(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H04J 11/00

(45) 공고일자 1999년06월15일
(11) 등록번호 10-0197846
(24) 등록일자 1999년02월25일

(21) 출원번호 10-1996-0007821
(22) 출원일자 1996년03월22일
(65) 공개번호 특1996-0036400
(43) 공개일자 1996년10월28일
(30) 우선권주장 95-063869 1995년03월23일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 도시바 니시무로 타이죠
일본국 가나가와현 가와사키시 사이와이구 호리가와정 72번지
(72) 발명자 세키 다카시
일본국 가나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸8 가부시기 가이샤 도시바 멀티미디어 엔지니어링 연구소 내
다나 노보루
일본국 도쿄도 미나토쿠 신바시 3-3-9 도시바 에이. 브이. 이 가부시키가이샤나이
오키타 시게루
일본국 가나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸8 가부시기 가이샤 도시바 멀티미디어 엔지니어링 연구소내
이시카와 다츠야
일본국 가나가와켄 요코하마시 이소고쿠 신스기타쵸8 가부시기 가이샤 도시바 멀티미디어 엔지니어링 연구소내
(74) 대리인 나영환, 이상섭

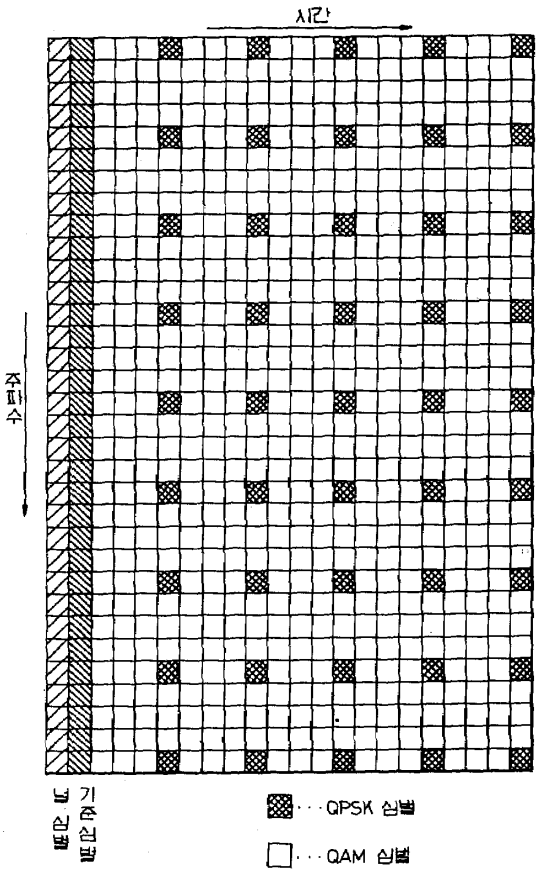
*심사관 : 정석진*

**(54) 직교 주파수 분할 다중 전송 방식과 그 송신 장치및수신장치**

*요약*

페이징의 영향을 받아도 수신측에서 다치 변조 심벌을 확실하게 복조할 수 있고, 더구나 기준 데이터의 전송량을 감소시켜 데이터 전송 효율의 향상을 도모한다. 송신장치에 있어서, OFEM 전송 프레임을 생성하여 송신할 대에 프레임의 선두 부분에만 널 심벌 및 기준 심벌을 배치하고, 정보 심벌 데이터 영역에는 시간 방향 및 주파수 방향으로 각각 일정한 간격으로 QPSK 심벌을 배치하여 송신한다. 한편, 수신장치에 있어서는 상기 전송 프레임의 선두 부분에 배치된 기준 심벌에 의하여 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차를 검출하고 또한 각 QPSK 심벌에 의하여 수신파의 진폭 변동 및 위상 변동을 검출하여 그 검출 결과를 기초로 상기 기준 심벌에 의하여 검출된 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차를 보정하여, 이 보정한 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 기초로 복주 심벌 데이터를 동화하도록 한 것이다.

## 대표도




## 명세서

[발명의 명칭]

직교 주파수 분할 다중 전송방식과 그 송신장치 및 수신장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 실시예 1에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제2도는 본 발명의 실시예 1에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 송신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도.

제3도는 본 발명의 실시예 1에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 수신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도.

제4도는 본 발명의 실시예 2에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제5도는 본 발명의 실시예 2에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제6도는 본 발명의 실시예 3에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 송신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도.

제7도는 본 발명의 실시예 3에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 수신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도.

제8도는 본 발명의 실시예 4에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 수신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도.

제9도는 본 발명의 실시예 5에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 수신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도.

제10도는 본 발명의 다른 실시예에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제11도는 본 발명의 다른 실시예에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제12도는 본 발명의 다른 실시예에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제13도는 본 발명의 다른 실시예에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제14도는 본 발명의 다른 실시예에 관한 OFDM 전송방식을 도시하는 전송 프레임 포맷도.

제15도는 종래의 OFDM 전송방식을 설명하기 위한 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11 : 멀티플렉서(MUX) 12 : 널 심벌 발생기

13 : 기준 심벌발생기 14 : 역고속 이산 푸리에 변환(IFFT)회로

15 : 가이드 기간 부가회로 16 : 직교 변조기

17 : 디지털/아날로그(D/A) 변환기 18,21 : 주파수 변환기

23 : 타이밍 발생회로 22 : 아날로그/디지털(A/D)변환기

23 : 직교 검파기 24 : 고속 이산 푸리에 변환(FFT)회로

25 : 자동 주파수 제어(AFC)회로 26 : 타이밍 재생회로

27 : 등화처리용 메모리 28 : 기준 심벌 오차 검출기

29 : 기준 심벌 발생기 30 : 보정회로

31 : 등화회로 32,61 : QPSK 심벌 오차 검출기

33 : 보상회로 34 : 심벌 분리처리용 메모리

35 : 디멀티플렉서 41 : 차동 부호화용 메모리

42 : 차동 부호화기 51 : 지연 검파용 메모리

52 : 지연 검파기 62,72 : 평균화 회로

63,73 : 가산기 71 : 주파수 오차 검출회로

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 직교 주파수 분할 다중(이후 OFDM : Orthogonal Frequeney Division Multiplex라 한다.)전송 방식을 채택한 무선 전송 시스템에 관한 것으로 특히 이동통신 시스템으로 사용하는 경우에 적합한 직교 주파수 분할 다중 전송 방식과 그 송신장치 및 수신장치에 관한 것이다.

최근, 음성신호 및 영상신호의 전송에 있어서는 디지털 변조 방식의 개발이 한창이다. 그 중에서 디지털 지상방송에 있어서는 멀티패스 장애가 강하고 또 주파수 이용율이 높은 직교 주파수 분할 다중(OFDM)변조 방식이 주목되고 있다. OFDM 변조 방식은 전송 디지털 데이터를 서로 직교하는 다수(수백으로부터 수천)의 반송파(이후 캐리어라 한다)로 각각 변조하는 방식으로, 그 상세한 것은 문헌OFDM 이용한 이동체 디지털 음성 방송(NHK 발행, VIEW 1993년 5월)등에 기술되어 있다.

OFDM 변조 방식을 이용한 디지털 음성 방송에서는 각 캐리어가 각각 차동 QPSK 방식으로 변조된다. QPSK 방식은 심벌간의 위상차에 데이터를 대응 시켜서 전송하는 것으로, 수신측에서는 지연 검파 방식에 의하여 데이터를 복조할 수 있다. 따라서, 복조기의 구성이 동기 검파 방식에 비하여 간단해지는 이점이 있다.

도한, QPSK 방식은 LD동 통신 시스템에도 알맞은 변조 방식이다. 이동 통신 시스템의 수신장치에 있어서는 전송로상에 발생하는 페이딩 등의 영향에 의하여 수신파의 포락선 및 위상의 변동이 생긴다. 그러나, QPSK 방식은 심벌간의 위상차에 의하여 데이터를 복조하기 때문에, 페이딩에 의한 수신파의 변동의 영향이 적고, 안정되게 데이터를 수신할 수 있다.

한편, OFDM 변조 방식을 디지털 텔레비젼 방송에 사용하는 경우, 전송 속도를 올리기 위하여 각 캐리어의 변조 방식을 다치화할 필요가 있다. OFDM 변조 방식을 이용한 디지털 텔레비젼 방송의 경우, 일반적으로 각 캐리어의 변조 방식으로서 다치 QAM 방식이 이용된다. 그러나, 다치 QAM 방식의 경우, 상술한 바와 같은 차동 변조를 행할 수 없기 때문에, 다치 QAM 변조파를 복조하기 위해서는 수신측에서 각 캐리어의 진폭 및 위상을 구할 필요가 있다. 이 때문에, 진폭 및 위상이 이미 알고 있는 기준 심벌을 주기적으로 송신하고, 이것을 이용하여 다치 QAM 심벌을 복조하는 방법이 제안되고 있다.

제15도는 종래의 OFDM 전송 방식의 일실시예를 도시한 도면으로, 문헌다치 OFDM 이용한 지상계 디지털 방송용 변조 방식의 검토(1992년 NHK 기술연구소 공개자료 P28-36)에 기재된 것이다. 이 예에서는 OFDM 의 캐리어수는 448이고, OFDM 심벌마다 448개의 데이터의 1/8 은 진폭 및 위상이 이미 알고 있는 기준 데이터이다. 기준 데이터 이외의 유효 데이터는 16QAM 심벌로 된다. 또한, OFDM 심벌마다 기준 데이터를 전송하는 캐리어의 위치를 변경시키고 있기 때문에, 1개의 캐리어에 관하여 보면 8심벌에 1회 기준 데이터가 전송된다. 이렇게 하여 복수의 OFDM심벌에 의하여 전송 프레임이 구성되고, 미리 결정된 위치에 기준 데이터가 송신된다. 수신측에서는 프레임 동기를 재생함으로써 기준 데이터를 수신하고, 이것을 기준으로 하여 16QAM 심벌의 복조를 행한다.

기준 데이터의 송신 간격은 페이딩 등에 의한 수신파의 변동을 고려하여 결정된다. 도시등에 있어서의 이동체 수신의 경우, 여러 가지의 방향으로부터 도래하는 다수의 전파가 서로 간섭하기 때문에 수신파의 포락선 및 위상은 임의로 변동한다. 이 포락선 및 위상의 변동은 각각 레일리 분포와 같은 분포에 따른다. 이러한 레일리 전송로에 있어서 수신파는 시간적 및 주파수적으로 변동하지만, 어떤 시간폭 및 주파수 폭에서는 거의 일정하다고 간주할 수 잇다. 이들은 각각 코히어런스 시간 및 코히어런스 대역폭으로 불린다. 제15도에 있어서, 기준 데이터의 송신 간격은 전송로의 코히어런스 시간보다도 충분히 작게 할 필요가 있다.

그러나, 이상과 같은 종래의 OFDM 전송 방식에서는 기준 데이터를 전송함에 따라서 데이터 전송 효율이 저하되는 문제점이 있었다. 예컨대 제15도의 예에서는 각 캐리어에 관하여 8심벌에 1회 기준 데이터를 전송하고 있으므로, 전송 효율은 7/8 로 저하되어 버린다.

본 발명은 상기 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 페이딩 등의 영향을 받더라도 수신측에서 다치 변조 심벌을 확실히 복조할 수 있고, 또 기준 데이터의 전송량을 감소시켜서 데이터 전송 효율의 향상을 도모할 수 있으며, 이동 통신 시스템에 적합한 직교 분할 다중 전송 방식과 그 송신장치 및 수신장치를 제공하는 것에 있다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 직교 주파수 분할 다중 전송 방식은 송신측에 있어서, 시간 방향 및 주파수 방향에 복수의 슬롯을 이차원적으로 배치하여 이루어지는 전송 프레임을 구성하고, 이 전송 프레임의 한정된 소정의 슬롯에 기준 심벌을 삽입하여 송신하는 동시에, 그 외의 슬롯에 적어도 PSK 변조 방식을 포함한 복수의 디지털 변조 방식에 의하여 변조된 복수의 정보 심벌을 상기 각 디지털 변조 방식에 따라서 미리 정한 위치 관계로 삽입하여 송신한다.

한편 수신측에 있어서, 수신한 전송 프레임 중의 상기 PSK 심벌을 기초로 수신 신호의 진폭 및 위상의 변동을 검출하고, 이 검출 결과를 기초로 하여 상기 전송 프레임중의 기준 심벌을 보정하며, 이 보정한 기준 심벌을 기초로 정보 심벌을 복조하도록 한 것이다.

또한, 본 발명의 직교 주파수 분할 다중 전송 방식은 PSK 변조 방식에 의하여 변조된 PSK 정보 심벌의 송신방식으로서, 다음 각종 방식을 채용하는 것을 각각 특징으로 하고 있다.

즉, 그 제1방식은 시간 방향 및 주파수 방향과도 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해진 슬롯에 PSK 정보 심벌을 삽입하여 송신하는 것이다.

제2방식은 시간 방향에 관해서는 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해지고 또한 주파수 방향에 관해서는 위치가 시간에 따라서 변화하도록 정해진 슬롯에 PSK 정보심벌을 삽입하여 송신하는 것이다.

제3 방식은 주파수 방향에 대해서는 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해지고 한편 시간 방향에 대해서는 주파수에 따라서 위치가 변화하도록 정해진 슬롯에 PSK 정보 심벌을 삽입하여 송신하는 것이다.

제4 방식은 PSK 정보 심벌을 소정의 주파수 위치에 있어서는 시간 방향으로 연속하여 송신하는 것이다.

제5 방식은 PSK 정보 심벌을 기준 심벌을 기준으로 차동 부호화하여 송신하는 것이다.

한편, 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 송신장치는 다중화 수단에 있어서, 시간 방향 및 주파수 방향에 복수의 슬롯을 이차원적으로 배치하여 이루어지는 전송 프레임을 구성하고, 이 전송 프레임의 한정된 소정의 슬롯에 기준 심벌을 삽입하는 동시에, 그외의 슬롯에 적어도 PSK 변조 방식을 포함하는 복수의 디지털 변조 방식에 의하여 변조된 복수의 정보 심벌을 상기 각 디지털 변조 방식에 따라서 미리 정한 위치로 삽입하도록 상기 기준 심벌 및 상기 변조된 복수의 정보 심벌을 다중화하며, 이 다중화에 의하여 구성된 전송 프레임을 직교 주파수 분할 다중 변조한 후, 직교 변조하여 송신하도록 한 것이다.

또한, 본 발명의 송신장치는 상기 다중화 수단과 직교 주파수 분할 다중 변조수단과의 사이에 차동 부호화 수단을 설치하고, 이 차동 부호화 수단에 의하여 상기 다중화 수단에 의하여 구성된 전송 프레임 중의 PSK 심벌을 차동 부호화하는 것을 특징으로 한다.

또, 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 수신장치는 직교 주파수 분할 다중 복조된 복조 신호중의 기준 심벌을 기초로 상기 복수의 반송파의 진폭 오차 및 위상 오차를 각각 검출하기 위한 오차 검출수단과, 상기 복조신호중의 PSK 심벌을 기초로 수신 신호의 진폭 변동 및 위상 변동을 검출하기 위한 변동 검출수단과 이들의 검출수단에 의한 각 검출결과에 기초하여 보정 정보를 생성하기 위한 보정 정보 생성수단을 구비하고, 이 보정 정보 생성수단에 의하여 생성된 보정 정보에 기초하여 상기 복조 신호의 정보 심벌의 진폭 및 위상을 동화함으로써 보정 하도록 한 것이다.

또한, 본 발명의 수신장치는 상기 변동 검출수단에 의해 상기 직교 주파수 분할 다중 복조수단으로부터 출력된 복조신호중의 상기 PSK 심벌을 기초로 수신신호의 진폭 변동 및 위상 변동을 검출하는 수단과, 이 수단에 의한 검출 결과에 기초하여 상기 복조신호중의 상기 PS K 심벌 이외의 정보 심벌이 삽입된 영역의 진폭 변동 및 위상 변동을 보상하는 보상 수단을 구비하는 것을 특징으로 하고 있다.

또, 본 발명의 수신 장치는 직교 복조용의 재생 반송파 주파수를 제어하기 위한 주파수 제어수단을 추가로 설치하고, 이 주파수 제어수단에 있어서, 변동 검출수단에 의하여 검출된 위상 변동량을 평균하여 주파수 제어신호를 생성하며, 이 주파수 제어신호를 상기 수신수단의 직교 복조 수단에 공급하여 재생 반송파 주파수를 제어하는 것도 특징으로 하고 있다.

또, 본 발명은 송신장치로부터 수신장치로, 정보 심벌 삽입 영역에 복수의 PSK 심벌이 단속적으로 삽입되고, 또한 이들의 PSK 심벌이 차동부호화된 전송 프레임을 직교 주파수 분할 다중 변조하여 무선 전송하는 전송 시스템으로 사용하는 상기 수신장치에 있어서, 직교 주파수 분할 다중 변조파 신호를 수신하여 직교 복조하기 위한 수신수단과, 이 수신수단으로부터 출력된 직교 복조 신호를 직교 주파수 분할 다중 복조하기 위한 직교 주파수 분할 다중 복조 수단과, 지연 검파수단을 구비하고, 이 지연 검파수단에 의하여 직교 주파수 분할 다중 복조수단으로부터 출력된 복조 신호중의 PSK 심벌을 지연 검파에 의하여 복조하도록 한 것이다.

또한, 본 발명의 수신장치는 상기 수신수단, 직교 주파수 분할 다중 복조수단 및 지연 검파수단에 추가하여 상기 지연 검파수단에 의하여 복조된 PSK 심벌을 기초로 하여 수신신호의 주파수 변동을 검출하기 위한 주파수 변동 검출수단과, 주파수 제어수단을 구비하고, 이 주파수 제어수단에 의하여 상기 주파수 변동 검출 수단에서 검출된 주파수 변동량을 평균하여 주파수 제어신호를 생성하며, 이 주파수 제어 신호를 상기 수신수단의 직교 복조수단에 공급하여 재생 반송파 주파수를 제어하는 것을 특징으로 하고 있다.

이 결과, 본 발명의 직교 주파수 분할 다중 전송 방식에 의하면 수신측에서는 PSK 심벌을 기초로 수신파

의 진폭 변동 및 위상 변동이 검출되고, 그 검출결과를 기초로 기준 심벌에 의하여 검출된 각 반송파의 진폭 오차 및 위상 오차가 보정되어 이 보정한 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 기초로 복조 심벌 데이터의 동화가 행해진다. 따라서, 전송 프레임의 정보 심벌 영역 중에는 기준 심벌을 조금도 삽입하지 않더라도 페이딩에 의한 복조 심벌의 진폭 변동 및 위상 변동을 확실히 동화하여 정보 심벌을 정확히 재생할 수 잇다. 이 때문에, 전송 프레임의 정보 심벌 영역의 전부를 정보 전송을 위해 사용하는 것이 가능하며, 이것에 의하여 정보 전송 효율을 높일 수 잇다.

즉, 이동통신 시스템과 같이 페이딩 발생하는 전송로를 사용하는 경우라도 고품질로 또한 전송효율이 높은 정보 전송을 실현할 수 있다.

또한, 상기 PSK 심벌을 송신할 때에 시간 방향 및 주파수 방향과도 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해진 슬롯에 PSK 정보 심벌을 삽입하여 송신하도록 하면, PSK 심벌의 다중화 제어를 간단히 행할 수 있다.

도, 상기 PSK 심벌을 송신할 때에 시간 방향에 관해서는 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해지고 또한 주파수 방향에 관해서는 위치가 시간에 따라서 변화하도록 정해진 슬롯에 PSK 정보 심벌을 삽입하여 송신하도록 하면, 1개이 반송파에 관하여 볼 때의 PSK 심벌수는 적어지지만, 모든 반송파로 PSK 심벌이 전송된다. 따라서, 전송로 특성의 변동이 시간 방향으로 작고 주파수 방향으로 큰 경우에 전송로 특성의 변동을 양호하게 검출할 수 있다.

이것에 대하여 주파수 방향에 대해서는 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해지고 한편 시간 방향에 대해서는 주파수에 따라서 위치가 변화하도록 정해진 슬롯에 PSK 정보 심벌을 삽입하여 송신하도록 하명, 1개의 시간 슬롯당 PSK 심벌수는 적어지지만, 모든 시간 슬롯으로 PSK 심벌이 전송된다. 따라서, 전송로 특성의 변동이 주파수 방향으로 작고 시간 방향으로 큰 경우에 전송로 특성의 변동을 양호하게 검출 할 수 있다.

또한, PSK 정보심벌을 소정의 주파수 위치에 있어서 시간방향으로 연속하여 송신하면, 수신측에서는 소정의 반송파에 있어서 PSK 심벌의 시간적인 변화를 연속하여 검출할 수 있다. 이 때문에, 모든 반송파에 있어서 PSK 심벌을 단속적으로 송신하는 경우에 대하여 전송로 특성의 변동을 정확하게 검출하는 것이 가능하다. 또한, 수신측에서 재생 반송파의 주파수 오차가 있는 경우, 일정한 반송파로 시간 방향으로 보았을 때에 복조 출력의 위상 회전이 생긴다. 따라서, 소저의 반송파로 PSK 심벌을 연속적으로 전송함으로써, 재생 반송파의 주파수 오차를 더욱 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

또, 기준 심벌을 기준으로 PSK 정보 심벌을 차동 부호화하여 송신함으로써, 수신측에서는 PSK 심벌을 지연 검파기를 이용하여 복조하는 것이 가능하며, 이것에 의하여 수신장치의 구성이 간단해 진다. 또한, 차동 PSK 방식을 사용하는 것으로, 페이딩의 영향을 받기 어려워지고, 이것에 의하여 수신장치에서는 보다 한층 더 안정된 데이터 복조가 가능해진다.

한편, 본 발명의 송신장치에 의하면, 다중화 수단을 이용하는 것으로, 전송 프레임의 슬롯에 기준 심벌과 적어도 PSK 심벌을 가지는 정보 심벌을 각각 적당히 배치한 OFD M 프레임을 작성하여 송신할 수 있다.

또, PSK 심벌을 차동 부호화하여 송신함으로써, PSK 심벌의 복조를 지연 검파에 의하여 실행할 수 있으며, 이것에 의하여 수신장치의 구성을 간단히 할 수 있다.

또, 본 발명의 수신장치에 의하면, 수신 전송 프레임의 정보 심벌 영역중에 삽입된 복수의 PSK 심벌에 의하여 수신파의 진폭 변동 및 위상 변동이 검출되고, 이 검출 결과를 기초로 기준 심벌에 의하여 검출된 각 반송파의 진폭 오차 및 위상 오차가 보정되며, 복조 심벌의 동화가 행해진다. 이 때문에, 전송 프레임중에 많은 기준 심벌이 삽입되어 있지 않더라도 페이딩에 의한 진폭 변동 및 위상 변동을 정확하게 보정할 수 있다.

또한 본 발명의 수신장치에서는 복조 신호중에 단속적으로 삽입되어 있는 PSK 심벌에 의하여 수신파의 진폭 변동 및 위상 변동이 검출되면, 이들의 검출 결과를 기초로 복조 신호중의 PSK 심벌 이외의 정보 심벌이 삽입된 영역의 진폭 변동 및 위상 변동이 보상된다. 그리고, 이 보상된 진폭 변동 및 위상 변동의 정보를 기초로 정보 심벌이 동화된다. 따라서, 모든 정보 심벌에 관하여 가장 적합한 동화를 행하는 것이 가능해진다.

또, 본 발명의 수신장치에 의하여, 복조 PSK 심벌에서 위상 변동 또는 주파수 오차가 검출되고, 이들의 검출치가 평균화되며, 그 출력에 의하여 직교 복조수단으로 사용하는 재생 반송파 주파수가 가변 제어된다. 이 때문에, 재생 반송파의 보다 정확한 주파수 동기를 달성할 수 잇다.

[실시예 1]

제1도는 본 발명의 실시예 1에 관한 OFDM 전송방식을 설명하기 위한 것으로 OFDM 심벌의 캐리어수가 N, 1 프레임의 OFDM 심벌수가 M인 경우의 전송 프레임 포맷을 도시하고 있다. 즉, 이 실시예에서는 1 프레임은 주파수 방향 및 시간방향으로 N×M 개의 심벌 데이터에 의하여 구성된다.

제1도에 있어서, 프레임의 1번째의 시간 슬롯에서는 전 캐리어 모두 진폭이 제로(0)인 OFDM 심벌이 전송된다. 이것은 널 심벌이라 불리며, 수신 장치에 있어서의 동기용 기준 심벌로서 이용된다. 2번째의 시간 슬롯에서는 각 캐리어의 위상 및 진폭이 이미 알고 있는 기준 OFDM 심벌이 전송된다. 이것은 수신장치에 있어서 동기용의 기준 심벌로서 이용되는 동시에, 각 캐리어의위상 및 진폭을 복조하기 위한 기준 신호로서 이용된다. 3번째 이후의 시간 슬롯에서는 다치 QAM 심벌을 주로 하는 정보 심벌이 전송된다.

그런데, 상기 3 번째 이후의 정보 심벌 영역에서는 제1도에 도시된 바와 같은 다치 QAM 심벌에 혼합되어 주파수 방향 및 시간방향으로 소정의 간격으로 QPSK 심벌이 배치된다. QPSK 심벌의 시간 간격 및 주파수 간격은 전송로의 코히어런스 시간 및 코히어런스 대역폭을 고려하여 설정된다.

한편, 상기 기술된 바와 같은 전송 포맷의 OFDM 변조파 신호를 수신하는 측에서는 기준 심벌을 수신한 시점에서 각 캐리어의 진폭 및 위상을 알 수 있으므로, 그 이후는 이들 진폭 및 위상을 기준으로 하여 정보

심벌의 복조를 행한다. 그러나, 페이딩 전송로에서는 수신파의 진폭 및 위상은 시간적 및 주파수적으로 변동한다. 그래서, 이 진폭 및 위상의 변동량을 상기 정보 심벌중에 주기적으로 포함되는 QPSK 심벌에 의하여 검출한다. QPSK 심벌은 진폭이 일정하고 또한 90° 간격으로 4개의 위상을 나타낸다. 이 때문에 QPSK 심벌이 전송되는 간격으로 수신파의 위상변환가 ±45° 이내이면, 진폭 및 위상의 변동량의 검출이 가능하다. 또한, QPSK 심벌이 전송되지 않은 시간 슬롯 및 주파수 슬롯에 관해서는 QPSK 심벌의 검출결과를 시간 방향 및 주파수 방향으로 보상한다.

수신측에서는 이상과 같이 하여 구한 진폭 및 위상의 변동량을 이용하여 기준 심벌의 검출 결과를 보정한다. 그리고, 이 보정한 기준 심벌의 검출 결과에 기초하여 각 시간 슬롯 및 주파수 슬롯의 정보 심벌을 복조한다.

다음에, 이상 진술한 OFDM 전송 방식을 적용한 OFDM 송신장치 및 OFDM 수신장치에 관하여 설명한다.

제2도는 OFDM 송신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도이다.

멀티플레서(11)(MUX)에는 정보 심벌 데이터로서 다치 QAM 심벌 및 QPSK 심벌이 입력된다. 여기서 QAM 심벌 및 QPSK 심벌은 각각 예컨대 계층화된 정보 데이터의 고계층 데이터 및 저계층 데이터를 전송한다. 널 심벌 발생기(12)는 각 캐리어의 진폭이 제로(0)인 널 심벌 데이터를 발생시켜서 멀티플렉서(11)에 입력한다. 기준 심벌 발생기(13)는 각 캐리어의 진폭 및 위상의 기준이 되는 기준 심벌 데이터를 발생시켜서 멀티플렉서(11)에 입력한다. 멀티플렉서(11)는 상기 입력된 정보 심벌 데이터로서의 QAM 심벌 및 QPSK 심벌과, 널 심벌 데이터와, 기준 심벌 데이터를 다중화하고, 이것에 의하여 미리 제1도에 도시한 전송 프레임을 구성한다.

멀티플렉서(11)로부터 출력된 다중화 심벌 데이터는 역고속 이산 푸리에 변환(IFFT)회로(14)에 입력된다. IFFT 회로(14)는 N 개의 심벌 데이터에 대하여 IFFT 연산을 행함으로써, 베이스 밴드의 OFDM 변조파 신호를 생성한다. 그리고, 이 IFFT 회로(14)에서 생성된 OFDM 변조파 신호는 가이드 기간 부가회로(15)에 입력된다. 이 가이드 기간 부가회로(15)에서는 멀티패스 장애의 영향을 감소시키기 위하여 OFDM 심벌의 후반 부분이 가이드 기간으로서 심벌의 앞에 복사된다. 이 가이드 기간 부가회로(15)로부터 출력된 OFDM 변조파신호는 직교 변조기(16)에 의하여 소정 주파수의 캐리어로 직교 변조된 후, 디지털/아날로그(D/A) 변환기(17)에 의해 아날로그 신호로 변환되고, 그 후 주파수 변환기(18)에 의하여 소정의 캐리어 주파수로 주파수 변환되어 송신된다.

또, 타이밍회로(19)에서는 도시생략한 클록 발생회로에서 공급된 클록 신호에 동기하여 상기 각 회로의 동작에 필요한 클록 및 타이밍 신호가 생성된다.

이러한 구성이므로, 멀티플렉서(11)에 있어서 각 프레임마다 정보 심벌 영역에 QAM 심벌이 섞여서 QAM 심벌이 주기적으로 삽입된 전송 프레임이 구성되고, 이 전송 프레임이 OFDM 변조된 후 캐리어 주파수에 업컨버트 되어 송신된다.

한편, 제3도는 OFDM 수신장치의 주요부 구성을 도시하는 회로 블록도이다.

동일 도면에 있어서, 송신장치로부터 무선 전송로를 통하여 도래한 무선 변조파 신호는 주파수 변환기(21)에 이해 소정의 중간 주파수로 주파수 변환된 후, 아날로그 /디지털(A/D) 변환기(22)에 의하여 디지털 신호로 변환되고, 직교 검파기(23)에 입력된다. 이 직교 검파기(23)는 입력된 중간 주파의 OFDM 변조파 신호를 재생 캐리어로 직교 검파하고, 베이스 밴드의 OFDM 변조파신호를 출력한다.

자동 주파수 제어(AFC)회로(25)는 상기 직교 검파기(23)로부터 출력된 OFDM 변조파 신호의 주파수를 기초로 재생 캐리어의 주파수 오차를 검출하고, 재생 캐리어 주파수를 제어하기 위한 신호를 생성한다. 그리고, 이 주파수 제어 신호를 직교 검파기(23)에 귀환 시키고, 이것에 의하여 직교 검파기(23)로부터 발생되는 재생 캐리어 주파수를 가변 제어함으로써 캐리어 동기를 달성하고 있다. 또한, 상기 직교 검파기(23)로부터 출력된 OFDM 변조파 신호는 타이밍 재생회로(26)에도 입력된다. 이 타이밍 회로(26)는 상기 OFDM 변조파 신호에 포함되는 기준 심벌을 기초로 심벌 동기신호 및 프레임 동기신호등의 타이밍 신호를 재생하는 동시에 클록을 재생하고 이들의 타이밍신호 및 클록을 수신장치내의 각 회로에 공급한다. 또한 그것과 동시에 OFDM 심벌의 유효 심벌부를 나타내는 FFT 윈도우를 생성하고, 이것을 고속 이산 푸리에 변환 (FFT)회로(24)에 공급한다.

FFT 회로(24)는 상기 타이밍회로(26)로부터 공급된 FFT 윈도우에 따라서 상기 직교 검파기(22)로부터 출력된 OFDM 변조파 신호중의 OFDM 심벌의 유효심벌부에 대하여 FFT 연산을 행한다. 이 FFT 연산에 의하여 각 캐리어이 진폭 및 위상을 나타내는 복소 데이터가 얻어진다. 이 복소 데이터는 메모리(27)에 입력된다. 이 메모리(27)에서는 전송 프레임의 정보 심벌 영역중에서 QPSK 심벌을 포함하는 소정이 영역이 유지된다. 이것은 후술하는 QPSK 심벌을 기초로 전송로의 진폭 및 위상의 변동량을 검출하고, 그 검출결과를 시간 방향 및 주파수 방향에 보상함으로써, QPSK 심벌이 전송되지 않은 부분의 변동량을 구하기 위함이다. 상기 메모리(27)로부터 독출된 정보 심벌은 동화회로(31)에 입력되고, 이 동화회로(31)에 있어서 동화처리가 행해진다.

또한, 상기 FFT 회로(24)로부터 출력된 복소 데이터는 기준 심벌 오차 검출기(28)에도 입력된다. 이 기준 심벌 오차 검출기(28)에서는 수신한 기준 심벌과 기준 심벌 발생기(29)로부터 발생된 기준 심벌이 비교되고, 이것에 의하여 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차가 검출된다. 이 기준 심벌 오차 검출기(28)에서 검출된 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차는 보정회로(30)에 공급되어 유지된다. 또, 상기 기준 심벌 발생기(29)에서는 전송 프레임의 2번째의 시간 슬롯으로서 전송된 N 개의 기준 심벌 데이터가 발생된다.

그런데, 본 실시예의 수신 장치는 QPSK 심벌 오차 검축기(32)와 보상회로(33)와 보정회로(30)을 구비하고 있다. QPSK 심벌 오차 검축기(32)는 동화회로(31)로부터 출력된 심벌 데이터 중에 포함되는 QPSK 심벌의 본래의 진폭치 및 위상치로부터의 변위를 검출한다. 이들의 검출치는 테이딩에 의한 수신파의 진폭 및 위상의 변동량을 나타낸다.

보상회로(33)는 메모리(27)에 유지된 정보 심벌 영역중에서 QPSK 심벌이 전송되어 있지 않은 슬롯에 관하

여 QPSK 심벌 오차 검출기(32)의 출력을 보상한다. 이것에 의하여, 메모리(27)에 유지된 모든 시간 슬롯 및 주파수 슬롯에 관하여 기준 심벌 수신 시점에서의 진폭 및 위상의 변동량이 검출된다.

보정회로(30)는 기준 심벌에 의하여 검출된 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 상기 보상회로(33)에 의한 보상 데이터를 기초로 보정한다. 그리고, 이 보정한 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 상기 등화회로(31)에 공급하고, 이들의 오차 신호를 기초로 상기 메모리(27)에 유지된 정보 심벌의 등화를 행하게 한다.

등화회로(31)로부터 출력된 심벌 데이터는 메모리(34)에 일시 유지된 후 디멀티플렉서(35)에 공급된다. 디멀티플렉서(35)는 넘 심벌 및 기준 심벌을 제외하고는 QAM 심벌 및 QPSK 심벌을 분리하여 출력한다.

이러한 구성이기 때문에 직교 검파기(23) 및 FFT 회로(24)로부터 복조된 1 프레임째의 심벌 데이터가 출력되었다고 하자. 그렇게 하면 이 1프레임의 심벌 데이터 중 먼저 최초의 데이터 영역이 메모리(27)에 유지된다. 또, 이때 기준 심벌 오차 검출기(28)에서는 상기 복조된 심벌 데이터 중의 기준 심벌과 본래의 기준 심벌이 비교되어 이것에 의하여 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차가 검출되며 , 그 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호가 보정회로(30)를 통하여 등화회로(31)에 공급된다. 이 때문에 등화회로(31)에서는 이 공급된 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 기초로 상기 메모리(27)에 유지된 최초의 데이터 영역의 심벌 데이터의 등화가 행해진다.

이 등화회로(31)로부터 등화된 심벌 데이터가 출력되면, QPSK 심벌 오차 검출기(32)에서는 상기 심벌 데이터 중의 QPSK 심벌에 관하여 본래의 진폭치 및 위상치로부터의 변위가 검출된다. 즉, 페이딩에 의한 수신파의 진폭 및 위상의 변동량이 검출된다. 그리고, 이 변동량의 검출치를 기초로 보상회로(33)에 있어서 상기 메모리(27)에 유지된 데이터 영역중의 QAM 심벌에 관한 진폭 및 위상의 변동량의 보상이 행해진다. 이것에 의하여, 메모리(27)에 유지된 데이터 영역의 모든 시간 슬롯 및 주파수 슬롯에 관하여 기준 심벌 수신된 시점에서의 진폭 및 위상의 변동량이 검출된다.

그렇게 하면 각 슬롯의 진폭 및 위상의 변동량이 검출되면, 보정회로(30)에 있어서, 미리 기준 심벌 오차 검출기(28)로 검출된 각 캐리어 의 진폭 오차 및 위상 오차가 상기 진폭 및 위상의 변동량의 검출치를 기초로 보정되며, 이 보정된 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호가 등화회로(31)에 공급된다. 다라서, 등화회로(31)에서는 메모리(27)에 유지되어 있던 최초의 데이터 영역의 모든 슬롯이 상기 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 기초로 등화처리된다.

그리고 이 등화된 상기 최초의 데이터 영역의 심벌 데이터는 메모리(34)를 통하여 디멀티플렉서(35)에 입력되고, 여기서 널 심벌 및 기준 심벌이 제외된 후, QAM 심벌 및 QPSK 심벌이 분리되어 후단의 신호처리 회로에 공급된다.

이후, 메모리(27)에 복조 심벌 데이터의 다음 데이터 영역이 유지될 때마다 이상 기술한 등화 제어가 반복 행해진다. 또, 이들의 등화 제어에서는 각각 선행하는 데이터 영역에 대한 등화 제어에 있어서 그 최후의 시간 슬롯으로 얻어진 보정회로(30)의 출력을 초기치로서 등화 제어가 행해진다.

따라서, 이러한 수신장치를 이용하면, 전송 프레임의 정보 심벌 데이터 영역중에 주기적으로 삽입된 복수의 QPSK 심벌에 의하여 수신파의 진폭 변동 및 위상 변동이 검출되고, 이 검출 결과를 기초로 기준 심벌에 의하여 검출된 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차가 보정되며, 복조 심벌 데이터의 파형등화가 행해진다. 이 때문에, 전송 프레임 중에 많은 기준 심벌이 삽입되어 있지 않더라도 페이딩에 의한 진폭 변동 및 위상 변동을 정확하게 보정할 수 있다.

즉, 본 실시예에서는 송신장치에 있어서, OFDM 전송 프레임을 생성하여 송신할 때에 프레임의 선두 부분에만 널 심벌 및 기준 심벌을 배치하고, 정보 심벌 데이터 영역에는 시간 방향 및 주파수 방향으로 각각 일정한 간격으로 QPSK 심벌을 배치하여 송신한다. 한편, 수신장치에 있어서는 상기 전송 프레임의 선두 부분에 배치된 기준 심벌에 의하여 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차를 검출하고, 도한 각 QPSK 심벌에 의하여 수신파의 진폭 변동 및 위상 변동을 검출하여 그 검출 결과를 기초로 상기 기준 심벌에 의하여 검출된 각 캐리어의 진폭 오차 및 위상 오차를 보정하여, 이 보정한 진폭 오차 신호 및 위상 오차 신호를 기초로 복조 심벌 데이터를 등화하도록 하고 있다.

따라서 본 실시예에 의하면, 전송 프레임의 정보 심벌 데이터 영역중에는 기준 심벌을 조금도 삽입하지 않더라도 페이딩에 의한 복조 심벌 데이터의 진폭 변동 및 위상 변동을 확실히 등화하여 정보 심벌 데이터를 정확하게 재생할 수 잇다. 이 때문에, 정보 심벌 데이터 영역의 전부를 정보 전송을 위해 사용하는 것이 가능하며, 이것에 의하여 정보 전송 효율을 높일 수 있다. 즉, 이동 통신 시스템과 같이 페이딩이 발생하는 전송로를 사용하는 경우라도 고품질로 또한 전송 효율이 높은 정보 전송을 실현할 수 있다.

또한 송신장치에서는 QPSK 심벌을 일정한 간격으로 삽입하여 송신하고, 수신장치에서는 이들 QPSK 심벌에 의하여 검출된 진폭 변동 및 위상 변동을 기초로 QAM 심벌의 진폭 변동 및 위상 변동을 보상하도록 하고 있다. 이 때문에, 모든 정보 심벌에 관하여 가장 적합한 등화를 행하는 것이 가능해진다. 또한 다치 QAM에 의한 고속도의 전송을 유지할 수 있다.

[실시예 2]

본 실시예는 상기 실시예 1에서 설명한 OFDM 전송 방식을 더욱 개량한 것으로, 정보 심벌 데이터 영역에 일정한 시간 간격 및 주파수 간격으로 배치되는 QPSK 심벌을 차동 부호화하여 전송하도록 한 것이다.

제4도 및 제5도는 본 실시예에 관한 OFDM 전송 방식을 적용한 전송 프레임 포맷을 도시한 것이다.

먼저 제4도의 OFDM 전송 방식은 프레임의 2번째의 시간 슬롯의 기준 심벌을 차등 부호화의 기준으로서 정보 심벌 데이터 영역의 각 QPSK 심벌을 도면중 화살표로 나타낸 시간 방향으로 순차적으로 차동 부호화하여 전송하는 것이다. 이 전송 방식은 전송로 특성의 시간적인 변동이 작은 경우에 유리한 방식이다.

한편, 제5도의 OFDM 전송 방식은 주파수가 가장 낮은 캐리어로 전송되는 기준 심벌을 차등 부호화의 기준으로서 정보 심벌 데이터 영역의 각 QPSK 심벌을 도면 중 화살표로 나타내는 주파수 방향으로 차등 부호

화하여 전송하는 것이다. 이 전송 방식은 전송로 특성의 주파수적인 변동이 작은 경우에 유리한 방식이다.

이들의 방식 이외에도 QPSK 심벌의 배치 및 전송로의 특성에 따라서 여러 가지의 차등 부호화를 고려할 수 있다.

제9도는 이상 기술한 QPSK 심벌을 차등 부호화하여 전송하는 방식을 적용한 OFDM 송신장치의 구성을 도시하는 회로 블록도이다. 또, 동일 도면에 있어서 상기 제2도와 동일 부분에는 동일 부호를 붙이고 상세한 설명은 생략한다.

멀티플렉서(11)와 IFFT 회로(14)와의 사이에는 메모리(41)를 전단에 배치한 차등 부호화기(42)가 개재되어 있다. 메모리(41)에는 멀티 플렉서(11)로부터 출력된 다중화 심벌 데이터가 차등 부호화를 위해 일단 기억된다. 차등 부호화기(42)는 상기 메모리(41)로부터 독출한 다중화 심벌 데이터중의 QPSK 심벌을 , 기준 심벌을 기준으로 하여 시간 방향 또는 주파수 방향으로 차등 부호화된다.

이러한 송신장치를 사용함으로써, 각 프레임의 정보 심벌 데이터 영역에 배치되는 각 QPSK 심벌은 차등 부호화된다. 따라서, 이러한 전송 프레임을 수신하는 수신장치에서는 상기 QPSK 심벌을 지연 검파기를 이용하여 복조하는 것이 가능하며, 이것에 의하여 QPSK 심벌만을 수신하는 간이형 수신장치를 실현할 수 있다.

[실시예 3]

본 실시예에는 QAM 심벌 및 QPSK 심벌에 의하여 계층화된 데이터 또는 독립한 데이터를 전송하는 경우에 QPSK 심벌을 차등 부호화하여 송신함으로써 QPSK 심벌만을 수신하는 간이형 수신장치를 실현하도록 한 것이다.

제7도는 본 실시예에 관한 OFDM 전송방식을 적용한 수신장치의 구성을 도시하는 회로 블록도이다. 또, 동일도면에 있어서 상기 제3도와 동일 부분에는 동일 부호를 붙이고 상세한 설명은 생략한다.

즉, FFT 회로(24)로부터 출력된 복소 데이터로 이루어지는 심벌 데이터는 메모리(51)에 일단 기억된 후 지연 검파기(52)에 입력된다. 이 지연 검파기(52)에서는 상기 메모리(51)에 기억된 심벌 데이터 중 QPSK 심벌에 관하여 차등 부호화된 순서로 현재의 심벌과 한 개전의 심벌에 의하여 지연 검파가 행해진다. 그리고, 이 지연 검파기(52)로부터 출력된 심벌 데이터는 디멀티플렉서(35)에 입력되고, 여기서 QPSK 심벌의 복조 결과만이 선택 출력된다.

이화 같이 QAM 심벌과 QPSK 심벌에 서로 독립된 데이터를 싣고 또한 QPSK 심벌을 차등 부호화하여 전송함으로써, 수신측에서는 상기 차등 부호화 QPSK 심벌만을 지연 검파에 의하여 복조하는 간이형의 수신장치를 구성할 수 있다. 이 종류의 수신장치로서는 예컨대 페이져(pager)를 고려할 수 있다.

[실시예 4]

본 실시예에는 OFDM 수신 장치에 있어서, QPSK 심벌의 위상 변동의 검출결과를 기초로 재생 캐리어의 주파수 제어 신호를 생성하고, 이 주파수 제어 신호를 직교 검파기에 귀환시킴으로써, 재생 캐리어 주파수를 가변 제어하도록 한 것이다.

제8도는 본 실시예에 관한 OFDM 수신장치의 구성을 도시하는 회로 블록도이다. 또, 동일도면에 있어서 상기 제3도와 동일부분에는 동일 부호를 붙이고 상세한 설명은 생략한다.

제8도에 있어서, QPSK 심벌 오차 검출기(61)에 의하여 검출된 위상 오차 신호는 평균화회로(62)에 입력되고, 이 평균화회로(62)로 평균화된다. 그리고, 이 평균화회로(62)로부터 출력된 신호는 가산기(63)로 AFC 회로(25)로부터 출력된 신호에 가산되어 주파수 제어 신호가 되고, 직교 검파기(23)의 국부 발전기에 입력된다. 이 때문에, 재생 캐리어 주파수는 AFC 회로(25)에 의하여 생성되는 주파수 검출 정보뿐만 아니라 QPSK 심벌이 위상 변동에 의해서도 제어된다.

여기서, QPSK 심벌의 위상 변동은 전송로의 변동에 의하여 생길 뿐만 아니라, 재생 캐리어의 주파수 오차에 의해서도 생긴다. 페이딩에 의한 위상의 변화는 임의이지만, 캐리어의 주파수 오차에 의한 위상의 변화는 전 캐리어에서 일정하다.

따라서, 제8도에 도시된 바와 같이 QPSK 심벌 오차 검출기(61)에 의하여 얻어진 위상 오차 신호를 평균화회로(62)로 평균화함으로써, 재생 캐리어의 주파수 오차를 검출할 수 있다. 그리고, 이 주파수 오차를 나타내는 신호를 AFC회로(25)의 출력신호에 가산하여 직교 검파기(23)에 공급함으로써, 재생 캐리어의 보다 정확한 주파수 동기를 달성할 수 있다.

[실시예 5]

본 실시예는 이미 실시예 3으로서 기술한 QPSK 심벌만을 수신하는 간이형 수신장치에 있어서, 복조된 QPSK 심벌의 위상 변동을 기초로 재생 캐리어의 주파수 제어신호를 생성하며, 이 주파수 제어 신호를 직교 검파기에 귀환시킴으로써, 재생 캐리어 주파수를 가변 제어하는 것이다.

제9도는 본 실시예에 관한 OFDM 수신장치의 구성을 도시하는 회로 블록도이다. 또, 동일도면에 있어서 상기 제7도와 동일부분에는 동일 부호를 붙이고 상세한 설명은 생략한다.

제9도에 있어서, 지연 검파기의 출력은 분기하여 주파수 오차 검출회로(71)에 입력된다. 주파수 오차 검출회로(71)는 시간 방향으로 지연 검파된 QPSK 심벌을 이용하여 위상의 시간적 변화를 검출한다. 주파수 오차 검출회로(71)의 출력은 평균화 회로(72)로 평균화 된 후, 가산기(73)로 AFC 회로(25)의 출력에 가산되어 직교 검파기(23)에 공급된다.

이와 같이 구성함으로써, 지연 검파된 QPSK 심벌의 위상 변동으로 재생 캐리어의 주파수 변동이 검출되고, 그 검출 결과를 기초로 재생 캐리어의 주파수가 보정된다. 따라서, 재생 캐리어의 정확한 주파

수 동기를 달성할 수 있다.

그외의 실시예

본 발명의 OFDM 전송 방식은 그외에 다음과 같은 각종 실시예를 고려할 수 있다. 제10도 ~제14도는 각각 그 전송 프레임 포맷을 도시하는 것이다.

먼저 제10도에 도시된 방식의 QPSK 심벌을 전송하는 캐리어의 위치는 상기 실시예 1(제1도)와 동일하지만, QPSK 심벌의 위치를 시간방향으로 비켜 놓으면서 전송하도록 한 것이다. 이 방식에 의하면 1개의 시간 슬롯 당 QPSK 심벌수는 적어지지만, 모든 시간 슬롯으로 QPSK 심벌이 전송됨에 따라서 전송로 특성의 변동이 주파수 방향으로 작고 시간 방향으로 큰 경우에 전송로 특성의 변동을 양호하게 검출할 수 있다.

다음에 제11도에 도시된 방식은 QPSK 심벌을 전송하는 시간 슬롯의 위치는 상기 실시예 1(제1도)와 동일하지만, QPSK 심벌의 위치를 주파수 방향으로 비켜 놓으면서 전송하도록 한 것이다. 이 방식에 의하면, 1개의 주파수 슬롯에 관하여 볼때의 QPSK 심벌수는 적어지지만, 모든 주파수 슬롯으로 QPSK 심벌이 전송된다. 따라서 전송로 특성의 변동이 시간 방향으로 작고 주파수 방향으로 큰 경우에 전송로 특성의 변동을 양호하게 검출할 수 있다.

또, 제10도의 방식에서는 모든 시간 슬롯으로 QPSK 심벌을 전송하고, 제11도의 방식에서는 모든 주파수 슬롯으로 QPSK 심벌을 전송하는 경우에 관하여 설명하였지만, 전송로 특성에 따라서 양쪽의 중간 방식을 채용해도 좋다.

한편 제12도에 도시된 방식은 각 QPSK 심벌을 시간 방향 및 주파수 방향으로 각각 같은 간격으로 배치하는 점은 상기 실시예 1(제1도)와 동일하지만, 소정의 캐리어에 있어서만 QPSK 심벌을 시간 방향으로 연속하여 전송하도록 한 것이다.

이 방식을 사용하여 프레임을 전송하면, 수신 장치에서는 소정의 캐리어에 있어서 QPSK 심벌의 시간적인 변화를 연속하여 검출할 수 있다. 이 때문에, 상기 실시예 1(제1도) 보다도 더욱 정확하게 전송로 특성의 변동을 검출하는 것이 가능해진다. 또한, 수신장치에 있어서 재생 캐리어의 주파수 오차가 있는 경우, 일정한 캐리어로 시간방향으로 보았을 때에 복조 출력의 위상 회전이 생긴다. 따라서 제12도에 도시된 바와 같이 소정의 주파수 슬롯으로 연속적으로 QPSK 심벌을 전송함으로써, 재생 캐리어의 주파수 오차를 상기 실시예 1 보다 더욱 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

또한, 제13도에 도시된 방식은 상술한 제10도의 방식에 있어서, 소정의 캐리어에서는 QPSK 심벌을 시간방향으로 연속하여 전송하도록 한 것이다. 이 방식에 있어서도, 상기 제12도에서 기술한 방식과 같이 재생 캐리어의 주파수 오차를 보다 정확하게 검출할 수 있다.

또, 제14도에 도시된 방식은 상술한 제11도의 방식에 있어서, 소정의 캐리어에서는 QPSK 심벌을 시간 방향으로 연속하여 전송하도록 한 것이다. 이 방식에 있어서도 상기 제12도에서 기술한 방식과 같이 재생 캐리어의 주파수 오차를 보다 정확하게 검출할 수 있다.

또, 본 발명은 상기 각 실시예에 한정된 것은 아니다. 예컨대, 상기 각 실시예에서는 정보 심벌로서 QPSK 심벌과 다치 QAM 심벌을 이용한 경우에 관하여 설명하였지만, 전송로의 조건에 따라서 QPSK 심벌 대신에 8PSK, 16PSK등의 그외의 PSK 심벌을 이용해도 좋다. 또한, 다치 QAM 심벌 이외에도 그외의 변조 방식이나 복수의 변조 방식을 이용하는 것이 가능하다.

기타, 1 전송 프레임을 구성하는 시간 슬롯수 및 주파수 슬롯수나 송신장치 및 수신장치의 구성등에 관해서도 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 변형하여 실시할 수 있다.

이상 상세히 기술한 바와 같이 본 발명의 OFDM 전송 방식에서는 송신측에 있어서, 시간 방향 및 주파수 방향에 복수의 슬롯을 이차원적으로 배치하여 이루어지는 전송 프레임을 구성하고, 이 전송 프레임의 한정된 소정의 슬롯에 기준 심벌을 삽입하여 송신하는 동시에, 그 외의 슬롯에 적어도 PSK 변조 방식을 포함하는 복수의 디지털 변조 방식에 의하여 변조된 복수의 정보 심벌을 상기 각 디지털 변조 방식에 따라서 미리 정한 위치 관계로 삽입하여 송신하고, 한편 수신측에 있어서, 수신한 전송 프레임중의 상기 PSK 심벌을 기초로 수신신호의 진폭 및 위상의 변동을 검출하여, 이 검출 결과를 기초로 상기 전송 프레임 중의 기준 심벌을 보정하고, 이 보정한 기준 심벌을 기초로 정보 심벌을 복조하도록 하고 있다.

따라서 본 발명에 의하면, 페이딩 등의 영향을 받더라도 수신측에서 다치 변조 심벌을 확실히 복조할 수 잇고, 또 기준 데이터의 전송량을 감소시켜서 데이터 전송 효율의 향상을 도모할 수 있다. 이동통신 시스템에 적합한 직교 주파수 분할 다중 전송 방식과 그 송신장치 및 수신장치를 제공할 수 있다.

## *(57) 청구의 범위*

### 청구항 1

송신측으로부터 수신측으로 직교 주파수 분할 다중 전송 방식을 사용하여 정보를 무선 전송하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식에 있어서, 상기 송신측은 시간 방향 및 주파수 방향에 복수의 슬롯을 이차원적으로 배치하여 이루어지는 전송 프레임을 구성하고, 이 전송 프레임의 한정된 소정의 슬롯에 기준 심벌을 삽입하여 송신하는 동시에, 그 외의 슬롯에 적어도 PSK 변조 방식을 포함한 복수의 디지털 변조 방식에 의해 변조된 복수의 정보 심벌을 상기 각 디지털 변조 방식에 따라서 미리 정한 위치 관계로 삽입하여 송신하고, 상기 수신측은 수신된 전송 프레임 중의 상기 PSK 심벌을 기초로 하여 수신 신호의 진폭 및 위상의 변동을 검출하여 이 검출 결과를 기초로 하여 상기 전송 프레임중의 기준 심벌을 보정하고, 이 보정한 기준 심벌을 기초로 정보 심벌을 복조하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 송신측은 PSK 변조 방식에 의해 변조된 PSK 정보 심벌을 시간 방향 및 주파수 방향

에 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해진 슬롯에 단속적으로 삽입하여 송신하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식.

**청구항 3**

제1항에 있어서 상기 송신측은 PSK 변조 방식에 있어서 변조된 정보 심벌을 시간 방향에 관해서는 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해지고 또한 주파수 방향에 관해서는 위치가 시간에 따라서 변화하도록 정해진 슬롯에 단속적으로 삽입하여 송신하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식.

**청구항 4**

제1항에 있어서 상기 송신측은 PSK 변조 방식에 의하여 변조된 PSK 정보 심벌을 주파수 방향에 대해서는 위치가 일정한 간격으로 미리 고정적으로 정해지고, 한편 시간 방향에 대해서는 주파수에 따라서 위치가 변화하도록 정해진 슬롯에 단속적으로 삽입하여 송신하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식.

**청구항 5**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 송신측은 PSK 변조 방식에 의하여 변조된 PSK 정보 심벌을 소정의 주파수 위치에 있어서 시간 방향으로 연속하여 송신하는 것을  특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식.

**청구항 6**

제1항내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 송신측은 PSK 변조 방식에 의하여 변조된 PSK 정보 심벌을 기준 심벌을 기준으로 차동 부호화하여 송신하는 것을 특징으로 하는 직교 주파수 분할 다중 전송방식.

**청구항 7**

송신장치로부터 수신장치로 직교 주파수 분할 다중 변조 방식을 사용하여 정보를 무선 전송하는 전송 시스템으로 사용되는 송신장치에 있어서, 시간 방향 및 주파수 방향에 복수의 슬롯을 이차원적으로 배치하여 이루어지는 전송 프레임을 구성하여 이 전송 프레임의 한정된 소정의 슬롯에 기준 심벌을 삽입하는 동시에, 그외의 슬롯에 적어도 PSK 변조 방식을 포함하는 복수의 디지털 변조 방식에 의하여 변조된 복수의 정보 심벌을 상기 각 디지털 변조 방식에 따라서 미리 정한 위치로 삽입하도록 상기 기준 심벌 및 상기 변조된 복수의 정보 심벌을 다중화하기 위한 다중화 수단과; 상기 다중화 수단에 의하여 구성된 전송 프레임을 직교 주파수 분할 다중 변조하기 위한 직교 주파수 분할 다중 변조 수단과; 상기 직교 주파수 분할 다중 변조 수단의 출력신호를 직교 변조하여 송신하기 위한 송신수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 다중화 수단과 직교 주파수 분할 다중 변조 수단과의 사이에 차동 부호화 수단을 설치하고, 이 차동 부호화 수단에 의하여 상기 다중화 수단에 의하여 구성된 전송 프레임 중의  PSK 심벌을 차동 부호화하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

**청구항 9**

송신장치로부터 수신장치로 소정의 슬롯에 기준 심벌이 삽입되고 또한 정보 심벌 삽입 영역에 복수의 PSK 심벌이 단속적으로 삽입된 전송 프레임을 복수의 반송파를 사용하여 직교 주파수 분할 다중 변조하여 무선 전송하는 전송 시스템으로 사용되는 수신장치에 있어서, 직교 주파수 분할 다중 변조파 신호를 수신하고 직교 복조하기 위한 수신수단과, 상기 수신수단으로부터 출력된 직교 복조 신호를 직교 주파수 분할 다중 복조하기 위한 직교 주파수 분할 다중 복조 수단과; 상기 직교 주파수 분할 다중 복조 수단으로부터 출력된 복조 신호중의 상기 기준 심벌을 기초로 상기 복수의 반송파의 진폭 오차 및 위상 오차를 각각 검출하기 위한 오차 검출수단과; 상기 직교 주파수 분할 다중 복조수단으로부터 출력된 복조신호중의 상기 PSK 심벌을 기초로 수신 신호의 진폭 변동 및 위상 변동을 검출하기 위한 변동 검출수단과; 상기 오차 검출수단에 의하여 검출된 각 반송파의 진폭 오차 및 위상 오차와, 상기 변동 검출수단에 의하여 검출된 수신신호의 진폭 변동 및 위상 변동에 기초하여 보정 정보를 생성하기 위한 보정 정보 생성수단과; 상기 보정 정보 생성수단에 의하여 생성된 보정 정보에 기초하여 상기 직교 주파수 분할 다중 복조수단으로부터 출력된 복조 신호의 정보 심벌의 진폭 및 위상을 보정하기 위한 등화 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 수신장치.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 변동 검출수단은 상기 직교 주파수 분할 다중 복조수단으로부터 출력된 복조신호중의 상기 PSK 심벌을 기초로 수신신호의 진폭 변동 및 위상 변동을 검출하는 수단과, 이 수단에 의한 검출결과에 기초하여 상기 복조신호중의 상기 PSK 심벌 이외의 정보 심벌이 삽입된 영역의 진폭 변동 및 위상 변동을 보상하는 보상 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 송신장치.

**청구항 11**

제9항 또는 제10항에 있어서, 상기 변동 검출수단에 의하여 검출된 위상 변동량을 평균하여 주파수 제어신호를 생성하며, 이 주파수 제어신호를 상기 수신수단의 직교 복조 수단에 공급하여 재생 반송파 주파수를 제어하는 주파수 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 수신장치.

**청구항 12**

송신장치로부터 수신장치로, 정보 심벌 삽입 영역에 복수의 PSK 심벌이 단속적으로 삽입되고, 또한 이들의 PSK 심벌이 차동 부호화된 전송 프레임을 직교 주파수 분할 다중 변조하여 무선 전송하는 전송 시스템

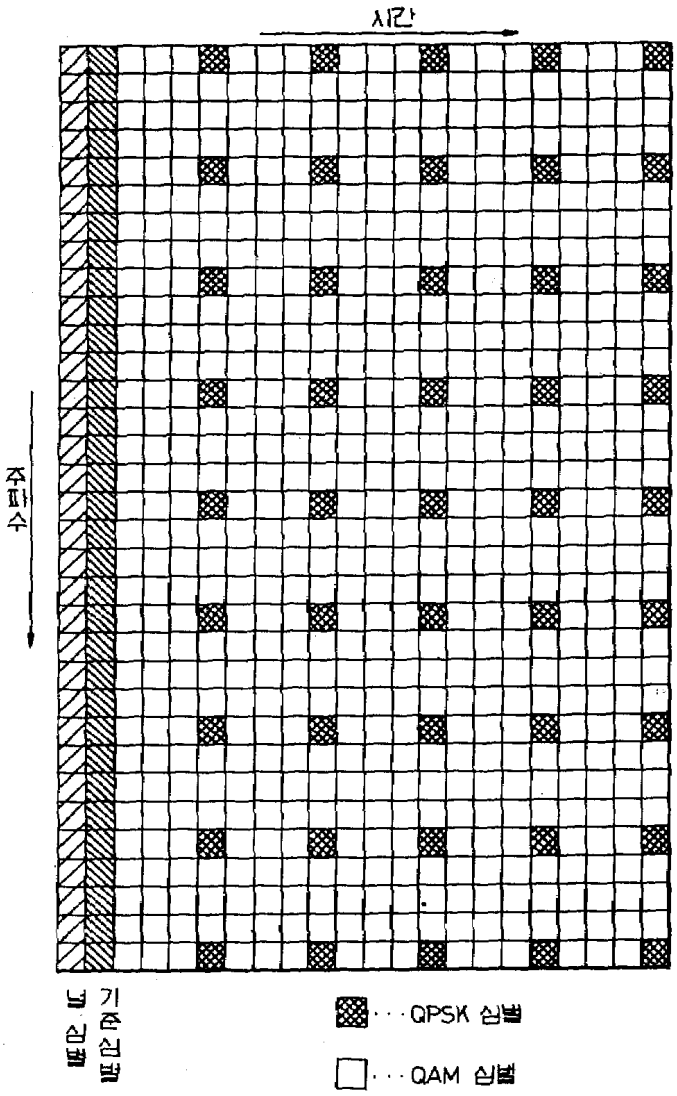
으로 사용되는 수신장치에 있어서, 직교 주파수 분할 다중 변조 신호를 수신하여 직교 복조하기 위한 수신수단과; 상기 수신수단으로부터 출력된 직교 복조 신호를 직교 주파수 분할 다중 복조하기 위한 직교 주파수 분할 다중 복조 수단과; 이 직교 주파수 분할 다중 복조수단으로부터 출력된 복조 신호중의 PSK 심벌을 지연 검파에 의하여 복조하기 위한 지연 검파수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 수신장치.

**청구항 13**

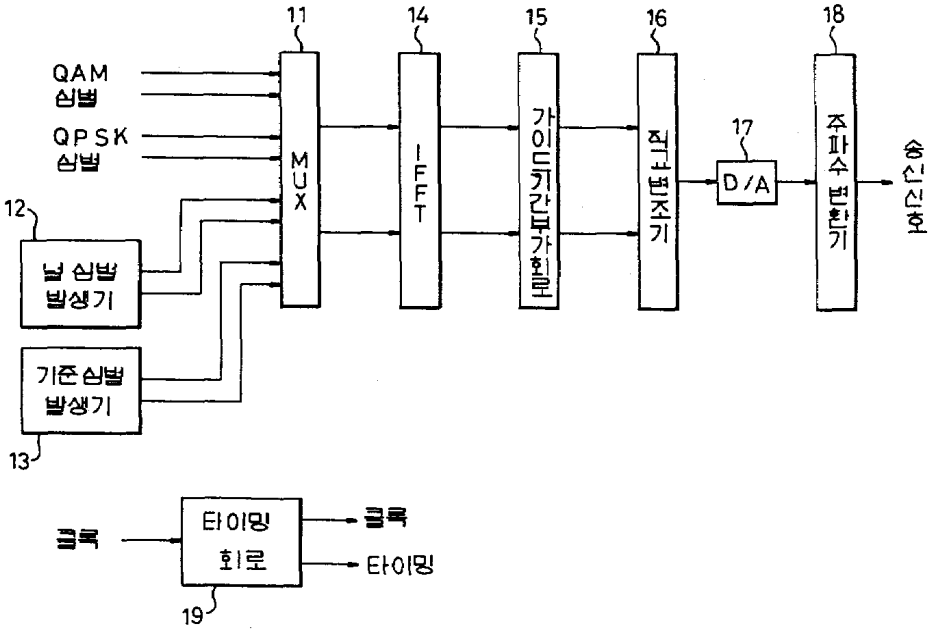
제12항에 있어서, 상기 지연 검파수단에 의하여 복조된 PSK 심벌을 기초로 수신신호의 주파수 변동을 검출하기 위한 주파수 변동 검출수단과, 상기 주파수 변동 검출 수단에 의하여 검출된 주파수 변동량을 평균하여 주파수 제어신호를 생성하고, 이 주파수 제어 신호를 상기 수신수단의 직교 복조수단에 공급하여 재생 반송파 주파수를 제어하는 주파수 제어 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 수신장치.

## *도면*

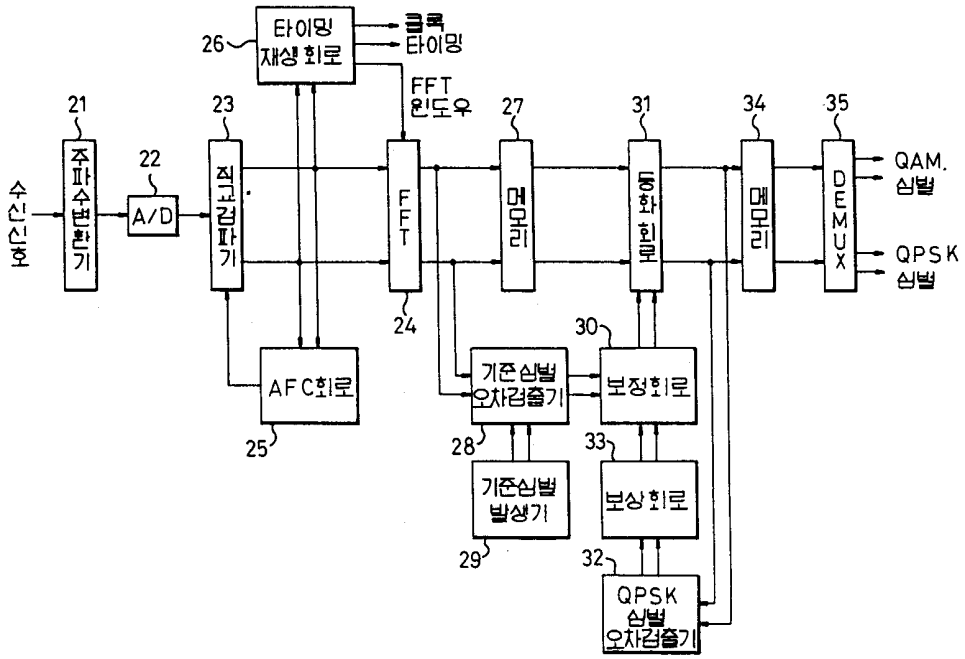
### *도면1*



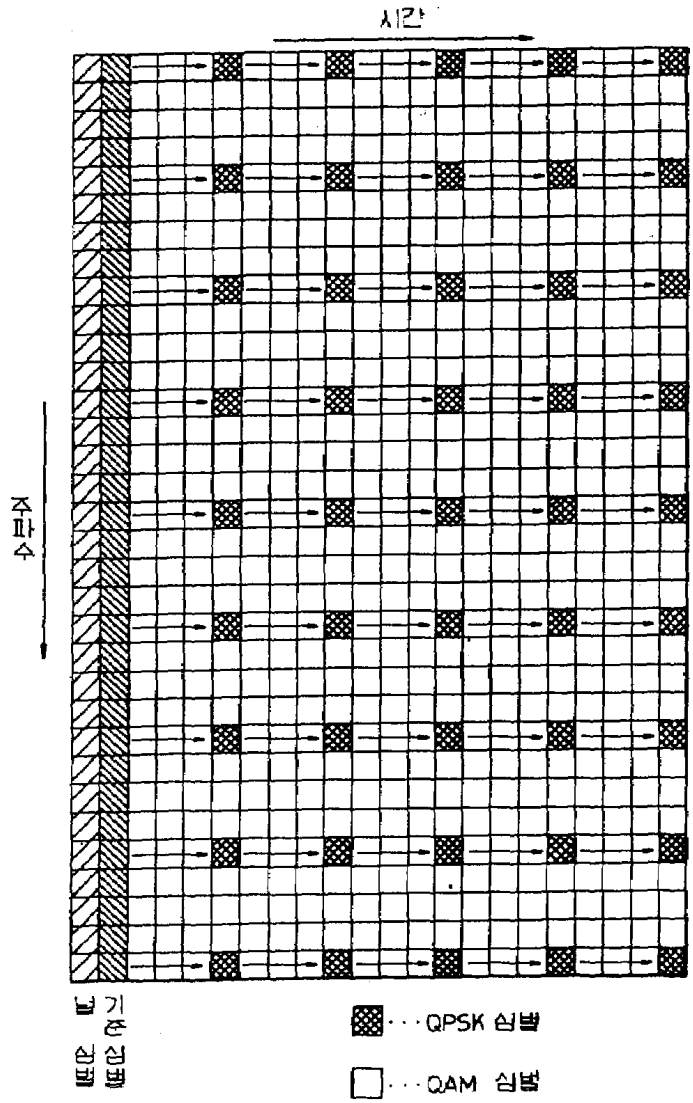
도면2


QAM
심벌
QPSK
심벌
12
널 심벌
발생기
기준심벌
발생기
13
MUX
11
IFFT
14
가이드기간부가회로
15
직교변조기
16
D/A
17
주파수변환기
18
송신신호
클록
타이밍
회로
19
타이밍
클록

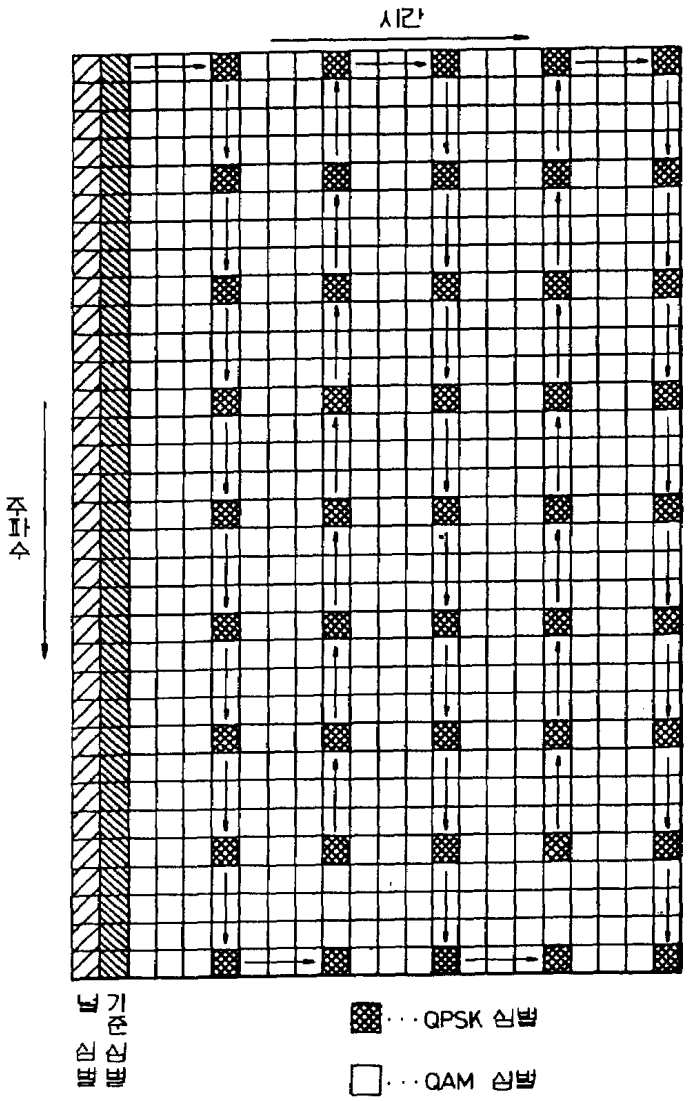
도면3


타이밍
재생회로
26
클록
타이밍
FFT
윈도우
수신신호
주파수변환기
21
A/D
22
직교검파기
23
FFT
24
메모리
27
동화회로
31
메모리
34
DEMUX
35
QAM
심벌
QPSK
심벌
AFC회로
25
기준심벌
오차검출기
28
보정회로
30
기준심벌
발생기
29
보상회로
33
QPSK
심벌
오차검출기
32

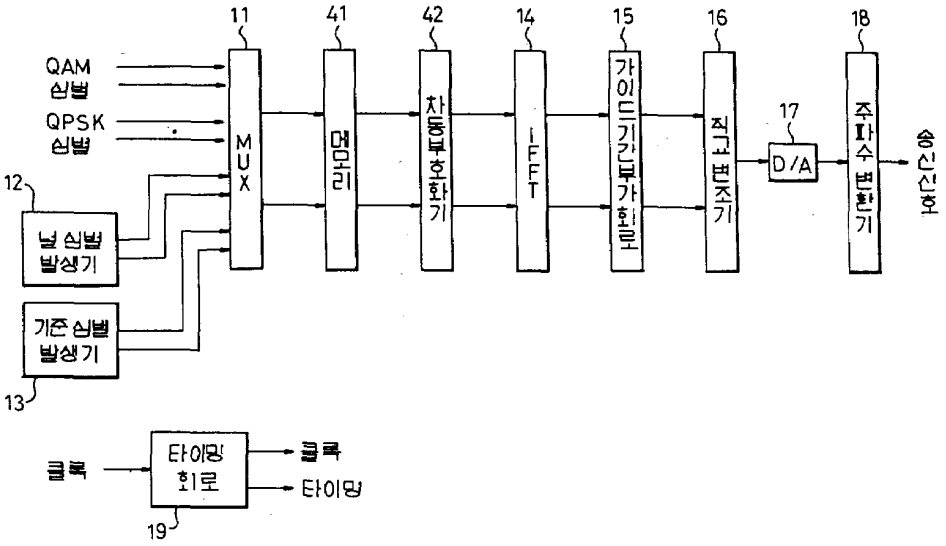
도면4



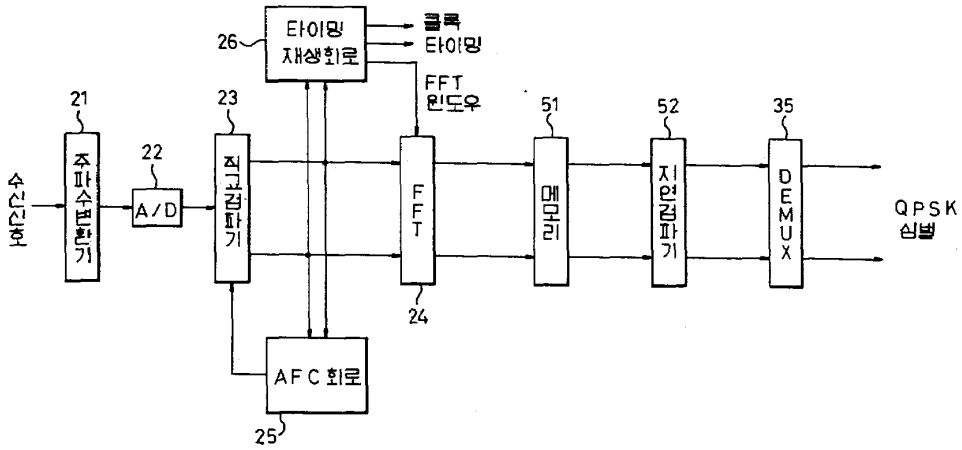
도면5



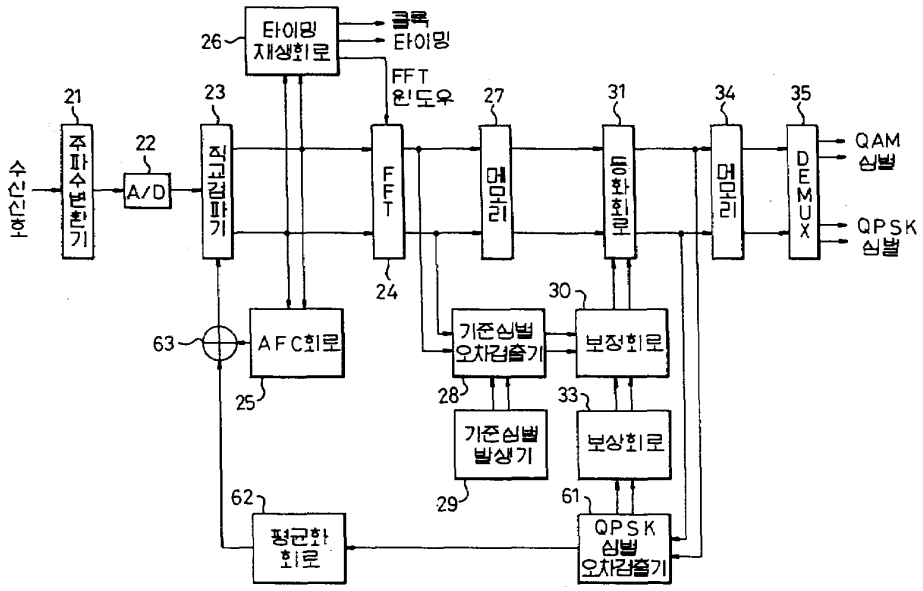
도면6


11
41
42
14
15
16
18
QAM
심벌
QPSK
심벌
MUX
메모리
차동부호화기
IFFT
가이드간격부가회로
직교변조기
17
D/A
주파수변환기
송신신호
12
널 심벌
발생기
기준 심벌
발생기
13
클록
타이밍
회로
클록
타이밍
19

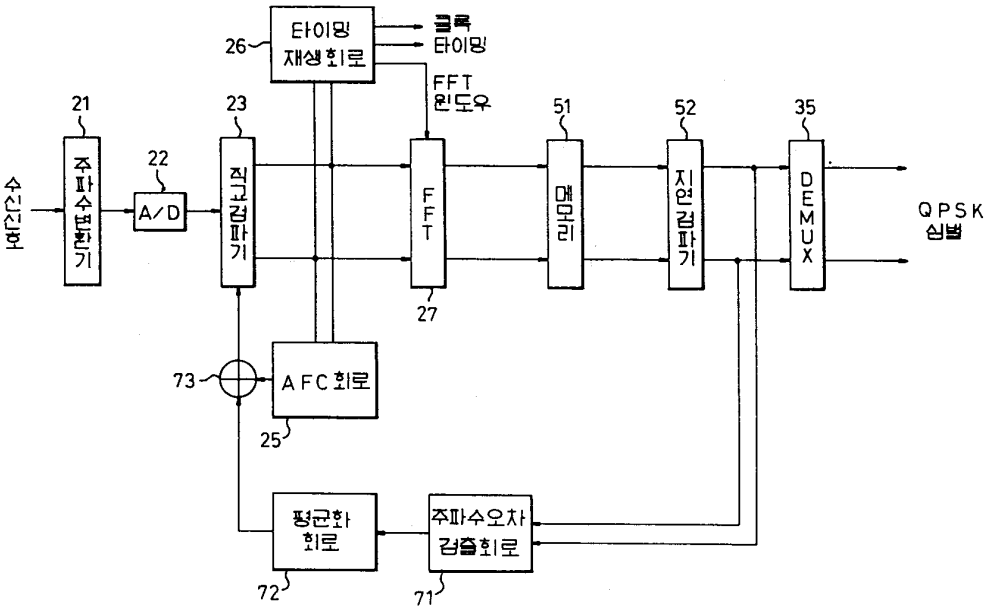
도면7


26
타이밍
재생회로
클록
타이밍
FFT
윈도우
21
23
51
52
35
수신신호
주파수변환기
22
A/D
직교검파기
FFT
메모리
지연검파기
DEMUX
QPSK
심벌
24
AFC 회로
25

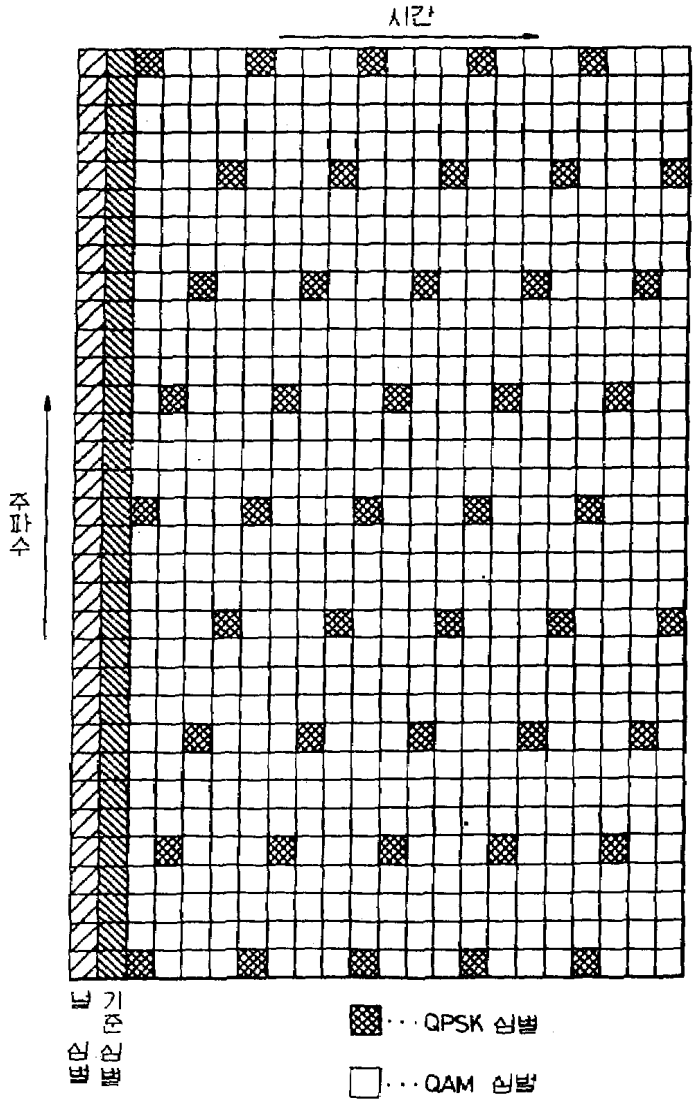
도면8


타이밍 재생회로
26
클록
타이밍
FFT 윈도우
21
주파수변환기
22
A/D
23
직교검파기
FFT
24
27
메모리
31
등화회로
34
메모리
35
DEMUX
QAM 심벌
QPSK 심벌
수신신호
63
AFC회로
25
기준심벌 오차검출기
28
30
보정회로
기준심벌 발생기
29
33
보상회로
62
평균화 회로
61
QPSK 심벌 오차검출기

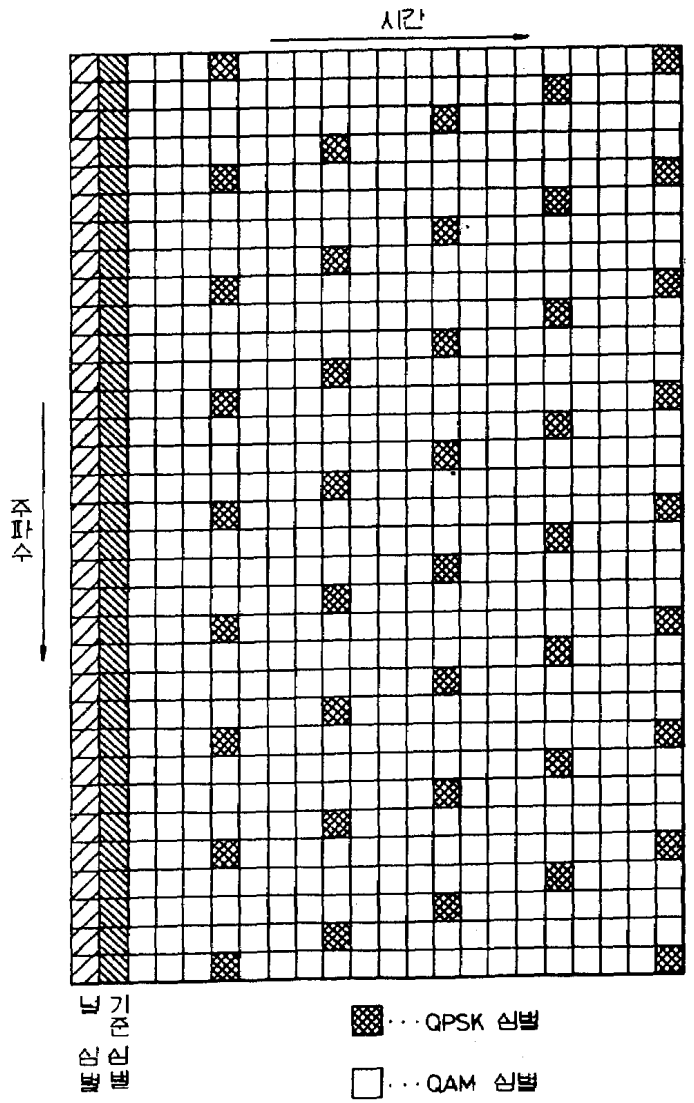
도면9


타이밍 재생회로
26
클록
타이밍
FFT 윈도우
21
주파수변환기
22
A/D
23
직교검파기
FFT
27
51
메모리
52
지연검파기
35
DEMUX
QPSK 심벌
수신신호
73
AFC 회로
25
평균화 회로
72
주파수오차 검출회로
71

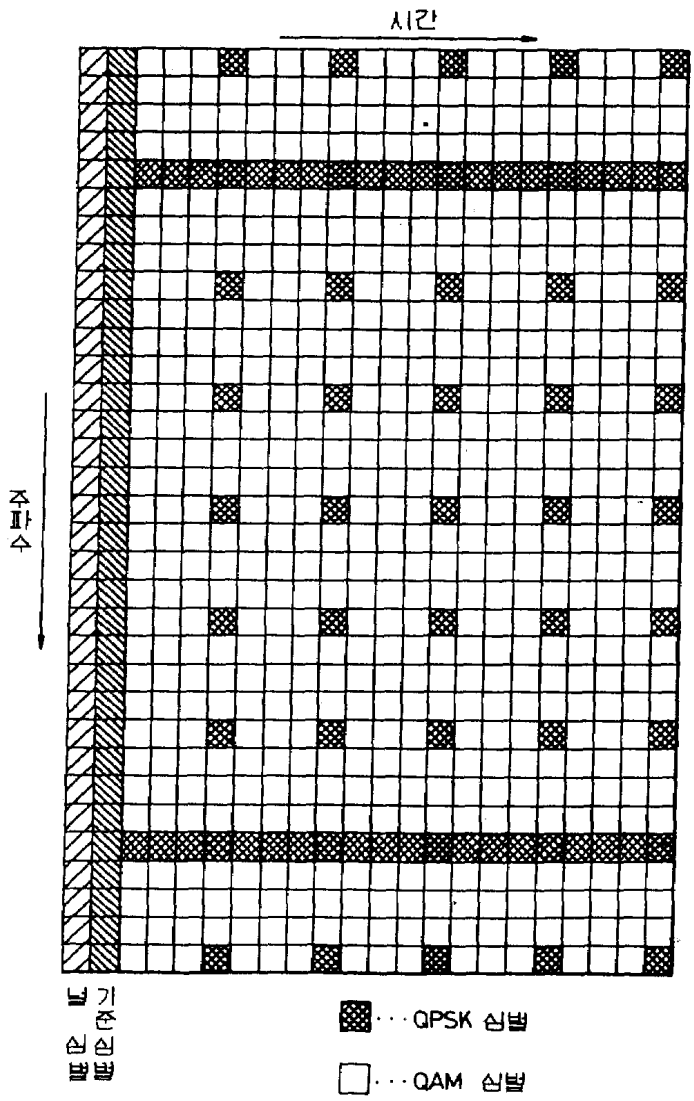
도면10



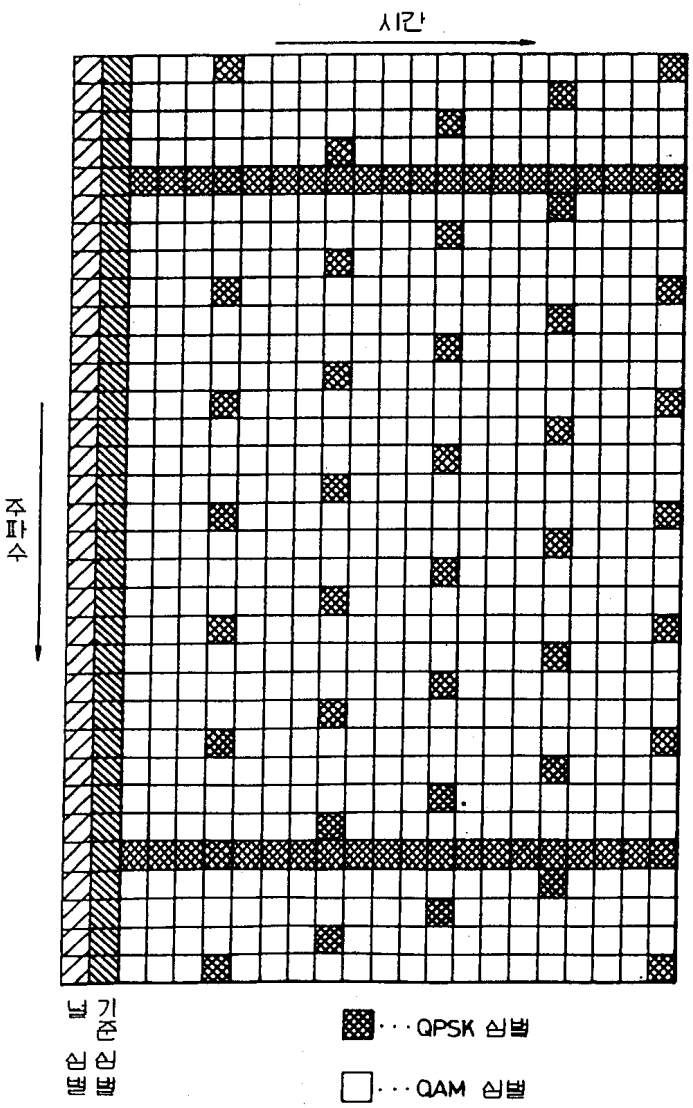
도면11



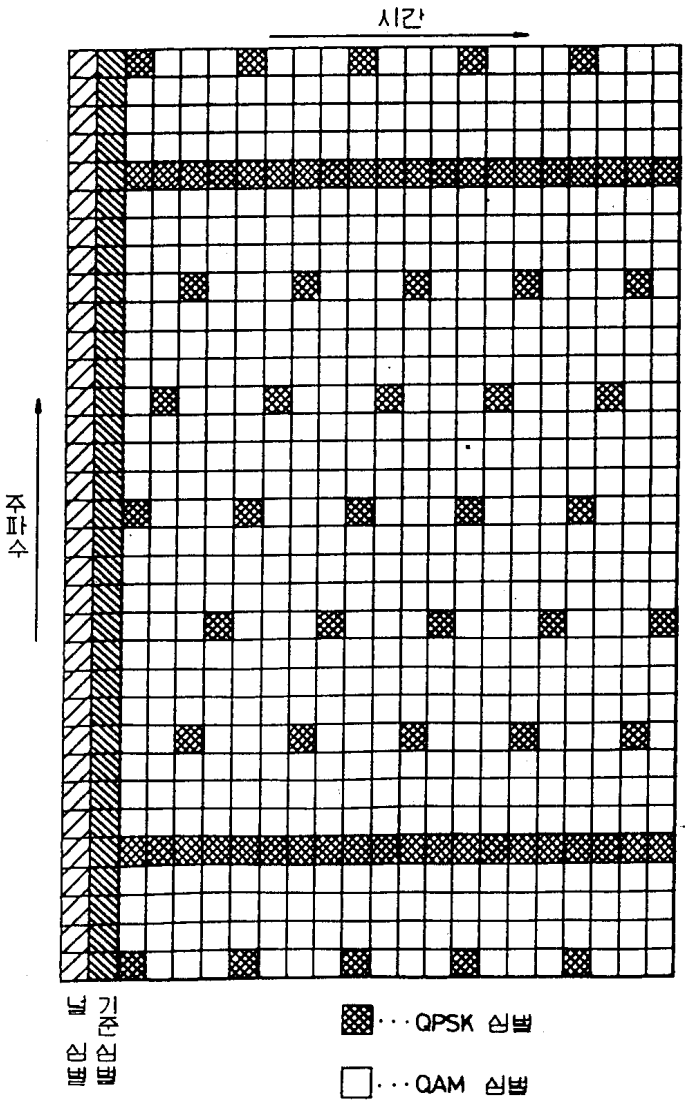
도면12



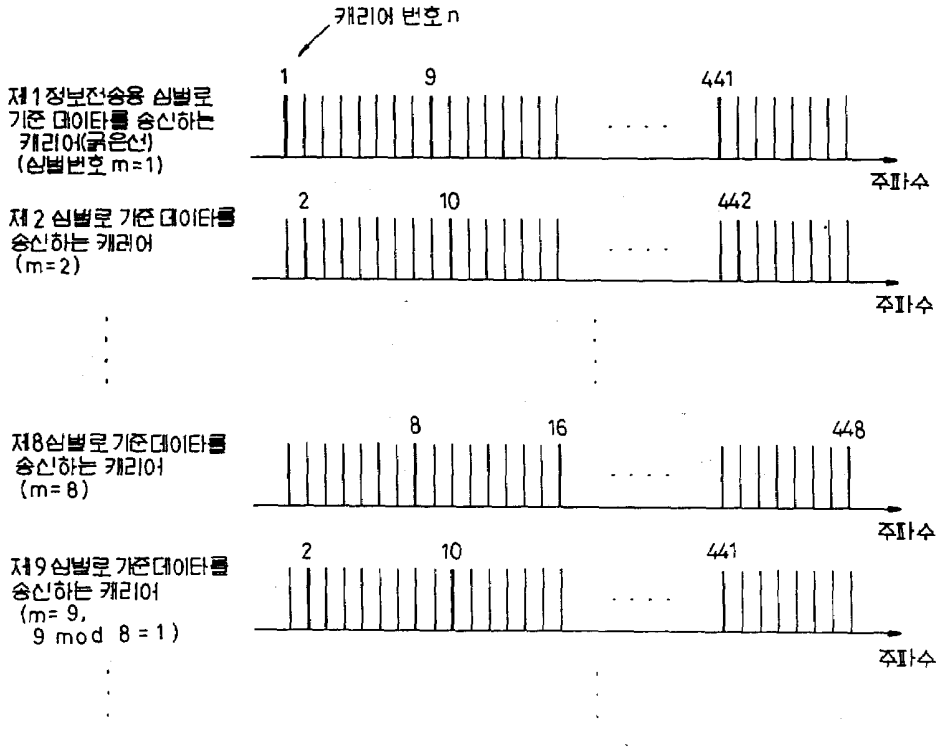
도면13



도면14



도면15


캐리어 번호 n
1
9
441
주파수
제1정보전송용 심벌로 기준 데이타를 송신하는 캐리어(굵은선) (심벌번호 m=1)
2
10
442
주파수
제2 심벌로 기준 데이타를 송신하는 캐리어 (m=2)
8
16
448
주파수
제8심벌로 기준데이타를 송신하는 캐리어 (m=8)
2
10
441
주파수
제9 심벌로 기준데이타를 송신하는 캐리어 (m=9, 9 mod 8 = 1)