된다.

[0479] 또, 제어정보용의 심벌은 (애플리케이션 등의) 데이터 이외의 통신을 실현하기 위한, 통신 상대방에게 전송할 필요가 있는 정보(예를 들어, 통신에 이용하고 있는 변조방식·오류정정부호화 방식·오류정정부호화 방식의 부호화율, 상위층에서의 설정정보 등)를 전송하기 위한 심벌이다.

[0480] 또, 본 발명은 모든 실시형태에 한정되지 않으며, 다양하게 변경하여 실시하는 것이 가능하다. 예를 들어, 상기 실시형태에서는 통신장치로서 실행하는 경우에 대해서 설명하고 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 이 통신방법을 소프트웨어로서 실행하는 것도 가능하다.

[0481] 또, 상기에서는 2개의 변조신호를 2개의 안테나로부터 송신하는 방법에서의 위상변경방법에 대해서 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 4개의 매핑 후의 신호에 대해 프리코딩을 실행하는 동시에 위상을 변경하고, 4개의 변조신호를 생성하여 4개의 안테나로부터 송신하는 방법, 즉, N개의 매핑 후의 신호에 대해 프리코딩을 실행하여 N개의 변조신호를 생성해서, N개의 안테나로부터 송신하는 방법에서도 동일하게 위상을 규칙적으로 변경하는 위상변경방법으로 해도 동일하게 실시할 수 있다.

[0482] 또, 상기 실시형태에 나타난 시스템 예에서는 2개의 변조신호를 2개의 안테나로부터 송신하고, 각각을 2개의 안테나로 수신하는 MIMO 방식의 통신시스템을 설명하였으나, 본 발명은 당연히 MISO(Multiple Input Single Output) 방식의 통신시스템에도 적용할 수 있다. MISO 방식의 경우, 수신장치는 도 7에 나타내는 구성 중 안테나(701-Y), 무선부(703-Y), 변조신호 z1의 채널변동 추정부(707-1), 변조신호 z2의 채널변동 추정부(707-2)가

없는 구성이 되나, 이 경우에도 상기 실시형태 1에 나타난 처리를 실행함으로써  $r_1$ ,  $r_2$  각각을 추정할 수 있다. 또, 동일 주파수대, 동일시간에 있어서 송신된 복수의 신호를 1개의 안테나로 수신하여 복호 할 수 있는 것은 주지이며, 본 명세서에서는 신호처리부에서의 송신 측에서 변경된 위상을 되돌리기 위한 처리가 종래 기술에 추가되는 처리가 된다.

[0483] 또, 본 발명의 설명에서 설명한 시스템 예에서는 2개의 변조신호를 2개의 안테나로부터 송신하고, 각각을 2개의 안테나로 수신하는 MIMO 방식의 통신시스템을 설명하였으나, 본 발명은 당연히 MISO(Multiple Input Single Output) 방식의 통신시스템에도 적용할 수 있다. MISO 방식의 경우, 송신장치에서 프리코딩과 위상변경을 적용하고 있는 점은 지금까지의 설명과 동일하다. 한편, 수신장치는 도 7에 나타내는 구성 중 안테나(701-Y), 무선부(703-Y), 변조신호  $z_1$ 의 채널변동 추정부(707-1), 변조신호  $z_2$ 의 채널변동 추정부(707-2)가 없는 구성이 되나, 이 경우에도 본 명세서 중에서 설명한 처리를 실행함으로써 송신장치가 송신한 데이터를 추정할 수 있다. 또, 동일 주파수대, 동일시간에서 송신된 복수의 신호를 1개의 안테나로 수신하여 복호 할 수 있는 것은 주지(1안테나 수신에서 ML연산 등(Max-log APP 등)의 처리를 하면 좋다)이며, 본 발명에서는 도 7의 신호처리부(711)에서 송신 측에서 이용한 프리코딩과 위상변경을 고려한 복조(검파)를 실행하면 좋아진다.

[0484] 본 명세서에서는 「프리코딩」, 「프리코딩 웨이트」, 「프리코딩 행렬」 등의 용어를 사용하고 있으나, 명명법 자체는 어떤 것이라도 좋고(예를 들어, 코드 북(Codebook)이고 불러도 좋다), 본 발명에서는 그 신호처리 자체가 중요하다.

[0485] 또, 본 명세서에서는 송신방법으로 OFDM 방식을 이용한 경우를 중심으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, OFDM 방식 이외의, 멀티 캐리어 방식, 싱글 캐리어 방식을 이용한 경우에도 동일하게 실시할 수 있다. 이 때, 스펙트럼 확산 통신방식을 이용해도 좋다. 또, 싱글 캐리어 방식을 이용하고 있는 경우, 위상변경은 시간 축 방향으로 위상변경을 하게 된다.

[0486] 또, 본 명세서에서 수신장치에서 ML연산, APP, Max-log APP, ZF, MMSE 등을 이용하여 설명하고 있으나, 이 결과 송신장치가 송신한 데이터의 각 비트의 연관정(Soft decision) 결과(대수 우도, 대수 우도 비)나 경관정 결과(「0」 또는 「1」)를 얻게 되나, 이들을 총칭하여 검파, 복조, 검출, 추정, 분리라고 불러도 좋다.

[0487] 스트림  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ ( $s_1(i)$ ,  $s_2(i)$ )에 의해 다른 데이터를 전송해도 좋고, 동일한 데이터를 전송해도 좋다.

[0488] 또, 2 스트림의 베이스밴드신호  $s_1(i)$ ,  $s_2(i)$ (단,  $i$ 는 (시간, 또는 주파수(캐리어)의) 순번을 나타낸다)에 대해 규칙적인 위상 변경 및 프리코딩을 실행하여(순번은 어느 쪽이 먼저라도 좋다) 생성된 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호  $z_1(i)$ ,  $z_2(i)$ 에서 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호  $z_1(i)$ 의 동상 I성분을  $I_1(i)$ , 직교성분을  $Q_1(i)$ 로 하고, 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호  $z_2(i)$ 의 동상 I성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$ 로 한다. 이때, 베이스밴드 성분의 교체를 실행하여,

[0489] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $Q_1(i)$ 로 하여, 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 에 해당하는 변조신호를 송신안테나 1, 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 에 해당하는 변조신호를 송신안테나 2로부터 동일 시각에 동일 주파수를 이용하여 송신하는 것과 같이, 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 에 해당하는 변조신호와 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 를 다른 안테나로부터 동일 시각에 동일 주파수를 이용하여 송신하는 것으로 해도 좋다. 또,

[0490] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$

[0491] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $I_1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$

[0492] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $Q_1(i)$

[0493] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $I_1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $Q_1(i)$

- [0494] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$
- [0495] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $I1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $Q1(i)$
- [0496] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $I1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$
- [0497] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$
- [0498] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $I1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$
- [0499] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $Q1(i)$
- [0500] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $I1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $Q1(i)$
- [0501] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $Q1(i)$
- [0502] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I1(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$
- [0503] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $I1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $Q1(i)$
- [0504] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i)$ , 직교성분을  $I1(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i)$ , 직교성분을  $I_2(i)$
- [0505] 로 해도 좋다. 또, 상술한 설명에서는 2 스트림의 신호에 대해 양자의 신호처리를 실행하고, 양자의 신호처리 후의 신호의 동상성분과 직교성분의 교체에 대해서 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 2 스트림보다 많은 신호에 대해 양자의 신호처리 후를 실행하고, 양자의 신호처리 후의 신호의 동상성분과 직교성분의 교체를 실행하는 것도 가능하다.
- [0506] 또, 상기의 예에서는 동일 시각(동일 주파수((서브)캐리어))의 베이스밴드신호의 교체를 설명하고 있으나, 동일 시각의 베이스밴드신호의 교체가 아니라도 좋다. 예로서 이하와 같이 기술할 수 있다
- [0507] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q1(i+v)$
- [0508] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$
- [0509] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $I1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r2(i)$ 의 동상성분을  $Q1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$
- [0510] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r1(i)$ 의 동상성분을  $I1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호

$r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$

- [0511] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$
- [0512] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$
- [0513] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$
- [0514] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$
- [0515] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$
- [0516] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$
- [0517] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$
- [0518] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$
- [0519] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$
- [0520] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $I_1(i+v)$ , 직교성분을  $Q_2(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$
- [0521] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $I_2(i+w)$ , 직교성분을  $Q_1(i+v)$
- [0522] · 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ 의 동상성분을  $Q_2(i+w)$ , 직교성분을  $I_1(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ 의 동상성분을  $Q_1(i+v)$ , 직교성분을  $I_2(i+w)$ .
- [0523] 도 55는 상기의 기재를 설명하기 위한 베이스밴드신호 교체부(5502)를 나타내는 도면이다. 도 55에 나타내는 것과 같이, 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호  $z_1(i)$ (5501-1),  $z_2(i)$ (5501-2)에서 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호  $z_1(i)$ (5501-1)의 동상 I성분을  $I_1(i)$ , 직교성분을  $Q_1(i)$ 로 하고, 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호  $z_2(i)$ (5501-2)의 동상 I성분을  $I_2(i)$ , 직교성분을  $Q_2(i)$ 라 한다. 그리고 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ (5503-1)의 동상성분을  $I_{r_1(i)}$ , 직교성분을  $Q_{r_1(i)}$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ (5503-2)의 동상성분을  $I_{r_2(i)}$ , 직교성분을  $Q_{r_2(i)}$ 로 하면, 교체 후의 베이스밴드신호  $r_1(i)$ (5503-1)의 동상 I성분  $I_{r_1(i)}$ , 직교성분  $Q_{r_1(i)}$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $r_2(i)$ (5503-2)의 동상 I성분  $I_{r_2(i)}$ , 직교성분을  $Q_{r_2(i)}$ 는 앞에서 설명한 어느 하나로 나타내는 것으로 한다. 또, 이 예에서는 동일 시각(동일 주파수((서브)캐리어))의 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호의 교체에 대하여 설명하였으나, 위에서 설명한 것과 같이 다른 시각(다른 주파수((서브)캐리어))의 양자의 신호처리 후의 베이스밴드신호의 교체라도 좋다.
- [0524] 송신장치의 송신안테나, 수신장치의 수신안테나 모두 도면에 기재되어 있는 1개의 안테나는 복수의 안테나에 의해 구성되어 있어도 좋다.

[0525] 본 명세서에서 「 $\forall$ 」은 전칭기호(Universal quantifier)를 나타내고 있고, 「 $\exists$ 」은 존재기호(Existential quantifier)를 나타내고 있다.

[0526] 또, 본 명세서에서 복소 평면에서의, 예를 들어 편각과 같은 위상의 단위는 「라디안(radian)」으로 하고 있다.

[0527] 복소 평면을 이용하면 복소수의 극좌표에 의한 표시로 극 형식으로 표시할 수 있다. 복소수  $z = a + jb$  ( $a, b$ 는 모두 실수이며,  $j$ 는 허수 단위이다)에 복소 평면의 점 ( $a, b$ )를 대응시킨 때 이 점이 극좌표에서  $[r, \theta]$ 로 표시되면,

[0528]  $a=r \times \cos \theta,$

[0529]  $b=r \times \sin \theta$

**수학식 49**

$$r = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \dots \text{식 (49)}$$

[0530]

[0531] 이 성립되고,  $r$ 은  $z$ 의 절대치 ( $r = |z|$ )이며,  $\theta$ 가 편각(Argument)이 된다. 그리고  $z = a + jb$ 는  $re^{j\theta}$ 로 표시된다.

[0532] 본 발명의 설명에서 베이스밴드신호  $s_1, s_2, z_1, z_2$ 는 복소 신호가 되나, 복소 신호란 동상신호를  $I$ , 직교 신호를  $Q$ 로 한 때 복소 신호는  $I + jQ$ ( $j$ 는 허수 단위)로 나타내게 된다. 이때,  $I$ 가 제로가 되어도 좋고,  $Q$ 가 제로가 되어도 좋다.

[0533] 본 명세서에서 설명한 위상변경방법을 이용한 방송시스템의 일례를 도 46에 나타낸다. 도 46에서 영상 부호화부(4601)는 영상을 입력으로 하여 영상 부호화를 실행하여 영상 부호화 후의 데이터(4602)를 출력한다. 음성 부호화부(4603)는 음성을 입력으로 하여 음성 부호화를 실행하여 음성 부호화 후의 데이터(4604)를 출력한다. 데이터 부호화부(4605)는 데이터를 입력으로 하여 데이터의 부호화(예를 들어, 데이터 압축)를 실행하여 데이터 부호화 후의 데이터(4606)를 출력한다. 이들을 합쳐서 정보원 부호화부(4600)라고 한다.

[0534] 송신부(4607)는 영상 부호화 후의 데이터(4602), 음성 부호화 후의 데이터(4604), 데이터 부호화 후의 데이터(4606)를 입력으로 하여, 이들 데이터의 어느 하나 또는 이들 데이터 모두를 송신데이터로 하여 오류정정부호화, 변조, 프리코딩, 위상변경 등의 처리(예를 들어, 도 3의 송신장치에서의 신호처리)를 실시하여 송신신호(4608-1에서 4608-N)을 출력한다. 그리고 송신신호(4608-1에서 4608-n)는 각각 안테나(4609-1에서 4609-N)에 의해 전파로서 송신된다.

[0535] 수신부(4612)는 안테나(4610-1에서 4610-M)에서 수신한 수신신호(4611-1에서 4611-M)를 입력으로 하여 주파수 변환, 위상변경, 프리코딩의 디코드, 대수 우도 비 산출, 오류정정 복호 등의 처리(예를 들어 도 7의 수신장치에서의 처리)를 실시하여 수신데이터(4613, 4615, 4617)를 출력한다. 정보원 복호부(4619)는 수신데이터(4613, 4615, 4617)를 입력으로 하여, 영상 부호화부(4614)는 수신데이터(4613) 입력으로 하여 영상용의 복호를 실행하여 영상신호를 출력하고, 영상은 텔레비전, 디스플레이에 표시된다. 또, 음성 부호화부(4616)는 수신데이터(4615)를 입력으로 하여 음성용의 복호를 실행하여 음성신호를 출력하며, 음성은 스피커에서 흘러나온다. 또, 데이터 부호화부(4618)는 수신데이터(4617)를 입력으로 하여 데이터용의 복호를 실행하여 데이터의 정보를 출력한다.

[0536] 또, 본 발명의 설명을 하고 있는 실시형태에서, 이전에도 설명한 것과 같이 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 전송 방식에서 송신장치가 보유하고 있는 부호화기의 수는 몇 개라도 좋다. 따라서 예를 들어 도 4와 같이 송신장치가 부호화기를 1개 구비하고, 출력을 분배하는 방법을 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 전송방식에도 적용하는 것도 당연히 가능하다. 이때, 도 4의 무선부(310A, 310B)를 도 12의 OFDM 방식관련 처리부(1301A, 1301B)로 치환하면 좋아진다. 이때, OFDM 방식관련 처리부의 설명은 실시형태 1과 같다.

[0537] 또, 실시형태 1에서 프리코딩 행렬의 예로 식 (36)을 주었으나 이와는 별도로 프리코딩 행렬로서 이하의 식을 이용하는 방법을 생각할 수 있다.

수학식 50

$$\begin{pmatrix} w11 & w12 \\ w21 & w22 \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta} & \alpha e^{j\pi} \\ \alpha e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{pmatrix} \quad \dots \text{식 (50)}$$

[0538]

[0539] 또, 프리코딩 식 (36), 식 (50)에서  $\alpha$ 의 값으로 식 (37), 식 (38)을 설정하는 것을 기재하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며,  $\alpha=1$ 로 설정하면 간단한 프리코딩 행렬이 되므로 이 값도 유효한 값 중 하나이다.

[0540]

또, 실시형태 A1에서 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서의 위상 변경부에서 주기 N을 위한 위상변경 값(도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서는 일방의 베이스밴드신호에만 위상변경을 주게 되므로 위상변경 값이 된다)으로 PHASE[i]( $i=0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수))로 표현했다. 그리고 본 명세서에서 일방의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우(즉, 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53), 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z2'$ 에만 위상변경을 하고 있다. 이때, PHASE[k]를 이하와 같이 된다.

수학식 51

$$PHASE [k] = \frac{2k\pi}{N} \text{라디안} \quad \dots \text{식 (51)}$$

[0541]

[0542] 이때,  $k=0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$  ( $k$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)로 한다. 그리고  $N=5, 7, 9, 11, 15$ 로 하면 수신 장치에서 양호한 데이터의 수신품질을 얻을 수 있다.

[0543]

또, 본 명세서에서는 2개의 변조신호를 복수의 안테나로 송신하는 경우에서의 위상변경방법에 대하여 상세하게 설명하였으나, 이에 한정되지 않으며, 3개 이상의 변조방식의 매핑을 실행한 베이스밴드신호에 대해 프리코딩, 위상변경을 실행하고, 프리코딩, 위상변경 후의 베이스밴드신호에 대해 소정의 처리를 실행하여 복수의 안테나에서 송신하는 경우에 대해서도 동일하게 실시할 수 있다.

[0544]

또, 예를 들어 상기 통신방법을 실행하는 프로그램을 미리 ROM(Read Only Memory)에 저장해 두고, 그 프로그램을 CPU(Central Processor Unit)에 의해 동작시키도록 해도 좋다.

[0545]

또, 상기 통신방법을 실행하는 프로그램을 컴퓨터로 판독가능한 기억매체에 저장하고, 기억매체에 저장된 프로그램을 컴퓨터의 RAM(Random Access Memory)에 기록하여, 컴퓨터를 그 프로그램에 따라서 동작시키도록 해도 좋다.

[0546]

그리고 상기의 각 실시형태 등의 각 구성은 전형적으로는 집적회로인 LSI(Large Scale IntegratiON)으로 실현되어도 좋다. 이들은 개별적으로 1 칩화되어도 좋고, 각 실시형태의 모든 구성 또는 일부의 구성을 포함하도록 1 칩화되어도 좋다. 여기에는 LSI로 하였으나, 집적도의 차이에 따라서 IC(Integrated Circuit), 시스템 LSI, 슈퍼 LSI, 울트라 LSI로 불리는 경우도 있다. 또, 집적회로화의 수법은 LSI에 한정되는 것은 아니며, 전용 회로 또는 범용 프로세서로 실현되어도 좋다. LSI 제조 후에 프로그램할 수 있는 FPGA(Field Programmable Gate Array)나, LSI 내부의 회로 셀의 접속이나 설정을 재구성 가능한 리콘피규러블·프로세서(Reconfigurable Processor)를 이용해도 좋다.

[0547]

나아가 반도체 기술의 진보 또는 파생하는 다른 기술에 의해 LSI에 대체되는 집적회로화 기술이 등장하면 당연히 그 기술을 이용하여 기능 블록의 집적화를 실행해도 좋다. 바이오 기술의 적용 등이 가능성으로 있을 수 있다.

[0548]

(실시형태 C1)

[0549]

본 실시형태에서는 실시형태 1에서 송신 파라미터를 변경한 때 사용하는 프리코딩 행렬을 전환하는 경우에 대해서 설명하였으나, 본 실시형태에서는 그 상세한 예에 대해 앞의 (그 외의 보충)에서 설명한 것과 같이 송신 파

라미터로 스트림  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$ 에서 다른 데이터를 전송하는 경우와 동일한 데이터를 전송하는 경우로 전환할 때에 사용하는 프리코딩 행렬을 전환하는 방법 및 이에 수반하는 위상변경방법에 대해서 설명한다.

- [0550] 본 실시형태의 예에서는 다른 2개의 송신안테나에서 각각 변조신호를 송신하는 경우, 각각의 변조신호에서 동일한 데이터를 포함하고 있는 경우와 각각의 변조신호에서 다른 데이터를 송신하는 경우를 전환할 때에 대해서 설명한다.
- [0551] 도 56은 앞에서 설명한 것과 같이 송신방법을 전환하는 경우의 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 56에서 도 54와 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다. 도 56에서 분배부(404)는 프레임 구성신호(313)을 입력으로 하여 있는 점이 도 54와 다른 점이 된다. 분배부(404)의 동작에 대해 도 57을 이용하여 설명한다.
- [0552] 도 57에 동일 데이터를 송신하는 경우와 다른 데이터를 송신하는 경우의 분배부(404)의 동작을 나타내고 있다. 도 57에 나타내는 것과 같이 부호화 후의 데이터를  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots$ 이라 하면, 동일 데이터를 송신하는 경우 분배 후의 데이터(405A)는  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots$ 으로 나타내며, 마찬가지로 분배 후의 데이터(405B)는  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots$ 으로 나타낸다.
- [0553] 한편, 다른 데이터를 송신하는 경우 분배 후의 데이터(405A)는  $x_1, x_3, x_5, x_7, x_9, \dots$ 로 나타내며, 분배 후의 데이터(405B)는  $x_2, x_4, x_6, x_8, x_{10}, \dots$ 으로 나타낸다.
- [0554] 또, 분배부(404)는 입력신호인 프레임 구성신호(313)에 의해 송신 모드가 동일 데이터를 송신하는 경우와 다른 데이터를 송신하는 경우를 판단하게 된다.
- [0555] 상기와는 다른 방법으로는, 도 58과 같이 동일 데이터 송신을 실행하는 경우 분배부(404)는 분배 후의 데이터(405A)로  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots$ 을 출력하고, 분배 후의 데이터(405B)에는 출력을 하지 않는다. 따라서 프레임 구성신호(313)가 「동일 데이터 송신」을 나타내고 있는 경우 분배부(404)의 동작은 상술한 것과 동일하고, 또, 도 56에서의 인터리버(304B), 매핑부(306B)는 동작하지 않게 된다. 그리고 도 56에서의 매핑부(306A)의 출력인 베이스밴드신호(307A)만이 유효가 되며, 가중합성부 308A 및 308B의 양자가 입력신호가 된다.
- [0556] 본 실시형태에서 하나의 특징이 되는 점은 송신 모드를 동일 데이터를 송신하는 경우와 다른 데이터를 송신하는 경우의 전환을 실행하는 경우에 프리코딩 행렬을 전환하는 점이다. 실시형태 1의 식 (36), 식 (39)에서 나타내는 것과 같이  $w_{11}, w_{12}, w_{21}, w_{22}$ 로 구성되는 행렬로 나타낸 경우, 동일 데이터를 송신하는 경우의 프리코딩 행렬은 이하와 같이 나타내면 좋다.

**수학식 52**

$$\begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & a \end{pmatrix} \quad \dots\text{식 (52)}$$

- [0557]
- [0558] 식 (52)에서  $a$ 는 실수로 한다( $a$ 는 복소수라도 좋으나, 프리코딩에 의해 입력하는 베이스밴드신호에 위상변경을 실행하게 되므로, 회로 규모가 가능한 한 크고, 복잡해지지 않게 하는 것을 고려하면 실수인 편이 좋다). 또,  $a$ 가 1인 경우 가중합성부(308A, 308B)는 가중합성의 동작을 하지 않으며, 입력신호를 그대로 출력하게 된다.
- [0559] 따라서 「동일 데이터를 송신하는」의 경우, 가중합성부(308A, 308B)의 출력 신호가 되는 가중합성 후의 베이스밴드신호(309A)와 가중합성 후의 베이스밴드신호(316B)는 동일한 신호가 된다.
- [0560] 그리고 위상 변경부(5201)는 프레임 구성신호(313)가 「동일 데이터를 송신하는」 것을 나타내고 있는 경우, 가중합성 후의 베이스밴드신호(309A)에 위상변경을 하여 위상변경 후의 베이스밴드신호(5202)를 출력한다. 그리고 위상 변경부(317B)는 프레임 구성신호(313)가 「동일 데이터를 송신하는」 것을 나타내고 있는 경우, 가중합성 후의 베이스밴드신호(316B)에 위상변경을 하여 위상변경 후의 베이스밴드신호(309B)를 출력한다. 또, 위상 변경부(5201)에서 실시하는 위상변경을  $e^{jA(t)}$  (또는  $e^{jA(f)}$  또는  $e^{jA(t, f)}$ ) (단,  $t$ 는 시간,  $f$ 는 주파수)로 하고(따라서  $e^{jA(t)}$  (또는  $e^{jA(f)}$  또는  $e^{jA(t, f)}$ )는 입력된 베이스밴드신호에 승산하는 값이다), 위상 변경부(317B)에서 실시하는 위상변경을  $e^{jB(t)}$  (또는  $e^{jB(f)}$  또는  $e^{jB(t, f)}$ ) (단,  $t$ 는 시간,  $f$ 는 주파수)로 하며, (따라서  $e^{jB(t)}$  (또는  $e^{jB(f)}$  또는

$e^{jB(t, f)}$ )는 입력된 베이스밴드신호에 승산하는 값이다), 이하의 조건을 만족하는 것이 중요하다.

**수학식 53**

$$e^{jA(t)} \neq e^{jB(t)}$$

을 만족시키는 시간 t가 존재한다.

(또는,  $e^{jA(f)} \neq e^{jB(f)}$  을 만족시키는 주파수(캐리어) f가 존재한다.)

(또는,  $e^{jA(t, f)} \neq e^{jB(t, f)}$  을 만족시키는 주파수(캐리어) f 및 t가 존재한다.) ... 식 ( 53 )

[0561]

[0562]

이와 같이 함으로써 송신신호는 멀티패스의 영향을 경감할 수 있으므로, 수신장치에서 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있다(단, 위상변경은 가중합성 후의 베이스밴드신호(309A)와 가중합성 후의 베이스밴드신호(316B) 중 일방에만 실행하는 구성으로 해도 좋다).

[0563]

또, 도 56에서 위상변경 후의 베이스밴드신호(5202)는 OFDM를 이용하고 있는 경우 IFFT, 주파수 변환 등의 처리를 실행하여 송신안테나로부터 송신된다(도 13 참조)(따라서 위상변경 후의 베이스밴드신호(5202)는 도 13의 신호(1301A)라고 생각하면 좋다). 마찬가지로 위상변경 후의 베이스밴드신호(309B)는 OFDM를 이용하고 있는 경우 IFFT, 주파수 변환 등의 처리를 하여 송신안테나로부터 송신된다(도 13 참조)(따라서 위상변경 후의 베이스밴드신호(309B)는 도 13의 신호(1301B)라고 생각하면 좋다).

[0564]

한편, 송신 모드로 「다른 데이터를 송신한다」가 선택되어 있는 경우, 실시형태 1에서 설명한 것과 같이, 식 (36), 식 (39), 식 (50)의 어느 하나로 표시되는 것으로 한다. 이때, 도 56의 위상 변경부(5201, 317B)는 「동일한 데이터를 송신」하는 경우와는 다른 위상변경방법을 실행하는 것이 중요하다. 특히, 이 경우 실시형태 1에서 설명한 것과 같이 예를 들어 위상 변경부(5201)는 위상변경을 실행하고 위상 변경부(317B)는 위상변경을 실행하지 않거나, 또는 위상 변경부(5201)는 위상변경을 실행하지 않고 위상 변경부(317B)는 위상변경을 실행하는 것과 같이, 2개의 위상 변경부 중 어느 한쪽만 위상변경을 실행하는 것으로 하면 LOS 환경, NLOS 환경의 양자에서 수신장치는 양호한 데이터의 수신품질을 얻을 수 있다.

[0565]

또, 송신 모드로 「다른 데이터를 송신한다」가 선택되어 있는 경우, 프리코딩 행렬로 식 (52)를 이용해도 좋으나, 식 (36), 식 (50), 또는 식 (39)로 표시되게 되고, 또한, 식 (52)과 다른 프리코딩 행렬을 이용하면 수신장치에서, 특히 LOS 환경에서의 데이터의 수신품질을 한층 더 향상시킬 수 있을 가능성이 있다.

[0566]

또, 본 실시형태는 송신방법으로 OFDM 방식을 이용한 경우를 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, OFDM 방식 이외의, 멀티 캐리어 방식, 싱글 캐리어 방식을 이용한 경우에도 동일하게 실시하는 것은 가능하다. 이때, 스펙트럼 확산 통신방식을 이용하고 있어도 좋다. 또, 싱글 캐리어 방식을 이용하고 있는 경우, 위상변경은 시간 축 방향으로 위상변경을 하게 된다.

[0567]

또, 실시형태 3에서 설명한 것과 같이, 「다른 데이터를 송신하는」 송신방법의 경우 데이터심벌에만 대해 위상변경을 실행하는 것으로 했다. 그러나 본 실시형태에서 설명한 「동일 데이터를 송신하는」 송신방법일 때, 위상변경은 데이터심벌에 한정하지 않으며, 송신신호의 송신프레임에 삽입되어 있는 파일럿심벌이나 제어심벌 등의 심벌에 대해서도 위상변경을 실행하게 된다(단, 파일럿심벌이나 제어심벌 등의 심벌에 대해서도 위상변경을 실행하지 않아도 좋으나, 다이버시티 게인(Diversity Gain)을 얻기 위해서는 위상변경을 실행하면 좋다).

[0568]

(실시형태 C2)

[0569]

본 실시형태에서는 실시형태 C1을 응용한 기지국의 구성방법에 대하여 설명한다.

[0570]

도 59에 기지국(방송국)과 단말의 관계를 나타내고 있다. 단말 P(5907)는 기지국 A(5902A)의 안테나(5904A)에서 송신된 송신신호(5903A)와 안테나(5906A)에서 송신된 송신신호(5905A)를 수신하고 소정의 처리를 실행하여 수신 데이터를 얻고 있는 것으로 한다.

[0571]

단말 Q(5908)는 기지국 A(5902A)의 안테나(5904A)로부터 송신된 송신신호(5903A)와 기지국 B(5902B)의 안테나(5904B)에서 송신된 송신신호(5903B)를 수신하고 소정의 처리를 실행하여 수신데이터를 얻고 있는 것으로 한다.

- [0572] 도 60 및 도 61은 기지국 A(5902A)가 안테나(5904A), 안테나(5906A)에서 송신하는 송신신호(5903A), 송신신호(5905A)의 주파수 할당 및 기지국 B(5902B)가 안테나(5904B), 안테나(5906B)에서 송신하는 송신신호(5903B), 송신신호(5905B)의 주파수 할당을 나타내고 있다. 도 60, 도 61에서의 도면에서는 가로축을 주파수, 세로축을 송신파워로 한다.
- [0573] 도 60에 나타내는 것과 같이, 기지국 A(5902A)가 송신하는 송신신호(5903A), 송신신호(5905A) 및 기지국 B(5902B)가 송신하는 송신신호(5903B, 송신신호(5905B)는 적어도 주파수 대역 X와 주파수 대역 Y를 사용하고 있으며, 주파수 대역 X를 이용하여 제 1 채널의 데이터의 전송을 실행하고 있고, 또, 주파수 대역 Y를 이용하여 제 2 채널의 데이터의 전송을 실행하고 있는 것으로 한다.
- [0574] 따라서 단말 P(5907)는 기지국 A(5902A)의 안테나(5904A)에서 송신된 송신신호(5903A)와 안테나(5906A)에서 송신된 송신신호(5905A)를 수신해서 주파수 대역 X를 추출하여, 소정의 처리를 실행하여 제 1 채널의 데이터를 얻는다. 그리고 단말 Q(5908)는 기지국 A(5902A)의 안테나(5904A)에서 송신된 송신신호(5903A)와 기지국 B(5902B)의 안테나(5904B)에서 송신된 송신신호(5903B)를 수신해서 주파수 대역 Y를 추출하여, 소정의 처리를 실행하여 제 2 채널의 데이터를 얻는다.
- [0575] 이때의 기지국 A(5902A) 및 기지국 B(5902B)의 구성 및 동작에 대하여 설명한다.
- [0576] 기지국 A(5902A) 및 기지국 B(5902B) 모두 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이도 56 및 도 13에서 구성된 송신장치를 구비하고 있다. 그리고 기지국 A(5902A)는, 도 60과 같이 송신하는 경우, 주파수 대역 X에서는 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이 다른 2개의 변조신호를 생성하고(프리코딩, 위상변경을 실행한다), 2개의 변조신호를 각각 도 59의 안테나(5904A 및 5906A)에서 송신한다. 주파수 대역 Y에서는 기지국 A(5902A)는 도 56에서 인터리버(304A), 매핑부(306A), 가중합성부(308A), 위상 변경부(5201)를 동작시켜서 변조신호(5202)를 생성하여, 변조신호(5202)에 상당하는 송신신호를 도 13의 안테나(1310A), 즉, 도 59의 안테나(5904A)에서 송신한다. 마찬가지로 기지국 B(5902B)는 도 56에서 인터리버(304A), 매핑부(306A), 가중합성부(308A), 위상 변경부(5201)를 동작시켜서 변조신호(5202)를 생성하여, 변조신호(5202)에 상당하는 송신신호를 도 13의 안테나(1310A), 즉, 도 59의 안테나(5904B)에서 송신한다.
- [0577] 또, 주파수 대역 Y의 부호화 후의 데이터의 작성에 대해서는 도 56과 같이 기지국이 개별적으로 부호화 후의 데이터를 생성해도 좋으나, 어느 한 기지국에서 작성한 부호화 후의 데이터를 다른 기지국에 전송해도 좋다. 또, 다른 방법으로는 변조신호를 어느 한 기지국이 생성하여 생성한 변조신호를 다른 기지국에 인계하는 구성으로 해도 좋다.
- [0578] 또, 도 59에서 신호(5901)는 송신 모드(「동일한 데이터를 송신」 또는 「다른 데이터를 송신」)에 관한 정보를 포함하고 있게 되며, 기지국은 이 신호를 취득함으로써 각 주파수 대역에서의 변조신호의 생성방법을 전환하게 된다. 여기에서는 신호(5901)는 도 59와 같이 다른 기기 혹은 네트워크로부터 입력하고 있으나, 예를 들어, 기지국 A(5902A)이 마스터국이 되고, 기지국 B(5902 B)에 신호(5901)에 상당하는 신호를 인계하도록 해도 좋다.
- [0579] 이상의 설명과 같이 기지국이 「다른 데이터를 송신」 하는 경우, 그 송신방법에 적절한 프리코딩 행렬 및 위상 변경방법을 설정하여 변조신호를 생성하게 된다.
- [0580] 한편, 「동일한 데이터를 송신」 하는 경우, 2개의 기지국이 각각 변조신호를 생성하여 송신하게 된다. 이때, 각 기지국은 하나의 안테나에서 송신하기 위한 변조신호를 생성하는 것은 2개의 기지국을 함께 생각한 경우에는 2개의 기지국에서 식 (52)의 프리코딩 행렬을 설정한 것에 상당한다. 또, 위상변경방법에 대해서는 실시형태 C1에서 설명한 것과 같으며, 예를 들어 (수 53)의 조건을 만족하면 좋다.
- [0581] 또, 주파수 대역 X와 주파수 대역 Y는 시간과 함께 송신하는 방법을 변경해도 좋다. 따라서 도 61과 같이 시간이 경과하여 도 60과 같은 주파수 할당에서 도 61과 같은 주파수 할당으로 변경해도 좋다.
- [0582] 본 실시형태와 같이 함으로써 「동일한 데이터를 송신」, 「다른 데이터를 송신」의 어느 경우에 대해서도 수신장치에서 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있다는 효과를 얻을 수 있는 동시에, 송신장치에서 위상 변경부의 공유화를 실행할 수 있다는 이점이 있다.
- [0583] 또, 본 실시형태는 송신방법으로 OFDM 방식을 이용한 경우를 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, OFDM 방식 이외의, 멀티 캐리어 방식, 싱글 캐리어 방식을 이용한 경우에도 동일하게 실시하는 것은 가능하다. 이때, 스펙트럼 확산 통신방식을 이용하고 있어도 좋다. 또, 싱글 캐리어 방식을 이용하고 있는 경우 위상 변경은 시간 축 방향으로 위상변경을 하게 된다.

- [0584] 또, 실시형태 3에서 설명한 것과 같이 「다른 데이터를 송신하는」 송신방법의 경우, 데이터심벌 만에 대해 위상변경을 실행하는 것으로 했다. 그러나 본 실시형태에서 설명한 「동일 데이터를 송신하는」 송신방법일 때, 위상변경은 데이터심벌에 한정되지 않으며, 송신신호의 송신프레임에 삽입되어 있는 파일럿심벌이나 제어심벌 등의 심벌에 대해서도 위상변경을 실행하게 된다(단, 파일럿심벌이나 제어심벌 등의 심벌에 대해서도 위상변경을 실행하지 않게 해도 좋으나, 다이버시티 게인(Diversity Gain)을 얻기 위해서는 위상변경을 실행하면 좋다)
- [0585] (실시형태 C3)
- [0586] 본 실시형태에서는 실시형태 C1을 응용한 중계기의 구성방법에 대하여 설명한다. 또, 중계기는 중계국이라고 호칭되는 경우도 있다.
- [0587] 도 62에 기지국(방송국), 중계기와 단말의 관계를 나타내고 있다. 기지국(6201)은 도 63에 나타내는 것과 같이 적어도 주파수 대역 X와 주파수 대역 Y의 변조신호를 송신한다. 기지국(6201)은 안테나(6202A) 및 안테나(6202B)에서 각각 변조신호를 송신한다. 이때의 송신방법에 대해서는 도 63을 이용하여 이후에 설명한다.
- [0588] 중계기 A(6203 A)는 수신안테나(6204A)에서 수신한 수신신호(6205A) 및 수신안테나(6206A)에서 수신한 수신신호(6207A)를 복조 등의 처리를 실시하여 수신데이터를 얻는다. 그리고 그 수신데이터를 단말에 전송하기 위해 송신 처리를 하여 변조신호(6209A 및 6211A)를 생성해서 각각 안테나(6210A 및 6212A)에서 송신한다.
- [0589] 마찬가지로, 중계기 B(6203B)는 수신안테나(6204B)에서 수신한 수신신호(6205B) 및 수신안테나(6206B)에서 수신한 수신신호(6207B)를 복조 등의 처리를 하여 수신데이터를 얻는다. 그리고 그 수신데이터를 단말에 전송하기 위해 송신처리를 하여 변조신호(6209B 및 6211B)를 생성해서 각각 안테나(6210B 및 6212B)로부터 송신한다. 또, 여기에서는 중계기 B(6203 B)는 마스터 중계기로 하고 제어신호(6208)를 출력하며, 중계기 A(6203A)는 이 신호를 입력으로 한다. 또, 반드시 마스터 중계기를 설치할 필요는 없고, 기지국(6201)이 중계기 A(6203 A), 중계기 B(6203 B)에 개별적으로 제어정보를 전송하는 것으로 해도 좋다.
- [0590] 단말 P(5907)는 중계기 A(6203A)가 송신한 변조신호를 수신하여 데이터를 얻는다. 단말 Q(5908)는 중계기 A(6203A) 및 중계기 B(6203B)가 송신한 신호를 수신하여 데이터를 얻는다. 단말 R(6213)은 중계기 B(6203B)가 송신한 변조신호를 수신하여 데이터를 얻는다.
- [0591] 도 63은 기지국이 송신하는 송신신호 중 안테나(6202A)에서 송신하는 변조신호의 주파수 할당 및 안테나(6202 B)에서 송신하는 변조신호의 주파수 할당을 나타내고 있다. 도 63에서 가로축을 주파수, 세로축을 송신파워로 한다.
- [0592] 도 63에 나타내는 것과 같이, 안테나(6202A)에서 송신하는 변조신호 및 안테나(6202B)에서 송신하는 변조신호는 적어도 주파수 대역 X와 주파수 대역 Y를 사용하고 있고, 주파수 대역 X를 이용하여 제 1 채널의 데이터의 전송을 실행하고 있으며, 또, 주파수 대역 Y를 이용하여 제 1 채널과는 다른 제 2 채널의 데이터의 전송을 실행하고 있는 것으로 한다.
- [0593] 그리고 제 1 채널의 데이터는, 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이, 주파수 대역 X를 이용하여 「다른 데이터를 송신」 하는 모드로 전송한다. 따라서 도 63에 나타내는 것과 같이 안테나(6202A)에서 송신하는 변조신호 및 안테나(6202B)에서 송신하는 변조신호는 주파수 대역 X의 성분을 포함하게 된다. 그리고 주파수 대역 X의 성분은 중계기 A 및 중계기 B로 수신되게 된다. 따라서 주파수 대역 X의 변조신호는 실시형태 1, 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이 매핑 후의 신호에 대해 프리코딩(가중합성) 및 위상변경이 실시되게 된다.
- [0594] 제 2 채널의 데이터는 도 63에서는 도 62의 안테나(6202A)에서 송신되는 주파수 대역 Y의 성분에 의해 데이터가 전송된다. 그리고 주파수 대역 Y의 성분은 중계기 A 및 중계기 B로 수신되게 된다.
- [0595] 도 64는 중계기 A, 중계기 B가 송신하는 송신신호 중 중계기 A의 안테나(6210A)에서 송신하는 변조신호(6209A), 안테나(6212A)에서 송신하는 변조신호(6211A)의 주파수 할당 및 중계기 B의 안테나(6210B)에서 송신하는 변조신호(6209B), 안테나(6212B)에서 송신하는 변조신호(6211B)의 주파수 할당을 나타내고 있다. 도 64에서 가로축을 주파수, 세로축을 송신파워로 한다.
- [0596] 도 64에 나타내는 것과 같이, 안테나(6210A)에서 송신하는 변조신호(6209A) 및 안테나(6212A)에서 송신하는 변조신호(6211A)는 적어도 주파수 대역 X와 주파수 대역 Y를 사용하고 있고, 또, 안테나(6210B)에서 송신하는 변조신호(6209B) 및 안테나(6212B)에서 송신하는 변조신호(6211B)는 적어도 주파수 대역 X와 주파수 대역 Y를 사용하고 있으며, 주파수 대역 X를 이용하여 제 1 채널의 데이터의 전송을 실행하고 있고, 또, 주파수 대역 Y를

이용하여 제 2 채널의 데이터의 전송을 실행하고 있는 것으로 한다.

- [0597] 그리고 제 1 채널의 데이터는 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이 주파수 대역 X를 이용하여 「다른 데이터를 송신」 하는 모드로 전송한다. 따라서 도 64에 나타내는 것과 같이, 안테나(6210A)에서 송신하는 변조신호(6209A) 및 안테나(6212A)에서 송신하는 변조신호(6211A)는 주파수 대역 X의 성분을 포함하게 된다. 그리고 주파수 대역 X의 성분은 단말 P로 수신되게 된다. 마찬가지로, 도 64에 나타내는 것과 같이 안테나(6210B)에서 송신하는 변조신호(6209B) 및 안테나(6212B)에서 송신하는 변조신호(6211B)는 주파수 대역 X의 성분을 포함하게 된다. 그리고 주파수 대역 X의 성분은 단말 R로 수신되게 된다. 따라서 주파수 대역 X의 변조신호는 실시형태 1, 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이 매핑 후의 신호에 대해 프리코딩(가중합성) 및 위상변경이 실시되게 된다.
- [0598] 제 2 채널의 데이터는 도 64에서는 도 62의 증계기 A(6203A)의 안테나(6210A) 및 증계기 B(6203B)의 안테나(6210B)에서 송신되는 변조신호의 주파수 대역 Y의 성분을 이용하여 전송되게 된다. 이때, 도 62의 증계기 A(6203A)의 안테나(6210A)에서 송신되는 변조신호(6209A)의 주파수 대역 Y의 성분 및 증계기 B(6203B)의 안테나(6210B)에서 송신되는 변조신호(6209B)의 주파수 대역 Y의 성분에 의해 실시형태 C1에서 설명한 「동일 데이터를 송신하는」 송신 모드를 사용하게 된다. 그리고 주파수 대역 Y의 성분은 단말 Q로 수신되게 된다.
- [0599] 다음에, 도 62에서의 증계기 A(6203A)와 증계기 B(6203B)의 구성을 도 65를 이용하여 설명한다.
- [0600] 도 65는 증계기의 수신부와 송신부의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 56과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여했다. 수신부(6203X)는 수신안테나(6501a)에서 수신한 수신신호(6502a) 및 수신안테나(6501b)에서 수신한 수신신호(6502b)를 입력으로 하여, 주파수 대역 X의 성분에 대하여 신호처리(신호의 분리 또는 합성, 오류정정 복호 등의 처리)를 실시하여 기지국이 주파수 대역 X를 이용하여 전송한 데이터(6204X)를 얻으며, 이를 분배부(404)에 출력하는 동시에 제어정보에 포함되는 송신방법의 정보를 얻어서(증계기가 송신할 때의 송신방법의 정보도 얻는다), 프레임 구성신호(313)을 출력한다.
- [0601] 또, 수신부(6203X) 이후는 주파수 대역 X로 송신하기 위한 변조신호를 생성하기 위한 처리부가 된다. 또, 수신부에 대해서는, 도 65에서 나타내고 있는 것과 같이 주파수 대역 X의 수신부만이 아니라 다른 주파수 대역의 수신부를 그외에도 구비하고 있으며, 각 수신부에서는 그 주파수 대역을 이용하여 송신하기 위한 변조신호를 생성하기 위한 처리부를 구비하게 된다.
- [0602] 분배부(404)의 동작의 개요는 실시형태 C2에서 설명한 기지국에서의 분배부의 동작과 동일하다.
- [0603] 증계기 A(6203A)와 증계기 B(6203B)는, 도 64와 같이 송신하는 경우, 주파수 대역 X에서는 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이 다른 2개의 변조신호를 생성하고(프리코딩, 위상변경을 실행한다), 2개의 변조신호를 각각 증계기 A(6203A)는 도 62의 안테나(6210A 및 6212A)에서, 증계기 B(6203 B)는 도 62의 안테나(6210B 및 6212B)에서 송신한다.
- [0604] 주파수 대역 Y에서는 증계기 A(6203A)는 도 65에서 주파수 대역 X에 관련하는 신호처리부(6500)에 대응하는 주파수 대역 Y에 관련하는 처리부(6500)에서(6500은 주파수 대역 X 관련 신호처리부이나, 주파수 대역 Y에 대해서도 마찬가지로 신호처리부를 구비하므로, 6500 내의 부가한 번호로 설명한다), 인터리버(304A), 매핑부(306A), 가중합성부(308A), 위상 변경부(5201)를 동작시켜서 변조신호(5202)를 생성하여, 변조신호(5202)에 상응하는 송신신호를 도 13의 안테나(1310A), 즉, 도 62의 안테나(6210A)에서 송신한다. 마찬가지로 증계기 B(6203B)는 도 62에서 주파수 대역 Y에서의 인터리버(304A), 매핑부(306A), 가중합성부(308A), 위상 변경부(5201)를 동작시켜서 변조신호(5202)를 생성하여, 변조신호(5202)에 상응하는 송신신호를 도 13의 안테나(1310A), 즉, 도 62의 안테나(6210B)에서 송신한다.
- [0605] 또, 기지국은 도 66에 나타내는 것과 같이(도 66은 기지국이 송신하는 변조신호의 프레임 구성이며 가로축은 시간, 세로축은 주파수이다), 송신방법에 관한 정보(6601), 증계기가 실시하는 위상변경에 관한 정보(6602), 데이터심벌(6603)을 송신하며, 증계기는 송신방법에 관한 정보(6601), 증계기가 실시하는 위상변경에 관한 정보(6602)를 얻음으로써 송신신호에 실시하는 위상변경의 방법을 결정할 수 있다. 또, 도 66에서의 증계기가 실시하는 위상변경에 관한 정보(6602)가 기지국이 송신한 신호에 포함되지 않은 경우에는 도 62에 나타내는 것과 같이 증계기 B(6203B)가 마스터가 되며, 증계기 A(6203A)에 위상변경방법의 지시를 해도 좋다.
- [0606] 이상의 설명과 같이, 증계기가 「다른 데이터를 송신」 하는 경우, 그 송신방법에 적절한 프리코딩 행렬 및 위상 변경방법을 설정하여 변조신호를 생성하게 된다.
- [0607] 한편, 「동일한 데이터를 송신」 하는 경우, 2개의 증계기가 각각 변조신호를 생성하여 송신하게 된다. 이때, 각

중계기는 하나의 안테나로부터 송신하기 위한 변조신호를 생성하는 것은 2개의 중계기를 아울러서 생각한 경우, 2개의 중계기에서 식 (52)의 프리코딩 행렬을 설정한 것에 상당한다. 또, 위상변경방법에 대해서는 실시형태 C1에서 설명한 것과 같으며, 예를 들어 (수 53)의 조건을 만족하면 좋다.

[0608] 또, 실시형태 C1에서 설명한 것과 같이, 주파수 대역 X와 같이 기지국, 중계기 모두 2개의 안테나에서 각각 변조신호를 송신하고, 2개의 안테나에서 동일한 데이터를 송신하도록 해도 좋다. 이때의 기지국 및 중계기의 동작에 대해서는 실시형태 C1에서 설명한 것과 같다.

[0609] 본 실시형태와 같이 함으로써 「동일한 데이터를 송신」, 「다른 데이터를 송신」의 어느 경우에 대해서도 수신장치에서 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있다는 효과를 얻을 수 있는 동시에 송신장치에서 위상 변경부의 공유화를 실행할 수 있다는 이점이 있다.

[0610] 또, 본 실시형태는 송신방법으로 OFDM 방식을 이용한 경우를 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, OFDM 방식 이외의, 멀티 캐리어 방식, 싱글 캐리어 방식을 이용한 경우에도 동일하게 실시할 수 있다. 이때, 스펙트럼 확산 통신방식을 이용하고 있어도 좋다. 또, 싱글 캐리어 방식을 이용하고 있는 경우, 위상변경은 시간 축 방향으로 위상변경을 하게 된다.

[0611] 또, 실시형태 3에서 설명한 것과 같이 「다른 데이터를 송신하는」 송신방법의 경우, 데이터심벌 만에 대해 위상변경을 실행하는 것으로 했다. 그러나 본 실시형태에서 설명한 「동일 데이터를 송신하는」 송신방법일 때, 위상변경은 데이터심벌에 한정되지 않으며, 송신신호의 송신프레임에 삽입되어 있는 파일럿심벌이나 제어심벌 등의 심벌에 대해서도 위상변경을 실행하게 된다(단, 파일럿심벌이나 제어심벌 등의 심벌에 대해서도 위상변경을 실행하지 않게 해도 좋으나, 다이버시티 게인(Diversity Gain)을 얻기 위해서는 위상변경을 실행하면 좋다).

[0612] (실시형태 C4)

[0613] 본 실시형태에서는 「실시형태 1」, 「그 외 보충」에서 설명한 위상변경방법과는 다른 위상변경방법에 대하여 설명한다.

[0614] 실시형태 1에서 프리코딩 행렬의 예로 식 (36)이 주어지고, 그 외 보충에서 프리코딩 행렬의 예로 식 (50)이 주어졌다. 그리고 실시형태 A1에서 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서의 위상 변경부에서 주기 N을 위한 위상변경 값(도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서는 일방의 베이스밴드신호에만 위상변경을 주게 되므로, 위상변경 값이 된다)으로 PHASE[i](i=0, 1, 2, ..., N-2, N-1(i는 0 이상 N-1 이하의 정수))라고 표현했다. 그리고 본 명세서에서 일방의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우(즉, 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53), 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에만 위상변경을 주고 있다. 이때 PHASE[k]를 이하와 같이 준다.

**수학식 54**

[0615] 
$$PHASE[k] = \frac{k\pi}{N} \text{라디안} \quad \dots \text{식 (54)}$$

[0616] 이때, k=0, 1, 2, ..., N-2, N-1 (k는 0 이상 N-1 이하의 정수)로 한다.

[0617] 이와 같이 하면, 수신장치에서, 특히, 전파 환경이 LOS 환경일 때 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다. 이는 LOS 환경에서 위상변경을 실행하지 않는 경우에는 정상적인 위상 관계이던 것이 위상변경을 실행함으로써 위상 관계의 변경이 이루어지며, 이에 의해 버스트(Burst)적으로 전파환경이 나쁜 상황이 회피되기 때문이다. 또, 식 (54)과는 다른 방법으로 PHASE[k]를 이하와 같이 주어도 좋다.

수학식 55

$$PHASE[k] = -\frac{k\pi}{N} \text{ 라디안} \quad \dots \text{식 (55)}$$

[0618]

[0619] 이때,  $k=0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$  ( $k$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)로 한다.

[0620] 또, 다른 위상변경방법으로 PHASE[k]를 이하와 같이 주어도 좋다.

수학식 56

$$PHASE [k] = \frac{k\pi}{N} + Z \text{ 라디안} \quad \dots \text{식 (56)}$$

[0621]

[0622] 이때,  $k=0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$  ( $k$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)로 하며,  $Z$ 는 고정 값으로 한다.

[0623] 또, 다른 위상변경방법으로 PHASE[k]를 이하와 같이 주어도 좋다.

수학식 57

$$PHASE [k] = -\frac{k\pi}{N} + Z \text{ 라디안} \quad \dots \text{식 (57)}$$

[0624]

[0625] 이때,  $k=0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$  ( $k$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)로 하며,  $Z$ 는 고정 값으로 한다.

[0626] 이상과 같이, 본 실시형태와 같은 위상변경을 실행함으로써 수신장치는 양호한 수신품질을 얻을 수 있을 가능성이 커진다고 하는 효과를 얻을 수 있다.

[0627] 본 실시형태의 위상변경은 싱글 캐리어 방식에의 적용에 한정되는 것은 아니며, 멀티 캐리어 전송의 경우도 적용할 수 있다. 따라서 예를 들어 스펙트럼 확산 통신방식, OFDM 방식, SC-FDMA, SC-OFDM 방식, 비 특허문헌 7 등에서 나타내고 있는 웨이브렛 OFDM 방식 등을 이용한 경우에 대해서도 동일하게 실시할 수 있다. 앞에서 설명한 것과 같이, 본 실시형태에서는 위상변경을 실행하는 설명으로 시간  $t$ 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우가 있으나, 실시형태 1과 마찬가지로 주파수 축 방향으로 위상변경을 실행할 때와 마찬가지로, 즉, 본 실시형태에서  $t$ 방향에서의 위상변경의 설명에서  $t$ 를  $f$ ( $f$ : 주파수(서브)캐리어))로 치환하여 생각함으로써 본 실시형태에서 설명한 위상변경을 주파수 방향으로의 위상 변경에 적용할 수 있게 된다. 또, 본 실시형태의 위상변경방법은 실시형태 1의 설명과 마찬가지로 시간-주파수 방향에 대한 위상 변경에 대하여 적용하는 것도 가능하다. 또, 본 실시형태에서 설명한 위상변경방법은 실시형태 A1에서 설명한 내용을 만족하면 수신장치에서 양호한 데이터 품질을 얻을 수 있을 가능성이 크다.

[0628] (실시형태 C5)

[0629] 본 실시형태에서는 「실시형태 1」, 「그 외 보충」, 「실시형태 C4」에서 설명한 위상변경방법과는 다른 위상변경방법에 대하여 설명한다.

[0630] 실시형태 1에서 프리코딩 행렬의 예로 식 (36)이 주어지고, 그 외 보충에 대하여 프리코딩 행렬의 예로 식 (50)이 주어졌다. 그리고 실시형태 A1에서 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서의 위상 변경부에서 주기  $N$ 을 위한 위상변경 값(도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서는 일방의 베이스밴드신호에만 위상변경을 주게 되므로, 위상변경 값이 된다)로 PHASE[i]( $i=0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수))로 표현했다. 그리고 본 명세서에서 일방의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을

실행하는 경우(즉, 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53), 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에만 위상변경을 주고 있다.

[0631] 본 실시형태에서의 위상변경방법의 특징적인 점은 주기 N=2n+1로 나타내는 점이다. 그리고 주기 N=2n+1을 실현하기 위해 준비하는 다른 위상변경 값은 n+1개가 된다. 그리고 n+1개의 다른 위상변경 값 중 n개의 위상변경 값은 1주기 내에서 각각 2회 이용되며, 1개의 위상변경 값은 1회 이용됨으로써 주기 N=2n+1이 실현된다. 이하에서는 이때의 위상변경 값에 대하여 상세하게 설명한다.

[0632] 주기 N=2n+1이 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법을 실현하기 위해 필요로 하는 n+1개의 다른 위상변경 값을 PHASE[0], PHASE[1], ..., PHASE[i], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]으로 한다(i=0, 1, 2, ..., n-2, n-1, n(i는 0 이상 n 이하의 정수)). 이때, n+1개의 다른 위상변경 값 PHASE[0], PHASE[1], ..., PHASE[i], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]의 예를 이하와 같이 나타낸다.

수학식 58

$$PHASE [k] = \frac{2k\pi}{2n+1} \text{ 라디안} \quad \dots \text{식 (58)}$$

[0633]

[0634] 이때, k=0, 1, 2, ..., n-2, n-1, n(k는 0 이상 n 이하의 정수)으로 한다. 식 (58)의 n+1개의 다른 위상변경 값 PHASE[0], PHASE[1], ..., PHASE[i], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]에서 PHASE[0]을 1회 이용하고, 또한, PHASE[1] ~ PHASE[n]를 각각 2회 이용(PHASE[1]을 2회 이용하고 PHASE[2]를 2회 이용하며 ..., PHASE[n-1]을 2회 이용하고 PHASE[n]를 2회 이용한다)함으로써, 주기 N=2n+1이 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법으로 함으로써 적은 위상변경 값으로 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법을 실현할 수 있으며, 수신장치는 양호한 데이터의 수신품질을 얻을 수 있다. 준비하는 위상변경 값이 적으므로, 송신장치, 수신장치의 효과를 삭감할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 이상과 같이 수신장치에서, 특히 전파환경이 LOS 환경일 때 데이터의 수신품질이 향상하는 효과를 얻을 수 있다. 이는, LOS 환경에서 위상변경을 실행하지 않은 경우에는 정상적인 위상 관계였던 것이 위상변경을 실행함으로써 위상 관계의 변경이 이루어지며, 이에 의해 버스트적으로 전파환경이 나쁜 상황이 회피되기 때문이다. 또, 식 (58)과는 다른 방법으로 PHASE[k]를 이하와 같이 주어도 좋다.

수학식 59

$$PHASE [k] = -\frac{2k\pi}{2n+1} \text{ 라디안} \quad \dots \text{식 (59)}$$

[0635]

[0636] 이때, k=0, 1, 2, ..., n-2, n-1, n(k는 0 이상 n 이하의 정수)로 한다.

[0637] 식 (59)의 n+1개의 다른 위상변경 값 PHASE[0], PHASE[1], ..., PHASE[i], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]에서 PHASE[0]을 1회 이용하고, 또한, PHASE[1] ~ PHASE[n]를 각각 2회 이용(PHASE[1]을 2회 이용하고 PHASE[2]를 2회 이용하며 ..., PHASE[n-1]을 2회 이용하고 PHASE[n]를 2회 이용한다)함으로써 주기 N=2n+1의 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법으로 함으로써, 적은 위상변경 값으로 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법을 실현할 수 있으며, 수신장치는 양호한 데이터의 수신품질을 얻을 수 있다. 준비하는 위상변경 값이 적으므로 송신장치, 수신장치의 효과를 삭감할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.

[0638] 또, 다른 방법으로 PHASE[k]를 이하와 같이 주어도 좋다.

수학식 60

$$PHASE [k] = \frac{2k\pi}{2n+1} + Z \quad \text{라디안} \quad \dots \text{식 (60)}$$

[0639]

[0640] 이때,  $k=0, 1, 2, \dots, n-2, n-1, n$ ( $k$ 는 0 이상  $n$  이하의 정수)로 하고,  $Z$ 는 고정 값으로 한다.

[0641]

식 (60)의  $n+1$ 개의 다른 위상변경 값  $PHASE[0], PHASE[1], \dots, PHASE[i], \dots, PHASE[n-1], PHASE[n]$ 에서,  $PHASE[0]$ 을 1회 이용하고, 또한,  $PHASE[1] \sim PHASE[n]$ 를 각각 2회 이용( $PHASE[1]$ 을 2회 이용하고  $PHASE[2]$ 를 2회 이용하며  $\dots, PHASE[n-1]$ 을 2회 이용하고  $PHASE[n]$ 를 2회 이용한다)함으로써 주기  $N=2n+1$ 의 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법으로 함으로써, 적은 위상변경 값으로 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법을 실현할 수 있으며, 수신장치는 양호한 데이터의 수신품질을 얻을 수 있다. 준비하는 위상변경 값이 적으므로 송신장치, 수신장치의 효과를 삭감할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.

[0642]

또, 다른 방법으로  $PHASE[k]$ 를 이하와 같이 주어도 좋다.

수학식 61

$$PHASE [k] = -\frac{2k\pi}{2n+1} + Z \quad \text{라디안} \quad \dots \text{식 (61)}$$

[0643]

[0644] 이때,  $k=0, 1, 2, \dots, n-2, n-1, n$ ( $k$ 는 0 이상  $n$  이하의 정수)으로 하고,  $Z$ 는 고정 값으로 한다.

[0645]

식 (61)의  $n+1$ 개의 다른 위상변경 값  $PHASE[0], PHASE[1], \dots, PHASE[i], \dots, PHASE[n-1], PHASE[n]$ 에서  $PHASE[0]$ 을 1회 이용하고, 또한,  $PHASE[1] \sim PHASE[n]$ 를 각각 2회 이용( $PHASE[1]$ 을 2회 이용하고  $PHASE[2]$ 를 2회 이용하며  $\dots, PHASE[n-1]$ 을 2회 이용하고  $PHASE[n]$ 를 2회 이용한다)함으로써 주기  $N=2n+1$ 의 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법으로 함으로써, 적은 위상변경 값으로 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법을 실현할 수 있으며, 수신장치는 양호한 데이터의 수신품질을 얻을 수 있다. 준비하는 위상변경 값이 적으므로 송신장치, 수신장치의 효과를 삭감할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.

[0646]

이상과 같이 본 실시형태와 같은 위상변경을 실행함으로써 수신장치는 양호한 수신품질을 얻을 수 있을 가능성이 커진다는 효과를 얻을 수 있다.

[0647]

본 실시형태의 위상변경은 싱글 캐리어 방식에의 적용에 한정되는 것은 아니며, 멀티 캐리어 전송의 경우도 적용할 수 있다. 따라서 예를 들어 스펙트럼 확산 통신방식, OFDM 방식, SC-FDMA, SC-OFDM 방식, 비 특허문헌 7 등에서 나타나고 있는 웨이브릿 OFDM 방식 등을 이용한 경우에 대해서도 동일하게 실시할 수 있다. 앞에서 설명한 것과 같이, 본 실시형태에서는 위상변경을 실행하는 설명으로 시간  $t$ 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우가 있으나, 실시형태 1과 마찬가지로 주파수 축 방향으로 위상변경을 실행할 때와 마찬가지로, 즉, 본 실시형태에서  $t$ 방향에서의 위상변경의 설명에서  $t$ 를  $f$ ( $f$ : 주파수((서브)캐리어))로 치환하여 생각함으로써 본 실시형태에서 설명한 위상변경을 주파수 방향으로 위상 변경에 적용할 수 있게 된다. 또, 본 실시형태의 위상변경방법은 실시형태 1의 설명과 마찬가지로 시간-주파수 방향에 대한 위상 변경에 대하여 적용하는 것도 가능하다.

[0648]

(실시형태 C6)

[0649]

본 실시형태에서는 비 특허문헌 12 ~ 비 특허문헌 15에 나타나고 있는 것과 같이 QC(Quasi Cyclic) LDPC(Low-Density Prity-Check) 부호(단, QC-LDPC부호가 아닌 LDPC(블록) 부호라도 좋다), LDPC부호와 BCH 부호(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code)의 연접부호 등의 블록부호, 터보부호 또는 Duo-Binary Turbo Code 등의 블록부호를 이용한 때의, 특히 실시형태 C5에서 설명한 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법을 이용한 때에 대하여 상세하게 설명한다. 여기에서는 일례로  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하는 경우를 예로 하여 설명한다. 단, 블록부호를 이용하여 부호화를 실행한 때, 제어정보 등이 필요하지 않을 때 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수(단, 이 중에서 이하에서 기재하는 것과 같은 제어정보 등이 포함되어

있어도 좋다)와 일치한다. 블록부호를 이용하여 부호화를 실행한 때, 제어정보 등(예를 들어, CRC(cyclic redundancy check), 전송 파라미터 등)이 필요할 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수와 제어정보 등의 비트 수의 합인 경우도 있다.

- [0650] 도 34는 블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 34는 예를 들어 도 4의 송신장치에 나타낸 것과 같이 s1, s2의 2개의 스트림을 송신하고, 또한, 송신장치가 1개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송의 어느 하나를 이용해도 좋다).
- [0651] 도 34에 나타내는 것과 같이 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [0652] 그리고 도 4의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되므로, 변조방식이 QPSK일 때 앞에서 설명한 3000 심벌은 s1에 1500 심벌, s2에 1500 심벌이 할당되게 되므로, s1로 송신하는 1500 심벌과 s2로 송신하는 1500 심벌을 송신하기 위해 1500슬롯(여기에서는 「슬롯」이라고 명명한다)이 필요하다.
- [0653] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 750슬롯이 필요하고, 변조방식이 64QAM일 때 1 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 500슬롯이 필요하다.
- [0654] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 앞의 설명에서 정의한 슬롯과 위상의 관계에 대하여 설명한다.
- [0655] 여기에서는 주기 5의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 도 4의 송신장치의 위상 변경부를 위해 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 준비하는 것으로 한다. 단, 실시형태 C5에서 설명한 것과 같이 다른 위상변경 값은 3개 존재하게 된다. 따라서 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값 중에는 동일한 위상변경 값이 존재하게 된다(도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z'2'에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 도 26과 같이 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z'1' 및 z'2'의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우에는 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 한다. 따라서 이 경우 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]로 나타내는 것으로 한다.
- [0656] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 앞에서의 설명에서 정의한 슬롯과 위상의 관계에 대하여 설명한다.
- [0657] 변조방식이 QPSK일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상변경 값에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상변경 값의 영향이 큰 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [0658] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 750슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 150슬롯일 필요가 있다.
- [0659] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 500슬롯에 대해, 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 100슬롯일 필요가 있다.
- [0660] 이상과 같이 실시형태 C5에서 설명한 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법에서 주기 N=2n+1을 실현하기 위한 위상변경 값 P[0], P[1], ..., P[2n-1], P[2n](단, P[0], P[1], ..., P[2n-1], P[2n]은 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]으로 구성되어 있다(실시형태 C5참조))으로 한 때의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯 수를 K<sub>0</sub>, 위상변경 값

P[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i(i=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(i는 0 이상 2n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 P[2n] 을 사용하는 슬롯 수를  $K_{2n}$ 로 한 때,

[0661] <조건 #C01>

[0662]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{2n}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(a는 0 이상 2n 이하의 정수, b는 0 이상 2n 이하의 정수), a \neq b$ )

[0663] 로 하면 좋다.

[0664] 실시형태 C5에서 설명한 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법에서 주기  $N=2n+1$ 을 실현하기 위한 다른 위상변경 값 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]에서 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 PHASE[0]을 사용하는 슬롯 수를  $G_0$ , 위상변경 값 PHASE[1]을 사용하는 슬롯 수를  $G_1$ , 위상변경 값 PHASE[i]를 사용하는 슬롯 수를  $G_i(i=0, 1, 2, \dots, n-1, n(i는 0 이상 n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 PHASE[n] 을 사용하는 슬롯 수를  $G_n$ 로 한 때 <조건 #C01>은 이하와 같이 나타낼 수 있다.

[0665] <조건 #C02>

[0666]  $2 \times G_0=G_1=\dots=G_i=\dots=G_n$ , 즉,  $2 \times G_0=G_a$ , (for  $\forall a$ , 단,  $a =1, 2, \dots, n-1, n(a는 1 이상 n 이하의 정수)$ )

[0667] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식에서 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #C01>(<조건 #C02>)이 성립하면 좋아진다.

[0668] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이며(경우에 따라서는 동일하게 되는 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #C01>(<조건 #C02>)를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #C01>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.

[0669] <조건 #C03>

[0670]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a-K_b|$  는 0 또는 1

[0671] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(a는 0 이상 2n 이하의 정수, b는 0 이상 2n 이하의 정수), a \neq b$ )

[0672] <조건 #C03>를 다른 표현으로 하면 이하의 조건이 된다.

[0673] <조건 #C04>

[0674]  $G_a$ 와  $G_b$ 의 차이는 0 또는 1 또는 2, 즉,  $|G_a-G_b|$  는 0 또는 1 또는 2

[0675] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=1, 2, \dots, n-1, n(a는 1 이상 n 이하의 정수, b는 1 이상 n 이하의 정수), a \neq b$ )

[0676] 및

[0677]  $2 \times G_0$ 과  $G_a$ 의 차이는 0 또는 1 또는 2, 즉,  $|2 \times G_0-G_a|$  는 0 또는 1 또는 2

[0678] (for  $\forall a$ , 단,  $a =1, 2, \dots, n-1, n(a는 1 이상 n 이하의 정수)$ )

[0679] 도 35는 블록부호를 이용한 때의 2개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 35는 도 3의 송신장치 및 도 12의 송신장치에 나타낸 것과 같이  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하며, 또한, 송신장치가 2개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송의 어느 하나를 이용해도 좋다).

[0680] 도 35에 나타내는 것과 같이, 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.

[0681] 그리고 도 3의 송신장치 및 도 12의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되며, 또, 2개의 부호화기

가 존재하므로 2개의 스트림에서는 다른 부호블록을 전송하게 된다. 따라서 변조방식이 QPSK일 때  $s_1$ ,  $s_2$ 에 의해 2개의 부호화블록이 동일 구간 내에서 송신되므로, 예를 들어  $s_1$ 에 의해 제 1 부호화 후의 블록이 송신되고,  $s_2$ 에 의해 제 2 부호화블록이 송신되게 되므로, 제 1, 제 2 부호화 후의 블록을 송신하기 위해 3000슬롯이 필요하다.

- [0682] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1500슬롯이 필요하며, 변조방식이 64QAM일 때 2 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1000슬롯이 필요하다.
- [0683] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 앞에서의 설명에서 정의한 슬롯과 위상의 관계에 대하여 설명한다.
- [0684] 여기에서는 주기 5의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 도 4의 송신장치의 위상 변경부를 위하여 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 준비하는 것으로 한다. 단, 실시형태 C5에서 설명한 것과 같이, 다른 위상변경 값은 3개가 존재하게 된다. 따라서 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값 중에는 동일한 위상변경 값이 존재하게 된다(도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_2'$ 에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 도 26과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_1'$  및  $z_2'$ 의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우에는 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 한다. 따라서 이 경우 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을  $P[0]$ ,  $P[1]$ ,  $P[2]$ ,  $P[3]$ ,  $P[4]$ 로 나타내는 것으로 한다.
- [0685] 변조방식이 QPSK일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 3000슬롯에서 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 600슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상변경 값에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상변경 값의 영향이 큰 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [0686] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 600회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 600회이면 좋다.
- [0687] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다.
- [0688] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해서는 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 300회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 300회이면 좋다.
- [0689] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1000슬롯에서 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 200슬롯일 필요가 있다.
- [0690] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 200회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯

이 200회, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 200회이면 좋다.

[0691] 이상과 같이, 실시형태 C5에서 설명한 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법에서 주기  $N=2n+1$ 을 실현하기 위한 위상변경 값 P[0], P[1], ..., P[2n-1], P[2n](단, P[0], P[1], ..., P[2n-1], P[2n]은 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]으로 구성되어 있다(실시형태 C5참조))로 한 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯 수를  $K_0$ , 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i(i=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(i는 0 이상 2n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 P[2n]을 사용하는 슬롯 수를  $K_{2n}$ 로 한 때,

[0692] <조건 #C05>

[0693]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{2n}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(a는 0 이상 2n 이하의 정수, b는 0 이상 2n 이하의 정수), a \neq b$ )

[0694] 이며, 제 1 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0,1}$ , 위상변경 값 P[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,1}$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i,1}(i=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(i는 0 이상 2n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 P[2n]을 사용하는 횟수를  $K_{2n,1}$ 로 한 때,

[0695] <조건 #C06>

[0696]  $K_{0,1}=K_{1,1}=\dots=K_{i,1}=\dots=K_{2n,1}$ , 즉,  $K_{a,1}=K_{b,1}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(a는 0 이상 2n 이하의 정수, b는 0 이상 2n 이하의 정수), a \neq b$ )

[0697] 이며, 제 2 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0,2}$ , 위상변경 값 P[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,2}$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i,2}(i=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(i는 0 이상 2n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 P[2n]을 사용하는 횟수를  $K_{2n,2}$ 로 한 때,

[0698] <조건 #C07>

[0699]  $K_{0,2}=K_{1,2}=\dots=K_{i,2}=\dots=K_{2n,2}$ , 즉,  $K_{a,2}=K_{b,2}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1, 2n(a는 0 이상 2n 이하의 정수, b는 0 이상 2n 이하의 정수), a \neq b$ )

[0700] 이면 좋다.

[0701] 실시형태 C5에서 설명한 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법에서 주기  $N=2n+1$ 을 실현하기 위한 다른 위상변경 값 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[n-1], PHASE[n]에서 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 PHASE[0]을 사용하는 슬롯 수를  $G_0$ , 위상변경 값 PHASE[1]을 사용하는 슬롯 수를  $G_1$ , 위상변경 값 PHASE[i]를 사용하는 슬롯 수를  $G_i(i=0, 1, 2, \dots, n-1, n(i는 0 이상 n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 PHASE[n]을 사용하는 슬롯 수를  $G_n$ 로 한 때, <조건 #C05>는 이하와 같이 나타낼 수 있다.

[0702] <조건 #C08>

[0703]  $2 \times G_0=G_1=\dots=G_i=\dots=G_n$ , 즉,  $2 \times G_0=G_a$ , (for  $\forall a$ , 단,  $a=1, 2, \dots, n-1, n(a는 1 이상 n 이하의 정수))$

[0704] 이며, 제 1 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 PHASE[0]을 사용하는 횟수를  $G_{0,1}$ , 위상변경 값 PHASE[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,1}$ , 위상변경 값 PHASE[i]를 사용하는 횟수를  $G_{i,1}(i=0, 1, 2, \dots, n-1, n(i는 0 이상 n 이하의 정수))$ , 위상변경 값 PHASE[n]을 사용하는 횟수를  $G_{n,1}$ 로 한 때,

[0705] <조건 #C09>

[0706]  $2 \times G_{0,1}=G_{1,1}=\dots=G_{i,1}=\dots=G_{n,1}$ , 즉,  $2 \times G_{0,1}=G_{a,1}$ , (for  $\forall a$ , 단,  $a=1, 2, \dots, n-1, n(a는 1 이상 n 이하의 정수))$

[0707] 이며, 제 2 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 PHASE[0]을 사용하는 횟수를  $G_0$ ,

$2$ , 위상변경 값 PHASE[1]을 사용하는 횟수를  $G_{1, 2}$ , 위상변경 값 PHASE[i]를 사용하는 횟수를  $G_{i, 2}$ ( $i=0, 1, 2, \dots, n-1$ ,  $n$ ( $i$ 는 0 이상  $n$  이하의 정수)), 위상변경 값 PHASE[n] 을 사용하는 횟수를  $G_{n, 2}$ 로 한 때,

- [0708] <조건 #C10>
- [0709]  $2 \times G_{0, 2} = G_{1, 2} = \dots = G_{i, 2} = \dots = G_{n, 2}$ , 즉,  $2 \times G_{0, 2} = G_{a, 2}$ , ( $\text{for } \forall a$ , 단,  $a = 1, 2, \dots, n-1$ ,  $n$ ( $a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수))
- [0710] 이면 좋다.
- [0711] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식으로부터 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #C05>, <조건 #C06>, <조건 #C07>(<조건 #C08>, <조건 #C09>, <조건 #C10>)이 성립하면 좋아진다.
- [0712] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이며(경우에 따라서는 동일한 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #C05>, <조건 #C06>, <조건 #C07>(<조건 #C08>, <조건 #C09>, <조건 #C10>)를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #C05>, <조건 #C06>, <조건 #C07>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [0713] <조건 #C11>
- [0714]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a - K_b|$ 는 0 또는 1
- [0715] ( $\text{for } \forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1$ ,  $2n$ ( $a$ 는 0 이상  $2n$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $2n$  이하의 정수)),  $a \neq b$ )
- [0716] <조건 #C12>
- [0717]  $K_{a, 1}$ 과  $K_{b, 1}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 1} - K_{b, 1}|$ 은 0 또는 1
- [0718] ( $\text{for } \forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1$ ,  $2n$ ( $a$ 는 0 이상  $2n$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $2n$  이하의 정수)),  $a \neq b$ )
- [0719] <조건 #C13>
- [0720]  $K_{a, 2}$ 와  $K_{b, 2}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 2} - K_{b, 2}|$ 는 0 또는 1
- [0721] ( $\text{for } \forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, 2n-1$ ,  $2n$ ( $a$ 는 0 이상  $2n$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $2n$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0722] <조건 #C11>, <조건 #C12>, <조건 #C13>을 다른 표현으로 하면 이하의 조건이 된다.
- [0723] <조건 #C14>
- [0724]  $G_a$ 와  $G_b$ 의 차이는 0, 1 또는 2, 즉,  $|G_a - G_b|$ 는 0 또는 1 또는 2
- [0725] ( $\text{for } \forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=1, 2, \dots, n-1$ ,  $n$ ( $a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수,  $b$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수)),  $a \neq b$ )
- [0726] 및
- [0727]  $2 \times G_0$ 과  $G_a$ 의 차이는 0, 1 또는 2, 즉,  $|2 \times G_0 - G_a|$ 는 0 또는 1 또는 2
- [0728] ( $\text{for } \forall a$ , 단,  $a = 1, 2, \dots, n-1$ ,  $n$ ( $a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수))
- [0729] <조건 #C15>
- [0730]  $G_{a, 1}$ 과  $G_{b, 1}$ 의 차이는 0, 1 또는 2, 즉,  $|G_{a, 1} - G_{b, 1}|$ 은 0 또는 1 또는 2
- [0731] ( $\text{for } \forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=1, 2, \dots, n-1$ ,  $n$ ( $a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수,  $b$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0732] 및
- [0733]  $2 \times G_{0, 1}$ 과  $G_{a, 1}$ 의 차이는 0, 1 또는 2, 즉,  $|2 \times G_{0, 1} - G_{a, 1}|$ 은 0 또는 1 또는 2

- [0734] (for  $\forall a$ , 단,  $a = 1, 2, \dots, n-1$ ,  $n(a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수))
- [0735] <조건 #C16>
- [0736]  $G_{a, 2}$ 와  $G_{b, 2}$ 의 차이는 0, 1 또는 2, 즉,  $|G_{a, 2} - G_{b, 2}|$ 는 0 또는 1 또는 2
- [0737] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b = 1, 2, \dots, n-1$ ,  $n(a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수,  $b$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0738] 및
- [0739]  $2 \times G_{0, 2}$ 와  $G_{a, 2}$ 의 차이는 0 또는 1 또는 2, 즉,  $|2 \times G_{0, 2} - G_{a, 2}|$ 는 0 또는 1 또는 2
- [0740] (for  $\forall a$ , 단,  $a = 1, 2, \dots, n-1$ ,  $n(a$ 는 1 이상  $n$  이하의 정수))
- [0741] 이상과 같이, 부호화 후의 블록과 위상변경 값을 연관시킴으로써 부호화블록을 전송하기 위해 사용하는 위상변경 값에 편중이 없으므로, 수신장치에서 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0742] 본 실시형태에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 주기  $N$ 의 위상변경방법을 위해서는  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)이 필요하다. 이때,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)으로  $P[0], P[1], P[2], \dots, P[N-2], P[N-1]$ 을 준비하게 되나, 주파수 축 방향으로  $P[0], P[1], P[2], \dots, P[N-2], P[N-1]$ 의 순으로 배열하는 방법도 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)  $P[0], P[1], P[2], \dots, P[N-2], P[N-1]$ 을 실시형태 1과 마찬가지로 시간 축, 주파수-시간 축의 블록에 대하여 심벌을 배치함으로써 위상을 변경할 수도 있다. 또, 주기  $N$ 의 위상변경방법으로 설명하고 있으나,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 랜덤하게 이용하도록 해도 같은 효과를 얻을 수 있다, 즉, 반드시 규칙적인 주기를 가지도록  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 이용할 필요는 없으나, 상기에서 설명한 조건을 만족하는 것은 수신장치에서 높은 데이터의 수신 품질을 얻는데 있어서는 중요하다.
- [0743] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 모드가 존재하며, 송신장치(방송국, 기지국)는 이와 같은 모드에서 어느 하나의 송신방법을 선택할 수 있도록 해도 좋다.
- [0744] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식이란, 비 특허문헌 3에 나타내고 있는 것과 같이 선택한 변조방식으로 매핑한 신호  $s_1, s_2$ 를 각각 다른 안테나에서 송신하는 방법이며, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식이란, 프리코딩만을 실행하는(위상변경을 실행하지 않는) 방식이다. 또, 시공간블록부호화 방식이란, 비 특허문헌 9, 16, 17에 나타내고 있는 전송방식이다. 1 스트림만 송신이란, 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1$ 의 신호를 소정의 처리를 실행하여 안테나에서 송신하는 방법이다.
- [0745] 또, OFDM과 같은 멀티 캐리어의 전송방식을 이용하고 있고, 복수의 캐리어로 구성된 제 1 캐리어 군, 복수의 캐리어로 구성된 제 2 캐리어 군과는 다른 제 2 캐리어 군, ...과 같이 복수의 캐리어 군으로 멀티 캐리어 전송을 실현하고 있고, 캐리어 군마다 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 어느 하나에 설정해도 좋으며, 특히, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 선택한(서브)캐리어 군에서는 본 실시형태를 실시하면 좋다.
- [0746] 또, 일방의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 예를 들어  $P[i]$ 의 위상변경 값을 「X라디안」으로 한 경우, 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서의 위상 변경부에서  $e_{jX}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_2'$ 에 승산하게 된다. 그리고 양자의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 예를 들어  $P[i]$ 의 위상변경 세트를 「X라디안」 및 「Y라디안」으로 한 경우, 도 26, 도 27, 도 28, 도 52, 도 54에서의 위상 변경부에서  $e_{jX}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_2'$ 에 승산하게 되며,  $e_{jY}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_1'$ 에 승산하게 된다.
- [0747] (실시형태 C7)
- [0748] 본 실시형태에서는 비 특허문헌 12 ~ 비 특허문헌 15에 나타내고 있는 것과 같이 QC(Quasi Cyclic) LDPC(Low-Density Parity-Check) 부호(단, QC-LDPC부호가 아닌 LDPC(블록) 부호라도 좋다), LDPC부호와 BCH 부호(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code)의 연접부호 등의 블록부호, 터보부호 또는 Duo-Binary Turbo Code 등의 블록부호를 이용한 때의 실시형태 A1, 실시형태 C6를 일반화시킨 경우에 대하여 설명한다. 여기에서는 일례로  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하는 경우를 예로 하여 설명한다. 단, 블록부호를 이용하여 부호화를 실시한 때, 제어정보 등이 필요하지 않은 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수(단, 이 중에 이

하에서 기재하는 것과 같은 제어정보 등이 포함되어 있어도 좋다)와 일치한다. 블록부호를 이용하여 부호화를 실시한 때, 제어정보 등 (예를 들어, CRC(cyclic redundancy check), 전송 파라미터 등)이 필요한 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수와 제어정보 등의 비트 수의 합인 경우도 있다.

- [0749] 도 34는 블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 34는, 예를 들어 도 4의 송신장치에 나타낸 것과 같이, s1, s2의 2개의 스트림을 송신하며, 또한, 송신장치가 1개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송 중 어느 하나를 이용해도 좋다).
- [0750] 도 34에 나타내는 것과 같이 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트인 것으로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [0751] 그리고 도 4의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되므로, 변조방식이 QPSK일 때 앞에서 설명한 3000 심벌은 s1에 1500 심벌 s2에 1500 심벌 할당할 수 있게 되므로, s1로 송신하는 1500 심벌과 s2로 송신하는 1500 심벌을 송신하기 위해 1500슬롯(여기에서는 「슬롯」이라고 명명한다)이 필요하다.
- [0752] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 750슬롯이 필요하며, 변조방식이 64QAM일 때, 1 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 500슬롯이 필요하다.
- [0753] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 앞의 설명에서 정의한 슬롯과 위상의 관계에 대하여 설명한다.
- [0754] 여기에서는 주기 5의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 주기 5의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]로 한다. 단, P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]에는 적어도 2개 이상의 다른 위상변경 값이 포함되어 있으면 좋다(P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]에 동일한 위상변경 값이 포함되어 있어도 좋다). (도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 도 26과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1' 및 z2'의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 한다. 따라서 이 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다).
- [0755] 변조방식이 QPSK일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상변경 값에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상변경 값의 영향이 큰 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [0756] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 750슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 150슬롯일 필요가 있다.
- [0757] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 500슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 100슬롯일 필요가 있다.
- [0758] 이상과 같이, 주기 N의 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법에서의 위상변경 값 P[0], P[1], ..., P[N-2], P[N-1]로 나타내는 것으로 한다. 단, P[0], P[1], ..., P[N-2], P[N-1]은 적어도 2개 이상의 다른 위상변경 값으로 구성되어 있는 것으로 한다(P[0], P[1], ..., P[N-2], P[N-1]에 동일한 위상변경 값이 포함되어 있어도 좋다). 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯 수를 K<sub>0</sub>, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯 수를 K<sub>1</sub>, 위상변경 값 P[i]를 사용하는 슬롯 수를 K<sub>i</sub>(i=0, 1, 2, ..., N-1(i는 0 이상 N-1 이하의 정수)), 위상변경 값 P[N-1]을 사용하는 슬롯 수를 K<sub>N-1</sub>로 한 때,

- [0759] <조건 #C17>
- [0760]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{N-1}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0761] 이면 좋다.
- [0762] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식에서 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #C17>가 성립하면 좋아진다.
- [0763] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이며(경우에 따라서는 동일해지는 일도 있을 수 있다. ), 경우에 따라서는 <조건 #C17>를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #C17>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [0764] <조건 #C18>
- [0765]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a-K_b|$  는 0 또는 1
- [0766] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0767] 도 35는 블록부호를 이용한 때의 2개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 35는 도 3의 송신장치 및 도 12의 송신장치에 나타낸 것과 같이  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하며, 또한, 송신장치가 2개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송 중 어느 하나를 이용해도 좋다).
- [0768] 도 35에 나타내는 것과 같이, 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [0769] 그리고 도 3의 송신장치 및 도 12의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되고, 또 2개의 부호화기가 존재하므로 2개의 스트림에서는 다른 부호블록을 전송하게 된다. 따라서 변조방식이 QPSK일 때  $s_1, s_2$ 에 의해 2개의 부호화블록이 동일 구간 내에서 송신되는 것으로부터, 예를 들어  $s_1$ 에 의해 제 1 부호화 후의 블록이 송신되며,  $s_2$ 에 의해 제 2 부호화블록이 송신되게 되므로 제 1, 제 2 부호화 후의 블록을 송신하기 위해 3000 슬롯이 필요하다.
- [0770] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1500슬롯이 필요하며, 변조방식이 64QAM일 때 2 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1000슬롯이 필요하다.
- [0771] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 앞의 설명에서 정의한 슬롯과 위상의 관계에 대하여 설명한다.
- [0772] 여기에서는 주기 5의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 도 4의 송신장치의 위상 변경부를 위하여 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)  $P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]$ 를 준비하는 것으로 한다. 단,  $P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]$ 에는 적어도 2개 이상의 다른 위상변경 값이 포함되어 있으면 좋다( $P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]$ 에 동일한 위상변경 값이 포함되어 있어도 좋다). (도 6과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_2'$ 에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 도 26과 같이, 프리코딩 후의 베이스밴드신호  $z_1'$  및  $z_2'$ 의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 한다. 따라서 이 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 주기 5를 위한 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을  $P[0], P[1], P[2], P[3], P[4]$ 로 나타내는 것으로 한다.
- [0773] 변조방식이 QPSK일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 3000슬롯에서 위상변경 값  $P[0]$ 을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[1]$ 을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[2]$ 를 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[3]$ 을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값  $P[4]$ 를 사용하는 슬롯이 600슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상변경 값에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상변경 값의 영향이 큰 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.

- [0774] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 600회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 600회이면 좋다.
- [0775] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다.
- [0776] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 300회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 300회이면 좋다.
- [0777] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1000슬롯에서 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 200슬롯일 필요가 있다.
- [0778] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 200회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[2]를 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상변경 값 P[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상변경 값 P[4]를 사용하는 슬롯이 200회이면 좋다.
- [0779] 이상과 같이, 주기 N의 규칙적으로 위상변경 값을 전환하는 위상변경방법에서의 위상변경 값을 P[0], P[1], P[2], ..., P[N-2], P[N-1]로 나타내는 것으로 한다. 단, P[0], P[1], P[2], ..., P[N-2], P[N-1]은 적어도 2개 이상의 다른 위상변경 값으로 구성되어 있는 것으로 한다(P[0], P[1], P[2], ..., P[N-2], P[N-1]에 동일한 위상변경 값이 포함되어 있어도 좋다). 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 슬롯 수를  $K_0$ , 위상변경 값 P[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i$  ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $i$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수)), 위상변경 값 P[N-1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_{N-1}$ 로 한 때,
- [0780] <조건 #C19>
- [0781]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{N-1}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0782] 이며, 제 1 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0,1}$ , 위상변경 값 P[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,1}$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i,1}$  ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $i$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수)), 위상변경 값 P[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1,1}$ 로 한 때,
- [0783] <조건 #C20>
- [0784]  $K_{0,1}=K_{1,1}=\dots=K_{i,1}=\dots=K_{N-1,1}$ , 즉,  $K_{a,1}=K_{b,1}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0785] 이며, 제 2 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상변경 값 P[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0,2}$ , 위상변경 값 P[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,2}$ , 위상변경 값 P[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i,2}$  ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $i$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수)), 위상변경 값 P[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1,2}$ 로 한 때,

0 이상 N-1 이하의 정수)), 위상변경 값 P[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1, 2}$ 로 한 때,

- [0786] <조건 #C21>
- [0787]  $K_{0, 2}=K_{1, 2}=\dots=K_{i, 2}=\dots=K_{N-1, 2}$ , 즉,  $K_{a, 2}=K_{b, 2}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0788] 이면 좋다.
- [0789] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식에서 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #C19>, <조건 #C20>, <조건 #C21>이 성립하면 좋아진다.
- [0790] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이며(경우에 따라서는 동일한 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #C19>, <조건 #C20>, <조건 #C21>를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #C19>, <조건 #C20>, <조건 #C21>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [0791] <조건 #C22>
- [0792]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a - K_b|$ 는 0 또는 1
- [0793] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0794] <조건 #C23>
- [0795]  $K_{a, 1}$ 과  $K_{b, 1}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 1} - K_{b, 1}|$ 은 0 또는 1
- [0796] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0797] <조건 #C24>
- [0798]  $K_{a, 2}$ 와  $K_{b, 2}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 2} - K_{b, 2}|$ 는 0 또는 1
- [0799] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수,  $b$ 는 0 이상 N-1 이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [0800] 이상과 같이, 부호화 후의 블록과 위상변경 값을 연관시킴으로써 부호화블록을 전송하기 위해 사용하는 위상변경 값에 편중이 없으므로, 수신장치에서 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0801] 본 실시형태에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 주기 N의 위상변경방법을 위해서는 N개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)이 필요하다. 이때, N개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)으로서 P[0], P[1], P[2], ..., P[N-2], P[N-1]을 준비하게 되나, 주파수 축 방향으로 P[0], P[1], P[2], ..., P[N-2], P[N-1]의 순으로 배열방법도 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, N개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트) P[0], P[1], P[2], ..., P[N-2], P[N-1]을 실시형태 1과 동일하게 시간 축, 주파수-시간 축의 블록에 대하여 심벌을 배치함으로써 위상을 변경할 수도 있다. 또, 주기 N의 위상변경방법으로 설명하고 있으나, N개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 랜덤하게 이용하도록 해도 동일한 효과를 얻을 수 있는, 즉, 반드시, 규칙적인 주기를 가지도록 N개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 이용할 필요는 없으나, 상기에서 설명한 조건을 만족하는 것은 수신장치에서 높은 데이터의 수신 품질을 얻는데 있어서는 중요하다.
- [0802] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 모드가 존재하며, 송신장치(방송국, 기지국)는 이와 같은 모드에서 어느 하나의 송신방법을 선택할 수 있도록 해도 좋다.
- [0803] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식이란, 비 특허문헌 3에 나타내고 있는 것과 같이 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1, s_2$ 를 각각 다른 안테나로부터 송신하는 방법이며, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식이란, 프리코딩만을 실행하는(위상변경을 실행하지 않는다) 방식이다. 또, 시공간블록부호화 방식이란, 비 특허문헌 9, 16, 17에 나타내고 있는 전송방식이다. 1 스트림만 송신이란, 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1$ 의 신호를 소정의 처리를 실행하여 안테나에서 송신하는 방법이다.
- [0804] 또, OFDM과 같은 멀티 캐리어의 전송방식을 이용하고 있으며, 복수의 캐리어로 구성된 제 1 캐리어 군, 복수의 캐리어로 구성된 제 2 캐리어 군과는 다른 제 2 캐리어 군, ...과 같이 복수의 캐리어 군으로 멀티 캐리어 전송

을 실현하고 있고, 캐리어 군마다 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 어느 한쪽으로 설정해도 좋으며, 특히, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 선택한 (서브)캐리어 군에서는 본 실시형태를 실시하면 좋다.

[0805] 또, 일방의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 예를 들어 P[i]의 위상변경 값을 「X라디안」으로 한 경우, 도 3, 도 4, 도 6, 도 12, 도 25, 도 29, 도 51, 도 53에서의 위상 변경부에서  $e^{jX}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에 승산하게 된다. 그리고 양자의 프리코딩 후의 베이스밴드신호에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 예를 들어 P[i]의 위상변경 세트를 「X라디안」 및 「Y라디안」으로 한 경우, 도 26, 도 27, 도 28, 도 52, 도 54에서의 위상 변경부에서  $e^{jX}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z2'에 승산하게 되며  $e^{jY}$ 를 프리코딩 후의 베이스밴드신호 z1'에 승산하게 된다.

[0806] (실시형태 D1)

[0807] 본 실시형태에서는 먼저 실시형태 1의 변형 예에 대하여 설명한다. 도 67은 본 실시형태에서의 송신장치의 구성의 일례이며, 도 3과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있고, 또, 이하에서는 도 3에서의 설명과 동일하게 동작 부분에 대해서는 설명을 생략한다. 그리고 도 67이 도 3과 다른 점은 가중합성부의 직후에 베이스밴드신호 교체부(6702)가 삽입되어 있는 부분이다. 따라서 이하에서는 베이스밴드신호 교체부(6702) 주변 동작의 동작을 중심으로 설명을 한다.

[0808] 도 21에 가중합성부(308A, 308B)의 구성을 나타낸다. 도 21에서 점선으로 둘러싸이는 영역이 가중합성부가 된다. 베이스밴드신호(307A)는 w11과 승산하여  $w11 \cdot s1(t)$ 를 생성하고, w21과 승산하여  $w21 \cdot s1(t)$ 를 생성한다. 마찬가지로 베이스밴드신호(307B)는 w12와 승산하여  $w12 \cdot s2(t)$ 를 생성하고, w22와 승산하여  $w22 \cdot s2(t)$ 를 생성한다. 다음에,  $z1(t)=w11 \cdot s1(t)+w12 \cdot s2(t)$ ,  $z2(t)=w21 \cdot s1(t)+w22 \cdot s2(t)$ 를 얻는다. 이때, s1(t) 및 s2(t)는, 실시형태 1의 설명에서 알 수 있는 것과 같이, BPSK(Binary Phase Shift Keying), QPSK, 8 PSK(8 Phase Shift Keying), 16QAM, 32 QAM(32 Quadrature Amplitude Modulation), 64QAM, 256QAM, 16APSK(16 Amplitude Phase Shift Keying) 등의 변조방식의 베이스밴드신호가 된다. 여기서, 양 가중합성부는 고정된 프리코딩 행렬을 이용하여 가중을 실행하는 것으로 하며, 프리코딩 행렬로는 일례로 아래와 같이 식 (63) 또는 식 (64)의 조건 하의 식 (62)를 이용하는 방법이 있다. 단, 이는 일례이며, a의 값은 식 (63), 식 (64)에 한정되는 것은 아니며, 다른 값, 예를 들어 a를 1로 해도 좋고, a는 0이라도 좋다(a는 0 이상의 실수라도 좋고, a는 허수라도 좋다).

[0809] 또, 프리코딩 행렬은

**수학식 62**

[0810] 
$$PHASE [k] = -\frac{2k\pi}{2n+1} + Z_{라디안} \quad \dots \text{식 (61)}$$

[0811] 단, 상기 식 (62)에서 a는

**수학식 63**

[0812] 
$$\alpha = \frac{\sqrt{2}+4}{\sqrt{2}+2} \quad \dots \text{식 (63)}$$

[0813] 이다.

[0814] 혹은 상기 식 (62)에서 a는

수학식 64

$$\alpha = \frac{\sqrt{2+3+\sqrt{5}}}{\sqrt{2+3-\sqrt{5}}} \quad \dots \text{식 (64)}$$

[0815]

[0816]

이다.

[0817]

또, 프리코딩 행렬은 식 (62)에 한정되는 것은 아니며,

수학식 65

$$\begin{pmatrix} w11 & w12 \\ w21 & w22 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \quad \dots \text{식 (65)}$$

[0818]

[0819]

$a=Ae^{j\phi 11}$ ,  $b=Be^{j\phi 12}$ ,  $c=Ce^{j\phi 21}$ ,  $d=De^{j\phi 22}$ 로 나타내면 좋다. 또, a, b, c, d의 어느 하나가 「제로」라도 좋다. 예를 들어 (1) a가 제로이고 b, c, d는 제로가 아니거나, (2) b가 제로이며 a, c, d는 제로가 아니거나, (3) c가 제로이며 a, b, d는 제로가 아니거나, (4) d가 제로이며 a, b, c는 제로가 아니라도 좋다.

[0820]

또, a, b, c, d 중 2개의 값을 제로로 해도 좋다. 예를 들어, (1) a 및 d가 제로이며 b, c는 제로가 아니거나, (2) b 및 c가 제로이며 a, d는 제로가 아닌 방법이 유효하다.

[0821]

또, 변조방식, 오류정정부호, 그 부호화율의 어느 한쪽을 변경한 때는 사용하는 프리코딩 행렬을 설정, 변경하여 그 프리코딩 행렬을 고정적으로 사용해도 좋다.

[0822]

다음에, 도 67에서의 베이스밴드신호 교체부(6702)에 대하여 설명한다. 베이스밴드신호 교체부(6702)는 가중합성 후의 신호(309A) 및 가중합성 후의 신호(316B)를 입력으로 하여 베이스밴드신호 교체를 실행해서, 교체 후 베이스밴드신호(6701A) 및 교체 후 베이스밴드신호(6701B)를 출력한다. 또, 베이스밴드신호의 교체의 상세에 대해서는 도 55를 이용하여 설명한 것과 동일하다. 본 실시형태의 베이스밴드신호의 교체는 베이스밴드신호의 교체하기 위한 신호가 도 55와 다르다. 이하에서는 본 실시형태의 베이스밴드신호의 교체에 대해 도 68을 이용하여 설명한다.

[0823]

도 68에서 가중합성 후의 신호(309A)(p1(i))의 동상 I성분  $I_{p1(i)}$ , 직교 Q성분을  $Q_{p1(i)}$ 로 나타내며, 가중합성 후의 신호(316B)(p2(i))의 동상 I성분을  $I_{p2(i)}$ , 직교 Q성분을  $Q_{p2(i)}$ 로 나타낸다. 그리고 교체 후 베이스밴드신호(6701A)(q1(i))의 동상 I성분을  $I_{q1(i)}$ , 직교 Q성분을  $Q_{q1(i)}$ 로 나타내며, 교체 후 베이스밴드신호(6701B)(q2(i))의 동상 I성분을  $I_{q2(i)}$ , 직교 Q성분을  $Q_{q2(i)}$ 로 나타낸다(단, i는 (시간, 또는 주파수(캐리어)의) 순번을 나타낸다. 도 67의 예에서는 i는 시간이 되나, 도 67을 도 12와 같이 OFDM 방식을 이용하고 있는 경우에 적용한 경우, i는 주파수(캐리어)라도 좋다. 나중에 이 점에 대하여 설명한다).

[0824]

이때, 베이스밴드신호 교체부(6702)는 베이스밴드 성분의 교체를 실행하여,

[0825]

- 교체 후의 베이스밴드신호 q1(i)의 동상성분을  $I_{p1(i)}$ , 직교성분을  $Q_{p2(i)}$ , 교체 후의 베이스밴드신호 q2(i)의 동상성분을  $I_{p2(i)}$ , 직교성분을  $Q_{p1(i)}$ 로 하여, 교체 후의 베이스밴드신호 q1(i)에 해당하는 변조신호를 송신안테나 1, 교체 후의 베이스밴드신호 q2(i)에 해당하는 변조신호를 송신안테나 2로부터 동일 시각에 동일 주파수를 이용하여 송신하는 것과 같이, 교체 후의 베이스밴드신호 q1(i)에 해당하는 변조신호와 교체 후의 베이스밴드신호 q2(i)를 다른 안테나로부터 동일 시각에 동일 주파수를 이용하여 송신하는 것으로 해도 좋다. 또,

[0826]

- 교체 후의 베이스밴드신호 q1(i)의 동상성분을  $I_{p1(i)}$ , 직교성분을  $I_{p2(i)}$ , 교체 후의 베이스밴드신호 q2(i)의 동상성분을  $Q_{p1(i)}$ , 직교성분을  $Q_{p2(i)}$ ,

- [0827] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i)$ ,
- [0828] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0829] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0830] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ ,
- [0831] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0832] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ ,
- [0833] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i)$ ,
- [0834] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i)$ ,
- [0835] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0836] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0837] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0838] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ ,
- [0839] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i)$ ,
- [0840] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i)$ ,
- [0841] 로 해도 좋다. 또, 앞의 설명에서는 가중합성 후의 신호(309A) 및 가중합성 후의 신호(316B)의 동상성분과 직교성분의 교체에 대하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 2개의 신호보다 많은 신호 동상성분과 직교성분의 교체를 실행하는 것도 가능하다.
- [0842] 또, 상기의 예에서는 동일 시각(동일 주파수((서브)캐리어))의 베이스밴드신호의 교체를 설명하고 있으나, 동일 시각(동일 주파수((서브)캐리어))의 베이스밴드신호의 교체가 아니라도 좋다. 예로 이하와 같이 기술할 수 있다.
- [0843] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i + v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i + w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호

$q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,

- [0844] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ ,
- [0845] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ ,
- [0846] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0847] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0848] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ ,
- [0849] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0850] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ ,
- [0851] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ ,
- [0852] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ ,
- [0853] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0854] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0855] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0856] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ ,
- [0857] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $I_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $Q_{p1}(i+v)$ ,
- [0858] · 교체 후의 베이스밴드신호  $q2(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p2}(i+w)$ , 직교성분을  $I_{p1}(i+v)$ , 교체 후의 베이스밴드신호  $q1(i)$ 의 동상성분을  $Q_{p1}(i+v)$ , 직교성분을  $I_{p2}(i+w)$ ,
- [0859] 가중합성 후의 신호(309A)( $p1(i)$ )의 동상 I성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{p1}(i)$ 로 나타내며, 가중합성 후의 신호(316B)( $p2(i)$ )의 동상 I성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{p2}(i)$ 로 나타낸다. 그리고 교체 후 베이스밴드신호(6701A)( $q1(i)$ )의 동상 I성분을  $I_{q1}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{q1}(i)$ 로 나타내며, 교체 후 베이스밴드신호(6701B)( $q2$

(i))의 동상 I성분을  $I_{q2}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{q2}(i)$ 로 나타낸다.

- [0860] 도 68은 상기의 기재를 설명하기 위한 도면이며, 상술에 기재한 것과 같이 가중합성 후의 신호(309A)(p1(i))의 동상 I성분을  $I_{p1}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{p1}(i)$ 로 나타내며, 가중합성 후의 신호(316B)(p2(i))의 동상 I성분을  $I_{p2}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{p2}(i)$ 로 나타낸다. 그리고 교체 후 베이스밴드신호(6701A)(q1(i))의 동상 I성분을  $I_{q1}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{q1}(i)$ 로 나타내며, 교체 후 베이스밴드신호(6701B)(q2(i))의 동상 I성분을  $I_{q2}(i)$ , 직교 Q성분을  $Q_{q2}(i)$ 로 나타낸다.
- [0861] 그러면 교체 후 베이스밴드신호(6701A)(q1(i))의 동상 I성분  $I_{q1}(i)$ , 직교 Q성분  $Q_{q1}(i)$  및 교체 후 베이스밴드신호(6701B)(q2(i))의 동상 I성분  $I_{q2}(i)$ , 직교 Q성분  $Q_{q2}(i)$ 를 앞에서 설명한 어느 하나로 표시되는 것으로 한다.
- [0862] 그리고 교체 후 베이스밴드신호(6701A)(q1(i))에 해당하는 변조신호를 송신안테나(312A), 교체 후 베이스밴드신호(6701B)(q2(i))에 해당하는 변조신호를 송신안테나(312B)에서 동일 시각에 동일 주파수를 이용하여 송신하는 것과 같이, 교체 후 베이스밴드신호(6701A)(q1(i))에 해당하는 변조신호와 교체 후 베이스밴드신호(6701B)(q2(i))에 해당하는 변조신호를 다른 안테나에서 동일 시각에 동일 주파수를 이용하여 송신하게 된다.
- [0863] 위상 변경부(317B)는 교체 후 베이스밴드신호(6701B) 및 신호처리방법에 관한 정보(315)를 입력으로 하여 당해 신호 교체 후 베이스밴드신호(6701B)의 위상을 규칙적으로 변경하여 출력한다. 규칙적으로 변경한다는 것은 미리 정해진 주기(예를 들어, n개의 심벌마다(n은 1 이상의 정수) 혹은 미리 정해진 시간마다)로 미리 정해진 위상변경패턴에 따라 위상을 변경한다. 위상변경패턴의 상세에 대해서는 실시형태 4에 대해서 설명한 것과 동일하다.
- [0864] 무선부(310B)는 위상변경 후의 신호(309B)를 입력으로 하여, 직교 변조, 대역 제한, 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 하여 송신신호(311B)를 출력하며, 송신신호(311B)는 안테나(312B)에서 전파로 출력된다.
- [0865] 또, 도 67은 도 3과 같이, 부호화기가 복수인 경우로 설명하였으나, 도 67에 대하여, 도 4와 같이 부호화기와 분배부를 구비하고, 분배부가 출력하는 신호를 각각 인터리버의 입력신호로 하도록 하며, 그 이후는 도 67의 구성을 답습하는 경우에 대해서도 상술과 동일하게 동작시킬 수 있다.
- [0866] 도 5는 본 실시형태에서의 송신장치의 시간 축에서의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다. 심벌(500-1)은 수신장치에 송신방법을 통지하기 위한 심벌이며, 예를 들어 데이터심벌을 전송하기 위해 이용하는 오류정정방식, 그 부호화율의 정보, 데이터심벌을 전송하기 위해 이용하는 변조방식의 정보 등을 전송한다.
- [0867] 심벌(501-1)은 송신장치가 송신하는 변조신호  $z1(t)$ {단, t는 시간}의 채널변동을 추정하기 위한 심벌이다. 심벌(502-1)은 변조신호  $z1(t)$ 가(시간 축에서의) 심벌번호 u에 송신하는 데이터심벌, 심벌(503-1)은 변조신호  $z1(t)$ 가 심벌번호 u+1에 송신하는 데이터심벌이다.
- [0868] 심벌(501-2)은 송신장치가 송신하는 변조신호  $z2(t)$ {단, t는 시간}의 채널변동을 추정하기 위한 심벌이다. 심벌(502-2)은 변조신호  $z2(t)$ 가 심벌번호 u에 송신하는 데이터심벌, 심벌(503-2)은 변조신호  $z2(t)$ 가 심벌번호 u+1에 송신하는 데이터심벌이다.
- [0869] 이때,  $z1(t)$ 에서의 심벌과  $z2(t)$ 에서의 심벌에서 동일 시각(동일시간)의 심벌은 동일(공통)의 주파수를 이용하여 송신안테나에서 송신되게 된다.
- [0870] 송신장치가 송신하는 변조신호  $z1(t)$ 와 변조신호  $z2(t)$  및 수신장치에서의 수신신호  $r1(t)$ ,  $r2(t)$ 의 관계에 대하여 설명한다.
- [0871] 도 5에서 504#1, 504#2는 송신장치에서의 송신안테나, 505#1, 505#2는 수신장치에서의 수신안테나를 나타내고 있으며, 송신장치는 변조신호  $z1(t)$ 를 송신안테나(504#1), 변조신호  $z2(t)$ 를 송신안테나(504#2)에서 송신한다. 이때, 변조신호  $z1(t)$  및 변조신호  $z2(t)$ 는 동일(공통의) 주파수(대역)를 점유하고 있는 것으로 한다. 송신장치의 각 송신안테나와 수신장치의 각 안테나의 채널변동을 각각  $h11(t)$ ,  $h12(t)$ ,  $h21(t)$ ,  $h22(t)$ 로 하고, 수신장치의 수신안테나(505#1)가 수신한 수신신호를  $r1(t)$ , 수신장치의 수신안테나(505#2)가 수신한 수신신호를  $r2(t)$ 로 하면 이하의 관계식이 성립한다.

수학식 66

$$\begin{pmatrix} r1(t) \\ r2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(t) & h_{12}(t) \\ h_{21}(t) & h_{22}(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} \quad \cdots \text{식 (66)}$$

[0872]

[0873]

도 69는 본 실시형태에서의 가중방법(프리코딩(Precoding) 방법), 베이스밴드신호의 교체 및 위상변경방법에 관한 도면이며, 가중합성부(600)은 도 67의 가중합성부(308A와 308B)의 양자를 통합한 가중합성부이다. 도 69에 나타내는 것과 같이, 스트림 s1(t) 및 스트림 s2(t)는 도 3의 베이스밴드신호(307A 및 307B)에 상당한다, 즉, QPSK, 16QAM, 64QAM 등의 변조방식의 매핑에 의한 베이스밴드신호의 동상 I성분, 직교 Q성분이 된다. 그리고 도 69의 프레임 구성과 같이 스트림 s1(t)는 심벌번호 u의 신호를 s1(u), 심벌번호 u+1의 신호를 s1(u+1), ...로 나타낸다. 마찬가지로, 스트림 s2(t)는 심벌번호 u의 신호를 s2(u), 심벌번호 u+1의 신호를 s2(u+1), ...로 나타낸다. 그리고 가중합성부(600)은 도 67에서의 베이스밴드신호(307A)(s1(t)) 및 307B(s2(t)), 신호처리방법에 관한 정보(315)를 입력으로 하여 신호처리방법에 관한 정보(315)에 따른 가중을 하여, 도 67의 가중합성 후의 신호(309A(p1(t)), 316B(p2(t)))를 출력한다.

[0874]

이때, p1(t)는 고정된 프리코딩 행렬 F에서의 제 1행의 벡터를 W1=(w11, w12)로 하면 이하의 식 (67)로 나타낼 수 있다.

수학식 67

$$p1(t) = W1s1(t) \quad \cdots \text{식 (67)}$$

[0875]

[0876]

한편, p2(t)는 프리코딩 행렬 F에서의 제 2행의 벡터를 W2=(w21, w22)로 하면 이하의 식 (68)로 나타낼 수 있다.

수학식 68

$$p2(t) = W2s2(t) \quad \cdots \text{식 (68)}$$

[0877]

[0878]

따라서 프리코딩 행렬 F는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

수학식 69

$$F = \begin{pmatrix} w11 & w12 \\ w21 & w22 \end{pmatrix} \quad \cdots \text{식 (69)}$$

[0879]

[0880]

베이스밴드신호의 교체를 실행한 후의 교체 후 베이스밴드신호(6701A)(q1(i))의 동상 I성분 I<sub>q1(i)</sub>, 직교 Q성분 Q<sub>q1(i)</sub> 및 교체 후 베이스밴드신호(6701B)(q2(i))의 동상 I성분 I<sub>q2(i)</sub>, 직교 Q성분 Q<sub>q2(i)</sub>와 p1(t) 및 p2(t)의 관계는 앞에서 설명한 것과 동일하다. 그리고 위상 변경부에 의한 위상변경 식을 y(t)로 하면 위상변경 후의 베이스밴드신호(309B)(q2'(i))는 이하의 식 (70)으로 나타낼 수 있다.

수학식 70

$$q2'(t) = y(t)q2(t) \quad \dots \text{식 (70)}$$

[0881]

[0882] 여기서,  $y(t)$ 는 미리 정해진 방식에 의해 위상을 변경하기 위한 식이며, 예를 들어, 주기를 4로 하면, 시각  $u$ 의 위상변경 식은 예를 들어 식 (71)로 나타낼 수 있다.

수학식 71

$$y(u) = e^{j0} \quad \dots \text{식 (71)}$$

[0883]

[0884] 마찬가지로, 시각  $u+1$ 의 위상변경 식은 예를 들어, 식 (72)로 나타낼 수 있다.

수학식 72

$$y(u + 1) = e^{j\frac{\pi}{2}} \quad \dots \text{식 (72)}$$

[0885]

[0886] 즉, 시각  $u+k$ 의 위상변경 식은 식 (73)으로 나타낼 수 있다.

수학식 73

$$y(u + k) = e^{j\frac{k\pi}{2}} \quad \dots \text{식 (73)}$$

[0887]

[0888] 또, 식 (71) ~ (73)에 나타낸 규칙적인 위상변경 예는 일례에 지나지 않는다.

[0889] 규칙적인 위상변경의 주기는 4에 한정되는 것은 아니다. 이 주기의 수가 많아지면 그만큼 수신장치의 수신 성능 (더 정확하게는 오류정정성능)의 향상을 도모할 수 있을 가능성이 있다(주기가 크면 좋다는 것은 아니나, 2와 같이 작은 값은 피하는 편이 좋을 가능성이 크다).

[0890] 또, 상기 식 (71) ~ (73)으로 나타내는 위상변경 예에서는 순차 소정의 위상(상기 식에서는  $\pi / 2$ 씩)만큼 회전시켜 가는 구성을 나타내었으나, 동일한 위상량만 회전시키는 것이 아니라 랜덤하게 위상을 변경하는 것으로 해도 좋다. 예를 들어,  $y(t)$ 는 미리 정해진 주기에 의해 식 (74)나 식 (75)에 나타내는 것과 같은 순차적으로 승산하는 위상이 변경되어도 좋다. 위상의 규칙적인 변경에서 중요한 것은 변조신호의 위상이 규칙적으로 변경되는 것이며, 변경되는 위상의 정도에 대해서는 가능한 한 균등해지는, 예를 들어,  $-\pi$ 라디안에서  $\pi$ 라디안에 대하여 일양 분포(一様分布)가 되는 것이 바람직하나 랜덤이라도 좋다.

수학식 74

$$e^{j0} \rightarrow e^{j\frac{\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{2\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{3\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{4\pi}{5}} \\ \rightarrow e^{j\pi} \rightarrow e^{j\frac{6\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{7\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{8\pi}{5}} \rightarrow e^{j\frac{9\pi}{5}} \quad \dots \text{식 (74)}$$

[0891]

수학식 75

$$e^{j\frac{\pi}{2}} \rightarrow e^{j\pi} \rightarrow e^{j\frac{3\pi}{2}} \rightarrow e^{j2\pi} \rightarrow e^{j\frac{\pi}{4}} \\ \rightarrow e^{j\frac{3\pi}{4}} \rightarrow e^{j\frac{5\pi}{4}} \rightarrow e^{j\frac{7\pi}{4}} \quad \dots \text{식 (75)}$$

[0892]

[0893]

[0894]

[0895]

[0896]

[0897]

[0898]

[0899]

[0900]

[0901]

[0902]

[0903]

이와 같이, 도 6의 가중합성부(600)은 미리 정해진 고정 프리코딩 웨이트를 이용하여 프리코딩을 실행하며, 베이스밴드신호 교체부는 앞에서 설명한 베이스밴드신호의 교체를 실행하고, 위상 변경부는 입력된 신호의 위상을 그 변경 정도를 규칙적으로 전환하면서 변경한다.

LOS 환경에서는 특수한 프리코딩 행렬을 이용하면 수신품질이 크게 개선될 가능성이 있으나, 직접파의 상황에 따라 그 특수한 프리코딩 행렬은 수신할 때의 직접파의 위상, 진폭성분에 따라 다르다. 그러나 LOS 환경에는 어떤 규칙이 있으며, 이 규칙을 따라서 송신신호의 위상을 규칙적으로 변경하면 데이터의 수신품질이 크게 개선된다. 본 발명은 LOS 환경을 개선하는 신호처리방법을 제안하고 있다.

도 7은 본 실시형태에서의 수신장치(700)의 구성의 일례를 나타내고 있다. 무선부(703-X)는 안테나(701-X)에서 수신된 수신신호(702-X)를 입력으로 하여, 주파수 변환, 직교 복조 등의 처리를 하여 베이스밴드신호(704-X)를 출력한다.

송신장치에서 송신된 변조신호 z1에서의 채널변동 추정부(705-1)는 베이스밴드신호(704-X)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용의 레퍼런스 심벌(501-1)을 추출해서 식 (66)의 h11에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(706-1)를 출력한다.

송신장치에서 송신된 변조신호 z2에서의 채널변동 추정부(705-2)는 베이스밴드신호(704-X)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용의 레퍼런스 심벌(501-2)를 추출해서 식 (66)의 h12에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(706-2)를 출력한다.

무선부(703-Y)는 안테나(701-Y)에서 수신된 수신신호(702-Y)를 입력으로 하여, 주파수 변환, 직교 복조 등의 처리를 실시하여 베이스밴드신호(704-Y)를 출력한다.

송신장치에서 송신된 변조신호 z1에서의 채널변동 추정부(707-1)는 베이스밴드신호(704-Y)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용의 레퍼런스 심벌(501-1)을 추출해서 식 (66)의 h21에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(708-1)를 출력한다.

송신장치에서 송신된 변조신호 z2에서의 채널변동 추정부(707-2)는 베이스밴드신호(704-Y)를 입력으로 하여, 도 5에서의 채널 추정용의 레퍼런스 심벌(501-2)를 추출해서 식 (66)의 h22에 해당하는 값을 추정하여 채널추정신호(708-2)를 출력한다.

제어정보 복호부(709)는 베이스밴드신호(704-X 및 704-Y)를 입력으로 하여, 도 5의 송신방법을 통지하기 위한 심벌(500-1)을 검출하여, 송신장치가 통지한 송신방법의 정보에 관한 신호(710)를 출력한다.

신호처리부(711)는 베이스밴드신호(704-X, 704-Y), 채널추정신호(706-1, 706-2, 708-1, 708-2) 및 송신장치가 통지한 송신방법의 정보에 관한 신호(710)를 입력으로 해서 검파, 복호를 실행하여 수신데이터(712-1 및 712-2)를 출력한다.

다음에, 도 7의 신호처리부(711)의 동작에 대해 상세하게 설명한다. 도 8은 본 실시형태에서의 신호처리부(711)의 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 8은 주로 INNER MIMO 검파부와 Soft-in/Soft-out 디코더, 계수 생성부로 구성되어 있다. 이 구성에서의 반복 복호의 방법에 대해서는 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에서 상세히 기술되어 있으나, 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에 기재되어 있는 MIMO 전송방식은 공간 다중 MIMO 전송방식이나, 본 실시형태에서의 전송방식은 시간과 함께 신호의 위상을 규칙적으로 변경하고, 또한, 프리코딩 행렬이 사용되며, 또, 베이스밴드신호의 교체를 실행하고 있는 MIMO 전송방식인 점이 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3과 다른 점이다. 식 (66)에서의 (채널)행렬을 H(t), 도 69에서의 프리코딩 웨이트 행렬을 F(여기서 프리코딩 행렬은 1의 수신신호 중에서 변경되지 않는 고정된 것이다), 도 69의 위상 변경부에 의한 위상변경 식의 행렬을 Y(t)(여기서 Y(t)는 t에 의해 변화한다), 베이스밴드신호의 교체로부터 수신벡터를 R(t)=(r1(t), r2(t))<sup>T</sup>와 스트림 벡터

$S(t)=(s_1(t), s_2(t))^T$ 의 관계를 도출하고, 수신벡터를  $R(t)$ 에 대해 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3의 복호방법을 적용할 수 있는 MIMO 검파를 실행할 수 있다.

- [0904] 따라서 도 8의 계수 생성부(819)는 송신장치가 통지한 송신방법의 정보(이용한 고정의 프리코딩 행렬 및 위상을 변경하고 있는 경우의 위상변경패턴을 특정하기 위한 정보)에 관한 신호(818)(도 7의 710에 상당)를 입력으로 하여 신호처리방법의 정보에 관한 신호(820)를 출력한다.
- [0905] INNER MIMO 검파부(803)는 신호처리방법의 정보에 관한 신호(820)를 입력으로 하여, 이 신호를 이용해서 반복 검파·복호를 실시하게 되나, 그 동작에 대하여 설명한다.
- [0906] 도 8에 나타내는 구성의 신호처리부에서는 반복 복호(반복 검파)를 실행하므로 도 10에 나타내는 것과 같은 처리방법을 실행할 필요가 있다. 처음에, 변조신호(스트림)  $s_1$ 의 1 부호어(또는 1 프레임) 및 변조신호(스트림)  $s_2$ 의 1 부호어(또는 1 프레임)의 복호가 실행된다. 그 결과, Soft-in/Soft-out 디코더에서 변조신호(스트림)  $s_1$ 의 1 부호어(또는 1 프레임) 및 변조신호(스트림)  $s_2$ 의 1 부호어(또는 1 프레임)의 각 비트의 대수 우도 비(LLR : Log-Likelihood Ratio)를 얻을 수 있다. 그리고 그 LLR를 이용하여 재차 검파·복호가 실행된다. 이 조작이 복수 회 실행된다(이 조작을 반복 복호(반복 검파)라고 한다). 이하에서는 1 프레임에서의 특정의 시간의 심벌의 대수 우도 비(LLR)의 작성방법을 중심으로 설명한다.
- [0907] 도 8에서 기억부(815)는 베이스밴드신호(801X)(도 7의 베이스밴드신호(704-X)에 상당한다), 채널추정신호 군(802X)(도 7의 채널추정신호(706-1, 706-2)에 상당한다), 베이스밴드신호(801Y)(도 7의 베이스밴드신호(704-Y)에 상당한다), 채널추정신호 군(802Y)(도 7의 채널추정신호(708-1, 708-2)에 상당한다)을 입력으로 하여, 반복 복호(반복 검파)를 실현하기 위해 산출한 행렬을 변형 채널신호 군으로 기억한다. 그리고 기억부(815)는 필요한 때에 상기 신호를 베이스밴드신호(816X), 변형 채널추정신호 군(817X), 베이스밴드신호(816Y), 변형 채널추정신호 군(817Y)으로 출력한다.
- [0908] 그 후의 동작에 대해서는 초기 검파의 경우와 반복 복호(반복 검파)의 경우를 나누어서 설명한다.
- [0909] <초기 검파의 경우>
- [0910] INNER MIMO 검파부(803)는 베이스밴드신호(801X), 채널추정신호 군(802X), 베이스밴드신호(801Y), 채널추정신호 군(802Y)을 입력으로 한다. 여기에서는 변조신호(스트림)  $s_1$ , 변조신호(스트림)  $s_2$ 의 변조방식이 16QAM으로 하여 설명한다.
- [0911] INNER MIMO 검파부(803)는 먼저 채널추정신호 군(802X), 채널추정신호 군(802Y)으로부터 베이스밴드신호(801X)에 대응하는 후보신호 점을 구한다. 그때의 모습을 도 11에 나타낸다. 도 11에 있어서 ●(검은 원)은 IQ평면에서의 후보신호 점이며, 변조방식이 16QAM이므로 후보신호 점은 256개가 존재한다(단, 도 11에서는 이미지 도를 나타내고 있으므로, 256개의 후보신호 점은 나타내지 않았다) 여기서, 변조신호  $s_1$ 로 전송하는 4비트를  $b_0, b_1, b_2, b_3$ , 변조신호  $s_2$ 로 전송하는 4비트를  $b_4, b_5, b_6, b_7$ 로 하면, 도 11에서 ( $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ )에 대응하는 후보신호 점이 존재하게 된다. 그리고 수신신호 점(1101)(베이스밴드신호(801X)에 상당한다)과 후보신호 점 각각과의 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 구한다. 그리고 각각의 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 노이즈의 분산  $\sigma^2$ 로 나눈다. 따라서 ( $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ )에 대응하는 후보신호 점과 수신신호 점 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 노이즈의 분산으로 나눈 값을  $E_X(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 가 구해지게 된다. 또, 각 베이스밴드신호, 변조신호  $s_1, s_2$ 는 복소 신호이다.
- [0912] 마찬가지로, 채널추정신호 군(802X), 채널추정신호 군(802Y)으로부터 베이스밴드신호(801Y)에 대응하는 후보신호 점을 구하여 수신신호 점(베이스밴드신호(801Y)에 상당한다)과의 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 구하고, 이 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 노이즈의 분산  $\sigma^2$ 로 나눈다. 따라서 ( $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7$ )에 대응하는 후보신호 점과 수신신호 점 2승 유클리드 거리(squared Euclidian distance)를 노이즈의 분산으로 나눈 값을  $E_Y(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 가 구해지게 된다.
- [0913] 그리고  $E_X(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)+E_Y(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7) = E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 를 구한다.
- [0914] INNER MIMO 검파부(803)는  $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 를 신호(804)로 출력한다.

- [0915] 대수 우도 산출부(805A)는 신호(804)를 입력으로 해서 비트  $b_0, b_1, b_2, b_3$ 의 대수 우도(Log Likelihood)를 산출하여 대수 우도 신호(806A)를 출력한다. 단, 대수 우도의 산출에서는 “1” 일 때의 대수 우도 및 “0” 일 때의 대수 우도가 산출된다. 그 산출방법은 식 (28), 식 (29), 식 (30)에 나타난 것과 같으며, 상세에 대해서는 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에 기재되어 있다.
- [0916] 마찬가지로, 대수 우도 산출부(805B)는 신호(804)를 입력으로 해서 비트  $b_4, b_5, b_6, b_7$ 의 대수 우도를 산출하여 대수 우도 신호(806B)를 출력한다.
- [0917] 디 인터리버(De-Interleaver)(807A)는 대수 우도 신호(806A)를 입력으로 해서 인터리버(도 67의 인터리버(304A))에 대응하는 디 인터리브를 실행하여 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808A)를 출력한다.
- [0918] 마찬가지로, 디 인터리버(807B)는 대수 우도 신호(806B)를 입력으로 해서 인터리버(도 67의 인터리버(304B))에 대응하는 디 인터리브를 실행하여 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808B)를 출력한다.
- [0919] 대수 우도 비 산출부(809A)는 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808A)를 입력으로 해서 도 67의 부호화기(302A)에서 부호화된 비트의 대수 우도 비(LLR : Log-Likelihood Ratio)를 산출하여 대수 우도 비 신호(810A)를 출력한다.
- [0920] 마찬가지로 대수 우도 비 산출부(809B)는 디 인터리브 후의 대수 우도 신호(808B)를 입력으로 해서 도 67의 부호화기(302B)에서 부호화된 비트의 대수 우도 비(LLR : Log-Likelihood Ratio)를 산출하여 대수 우도 비 신호(810B)를 출력한다.
- [0921] Soft-in/Soft-out 디코더(811A)는 대수 우도 비 신호(810A)를 입력으로 하여 복호를 실행해서 복호 후의 대수 우도 비(812A)를 출력한다.
- [0922] 마찬가지로 Soft-in/Soft-out 디코더(811B)는 대수 우도 비 신호(810B)를 입력으로 하여 복호를 실행해서 복호 후의 대수 우도 비(812B)를 출력한다.
- [0923] <반복 복호(반복 검파)의 경우, 반복횟수 k>
- [0924] 인터리버(813A)는 k-1회째의 Soft-in/Soft-out 디코더에서 얻은 복호 후의 대수 우도 비(812A)를 입력으로 해서 인터리브를 실행하여 인터리브 후의 대수 우도 비(814A)를 출력한다. 이때, 인터리브(813A)의 인터리브의 패턴은 도 67의 인터리버(304A)의 인터리브 패턴과 동일하다.
- [0925] 인터리버(813B)는 k-1회째의 Soft-in/Soft-out 디코더에서 얻은 복호 후의 대수 우도 비(812B)를 입력으로 해서 인터리브를 실행하여 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)를 출력한다. 이때, 인터리브(813B)의 인터리브의 패턴은 도 67의 인터리버(304B)의 인터리브 패턴과 동일하다.
- [0926] INNER MIMO 검파부(803)는 베이스밴드신호(816X), 변형 채널추정신호 군(817X), 베이스밴드신호(816Y), 변형 채널추정신호 군(817Y), 인터리브 후의 대수 우도 비(814A), 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)를 입력으로 한다. 여기서, 베이스밴드신호(801X), 채널추정신호 군(802X), 베이스밴드신호(801Y), 채널추정신호 군(802Y)이 아니라, 베이스밴드신호(816X), 변형 채널추정신호 군(817X), 베이스밴드신호(816Y), 변형 채널추정신호 군(817Y)을 이용하고 있는 이유는 반복 복호이므로 지연 시간이 발생하고 있기 때문이다.
- [0927] INNER MIMO 검파부(803)의 반복 복호 시의 동작과 초기 검파시의 동작의 차이점은 인터리브 후의 대수 우도 비(814A), 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)를 신호처리 시에 이용하고 있는 점이다. INNER MIMO 검파부(803)는 먼저 초기 검파 때와 동일하게  $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 를 구한다. 또, 인터리브 후의 대수 우도 비(814A), 인터리브 후의 대수 우도 비(814B)로부터 식 (11), 식 (32)에 해당하는 계수를 구한다. 그리고  $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 의 값을 구한 계수를 이용하여 보정 하여, 그 값을  $E'(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ 로 하여 신호(804)로 출력한다.
- [0928] 대수 우도 산출부(805A)는 신호(804)를 입력으로 하여 비트  $b_0, b_1, b_2, b_3$ 의 대수 우도(Log Likelihood)를 산출하여 대수 우도 신호(806A)를 출력한다. 단, 대수 우도의 산출에서는 “1” 일 때의 대수 우도 및 “0” 일 때의 대수 우도가 산출된다. 그 산출방법은 식 (31), 식 (수 32), 식 (33), 식 (34), 식 (35)에 나타난 것과 같으며, 비 특허문헌 2, 비 특허문헌 3에 나타내고 있다.
- [0929] 마찬가지로, 대수 우도 산출부(805B)는 신호(804)를 입력으로 하여 비트  $b_4, b_5, b_6, b_7$ 의 대수 우도를 산출해서 대수 우도 신호(806B)를 출력한다. 디 인터리버 이후의 동작은 초기 검파와 동일하다.

- [0930] 또, 도 8에서는 반복 검파를 실행하는 경우의 신호처리부의 구성에 대하여 나타내었으나, 반복 검파는 반드시 양호한 수신품질을 얻는데 있어서 필수 구성은 아니며, 반복 검파 만에 필요로 하는 구성 부분, 인터리버(813A, 813B)를 갖지 않은 구성이라도 좋다. 이때, INNER MIMO 검파부(803)는 반복적인 검파를 실행하지 않게 된다.
- [0931] 또, 비 특허문헌 5 등에 나타내고 있는 것과 같이, QR분해를 이용하여 초기 검파, 반복 검파를 실행해도 좋다. 또, 비 특허문헌 11에 나타내고 있는 것과 같이, MMSE(Minimum Mean Square Error), ZF(Zero Forcing)의 선형 연산을 실행하여 초기 검파를 실행해도 좋다.
- [0932] 도 9는 도 8과 다른 신호처리부의 구성이며, 도 67에 대해 도 4의 부호화기, 분배부를 적용한 송신장치가 송신한 변조신호를 위한 신호처리부이다. 도 8과 다른 점은 Soft-in/Soft-out 디코더의 수이며, Soft-in/Soft-out 디코더(901)는 대수 우도 비 신호(810A, 810B)를 입력으로 하여 복호를 실행해서 복호 후의 대수 우도 비(902)를 출력한다. 분배부(903)는 복호 후의 대수 우도 비(902)를 입력으로 하여 분배를 실행한다. 그 이외의 부분에 대해서는 도 8과 동일한 동작이 된다.
- [0933] 이상과 같이, 본 실시형태와 같이 MIMO 전송시스템의 송신장치가 복수 안테나로부터 복수의 변조신호를 송신할 때, 프리코딩 행렬을 생산하는 동시에, 시간과 함께 위상을 변경하고, 당해 위상의 변경을 규칙적으로 실행함으로써 직접파가 지배적인 LOS 환경에서 종래의 공간 다중 MIMO 전송을 이용할 때와 비교하여 수신장치에서의 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다.
- [0934] 본 실시형태에서, 특히 수신장치의 구성에 대해서는 안테나 수를 한정하여 동작을 설명하였으나, 안테나 수가 증가해도 동일하게 실행할 수 있다. 즉, 수신장치에서의 안테나 수는 본 실시형태의 동작, 효과에 영향을 미치는 것은 아니다.
- [0935] 또, 본 실시형태에서는 부호화는 특히 LDPC부호에 한정되는 것은 아니며, 또, 복호방법에 대해서도 Soft-in/Soft-out 디코더로 하여 sum-product 복호를 예로 한정된 것은 아니며, 다른 Soft-in/Soft-out의 복호방법, 예를 들어, BCJR 알고리즘, SOVA 알고리즘, Max-log-MAP 알고리즘 등이 있다. 상세에 대해서는 비 특허문헌 6에 기재되어 있다.
- [0936] 또, 앞의 설명에서는 싱글 캐리어 방식을 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 멀티 캐리어 전송을 실행한 경우에서도 마찬가지로 실시할 수 있다. 따라서 예를 들어 스펙트럼 확산 통신방식, OFDM 방식, SC-FDMA, SC-OFDM 방식, 비 특허문헌 7 등에서 나타내고 있는 웨이브릿 OFDM 방식 등을 이용한 경우에 대해서도 마찬가지로 실시할 수 있다. 또, 본 실시형태에서는 데이터심벌 이외의 심벌, 예를 들어 파일럿심벌(프리앰블, 유니크 워드 등), 제어정보의 전송용 심벌 등이 프레임에 어떻게 배치되어 있어도 좋다.
- [0937] 다음에, 멀티 캐리어 방식의 일례로서 OFDM 방식을 이용한 때의 예를 설명한다.
- [0938] 도 70은 OFDM 방식을 이용한 때의 송신장치의 구성을 나타내고 있다. 도 70에서 도 3, 도 12, 도 67과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여했다.
- [0939] OFDM 방식관련 처리부(1201A)는 가중 후의 신호(309A)를 입력으로 하여 OFDM 방식관련의 처리를 하여 송신신호(1202A)를 출력한다. 마찬가지로, OFDM 방식관련 처리부(1201B)는 위상변경 후의 신호(309B)를 입력으로 하여 송신신호(1202B)를 출력한다.
- [0940] 도 13은 도 70의 OFDM 방식관련 처리부(1201A, 1201B) 이후의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 70의 1201A에서 312A에 관한 부분이 1301A에서 1310A이며, 1201B에서 312B에 관한 부분이 1301B에서 1310B이다.
- [0941] 직병렬 변환부(1302A)는 교체 후의 베이스밴드신호(1301A)(도 70의 교체 후의 베이스밴드신호(6701A)에 상당한다)에 직병렬 변환을 실행하여 병렬신호(1303A)를 출력한다.
- [0942] 재배열부(1304A)는 병렬신호(1303A)를 입력으로 하여 재배열을 실행해서 재배열 후의 신호(1305A)를 출력한다. 또, 재배열에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0943] 역 고속 푸리에 변환부(1306A)는 재배열 후의 신호(1305A)를 입력으로 하여 역 고속 푸리에 변환을 실행하여 역 푸리에 변환 후의 신호(1307A)를 출력한다.
- [0944] 무선부(1308A)는 역 푸리에 변환 후의 신호(1307A)를 입력으로 하여 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 실행하여 변조신호(1309A)를 출력하며, 변조신호(1309A)는 안테나(1310A)에서 전파로서 출력된다.

- [0945] 직병렬 변환부(1302B)는 위상이 변경된 후의 신호(1301B)(도 12의 위상변경 후의 신호(309B)에 상당한다)에 직병렬 변환을 실행하여 병렬신호(1303B)를 출력한다.
- [0946] 재배열부(1304B)는 병렬신호(1303B)를 입력으로 하여 재배열을 실행하여 재배열 후의 신호(1305B)를 출력한다. 또, 재배열에 대해서는 후에 상세하게 설명한다.
- [0947] 역 고속 푸리에 변환부(1306B)는 재배열 후의 신호(1305B)를 입력으로 하여 역 고속 푸리에 변환을 실행하여 역 푸리에 변환 후의 신호(1307B)를 출력한다.
- [0948] 무선부(1308B)는 역 푸리에 변환 후의 신호(1307B)를 입력으로 하여 주파수 변환, 증폭 등의 처리를 실행하여 변조신호(1309B)를 출력하며, 변조신호(1309B)는 안테나(1310B)에서 전파로 출력된다.
- [0949] 도 67의 송신장치에서는 멀티 캐리어를 이용한 전송방식이 아니므로, 도 69와 같이 4 주기가 되도록 위상을 변경하여 위상변경 후의 심벌을 시간 축 방향으로 배치하고 있다. 도 70에 나타내는 것과 같은 OFDM 방식과 동일한 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 당연히, 도 67과 같이 프리코딩, 베이스밴드신호의 교체를 하고, 위상을 변경한 후의 심벌을 시간 축 방향으로 배치하여, 그것을 각 (서브)캐리어마다 실행하는 방식이 생각되나, 멀티 캐리어 전송방식의 경우 주파수 축 방향, 또는 주파수 축·시간 축 양자를 이용하여 배치하는 방법을 생각할 수 있다. 이하에서는 이 점에 대하여 설명한다.
- [0950] 도 14는 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 주파수 축은 (서브)캐리어 0에서 (서브)캐리어 9로 구성되어 있고, 변조신호  $z1$ 과  $z2$ 는 동일 시각(시간)에 동일한 주파수 대역을 사용하고 있으며, 도 14 (A)는 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법, 도 14 (B)는 변조신호  $z2$ 의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 직병렬 변환부(1302A)가 입력으로 하는 교체 후의 베이스밴드신호(1301A)의 심벌에 대하여 순번으로 #0, #1, #2, #3, ...으로 번호를 부여한다. 여기에서는 주기 4의 경우를 생각하고 있으므로, #0, #1, #2, #3이 1주기 분이 된다. 마찬가지로 생각하면 #4n, #4n+1, #4n+2, #4n+3(n은 0 이상의 정수)이 1주기 분이 된다.
- [0951] 이때, 도 14 (a)와 같이 심벌 #0, #1, #2, #3, ...을 캐리어 0에서부터 차례로 배치하고, 심벌 #0에서 #9를 시각 \$1에 배치하며, 그 후, 심벌 #10에서 #19를 시각 \$2에 배치하는 것과 같이 규칙적으로 배치하는 것으로 한다. 또, 변조신호  $z1$ 과  $z2$ 는 복소 신호이다.
- [0952] 마찬가지로, 직병렬 변환부(1302B)가 입력으로 하는 위상이 변경된 후의 신호(1301B)의 심벌에 대해 순번으로 #0, #1, #2, #3, ...로 번호를 부여한다. 여기에서는 주기 4의 경우를 생각하고 있으므로 #0, #1, #2, #3은 각각 다른 위상변경을 실행하게 되며, #0, #1, #2, #3이 1주기 분이 된다. 마찬가지로 생각하면 #4n, #4n+1, #4n+2, #4n+3(n은 0 이상의 정수)은 각각 다른 위상변경을 실행하게 되며, #4n, #4n+1, #4n+2, #4n+3이 1주기 분이 된다.
- [0953] 이때, 도 14 (b)와 같이 심벌 #0, #1, #2, #3, ...을 캐리어 0에서부터 차례로 배치하고, 심벌 #0에서 #9를 시각 \$1에 배치하며, 그 후, 심벌 #10에서 #19를 시각 \$2에 배치하는 것과 같이 규칙적으로 배치하는 것으로 한다.
- [0954] 그리고 도 14 (B)에 나타내는 심벌 군(1402)은 도 69에 나타내는 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌이며, 심벌 #0은 도 69의 시각  $u$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #1은 도 69의 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #2는 도 69의 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #3은 도 69의 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이다. 따라서 심벌 # $x$ 에서  $x \bmod 4$ ( $x$ 를 4로 나눈 때의 나머지, 따라서 mod : modulo)가 0일 때 심벌 # $x$ 는 도 69의 시각  $u$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 4$ 가 1일 때 심벌 # $x$ 는 도 69의 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 4$ 가 2일 때 심벌 # $x$ 는 도 69의 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 4$ 가 3일 때 심벌 # $x$ 는 도 69의 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 때의 심벌이다.
- [0955] 또, 본 실시형태에 있어서는 도 14 (A)에 나타내는 변조신호  $z1$ 은 위상이 변경되어 있지 않다.
- [0956] 이와 같이 OFDM 방식 등의 멀티 캐리어 전송방식을 이용한 경우, 싱글 캐리어 전송 때와는 다르게 심벌을 주파수 축 방향으로 배열할 수 있다는 특징을 갖게 된다. 그리고 심벌의 배열방법에 대해서는 도 14와 같이 배열방법에 한정되는 것은 아니다. 다른 예에 대해 도 15, 도 16을 이용하여 설명한다.
- [0957] 도 15는 도 14와는 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 15 (A)는 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법, 도 15 (B)는 변조신호  $z2$ 의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 15 (A), (B)가 도 14와 다른 점은 변조신호  $z1$ 의 심벌의 재배열방법과

변조신호 z2의 심벌의 재배열방법이 다른 점이며, 도 15 (B)에서는 심벌 #0에서 #5를 캐리어 4에서부터 캐리어 9에 배치하고, 심벌 #6에서 #9를 캐리어 0에서부터 3에 배치하며, 그 후, 동일한 규칙으로 심벌 #10에서 #19를 각 캐리어에 배치한다. 이때, 도 14 (B)와 같이 도 15 (B)에 나타내는 심벌 군(1502)은 도 6에 나타내는 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌이다.

[0958] 도 16은 도 14와 다른, 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 16 (A)는 변조신호 z1의 심벌의 재배열방법, 도 16 (B)는 변조신호 z2의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 16 (A), (B)가 도 14와 다른 점은 도 14에서는 심벌을 캐리어에 차례로 배치하고 있는 것에 대해, 도 16에서는 심벌을 캐리어에 차례로 배치하고 있지 않다는 점이다. 당연하나, 도 16에서 도 15와 같이 변조신호 z1의 심벌의 재배열방법과 변조신호 z2의 재배열방법을 다르게 해도 좋다.

[0959] 도 17은 도 14 ~ 16과는 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의, 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 17 (A)는 변조신호 z1의 심벌의 재배열방법, 도 17 (B)는 변조신호 z2의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 14 ~ 16에서는 심벌을 주파수 축 방향으로 배열하고 있으나, 도 17에서는 심벌을 주파수, 시간 축의 양자를 이용하여 배치하고 있다.

[0960] 도 69에서는 위상의 변경을 4 슬롯으로 전환하는 경우의 예를 설명하였으나, 여기에서는 8 슬롯으로 전환하는 경우를 예로 하여 설명한다. 도 17에 나타내는 심벌 군(1702)은 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌 (따라서 8 심벌)이고, 심벌 #0은 시각 u의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #1은 시각 u+1의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #2는 시각 u+2의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #3은 시각 u+3의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #4는 시각 u+4의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #5는 시각 u+5의 위상을 이용한 때의 심벌이고, 심벌 #6은 시각 u+6의 위상을 이용한 때의 심벌이며, 심벌 #7은 시각 u+7의 위상을 이용한 때의 심벌이다. 따라서 심벌 #x에서  $x \bmod 8$ 이 0일 때 심벌 #x는 시각 u의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 1일 때 심벌 #x는 시각 u+1의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 2일 때 심벌 #x는 시각 u+2의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 3일 때 심벌 #x는 시각 u+3의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 4일 때 심벌 #x는 시각 u+4의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 5일 때 심벌 #x는 시각 u+5의 위상을 이용한 때의 심벌이고,  $x \bmod 8$ 이 6일 때 심벌 #x는 시각 u+6의 위상을 이용한 때의 심벌이며,  $x \bmod 8$ 이 7일 때 심벌 #x는 시각 u+7의 위상을 이용한 때의 심벌이다. 도 17의 심벌의 배열방법에서는 시간 축 방향으로 4 슬롯, 주파수 축 방향으로 2 슬롯의 합계  $4 \times 2 = 8$  슬롯을 이용하여 1주기 분의 심벌을 배치하고 있으나, 이때, 1주기 분의 심벌의 수를  $m \times n$ 심벌(즉, 송신하는 위상은  $m \times n$ 종류 존재한다) 1주기 분의 심벌을 배치하는데 사용하는 주파수 축 방향의 슬롯(캐리어수)을 n, 시간 축 방향으로 사용하는 슬롯을 m으로 하면  $m > n$ 으로 하면 좋다. 이는 직접파의 위상은 시간 축 방향의 변동은 주파수 축 방향의 변동에 비해 완만하다. 따라서 정상적인 직접파의 영향을 작게 하기 위해 본 실시형태의 규칙적인 위상의 변경을 실행하므로, 위상의 변경을 실행하는 주기에서는 직접파의 변동을 작게 하고자 한다. 따라서  $m > n$ 으로 하면 좋다. 또, 이상의 점을 고려하면, 주파수 축 방향만 또는 시간 축 방향에만 심벌을 재배열하는 것보다, 도 17과 같이 주파수 축과 시간 축의 양자를 이용하여 재배열을 실행하는 편이 직접파는 정상적이 될 가능성이 크고, 본 발명의 효과를 얻기 쉽다는 효과를 얻을 수 있다. 단, 주파수 축 방향으로 배열하면 주파수 축의 변동이 급격하므로 다이버시티 게인(Diversity Gain)을 얻을 수 있을 가능성이 있으므로, 반드시 주파수 축과 시간 축의 양자를 이용하여 재배열을 실행하는 방법이 최적의 방법이라고는 할 수 없다.

[0961] 도 18은 도 17과는 다른, 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 재배열방법의 일례를 나타내고 있으며, 도 18 (A)는 변조신호 z1의 심벌의 재배열방법, 도 18 (B)는 변조신호 z2의 심벌의 재배열방법을 나타내고 있다. 도 18은 도 17과 동일하게 심벌을 주파수, 시간 축의 양자를 이용하여 배치하고 있으나, 도 17과 다른 점은 도 17에서는 주파수 방향을 우선하고, 그 후, 시간 축 방향으로 심벌을 배치하고 있는데 반해, 도 18에서는 시간 축 방향을 우선하고, 그 후, 시간 축 방향으로 심벌을 배치하고 있다는 점이다. 도 18에서 심벌 군(1802)은 위상변경방법을 이용한 때의 1주기 분의 심벌이다.

[0962] 또, 도 17, 도 18에서는 도 15와 마찬가지로 변조신호 z1의 심벌의 배치방법과 변조신호 z2의 심벌 배치방법이 다르게 배치해도 동일하게 실행할 수 있으며, 또, 높은 수신품질을 얻을 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 또, 도 17, 도 18에서 도 16과 동일하게 심벌을 차례로 배치하고 있지 않아도 동일하게 실시할 수 있으며, 또, 높은 수신품질을 얻을 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.

[0963] 도 22는 상기와는, 다른 가로축 주파수, 세로축 시간에서의 도 13의 재배열부(1301A, 1301B)에서의 심벌의 정렬방법의 일례를 나타내고 있다. 도 69의 시각  $u \sim u+3$ 과 같은 4 슬롯을 이용하여 규칙적으로 위상을 변경하는

경우를 생각한다. 도 22에서의 특징적인 점은 주파수 축 방향으로 심벌을 차례로 배열하고 있으나, 시간 축 방향으로 진행한 경우, 사이클릭에  $n$ (도 22의 예에서는  $n=1$ ) 심벌 사이클릭 시프트(Cyclic Shift) 시키고 있는 점이다. 도 22에서의 주파수 축 방향의 심벌 군(2210)에 나타낸 4 심벌에 있어서 도 69의 시각  $u \sim u+3$ 의 위상의 변경을 실행하는 것으로 한다.

- [0964] 이때, #0의 심벌에서는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 위상변경, #1에서는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 위상변경, #2에서는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 위상변경, #3에서는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0965] 주파수 축 방향의 심벌 군(2220)에 대해서도 동일하게 #4의 심벌에서는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 위상변경, #5에서는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 위상변경, #6에서는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 위상변경, #7에서는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0966] 시간 \$1의 심벌에서 상기와 같은 위상의 변경을 실행하였으나, 시간 축 방향에서 사이클릭 시프트(Cyclic Shift)를 하고 있으므로 심벌 군(2201, 2202, 2203, 2204)에 대해서는 이하와 같이 위상의 변경을 실행하게 된다.
- [0967] 시간 축 방향의 심벌 군(2201)에서는 #0의 심벌에서는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 위상변경, #9에서는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 위상변경, #18에서는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 위상변경, #27에서는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0968] 시간 축 방향의 심벌 군(2202)에서는 #28의 심벌에서는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 위상변경, #1에서는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 위상변경, #10에서는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 위상변경, #19에서는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0969] 시간 축 방향의 심벌 군(2203)에서는 #20의 심벌에서는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 위상변경, #29에서는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 위상변경, #2에서는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 위상변경, #11에서는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0970] 시간 축 방향의 심벌 군(2204)에서는 #12의 심벌에서는 시각  $u$ 의 위상을 이용한 위상변경, #21에서는 시각  $u+1$ 의 위상을 이용한 위상변경, #30에서는 시각  $u+2$ 의 위상을 이용한 위상변경, #3에서는 시각  $u+3$ 의 위상을 이용한 위상변경을 실행하는 것으로 한다.
- [0971] 도 22에서의 특징은 예를 들어 #11의 심벌에 주목한 경우, 동일 시각의 주파수 축 방향의 양 이웃하는 심벌(#10과 #12)은 모두 #11과는 다른 위상을 이용하여 위상의 변경을 실행하고 있는 동시에, #11의 심벌의 동일 캐리어의 시간 축 방향의 양 이웃하는 심벌(#2과 #20)은 모두 #11과는 다른 위상을 이용하여 위상의 변경을 실행하고 있는 점이다. 그리고 이는 #11의 심벌에 한정되는 것은 아니며, 주파수 축 방향 및 시간 축 방향 모두 양 이웃하는 심벌이 존재하는 심벌 모두에 있어서 #11의 심벌과 같은 특징을 가지게 된다. 이에 의해 효과적으로 위상을 변경하고 있게 되며, 직접파의 정상적인 상황에 대한 영향을 받기 힘들어지므로, 데이터의 수신품질이 개선될 가능성이 커진다.
- [0972] 도 22에서는  $n=1$ 로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며,  $n=3$ 으로 해도 동일하게 실행할 수 있다. 또, 도 22에서는 주파수 축에 심벌을 배열하고, 시간이 축 방향으로 진행하는 경우, 심벌의 배치의 순번을 사이클릭 시프트(Cyclic Shift)를 한다는 특징을 가지게 함으로써 상기의 특징을 실현하였으나, 심벌을 랜덤(규칙적이라도 좋다)하게 배치함으로써 상기 특징을 실현하는 것과 같은 방법도 있다.
- [0973] 또, 본 실시형태에서는 실시형태 1의 변형 예로 위상 변경 전에 베이스밴드신호 교체부를 삽입하는 구성을 설명하였으나, 본 실시형태와 실시형태 2를 조합시켜서, 도 26, 도 28에서 위상변경을 실행하기 전에 베이스밴드신호의 교체부를 삽입하여 실시해도 좋다. 따라서 도 26에서 위상 변경부(317A)는 교체 후 베이스밴드신호(6701A)( $q1(i)$ )를 입력으로 하고, 위상 변경부(317B)는 교체 후 베이스밴드신호(6701B)( $q2(i)$ )를 입력으로 하게 된다. 또, 도 28의 위상 변경부(317A) 및 위상 변경부(317B)에 대해서도 동일해진다.
- [0974] 다음에, 송신장치에서 빠져 각소에 점재하게 되는 수신장치에서 수신장치가 어디에 배치되어 있어도 각 수신장치가 양호한 데이터의 수신품질을 얻기 위한 수법에 대하여 개시한다.
- [0975] 도 31은 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방식에서 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 방식을 이용한 때의 시간-주파수 축에서의 신호의 일부인 심벌의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다.

- [0976] 도 31은 도 67에 나타난 위상 변경부(317B)의 입력인 교체 후의 베이스밴드신호에 대응하는 변조신호  $z2'$ 의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 1개의 사각이 심벌(단, 프리코딩을 실행하고 있으므로  $s1$ 과  $s2$ 의 양자의 신호를 포함하고 있는 것이 통상이나, 프리코딩 행렬의 구성에 따라서는  $s1$ 과  $s2$ 의 일방의 신호 만인 경우도 있다)을 나타내고 있다.
- [0977] 여기서, 도 31의 캐리어 2, 시각  $\$2$ 의 심벌(3100)에 대해 주목한다. 또, 여기에서는 캐리어라고 기재하고 있으나, 서브 캐리어라고 명명하는 경우도 있다.
- [0978] 캐리어 2에서 시각  $\$2$ 에 시간적으로 가장 인접하는 심벌, 즉 캐리어 2의 시각  $\$1$ 의 심벌(3103)과 시각  $\$3$ 의 심벌(3101)의 각각의 채널상태는 캐리어 2, 시각  $\$2$ 의 심벌(610a)의 채널상태와 매우 상관이 높다.
- [0979] 마찬가지로 시각  $\$2$ 에서 주파수 축 방향으로 캐리어 2에 가장 인접하고 있는 주파수의 심벌, 즉, 캐리어 1, 시각  $\$2$ 의 심벌(3104)과 시각  $\$2$ , 캐리어 3의 심벌(3104)의 채널상태는 모두 캐리어 2, 시각  $\$2$ 의 심벌(3100)의 채널상태와 매우 상관이 높다.
- [0980] 앞에서 설명한 것과 같이 심벌 (3101, 3102, 3103, 3104)의 각각의 채널상태는 심벌 (3100)의 채널상태와 매우 상관이 높다.
- [0981] 본 명세서에서 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 송신하는 위상으로  $N$ 종류의 위상(단,  $n$ 은 2 이상의 정수)을 준비하고 있는 것으로 한다. 도 31에 나타난 심벌에는 예를 들어 「 $e^{j0}$ 」라는 기재를 부가하고 있으나, 이는 이 심벌에서의 도 6에서의 신호  $z2'$ 에 대하여 「 $e^{j0}$ 」가 송신되어 위상이 변경된 것을 의미한다. 즉, 도 31의 각 심벌에 기재하고 있는 값은 식 (70)에서의  $y(t)$ 의 값이 된다.
- [0982] 본 실시형태에서는 이 주파수 축 방향으로 서로 인접하는 심벌 및/또는 시간 축 방향으로 서로 인접하는 심벌의 채널상태의 상관성이 높은 것을 이용하여 수신장치 측에서 높은 데이터의 수신품질을 얻을 수 있는 위상이 변경된 심벌의 심벌 배치를 개시한다.
- [0983] 이 수신 측에서 높은 데이터의 수신품질을 얻을 수 있는 조건으로 조건 #D1-1, 조건 #D1-2를 생각할 수 있다.
- [0984] <조건 #D1-1>
- [0985] 도 69와 같이 교체 후의 베이스밴드신호  $q2$ 에 대하여 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ 가 데이터 전송용의 심벌(이하, 데이터심벌이라고 한다)로서, 시간 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ 가 모두 데이터심벌이며, 이들 3개의 데이터심벌에 대응하는 교체 후의 베이스밴드신호  $q2$ , 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ , 시간  $X-1 \cdot$  캐리어  $Y$  및 시간  $X+1 \cdot$  캐리어  $Y$ 에서의 각각의 교체 후의 베이스밴드신호  $q2$ 에서는 모두 다른 위상변경이 이루어진다.
- [0986] <조건 #D1-2>
- [0987] 도 69와 같이, 교체 후의 베이스밴드신호  $q2$ 에 대하여 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ 가 데이터 전송용의 심벌(이하, 데이터심벌이라고 한다)로서, 주파수 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y-1$  및 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y+1$ 이 모두 데이터심벌인 경우, 이들 3개의 데이터심벌에 대응하는 교체 후의 베이스밴드신호  $q2$ , 즉, 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y$ , 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y-1$  및 시간  $X \cdot$  캐리어  $Y+1$ 에서의 각각의 교체 후의 베이스밴드신호  $q2$ 에서는 모두 다른 위상변경이 이루어진다.
- [0988] 그리고 <조건 #D1-1>을 만족하는 데이터심벌이 존재하면 좋다. 마찬가지로 <조건 #D1-2>를 만족하는 데이터심벌이 존재하면 좋다.
- [0989] 당해 <조건 #D1-1>, <조건 #D1-2>가 도출되는 이유는 이하와 같다.
- [0990] 송신신호에서 어떤 심벌(이하, 심벌 A라고 호칭한다)이 있고, 당해 심벌 A에 시간적으로 인접한 심벌 각각의 채널상태는 앞에서 설명한 것과 같이 심벌 A의 채널상태와 상관이 높다.
- [0991] 따라서 시간적으로 인접한 3 심벌에서 다른 위상을 이용하고 있으면 LOS 환경에서 심벌 A가 열악한 수신품질(SNR로는 높은 수신품질을 얻고 있으나, 직접파의 위상 관계가 열악한 상황이므로 수신품질이 나쁜 상태)이라도 나머지의 심벌 A에 인접하는 2 심벌에서는 양호한 수신품질을 얻을 수 있을 가능성이 매우 높고, 그 결과 오류

정정 복호 후는 양호한 수신품질을 얻을 수 있다.

- [0992] 마찬가지로 송신신호에서 어떤 심벌(이후, 심벌 A라고 한다)이 있고, 당해 심벌 A에 주파수적으로 인접한 심벌 각각의 채널상태는 앞에서 설명한 것과 같이 심벌 A의 채널상태와 상관이 높다.
- [0993] 따라서 주파수적으로 인접한 3 심벌로 다른 위상을 이용하고 있으면 LOS 환경에서 심벌 A가 열악한 수신품질 (SNR로서는 높은 수신품질을 얻고 있으나, 직접파의 위상 관계가 열악한 상황)이므로 수신품질이 나쁜 상태)이라도 나머지의 심벌 A에 인접하는 2 심벌에서는 양호한 수신품질을 얻을 수 있을 가능성이 매우 높고, 그 결과, 오류정정 복호 후는 양호한 수신품질을 얻을 수 있다.
- [0994] 또, <조건 #D1-1>과 <조건 #D1-2>를 조합하면 수신장치에서, 보다 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있을 가능성이 있다. 따라서 이하의 조건을 도출할 수 있다.
- [0995] <조건 #D1-3>
- [0996] 도 69와 같이 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대하여 규칙적으로 위상을 변경하는 송신방법에서 OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고 있는 경우, 시간 X·캐리어 Y가 데이터 전송용의 심벌(이하, 데이터심벌이라고 한다)이며, 시간 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간 X-1·캐리어 Y 및 시간 X+1·캐리어 Y가 모두 데이터심벌이며, 또한, 주파수 축 방향으로 인접하는 심벌, 즉, 시간 X·캐리어 Y-1 및 시간 X·캐리어 Y+1이 모두 데이터심벌인 경우, 이들 5개의 데이터심벌에 대응하는 교체 후의 베이스밴드신호 q2, 즉, 시간 X·캐리어 Y, 시간 X-1·캐리어 Y, 시간 X+1·캐리어 Y, 시간 X·캐리어 Y-1, 시간 X·캐리어 Y+1에서의 각각의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에서는 모두 다른 위상변경이 이루어진다.
- [0997] 여기서, 「다른 위상변경」에 대하여 보충을 한다. 위상변경은 0 라디안에서 2π 라디안으로 정의되게 된다. 예를 들어 시간 X·캐리어 Y에서 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대하여 실시하는 위상변경을  $e^{j\theta_{X,Y}}$ , 시간 X-1·캐리어 Y에서 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대하여 실시하는 위상변경을  $e^{j\theta_{X-1,Y}}$ , 시간 X+1·캐리어 Y에서 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대하여 실시하는 위상변경을  $e^{j\theta_{X+1,Y}}$ 로 하면 0 라디안  $\leq \theta_{X,Y} < 2\pi$ , 0 라디안  $\leq \theta_{X-1,Y} < 2\pi$ , 0 라디안  $\leq \theta_{X+1,Y} < 2\pi$ 가 된다. 따라서<조건 #D1-1>에서는  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X-1,Y}$  또한,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X+1,Y}$  또한,  $\theta_{X+1,Y} \neq \theta_{X-1,Y}$ 가 성립하게 된다. 마찬가지로 생각하면 <조건 #D1-2>에서는  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ ,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$  또한,  $\theta_{X,Y-1} \neq \theta_{X-1,Y+1}$ 이 성립하게 되며, <조건 #D1-3>에서는  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X-1,Y}$ ,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X+1,Y}$ ,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ ,  $\theta_{X,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$ ,  $\theta_{X-1,Y} \neq \theta_{X+1,Y}$ ,  $\theta_{X-1,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ ,  $\theta_{X-1,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$ ,  $\theta_{X+1,Y} \neq \theta_{X,Y-1}$ ,  $\theta_{X+1,Y} \neq \theta_{X,Y+1}$  또한,  $\theta_{X,Y-1} \neq \theta_{X,Y+1}$ 이 성립하게 된다.
- [0998] 그리고 <조건 #D1-3>을 만족하는 데이터심벌이 존재하면 좋다.
- [0999] 도 31은 <조건 #D1-3>의 예이며, 심벌 A에 해당하는 심벌(3100)에 해당하는 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 승산되어 있는 위상과 그 심벌(3100)에 시간적으로 인접하는 심벌(3101)에 해당하는 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2, 3103에 해당하는 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 승산되어 있는 위상과 주파수적으로 인접하는 심벌(3102)에 해당하는 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2, 3104에 해당하는 도 69의 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 승산되어 있는 위상이 서로 다르게 배치되고 있으며, 이에 의해 수신 측에서 심벌(3100)의 수신품질이 열악해도 그 인접하는 심벌의 수신품질은 매우 높아지므로, 오류정정 복호 후의 높은 수신품질을 확보할 수 있다.
- [1000] 이 조건의 하에서 위상을 변경하여 얻을 수 있는 심벌의 배치 예를 도 32에 나타낸다.
- [1001] 도 32를 보면 알 수 있는 것과 같이, 어느 데이터심벌에서도 그 위상이 주파수 축 방향 및 시간 축 방향의 쌍방향에서 서로 인접하는 심벌에 대하여 변경된 위상의 정도는 서로 다른 위상변경량이 되어 있다. 이와 같이 함으로써 수신장치에서의 오류정정 능력을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [1002] 즉, 도 32에서는 시간 축 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고 있는 경우, <조건 #D1-1>이 모든 X, 모든 Y에서 성립하고 있다.
- [1003] 마찬가지로, 도 32에서는 주파수 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고 있는 경우, <조건 #D1-2>가 모든 X, 모든 Y에서 성립하고 있다.
- [1004] 마찬가지로, 도 32에서는 주파수 방향으로 인접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하며, 또한, 시간 축 방향으로 인

접하는 심벌에 데이터심벌이 존재하고 있는 경우, <조건 #D1-3>이 모든 X, 모든 Y에서 성립하고 있다.

- [1005] 다음에, 앞에서 설명한, 2개의 교체 후의 베이스밴드신호 q2로 위상변경을 실행한 경우(도 68 참조)의 예로 설명한다.
- [1006] 교체 후의 베이스밴드신호 q1 및 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 양자에 위상변경을 주는 경우, 위상변경방법에 대하여 어느 하나의 방법이 있다. 그 점에 대하여 상세하게 설명한다.
- [1007] 방법 1로, 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 상술한 설명과 같이, 도 32와 같이 위상변경을 실행하는 것으로 한다. 도 32에서 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10으로 하고 있다. 그러나 앞에서 설명한 것과 같이 <조건 #D1-1>, <조건 #D1-2>, <조건 #D1-3>을 만족하도록 하기 위해 (서브)캐리어 1에서 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 실시하는 위상변경을 시간과 함께 변경하고 있다(도 32에서는 이와 같은 변경을 실행하고 있으나, 주기 10으로 하여, 다른 위상변경방법이라도 좋다). 그리고 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경은 도 33과 같이 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10의 1주기 분의 위상을 변경하는 값은 일정하게 한다. 도 33에서는 (교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의) 1주기 분을 포함할 때 각 \$1에서 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경의 값은  $e^{j0}$ 로 하고 있고, 다음의 (교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의) 1주기 분을 포함할 때 각 \$2에서 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경의 값은  $e^{j\pi/9}$ 로 하고 있으며, ..., 로 하고 있다.
- [1008] 또, 도 33에 나타난 심벌에는 예를 들어 「 $e^{j0}$ 」라는 기재를 부가하고 있으나, 이는 이 심벌에서의 도 26에서의 신호 q1에 대하여 「 $e^{j0}$ 」가 승산되어 위상이 변경된 것을 의미한다.
- [1009] 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경은 도 33과 같이 프리코딩 후의 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10의 1주기 분의 위상을 변경하는 값은 일정으로 하고, 위상을 변경하는 값은 1주기 분의 번호와 함께 변경하도록 한다(위에서 설명한 것과 같이, 도 33에서는 제 1의 1주기 분으로는  $e^{j0}$ 로 하고, 제 2의 1주기 분으로는  $e^{j\pi/9}$ , ...로 하고 있다).
- [1010] 이상과 같이 함으로써 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10이나, 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경과 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기는 10보다 크게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해 수신장치의 데이터의 수신품질이 향상할 가능성이 있다.
- [1011] 방법 2로, 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 앞에서 설명한 것과 같이, 도 32와 같이 위상변경을 실행하는 것으로 한다. 도 32에서 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10으로 하고 있다. 그러나 앞에서 설명한 것과 같이, <조건 #D1-1>, <조건 #D1-2>, <조건 #D1-3>을 만족하도록 하기 위해 (서브)캐리어 1로 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 실시하는 위상변경을 시간과 함께 변경하고 있다(도 32에서는 이와 같은 변경을 실시하고 있으나, 주기 10으로 하고, 다른 위상변경방법이라도 좋다) 그리고 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경은 도 30과 같이 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10과는 다른 주기 3에서의 위상변경을 실행한다.
- [1012] 또, 도 30에 나타난 심벌에는 예를 들어 「 $e^{j0}$ 」라는 기재를 부가하고 있으나, 이는 이 심벌에서의 교체 후의 베이스밴드신호 q1에 대하여 「 $e^{j0}$ 」가 승산되어 위상이 변경된 것을 의미한다.
- [1013] 이상과 같이 함으로써 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경은 주기 10이나, 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경과 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기는 30이 되며, 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경과 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기를 10보다 크게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다. 이에 의해 수신장치의 데이터의 수신품질이 향상할 가능성이 있다. 방법 2의 하나의 유효한 방법으로는 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경의 주기를 N으로 하고, 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의 주기를 M으로 한 때, 특히, N과 M이 서로 소의 관계이면 교체 후의 베이스밴드신호 q1의 위상변경과 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 위상변경의 양자를 고려한 때의 주기는 N×M으로 용이하게 큰 주기로 설정할 수 있다는 이점이 있으나, N과 M이 서로 소의 관계에서도 주기를 크게 하는 것은 가능하다.
- [1014] 또, 앞에서 설명한 위상변경방법은 일례이며, 이에 한정되는 것은 아니고, 주파수 축 방향으로 위상변경을 실행하거나, 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하거나, 시간-주파수의 블록으로 위상변경을 실행해도 동일하게 수신

장치에서의 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있다는 효과를 가지게 된다.

- [1015] 상기에서 설명한 프레임 구성 이외에도 데이터심벌 간에 파일럿심벌(SP(Scattered Pilot))이나 제어정보를 전송하는 심벌 등이 삽입되는 경우도 생각할 수 있다. 이 경우의 위상 변경에 대하여 상세하게 설명한다.
- [1016] 도 47은 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1' 및 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 47 (A)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 47 (B)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 47에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌을 나타내고 있으며, 데이터심벌(4702)은 교체 후의 베이스밴드신호 또는 교체 후의 베이스밴드신호와 위상변경을 한 심벌이 된다.
- [1017] 도 47은 도 69와 같이 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다(교체 후의 베이스밴드신호 q1에는 위상변경을 실행하지 않는다). (또, 도 69에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 69에서 시간 t를 캐리어 f로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하며, 시간 t를 시간 t, 주파수 f, 즉, (t)를 (t, f)로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다). 따라서 도 47의 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다. 또, 도 47의 교체 후의 베이스밴드신호 q1 (z1)의 심벌은 위상변경을 실행하지 않으므로 수치를 기재하고 있지 않다.
- [1018] 도 47에서 중요한 점은 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체를 한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.
- [1019] 도 48은 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1' 및 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 48 (A)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 48 (B)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 48에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌을 나타내고 있으며, 데이터심벌(4702)은 프리코딩과 위상변경을 한 심벌이 된다.
- [1020] 도 48은 교체 후의 베이스밴드신호 q1 및 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다. 따라서 도 48의 교체 후의 베이스밴드신호 q1 및 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다.
- [1021] 도 48에서 중요한 점은 교체 후의 베이스밴드신호 q1에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩 및 베이스밴드신호의 교체를 실행한 심벌에 대하여 실시하고 있는고, 또, 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩 및 베이스밴드신호의 교체를 실행한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z1'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않으며, 또, z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.
- [1022] 도 49는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1' 및 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 49 (a)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 49 (b)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 49에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌, 4901은 Null심벌이며, 베이스밴드신호의 동상성분 I=0이며, 직교성분 Q=0이 된다. 이때, 데이터심벌(4702)은 프리코딩 또는 프리코딩과 위상변경을 실행한 심벌이 된다. 도 49와 도 47의 차이는 데이터심벌 이외의 심벌의 구성방법이며, 변조신호 z1'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z2'는 Null심벌이 되며, 반대로 변조신호 z2'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z1'는 Null심벌이 된다는 점이다.
- [1023] 도 49는 도 69와 같이 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다(교체 후의 베이스밴드신호 q1에는 위상변경을 실행하지 않는다). (또, 도 69에서는 시간 축 방향으로 위상변경을 실행하는 경우를 나타내고 있으나, 도 69에서 시간 t를 캐리어 f로 치환하여 생각함으로써 주파수 방향에서의 위상변경을 실행하는 것에 상당하며, 시간 t를 시간 t, 주파수 f, 즉, (t)를 (t, f)로 치환하여 생각함으로써 시간 주파수의 블록으로 위상변경을 실행하는 것에 상당한다). 따라서 도 49의 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다. 또, 도 49의 교체 후의 베이스밴드신호 q1

의 심벌은 위상변경을 실행하지 않으므로 수치를 기재하고 있지 않다.

- [1024] 도 49에서 중요한 점은 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체를 실행한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 하지 않게 된다.
- [1025] 도 50은 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1' 및 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있으며, 도 50 (A)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q1) z1 또는 z1'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성, 도 50 (B)는 변조신호(교체 후의 베이스밴드신호 q2) z2'의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 50에서 4701은 파일럿심벌, 4702는 데이터심벌, 4901은 Null심벌이며, 베이스밴드신호의 동상성분 I=0이며, 직교성분 Q=0이 된다. 이때, 데이터심벌(4702)은 프리코딩 또는 프리코딩과 위상변경을 실행한 심벌이 된다. 도 50으로 도 48의 차이는 데이터심벌 이외의 심벌의 구성방법이며, 변조신호 z1'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z2'는 Null심벌이 되며, 반대로 변조신호 z2'에서 파일럿심벌이 삽입되어 있는 시간과 캐리어에서 변조신호 z1'는 Null심벌이 된다는 점이다.
- [1026] 도 50은 교체 후의 베이스밴드신호 q1 및 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대해 위상변경을 실행하는 경우의 심벌 배치를 나타내고 있다. 따라서 도 50의 교체 후의 베이스밴드신호 q1 및 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 심벌에 기재되어 있는 수치는 위상의 변경 값을 나타내고 있다.
- [1027] 도 50에서 중요한 점은 교체 후의 베이스밴드신호 q1에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체를 한 심벌에 대하여 실시하고 있고, 또, 교체 후의 베이스밴드신호 q2에 대한 위상변경은 데이터심벌, 즉, 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체를 한 심벌에 대하여 실시하고 있다는 점이다(여기서, 심벌이라고 기재하고 있으나, 여기서 기재하고 있는 심벌에는 프리코딩이 실시되어 있으므로, s1의 심벌과 s2의 심벌의 양자를 포함하게 된다). 따라서 z1'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않으며, 또, z2'에 삽입된 파일럿심벌에 대해서는 위상변경을 실행하지 않게 된다.
- [1028] 도 51은 도 47, 도 49의 프레임 구성의 변조신호를 생성하여 송신하는 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 4와 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다. 또, 도 51에서는 도 67이나 도 70에서 나타내는 베이스밴드신호 교체부를 도시하고 있지 않으나, 도 51에 대해 도 67이나 도 70과 같이 가중합성부와 위상 변경부의 사이에 베이스밴드신호 교체부를 삽입하면 좋다.
- [1029] 도 51에서 가중합성부(308A, 308B) 및 위상 변경부(317B) 및 베이스밴드신호 교체부는 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌인 타이밍을 나타내고 있을 때만 동작하게 된다.
- [1030] 도 51의 파일럿심벌(Null심벌 생성을 겸하는 것으로 한다) 생성부(5101)는 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또한, Null심벌)인 것을 나타내고 있는 경우, 파일럿심벌의 베이스밴드신호(5102A 및 5102B)를 출력한다.
- [1031] 도 47에서 도 50의 프레임 구성에서는 나타내고 있지 않았으나, 프리코딩(및 위상 회전을 실시하지 않는다)를 실시하지 않는, 예를 들어 1 안테나로 변조신호를 송신하는 방식(이 경우, 다른 일방의 안테나로부터는 신호를 전송하지 않게 된다), 또는 시공간부호(특히, 시공간블록부호)를 이용한 전송방식을 이용하여 제어정보 심벌을 송신하는 경우, 제어정보 심벌(5104)은 제어정보(5103), 프레임 구성신호(313)를 입력으로 하여, 프레임 구성신호(313)가 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우 제어정보 심벌의 베이스밴드신호(5102A, 5102B)를 출력한다.
- [1032] 도 51의 무선부(310A, 310B)는 입력이 되는 복수의 베이스밴드신호 중 프레임 구성신호(313)에 의거하여 복수의 베이스밴드신호로부터 소망한 베이스밴드신호를 선택한다. 그리고 OFDM 관련의 신호처리를 하여 프레임 구성에 따른 변조신호(311A, 311B)를 각각 출력한다.
- [1033] 도 52는 도 48, 도 50의 프레임 구성의 변조신호를 생성하여 송신하는 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있으며, 도 4, 도 51과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다. 도 51에 대해서 추가한 위상 변경부(317A)는 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌인 타이밍을 나타내고 있을 때만 동작하게 된다. 그 외에 대해서는 도 51과 동일한 동작이 된다. 또, 도 52에서는 도 67이나 도 70에서 나타내는 베이스밴드신호 교체부를 도시하고 있지 않으나, 도 52에 대해 도 67이나 도 70과 같이 가중합성부와 위상 변경부의 사이에 베이스밴드신호 교체부를 삽입하면 좋다.
- [1034] 도 53은 도 51과는 다른 송신장치의 구성방법이다. 또, 도 53에서는 도 67이나 도 70에서 나타내는 베이스밴드신호 교체부를 도시하고 있지 않으나, 도 53에 대해 도 67이나 도 70과 같이 가중합성부와 위상 변경부의 사이

에 베이스밴드신호 교체부를 삽입하면 좋다. 이하에서는 다른 점에 대하여 설명한다. 위상 변경부(317B)는 도 53과 같이 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(317B)는 프리코딩 후의 베이스밴드신호(316B)에 대해 위상변경을 실행한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또는 Null심벌), 또는 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(317B)는 위상변경의 동작을 정지하고 각 심벌의 베이스밴드신호를 그대로 출력한다(해석으로는 「 $e^{j0}$ 」에 상당하는 위상 회전을 강제적으로 실행하고 있다고 생각하면 좋다).

[1035] 선택부(5301)는 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 하여, 프레임 구성신호 (313)가 나타내는 심벌의 베이스밴드신호를 선택하여 출력한다.

[1036] 도 54는 도 52와는 다른 송신장치의 구성방법이다. 또, 도 54에서는 도 67이나 도 70에서 나타내는 베이스밴드신호 교체부를 도시하고 있지 않으나, 도 54에 대하여, 도 67이나 도 70과 같이 가중합성부와 위상 변경부의 사이에 베이스밴드신호 교체부를 삽입하면 좋다. 이하에서는 다른 점에 대하여 설명한다. 위상 변경부(317B)는 도 54와 같이 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(317B)는 프리코딩 후의 베이스밴드신호(316B)에 대해 위상변경을 실행한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또는 Null심벌), 또는 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(317B)는 위상변경의 동작을 정지하고 각 심벌의 베이스밴드신호를 그대로 출력한다(해석으로는 「 $e^{j0}$ 」에 상당하는 위상 회전을 강제적으로 실행하고 있다고 생각하면 좋다).

[1037] 마찬가지로 위상 변경부(5201)는 도 54와 같이 복수의 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 데이터심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(5201)는 프리코딩 후의 베이스밴드신호(309A)에 대해 위상변경을 실행한다. 그리고 프레임 구성신호(313)가 파일럿심벌(또는 Null심벌), 또는 제어정보 심벌임을 나타내고 있는 경우 위상 변경부(5201)는 위상변경의 동작을 정지하고 각 심벌의 베이스밴드신호를 그대로 출력한다(해석으로는 「 $e^{j0}$ 」에 상당하는 위상 회전을 강제적으로 실행하고 있다고 생각하면 좋다).

[1038] 상술의 설명에서는 파일럿심벌과 제어심벌과 데이터심벌을 예로 하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 프리코딩과는 다른 전송방법, 예를 들어 1 안테나 송신, 시공간블록부호를 이용한 전송방식 등을 이용하여 전송하는 심벌이면 마찬가지로 위상변경을 실행하지 않는 것이 중요해지며, 이와는 반대로 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체를 실행한 심벌에 대해서는 위상변경을 실행하는 것이 본 발명에서는 중요한 점이 된다.

[1039] 따라서 시간-주파수 축에서의 프레임 구성에서의 모든 심벌에서 위상변경을 하는 것은 아니며, 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체를 실행한 신호에만 위상변경을 주는 점이 본 발명의 특징이 된다.

[1040] 다음에, 비 특허문헌 12 ~ 비 특허문헌 15에 나타내고 있는 것과 같이 QC(Quasi Cyclic) LDPC(Low-Density Parity-Check) 부호(QC-LDPC부호가 아닌 LDPC부호라도 좋다), LDPC부호와 BCH 부호(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code)의 연결부호, 테일 바이팅을 이용한 터보부호 또는 Duo-Binary Turbo Code 등의 블록부호를 이용한 때의 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에 대하여 상세하게 설명한다. 여기에서는 일례로 s1, s2의 2개의 스트림을 송신하는 경우를 예로 하여 설명한다. 단, 블록부호를 이용해 부호화를 실시한 때, 제어정보 등이 필요하지 않을 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수(단, 이 중에 이하에서 기재하는 것과 같은 제어정보 등이 포함되어 있어도 좋다)와 일치한다. 블록부호를 이용하여 부호화를 실시한 때, 제어정보 등(예를 들어, CRC(cyclic redundancy check), 전송 파라미터 등)이 필요할 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수와 제어정보 등의 비트 수의 합인 경우도 있다.

[1041] 도 34는 블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 34는 예를 들어 도 69, 도 70의 송신장치에 대해 도 4와 같은 부호기와 분배부를 적용하고, s1, s2의 2개의 스트림을 송신하며, 또한, 송신장치가 1개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로서서는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송 중 어느 하나를 이용해도 좋다).

[1042] 도 34에 나타내는 것과 같이, 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.

[1043] 그리고 앞에서 설명한 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되기때문에, 변조방식이 QPSK일 때 상술의 3000 심벌은 s1에 1500 심벌, s2에 1500 심벌 할당할 수 있게 되므로, s1로 송신하는 1500 심벌과 s2로 송신

하는 1500 심벌을 송신하기 위해 1500슬롯(여기에서는 「슬롯」이라고 명명한다)이 필요하다.

- [1044] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 750슬롯이 필요하며, 변조방식이 64QAM일 때 1 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 500슬롯이 필요하다.
- [1045] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에 대하여 앞의 설명에서 정의한 슬롯과 송신하는 위상과의 관계에 대하여 설명한다.
- [1046] 여기에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 앞에서 설명한 송신장치의 위상 변경부를 위하여 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 준비하는 것으로 한다(도 69와 같이, 교체 후의 베이스밴드신호 q2에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 교체 후의 베이스밴드신호 q1 및 교체 후의 베이스밴드신호 q2의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 부른다. 따라서 이 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 이 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], PHASE[3], PHASE[4]로 나타내는 것으로 한다.
- [1047] 변조방식이 QPSK일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상의 영향이 크고, 수신 장치에서 이 영향에 의존한 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [1048] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 750슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 150슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 150슬롯일 필요가 있다.
- [1049] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수 6000비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 500슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 100슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 100슬롯일 필요가 있다.
- [1050] 이상과 같이, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 N개(N개의 다른 위상을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]로 나타내는 것으로 한다)로 한 때의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯 수를  $K_0$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i$ ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)), 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_{N-1}$ 로 한 때,
- [1051] <조건 #D1-4>
- [1052]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{N-1}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1053] 이면 좋다.
- [1054] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식으로부터 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #D1-4>가 성립하면 좋아진다.
- [1055] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이며(경우에 따라서는 동일해지는 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #D1-4>를 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #D1-4>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [1056] <조건 #D1-5>

- [1057]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a - K_b|$ 는 0 또는 1
- [1058] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1059] 도 35는 블록부호를 이용한 때의 2개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 35는 도 67의 송신장치 및 도 70의 송신장치에 나타낸 것과 같이  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하며, 또한, 송신장치가 2개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송 중 어느 하나를 이용해도 좋다).
- [1060] 도 35에 나타내는 것과 같이, 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [1061] 그리고 도 67의 송신장치 및 도 70의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되며, 또, 2개의 부호화기가 존재하기 위해 2개의 스트림에서는 다른 부호블록을 전송하게 된다. 따라서 변조방식이 QPSK일 때,  $s_1, s_2$ 에 의해 2개의 부호화블록이 동일 구간 내에서 송신되는 것으로부터, 예를 들어  $s_1$ 에 의해 제 1 부호화 후의 블록이 송신되며,  $s_2$ 에 의해 제 2 부호화블록이 송신되게 되므로, 제 1, 제 2 부호화 후의 블록을 송신하기 위해 3000슬롯이 필요하다.
- [1062] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1500슬롯이 필요하며, 변조방식이 64QAM일 때 2개의 부호화블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 1000슬롯이 필요하다.
- [1063] 다음에, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 앞의 설명에서 정의한 슬롯과 송신하는 위상과의 관계에 대하여 설명한다.
- [1064] 여기에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 위하여 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)의 수를 5로 한다. 즉, 도 67의 송신장치 및 도 70의 송신장치의 위상 변경부를 위하여 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 준비하는 것으로 한다(도 69와 같이, 교체 후의 베이스밴드신호  $q_2$ 에만 위상변경을 실행하는 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 값을 준비하면 좋다. 또, 교체 후의 베이스밴드신호  $q_1$  및 교체 후의 베이스밴드신호  $q_2$ 의 양자에 대해 위상변경을 실행하는 경우, 1 슬롯을 위하여 2개의 위상변경 값이 필요하다. 이 2개의 위상변경 값을 위상변경 세트라고 부른다. 따라서 이 경우, 주기 5의 위상변경을 실행하기 위해서는 5개의 위상변경 세트를 준비하면 좋다). 이 5개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], PHASE[3], PHASE[4]로 나타내는 것으로 한다.
- [1065] 변조방식이 QPSK일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 3000슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 600슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 600슬롯일 필요가 있다. 이는 사용하는 위상에 편중이 있으면 많은 수를 사용한 위상의 영향이 크고, 수신장치에서 이 영향에 의존한 데이터의 수신품질이 되기 때문이다.
- [1066] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 600회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 600회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 600회이면 좋다.
- [1067] 마찬가지로, 변조방식이 16QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1500슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300슬롯일 필요가 있다.
- [1068] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[3]을

사용하는 슬롯이 300회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 300회이면 좋다.

- [1069] 마찬가지로, 변조방식이 64QAM일 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수  $6000 \times 2$  비트를 송신하기 위한 상기에서 설명한 1000슬롯에서 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 200슬롯, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 200슬롯일 필요가 있다.
- [1070] 또, 제 1 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 200회일 필요가 있으며, 또, 제 2 부호화블록을 송신하기 위해 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[2]를 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[3]을 사용하는 슬롯이 200회, 위상 PHASE[4]를 사용하는 슬롯이 200회이면 좋다.
- [1071] 이상과 같이, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 준비하는 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 N개(N개의 다른 위상을 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]로 나타내는 것으로 한다)로 한 때, 2개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 슬롯 수를  $K_0$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_1$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 슬롯 수를  $K_i$ ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)), 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 슬롯 수를  $K_{N-1}$ 로 한 때,
- [1072] <조건 #D1-6>
- [1073]  $K_0=K_1=\dots=K_i=\dots=K_{N-1}$ , 즉,  $K_a=K_b$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1074] 이며, 제 1 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0,1}$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,1}$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i,1}$ ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)), 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1,1}$ 로 한 때,
- [1075] <조건 #D1-7>
- [1076]  $K_{0,1}=K_{1,1}=\dots=K_{i,1}=\dots=K_{N-1,1}$ , 즉,  $K_{a,1}=K_{b,1}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1077] 이며, 제 2 부호화 후의 블록을 구성하는 비트를 모두 송신할 때에 위상 PHASE[0]을 사용하는 횟수를  $K_{0,2}$ , 위상 PHASE[1]을 사용하는 횟수를  $K_{1,2}$ , 위상 PHASE[i]를 사용하는 횟수를  $K_{i,2}$ ( $i=0, 1, 2, \dots, N-1$ ( $i$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수)), 위상 PHASE[N-1]을 사용하는 횟수를  $K_{N-1,2}$ 로 한 때,
- [1078] <조건 #D1-8>
- [1079]  $K_{0,2}=K_{1,2}=\dots=K_{i,2}=\dots=K_{N-1,2}$ , 즉,  $K_{a,2}=K_{b,2}$ , (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1080] 이면 좋다.
- [1081] 그리고 통신시스템이 복수의 변조방식을 지원하고 있고, 지원하고 있는 변조방식으로부터 선택하여 사용하는 경우, 지원하고 있는 변조방식에서 <조건 #D1-6>, <조건 #D1-7>, <조건 #D1-8>이 성립하면 좋아진다.
- [1082] 그러나 복수의 변조방식을 지원하고 있는 경우, 각 변조방식에 따라서 1 심벌로 송신할 수 있는 비트 수가 다른 것이 일반적이며(경우에 따라서는 동일해지는 경우도 있을 수 있다), 경우에 따라서는 <조건 #D1-6>, <조건 #D1-7>, <조건 #D1-8>을 만족시킬 수 없는 변조방식이 존재하는 경우도 있다. 이 경우, <조건 #D1-6>, <조건 #D1-7>, <조건 #D1-8>을 대신하여 이하의 조건을 만족하면 좋다.
- [1083] <조건 #D1-9>
- [1084]  $K_a$ 와  $K_b$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_a - K_b|$  는 0 또는 1
- [1085] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )

- [1086] <조건 #D1-10>
- [1087]  $K_{a, 1}$ 과  $K_{b, 1}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 1}-K_{b, 1}|$ 은 0 또는 1
- [1088] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1089] <조건 #D1-11>
- [1090]  $K_{a, 2}$ 와  $K_{b, 2}$ 의 차이는 0 또는 1, 즉,  $|K_{a, 2}-K_{b, 2}|$ 는 0 또는 1
- [1091] (for  $\forall a, \forall b$ , 단,  $a, b=0, 1, 2, \dots, N-1$  ( $a$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수,  $b$ 는 0 이상  $N-1$  이하의 정수),  $a \neq b$ )
- [1092] 이상과 같이, 부호화 후의 블록과 승산하는 위상의 관계설정을 실행함으로써 부호화블록을 전송하기 위해 사용하는 위상에 편중이 없어지므로, 수신장치에서 데이터의 수신품질이 향상한다는 효과를 얻을 수 있다.
- [1093] 상술한 설명에서는 규칙적으로 위상을 변경하는 방법에서 주기  $N$ 의 위상변경방법을 위해서는  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)이 필요하다. 이때,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)으로 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]을 준비하게 되나, 주파수 축 방향으로 PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]의 순으로 배열방법도 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트) PHASE[0], PHASE[1], PHASE[2], ..., PHASE[N-2], PHASE[N-1]을 시간 축, 주파수-시간 축의 블록에 대하여 심벌을 배치함으로써 위상을 변경할 수도 있다. 또, 주기  $N$ 의 위상변경방법으로 설명하고 있으나,  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 랜덤하게 이용하도록 해도 동일한 효과를 얻을 수 있다, 즉, 반드시, 규칙적인 주기를 가지도록  $N$ 개의 위상변경 값(또는 위상변경 세트)을 이용할 필요는 없으나, 상기에서 설명한 조건을 만족하는 것은 수신장치에서 높은 데이터의 수신품질을 얻는데 있어서는 중요하다.
- [1094] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 모드가 존재하며, 송신장치(방송국, 기지국)는 이와 같은 모드로부터 어느 하나의 송신방법을 선택할 수 있게 해도 좋다.
- [1095] 또, 공간 다중 MIMO 전송방식이란 비 특허문헌 3에 나타내고 있는 것과 같이 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1, s_2$ 를 각각 다른 안테나로부터 송신하는 방법이며, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식이란, 프리코딩만을 실행하는(위상변경을 실행하지 않는다) 방식이다. 또, 시공간블록부호화 방식이란, 비 특허문헌 9, 16, 17에 나타나고 있는 전송방식이다. 1 스트림만 송신이란, 선택한 변조방식에서 매핑한 신호  $s_1$ 의 신호를 소정의 처리를 실행하여 안테나에서 송신하는 방법이다.
- [1096] 또, OFDM과 같은 멀티 캐리어의 전송방식을 이용하고 있고, 복수의 캐리어로 구성된 제 1 캐리어 군, 복수의 캐리어로 구성된 제 2 캐리어 군과는 다른 제 2 캐리어 군, ...과 같이 복수의 캐리어 군으로 멀티 캐리어 전송을 실현하고 있으며, 캐리어 군마다 공간 다중 MIMO 전송방식, 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식, 시공간블록부호화 방식, 1 스트림만 송신, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법의 어느 하나로 설정해도 좋으며, 특히, 규칙적으로 위상을 변경하는 방법을 선택한 (서브)캐리어 군에서는 상술한 것을 실시하면 좋다.
- [1097] 또, 본 실시형태에서 설명한 프리코딩, 베이스밴드신호의 교체, 위상변경을 실행하는 송신장치와 본 명세서에서 설명한 내용은 조합하여 사용할 수 있으며, 특히, 본 실시형태에서 설명한 위상 변경부에 대해 본 명세서에서 설명한 모든 위상변경에 관한 내용을 조합하여 사용하는 것은 가능하다.
- [1098] (실시형태 D2)
- [1099] 본 실시형태에서는 도 4의 송신장치의 경우에 있어서 도 4의 송신장치에 대해 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 방식으로 대응한 경우, 도 67, 도 70의 송신장치에 대해 도 4와 같이 하나의 부호화기와 본배부를 적용한 경우에 있어서 본 명세서 중에서 설명한 규칙적으로 위상변경을 실행한 경우의 위상변경의 이니셜라이즈(Initialize) 방법에 대하여 설명한다.
- [1100] 비 특허문헌 12 ~ 비 특허문헌 15에 나타내고 있는 것과 같이 QC(Quasi Cyclic) LDPC(Low-Density Parity-Check) 부호(QC-LDPC부호가 아니거나, LDPC부호라도 좋다), LDPC부호와 BCH 부호(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code)의 연결부호, 테일 바이팅을 이용한 터보부호 또는 Duo-Binary Turbo Code 등의 블록부호를 이용한 때의 규칙적으로 위상을 변경하는 경우를 생각한다.
- [1101] 여기에서는 일례로  $s_1, s_2$ 의 2개의 스트림을 송신하는 경우를 예로 하여 설명한다. 단, 블록부호를 이용해 부호화를 실시한 때, 제어정보 등이 필요하지 않을 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하

는 비트 수(단, 이 중에 이하에서 기재하는 것과 같은 제어정보 등이 포함되어 있어도 좋다)와 일치한다. 블록 부호를 이용하여 부호화를 실시한 때, 제어정보 등(예를 들어, CRC(cyclic redundancy check), 전송 파라미터 등)이 필요할 때, 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수는 블록부호를 구성하는 비트 수와 제어정보 등의 비트 수의 합인 경우도 있다.

- [1102] 도 34는 블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면이다. 도 34는 예를 들어 상술한 설명의 송신장치에 대해 s1, s2의 2개의 스트림을 송신하며, 또한, 송신장치가 1개의 부호화기를 가지고 있는 경우의 「블록부호를 이용한 때의 1개의 부호화 후의 블록에 필요한 심벌 수, 슬롯 수의 변화를 나타낸 도면」이다(이때, 전송방식으로는 싱글 캐리어 전송, OFDM과 같은 멀티 캐리어 전송 중 어느 하나를 이용해도 좋다).
- [1103] 도 34에 나타내는 것과 같이 블록부호에서의 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 비트 수를 6000비트로 한다. 이 6000비트를 송신하기 위해서는 변조방식이 QPSK일 때 3000 심벌, 16QAM일 때 1500 심벌, 64QAM일 때 1000 심벌이 필요하다.
- [1104] 그리고 상술한 설명의 송신장치에서는 2개의 스트림을 동시에 송신하게 되므로, 변조방식이 QPSK일 때 상술의 3000 심벌은 s1에 1500 심벌, s2에 1500 심벌 할당할 수 있게 되므로, s1로 송신하는 1500 심벌과 s2로 송신하는 1500 심벌을 송신하기 위해 1500슬롯(여기에서는 「슬롯」이라고 명명한다)이 필요하다.
- [1105] 마찬가지로 생각하면, 변조방식이 16QAM일 때 1개의 부호화 후의 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 750슬롯이 필요하며, 변조방식이 64QAM일 때 1 블록을 구성하는 모든 비트를 송신하기 위해 500슬롯이 필요하다.
- [1106] 다음에, 도 71과 같은 프레임 구성으로 송신장치가 변조신호를 송신하는 경우를 생각한다. 도 71 (A)는 변조신호 z1' 또는 z1(안테나(312A)로 송신)의 시간 및 주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있다. 또, 도 71 (B)는 변조신호 z2(안테나(312B)로 송신)의 시간 및 주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있다. 이때, 변조신호 z1' 또는 z1이 이용하고 있는 주파수(주파수대)와 변조신호 z2가 이용하고 있는 주파수(주파수대)는 동일한 것으로 하며, 동일 시각에 변조신호 z1' 또는 z1과 변조신호 z2가 존재하게 된다.
- [1107] 도 71 (a)에 나타내는 것과 같이 송신장치는 구간 A에서는 프리앰블(제어심벌)을 송신하고 있고, 통신 상대방에게 제어정보를 전송하기 위한 심벌이며, 특히, 여기에서는 제 1, 제 2 부호화블록을 전송하기 위한 변조방식의 정보가 포함되어 있는 것으로 한다. 송신장치는 구간 B에서 제 1 부호화블록을 송신하게 된다. 송신장치는 구간 C에서 제 2 부호화블록을 송신하게 된다.
- [1108] 송신장치는 구간 D에서는 프리앰블(제어심벌)을 송신하고 있고, 통신 상대방에게 제어정보를 전송하기 위한 심벌이며, 특히, 여기에서는 제 3, 제 4, ..., 부호화블록을 전송하기 위한 변조방식의 정보가 포함되어 있는 것으로 한다. 송신장치는 구간 E에서 제 3 부호화블록을 송신하게 된다. 송신장치는 구간 F에서 제 4 부호화블록을 송신하게 된다.
- [1109] 도 71 (b)에 나타내는 것과 같이 송신장치는 구간 A에서는 프리앰블(제어심벌)을 송신하고 있고, 통신 상대방에게 제어정보를 전송하기 위한 심벌이며, 특히, 여기에서는 제 1, 제 2 부호화블록을 전송하기 위한 변조방식의 정보가 포함되어 있는 것으로 한다. 송신장치는 구간 B에서 제 1 부호화블록을 송신하게 된다. 송신장치는 구간 C에서 제 2 부호화블록을 송신하게 된다.
- [1110] 송신장치는 구간 D에서는 프리앰블(제어심벌)을 송신하고 있고, 통신 상대방에게 제어정보를 전송하기 위한 심벌이며, 특히, 여기에서는 제 3, 제 4, ..., 부호화블록을 전송하기 위한 변조방식의 정보가 포함되어 있는 것으로 한다. 송신장치는 구간 E에서 제 3 부호화블록을 송신하게 된다. 송신장치는 구간 F에서 제 4 부호화블록을 송신하게 된다.
- [1111] 도 72는 도 34와 같이 부호화블록을 전송하는 경우에 있어서, 특히 제 1 부호화블록에서는 변조방식으로 16QAM를 이용한 경우에 사용하는 슬롯 수를 나타내고 있으며, 제 1 부호화블록을 전송하기 위해서는 750슬롯이 필요하다.
- [1112] 마찬가지로, 제 2 부호화블록에서는 변조방식으로서 QPSK를 이용한 경우에 사용하는 슬롯 수를 나타내고 있으며, 제 2 부호화블록을 전송하기 위해서는 1500슬롯이 필요하다.
- [1113] 도 73은 도 34와 같이 부호화블록을 전송하는 경우에 있어서, 특히 제 3 부호화블록에서는 변조방식으로서 QPSK를 이용한 경우에 사용하는 슬롯 수를 나타내고 있으며, 제 3 부호화블록을 전송하기 위해서는 1500슬롯이 필요하다.

하다.

- [1114] 그리고 본 명세서에서 설명한 것과 같이 변조신호  $z_1$  즉, 안테나(312A)로 송신하는 변조신호에 대해서는 위상변경을 실행하지 않으며, 변조신호  $z_2$  즉, 안테나(312B)로 송신하는 변조신호에 대해서는 위상변경을 실행하는 경우를 생각한다. 이때, 도 72, 도 73에서는 위상변경을 실행하는 방법에 대하여 나타내고 있다.
- [1115] 먼저, 전제로, 위상변경을 하기 위해 다른 위상변경 값을 7개 준비하고, 7개의 위상변경 값을 #0, #1, #2, #3, #4, #5, #6이라고 명명한다. 또, 위상변경은 규칙적이고, 또한 주기적으로 이용하는 것으로 한다. 즉, 위상변경 값은 #0, #1, #2, #3, #4, #5, #6, #0, #1, #2, #3, #4, #5, #6, #0, #1, #2, #3, #4, #5, #6, ...과 같이 규칙적으로, 또한, 주기적으로 변경을 실행하는 것으로 한다.
- [1116] 도 72에 나타내는 것과 같이, 먼저 제 1 블록부호화블록에서는 750슬롯 존재하므로, 위상변경 값을 #0부터 사용을 개시하면 #0, #1, #2, #3, #4, #5, #6, #0, #1, #2, ..., #4, #5, #6, #0이 되며, 750번째의 슬롯은 #0을 이용하여 종료하게 된다.
- [1117] 다음에, 제 2 부호화블록의 각 슬롯에 대해 위상변경을 적용하게 된다. 본 명세서에서는 멀티캐스트통신, 방송에 적용하는 경우를 상정하고 있으므로, 어느 수신 단말은 제 1 부호화블록을 필요로 하지 않으며 제 2 부호화블록만 추출하는 경우를 생각할 수 있다. 이 경우, 제 1 부호화블록의 마지막 슬롯을 송신하기 위해 위상변경 값 #0을 이용하고, 제 2 부호화블록을 전송하기 위해 최초로 위상변경 값 #1을 이용한 것으로 한다. 그러면,
- [1118] (a) : 상술한 설명의 단말은 제 1 부호화블록이 어떻게 송신되는가를 감시하여, 즉, 제 1 부호화블록의 마지막 슬롯의 송신으로 위상변경 값이 어느 패턴인가를 감시하여 제 2 부호화블록의 최초의 슬롯에 사용하는 위상변경 값을 추정하는,
- [1119] (b) : (a)를 실행하지 않기 위하여 송신장치는 제 2 부호화블록의 최초의 슬롯에 사용하는 위상변경 값의 정보를 전송하는
- [1120] 이라는 방법을 생각할 수 있다. (a)의 경우, 단말은 제 1 부호화블록의 전송을 감시할 필요가 있으므로 소비 전력이 증대해 버리고, (b)의 경우 데이터의 전송 효율의 저하를 초래하게 된다.
- [1121] 따라서 상술과 같은 위상변경 값의 할당에는 개선의 여지가 있다. 그래서, 각 부호화블록의 최초의 슬롯을 전송하기 위해 사용하는 위상변경 값을 고정으로 하는 방법을 제안한다. 따라서 도 72에 나타내는 것과 같이 제 2 부호화블록의 최초의 슬롯을 전송하기 위해 사용하는 위상변경 값은 제 1 부호화블록의 최초의 슬롯을 전송하기 위해 이용한 위상변경 값과 마찬가지로 #0으로 한다.
- [1122] 마찬가지로, 도 73에 나타내는 것과 같이 제 3 부호화블록의 최초의 슬롯을 전송하기 위해 사용하는 위상변경 값은 #3으로 하는 것이 아니라, 제 1, 제 2 부호화블록의 최초의 슬롯을 전송하기 위해 사용하는 위상변경 값과 마찬가지로 #0으로 한다.
- [1123] 이상과 같이 함으로써 (a), (b)에서 발생하는 과제를 억제할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [1124] 또, 본 실시형태에서는 부호화블록마다 위상변경 값을 이니셜라이즈하는 방법, 즉, 어느 부호화블록의 최초의 슬롯에 사용하는 위상변경 값은 #0으로 고정하는 방법에 대하여 설명하였으나, 다른 방법으로, 프레임 단위로 실행하는 것도 가능하다. 예를 들어 프리앰블이나 제어심벌 전송 후의 정보를 전송하기 위한 심벌에서 최초의 슬롯에서 사용하는 위상변경 값은 #0으로 고정으로 해도 좋다.
- [1125] (실시형태 D3)
- [1126] 또, 상술의 각 실시형태에서는 가중합성부가 프리코딩에 사용하는 프리코딩 행렬을 복소수로 표현하고 있으나, 프리코딩 행렬을 실수로 표현할 수도 있다.
- [1127] 즉, 예를 들어 2개의 매핑 후의(사용한 변조방식의) 베이스밴드신호를  $s_1(i)$ ,  $s_2(i)$ (단,  $i$ 는 시간, 또는 주파수)로 하고, 프리코딩으로 얻어진 2개의 프리코딩 후의 베이스밴드신호를  $z_1(i)$ ,  $z_2(i)$ 로 한다. 그리고 매핑 후의(사용한 변조방식의) 베이스밴드신호를  $s_1(i)$ 의 동상성분을  $I_{s1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{s1}(i)$ , 매핑 후의(사용한 변조방식의) 베이스밴드신호를  $s_2(i)$ 의 동상성분을  $I_{s2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{s2}(i)$ , 프리코딩 후의 베이스밴드신호를  $z_1(i)$ 의 동상성분을  $I_{z1}(i)$ , 직교성분을  $Q_{z1}(i)$ , 프리코딩 후의 베이스밴드신호를  $z_2(i)$ 의 동상성분을  $I_{z2}(i)$ , 직교성분을  $Q_{z2}(i)$ 로 하면, 실수로 구성된 프리코딩 행렬  $H_r$ 를 이용하면 이하의 관계식이 성립한다.

수학식 76

$$\begin{pmatrix} I_{z1}(i) \\ Q_{z1}(i) \\ I_{z2}(i) \\ Q_{z2}(i) \end{pmatrix} = H_r \begin{pmatrix} I_{s1}(i) \\ Q_{s1}(i) \\ I_{s2}(i) \\ Q_{s2}(i) \end{pmatrix} \quad \dots \text{식 (76)}$$

[1128]

단, 실수로 구성된 프리코딩 행렬  $H_r$ 는 이하와 같이 표시된다.

수학식 77

$$H_r = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} \quad \dots \text{식 (77)}$$

[1130]

이때,  $a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}, a_{31}, a_{32}, a_{33}, a_{34}, a_{41}, a_{42}, a_{43}, a_{44}$ 는 실수이다. 단,  $\{a_{11}=0, a_{12}=0, a_{13}=0 \text{ 또한 } a_{14}=0\}$ 이 성립해서는 안 되며,  $\{a_{21}=0, a_{22}=0, a_{23}=0 \text{ 또한 } a_{24}=0\}$ 이 성립해서는 안 되고,  $\{a_{31}=0, a_{32}=0, a_{33}=0 \text{ 또한 } a_{34}=0\}$ 이 성립해서는 안 되며,  $\{a_{41}=0, a_{42}=0, a_{43}=0, a_{44}=0\}$ 이 성립해서는 안 된다. 그리고  $\{a_{11}=0, a_{21}=0, a_{31}=0 \text{ 이면서 } a_{41}=0\}$ 이 성립해서는 안 되며,  $\{a_{12}=0, a_{22}=0, a_{32}=0 \text{ 이면서 } a_{42}=0\}$ 이 성립해서는 안 되고,  $\{a_{13}=0, a_{23}=0, a_{33}=0 \text{ 이면서 } a_{43}=0\}$ 이 성립해서는 안 되며,  $\{a_{14}=0, a_{24}=0, a_{34}=0 \text{ 이면서 } a_{44}=0\}$ 이 성립해서는 안 된다.

[1132]

(실시형태 E1)

[1133]

본 실시형태에서는 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신 방법을 DVB(Digital Video Broadcasting)-T2(T:Terrestrial) 규격을 이용한 방송시스템에 적용하는 경우에 대해 설명한다. 먼저, DVB-T2 규격을 이용한 방송시스템의 프레임 구성에 대해 설명한다.

[1134]

도 74는 DVB-T2 규격에서의 방송국이 송신하는 신호의 프레임 구성의 개요를 나타내고 있다. DVB-T2 규격에서는 OFDM 방식을 이용하고 있으므로 시간-주파수 축으로 프레임이 구성되어 있다. 도 74는 시간-주파수 축에서의 프레임 구성을 나타내고 있고, 프레임은 P1 Signalling data(7401), L1 Pre-Signalling data(7402), L1 Post-Signalling data(7403), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N)으로 구성되어 있다(PLP: Physical Layer Pipe)(여기서, L1 Pre-Signalling data(7402), L1 Post-Signalling data(7403)를 P2 심벌이라고 부른다). 이와 같이 P1 Signalling data(7401), L1 Pre-Signalling data(7402), L1 Post-Signalling data(7403), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N)으로 구성되어 있는 프레임을 T2 프레임이라고 표현하고 있고, 프레임 구성의 하나의 단위로 되어 있다.

[1135]

P1 Signalling data(7401)에 의해 수신장치가 신호검출, 주파수 동기(주파수 오프셋 추정도 포함한다)를 행하기 위한 심벌인 동시에, 프레임에서의 FFT(Fast Fourier Transform) 사이즈의 정보, SISO(Single-Input Single-Output)/MISO(Multiple-Input Single-Output)의 어느 방식으로 변조신호를 송신하는가의 정보 등을 전송한다(SISO 방식의 경우, 하나의 변조신호를 송신하는 방식에서, MISO 방식의 경우, 복수의 변조신호를 송신하는 방법이며, 또한, 비 특허문헌 9, 16, 17에 나타나고 있는 시공간 블록부호를 이용하고 있다).

[1136]

L1 Pre-Signalling data(7402)에 의해 송신 프레임에서 사용하는 가드 인터벌의 정보, PAPR(Peak to Average Power Ratio)를 삭감하기 위해서 실시하는 신호처리방법에 관한 정보, L1 Post-Signalling data를 전송할 때의 변조방식, 오류정정방식(FEC: Forward Error Correction), 오류정정방식의 부호화율의 정보, L1 Post-Signalling data의 사이즈 및 정보 사이즈의 정보, 파일럿 패턴의 정보, 셀(주파수영역) 고유번호의 정보, 노멀 모드 및 확장 모드(노멀 모드와 확장 모드에서는 데이터 전송에 이용하는 서브 캐리어 수가 다르다)의 어느 방

식을 이용하고 있는가의 정보 등을 전송한다.

- [1137] L1 Post-Signalling data(7403)에 의해 PLP의 수의 정보, 사용하는 주파수영역에 관한 정보, 각 PLP의 고유번호의 정보, 각 PLP를 전송하는데 사용하는 변조방식, 오류정정방식, 오류정정방식의 부호화율의 정보, 각 PLP의 송신하는 블록수의 정보 등을 전송한다.
- [1138] Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N)는 데이터를 전송하기 위한 영역이다.
- [1139] 도 74의 프레임 구성에서는 P1 Signalling data(7401), L1 Pre-Signalling data(7402), L1 Post-Signalling data(7403), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~6105-N)는 시분할로 송신되고 있는 것으로 기재하고 있으나, 실제로는 동일 시각에 2종류 이상의 신호가 존재하고 있다. 그 예를 도 75에 나타낸다. 도 75에 나타내는 것과 같이 동일 시각에 L1 Pre-Signalling data, L1 Post-Signalling data, Common PLP가 존재하고 있거나, 동일 시각에 PLP #1, PLP #2가 존재하거나 하는 경우도 있다. 즉, 각 신호는 시분할 및 주파수 분할을 병용하여 프레임이 구성되어 있다.
- [1140] 도 76은 DVB-T2규격에서(예를 들어, 방송국)의 송신장치에 있어서, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드 신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있다.
- [1141] PLP 신호 생성부(7602)는 PLP용의 송신데이터(7601)(복수 PLP용의 데이터), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 각 PLP의 오류정정부호화의 정보, 변조방식의 정보 등의 정보에 의거하여, 오류정정부호화, 변조방식에 의거하는 매핑을 하여 PLP의 (직교)베이스밴드신호(7603)를 출력한다.
- [1142] P2심별 신호생성부(7605)는 P2심별용 송신데이터(7604), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 P2심별의 오류정정의 정보, 변조방식의 정보 등의 정보에 의거하여, 오류정정부호화, 변조방식에 의거한 매핑을 하여 P2심별의 (직교)베이스밴드신호(7606)를 출력한다.
- [1143] 제어신호 생성부(7608)은 P1심별용의 송신데이터(7607), P2심별용 송신데이터(7604)를 입력으로 하여, 도 74에서의 각 심별 군(P1 Signalling data(7401), L1 Pre-Signalling data(7402), L1 Post-Signalling data(7403), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N))의 송신방법(오류정정부호, 오류정정부호의 부호화율, 변조방식, 블록 길이 프레임 구성, 규칙적으로 프리코딩 행렬을 전환하는 송신방법을 포함하는 선택한 송신방법, 파일럿심별 삽입방법, IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)/FFT의 정보 등, PAPR 삭감방법의 정보, 가드 인터벌 삽입방법의 정보)의 정보를 제어신호(7609)로서 출력한다.
- [1144] 프레임 구성부(7610)는 PLP의 베이스밴드신호(7612), P2심별의 베이스밴드신호(7606), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호에 포함되는 프레임 구성의 정보에 의거하여 주파수, 시간 축에서의 재배열을 실행하여, 프레임 구성에 따른 스트림 1의 (직교)베이스밴드신호(7611-1)(매핑 후의 신호, 즉, 사용하는 변조방식에 의거한 베이스밴드신호), 스트림 2의 (직교)베이스밴드신호(7611-2)(매핑 후의 신호, 즉, 사용하는 변조방식에 의거한 베이스밴드신호)를 출력한다.
- [1145] 신호처리부(7612)는 스트림 1의 베이스밴드신호(7611-1), 스트림 2의 베이스밴드신호(7611-2), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 송신방법에 의거한 신호처리 후의 변조신호 1(7613-1) 및 신호처리 후의 변조신호 2(7613-2)를 출력한다.
- [1146] 여기서 특징적인 점은 송신방법으로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법이 선택된 때, 신호처리부는 도 6, 도 25, 도 26, 도 27, 도 28, 도 29, 도 69와 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 처리를 하고, 이 신호처리를 한 신호가 신호처리 후의 변조신호 1(7613-1) 및 신호처리 후의 변조신호 2(7613-2)가 된다.
- [1147] 파일럿 삽입부(7614-1)는 신호처리 후의 변조신호 1(7613-1), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 파일럿심별의 삽입방법에 관한 정보에 의거하여 신호처리 후의 변조신호 1(7613-1)에 파일럿심별을 삽입하고, 파일럿심별 삽입 후의 변조신호(7615-1)를 출력한다.
- [1148] 파일럿 삽입부(7614-2)는 신호처리 후의 변조신호 2(7613-2), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 파일럿심별의 삽입방법에 관한 정보에 의거하여 신호처리 후의 변조신호 2(7613-2)에 파일럿심별을 삽입해서 파일럿심별 삽입 후의 변조신호(7615-2)를 출력한다.
- [1149] IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)부(7616-1)는 파일럿심별 삽입 후의 변조신호(7615-1)와 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 IFFT의 방법의 정보에 의거하여 IFFT를 실시하고, IFFT 후의

신호(7616-10)를 출력한다.

- [1150] IFFT부(7616-2)는 파일럿심벌 삽입 후의 변조신호(7615-2)와 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 IFFT의 방법의 정보에 의거하여 IFFT를 실시하고, IFFT 후의 신호(7617-2)를 출력한다.
- [1151] PAPR 삭감부(7618-1)는 IFFT 후의 신호(7617-1)와 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 PAPR 삭감에 관한 정보에 의거하여 IFFT 후의 신호(7617-1)에 PAPR 삭감을 위한 처리를 실행하고, PAPR 삭감 후의 신호(7619-1)를 출력한다.
- [1152] PAPR 삭감부(7618-2)는 IFFT 후의 신호(7617-2)와 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 PAPR 삭감에 관한 정보에 의거하여 IFFT 후의 신호(7617-2)에 PAPR 삭감을 위한 처리를 하고, PAPR 삭감 후의 신호(7619-2)를 출력한다.
- [1153] 가드 인터벌 삽입부(7620-1)는 PAPR 삭감 후의 신호(7619-1)와 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 가드 인터벌의 삽입방법에 관한 정보에 의거하여 PAPR 삭감 후의 신호(7619-1)에 가드 인터벌을 삽입하고, 가드 인터벌 삽입 후의 신호(7621-1)를 출력한다.
- [1154] 가드 인터벌 삽입부(7620-2)는 PAPR 삭감 후의 신호(7619-2)와 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 가드 인터벌의 삽입방법에 관한 정보에 의거하여 PAPR 삭감 후의 신호(7619-2)에 가드 인터벌을 삽입하고, 가드 인터벌 삽입 후의 신호(7621-2)를 출력한다.
- [1155] P1심벌 삽입부(7622)는 가드 인터벌 삽입 후의 신호(7621-1)와 가드 인터벌 삽입 후의 신호(7621-2) 및 P1심벌 용의 송신데이터(7607)를 입력으로 하여, P1심벌용의 송신데이터(7607)로부터 P1심벌의 신호를 생성하고, 가드 인터벌 삽입 후의 신호(7621-1)에 대해 P1심벌을 부가하고, P1심벌을 부가한 후의 신호(7623-1) 및 가드 인터벌 삽입 후의 신호(7621-2)에 대해 P1심벌을 부가하여, P1심벌을 부가한 후의 신호(7623-2)를 출력한다. 또, P1심벌의 신호는 P1심벌을 부가한 후의 신호(7623-1), P1심벌을 부가한 후의 신호(7623-2) 양자에 부가되어 있어도 좋고, 또, 어느 일방에 부가되어 있어도 좋다. 일방에 부가되어 있는 경우, 부가되어 있는 신호가 부가되어 있는 구간에서는, 부가되어 있지 않은 신호에는 베이스밴드신호로 제로의 신호가 존재하게 된다.
- [1156] 무선 처리부(7624-1)는 P1심벌을 부가한 후의 신호(7623-1)를 입력으로 하여, 주파수 변환, 증폭 등의 처리가 이루어져서 송신신호(7625-1)를 출력한다. 그리고, 송신신호(7625-1)는 안테나(7626-1)로부터 전파로서 출력된다.
- [1157] 무선처리부(7624-2)는 P1심벌용 처리 후의 신호(7623-2)를 입력으로 하여, 주파수 변환, 증폭 등의 처리가 이루어져서 송신신호(7625-2)를 출력한다. 그리고, 송신신호(7625-2)는 안테나(7626-2)로부터 전파로서 출력된다.
- [1158] 도 77은 P1심벌, P2심벌, Common PLP를 송신 후, 복수의 PLP를 송신하는 경우의 주파수-시간 축에서의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 77에 있어서 스트림 s1(매핑 후의 신호, 즉, 사용하는 변조방식에 의거한 베이스밴드신호)은 주파수 축에 있어서 서브 캐리어 #1~서브 캐리어 #M을 이용하고 있고, 마찬가지로 스트림 s2(매핑 후의 신호, 즉, 사용하는 변조방식에 의거한 베이스밴드신호)도 주파수 축에 있어서 서브 캐리어 #1~서브 캐리어 #M을 이용하고 있다. 따라서, s1, s2 양자에서 동일 서브 캐리어의 동일 시각에 심벌이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심벌이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체를 하고), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어지는 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면, z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1159] 도 77에 나타내는 것과 같이 구간 1은 스트림 s1, 스트림 s2를 이용해 PLP #1의 심벌 군(7701)을 전송하고 있고, 도 23에 나타난 공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식(위상변경은 실시하지 않는 것으로 한다)을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1160] 구간 2는 스트림 s1를 이용해 PLP #2의 심벌 군(7702)을 전송하고 있고, 하나의 변조신호를 송신함으로써 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1161] 구간 3은 스트림 s1, 스트림 s2를 이용해 PLP #3의 심벌 군(7703)을 전송하고 있고, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.

[1162] 구간 4는 스트림 s1, 스트림 s2를 이용해 PLP #4의 심벌 군(7704)을 전송하고 있고, 비 특허문헌 9, 16, 17에 나타나고 있는 시공간 블록부호를 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.

[1163] 방송국이 도 77과 같이 각 PLP를 송신한 경우, 도 77의 송신신호를 수신하는 수신장치에서는 각 PLP의 송신방법을 알 필요가 있다. 따라서, 앞에서 설명한 것과 같이 P2심벌인 L1 Post-Signalling data(도 74의 7403)를 이용해 각 PLP의 송신방법의 정보를 전송할 필요가 있다. 이하에서는 이때의 P1심벌의 구성방법 및 P2심벌의 구성방법의 일례에 대해 설명한다.

[1164] 표 2에 P1심벌을 이용해 송신하는 제어정보의 구체적인 예를 나타낸다.

표 2

S1(3비트)	제어정보 내용
000	T2_SISO (DVB-T2 규격의 하나의 변조신호 송신)
001	T2_MISO (DVB-T2 규격의 시공간블록부호를 이용한 송신)
010	NOT_T2 (DVB-T2 규격 이외의 규격)

[1166] DVB-T2규격에서는 S1의 제어정보(3 비트의 정보)에 의해 DVB-T2의 규격을 이용하고 있는가 여부, 또, DVB-T2 규격을 이용하고 있는 경우, 이용하고 있는 송신방법을 수신장치가 판단할 수 있게 되어 있다.

[1167] 상기 표 2에 나타내는 것과 같이, 3 비트의 S1정보로 “000” 을 설정한 경우, 송신하는 변조신호가 「DVB-T2규격의 하나의 변조신호 송신」에 준거하고 있게 된다.

[1168] 또, 3 비트의 S1정보로 “001” 을 설정한 경우, 송신하는 변조신호가 「DVB-T2규격의 시공간블록 부호를 이용한 송신」에 준거하고 있게 된다.

[1169] DVB-T2규격에서는 “010” ~ “111” 은 장래를 위해서 「Reserve」로 되어 있다. 여기서, DVB-T2와의 호환성이 있도록 본 발명을 적용하기 위해 3 비트의 S1정보로 예를 들어 “010” 으로 설정한 경우(“000” “001” 이외이면 좋다), 송신하는 변조신호가 DVB-T2 이외의 규격에 준거하고 있는 것을 나타내는 것으로 하여, 단말의 수신장치는 이 정보가 “010” 인 것을 알 수 있으면 방송국이 송신한 변조신호가 DVB-T2 이외의 규격에 준거하고 있는 것을 알 수 있다.

[1170] 다음에, 방송국이 송신한 변조신호가 DVB-T2 이외의 규격에 준거하고 있는 경우의 P2심벌의 구성방법의 예를 설명한다. 최초의 예에서는 DVB-T2규격에서의 P2심벌을 이용한 방법에 대해 설명한다.

[1171] 표 3에 P2심벌 중 L1 Post-Signalling data에 의해 송신하는 제어정보의 제 1 예를 나타낸다.

표 3

PLP_MODE(2비트)	제어정보 내용
00	SISO/MIMO
01	MISO/MIMO (Space-time block code : 시공간 블록부호)
10	MIMO (프리코딩 후(또는 프리코딩 및 신호교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법)
11	MIMO (프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO방식, 또는 공간 다중 MIMO 전송 방식)

[1173] 또한, 상기 표 3에서 각 약어는 이하의 의미로 이용되고 있다.

[1174] SISO : Single-Input Single-Output(하나의 변조신호 송신, 하나의 안테나로 수신)

[1175] SIMO : Single-Input Multiple-Output(하나의 변조신호 송신, 복수의 안테나로 수신)

- [1176] MISO : Multiple-Input Single-Output(복수의 변조신호를 복수 안테나로 송신, 하나의 안테나로 수신)
- [1177] MIMO : Multiple-Input Multiple-Output(복수의 변조신호를 복수 안테나로 송신, 복수의 안테나로 수신)
- [1178] 표 3에 나타난 2비트 정보인 「PLP-MODE」는 도 77에 나타난 것과 같이 각 PLP(도 77에서는 PLP #1의 심벌 군에서부터 #4의 심벌 군으로 나타난다. 이하, 간략화를 위해 「의 심벌 군」은 생략하고 기재한다)의 송신방법을 단말에 통지하기 위한 제어정보이며, PLP-MODE의 정보는 PLP마다 존재하게 된다. 즉, 도 77의 경우, PLP #1을 위한 PLP-MODE의 정보, PLP #2를 위한 PLP-MODE의 정보, PLP #3을 위한 PLP-MODE의 정보, PLP #4를 위한 PLP-MODE의 정보, ...가 방송국으로부터 송신되게 된다. 당연하지만, 단말은 이 정보를 복조(또, 오류정정 복조도 실시한다)함으로써 방송국이 PLP에 이용한 전송방식을 인식할 수 있다.
- [1179] 「PLP-MODE」로 “00”으로 설정한 경우, 그 PLP는 「하나의 변조신호를 송신」하는 방식으로 데이터가 전송된다. “01”로 설정한 경우, 그 PLP는 「시공간블록 부호화를 실시한 복수의 변조신호를 송신」하는 방식으로 데이터가 전송된다. “10”으로 설정한 경우, 그 PLP는 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」을 이용해서 데이터가 전송된다. “11”로 설정한 경우, 그 PLP는 「프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식, 또는 공간 다중 MIMO 전송방식」을 이용해서 데이터가 전송된다.
- [1180] 또한, 「PLP-MODE」로 “01”~“11”의 어느 하나에 설정된 경우, 방송국이 구체적으로 어떠한 처리를 실시했는가(예를 들어 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에서의 구체적인 전환방법, 사용한 시공간블록 부호화방법, 프리코딩 행렬로 사용한 행렬의 구성)를 단말에 전송할 필요가 있다. 이때의 제어정보의 구성을 포함한, 표 3과는 다른 제어정보의 구성방법에 대해 이하에 설명한다.
- [1181] 표 4는 P2심벌 중 L1 Post-Signalling data에 의해 송신하는 제어정보의 표 3과는 다른 제 2의 예이다.

**표 4**

[1182]

제어정보 명	비트 수	제어정보 내용
PLP_MODE (1비트)	0	SISO/SIMO
	1	MISO/MIMO [(i) 시공간 블록부호, (ii) 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, (iii) 프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO방식, (iv) 공간 다중 MIMO 전송방식] 중 어느 하나
MIMO_MODE (1비트)	0	프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경의 전환 OFF
	1	프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경의 전환 ON
MIMO_PATTERN #1 (2비트)	00	시공간 블록부호
	01	프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO방식이고, 또한 프리코딩 행렬 #1
	10	프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO방식이고, 또한 프리코딩 행렬 #2
	11	공간 다중 MIMO 전송방식
MIMO_PATTERN #2 (2비트)	00	프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 위상변경 #1
	01	프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 위상변경 #2
	10	프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 위상변경 #3
	11	프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 위상변경 #4

- [1183] 표 4와 같이, 1비트 정보인 「PLP-MODE」, 1비트 정보인 「MIMO-MODE」, 2비트 정보인 「MIMO-PATTERN #1」, 2비트 정보인 「MIMO-PATTERN #2」가 존재하고, 이들 4개의 제어정보는 도 77에 나타난 것과 같이 각 PLP(도 77에서는 PLP #1에서 #4)의 송신방법을 단말에 통지하기 위한 정보이며, 따라서 이들 4개의 제어정보는 PLP마다

존재하게 된다. 즉, 도 77의 경우 PLP #1을 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, PLP #2를 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, PLP #3을 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, PLP #4를 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, ...가 방송국으로부터 송신되게 된다. 당연하지만, 단말은 이 정보를 복조(또, 오류정정 복호도 실시한다)함으로써 방송국이 PLP에 이용한 전송방식을 인식할 수 있다.

- [1184] 「PLP-MODE」로 “0”으로 설정한 경우, 그 PLP는 「하나의 변조신호를 송신」함으로써 데이터가 전송된다. “1”로 설정한 경우, 그 PLP는 「시공간블록 부호화를 실시한 복수의 변조신호를 송신」, 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식」, 「공간 다중 MIMO 전송방식」의 어느 하나의 방식으로 데이터가 전송된다.
- [1185] 「PLP-MODE」가 「1」로 설정된 경우 「MIMO-MODE」의 정보는 유효한 정보가 되며, 「MIMO-MODE」로 “0”으로 설정한 경우, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 사용하지 않고 데이터가 전송된다. 「MIMO-MODE」로 “1”로 설정한 경우, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 사용해서 데이터가 전송된다.
- [1186] 「PLP-MODE」가 「1」, 「MIMO-MODE」가 「0」으로 설정된 경우 「MIMO-PATTERN#1」의 정보는 유효한 정보가 되며, 「MIMO-PATTERN#1」로 “00”으로 설정한 경우, 시공간블록 부호를 이용해서 데이터가 전송된다. “01”로 설정한 경우, 프리코딩 행렬 #1을 고정적으로 이용해서 가중 합성을 실행하는 프리코딩 방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “10”으로 설정한 경우, 프리코딩 행렬 #2를 고정적으로 이용해서 가중 합성을 실행하는 프리코딩 방법을 이용해서 데이터가 전송된다(다만, 프리코딩 행렬 #1과 프리코딩 행렬 #2는 다른 행렬이다). “11”로 설정한 경우, 공간 다중 MIMO 전송방식을 이용해서 데이터가 전송된다.
- [1187] 「PLP-MODE」가 「1」, 「MIMO-MODE」가 「1」로 설정된 경우 「MIMO-PATTERN#2」의 정보는 유효한 정보가 되며, 「MIMO-PATTERN#2」로 “00”으로 설정한 경우 위상변경 #1의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “01”로 설정한 경우 위상변경 #2의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “10”으로 설정한 경우 위상변경 #3의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “11”로 설정한 경우 위상변경 #4의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. 여기서, 위상변경 #1~#4는 각각 다른 방법이 되지만, 이때 다른 방법이란, 예를 들어 #A와 #B가 다른 방법으로 하면,
- [1188] · #A에 이용하는 복수의 위상변경과 #B에 이용하는 복수의 위상변경 중에 동일한 위상변경을 포함하나, 주기가 다른,
- [1189] · #A에는 포함되어 있으나 #B에는 포함되지 않은 위상변경 값이 존재하는,
- [1190] · #A에서 사용하는 복수의 위상변경을 #B의 방법에서는 사용하는 위상변경에 포함하지 않는,
- [1191] 이라는 3개의 방법이 있다.
- [1192] 앞의 설명에서는 표 3, 표 4의 제어정보를 P2심벌 중 L1 Post-Signalling data에 의해 송신하는 것으로서 설명하였다. 다만, DVB-T2규격에서는 P2심벌로 송신할 수 있는 정보량에 제한이 있다. 따라서, DVB-T2규격에서의 P2심벌로 전송할 필요가 있는 정보에 대하여 표 3, 표 4의 정보를 더 부가함으로써 P2심벌로 송신할 수 있는 정보량의 제한을 초과한 경우, 도 78에 나타내는 것과 같이 Signalling PLP(7801)를 설치하여, DVB-T2규격 이외의 규격에서 필요해지는 제어정보(일부라도 좋은, 즉, L1 Post-Signalling data와 Signalling PLP의 양자로 전송한다)를 전송하면 좋다. 또, 도 78에서는 도 74와 마찬가지로 프레임 구성으로 하고 있으나, 이와 같은 프레임 구성에 한정하는 것은 아니며, 도 75의 L1 Pre-signalling data 등과 같이 Signalling PLP를 시간-주파수 축에서 특정의 시간-특정의 캐리어의 영역에 할당하도록 해도 좋은, 즉, 시간-주파수 축에 있어서 Signalling PLP를 어떻게 할당해도 좋다.
- [1193] 이상과 같이 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하면서, 또한 DVB-T2규격에 대해 호환성을 유지하면서, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 선택할 수 있도록 함으로써 LOS 환경에 대해 높은 수신품질을 얻을 수 있는 동시에 높은 전송속도를 얻을 수 있다는 이점을 얻을 수 있다. 또, 본 실시형태에서는 캐리어 군이 설정 가능한 전송방식으로 「공간 다중 MIMO 전송방

식, 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 예로 들었으나, 이에 한정하는 것은 아니다.

- [1194] 그리고, 「공간 다중 MIMO 전송방식, 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 방송국이 선택 가능한 것으로 하고 있는 예로 설명하였으나, 이들 모든 송신방법이 선택 가능한 송신방법이 아니라도 좋고, 예를 들어,
- [1195] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1196] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화가 선택 가능한 송신방법
- [1197] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1198] · 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1199] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법
- [1200] · 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화가 선택 가능한 송신방법
- [1201] · 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1202] 과 같이, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 포함함으로써, LOS 환경에서 고속의 데이터 전송을 실행할 수 있고, 또한 수신장치의 수신데이터 품질을 확보할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [1203] 이때, 상기에서 설명한 것과 같이 P1심벌에서의 S1를 설정할 필요가 있는 동시에, P2심벌로 표 3과는 다른 제어정보의 설정방법(각 PLP의 전송방식의 설정방법)으로 예를 들어 표 5를 생각할 수 있다.

**표 5**

PLP_MODE(2비트)	제어정보 내용
00	SISO/MIMO
01	MISO/MIMO (Space-time block code : 시공간블록부호)
10	MIMO (프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법)
11	Reserve

- [1205] 표 5가 표 3과 다른 점은, 「PLP-MODE」를 “11”로 한 때는 Reserve로 하고 있는 점이다. 이와 같이 PLP의 전송방식으로 선택 가능한 전송방식이 상기에서 나타난 예와 같은 경우, 선택 가능한 전송방식의 수에 따라서 예를 들어 표 3, 표 5의 PLP-MODE를 구성하는 비트 수를 크게, 또는 작게 하면 좋다.
- [1206] 표 4에 대해서도 마찬가지로, 예를 들어, MIMO 전송방식으로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법밖에 지원하지 않고 있지 않은 경우에는 「MIMO-MODE」의 제어정보는 필요 없게 된다. 또, 「MIMO-PATTERN#1」에 있어서 예를 들어 프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식을 지원하지 않고 있지 않은 경우에는 「MIMO-PATTERN#1」의 제어정보를 필요로 하지 않는 경우도 있고, 또, 프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식에 이용하는 프리코딩 행렬이 복수 필요로 하지 않는 경우, 2비트의 제어정보가 아닌, 1비트의

제어정보로 해도 좋으며, 나아가, 복수의 프리코딩 행렬을 설정 가능으로 하는 경우에는 2비트 이상의 제어정보로 해도 좋다.

- [1207] 「MIMO-PATTERN#2」에 대해서도 마찬가지로 생각할 수 있으며, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로 위상변경의 전환방법이 복수 필요로 하지 않는 경우 2비트의 제어정보가 아닌, 1비트의 제어정보로 해도 좋고, 나아가, 복수의 위상변경의 전환방법을 설정 가능으로 하는 경우는 2비트 이상의 제어정보로 해도 좋다.
- [1208] 또, 본 실시형태에서는 송신장치의 안테나 수를 2의 경우로 설명하였으나, 이에 한정하는 것은 아니며, 2보다 큰 경우에 있어서도 마찬가지로 제어정보를 송신하면 좋다. 이때, 2 안테나를 이용해 변조신호를 송신하는 경우에 더하여, 4 안테나를 이용해 변조신호를 송신하는 경우를 실시하기 위해서 각 제어정보를 구성하는 비트 수를 증가시킬 필요가 있는 경우가 발생한다. 이때, P1심별로 제어정보를 송신하거나 P2심별로 제어정보를 송신한다는 점은 상기에서 설명한 경우와 마찬가지로이다.
- [1209] 방송국이 송신하는 PLP의 심별 군의 프레임 구성에 대해서 도 77과 같이 시분할로 송신하는 방법을 설명하였으나, 이하에서는 그 변형 예에 대해 설명한다.
- [1210] 도 79는 도 77과는 다른, P1심별, P2심별, Common PLP를 송신한 후의 주파수-시간 축에서의 스트림 s1 및 s2의 심별의 배치방법의 일례를 나타내고 있다. 도 79에 있어서 「#1」로 기재되어 있는 심별은 도 77에서의 PLP #1의 심별 군 중 1 심별을 나타내고 있다. 마찬가지로 「#2」로 기재되어 있는 심별은 도 77에서의 PLP #2의 심별 군 중 1 심별을 나타내고 있고, 「#3」으로 기재되어 있는 심별은 도 77에서의 PLP #3의 심별 군 중 1 심별을 나타내고 있고, 「#4」로 기재되어 있는 심별은 도 77에서의 PLP #4의 심별 군 중 1 심별을 나타내고 있다. 그리고, 도 77과 마찬가지로, PLP #1은 도 23에 나타난 공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. 그리고, PLP #2는 하나의 변조신호를 송신함으로써 데이터를 전송하는 것으로 한다. PLP #3은 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. PLP #4는 시공간블록 부호를 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1211] 도 79에 있어서, s1, s2 양자에서 동일 서브 캐리어(도 79에서는 캐리어로 기재)의 동일 시각에 심별이 존재하고 있는 경우 동일 주파수에 2개의 스트림의 심별이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지며(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더해 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어지는 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면, z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1212] 도 79가 도 77과 다른 점은, 앞에서 설명한 것과 같이, 도 77에서는 복수의 PLP를 시분할로 배치하는 예를 나타내었으나, 도 79에서는 도 77과 달리 시분할 및 주파수 분할을 병용하여 복수의 PLP를 존재시키고 있다. 즉, 예를 들어, 시각 1에서는 PLP #1의 심별과 PLP #2의 심별이 존재하고 있고, 시각 3에서는 PLP #3의 심별과 PLP #4의 심별이 존재하고 있다. 이와 같이 (1 시각, 1 서브 캐리어로 구성되는) 심별마다 다른 인덱스(#X; X=1, 2, ...)의 PLP의 심별을 할당할 수 있다.
- [1213] 또, 도 79에서는 간략하게, 시각 1에서는 「#1」 「#2」 밖에 존재하고 있지 않으나, 이에 한정하는 것은 아니며, 「#1」 「#2」의 PLP 이외의 인덱스의 PLP의 심별이 시각 1에 존재해도 좋고, 또, 시각 1에서의 서브 캐리어와 PLP의 인덱스의 관계는 도 79에 한정하는 것은 아니며, 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심별을 할당해도 좋다. 또, 같이 다른 시각에 있어서도 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심별을 할당해도 좋다.
- [1214] 도 80은 도 77과는 다른, P1심별, P2심별, Common PLP를 송신한 후의 주파수-시간 축에서의 스트림 s1 및 s2의 심별의 배치방법의 일례를 나타내고 있다. 도 80에서의 특징적인 부분은, T2프레임에 있어서 PLP의 전송방식으로 복수 안테나 송신을 기본으로 한 경우, 「스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 선택할 수 없다고 하는 점이다.
- [1215] 따라서, 도 80에서 PLP #1의 심별 군(8001)은 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」에 의해 데이터가 전송되는 것으로 한다. PLP #2의 심별 군(8002)은 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」에 의해 데이터가 전송되는 것으로 한다. PLP #3의 심별 군(8003)은 「시공간블록 부호」에 의해 데이터가 전송되는 것으로 한다. 그리고, PLP #3의 심별 군(8003) 이후의 T2프레임 내에서의 PLP 심별 군은 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리

코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식), 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「시공간블록 부호」의 어느 하나의 송신방법에 의해 데이터가 전송되게 된다.

- [1216] 도 81은 도 79와는 다른, P1심벌, P2심벌, Common PLP를 송신한 후의 주파수-시간 축에서의 스트림 s1 및 s2의 심벌의 배치방법의 일례를 나타내고 있다. 도 81에서 「#1」로 기재되어 있는 심벌은 도 80에서의 PLP #1의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있다. 마찬가지로, 「#2」로 기재되어 있는 심벌은 도 80에서의 PLP #2의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있고, 「#3」으로 기재되어 있는 심벌은 도 80에서의 PLP #3의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있다. 그리고, 도 80과 마찬가지로 PLP #1은 도 23에 나타난 공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. 그리고, PLP #2는 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. PLP #3은 시공간블록 부호를 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1217] 도 81에 있어서, s1, s2, 양자에서 동일 서브 캐리어(도 81에서는 캐리어로 기재)의 동일 시각에 심벌이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심벌이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어진 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면, z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1218] 도 81에서는 도 80과 달리, 시분할 및 주파수 분할을 병용하여 복수의 PLP를 존재시키고 있다. 즉, 예를 들어, 시각 1에서는 PLP #1의 심벌과 PLP #2의 심벌이 존재하고 있다. 이와 같이 (1 시각, 1 서브 캐리어로 구성되는) 심벌마다 다른 인덱스(#X; X=1, 2, ...)의 PLP의 심벌을 할당할 수 있다.
- [1219] 또, 도 81에서는 간략하게, 시각 1에서는 「#1」 「#2」 밖에 존재하고 있지 않지만, 이에 한정하는 것은 아니며, 「#1」 「#2」의 PLP 이외의 인덱스의 PLP의 심벌이 시각 1에 존재해도 좋고, 또, 시각 1에서의 서브 캐리어와 PLP의 인덱스의 관계는 도 81에 한정된 것은 아니고, 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심벌을 할당해도 좋다. 또, 같이 다른 시각에 있어서도 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심벌을 할당해도 좋다. 한편, 시각 3과 같이 어느 시각에 있어서 하나의 PLP의 심벌만을 할당해도 좋다. 즉, PLP의 심벌을 시간-주파수에서의 프레임 방법에 있어서 어떻게 할당해도 좋다.
- [1220] 이와 같이 T2프레임 내에 있어서 「스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 이용한 PLP가 존재하지 않으므로, 단말이 수신하는 수신신호의 다이나믹 레인지를 억제할 수 있으므로, 양호한 수신품질을 얻을 가능성을 크게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [1221] 또, 도 81에서 설명함에 있어서, 송신방법으로 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」, 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「시공간블록 부호」의 어느 하나를 선택하는 예로 설명하였으나, 이들 송신방법을 모두 선택 가능한 것으로 할 필요는 없으며, 예를 들어,
- [1222] · 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「시공간블록 부호」, 「고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」을 선택 가능
- [1223] · 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「시공간블록 부호」를 선택 가능
- [1224] · 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」을 선택 가능
- [1225] 으로 해도 좋다.
- [1226] 앞의 설명에서는 T2프레임 내에 복수의 PLP가 존재하는 경우에 대해 설명하였으나, 이하에서는 T2프레임 내에 하나의 PLP만 존재하는 경우에 대해 설명한다.
- [1227] 도 82는 T2프레임 내에 하나의 보고 PLP가 존재하는 경우의 시간-주파수 축에서의 스트림 s1 및 s2의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 82에 있어서, 「제어심벌」로 기재하고 있으나, 이것은 앞에서 설명한 P1심벌 및 P2심벌 등의 심벌을 의미하고 있다. 그리고, 도 82에서는 구간 1을 이용해 제 1의 T2프레임을 송신하고 있고, 마찬가지로 구간 2를 이용해 제 2의 T2프레임을 송신하고 있으며, 구간 3을 이용해 제 3의 T2프레임을 송

신하고 있고, 구간 4를 이용해 제 4의 T2프레임을 송신하고 있다.

- [1228] 또, 도 82에 있어서, 제 1의 T2프레임에서는 PLP #1-1의 심벌 군(8101)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」을 선택하고 있다.
- [1229] 제 2의 T2프레임에서는 PLP #2-1의 심벌 군(8102)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「하나의 변조신호를 송신하는 방법」을 선택하고 있다.
- [1230] 제 3의 T2프레임에서는 PLP #3-1의 심벌 군(8103)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」을 선택하고 있다.
- [1231] 제 4의 T2프레임에서는 PLP #4-1의 심벌 군(8104)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「시공간블록 부호」를 선택하고 있다.
- [1232] 도 82에 있어서, s1, s2, 양자에서 동일 서브 캐리어의 동일 시각에 심벌이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심벌이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어진 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면, z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1233] 이와 같이 함으로써 PLP마다, 데이터의 전송속도, 단말의 데이터 수신품질을 고려하여 송신방법을 설정할 수 있으므로, 데이터의 전송속도의 향상과 데이터의 수신품질의 확보의 양립을 도모할 수 있게 된다. 또, P1심벌, P2심벌(경우에 따라서는 Signalling PLP)의 전송방법 등의 제어정보의 구성방법의 예는 상기의 표 2에서부터 표 5와 같이 구성하면 마찬가지로 실시할 수 있다. 도 82가 도 77과 다른 점은 도 77등의 프레임 구성에서는 하나의 T2프레임에 복수의 PLP를 가지고 있으므로, 복수의 PLP에 대한 전송방법 등의 제어정보를 필요로 하고 있었으나, 도 82의 프레임 구성의 경우, 하나의 T2프레임에는 하나의 PLP 밖에 존재하지 않기 때문에, 그 하나의 PLP에 대한 전송방법 등의 제어정보만 필요해진다라는 점이다.
- [1234] 앞의 설명에서는 P1심벌, P2심벌(경우에 따라서는 Signalling PLP)을 이용해 PLP의 전송방법에 관한 정보를 전송하는 방법에 대해 설명하였으나, 이하에서는 특히 P2심벌을 이용하지 않고 PLP의 전송방법에 관한 정보를 전송하는 방법에 대해 설명한다.
- [1235] 도 83은 방송국이 데이터를 전송하는 상대인 단말이 DVB-T2규격이 아닌 규격에 대응하고 있는 경우의 시간-주파수 축에서의 프레임 구성이다. 도 83에 있어서, 도 74과 동일한 구성에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다. 도 83의 프레임은 P1 Signalling data(7401), 제 1 Signalling data(8301), 제 2 Signalling data(8302), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N)으로 구성되어 있다(PLP: Physical Layer Pipe). 이와 같이 P1 Signalling data(7401), 제 1 Signalling data(8301), 제 2 Signalling data(8302), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N)으로 구성되어 있는 프레임이 하나의 프레임의 단위가 되어 있다.
- [1236] P1 Signalling data(7401)에 의해 수신장치가 신호검출, 주파수 동기(주파수 오프셋 추정도 포함)를 행하기 위한 심벌인 동시에, 이 경우, DVB-T2규격의 프레임인가 여부를 식별하기 위한 데이터, 예를 들어 표 2에서 나타낸 S1에 의해 DVB-T2규격의 신호인 것/신호가 아닌 것을 전송할 필요가 있다.
- [1237] 제 1 Signalling data(8301)에 의해 예를 들어 송신 프레임에서 사용하는 가드 인터벌의 정보, PAPR(Peak to Average Power Ratio)을 삭감하기 위해서 실시하는 신호처리방법에 관한 정보, 제 2 Signalling data를 전송할 때의 변조방식, 오류정정방식, 오류정정방식의 부호화율의 정보, 제 2 Signalling data의 사이즈 및 정보 사이즈의 정보, 파일럿 패턴의 정보, 셀(주파수영역) 고유번호의 정보, 노멀 모드 및 확장 모드의 어느 방식을 이용하고 있는가의 정보 등을 전송하는 방법을 생각할 수 있다. 이때, 제 1 Signalling data(8301)는 DVB-T2규격에 준거한 데이터를 반드시 전송할 필요는 없다.
- [1238] 제 2 Signalling data(8302)에 의해 예를 들어 PLP의 수의 정보, 사용하는 주파수영역에 관한 정보, 각 PLP의 고유번호의 정보, 각 PLP를 전송하는데 사용하는 변조방식, 오류정정방식, 오류정정방식의 부호화율의 정보, 각 PLP의 송신하는 블록 수의 정보 등을 전송한다.
- [1239] 도 83의 프레임 구성에서는 제 1 Signalling data(8301), 제 2 Signalling data(8302), L1 Post-Signalling data(7403), Common PLP(7404), PLP #1~#N(7405-1~7405-N)는 시분할로 송신되고 있는 것으로 기재 있으나, 실체는 동일 시각에 2종류 이상의 신호가 존재하고 있다. 그 예를 도 84에 나타낸다. 도 84에 나타내는 것과 같이

동일 시각에 제 1 Signalling data, 제 2 Signalling data, Common PLP가 존재하고 있거나 동일 시각에 PLP #1, PLP #2가 존재하거나 하는 경우도 있다. 즉, 각 신호는 시분할 및 주파수 분할을 병용하여 프레임이 구성되어 있다.

- [1240] 도 85는 DVB-T2와는 다른 규격에서의 (예를 들어, 방송국)의 송신장치에 있어서, 지금까지 설명해 온 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 송신장치의 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 85에 있어서, 도 76과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있고, 그 동작에 대한 설명은 앞에서 설명한 것과 마찬가지로이다.
- [1241] 제어신호 생성부(7608)는 제 1, 제 2 Signalling data용의 송신데이터(8501), P1심별용의 송신데이터(7607)를 입력으로 하여, 도 83에서의 각 심별 군의 송신방법(오류정정부호, 오류정정부호의 부호화율, 변조방식, 블록 길이, 프레임 구성, 규칙적으로 프리코딩 행렬을 전환하는 송신방법을 포함하는 선택한 송신방법, 파일럿심별 삽입방법, IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)/FFT의 정보 등, PAPR 삭감방법의 정보, 가드 인터벌 삽입방법의 정보)의 정보를 제어신호(7609)로서 출력한다.
- [1242] 제어심별신호 생성부(8502)는 제 1, 제 2 Signalling data용의 송신데이터(8501), 제어신호(7609)를 입력으로 하여, 제어신호(7609)에 포함되는 제 1, 제 2 Signalling data의 오류정정의 정보, 변조방식의 정보 등의 정보에 의거하여 오류정정부호화, 변조방식에 근거하는 매핑을 하여 제 1, 제 2 Signalling data의 (직교)베이스밴드신호(8503)를 출력한다.
- [1243] 도 85의 경우, 프레임 구성부(7610)는 도 76에 나타난 P2심별 신호생성부(7605)가 생성한 베이스밴드신호(7606) 대신에 제어심별신호 생성부(8502)가 생성한 베이스밴드신호(8503)를 입력으로 한다.
- [1244] 다음에, DVB-T2와는 다른 규격의 시스템에 있어서 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 때의 방송국(기지국)의 송신신호의 프레임 구성, 제어정보(P1심별 및, 제 1, 제 2 Signalling data에 의해 송신하는 정보)의 전송방법에 대해 도 77을 이용해서 상세하게 설명한다.
- [1245] 도 77은 P1심별, 제 1, 제 2 Signalling data, Common PLP를 송신한 후에 복수의 PLP를 송신하는 경우의 주파수-시간 축에서의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 77에 있어서, 스트림 s1는 주파수 축에 있어서 서브 캐리어 #1~서브 캐리어 #M을 이용하고 있고, 마찬가지로 스트림 s2도 주파수 축에 있어서 서브 캐리어 #1~서브 캐리어 #M을 이용하고 있다. 따라서, s1, s2 양자에서 동일 서브 캐리어의 동일 시각에 심별이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심별이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어진 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면 z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1246] 도 77에 나타내는 것과 같이 구간 1은 스트림 s1, 스트림 s2를 이용해 PLP #1의 심별 군(7701)을 전송하고 있고, 도 23에 나타난 공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 프리코딩 행렬이 고정된 MIMO 전송방식을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1247] 구간 2는 스트림 s1를 이용해 PLP #2의 심별 군(7702)을 전송하고 있고, 하나의 변조신호를 송신함으로써 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1248] 구간 3은 스트림 s1, 스트림 s2를 이용해 PLP #3의 심별 군(7703)을 전송하고 있고, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1249] 구간 4는 스트림 s1, 스트림 s2를 이용해 PLP #4의 심별 군(7704)을 전송하고 있고, 시공간블록 부호를 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1250] 방송국이 도 77과 같이 각 PLP를 송신한 경우, 도 64의 송신신호를 수신하는 수신장치에서는 각 PLP의 송신방법을 알 필요가 있다. 따라서, 앞에서 설명한 것과 같이 제 1, 제 2 Signalling data를 이용해 각 PLP의 송신방법의 정보를 전송할 필요가 있다. 이하에서는 이때의 P1심별의 구성방법 및 제 1, 제 2 Signalling data의 구성방법의 일례에 대해 설명한다. P1심별을 이용해 송신하는 제어정보의 구체적인 예는 표 2와 같다.
- [1251] DVB-T2규격에서는 S1의 제어정보(3 비트의 정보)에 의해 DVB-T2의 규격을 이용하고 있는가 여부, 또, DVB-T2

규격을 이용하고 있는 경우, 이용하고 있는 송신방법을 수신장치가 판단할 수 있게 되어 있다. 3 비트의 S1정보로 “000”을 설정한 경우, 송신하는 변조신호가 「DVB-T2규격의 하나의 변조신호 송신」에 준거하고 있게 된다.

- [1252] 또, 3 비트의 S1정보로 “001”을 설정한 경우, 송신하는 변조신호가 「DVB-T2규격의 시공간블록 부호를 이용한 송신」에 준거하고 있게 된다.
- [1253] DVB-T2규격에서는 “010” ~ “111”은 장래를 위해 「Reserve」로 되어 있다. 여기서, DVB-T2와의 호환성이 있게 본 발명을 적용하기 위해, 3 비트의 S1정보로 예를 들어 “010”으로 설정한 경우(“000” “001” 이외이면 좋다), 송신하는 변조신호가 DVB-T2 이외의 규격에 준거하고 있는 것을 나타내는 것으로 하고, 단말의 수신장치는 이 정보가 “010”인 것을 알 수 있으면 방송국이 송신한 변조신호가 DVB-T2 이외의 규격에 준거하고 있는 것을 알 수 있다.
- [1254] 다음에, 방송국이 송신한 변조신호가 DVB-T2 이외의 규격에 준거하고 있는 경우의 제 1, 제 2 Signalling data의 구성방법의 예를 설명한다. 제 1, 제 2 Signalling data의 제어정보의 제 1 예는 표 3과 같다.
- [1255] 표 3에 나타난 2비트 정보인 「PLP-MODE」는 도 77에 나타낸 것과 같이 각 PLP(도 77에서는 PLP #1에서 #4)의 송신방법을 단말에 통지하기 위한 제어정보이며, PLP-MODE의 정보는 PLP 마다 존재하게 된다. 즉, 도 77의 경우 PLP #1을 위한 PLP-MODE의 정보, PLP #2를 위한 PLP-MODE의 정보, PLP #3을 위한 PLP-MODE의 정보, PLP #4를 위한 PLP-MODE의 정보, ...가 방송국으로부터 송신되게 된다. 당연하지만, 단말은 이 정보를 복조(또, 오류정정 복조도 실시한다)함으로써 방송국이 PLP에 이용한 전송방식을 인식할 수 있다.
- [1256] 「PLP-MODE」로 “00”으로 설정한 경우, 그 PLP는 「하나의 변조신호를 송신」함으로써 데이터가 전송된다. “01”로 설정한 경우, 그 PLP는 「시공간블록 부호화를 실시한 복수의 변조신호를 송신」함으로써 데이터가 전송된다. “10”으로 설정한 경우, 그 PLP는 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」을 이용해서 데이터가 전송된다. “11”로 설정한 경우, 그 PLP는 「프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식, 또는 공간 다중 MIMO 전송방식」을 이용해서 데이터가 전송된다.
- [1257] 또, 「PLP-MODE」로 “01” ~ “11”의 어느 하나가 설정된 경우, 방송국이 구체적으로 어떠한 처리를 하였는가(예를 들어, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에서의 구체적인 위상 전환방법, 사용한 시공간블록 부호화방법, 프리코딩 행렬로서 사용한 행렬의 구성)를 단말에 전송할 필요가 있다. 이때의 제어정보의 구성을 포함하는, 표 3과는 다른 제어정보의 구성방법에 대해 이하에서는 설명한다.
- [1258] 제 1, 제 2 Signalling data의 제어정보의 제 2의 예는 표 4와 같다.
- [1259] 표 4와 같이 1비트 정보인 「PLP-MODE」, 1비트 정보인 「MIMO-MODE」, 2비트 정보인 「MIMO-PATTERN#1」, 2비트 정보인 「MIMO-PATTERN#2」가 존재하고, 이들 4개의 제어정보는 도 77에 나타낸 것과 같이 각 PLP(도 77에서는 PLP #1에서 #4)의 송신방법을 단말에 통지하기 위한 정보이며, 따라서 이들 4개의 제어정보는 PLP마다 존재하게 된다. 즉, 도 77의 경우, PLP #1을 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, PLP #2를 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, PLP #3을 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, PLP #4를 위한 PLP-MODE의 정보/MIMO-MODE의 정보/MIMO-PATTERN#1의 정보/MIMO-PATTERN#2의 정보, ...가 방송국으로부터 송신되게 된다. 당연하지만, 단말은 이 정보를 복조(또, 오류정정 복조도 실시한다)함으로써 방송국이 PLP에 이용한 전송방식을 인식할 수 있다.
- [1260] 「PLP-MODE」로 “0”으로 설정한 경우, 그 PLP는 「하나의 변조신호를 송신」함으로써 데이터가 전송된다. “1”로 설정한 경우, 그 PLP는 「시공간블록 부호화를 실시한 복수의 변조신호를 송신」, 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식」, 「공간 다중 MIMO 전송방식」의 몇개의 방식으로 데이터가 전송된다.
- [1261] 「PLP-MODE」가 「1」로 설정된 경우 「MIMO-MODE」의 정보는 유효한 정보가 되고, 「MIMO-MODE」로 “0”으로 설정한 경우, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 사용하지 않고 데이터가 전송된다. 「MIMO-MODE」로 “1”로 설정한 경우, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 사용해서 데이터가 전송된다.
- [1262] 「PLP-MODE」가 「1」이고, 또한 「MIMO-MODE」가 「0」으로 설정된 경우, 「MIMO-PATTERN#1」의 정보는 유효

한 정보가 된다. 이때, 「MIMO-PATTERN#1」로 “00”으로 설정한 경우 시공간블록 부호를 이용해서 데이터가 전송된다. “01”로 설정한 경우 프리코딩 행렬 #1을 고정적으로 이용해서 가중 합성을 실행하는 프리코딩 방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “10”으로 설정한 경우 프리코딩 행렬 #2를 고정적으로 이용해서 가중 합성을 실행하는 프리코딩 방법을 이용해서 데이터가 전송된다. (다만, 프리코딩 행렬 #1과 프리코딩 행렬 #2는 다른 행렬이다). “11”로 설정한 경우 공간 다중 MIMO 전송방식을 이용해서 데이터가 전송된다.

- [1263] 「PLP-MODE」가 「1」이고, 또한 「MIMO-MODE」가 「1」로 설정된 경우 「MIMO-PATTERN#2」의 정보는 유효한 정보가 된다. 이때, 「MIMO-PATTERN#2」로 “00”으로 설정한 경우 위상변경 #1의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “01”로 설정한 경우 위상변경 #2의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “10”으로 설정한 경우 위상변경 #3의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. “11”로 설정한 경우 위상변경 #4의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해서 데이터가 전송된다. 여기서, 위상변경 #1~#4는 각각 다른 방법이 되나, 이때, 다른 방법이란 예를 들어 #A와 #B가 다른 방법으로 하면,
- [1264] · #A에 이용하는 복수의 위상변경과 #B에 이용하는 복수의 위상변경 중에 동일한 위상변경을 포함하나, 주기가 다른,
- [1265] · #A에는 포함되는 있으나 #B에는 포함되지 않은 위상변경 값이 존재하는
- [1266] · #A에서 사용하는 복수의 위상변경을 #B의 방법에서는 사용하는 위상변경에 포함하지 않는
- [1267] 이라는 3개의 방법이 있다.
- [1268] 앞의 설명에서는 표 3, 표 4의 제어정보를 제 1, 제 2 Signalling data에 의해 송신하는 것으로 설명했다. 이 경우, 제어정보를 전송하기 위해서 특히 PLP를 이용할 필요가 없다고 하는 이점이 있다.
- [1269] 이상과 같이 OFDM 방식과 같은 멀티 캐리어 전송방식을 이용하고, 또한 DVB-T2규격과의 식별이 가능하면서, DVB-T2와는 다른 규격에 대해 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 선택할 수 있도록 함으로써 LOS 환경에 있어서 높은 수신품질을 얻을 수 있는 동시에, 높은 전송속도를 얻을 수 있다고 하는 이점을 얻을 수 있다. 또, 본 실시형태에서는 캐리어 군이 설정 가능한 전송방식으로 「공간 다중 MIMO 전송방식, 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 들었으나, 이에 한정하는 것은 아니다.
- [1270] 그리고, 「공간 다중 MIMO 전송방식, 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 방송국이 선택 가능한 것으로 하고 있는 예로 설명하였으나, 이들 모든 송신방법이 선택 가능한 송신방법이 아니라도 좋고, 예를 들어,
- [1271] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1272] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화가 선택 가능한 송신방법
- [1273] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1274] · 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화, 스트림 s1만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1275] · 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법
- [1276] · 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 시공간블록 부호화가 선택 가능한 송신방법

- [1277] · 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 스트림 s1 만 송신하는 전송방식이 선택 가능한 송신방법
- [1278] 과 같이, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 포함함으로써, LOS 환경에서 고속의 데이터 전송을 실행할 수 있고, 또한 수신장치의 수신데이터 품질을 확보할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [1279] 이때, 상기에서 설명한 것과 같이 P1심벌에서의 S1를 설정할 필요가 있는 동시에, 제 1, 제 2 Signalling data로 표 3과는 다른 제어정보의 설정방법(각 PLP의 전송방식의 설정방법)으로 예를 들어 표 5를 생각할 수 있다.
- [1280] 표 5가 표 3과는 다른 점은 「PLP-MODE」를 “11”로 한 때는 Reserve로 하고 있는 점이다. 이와 같이 PLP의 전송방식으로 선택 가능한 전송방식이 상기에서 설명한 예와 같은 경우, 선택 가능한 전송방식의 수에 따라 예를 들어 표 3, 표 5의 PLP-MODE를 구성하는 비트 수를 크게, 또는 작게 하면 좋다.
- [1281] 표 4에 대해서도 마찬가지로, 예를 들어 MIMO 전송방식으로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법 밖에 지원하고 있지 않은 경우에는 「MIMO-MODE」의 제어정보는 필요 없게 된다. 또, 「MIMO-PATTERN#1」에 있어서, 예를 들어 프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식을 지원하고 있지 않은 경우에는 「MIMO-PATTERN#1」의 제어정보를 필요로 하지 않는 경우도 있고, 또, 프리코딩 행렬이 고정적인 MIMO 방식에 이용하는 프리코딩 행렬이 복수 필요로 하지 않는 경우, 2비트의 제어정보가 아닌, 1비트의 제어정보로 해도 좋으며, 나아가, 복수의 프리코딩 행렬을 설정 가능으로 하는 경우는 2비트 이상의 제어정보로 해도 좋다.
- [1282] 「MIMO-PATTERN#2」에 대해서도 마찬가지로 생각할 수 있으며, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로 위상변경방법을 복수 필요로 하지 않는 경우, 2비트의 제어정보가 아닌, 1비트의 제어정보로 해도 좋고, 나아가, 복수의 위상변경방법을 설정 가능으로 하는 경우는 2비트 이상의 제어정보로 해도 좋다.
- [1283] 또, 본 실시형태에서는 송신장치의 안테나 수를 2의 경우로 설명하였으나, 이에 한정하는 것은 아니며, 2보다 큰 경우에 있어서도 마찬가지로 제어정보를 송신하면 좋다. 이때, 2 안테나를 이용해 변조신호를 송신하는 경우에 더하여, 4 안테나를 이용해 변조신호를 송신하는 경우를 실시하기 위해 각 제어정보를 구성하는 비트 수를 증가시킬 필요가 있는 경우가 발생한다. 이때, P1심벌에서 제어정보를 송신하는 제 1, 제 2 Signalling data로 제어정보를 송신한다는 점은 상기에서 설명한 경우와 같다.
- [1284] 방송국이 송신하는 PLP의 심벌 군의 프레임 구성에 대해서, 도 77과 같이 시분할로 송신하는 방법을 설명하였으나, 이하에서는 그 변형 예에 대해 설명한다.
- [1285] 도 79는 도 77과는 다른, P1심벌, 제 1, 제 2 Signalling data, Common PLP를 송신 후의 주파수-시간 축에서의 스트림 s1 및 s2의 심벌의 배치방법의 일례를 나타내고 있다.
- [1286] 도 79에 있어서, 「#1」로 기재되어 있는 심벌은 도 77에서의 PLP #1의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있다. 마찬가지로, 「#2」로 기재되어 있는 심벌은 도 77에서의 PLP #2의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있고, 「#3」으로 기재되어 있는 심벌은 도 77에서의 PLP #3의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있고, 「#4」로 기재되어 있는 심벌은 도 77에서의 PLP #4의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있다. 그리고, 도 77과 같이 PLP #1은 도 23에 나타낸 공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 프리코딩 행렬이 고정의 MIMO 전송방식을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. 그리고, PLP #2는 하나의 변조신호를 송신함으로써 데이터를 전송하는 것으로 한다. PLP #3은 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. PLP #4는 시공간블록 부호를 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1287] 도 79에 있어서, s1, s2 양자에서 동일 서브 캐리어의 동일 시각에 심벌이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심벌이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어진 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면, z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1288] 도 79가 도 77과 다른 점은, 전송한 것과 같이, 도 77에서는 복수의 PLP를 시분할로 배치하는 예를 나타냈지만, 도 79에서는 도 77과 달리 시분할 및 주파수 분할을 병용하여 복수의 PLP를 존재시키고 있다. 즉, 예를 들어 시

각 1에서는 PLP #1의 심벌과 PLP #2의 심벌이 존재하고 있고, 시각 3에서는 PLP #3의 심벌과 PLP #4의 심벌이 존재하고 있다. 이와 같이 (1 시각, 1 서브 캐리어로 구성되는) 심벌마다 다른 인덱스(#X; X=1, 2, ...)의 PLP의 심벌을 할당할 수 있다.

- [1289] 또, 도 79에서는 간략하게, 시각 1에서는 「#1」 「#2」 밖에 존재하고 있지 않지만, 이에 한정하는 것은 아니며, 「#1」 「#2」의 PLP 이외의 인덱스의 PLP의 심벌이 시각 1에 존재해도 좋고, 또, 시각 1에서의 서브 캐리어와 PLP의 인덱스의 관계는 도 79에 한정하는 것은 아니며, 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심벌을 할당해도 좋다. 또, 마찬가지로 다른 시각에 있어도 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심벌을 할당해도 좋다.
- [1290] 도 80은 도 77과는 다른 P1심벌, 제 1, 제 2 Signalling data, Common PLP를 송신 후의 주파수-시간 축에서의 스트림 s1 및 s2의 심벌의 배치방법의 일례를 나타내고 있다. 도 80에서의 특징적인 부분은 T2프레임에 있어서 PLP의 전송방식으로 복수 안테나 송신을 기본으로 한 경우 「스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 선택할 수 없다고 하는 점이다.
- [1291] 따라서, 도 80에 있어서, PLP #1의 심벌 군(8001)은 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」에 의해 데이터가 전송되는 것으로 한다. PLP #2의 심벌 군(8002)은 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」에 의해 데이터가 전송되는 것으로 한다. PLP #3의 심벌 군(8003)은 「시공간블록 부호」에 의해 데이터가 전송되는 것으로 한다. 그리고, PLP #3의 심벌 군(8003) 이후의 단위 프레임 내에서의 PLP 심벌 군은 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」, 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」, 「시공간블록 부호」의 몇개의 송신방법에 의해 데이터가 전송되게 된다.
- [1292] 도 81은 도 79와는 다른, P1심벌, 제 1, 제 2 Signalling data, Common PLP를 송신 후의 주파수-시간 축에서의 스트림 s1 및 s2의 심벌의 배치방법의 일례를 나타내고 있다.
- [1293] 도 81에 있어서, 「#1」로 기재되어 있는 심벌은 도 80에서의 PLP #1의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있다. 마찬가지로 「#2」로 기재되어 있는 심벌은 도 80에서의 PLP #2의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있고, 「#3」으로 기재되어 있는 심벌은 도 80에서의 PLP #3의 심벌 군 중 1 심벌을 나타내고 있다. 그리고, 도 80과 같이 PLP #1은 도 23에 나타난 공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 프리코딩 행렬이 고정의 MIMO 전송방식을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. 그리고, PLP #2는 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다. PLP #3은 시공간블록 부호를 이용해 데이터를 전송하는 것으로 한다.
- [1294] 도 81에 있어서, s1, s2 양자에서 동일 서브 캐리어의 동일 시각에 심벌이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심벌이 존재하고 있게 된다. 또, 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어진 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면 z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1295] 도 81이 도 80과 다른 점은, 전송한 것과 같이, 도 80에서는 복수의 PLP를 시분할에 배치하는 예를 나타냈지만, 도 81에서는 도 80과 달리 시분할 및 주파수 분할을 병용하여 복수의 PLP를 존재시키고 있다. 즉, 예를 들어 시각 1에서는 PLP #1의 심벌과 PLP #2의 심벌이 존재하고 있다. 이와 같이 (1 시각, 1 서브 캐리어로 구성된다) 심벌마다 다른 인덱스(#X; X=1, 2, ...)의 PLP의 심벌을 할당할 수 있다.
- [1296] 또, 도 81에서는 간략하게, 시각 1에서는 「#1」 「#2」 밖에 존재하고 있지 않지만, 이에 한정하는 것은 아니며, 「#1」 「#2」의 PLP 이외의 인덱스의 PLP의 심벌이 시각 1에 존재해도 좋고, 또, 시각 1에서의 서브 캐리어와 PLP의 인덱스의 관계는 도 81에 한정하는 것은 아니고, 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심벌을 할당해도 좋다. 또, 마찬가지로 다른 시각에 있어도 서브 캐리어에 어느 인덱스의 PLP의 심벌을 할당해도 좋다. 한편, 시각 3과 같이 어느 시각에 있어서 하나의 PLP의 심벌만을 할당해도 좋다. 즉, PLP의 심벌을 시간-주파수에서의 프레임 방법에 있어서 어떻게 할당해도 좋다.
- [1297] 이와 같이, 단위 프레임 내에 있어서 「스트림 s1만 송신하는 전송방식」을 이용한 PLP가 존재하지 않으므로, 단말이 수신하는 수신신호의 다이내믹 레인지를 억제할 수 있으므로 양호한 수신품질을 얻을 가능성을 크게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.
- [1298] 또, 도 81에서 설명함에 있어서, 송신방법으로 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이

용하는 MIMO 방식», 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법», 「시공간블록 부호」의 어느 하나를 선택하는 예로 설명하였으나, 이러한 송신방법을 모두 선택 가능하다라고 할 필요가 없고, 예를 들어,

- [1299] · 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법», 「시공간블록 부호», 「고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」을 선택 가능
- [1300] · 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법», 「시공간블록 부호」를 선택 가능
- [1301] · 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법», 「고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」을 선택 가능
- [1302] 으로 해도 좋다.
- [1303] 앞의 설명에서는 단위 프레임 내에 복수의 PLP가 존재하는 경우에 대해 설명하였으나, 이후에서는 단위 프레임 내에 하나의 PLP만 존재하는 경우에 대해 설명한다.
- [1304] 도 82는 단위 프레임 내에 하나만의 PLP가 존재하는 경우의 시간-주파수 축에서의 스트림 s1 및 s2의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다.
- [1305] 도 82에 있어서, 「제어심벌」이라고 기재하고 있으나, 이것은 앞에서 설명한 P1심벌 및 제 1, 제 2 Signalling data 등의 심벌을 의미하고 있다. 그리고, 도 82에서는 구간 1을 이용해 제 1의 단위 프레임을 송신하고 있고, 마찬가지로 구간 2를 이용해 제 2의 단위 프레임을 송신하고 있고, 구간 3을 이용해 제 3의 단위 프레임을 송신하고 있고, 구간 4를 이용해 제 4의 단위 프레임을 송신하고 있다.
- [1306] 또, 도 82에 있어서, 제 1의 단위 프레임에서는 PLP #1-1의 심벌 군(8101)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「공간 다중 MIMO 전송방식, 또는 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식」을 선택하고 있다.
- [1307] 제 2의 단위 프레임에서는 PLP #2-1의 심벌 군(8102)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「하나의 변조신호를 송신하는 방법」을 선택하고 있다.
- [1308] 제 3의 단위 프레임에서는 PLP #3-1의 심벌 군(8103)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법」을 선택하고 있다.
- [1309] 제 4의 단위 프레임에서는 PLP #4-1의 심벌 군(8104)을 송신하고 있고, 송신방법으로는 「시공간블록 부호」를 선택하고 있다.
- [1310] 도 82에 있어서, s1, s2 양자에서 동일 서브 캐리어의 동일 시각에 심벌이 존재하고 있는 경우, 동일 주파수에 2개의 스트림의 심벌이 존재하고 있게 된다. 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, s1, s2는 프리코딩 행렬을 이용해 가중 및 합성이 이루어지고(또, 경우에 따라서는 그 후 베이스밴드신호 교체가 이루어지며), 이에 더하여 위상변경을 한다. 이에 의해 얻어진 신호를 여기에서는 z1, z2로 하면 z1, z2가 각각 안테나로부터 출력되게 된다.
- [1311] 이와 같이 함으로써 PLP마다 데이터의 전송속도, 단말의 데이터 수신품질을 고려해서 송신방법을 설정할 수 있으므로, 데이터의 전송속도의 향상과 데이터의 수신품질의 확보의 양립을 꾀하는 것이 가능해진다. 또, P1심벌, 제 1, 제 2 Signalling data의 전송방법 등의 제어정보의 구성방법의 예는 상기의 표 2에서 표 5와 같이 구성하면 마찬가지로 실시할 수 있다. 다른 점은, 도 77 등의 프레임 구성에서는 하나의 단위 프레임에 복수의 PLP를 가지고 있으므로 복수의 PLP에 대한 전송방법 등의 제어정보를 필요로 하고 있었지만, 도 82의 프레임 구성의 경우, 하나의 단위 프레임에는 하나의 PLP 밖에 존재하지 않으므로 그 하나의 PLP에 대한 전송방법 등의 제어정보만 필요하다고 하는 점이다.
- [1312] 본 실시형태에서는 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 DVB 규격을 이용한 시스템에 적용했을 경우의 적용방법에 대해 설명하였다. 이때, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 예는 본 명세서에서 설명한 것과 같다. 또, 본 실시형태에서는 제어정보를 특별한 호칭방법으로 하고 있으나, 호칭방법은 본 발명에 영향을 주는 것은 아니다.
- [1313] 다음에, 본 실시형태를 포함하는 본 명세서에서 설명한 시공간 블록부호에 대해 설명한다.

- [1314] 도 94는 시공간블록 부호를 이용한 때의 변조신호의 구성을 나타내고 있다. 도 94의 시공간블록 부호화부(9402)는 어느 변조신호에 의거한 베이스밴드신호를 입력으로 한다. 예를 들어, 시공간블록 부호화부(9402)는 심벌 s1, 심벌 s2, ...를 입력으로 한다. 그러면, 도 94와 같이 시공간블록 부호화가 이루어지며, z1(9403A)는 「심벌 #0으로 s1」 「심벌 #1로 -s2\*」 「심벌 #2로 s3」 「심벌 #3으로 -s4\*」, ...가 되며, z2(9403B)는 「심벌 #0으로 s2」 「심벌 #1로 s1\*」 「심벌 #2로 s4」 「심벌 #3으로 s3\*」, ...이 된다. 이때, z1에서의 심벌 #X, z2에서의 심벌 #X는 동일 시간에 동일 주파수에 의해 각각 다른 안테나로부터 송신되게 된다. 또, 시공간블록 부호의 심벌의 배치는 시간방향에 한정하는 것은 아니며, 주파수 축 방향에 배치해도 좋고, 시간-주파수에서 형성한 심벌 군에 적절하게 배치해도 좋다. 또, 시공간블록 부호는, 도 94는 시공간블록 부호화 방법의 일례이며, 다른 시공간블록 부호를 이용해서 본 명세서의 각 실시형태를 실시해도 좋다.
- [1315] (실시형태 E2)
- [1316] 본 실시형태에서는 실시형태 E1에서 설명한, DVB-T2규격을 이용한 통신시스템에 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 방법을 이용한 때의 수신방법 및 수신장치의 구성에 대해 상세하게 설명한다.
- [1317] 도 86은 도 76의 방송국의 송신장치가 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 때의 단말의 수신장치의 구성의 일례를 나타내고 있고, 도 7과 마찬가지로 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다.
- [1318] 도 86에 있어서, P1심벌 검출, 복호부(8601)는 방송국이 송신한 신호를 수신하고, 베이스밴드신호(704-X, 704-Y)를 입력으로 하여, P1심벌을 검출함으로써 신호검출, 시간 주파수 동기를 실시하는 동시에, P1심벌에 포함되는 제어정보를 (복조 및 오류정정 복호를 실시함으로써) 얻어서, P1심벌 제어정보(8602)를 출력한다.
- [1319] OFDM 방식관련 처리부(8600-X 및 8600-Y)는 P1심벌 제어정보(8602)를 입력으로 하고 있고, 이 정보에 의거하여 OFDM 방식을 위한 신호처리방법(푸리에 변환 등의 신호처리)을 변경한다(실시형태 E1에 기재한 것과 같이 방송국이 송신하는 신호의 전송방법의 정보가 P1심벌에 포함되어 있기 때문이다). OFDM 방식관련 처리부(8600-X 및 8600-Y)는 설정된 신호처리방법에 의거해 복조한 베이스밴드신호(704-X 및 704-Y)를 출력한다.
- [1320] P2심벌(Signalling PLP를 포함하는 경우도 있다) 복조부(8603)는 베이스밴드신호(704-X, 704-Y) 및 P1심벌 제어정보(8602)를 입력으로 하여, P1심벌 제어정보에 의거하여 신호처리를 해서 복조(오류정정 복호를 포함한다)를 실시하여 P2심벌 제어정보(8604)를 출력한다.
- [1321] 제어정보 생성부(8605)는 P1심벌 제어정보(8602) 및 P2심벌 제어정보(8604)를 입력으로 하여, (수신 동작에 관계하는) 제어정보를 묶어서 제어신호(8606)로 출력한다. 그리고, 제어신호(8606)는 도 86에 나타낸 것과 같이 각부에 입력되게 된다.
- [1322] 신호처리부(711)는 신호 706-1, 706-2, 708-1, 708-2, 704-X, 704-Y 및 제어신호(8606)를 입력으로 하여, 제어신호(8606)에 포함되어 있는 각 PLP를 전송하기 위해 이용한 전송방식·변조방식·오류정정부호화 방식·오류정정부호화의 부호화율·오류정정부호의 블록 사이즈 등의 정보에 의거하여 복조, 복호의 처리를 하여 수신데이터(712)를 출력한다.
- [1323] 이때, PLP를 전송하기 위해 공간 다중 MIMO 전송방식, 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 어느 하나의 전송방식을 이용하고 있는 경우, 채널변동 추정부(705-1, 705-2, 707-1, 707-2)의 출력 결과와 수신(베이스밴드)신호로부터 송신신호의 관계를 이용하여 수신(베이스밴드)신호를 얻어서, 복조를 실행하게 된다. 또, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, 채널변동 추정부(705-1, 705-2, 707-1, 707-2)의 출력 결과와 수신(베이스밴드)신호 및 식(48)의 관계를 이용하여 복조를 실행하게 된다.
- [1324] 도 87은 도 85의 방송국의 송신장치가 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 때의 단말의 수신장치의 구성의 일례를 나타내고 있고, 도 7, 도 86과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다.
- [1325] 도 87의 수신장치와 도 86의 수신장치가 다른 점은, 도 86의 수신장치는 DVB-T2규격과 그 이외의 규격의 신호를 수신하여 데이터를 얻을 수 있는데 반해, 도 87의 수신장치는 DVB-T2규격 이외의 신호만 수신하여 데이터를 얻을 수 있는 점이다.

- [1326] 도 87에 있어서, P1심벌 검출, 복호부(8601)는 방송국이 송신한 신호를 수신하고, 베이스밴드신호(704-X, 704-Y)를 입력으로 하여, P1심벌을 검출함으로써 신호검출, 시간 주파수 동기를 실시하는 동시에, P1심벌에 포함되는 제어정보를 (복조 및 오류정정 복호를 실시함으로써) 얻어서, P1심벌 제어정보(8602)를 출력한다.
- [1327] OFDM 방식관련 처리부(8600-X 및 8600-Y)는 P1심벌 제어정보(8602)를 입력으로 하고 있고, 이 정보에 의거하여 OFDM 방식을 위한 신호처리방법을 변경한다(실시형태 E1에 기재한 것과 같이 방송국이 송신하는 신호의 전송방법의 정보가 P1심벌에 포함되어 있기 때문이다). OFDM 방식관련 처리부(8600-X 및 8600-Y)는 설정된 신호처리방법에 의거해 복조한 베이스밴드신호(704-X 및 704-Y)를 출력한다.
- [1328] 제 1, 제 2 Signalling data 복조부(8701)는 베이스밴드신호(704-X, 704-Y) 및 P1심벌 제어정보(8602)를 입력으로 하여, P1심벌 제어정보에 의거하여 신호처리를 실시하여 복조(오류정정 복호를 포함한다)를 실행해서 제 1, 제 2 Signalling data 제어정보(8702)를 출력한다.
- [1329] 제어정보 생성부(8605)는 P1심벌 제어정보(8602) 및 제 1, 제 2 Signalling data 제어정보(8702)를 입력으로 하여, (수신 동작에 관계하는) 제어정보를 묶어서 제어신호(8606)로 출력한다. 그리고, 제어신호(8606)는 도 86에 나타난 것과 같이 각부에 입력되게 된다.
- [1330] 신호처리부(711)는 신호 706-1, 706-2, 708-1, 708-2, 704-X, 704-Y 및 제어신호(8606)를 입력으로 하여, 제어신호(8606)에 포함되어 있는 각 PLP를 전송하기 위해서 이용한 전송방식·변조방식·오류정정부호화 방식·오류정정부호화의 부호화율·오류정정부호의 블록 사이즈 등의 정보에 의거하여 복조, 복호의 처리를 실행하여 수신데이터(712)를 출력한다.
- [1331] 이때, PLP를 전송하기 위해 공간 다중 MIMO 전송방식, 고정적인 프리코딩 행렬을 이용하는 MIMO 방식, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 어느 하나의 전송방식을 이용하고 있는 경우, 채널변동 추정부(705-1, 705-2, 707-1, 707-2)의 출력 결과와 수신(베이스밴드)신호로부터 송신신호의 관계를 이용해서 수신(베이스밴드)신호를 얻어서 복조를 실행하게 된다. 또, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, 채널변동 추정부(705-1, 705-2, 707-1, 707-2)의 출력 결과와 수신(베이스밴드)신호 및 식(48)의 관계를 이용해서 복조를 실행하게 된다.
- [1332] 도 88은 DVB-T2규격에 대응하면서, 또한 DVB-T2 이외의 규격에 대응한 단말의 수신장치의 구성을 나타내고 있고, 도 7, 도 86과 동일하게 동작하는 것에 대해서는 동일 부호를 부여하고 있다.
- [1333] 도 88의 수신장치와 도 86, 도 87의 수신장치가 다른 점은, 도 88의 수신장치는 DVB-T2규격과 그 이외의 규격의 신호의 양자에 대해서 복조가 가능해지도록 P2심벌, 또는 제 1, 제 2 Signalling data 복조부(8801)를 구비하고 있는 점이다.
- [1334] P2심벌, 또는 제 1, 제 2 Signalling data 복조부(8801)는 베이스밴드신호(704-X, 704-Y) 및 P1심벌 제어정보(8602)를 입력으로 하여, P1심벌 제어정보에 의거하여 수신한 신호가 DVB-T2규격에 대응한 신호인가 또는 그 이외의 규격에 대응한 신호인가를 판단하여(예를 들어 표 2에 의해 판단이 가능하다), 신호처리를 하고, 복조(오류정정 복호를 포함한다)를 실행하여, 수신신호가 대응하고 있는 규격이 무엇인가의 정보를 포함하는 제어정보(8802)를 출력한다. 그 이외의 부분에 대해서는 도 86, 도 87과 동일한 동작이 된다.
- [1335] 이상과 같이 본 실시형태에서 설명한 것과 같은 수신장치의 구성으로 함으로써 실시형태 E1에서 기재한 방송국의 송신장치가 송신한 신호를 수신하여, 적절한 신호처리를 함으로써 수신품질의 높은 데이터를 얻을 수 있다. 특히, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 신호를 수신한 때는 LOS 환경에 있어서 데이터의 전송 효율의 향상과 데이터 수신품질의 향상의 양립을 실현할 수 있다.
- [1336] 또, 본 실시형태에 있어서, 실시형태 E1에서 설명한 방송국의 송신방법에 대응하는 수신장치의 구성에 대해서 설명했으므로, 수신안테나 수가 2개인 때의 수신장치의 구성에 대해 설명하였으나, 수신장치의 안테나 수는 2개에 한정된 것은 아니고, 3개 이상으로 해도 마찬가지로 실시할 수 있고, 이때 다이버시티 계인이 향상하므로 데이터의 수신품질을 향상시킬 수 있다. 또, 방송국의 송신장치의 송신안테나 수를 3개 이상으로 하고, 송신변조신호 수를 3 이상으로 한 때에도 단말의 수신장치의 수신안테나 수를 증가시킴으로써 마찬가지로 실시할 수 있다. 또, 수신장치의 안테나 수가 1개라도, 최대 우도 검파(Maximum Likelihood detection), 또는 근사적인 최대 우도 검파를 적용하는 것이 가능하다. 이때, 송신방법으로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호

교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용하고 있는 것이 바람직하다.

- [1337] 또, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에 대해서는 본 명세서에서 기재한 구체적인 예에 한정되지 않으며, 프리코딩을 실시하고, 그 후에 위상변경을 실행하거나, 또는 그 전에 위상변경을 실행하는 구성을 취하고 있으면 마찬가지로 본 실시형태를 실시할 수 있다.
- [1338] (실시형태 E3)
- [1339] 실시형태 E1에서 기재한, DVB-T2규격에 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 시스템에 있어서, L1 Pre-Signalling에서 파일럿의 삽입패턴을 지정하는 제어정보가 존재한다. 본 실시형태에서는 L1 pre-signalling에서 파일럿 삽입패턴을 변경할 때의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 적용방법에 대해 설명한다.
- [1340] 도 89, 도 90은 동일 주파수대역을 이용해서 복수의 변조신호를 복수 안테나로부터 송신하는 송신방법을 이용하고 있을 때의 DVB-T2규격의 주파수-시간 축에서의 프레임 구성의 일례를 나타내고 있다. 도 89, 도 90에 있어서 횡축은 주파수, 즉, 캐리어 번호를 나타내고 있고, 종축은 시간을 나타내고 있으며, (A)는 지금까지 설명한 실시형태에서의 변조신호 z1의 프레임 구성, (B)는 지금까지 설명한 실시형태에서의 변조신호 z2의 프레임 구성을 나타내고 있다. 캐리어 번호로 「f0, f1, f2, ...」, 시간으로 「t1, t2, t3, ...」라는 인덱스를 부여하고 있다. 그리고, 도 89, 도 90에 있어서 동일 캐리어 번호, 동일 시간의 심벌은 동일 주파수, 동일 시각에 존재하고 있는 심벌이 된다.
- [1341] 도 89, 도 90은 DVB-T2규격에서의 파일럿심벌의 삽입 위치의 예이다(DVB-T2규격에 있어서, 복수 안테나를 이용해 복수의 변조신호를 송신하는 경우, 파일럿의 삽입 위치에 관한 방법은 8종류 존재하나, 도 89, 도 90은 그 중의 2개를 나타내고 있다). 도 89, 도 90에 있어서, 파일럿을 위한 심벌, 데이터전송을 위한 심벌의 2종류의 심벌이 기재되어 있다. 다른 실시형태에서 설명한 것과 마찬가지로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법, 또는 프리코딩 행렬이 고정적인 프리코딩 방법을 이용하고 있을 때, 변조신호 z1의 데이터 전송을 위한 심벌은 스트림 s1과 스트림 s2의 가중 합성 후의 심벌이 되고, 또, 변조신호 z2의 데이터 전송을 위한 심벌도 스트림 s1과 스트림 s2의 가중 합성 후의 심벌이 된다(다만, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, 위상변경을 더 실시하고 있는 경우도 있다). 시공간블록 부호, 공간 다중 MIMO 전송방식을 이용하고 있는 경우, 변조신호 z1의 데이터 전송을 위한 심벌은 스트림 s1 또는 스트림 s2의 어느 한 심벌이 되고, 또, 변조신호 z2의 데이터 전송을 위한 심벌도 스트림 s1 또는 스트림 s2의 어느 한 심벌이 된다. 도 89, 도 90에 있어서, 파일럿을 위한 심벌에는 「PP1」 또는 「PP2」의 인덱스 중 어느 하나가 부가되어 있고, 「PP1」와 「PP2」에서는 다른 구성방법의 파일럿심벌이 된다. 앞서도 설명한 것과 같이 DVB-T2규격에서는 8종류의 파일럿 삽입방법(파일럿심벌의 프레임에서의 삽입 빈도가 다르다)의 어느 한 삽입방법을 방송국이 지정할 수 있게 되어 있고, 도 89, 도 90은 전송의 8종류 중 2종류의 파일럿 삽입방법을 나타내고 있다. 그리고, 방송국이 8종류 중에서 선택한 파일럿 삽입방법에 관한 정보는 실시형태 E1에서 설명한, P2심벌 중의 L1 Pre-Signalling data로 송신 상대인 단말에 전송된다.
- [1342] 다음에, 파일럿 삽입방법에 수반하는 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 적용방법에 대해 설명한다. 예로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에서의 준비하는 복수가 다른 위상변경 값을 10종류로 하고, 위상변경 값을 F[0], F[1], F[2], F[3], F[4], F[5], F[6], F[7], F[8], F[9]로 나타내는 것으로 한다. 도 89의 주파수-시간 축에서의 프레임 구성에 있어서 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 때의 위상변경 값의 할당을 한 때의 상황을 도 91에, 도 90의 주파수-시간 축에서의 프레임 구성에 있어서 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용한 때의 위상변경 값의 할당을 실시한 때의 상황을 도 92에 나타낸다. 예를 들어, 도 91의 (A)의 변조신호 z1의 프레임 구성, (B)의 변조신호 z2의 프레임 구성의 어느 것에 있어서도 f1, t1의 심벌에 있어서 「#1」로 기재되어 있으나, 이것은 f1, t1의 심벌은 F[1]의 위상변경 값을 이용해 위상변경을 하는 것을 의미하고 있다. 따라서, 도 91, 도 92에 있어서, 캐리어  $f_x(x=0, 1, 2, \dots)$ ,  $t_y(y=1, 2, 3, \dots)$ 의 심벌에서 「#Z」라고 기재되어 있는 경우,  $f_x, t_y$ 의 심벌은 F[Z]의 위상변경 값을 이용해 위상변경을 하는 것을 의미하고 있다.
- [1343] 당연하지만, 도 91, 도 92의 주파수-시간 축에서의 프레임 구성에 있어서, 파일럿심벌의 삽입방법(삽입 간격)은 다르다. 또, 파일럿심벌에 대해서는 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경

을 실행하는 송신방법은 적용하지 않는다. 이 때문에, 도 91, 도 92에 있어서 모두 동일 주기(프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로 준비하는 다른 위상변경 값의 수)의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 적용해도, 도 91, 도 92로부터 알 수 있는 것과 같이, 도 91, 도 92에 있어서 동일 캐리어, 동일 시간의 심벌에서도 할당되는 위상변경 값은 다른 경우가 발생한다. 예를 들어, 도 91의 f5, t2의 심벌은 「#7」로 표시되고 있고, F[7]의 위상변경 값에 의해 위상변경이 이루어지게 된다. 한편, 도 92의 f5, t2의 심벌은 「#8」로 표시되고 있고, F[8]의 위상변경 값에 의해 위상변경이 이루어지게 된다.

[1344] 따라서, L1 Pre-Signalling data에 의해 파일럿 패턴(파일럿 삽입방법)을 나타내는 제어정보를 방송국은 송신하게 되지만, 이 파일럿 패턴을 나타내는 제어정보는 파일럿 삽입방법을 나타내는 동시에, 표 3 또는 표 4의 제어정보에 의해 방송국이 PLP를 전송하는 전송방법으로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 선택한 경우, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에서의 위상변경 값의 할당방법을 나타내도록 해도 좋다. 따라서, 방송국이 송신한 변조신호를 수신하는 단말의 수신장치는 L1 Pre-Signaling data에서의 파일럿 패턴을 나타내는 제어정보를 얻음으로써 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에서의 위상변경 값의 할당방법을 알 수 있다(이때, 표 3 또는 표 4의 제어정보에 의해 방송국이 PLP를 전송하는 전송방법으로 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 선택하고 있는 것이 전제가 된다). 또, 여기에서는 L1 Pre-Signalling data를 이용해 설명하고 있으나, P2심벌이 존재하지 않는 도 83의 프레임 구성의 경우는 파일럿 패턴 및 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에서의 위상변경 값의 할당방법을 나타내는 제어정보는 제 1, 제 2 Signalling data에 존재하게 된다.

[1345] 이하에서는 새로운 다른 예를 설명한다. 표 6은 변조방식에 따른 위상변경 패턴 예를 나타내고 있다.

표 6

[1346]

송신변조신호 수	변조방식	위상변경패턴
2	#1 : QPSK, #2 : QPSK	#1 : -, #2 : A
2	#1 : QPSK, #2 : 16QAM	#1 : -, #2 : B
2	#1 : 16QAM, #2 : 16QAM	#1 : -, #2 : C
.	.	.
.	.	.
.	.	.

[1347] 예를 들어, 표 6과 같이 변조방식이 지정되는 동시에 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로 사용하는 위상변경 값이 결정되는 경우, 상술의 설명과 마찬가지로 생각할 수 있고, P2심벌의 파일럿 패턴의 제어정보와 PLP의 전송방법의 제어정보와 변조방식의 제어정보만을 전송함으로써, 단말의 수신장치는 이들 제어정보를 얻어서 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 위상변경 값의(주파수-시간 축에서의) 할당방법을 추정할 수 있다. 또, 표 6에 있어서, 위상변경 패턴의 열에 있어서, 「-」은 위상변경을 실행하지 않는 것을 나타내고 있고, 「#A」 「#B」 「#C」는 각각 #A, #B, #C의 위상변경을 실행하는 것을 나타내고 있다. 마찬가지로, 표 1과 같이 변조방식 및 오류정정부호의 방법이 지정되는 동시에 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로 사용하는 위상변경 값이 결정되는 경우, P2심벌의 파일럿 패턴의 제어정보와 PLP의 전송방법의 제어정보와 변조방식의 제어정보, 오류정정부호의 방법만을 전송함으로써, 단말의 수신장치는 이들 제어정보를 얻어서 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 위상변경 값의(주파수-시간 축에서의) 할당방법을 추정할 수 있다.

[1348] 그러나, 표 1, 표 6과 달리 변조방식을 결정해도 2종류 이상의 다른 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 어느 하나를 선택할 수 있거나(예를 들어, 주기가 다른, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로부터 선택할 수 있거나, 또는 위상변경 값 자신이 다른, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로부터 선택할 수 있다), 또는 변조방식·오류정정부호를 결정해도 2종류 이상의 다른 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 어느 하나를 선택할 수 있거나, 또는 오류정정부호를 결정해도 2종류 이상의 다른 프리코딩 후(또는 프리

코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로부터 선택할 수 있는 경우, 표 4와 같이 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 위상변경 값의 전환방법을 전송하게 되지만, 이에 더하여, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경의 위상변경 값의(주파수-시간 축에서의) 할당방법에 관한 정보를 전송해도 좋다.

[1349] 그때의 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 위상변경 값의(주파수-시간 축에서의) 할당방법에 관한 정보에 관한 제어정보의 구성 예를 표 7에 나타낸다.

표 7

PHASE_FRAME_ARRANGEMENT (2비트)	제어정보 내용
00	위상변경 값의 프레임에서의 할당방법 #1
01	위상변경 값의 프레임에서의 할당방법 #2
10	위상변경 값의 프레임에서의 할당방법 #3
11	위상변경 값의 프레임에서의 할당방법 #4

[1351] 예를 들어, 방송국의 송신장치가 파일럿의 삽입패턴으로서 도 89를 선택한 것으로 하고, 또한 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법으로 A라는 방법을 선택한 것으로 한다. 이때, 방송국의 송신장치는 위상변경 값의(주파수-시간 축에서의) 할당방법으로서 도 91, 도 93의 어느 하나를 선택 가능한 것으로 한다. 예를 들어 방송국의 송신장치가 도 91을 선택한 경우 표 7의 「PHASE\_FRAME\_ARRANGEMENT」를 「00」으로 설정하고, 도 93을 선택한 경우 표 7의 「PHASE\_FRAME\_ARRANGEMENT」를 「01」로 설정하는 것으로 한다. 그리고, 단말의 수신장치는 표 7의 제어정보를 얻음으로써 위상변경 값의(주파수-시간 축에서의) 할당방법을 알 수 있다. 또, 표 7의 제어정보는 P2심벌에 의해 전송하는 것이 가능하고, 또, 제 1, 제 2, Signalling data에 의해 전송하는 것도 가능하다.

[1352] 이상과 같이 파일럿 삽입방법에 의거한 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법의 위상변경 값의 할당방법을 실현하고, 또한 그 할당방법의 정보를 정확하게 송신 상대방에게 전송함으로써 송신 상대방인 단말의 수신장치는 데이터의 전송 효율의 향상과 데이터의 수신품질의 향상의 양립을 도모할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.

[1353] 또, 본 실시형태에 있어서 방송국의 송신신호수를 2로 한 경우를 설명하였으나, 방송국의 송신장치의 송신안테나 수를 3개 이상으로 하고, 송신 변조신호 수를 3 이상으로 한 때도 마찬가지로 실시할 수 있다. 또, 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법에 대해서는 본 명세서에서 기재한 구체적인 예에 한정하지 않고, 프리코딩을 실시하고, 그 후에 위상변경을 실행하거나, 또는 그 전에 위상변경을 실행하는 구성을 취하고 있으면 마찬가지로 본 실시형태를 실시하는 것이 가능하다.

[1354] 그리고, 파일럿신호의 구성방법은 본 실시형태에 한정하는 것은 아니며, 수신장치에서 프리코딩 후(또는 프리코딩 및 베이스밴드신호 교체 후)의 신호에 위상변경을 실행하는 송신방법을 이용하고 있는 경우, 식(48)의 관계가 도출되는 신호이면 좋다(예를 들어, 수신장치는 송신장치가 송신한 파일럿신호를 사전에 알고 있는 기존 신호이라고 좋다). 또, 이것에 대해서는 본 발명에 관한 명세서 모두에 걸쳐서 적용할 수 있다.

[1355] 또, 본 명세서의 발명에 관한 송신장치의 도면, 도 3, 도 4, 도 12, 도 13, 도 51, 도 52, 도 67, 도 70, 도 76, 도 85 등에서, 2개의 송신안테나로부터 송신되는 변조신호를 각각 변조신호 #1, 변조신호 #2로 한 때, 변조신호 #1의 평균 송신전력과 변조신호 #2의 평균 송신전력은 어떻게 설정해도 좋다. 예를 들어, 양 변조신호의 평균 송신전력을 다르게 설정하는 경우, 일반적인 라디오 커뮤니케이션 시스템으로 이용되고 있는 송신전력 제어의 기술을 적용함으로써 변조신호 #1의 평균 송신전력과 변조신호 #2의 평균 송신전력을 다르게 설정할 수 있다. 이때, 송신전력 제어는 베이스밴드신호의 상태(예를 들어, 이용하는 변조방식의 매핑 시점에서 송신전력 제어를 하는)에서 신호의 전력제어를 해도 좋고, 안테나의 바로 앞의 전력증폭기(파워 업)에서 송신전력 제어를 해도 좋다.

**산업상 이용가능성**

[1356] 본 발명은 복수의 안테나로부터 각각 다른 변조신호를 송신하는 무선시스템에 넓게 적용할 수 있으며, 예를 들어 OFDM-MIMO 통신시스템에 적용하기에 매우 적합하다. 또, 복수의 송신 개소를 가지는 유선 통신시스템(예를

들어 PLC(Power Line Communication) 시스템, 광통신시스템, DSL(Digital Subscriber Line : 디지털 가입자선) 시스템)에서 MIMO 전송을 실행하는 경우에 대해서도 적용할 수 있으며, 이때, 복수의 송신 개소를 이용하여 본 발명에서 설명한 것과 같은 복수의 변조신호를 송신하게 된다. 또, 변조신호는 복수의 송신 개소로부터 송신되어도 좋다.

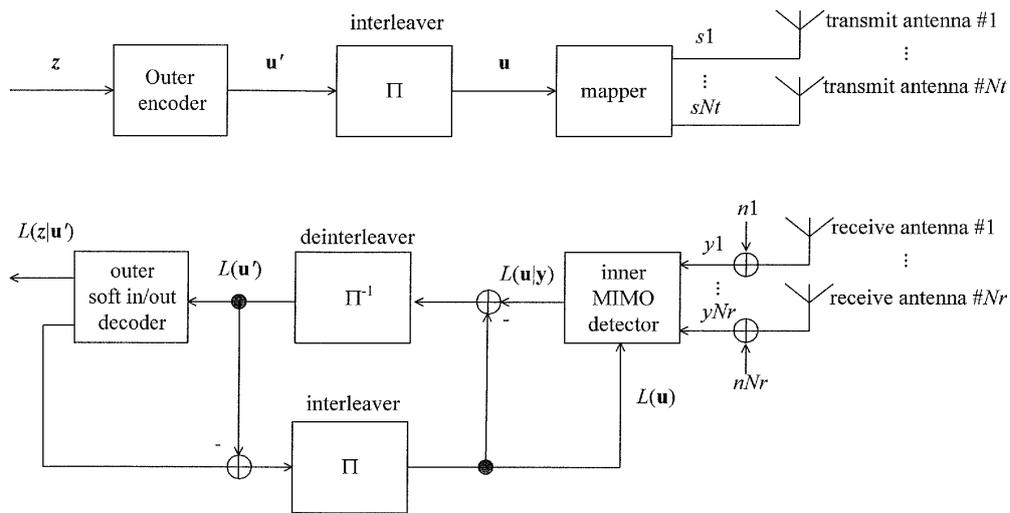
**부호의 설명**

[1357]	302A, 302B	부호화기
	304A, 304B	인터리버
	306A, 306B	매핑부
	314	신호처리방법정보 생성부
	308A, 308B	가중합성부
	310A, 310B	무선부
	312A, 312B	안테나
	317A, 317B	위상 변경부
	402	부호화기
	404	분배부
	504#1, 504#2	송신안테나
	505#1, 505#2	수신안테나
	600	가중합성부
	701-X, 701-Y	안테나
	703-X, 703-Y	무선부
	705-1	채널변동 추정부
	705-2	채널변동 추정부
	707-1	채널변동 추정부
	707-2	채널변동 추정부
	709	제어정보 복호부
	711	신호처리부
	803 I	NNER MIMO 검파부
	805A, 805B	대수 우도 산출부
	807A, 807B	디 인터리버
	809A, 809B	대수 우도 비 산출부
	811A, 811B	Soft-in/Soft-out 디코더
	813A, 813B	인터리버
	815	기억부
	819	계수 생성부
	901	Soft-in/Soft-out 디코더
	903	분배부

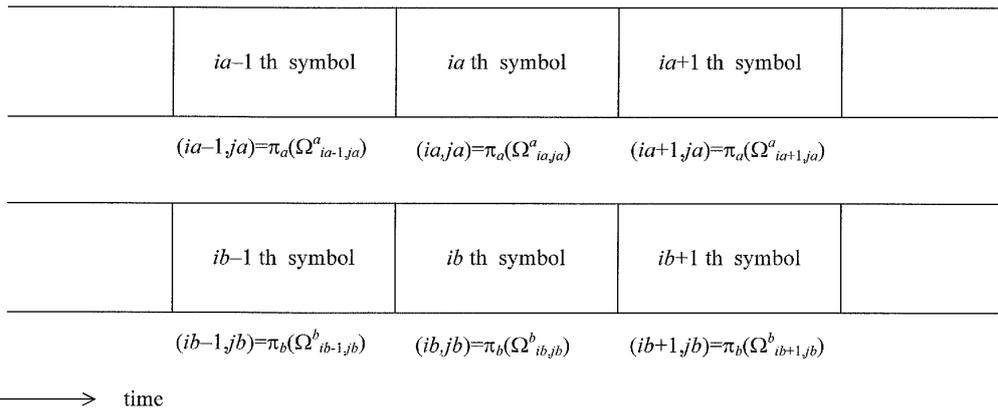
- 1201A, 1201B                      OFDM 방식관련 처리부
- 1302A, 1302A                    직병렬 변환부
- 1304A, 1304B                    재배열부
- 1306A, 1306B                    역 고속 푸리에 변환부
- 1308A, 1308B                    무선부

도면

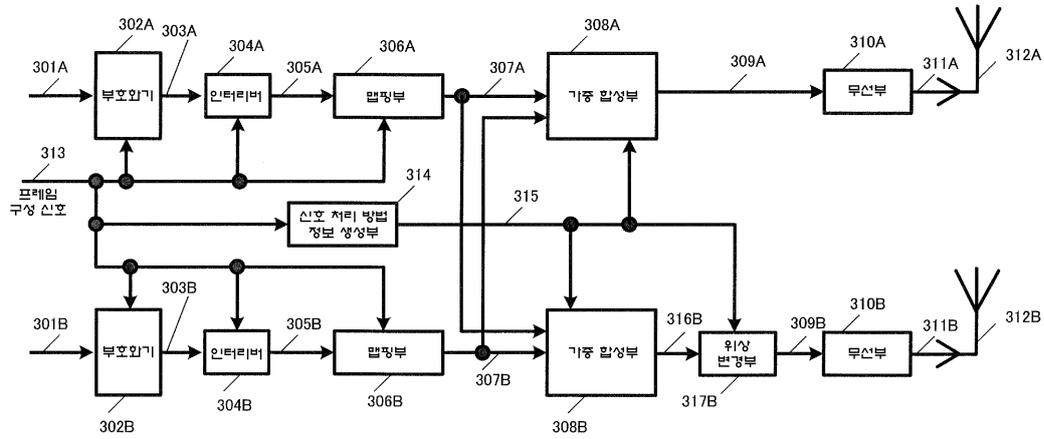
도면1



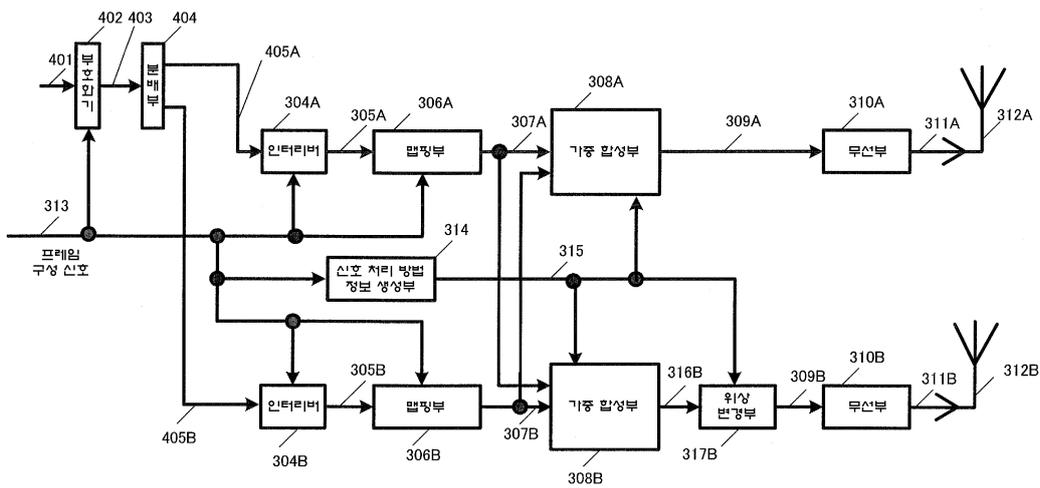
도면2



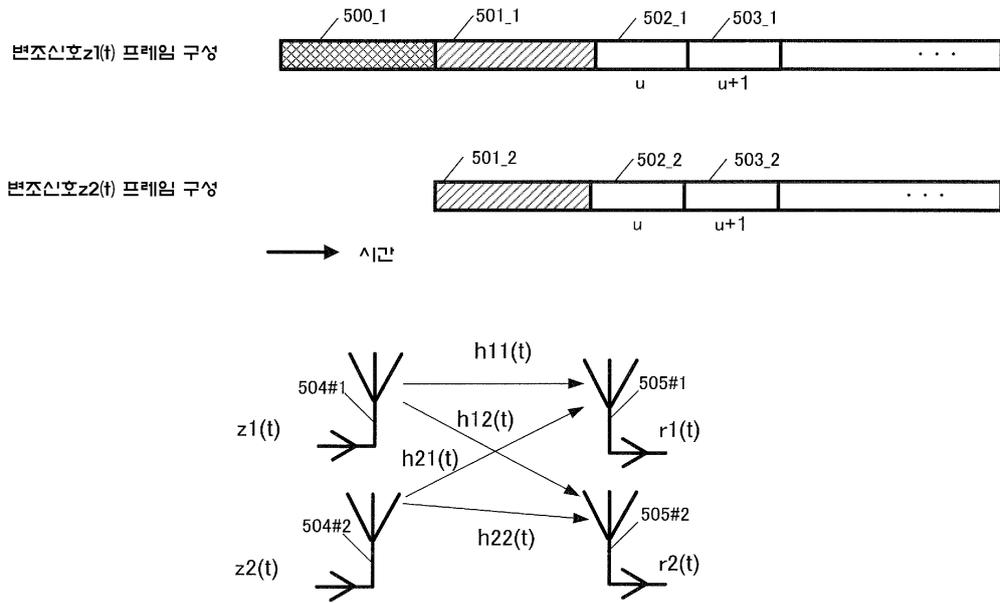
도면3



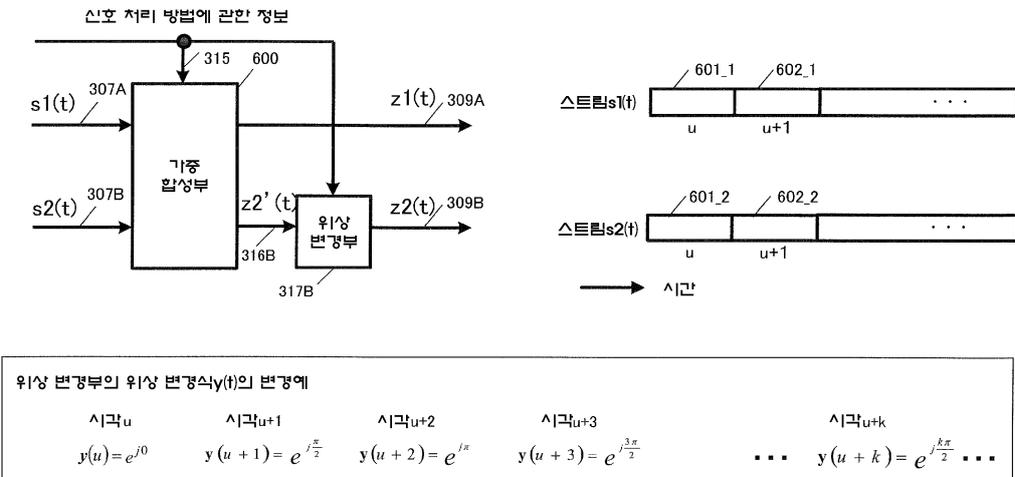
도면4



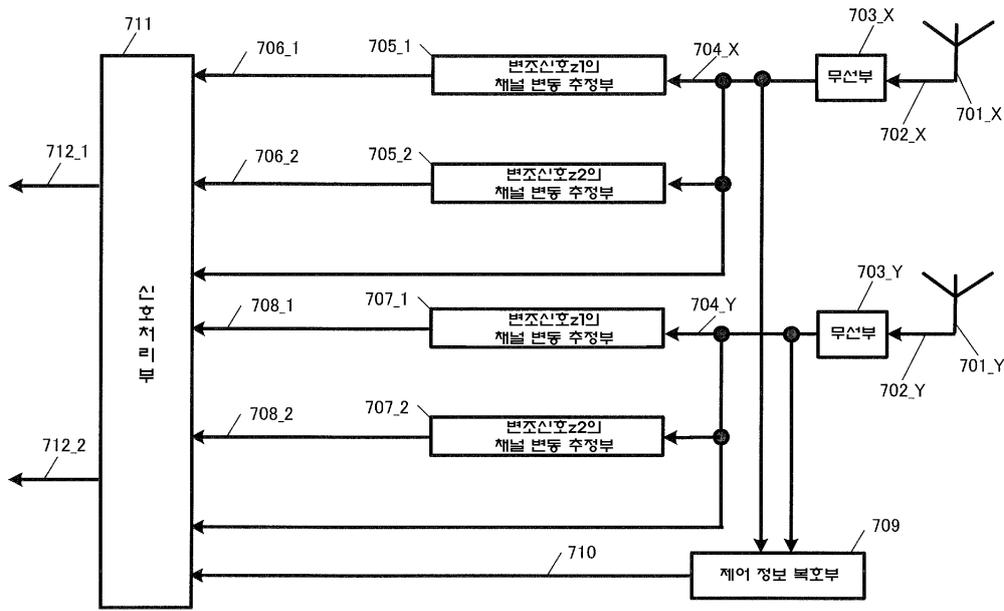
도면5



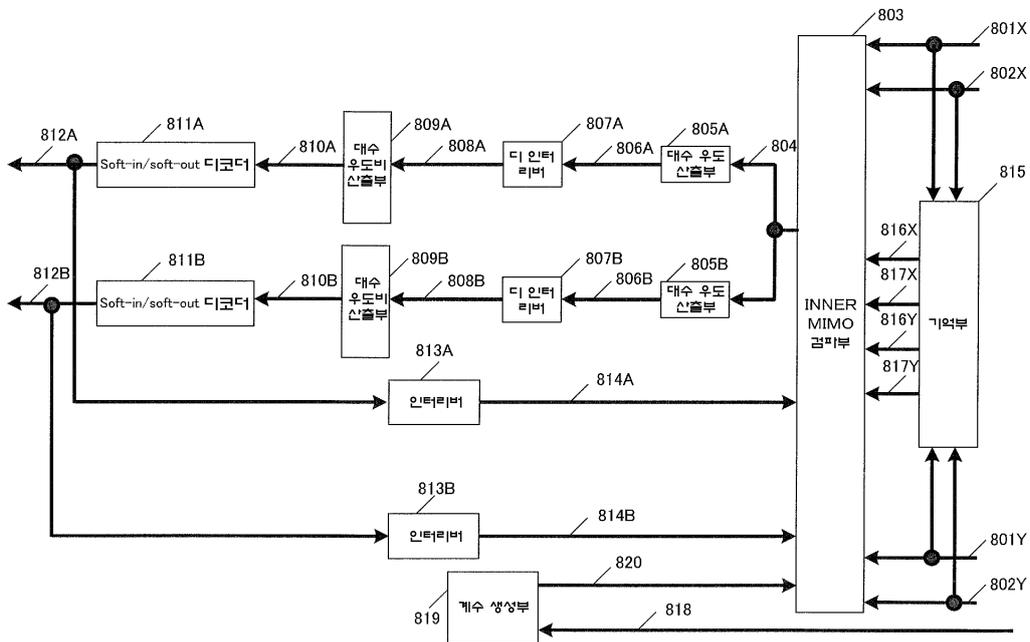
도면6



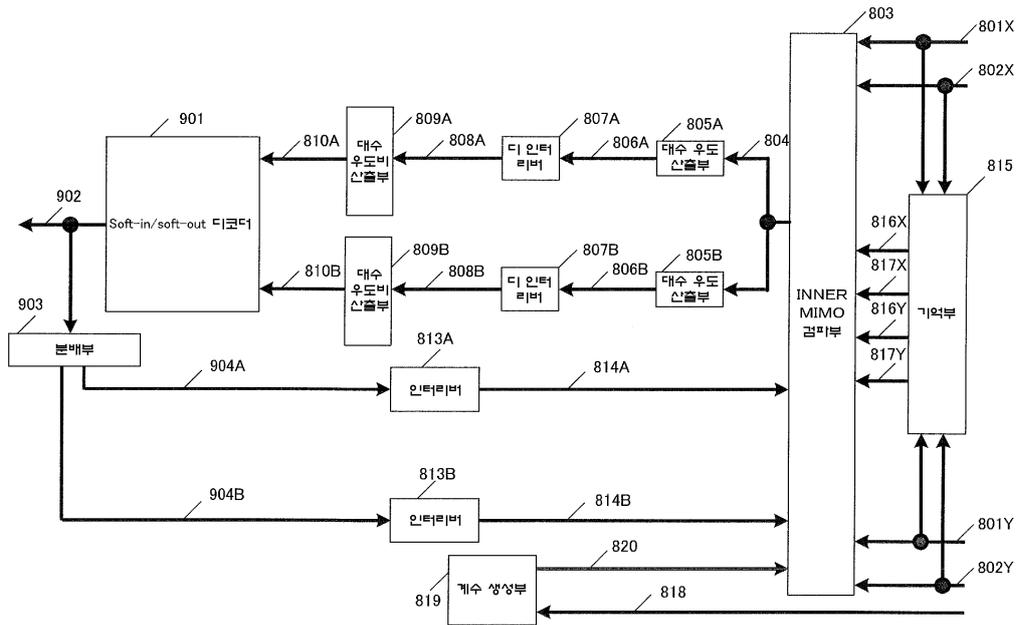
도면7



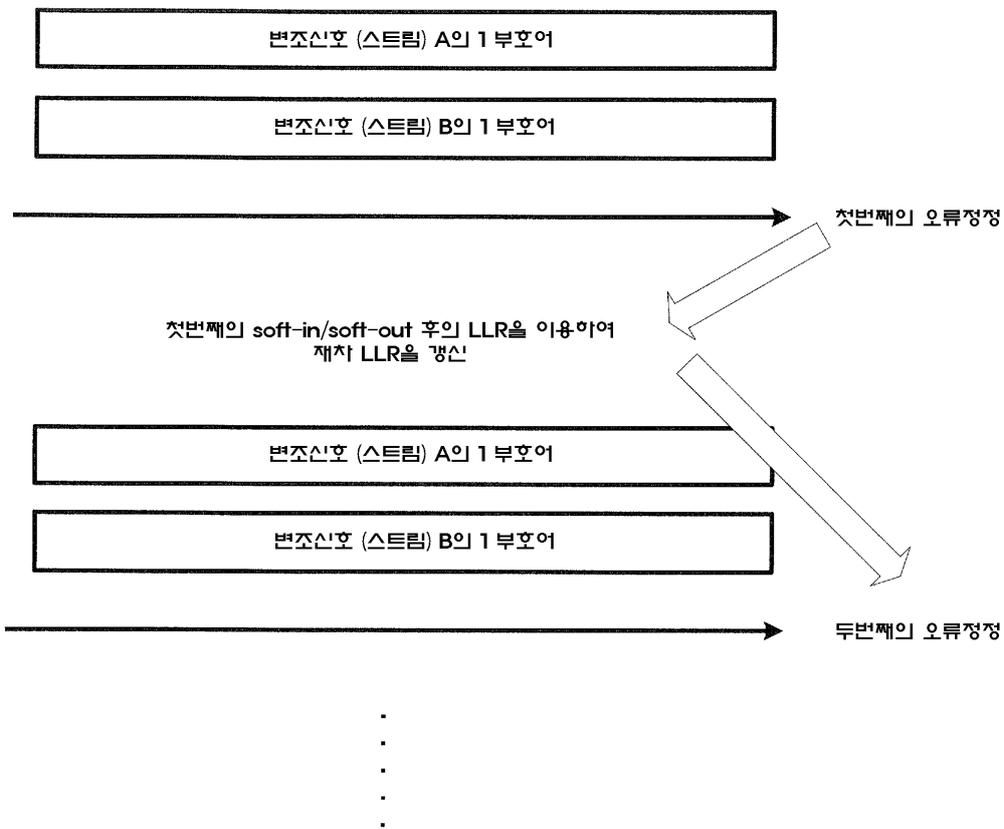
도면8



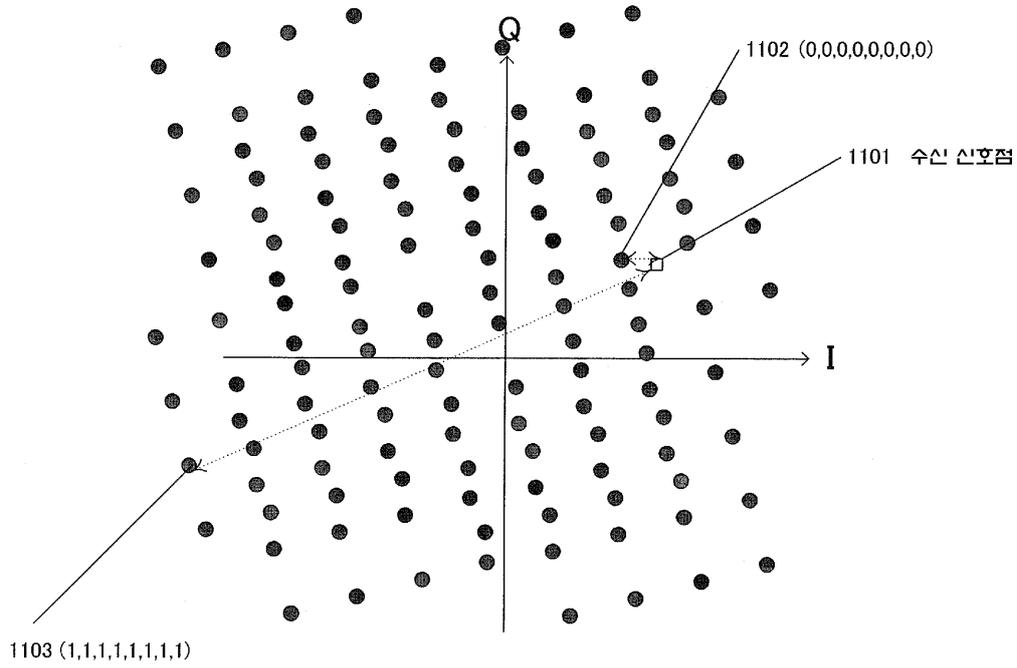
도면9



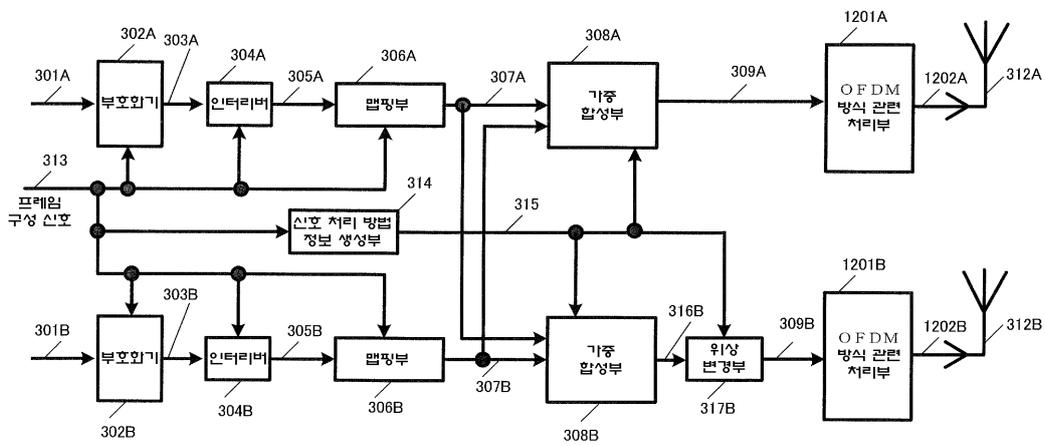
도면10



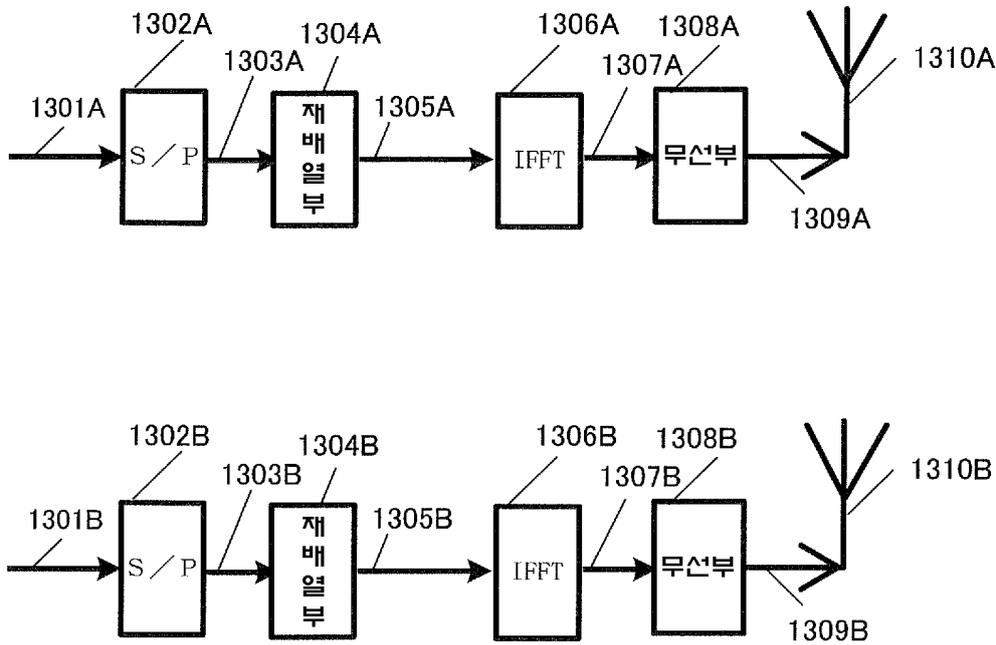
도면11



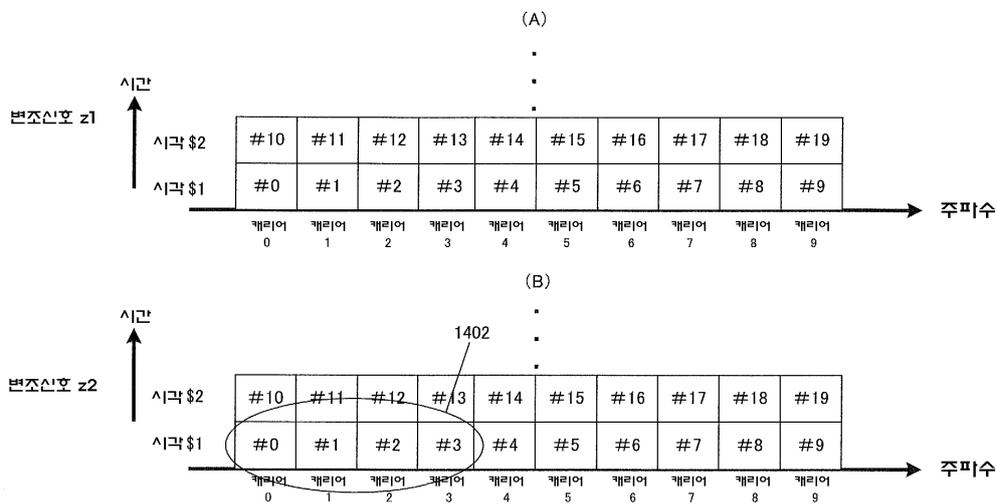
도면12



도면13

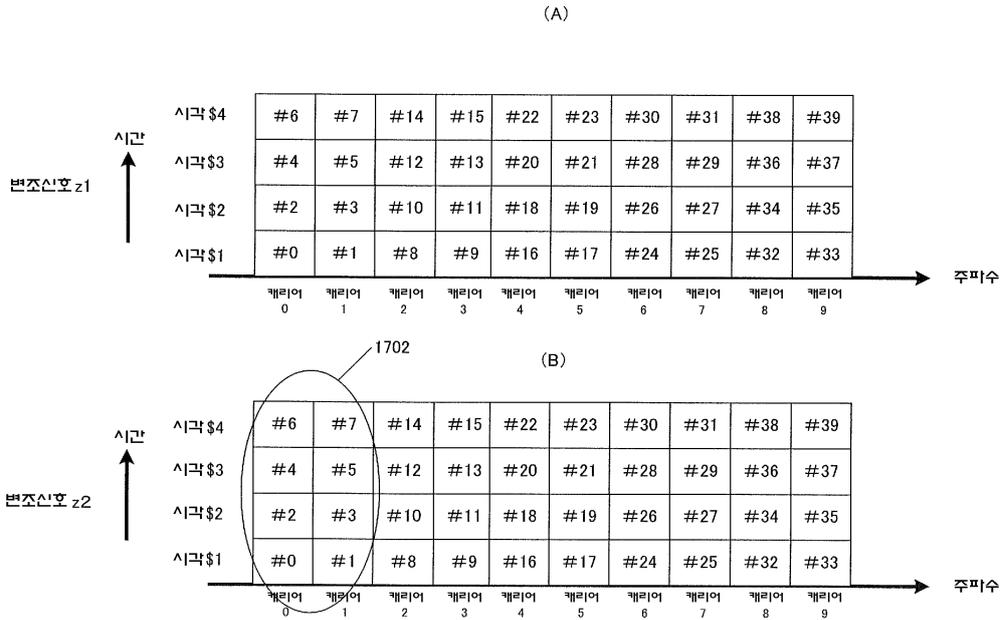


도면14

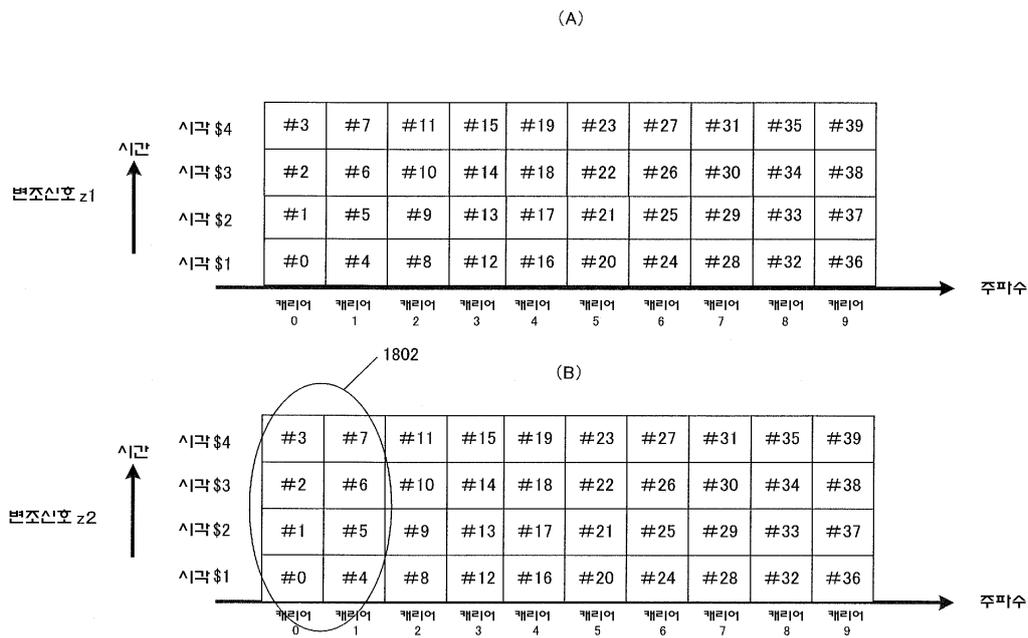




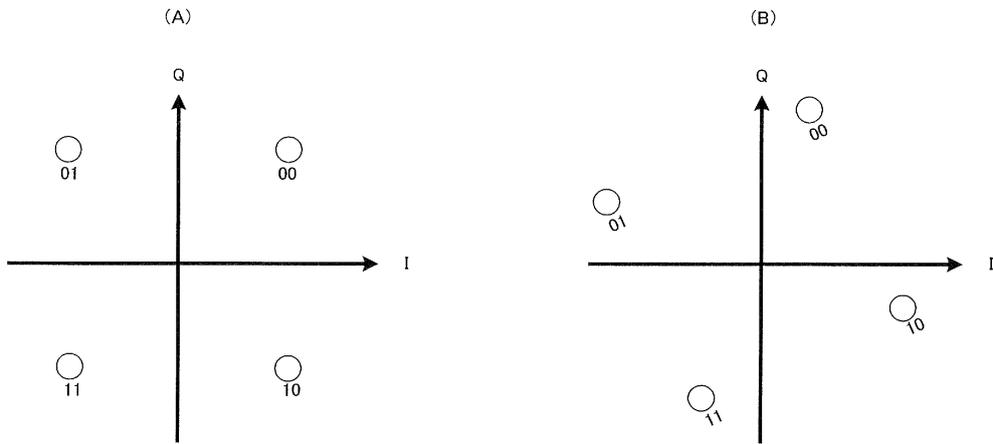
도면17



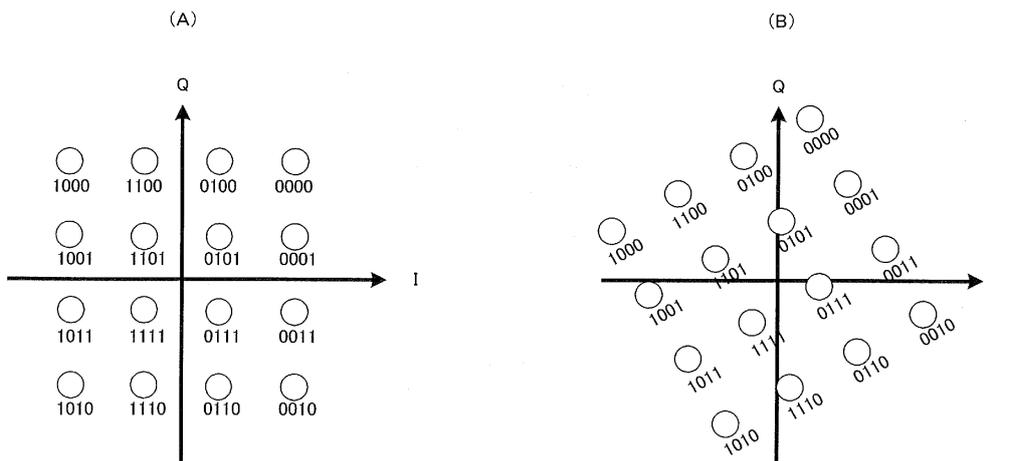
도면18



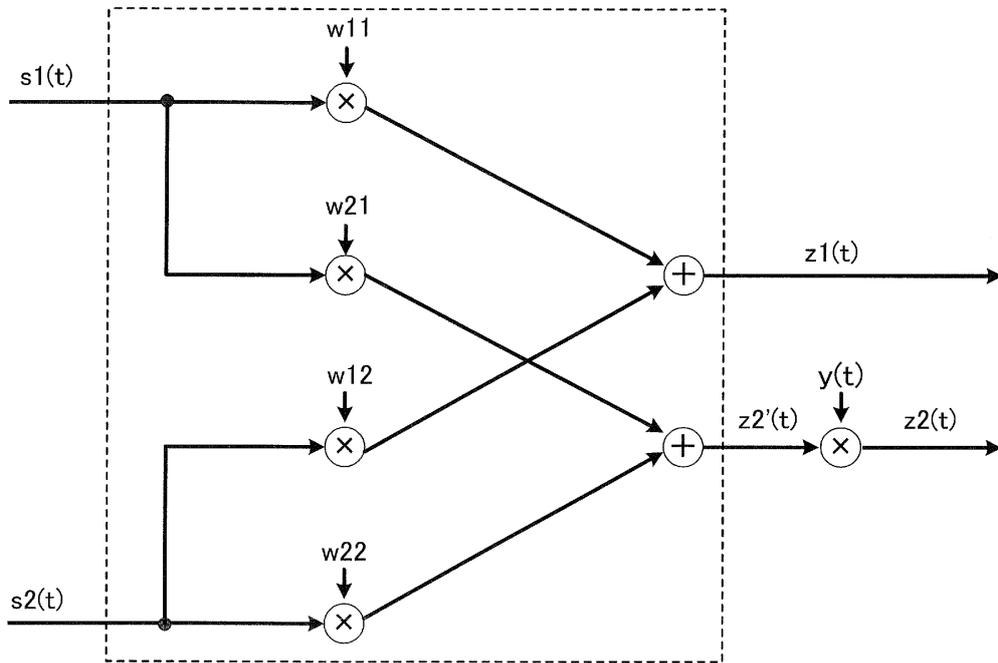
도면19



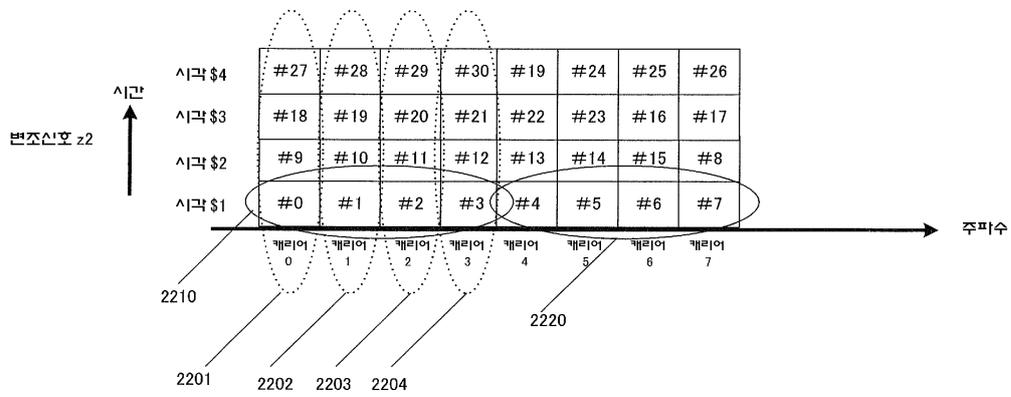
도면20



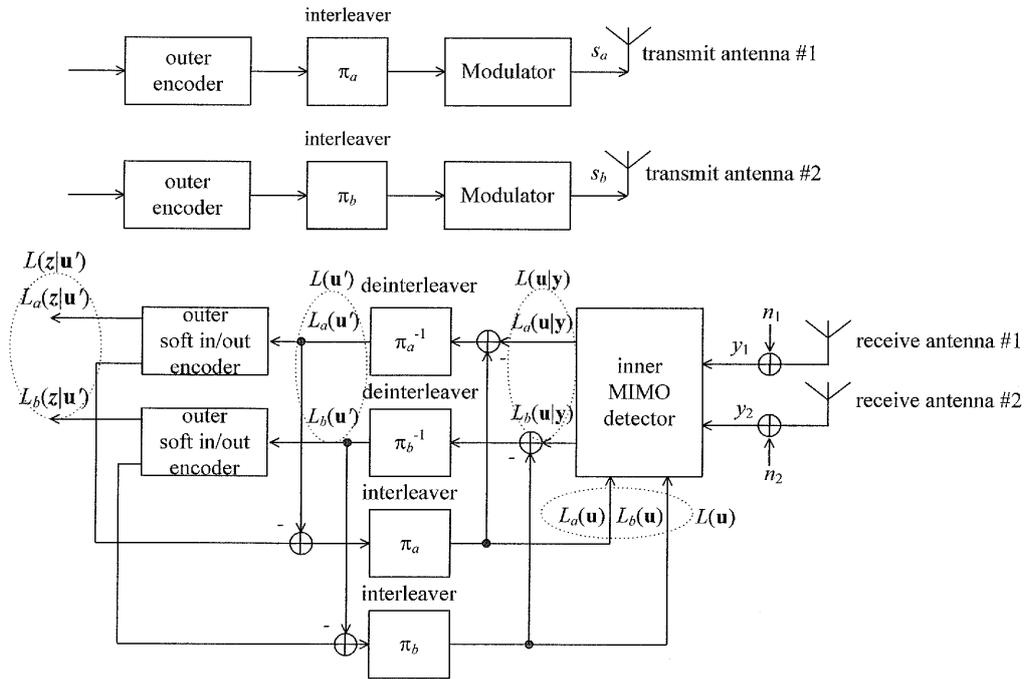
도면21



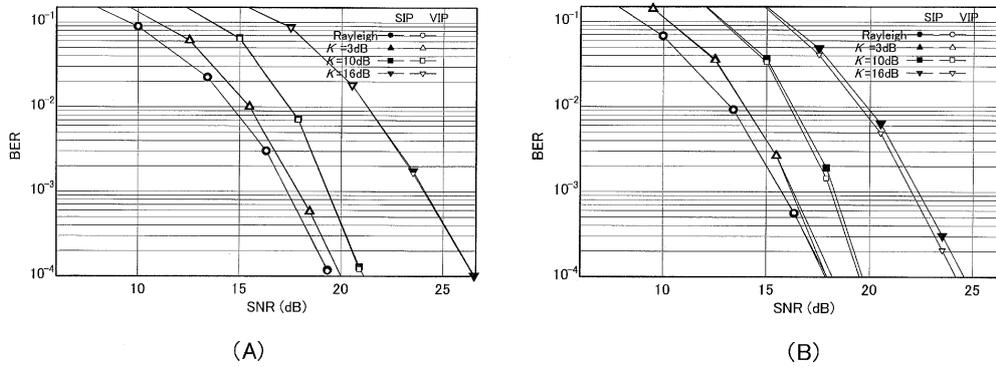
도면22



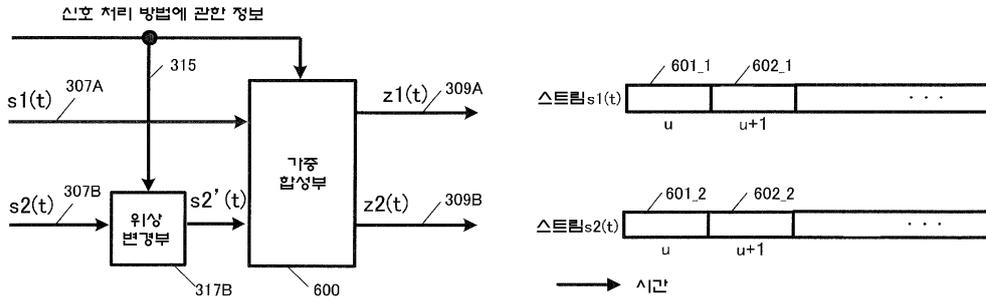
도면23



도면24



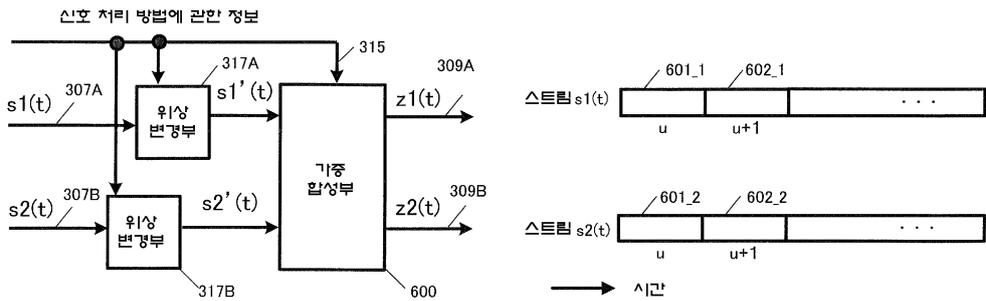
도면25



위상 변경부의 위상 변경식 $y(t)$ 의 변경예

시각 $u$	시각 $u+1$	시각 $u+2$	시각 $u+3$	시각 $u+k$
$y(u) = e^{j0}$	$y(u+1) = e^{j\frac{\pi}{2}}$	$y(u+2) = e^{j\pi}$	$y(u+3) = e^{j\frac{3\pi}{2}}$	$\dots y(u+k) = e^{j\frac{k\pi}{2}} \dots$

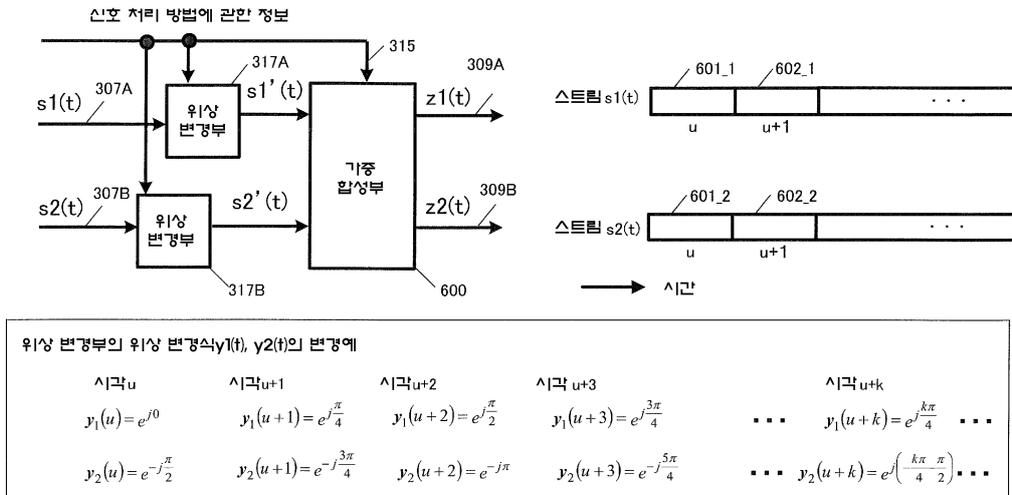
도면26



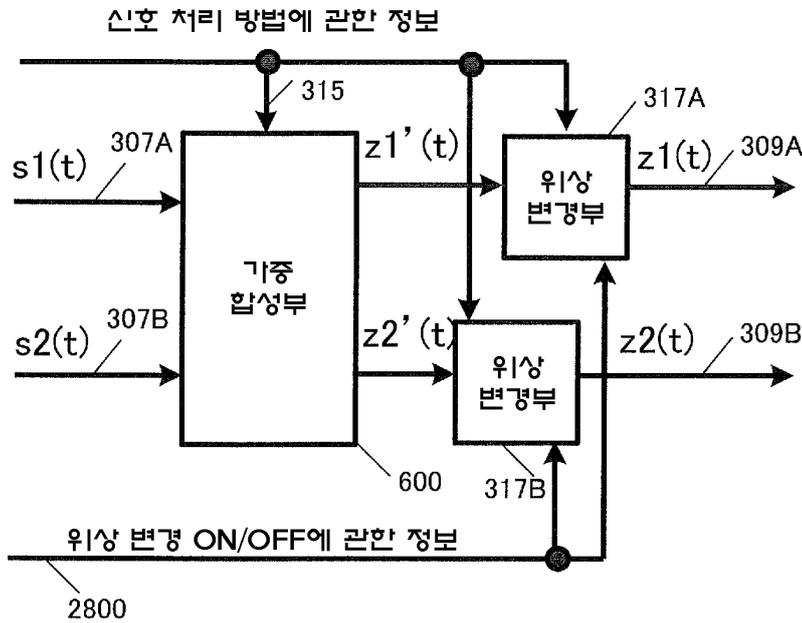
위상 변경부의 위상 변경식 $y_1(t), y_2(t)$ 의 변경예

시각 $u$	시각 $u+1$	시각 $u+2$	시각 $u+3$	시각 $u+k$
$y_1(u) = e^{j0}$	$y_1(u+1) = e^{j\frac{\pi}{4}}$	$y_1(u+2) = e^{j\frac{\pi}{2}}$	$y_1(u+3) = e^{j\frac{3\pi}{4}}$	$\dots y_1(u+k) = e^{j\frac{k\pi}{4}} \dots$
$y_2(u) = e^{-j\frac{\pi}{2}}$	$y_2(u+1) = e^{-j\frac{3\pi}{4}}$	$y_2(u+2) = e^{-j\pi}$	$y_2(u+3) = e^{-j\frac{5\pi}{4}}$	$\dots y_2(u+k) = e^{j\left(-\frac{k\pi}{4} - \frac{\pi}{2}\right)} \dots$

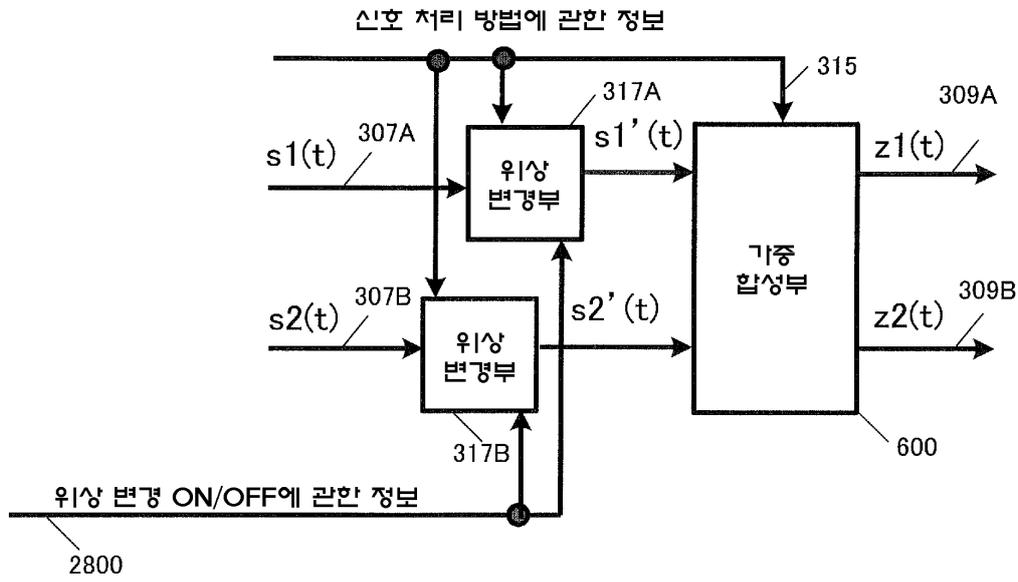
도면27



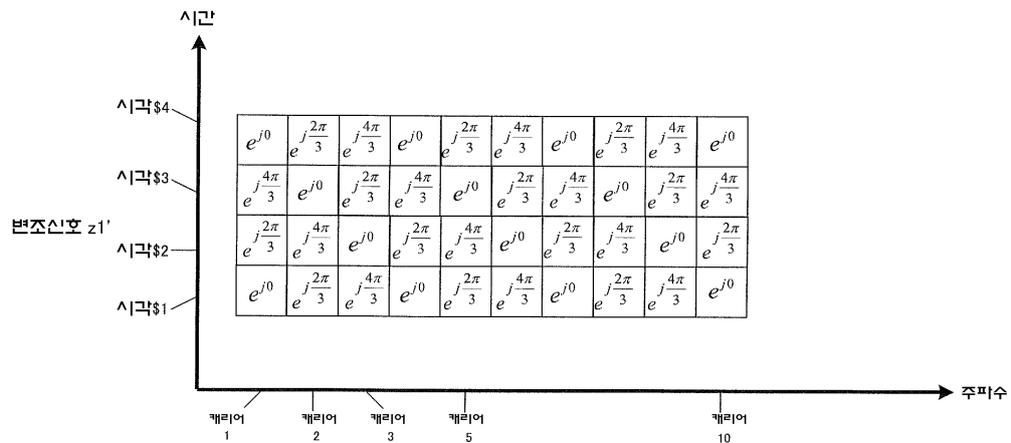
도면28



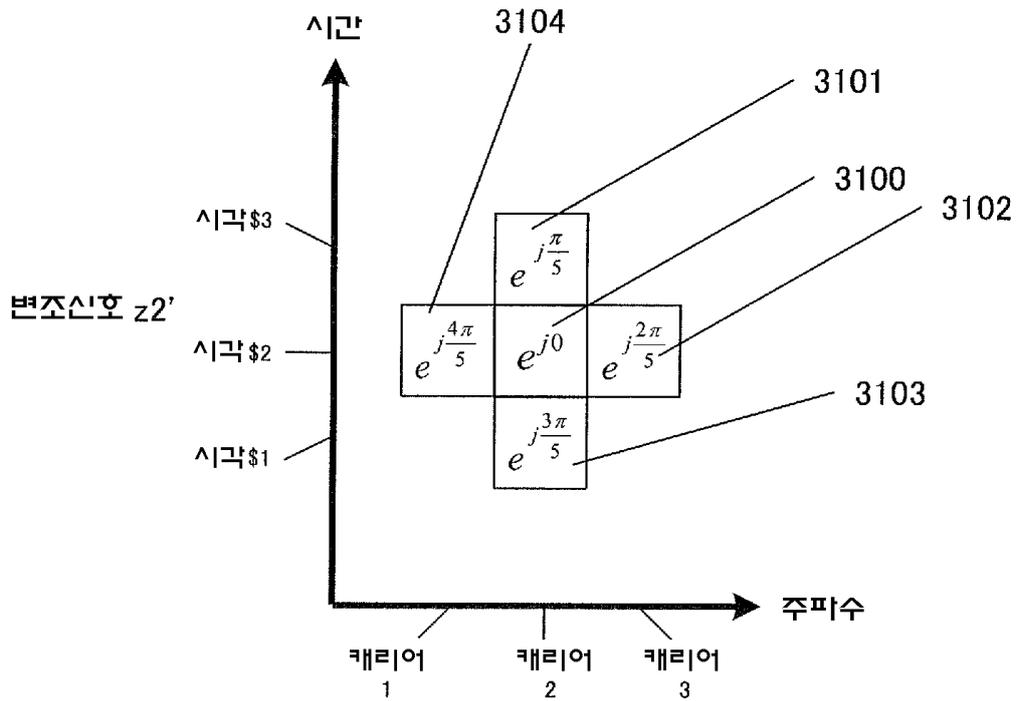
도면29



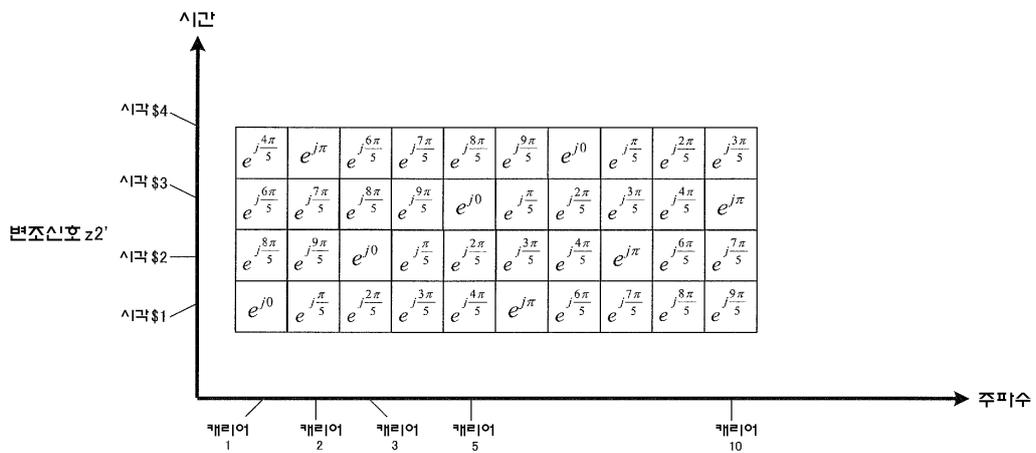
도면30



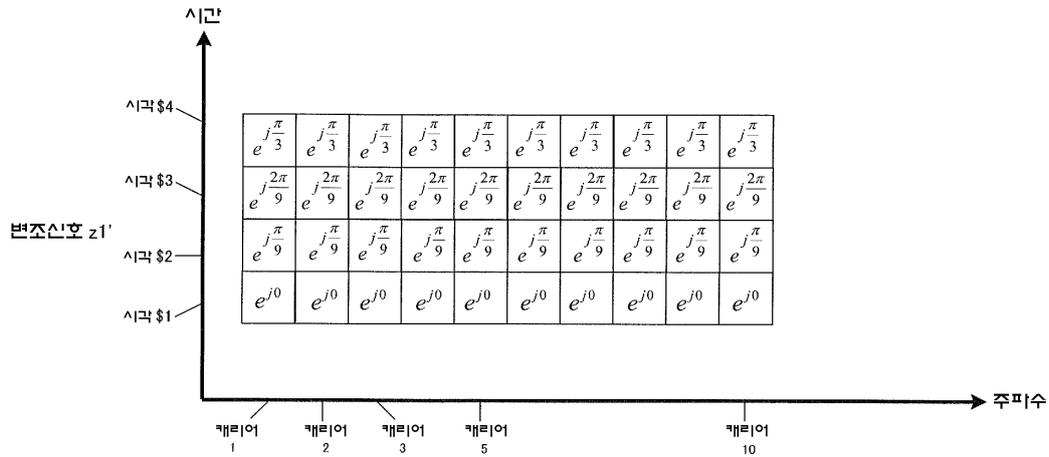
도면31



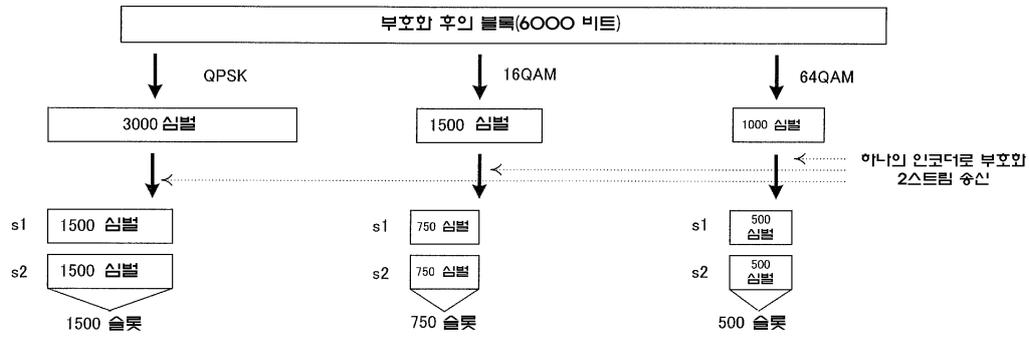
도면32



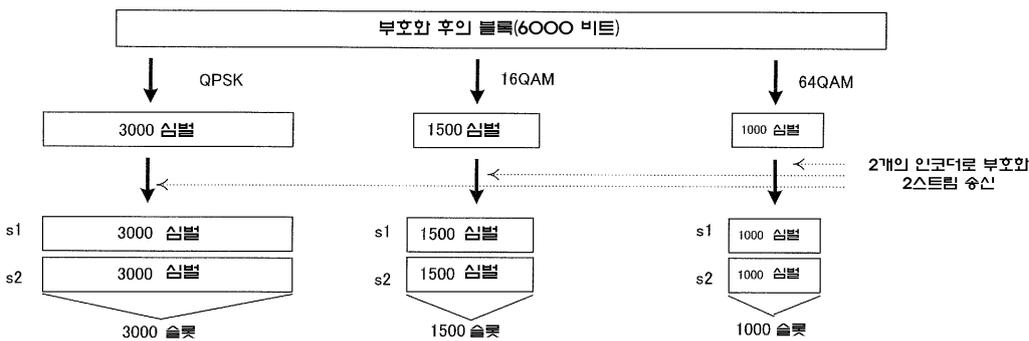
도면33



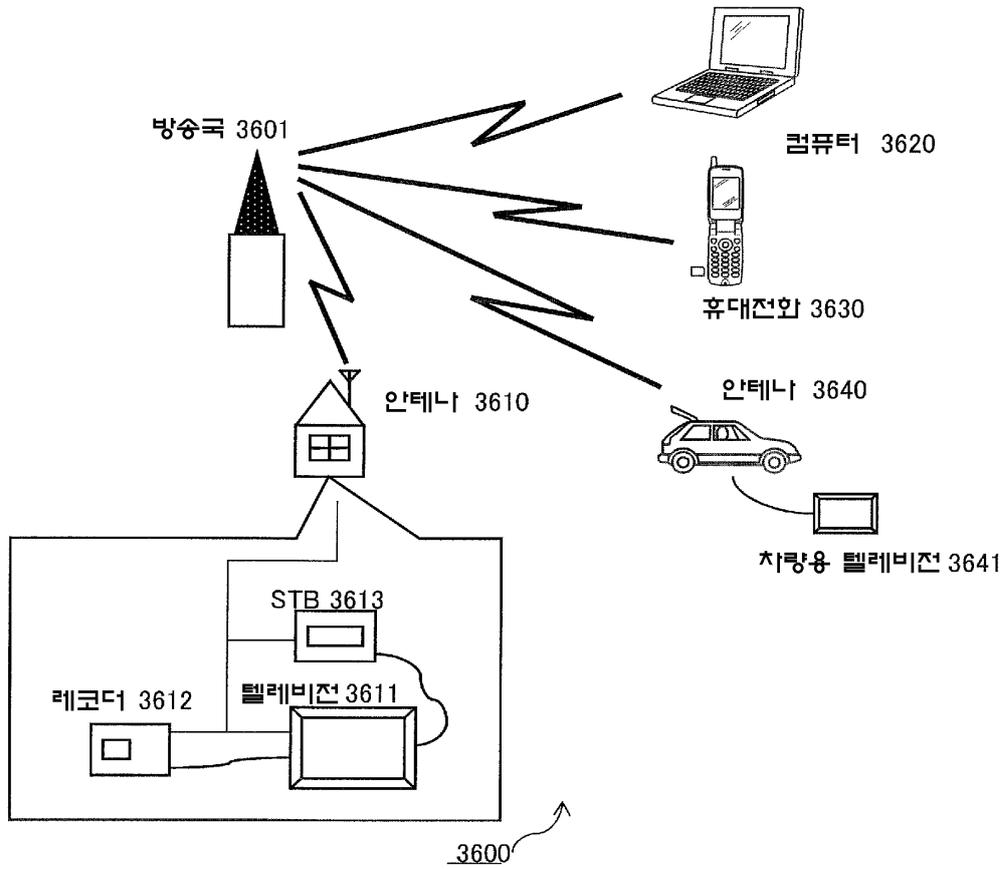
도면34



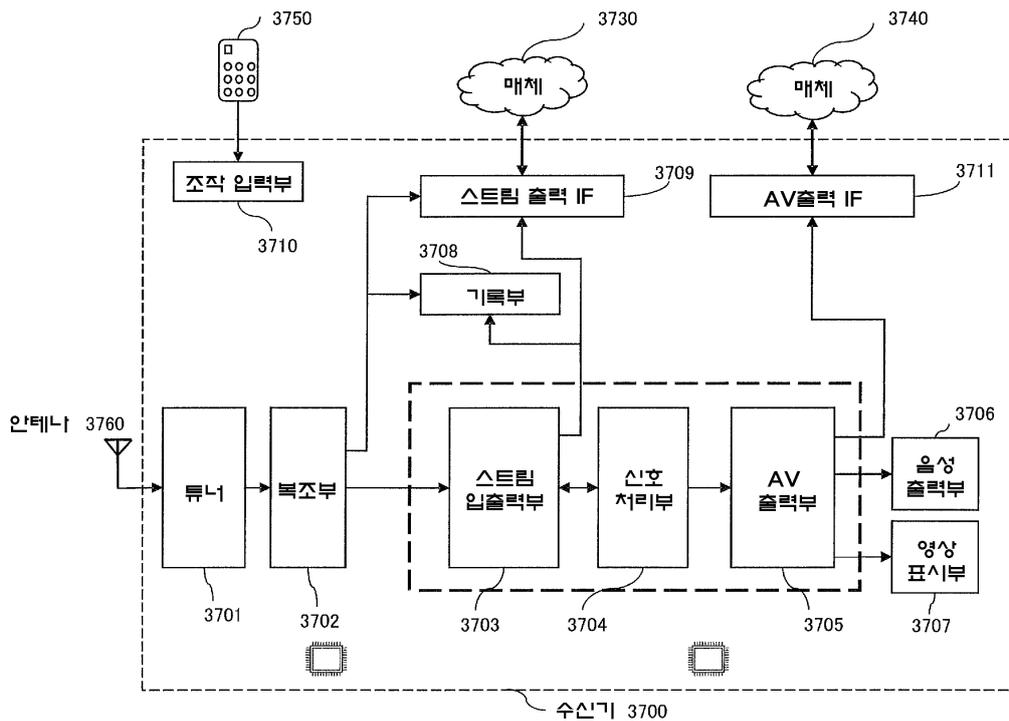
도면35



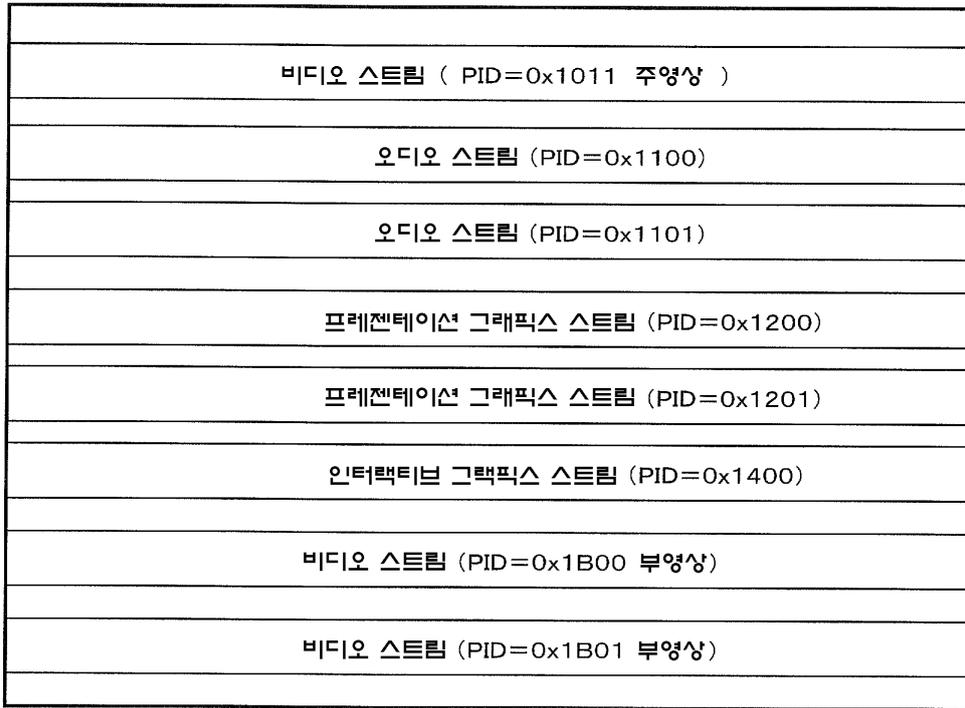
도면36



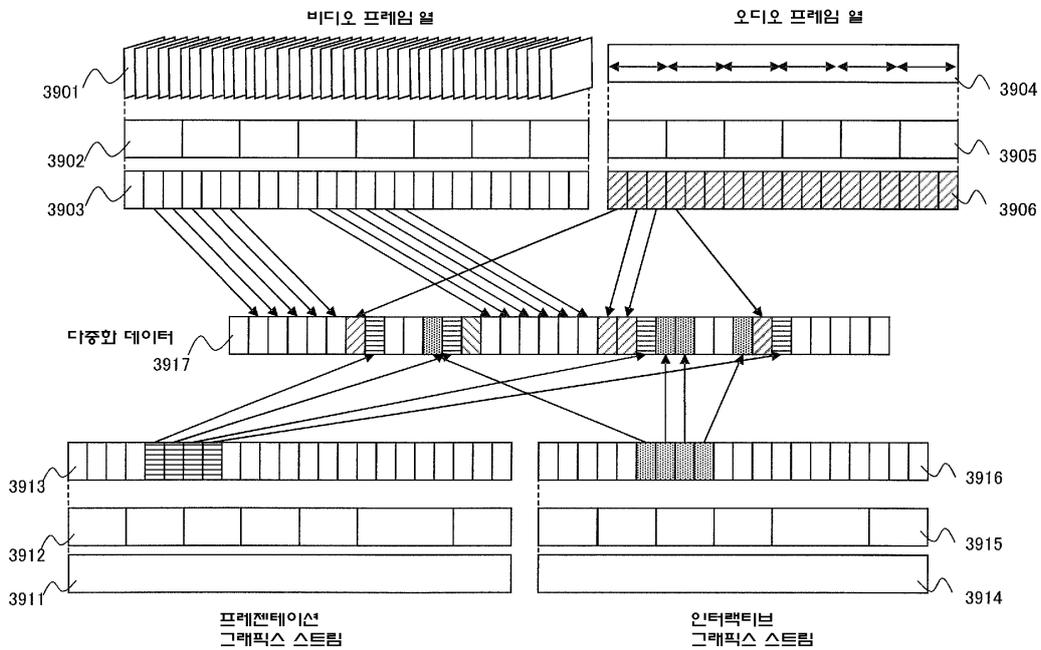
도면37



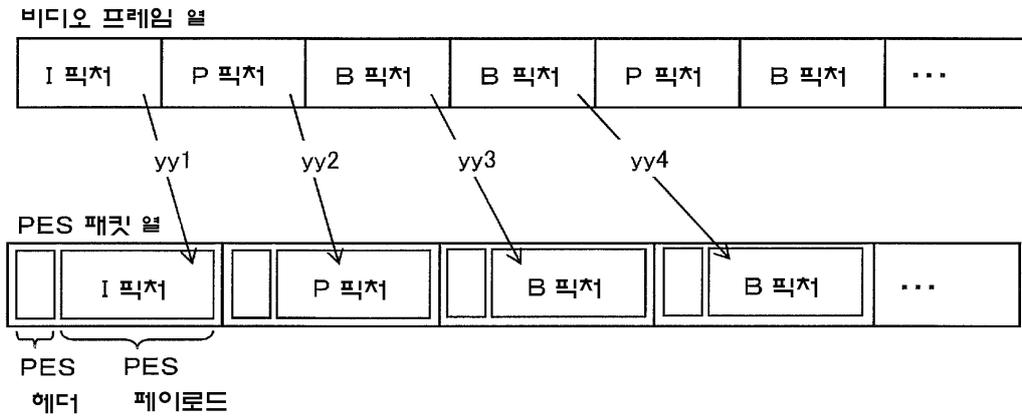
도면38



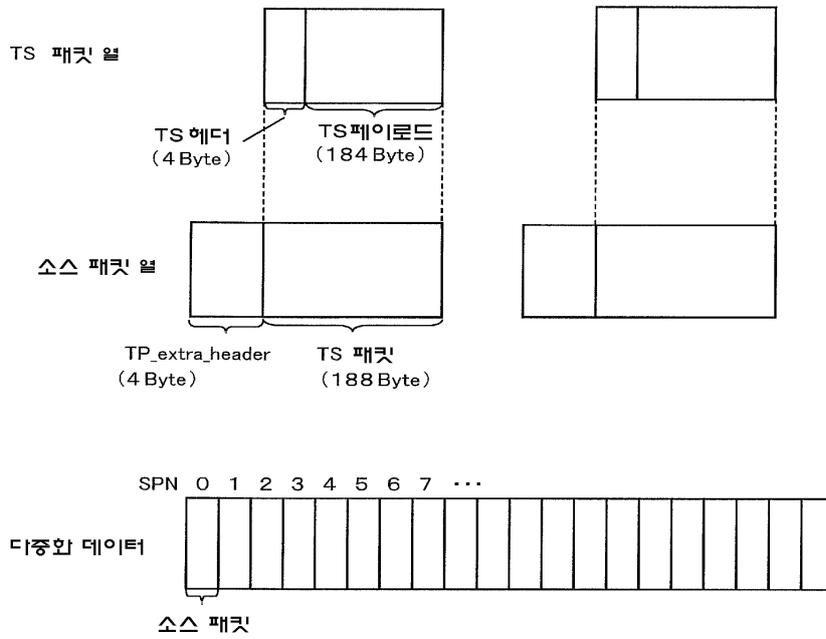
도면39



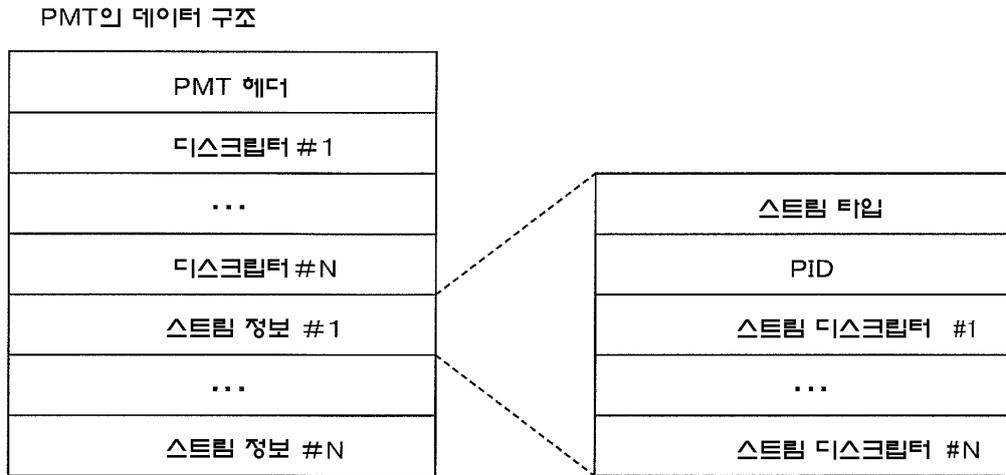
도면40



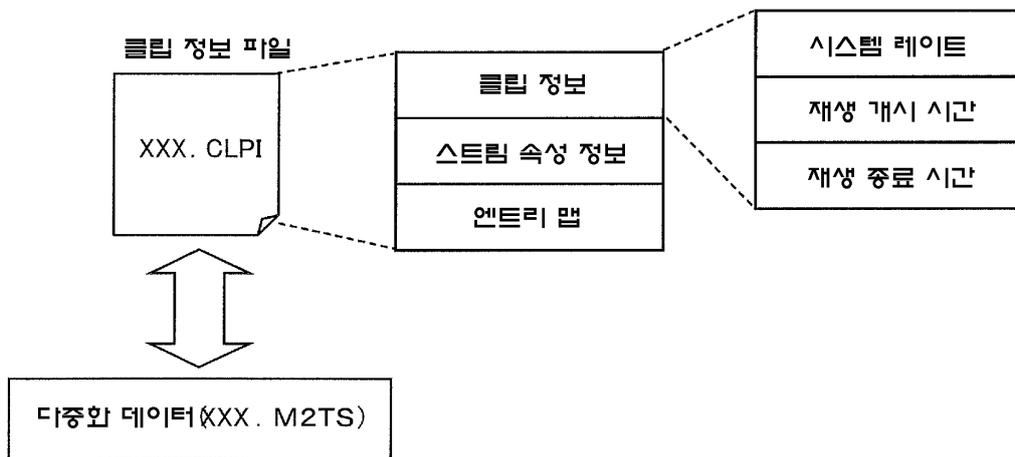
도면41



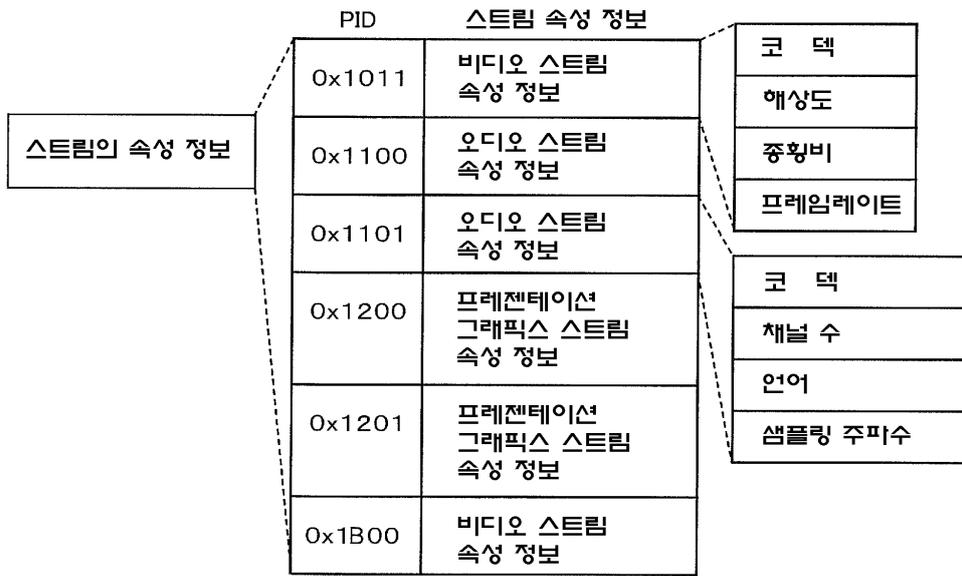
도면42



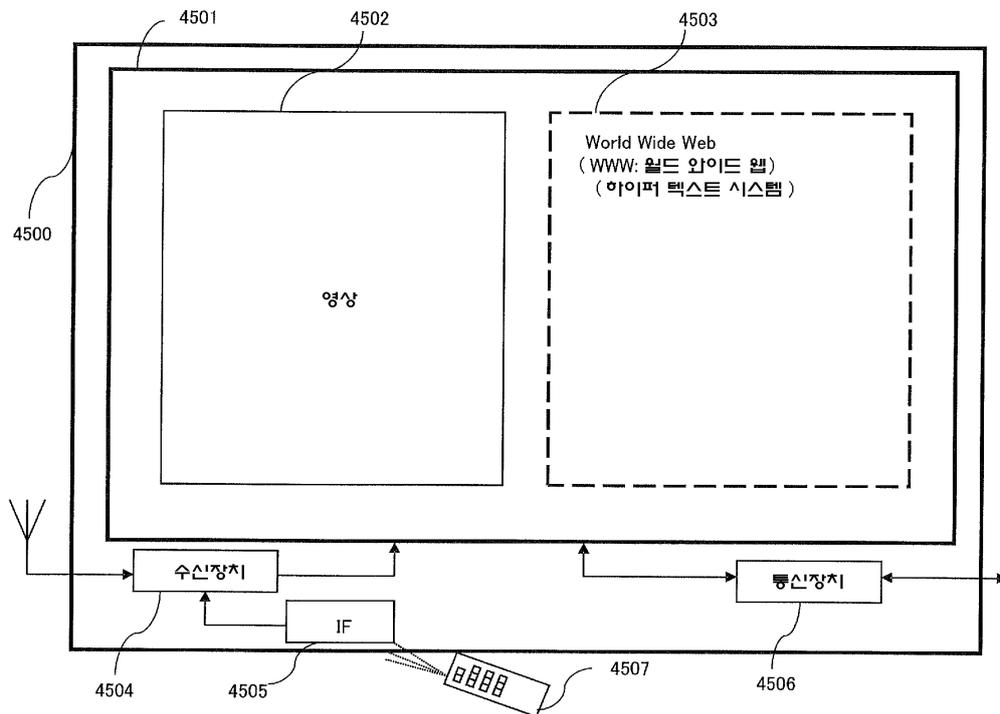
도면43



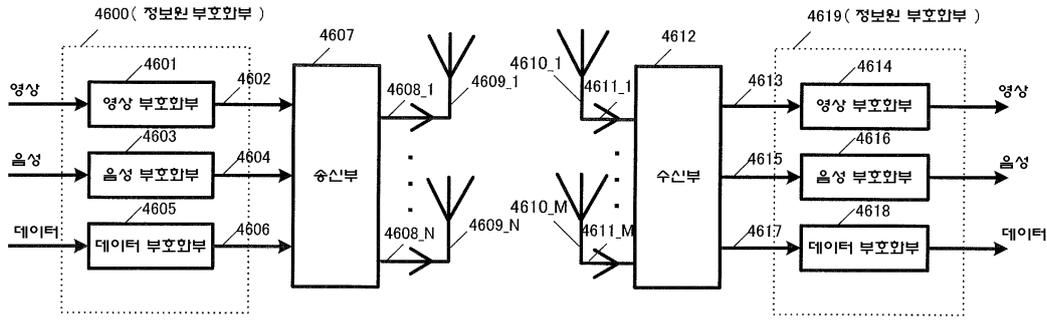
도면44



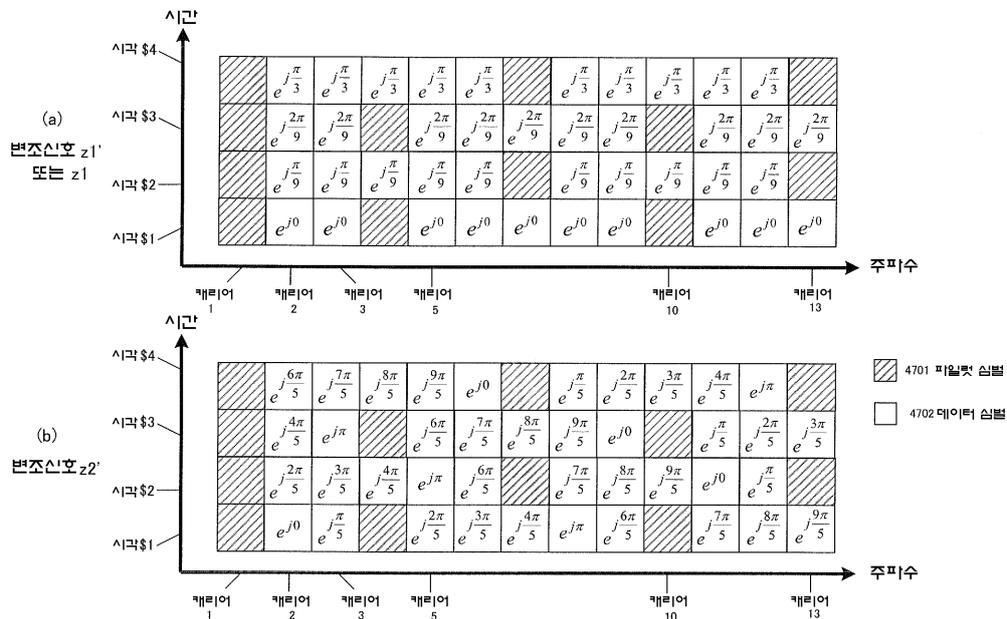
도면45



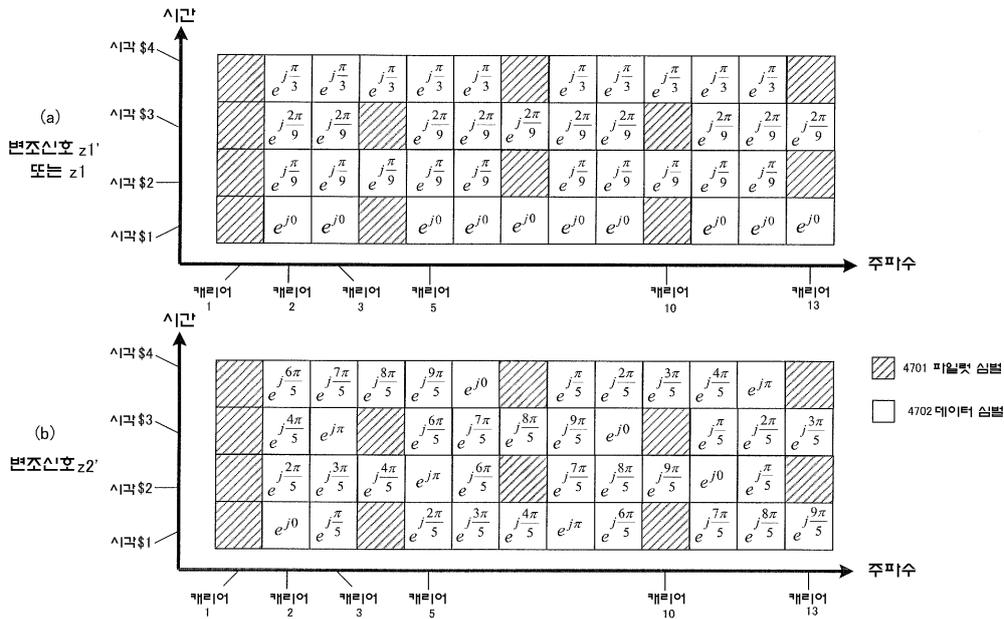
도면46



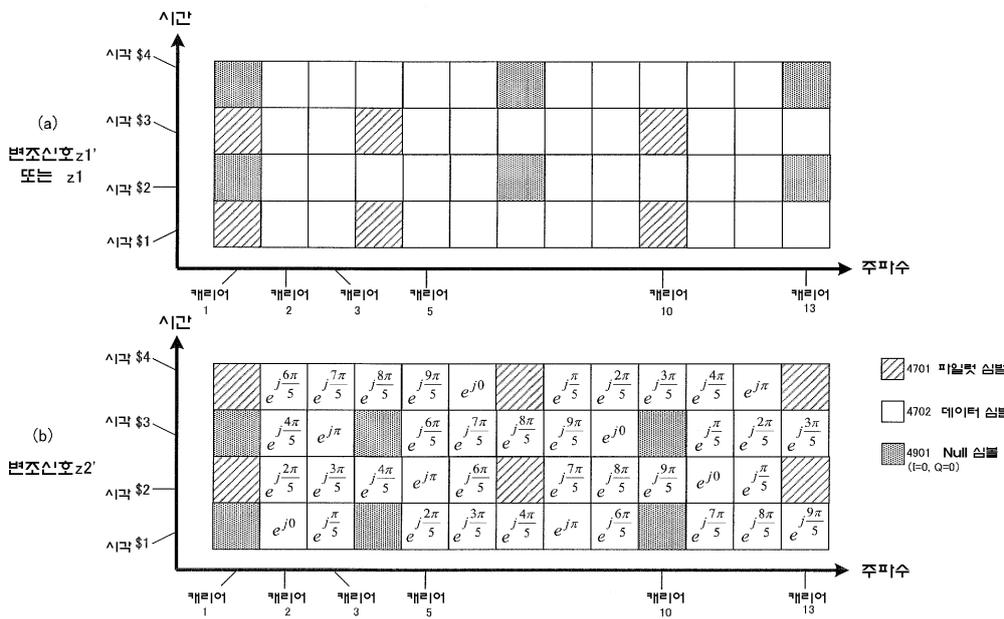
도면47



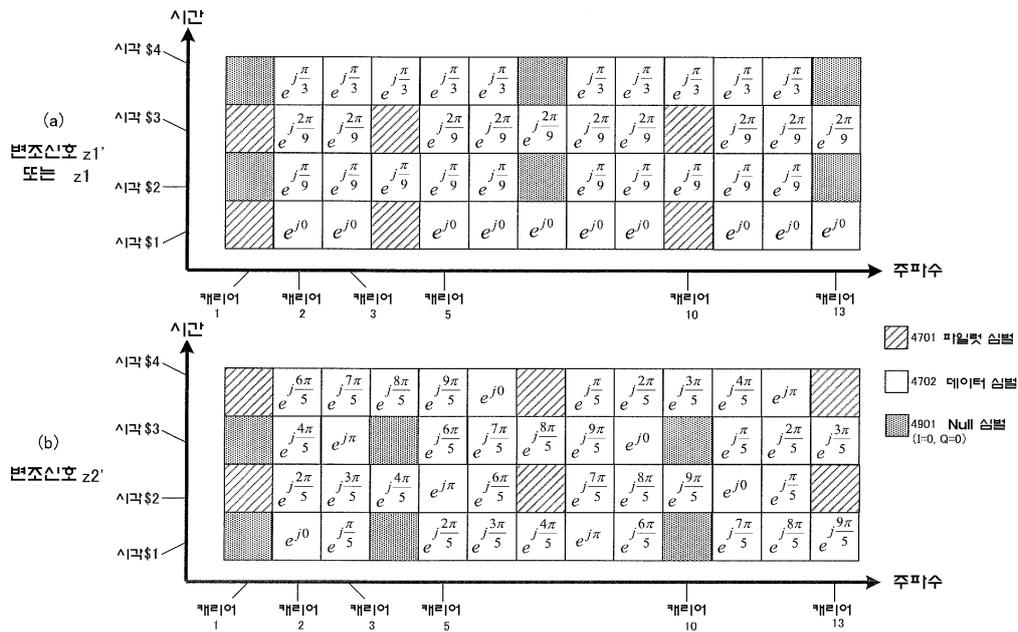
도면48



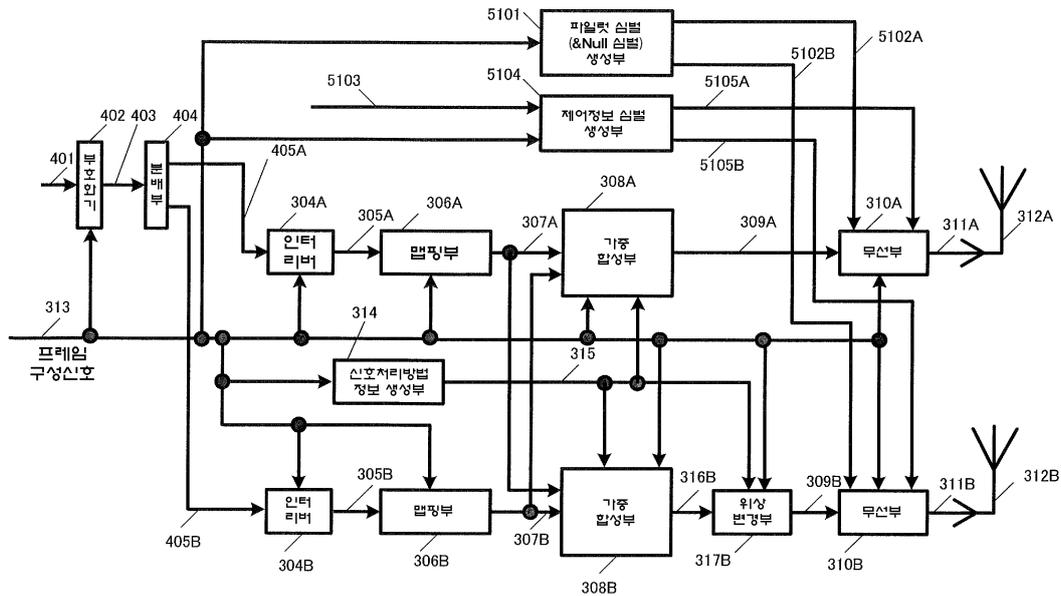
도면49



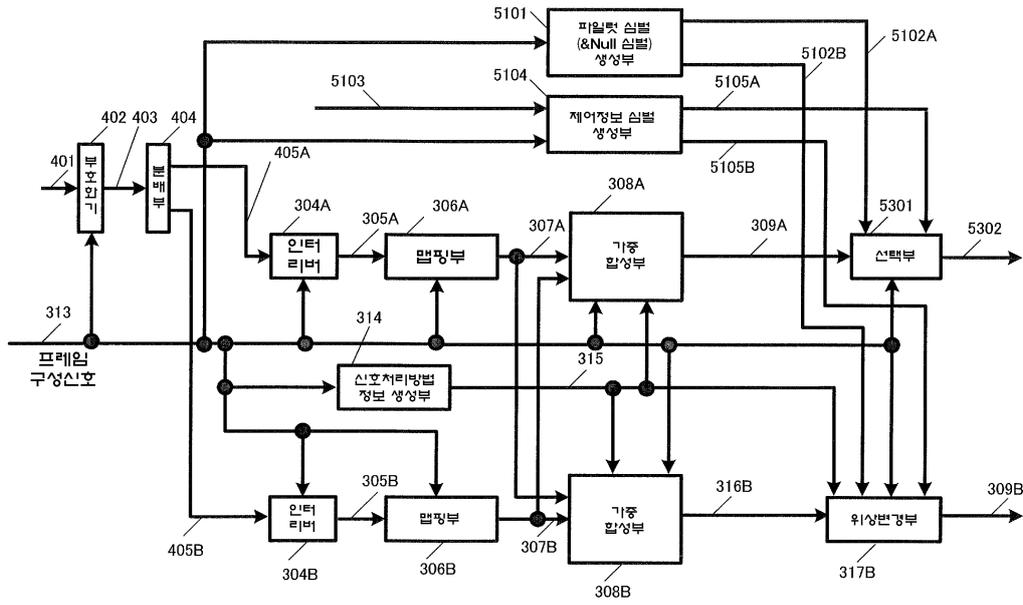
도면50



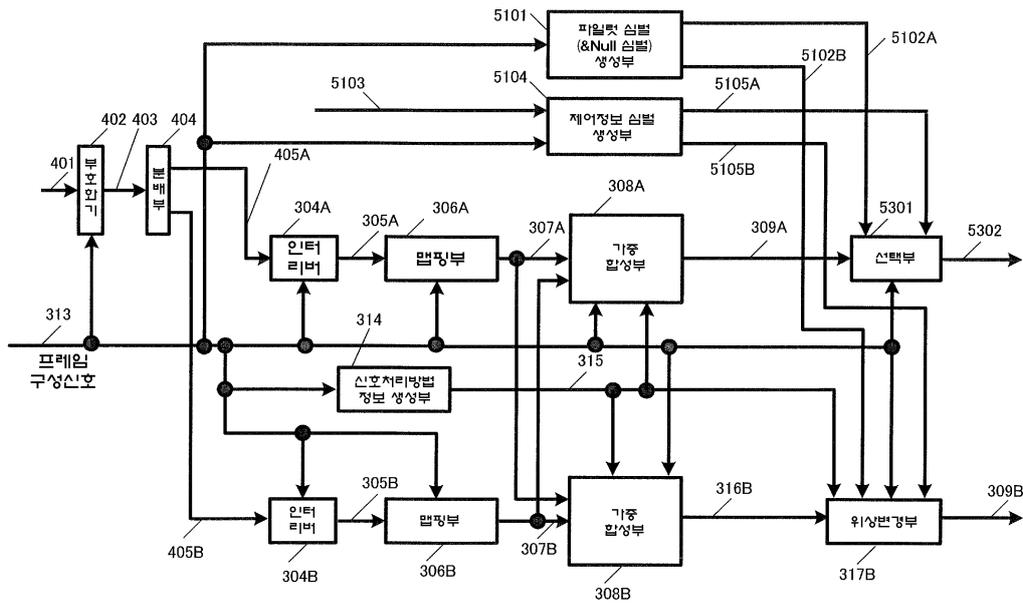
도면51



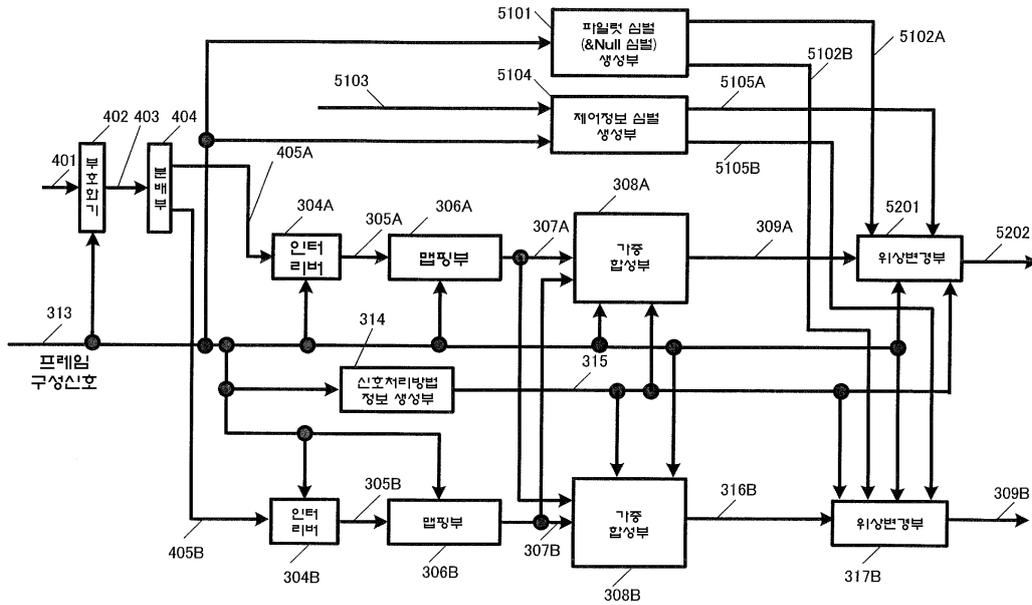
도면52



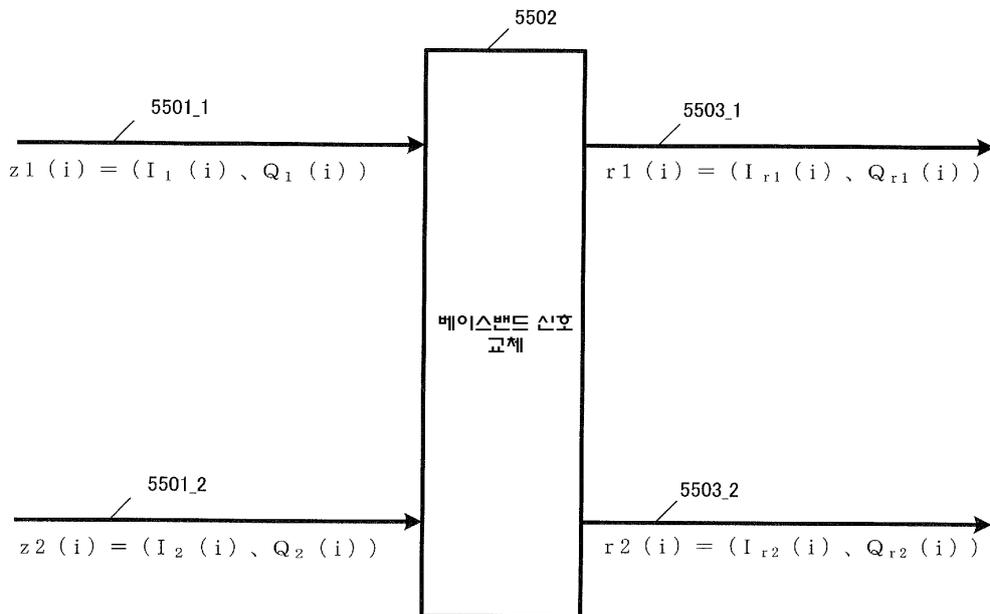
도면53



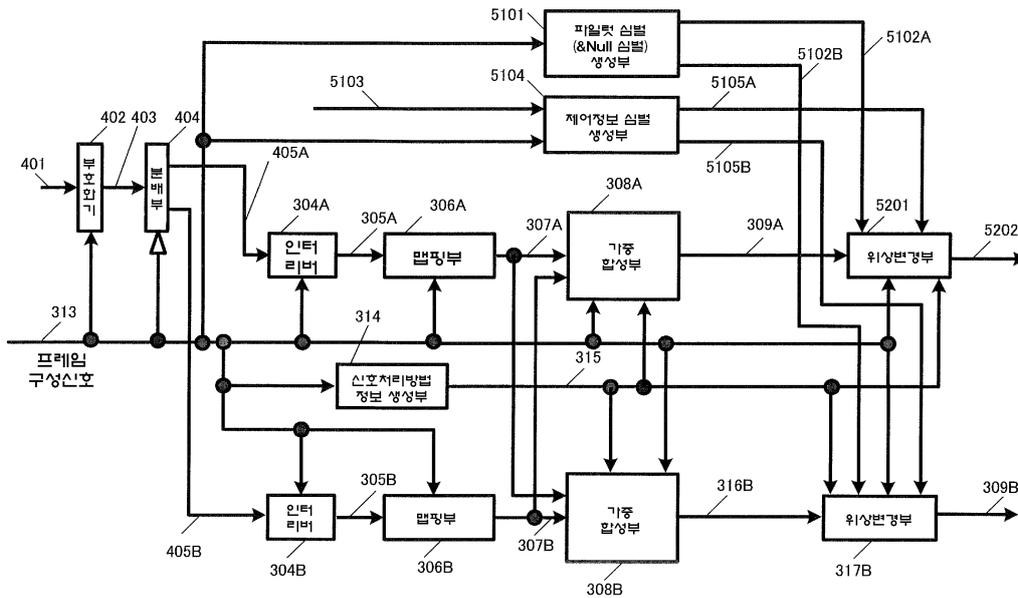
도면54



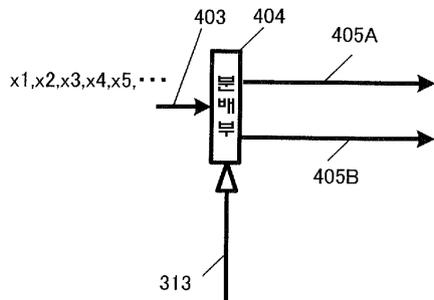
도면55



도면56



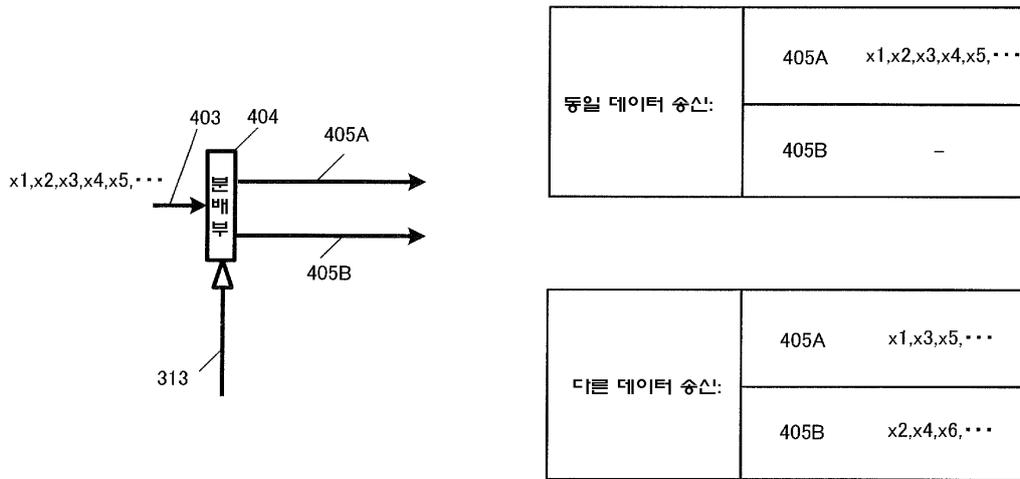
도면57



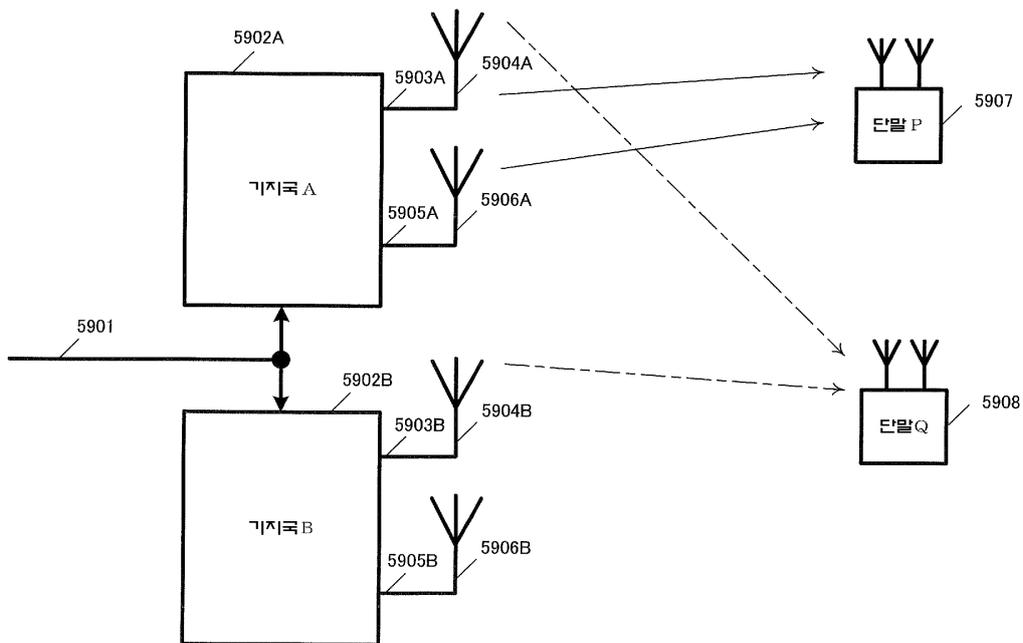
동일 데이터 송신:	405A	x1,x2,x3,x4,x5,...
	405B	x1,x2,x3,x4,x5,...

다른 데이터 송신:	405A	x1,x3,x5,...
	405B	x2,x4,x6,...

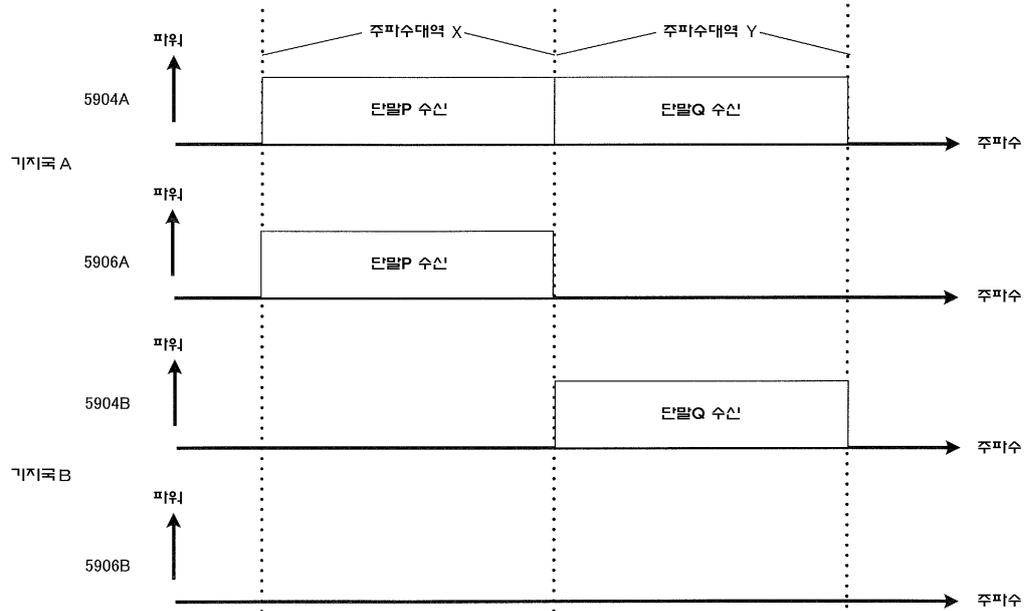
도면58



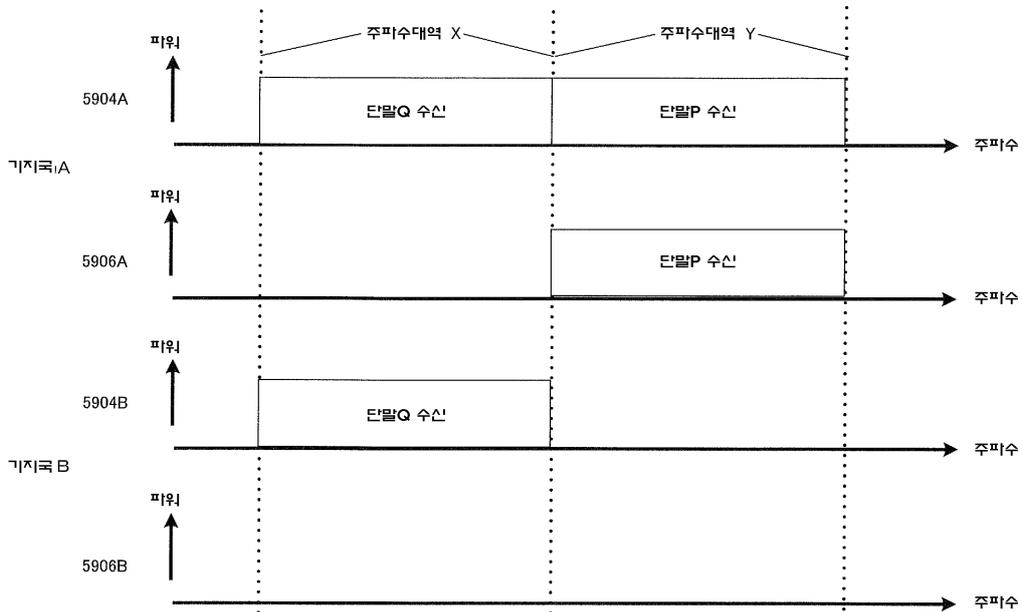
도면59



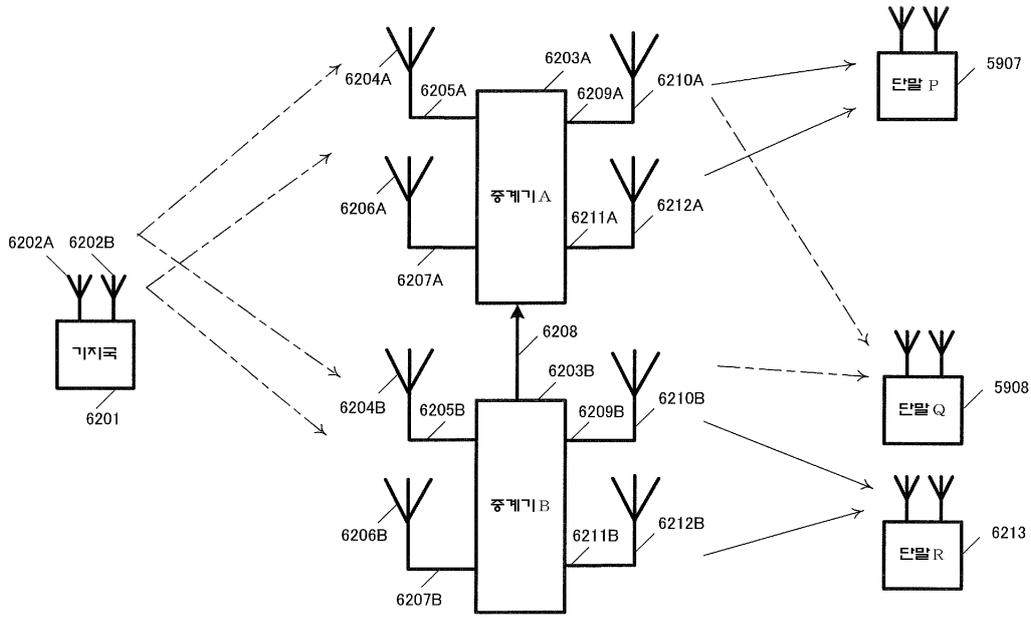
도면60



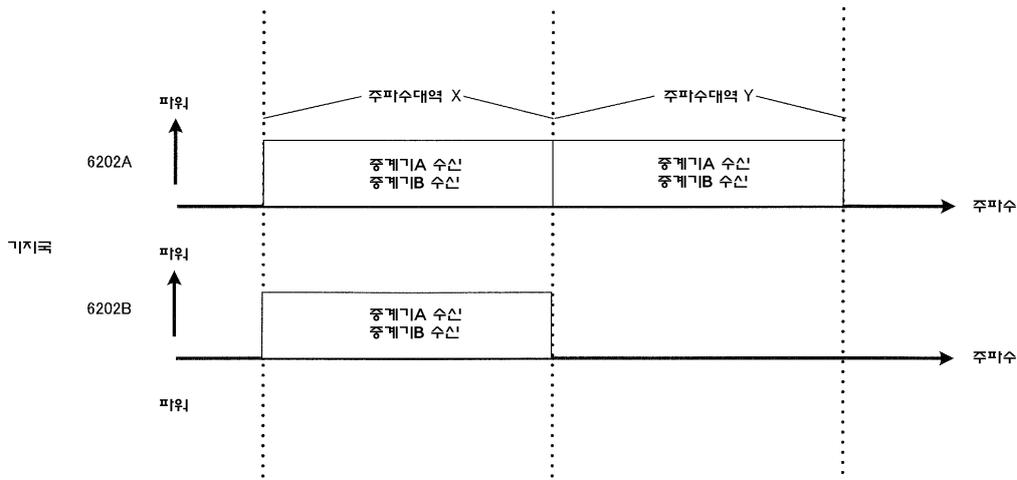
도면61



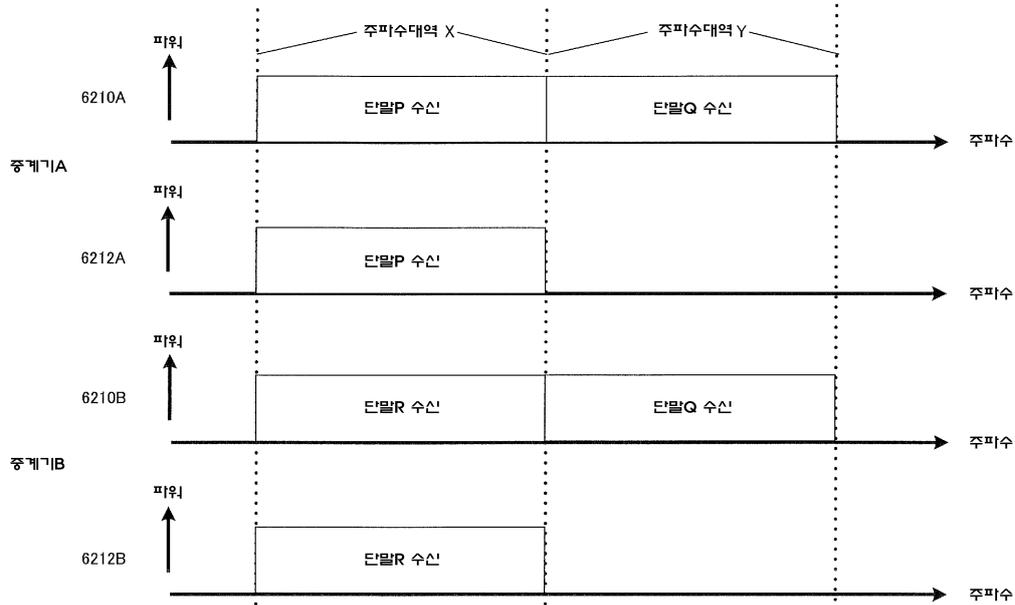
도면62



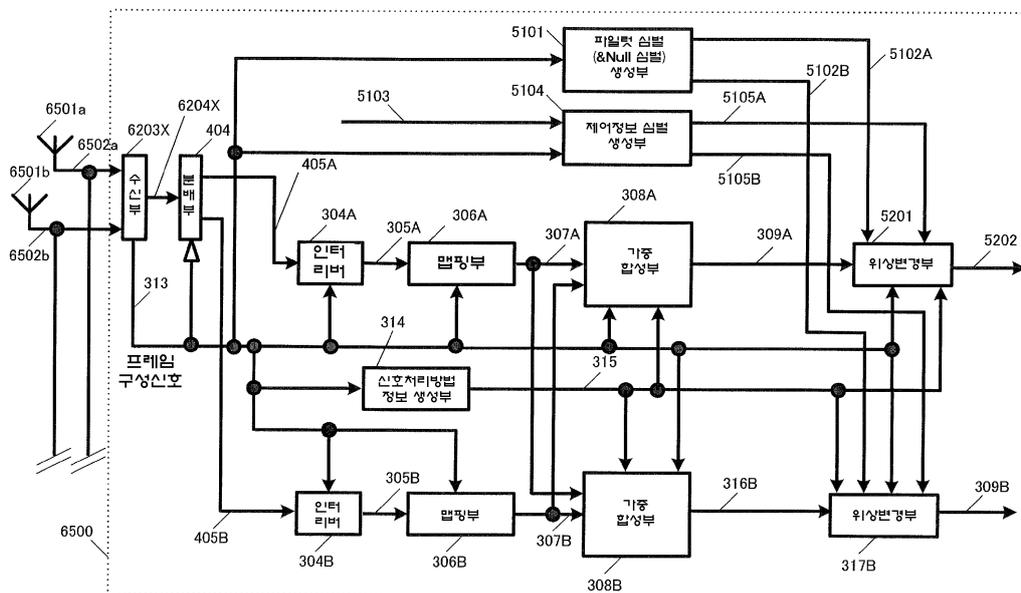
도면63



도면64

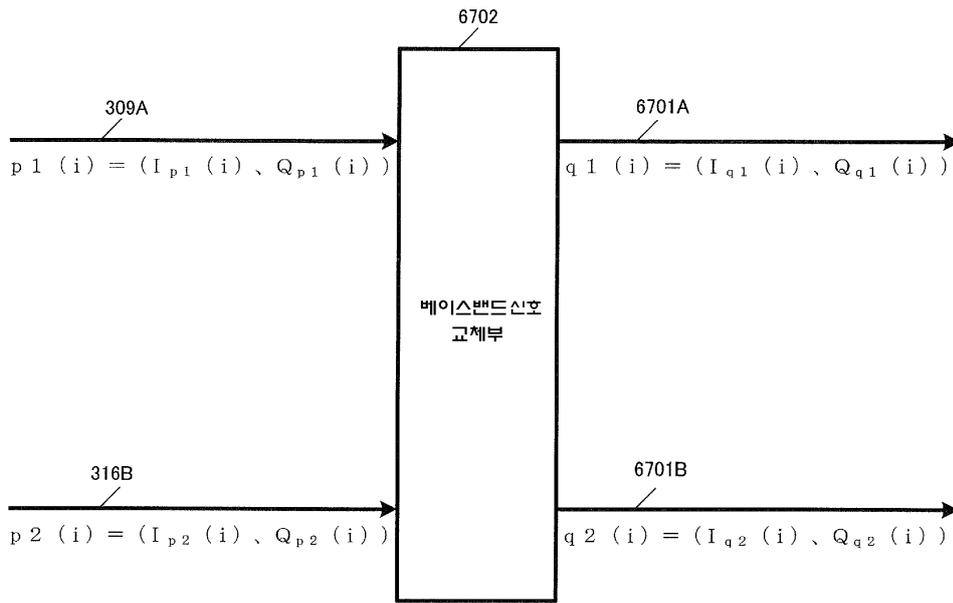


도면65

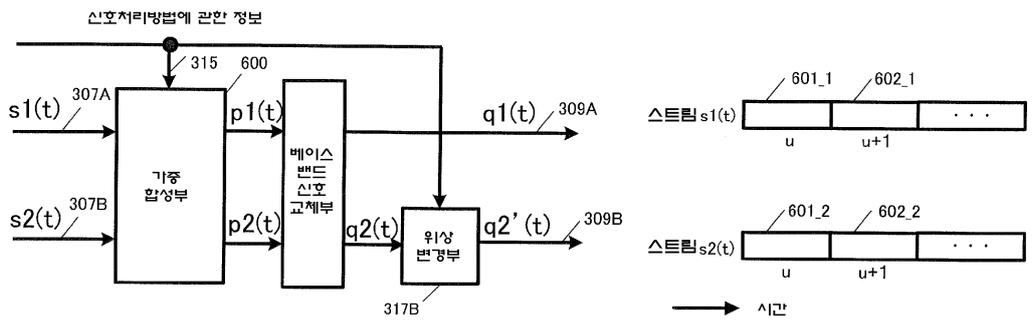




도면68

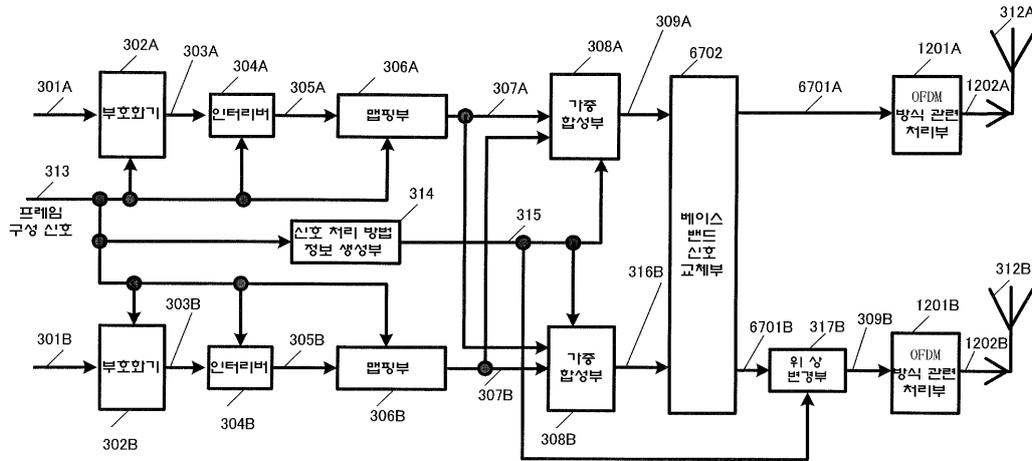


도면69

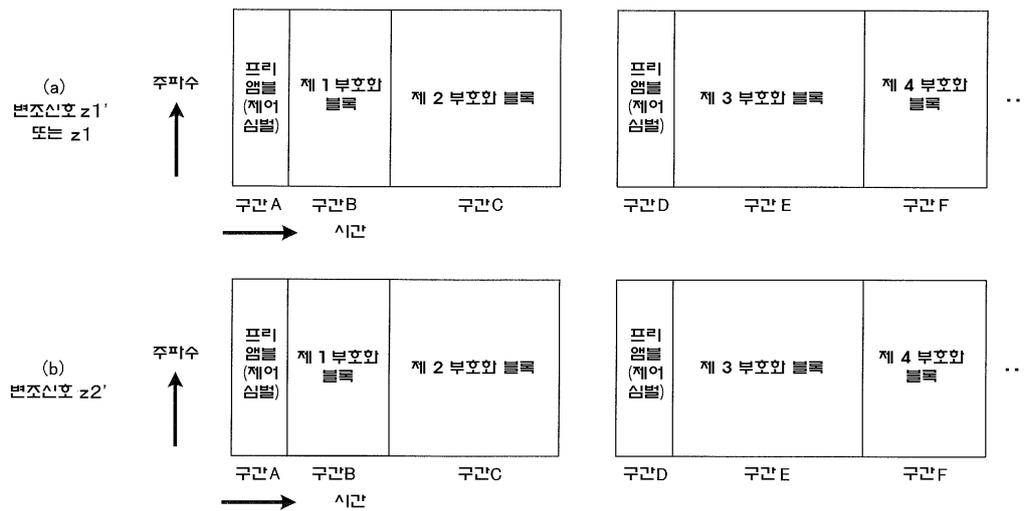


위상변경부의 위상변경식 y(t)의 변경 예				
시각 u	시각 u+1	시각 u+2	시각 u+3	시각 u+k
$y(u) = e^{j0}$	$y(u+1) = e^{j\frac{\pi}{2}}$	$y(u+2) = e^{j\pi}$	$y(u+3) = e^{j\frac{3\pi}{2}}$	$\dots y(u+k) = e^{j\frac{k\pi}{2}} \dots$

도면70

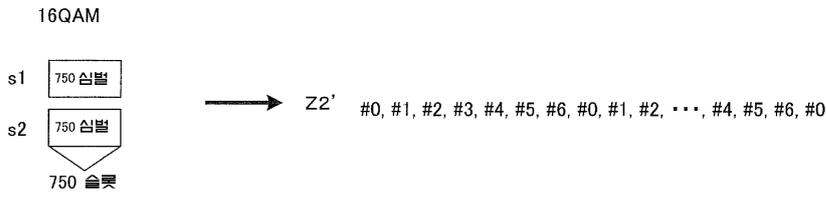


도면71

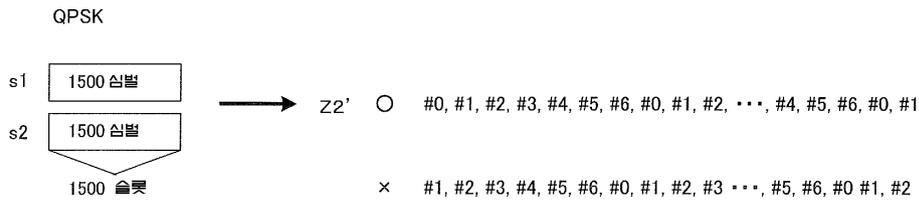


도면72

제 1 부호화 블록

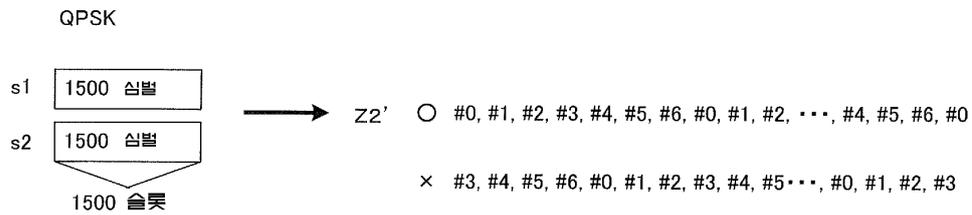


제 2 부호화 블록

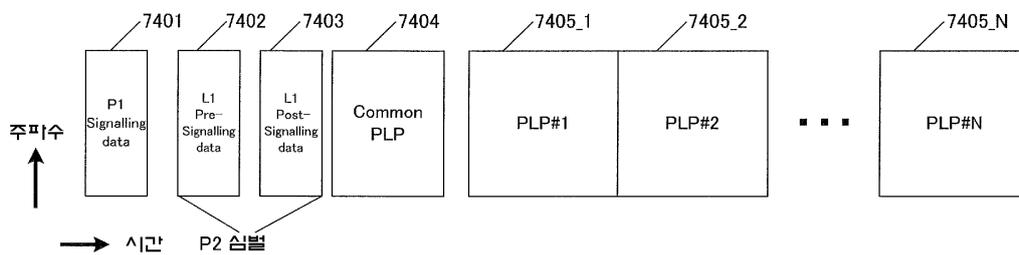


도면73

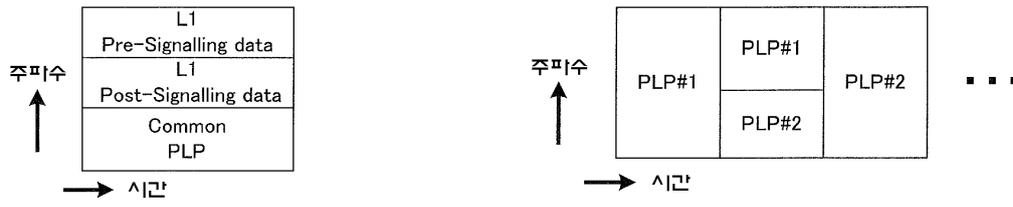
제 3 부호화 블록



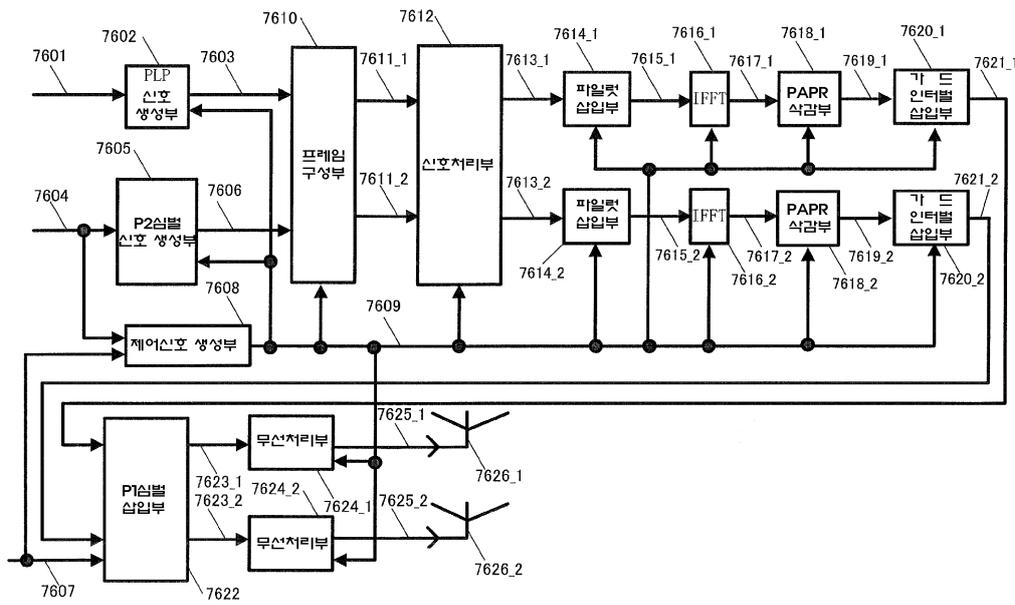
도면74



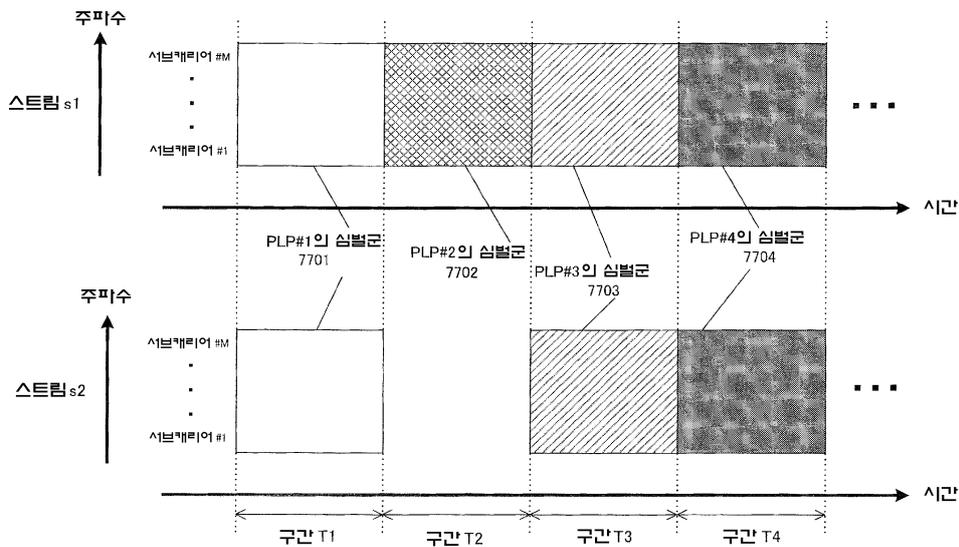
도면75



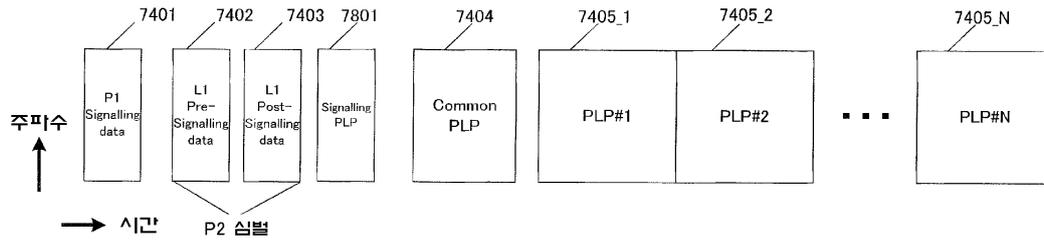
도면76



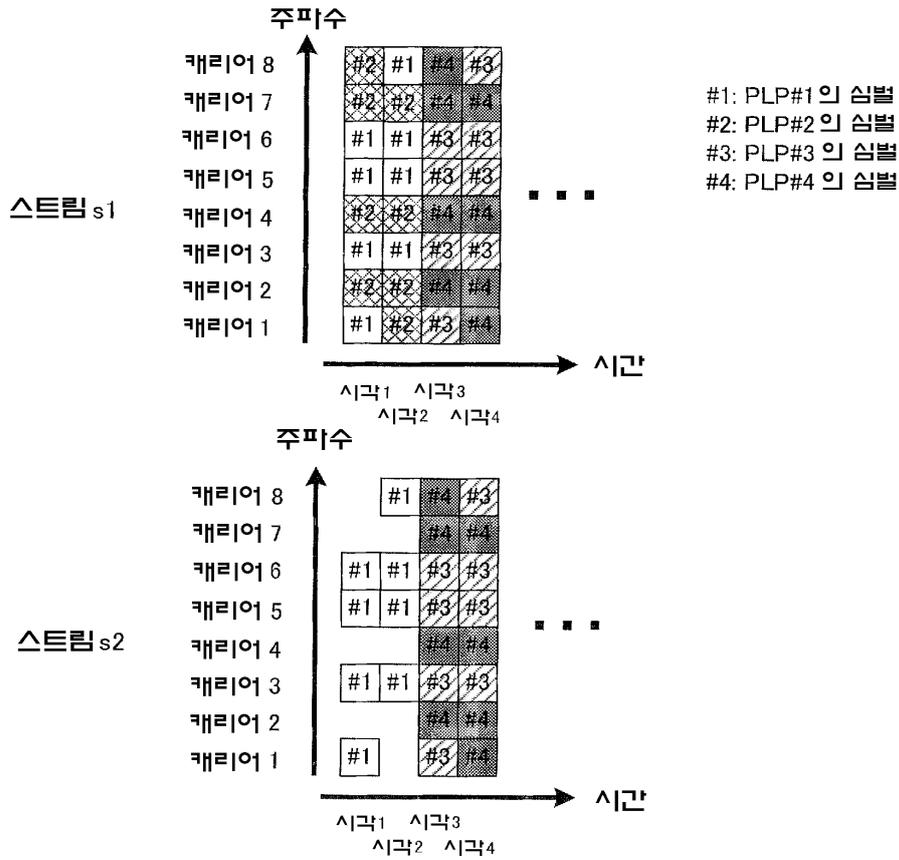
도면77



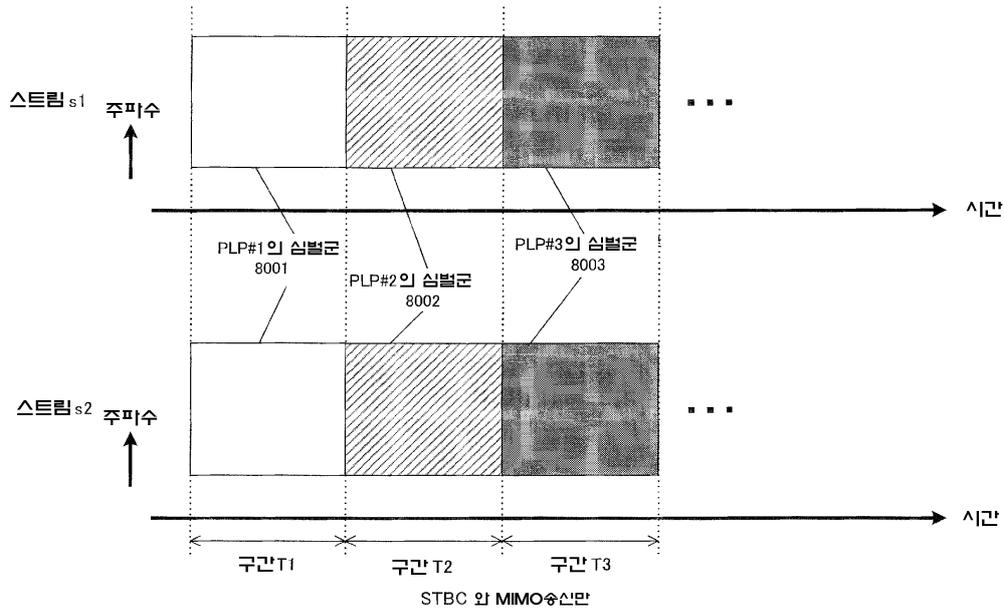
도면78



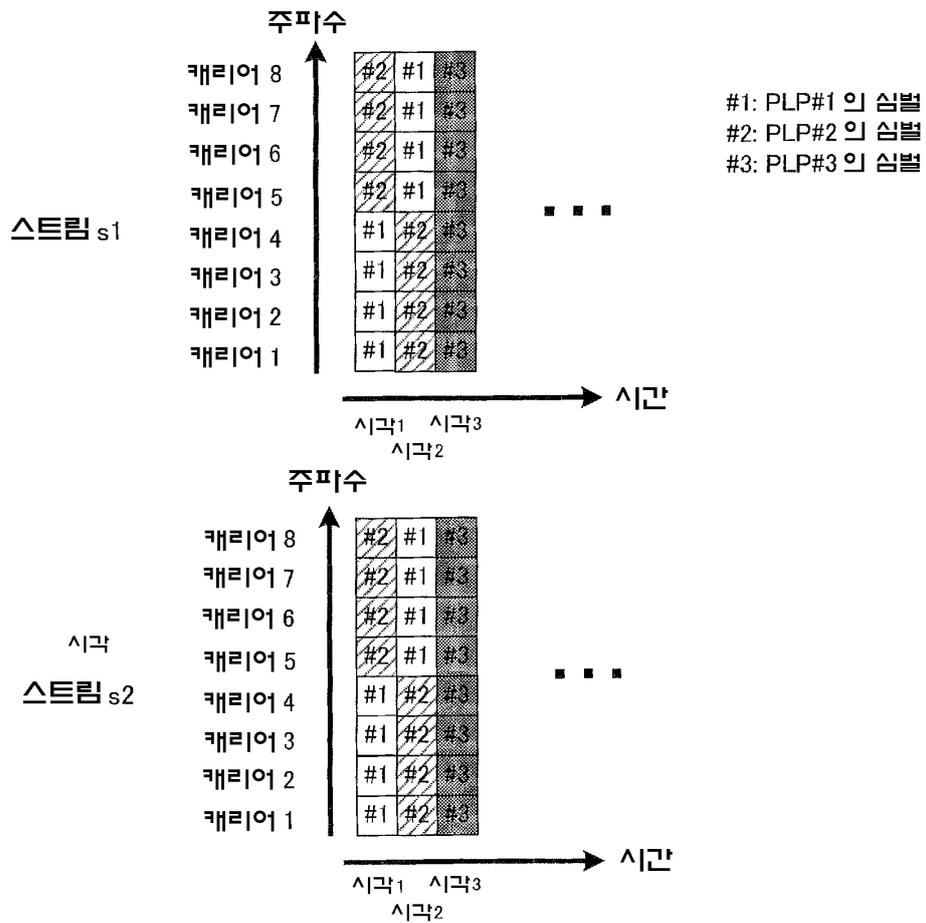
도면79



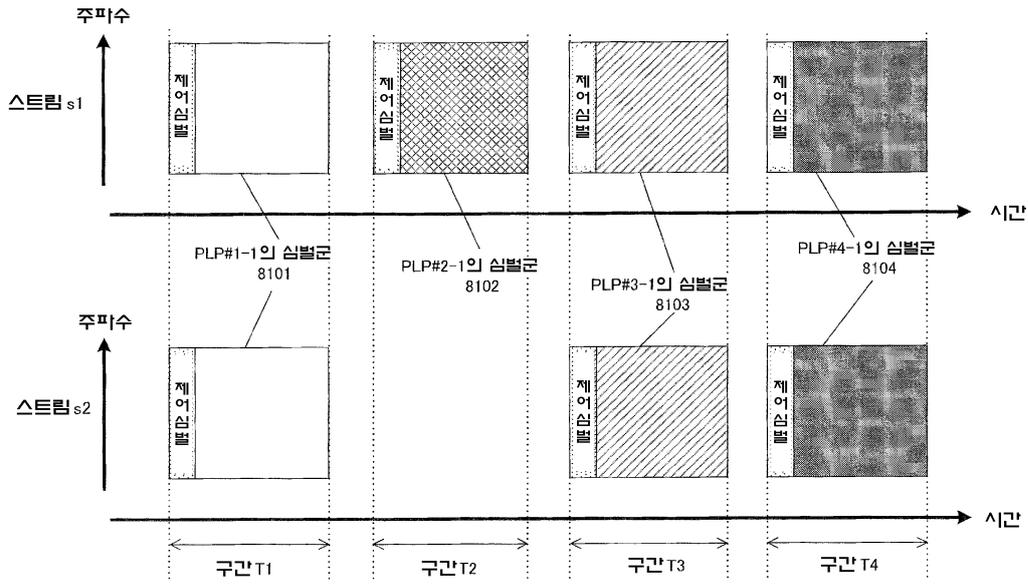
도면80



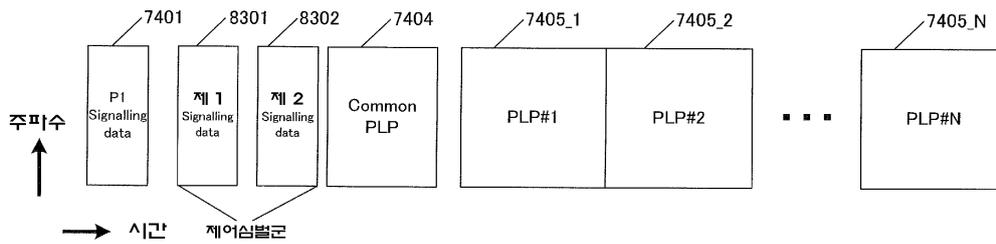
도면81



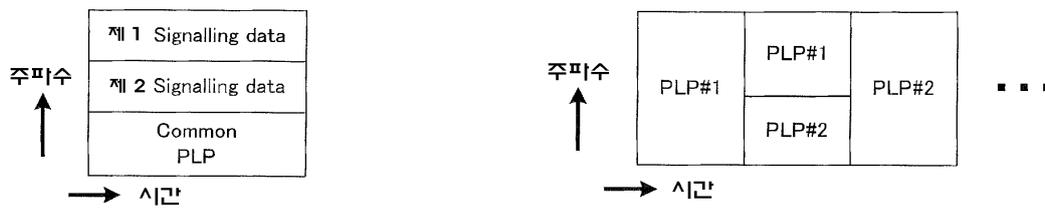
도면82



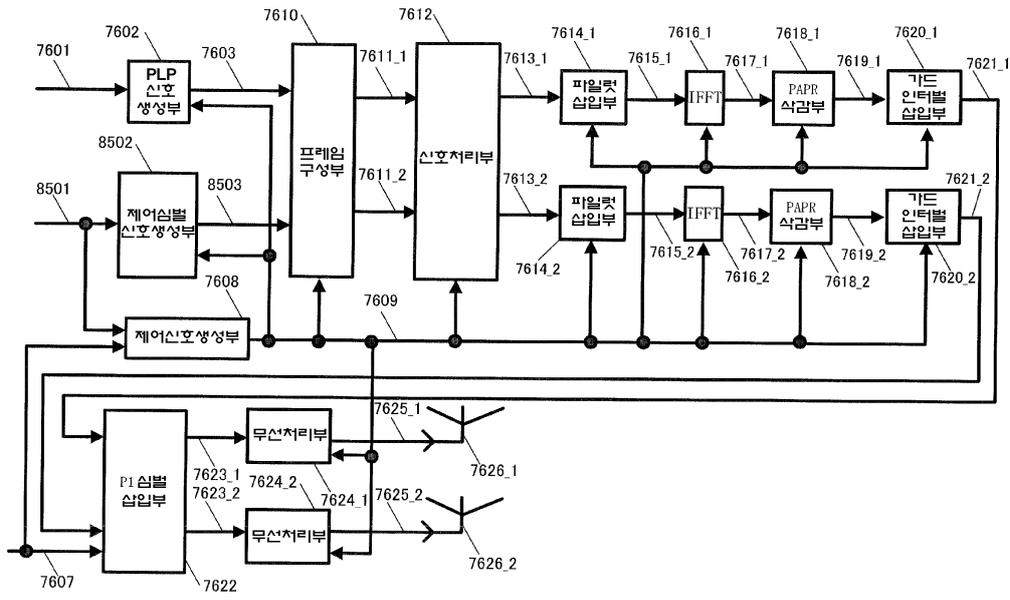
도면83



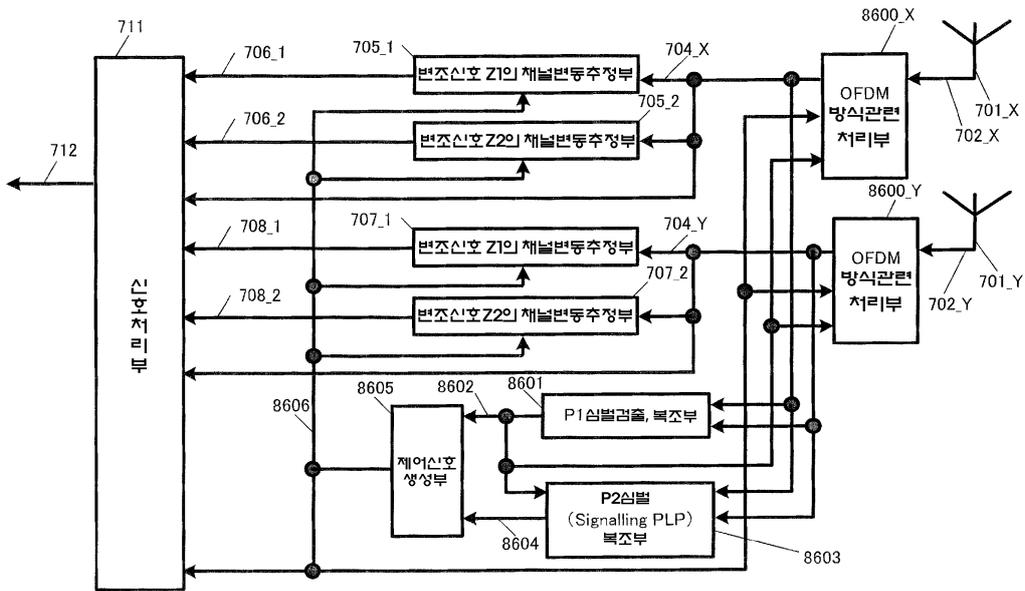
도면84



도면85

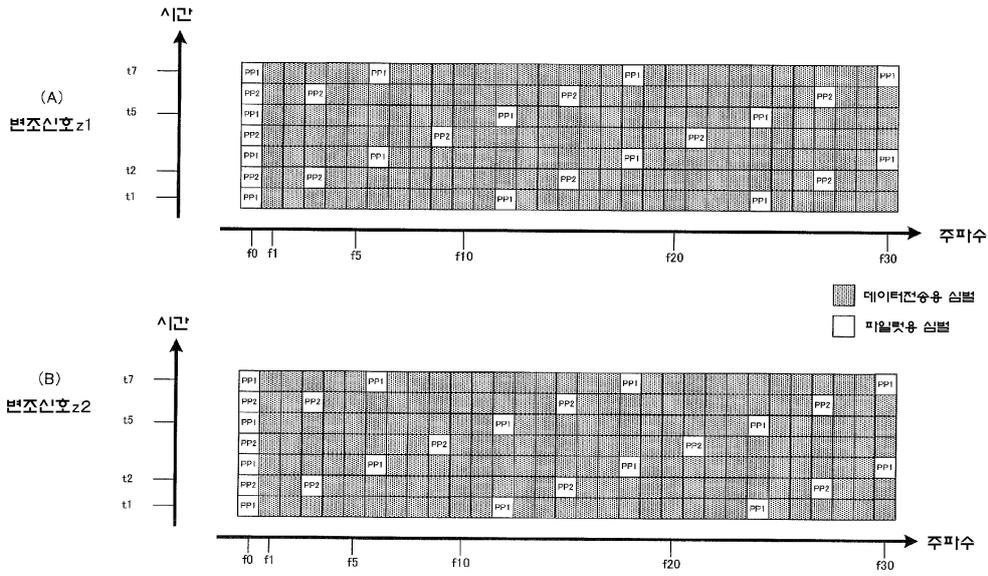


도면86

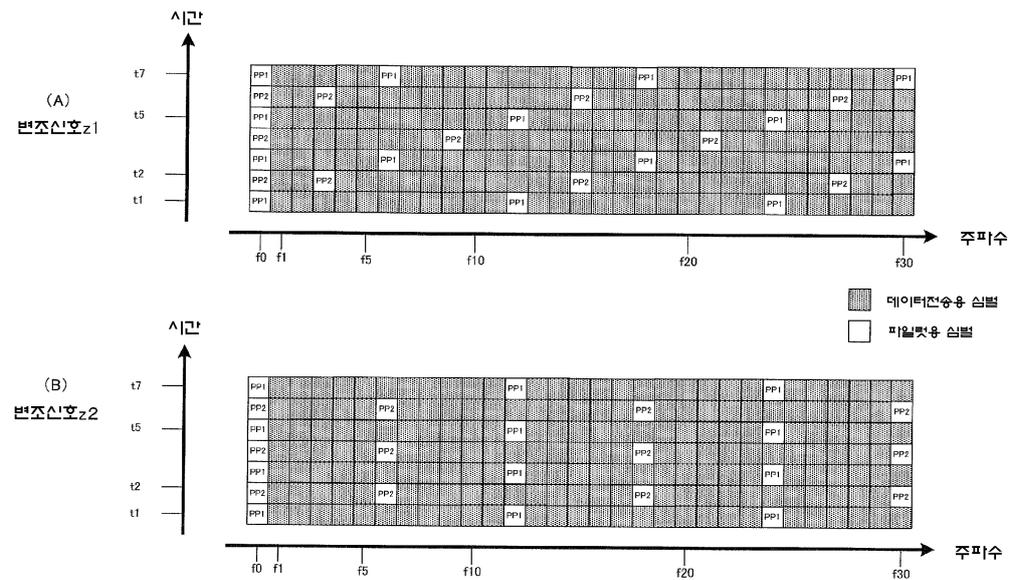




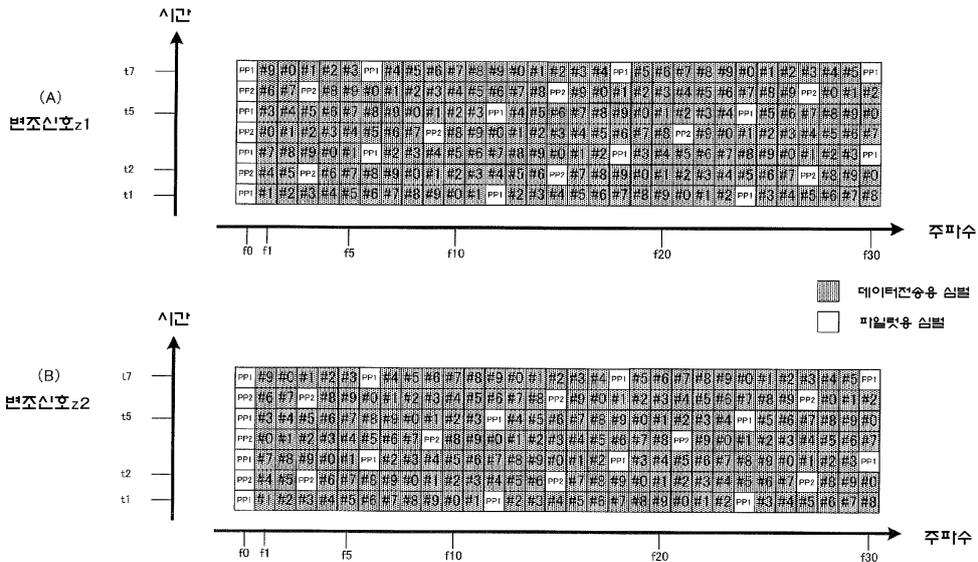
도면89



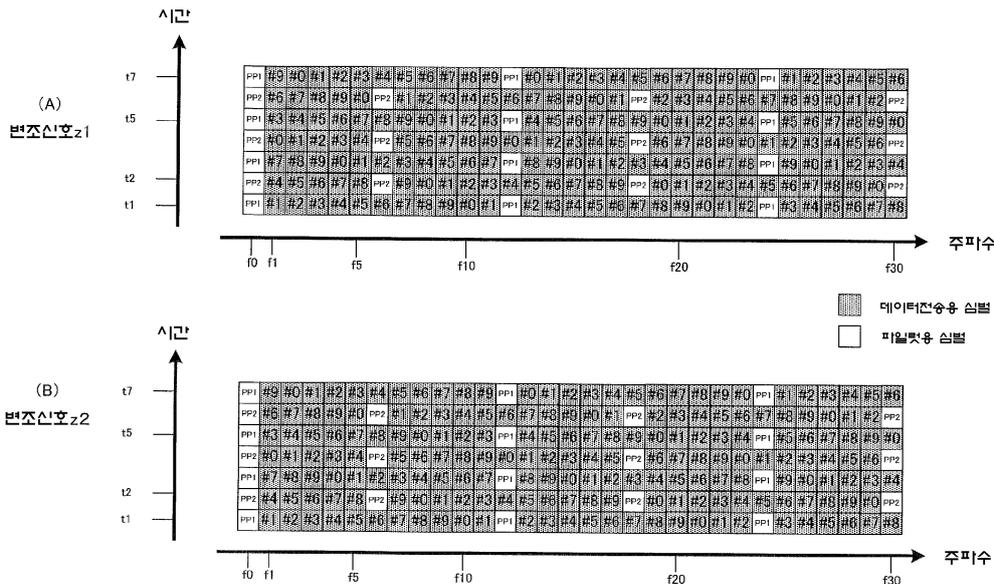
도면90



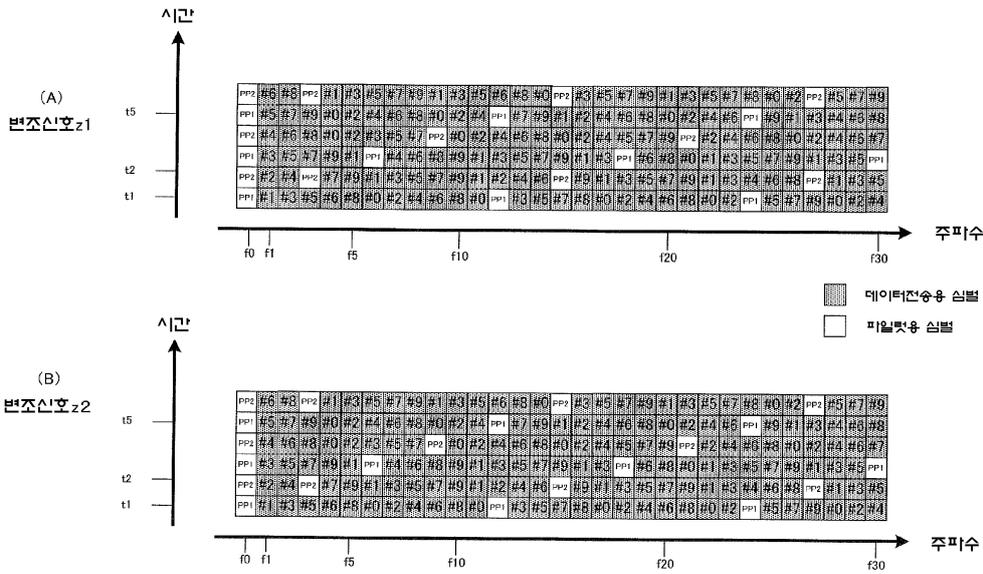
도면91



도면92



도면93



도면94

