

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
**H04L 27/26**

(11) 공개번호 **특2001-0042709**

(43) 공개일자 **2001년05월25일**

<p>(21) 출원번호 10-2000-7011428</p> <p>(22) 출원일자 2000년 10월 13일</p> <p style="padding-left: 20px;">번역문제출일자 2000년 10월 13일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP1998/02167</p> <p>(86) 국제출원출원일자 1998년04월 14일</p> <p>(81) 지정국 AP ARIP0특허 : 가나 감비아 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 짐바브웨</p> <p>EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄</p> <p>EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴</p> <p>OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고</p> <p>국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 가나 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 슬로베니아 슬로바키아 시에라리온 타지키스탄 투르크메니스탄 터어키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 유고슬라비아 짐바브웨</p>	<p>(87) 국제공개번호 WO 1999/53664</p> <p>(87) 국제공개일자 1999년 10월 21일</p>
---	---

<p>(71) 출원인</p> <p>(72) 발명자</p> <p>(74) 대리인</p>	<p>프라운호퍼-게젤샤프트 쉐어 피르더룽 데어 안게반텐 포르슝에 . 파우. 슈베르트 헬무트</p> <p>독일 데-80636 원헨 레온로드슈트라세 54</p> <p>에버라인, 에른스트</p> <p>독일데-91091그로센제박스, 발트스트라세28베</p> <p>바트리, 사바</p> <p>독일데-91058에르란겐, 세발두스트라세8</p> <p>리프, 스테판</p> <p>독일데-91058에르란겐, 스타인백9아</p> <p>복스홀쯔, 스테판</p> <p>독일데-81447원헨, 케르쉬락서스트라세8</p> <p>호이베르거, 알버트</p> <p>독일데-91056에르란겐, 하우쇠케르백18</p> <p>게르호이저, 하인즈</p> <p>독일데-91344바이셴첼트, 사우겐도르프17</p> <p>조담, 정태련, 박미숙</p>
---	--

**심사청구 : 있음**

**(54) 멀티-캐리어 복조 시스템내 에코 위상 오프셋 조정**

**요약**

본 발명은 미분 엔코드 하기위해 적어도 두개의 캐리어들의 각 파라미터들을 제어하는 단계를 포함하는 하나의 멀티-캐리어 변조 시스템내, 상이한 주파수를 갖는 적어도 2개의 동시 캐리어들(202, 206, 208)로 정보를 맵핑하는 방법과, 적어도 2개의 캐리어들의 각 파라미터들을 미분 디코딩(142)함으로써 정보를 복원하는 단계를 포함하여 구성되는 하나의 멀티-캐리어 복조 시스템내 상이한 주파수들을 갖는 적어도 두개의 동시 엔코드 된

캐리어들에 따라 정보를 역-맵핑하는 방법에 관한 것으로, 하나의 멀티-캐리어 복조 시스템내 하나의 에코 위상 오프셋 정정을 수행하는 방법에 있어서, 위상 쉬프트들은 상이한 주파수를 갖는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 미분 위상 디코드 되고, 디코드된 위상 쉬프트로부터 코드화할 수 있는 위상 쉬프트들에 상응하는 위상 쉬프트 불확실성들을 제거함으로써 각 디코드된 위상 쉬프트에 대한 하나의 에코 위상 오프셋이 결정되고,

하나의 평균 오프셋을 생성하기 위해 에코 위상 오프셋들이 평균화되어(520) 최종적으로, 평균 오프셋에 따라 각 디코드된 위상 쉬프트가 정정된다(524).

## 대표도

## 도 1

## 명세서

## 기술분야

본 발명은 멀티캐리어 변조 시스템들(MCM 시스템)에 있어서 변조와 복조를 수행하기 위한 방법 및 장치, 특히 정보를 그러한 시스템들에서의 멀티캐리어(multi-carrier: 다중 반송파) 변조 심볼의 캐리어(carrier: 반송파)에 미분 맵핑 및 역맵핑(differential-mapping and de-mapping)하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 나아가, 본 발명은 멀티캐리어 변조 시스템에 있어서 멀티캐리어 변조심볼의 캐리어 인코딩된 정보를 디코드할 때 하나의 에코 위상 오프셋 정정을 수행하는 방법과 장치에 관한 것이다.

## 배경기술

본 발명은 시간 변수 멀티패스 채널을 통해(over time-variant multi-path channels) 이동 수신기에 디지털 데이터를 방송하는데 관한 것이다. 보다 상세하게는, 로우 채널 코히어런스 타임(low channel coherence time)을 가지는 멀티패스 환경에서, 즉 급속히 변화하는 채널에서 특히 유용하다. 바람직한 실시예들에 있어서, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 변조 체계(scheme)를 실행하는 시스템에 적용될 수 있다. 멀티캐리어 변조(MCM)는 또한 직교 주파수 분할 멀티플렉싱(orthogonal frequency division multiplexing: OFDM)이라고도 알려져 있다.

하나의 MCM 송신 시스템에 있어서, 2진 정보(binary information)는 하나의 복소 스펙트럼(a complex spectrum), 즉 주파수 영역에 있어서의 하나의 특정된 수의 복합 서브 캐리어 심볼들(a distinct number of complex subcarrier symbols)의 형태로 나타내어진다. 변조기에 있어서, 하나의 비트 스트림은 하나의 연속적 스펙트럼(a sequence of spectra)으로 나타내어진다. 하나의 인버스 고속 푸리에 변환(an inverse fast Fourier-transform : IFFT)을 사용하여 하나의 MCM 시간영역 신호가 이 일련의 스펙트럼에 의해 생성된다.

도 7은 하나의 MCM 시스템 개략도이다. 도면 부호 100은 하나의 MCM 송신기를 나타낸다. 그러한 MCM 송신기가 예를 들어, 1995년 3월호 IEEE Transactions on Broadcasting에 윌리엄 와이·조우(Wu), 이안 우(Wu)가 기고한 "COFDM, 그 개요"에 기술되어 있다.

하나의 데이터 소스(102)가 하나의 직렬 비트 스트림(104)을 MCM 송신기에 제공한다. 그 착신(incoming) 직렬 비트 스트림(104)은, 하나의 비트-캐리어 매퍼(a bit-carrier mapper)(106)에 인가되며, 그것은 그 착신 직렬 비트 스트림(104)으로부터 하나의 연속적 스펙트럼(108)을 만들어낸다. 하나의 인버스 고속 푸리에 변환(FFT)(110)이, 하나의 MCM 시간영역신호(112)를 생성하기 위하여 하나의 연속적 스펙트럼(108)에 수행된다. 그 MCM 시간영역 신호는 그 MCM 시간신호의 유용한 MCM 심볼을 형성한다. 멀티패스 일그러짐에 기인한 심볼간 간섭(inter-symbol interference)(ISI)을 피하기 위해, 하나의 유닛(114)이 인접 심볼들 사이의 하나의 고정길이 가드 인터벌(a guard interval of fixed length)을 적시에 삽입하기 위해 설치된다. 본 발명의 하나의 바람직한 실시예에 의해, 상기 MCM 심볼의 마지막 부분이 그것을 유용한 심볼의 앞에 위치하게 함으로써 가드 인터벌로서 사용된다. 그 결과로 나오는 MCM 심볼이 도 7에 도면부호 115로 나타나 있다.

미리 정해진 수의 MCM 심볼 각각에 대해 하나의 기준 심볼(a reference symbol)을 더하기 위한 하나의 유닛(116)이 하나의 프레임구조를 가지는 하나의 MCM 신호를 생성하기 위해 설치된다. 유용한 심볼들, 가드 인터벌들 및 기준 심볼들을 포함하는 이러한 프레임 구조를 사용함으로써, 수신기측에서 MCM 신호로부터 유용한 정보를 복원(recover)하는 것이 가능하다.

그렇게 하여 생기고, 도 7에 도면부호 118로 표시된 구조를 가지는 MCM 신호가 송신기 선단(front end)(120)에 인가된다. 개략적으로 업-컨버팅(up-converting)과 하나의 디지털/아날로그 변환이 수행된다. 그 후, 그 MCM 신호는 하나의 채널(122)을 통해 송신된다.

다음에, 하나의 MCM 수신기(130)의 동작모드를 도 7을 참조하여 간단히 설명한다. MCM 신호는 수신기 선단(132)에서 수신된다. 수신기 선단(132)에서, MCM 신호가 하향 변환되고, 나아가 하향 변환된 신호의 하나의 디지털/아날로그 변환이 수행된다. 하향 변환된 MCM 신호는 하나의 프레임 동기화 유닛(134)에 제공된다. 그 프레임 동기화 유닛(134)은 MCM 심볼내의 기준 심볼의 위치를 결정한다(determine). 프레임 동기화 유닛(134)의 결정에 따라, 하나의 기준 심볼추출 유닛(136)이, 수신기 선단(132)으로부터 오는 MCM 심볼로부터, 프레임 정보, 즉 기준 심볼을 추출한다. 기준 심볼의 추출후에, 그 MCM 신호는 하나의 가드 인터벌 제거 유닛(138)에 인가된다.

MCM 수신기에서 이제까지 수행된 신호처리의 결과는 유용한 MCM 심볼들이다. 가드 인터벌 제거 유닛(138)으로부터 출력된 유용한 MCM 심볼들은, 유용한 심볼들로부터의 하나의 연속적 스펙트럼을 제공하기 위해 하나의 고속 푸리에 변환 유닛(140)에 제공된다. 그 후, 그 연속 스펙트럼은, 직렬 비트 스트림이 복원되는, 하나의 캐리어-비트 매퍼(142)에 인가된다. 이 직렬 비트 스트림은 하나의 데이터 전송 수신기(a data sink)에 제

공된다.

도 7에 의해 명백하듯이, 각 MCM 송신기(100)는, 서브 캐리어들의 진폭들 및/또는 위상들에 대해 송신된 비트 스트림들의 맵핑을 수행하는, 하나의 장치를 포함하여야 한다. 그에 더하여, MCM 수신기(130)에 하나의 장치가, 역연산(inverse operation), 즉 송신된 비트 스트림을 서브 캐리어들의 진폭들 및/또는 위상들로부터 탐색(retrieval)하기 위해 필요하다.

MCM 맵핑 체계를 더욱 더 잘 이해하기 위해서는, 맵핑을 시간-주파수 평면내의 (in the time-frequency plane) 하나 또는 그 이상의 서브 캐리어(sub-carrier: 서브 반송파) 심볼들에 하나 또는 그 이상의 비트를 배정(assignment)하는 것으로 생각하는 것이 바람직하다. 아래에서, 심볼 또는 신호 포인트라는 말은, 등가 베이스밴드(the equivalent baseband)의 하나의 서브 캐리어의 진폭 및/또는 위상 변조를 나타내는, 복소수(complex number)에 대해 사용된다. 모든 서브 캐리어 심볼을 나타내는 모든 복소수들을 지정할 때마다, MCM 심볼이라는 말이 사용된다.

원리적으로, 종래 기술에서는 비트 스트림을 시간-주파수 평면으로 맵핑하는데 두 가지 방법이 사용되고 있다.

첫번째 방법은 시간축에 따른 미분 맵핑이다. 시간축에 따른 미분 맵핑방법을 사용할때, 인접 MCM 심볼의 동일한 중앙 주파수의 두 서브 캐리어 사이의 위상 및/또는 진폭 쉬프트들로 하나 또는 그 이상의 비트들이 인코드된다. 그러한 하나의 인코딩 체계가 도 8에 나타나 있다. 서브 캐리어 심볼들 사이에 도시된 화살표들은 두 서브 캐리어 심볼사이의 진폭 및/또는 위상 쉬프트들로 인코드된 정보에 해당한다.

그러한 하나의 맵핑체계를 적용하는 하나의 시스템이 유럽통신표준(ETS)300401(EU147-DAB)에 정의되어 있다. 이 표준에 맞는 하나의 시스템은, 시간적으로 인접한 MCM 심볼들에 위치한 동일 중심 주파수의 서브 캐리어들 사이의 하나의 0,90,180 또는 270도 위상차로 모두(every) 두 비트들은 각각 인코드하기 위해 미분 직각 위상 쉬프트 키잉(Differential Quadrature Phase Shift Keying : DQPSK)을 사용한다.

비트 스트림을 시간-주파수 평면으로 맵핑하는 두번째 방법은 하나의 비미분(non-differential) 맵핑이다. 비미분 맵핑을 사용할때 하나의 서브 캐리어에 실린 정보는 다른 서브 캐리어로 송신된 정보로부터 독립적이며, 다른 서브 캐리어는 동일 MCM 심볼의 경우 주파수가 다르고, 인접 MCM 심볼의 경우 시간이 다르다. 그러한 하나의 맵핑 체계를 적용하는 하나의 시스템이 유럽 통신 표준(ETS)300 744(DVB-T)에 정의되어 있다. 이 표준에 맞는 하나의 시스템은, 하나의 서브 캐리어의 진폭 및 위상에 비트들을 배정하기 위하여 4, 16 또는 64 직각 진폭 변조(QAM)를 사용한다.

송신된 멀티캐리어 변조 신호들이 수신기에서 복원될 수 있는 품질은 채널의 성질(properties)에 좌우된다. MCM 신호들을 송신할 때 가장 흥미있는 성질은, 거기서 하나의 이동채널이 그 특성(characteristics)을 현저하게 바꾸는 시간 간격(time interval)이다. 채널 코히어런스 시간(Tc)은, 하나의 이동채널이 거기서 그 특성을 현저하게 바꾸는 시간 간격을 결정하기 위하여 보통 사용된다. Tc는 다음 수학적 1과 같이 최대 도플러 쉬프트(Doppler Shift)에 좌우된다:

$$f_{\text{Doppler,max}} = v \cdot f_{\text{carrier}} / c$$

위에서  $v$  = 이동수신기 속도[m/s]

$f_{\text{carrier}}$  = RF 신호의 캐리어 주파수[Hz]

$c$  = 광속( $3 \cdot 10^8$  m/s)

채널 코히어런스 시간(Tc)은 종종 아래 수학적 2와 같이 정의된다:

$$T_c|_{50\%} = \frac{9}{16\pi f_{\text{Doppler,max}}} \quad \text{or} \quad T_c|_{2\text{nd Def.}} = \sqrt{\frac{9}{16\pi f_{\text{Doppler,max}}^2}}$$

채널 코히어런스 타임(Tc)이 단순히 채널의 정상성(stationarity)에 대한 하나의 어림셈 값(rule-of-thumb value)이라는 것이 하나 이상의 정의(definition)의 존재로부터 명백하게 된다. 위에서 설명한 바와 같이 종래 기술의 시간축 미분 맵핑은, 이동채널이 몇몇 MCM 심볼 주기동안에 준 정상적일(quasi stationary) 것, 즉 필요 채널 코히어런스 시간(Tc) >> MCM 심볼주기일 것을 필요로 한다. 종래기술의 비미분 MCM 맵핑은, 이동채널이 하나의 심볼 간격 동안에 준 정상적일 것, 즉 필요 채널 코히어런스 시간 >> MCM 심볼 주기일 것을 필요로 한다.

따라서, 종래 기술의 두 맵핑 체계는 특별한 단점을 가진다. 타임 축방향으로의 미분 맵핑을 위해, 채널이 준 정상적일 것, 즉 채널이 시간적으로 인접한 두 심볼사이의 송신중에 변화하지 않아야 하는 것을 필요로 한다. 만일 이러한 요건이 충족되지 않으면, MCM 심볼사이의 채널 유기(channel induced) 위상 및 진폭 변화가 비트 오차율(bit error rate)의 증가를 가져온다.

비미분 맵핑을 함에 있어서는 각 서브 캐리어의 위상에 대한 정확한 지식이 요구된다(즉, 코히어런트 수신). 멀티패스 채널의 경우, 만일 채널 임펄스 응답이 알려지면, 코히어런트 수신이 얻어질 수 있을 뿐이다. 따라서, 채널 추정(estimation)은 수신기 알고리즘의 부분이어야 한다. 채널 추정은, 정보를 실지 않은 송신

파형에 추가적 시퀀스를 필요로 하는 것이 보통이다. 짧은 인터벌에서 채널 추정 업데이트를 필요로 하는 급속히 변화하는 채널들의 경우, 추가적 오버헤드(over head)는 비미분 맵핑의 기능부전(insufficiency)을 급속히 초래할 수 있다.

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 개요

하나의 채널이 몇개의 MCM 심볼들 동안에 정상적(stationary)이지 않은 경우일지라도 그 채널을 통한 송신 후에 정보의 정확한 복원을 허용하는, 하나의 멀티캐리어 변조 시스템의 서브 캐리어 심볼들에 정보를 맵핑하기 위한 방법과 장치를 제공하는 것이 본 발명의 하나의 목적이다.

하나의 채널이 몇개의 MCM 심볼들 동안에 정상적이지 않은 경우일지라도 그 채널을 통한 송신 후에 비트 스트림의 정확한 복원을 허용하는, 하나의 디지털방송 송신기에서 하나의 비트 스트림의 하나의 멀티캐리어 변조를 수행하기 위한 방법과 장치를 제공하는 것이 본 발명의 다른 하나의 목적이다.

그것을 통해 송신이 일어나는 하나의 채널이 몇개의 심볼들 동안에 정상적이지 않은 경우일지라도 정보를 정확히 복원하기 위하여 정보를 역맵핑하는(de-mapping) 방법과 장치를 제공하는 것이 본 발명의 다른 목적이다.

그것을 통해 송신이 일어나는 하나의 채널이 몇개의 MCM 심볼들 동안에 정상적이지 않은 경우일지라도 멀티캐리어 변조신호에 엔코드된 하나의 비트 스트림을 정확히 복원하기 위하여 하나의 디지털 방송시스템에서 하나의 멀티캐리어 변조신호의 복조를 수행하기 위한 방법과 장치를 제공하는 것이 본 발명의 또 다른 목적이다.

하나의 멀티캐리어 복조시스템에서 하나의 에코 위상 오프셋 정정을 수행하기 위한 방법과 장치를 제공하는 것이 본 발명의 또 다른 목적이다.

본 발명의 첫 번째 양상에 의해서, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 변조 시스템에서 상이한 주파수를 가지는 적어도 둘의 동시 캐리어들(simultaneous carrier)에 정보를 맵핑하는 방법을 제공하며, 이 방법은 정보가 미분 엔코드(differential encode)되도록 적어도 두 캐리어들의 각 파라미터들을 제어하는 단계를 포함하여 구성된다.

두 번째 양상에 의해서, 본 발명은 하나의 디지털 방송 송신기에서 하나의 비트 스트림의 하나의 멀티캐리어 변조를 수행하는 방법을 제공하며, 그 방법은 다음의 단계들을 포함하여 이루어진다:

비트 스트림의 하나 또는 그 이상의 비트들에 각 위상 쉬프트를 결합(associate)시킴으로써 비트 스트림을 위상 쉬프트 키잉하는 방법; 및 제 1, 제 2 캐리어가 상이한 주파수를 가지며, 제 1 캐리어의 위상을, 하나의 동시 제 2 캐리어의 하나의 위상과 위상 쉬프트에 기초하여 제어함으로써 위상 쉬프트들을 미분 위상 엔코드하는 방법.

세 번째 양상에 있어서, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 복조시스템에 있어서 상이한 주파수를 가지는 적어도 둘의 동시 엔코드된 캐리어들에 기초하여 정보를 역 맵핑하는 방법을 제공하는데, 그 방법은 두 캐리어들의 각 파라미터들의 미분 디코딩에 의해 정보를 복원하는 단계를 포함한다.

네 번째 양상에 의해서, 하나의 디지털 방송시스템에서 하나의 멀티캐리어 변조신호의 복조를 수행하는 방법을 제공하며, 그 방법은 다음 단계들을 포함한다:

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라서 위상 쉬프트들을 미분 위상 디코딩하는 단계; 및

상기 위상 쉬프트들로부터 하나의 비트 스트림의 비트들을 복원하는 단계.

다섯 번째 양상에 따라서, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 복조시스템에서 에코위상 오프셋 정정을 수행하는 방법을 제공하며, 그 방법은 다음의 단계들을 포함하여 이루어진다:

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 미분 위상 디코딩하는 단계;

디코드된 위상 쉬프트로부터 코드화 가능한 위상 쉬프트들에 상응하는 위상 쉬프트 불확실성들을 제거함으로써 각 디코드된 위상에 대한 하나의 에코 위상 오프셋을 결정하는 단계;

하나의 평균 오프셋을 발생시키기 위하여 에코 위상 오프셋들을 평균화하는 단계; 및

평균 오프셋에 따라 각 디코드된 위상 쉬프트를 정정하는 단계.

여섯 번째 양상에 따라, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 시스템에 있어서 하나의 에코 위상 오프셋 정정을 수행하는 방법을 제공하며, 그 방법은 다음 단계들을 포함하여 이루어진다:

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라서, 하나의 복소 평면(complex plane)에 신호 포인트들을 정의하는 위상 쉬프트들을 미분 위상 디코딩하는 단계;

$-45^\circ$  와  $+45^\circ$  이의 복소 평면의 섹터(sector)안으로 신호포인트들을 프리-로테이팅(pre-rotating)하는 단계;

위 복합 평면내의 프리 로테이팅된 신호포인트들의 위치에 근접한 하나의 직선의 파라미터들을 판정하는 단계;

그 파라미터들에 따라서 하나의 위상 오프셋을 판정하는 단계; 및

그 위상 오프셋에 따라서 각 디코드된 위상 쉬프트를 정정하는 단계.

일곱 번째 양상에 따라, 하나의 멀티캐리어 변조 시스템에 대하여,

본 발명은 상이한 주파수를 가지는 적어도 둘의 동시 캐리어들에 정보를 맵핑하는 하나의 맵핑 장치를 제공하며, 이 장치는 정보가 미분 엔코드되도록 적어도 두 캐리어들의 파라미터들을 제어하는 수단을 포함하여 구성

된다.

여덟번째 양상에 따라, 하나의 디지털 방송 송신기에 대하여,

본 발명은 하나의 비트 스트림의 멀티캐리어 변조를 수행하기 위한 하나의 멀티캐리어 변조기를 제공하는데, 이 변조기는 다음을 포함하여 구성된다:

비트 스트림의 하나 또는 그 이상의 비트들에 각 위상 쉬프트를 결합함으로써 비트 스트림을 위상 쉬프트 키잉하는 수단; 및

제 1, 제 2 캐리어가 상이한 주파수를 가지며, 제 1 캐리어의 위상을 제 2 동시 캐리어(a simultaneous second carrier)의 위상과 위상 쉬프트에 따라 제어함으로써 위상 쉬프트들을 미분 위상 엔코딩하기 위한 하나의 미분 위상 엔코더.

아홉번째 양상에 따라, 하나의 멀티캐리어 복조시스템에 대하여,

본 발명은 상이한 주파수를 가지는 적어도 둘의 동시 엔코딩된 캐리어들에 기초하여 정보를 역 맵핑하는 하나의 역 맵핑장치를 제공하며, 이 역 맵핑장치는 적어도 두 캐리어들의 각 파라미터들의 미분 디코딩에 의해 정보를 복원하기 위한 수단을 포함하여 구성된다.

열번째 양상에 따라, 하나의 디지털 방송시스템에 대하여,

본 발명은 하나의 멀티캐리어 변조신호를 복조하기 위한 복조기를 제공하며, 이 복조기는 다음을 포함하여 구성된다:

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 디코딩하기 위한 하나의 미분 위상 디코더; 및

위상 쉬프트들로부터 하나의 비트 스트림의 비트들을 복원하기 위한 수단.

열한번째 양상에 의하면, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 복조시스템에 대한 하나의 에코 위상 오프셋 정정장치를 제공하며, 이 장치는 다음을 포함하여 구성된다.:

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 디코딩하기 위한 하나의 미분 위상 디코더;

디코딩된 위상 쉬프트로부터의 코드화가능한 위상 쉬프트들에 해당하는 위상 쉬프트 불확실성을 제거함으로써 디코딩된 각 위상 쉬프트에 대한 하나의 에코위상 오프셋을 결정하기 위한 수단;

하나의 평균화된 오프셋을 발생시키기 위하여 그 에코위상 오프셋을 평균화하기 위한 수단; 및

디코딩된 각 위상 쉬프트를 그 평균화된 오프셋에 따라 정정하기 위한 수단.

열두번째 양상에 따라, 본 발명은 하나의 멀티캐리어 복조시스템에 대하여 하나의 에코 위상 오프셋 정정 장치를 제공하며, 이 장치는 다음을 포함하여 구성된다:

하나의 복소 평면에 신호 포인트들을 정의하는 위상 쉬프트들을, 상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 디코딩하기 위한 하나의 미분 위상 디코더;

$-45^\circ$  와  $+45^\circ$  사이의 복소 평면의 섹터내로 신호 포인트들을 프리 로테이팅하기 위한 수단;

복소 평면내의 프리 로테이팅된 신호포인트들의 위치에 접하는 직선의 파라미터들을 결정하기 위한 수단;

그 파라미터들에 따라 하나의 위상 오프셋을 결정하기 위한 수단; 및

디코딩된 각 위상 쉬프트를 그 위상 오프셋에 따라 정정하기 위한 수단.

본 발명은 급속변화 멀티패스 채널을 통한 멀티캐리어(OFDM)디지털 방송에 적합하고, 하나의 멀티캐리어 심볼을 초과하는 채널 정상성에 대한 필요성이 없도록 주파수 축을 따라 데이터를 미분 엔코딩하는 것을 포함하여 이루어지는, 하나의 맵핑 프로세스를 제공한다.

주파수축에 따른 본 발명의 맵핑 프로세스를 사용할때, 채널 에코들에 의해 생길 수 있는 심볼 위상 오프셋들을 정정할 하나의 수신기 알고리즘을 사용하는 것이 바람직하다.

본 발명은, 채널추정을 지지하기 위해 하나의 큰 오버헤드를 도입하지 않고 멀티패스 채널에 급속한 변조와 어느 정도 무관한 송신을 제공하는 멀티캐리어 변조를 위한, 하나의 맵핑 체계를 제공한다. 특히, 수신기 유닛이 장치된, 높은 캐리어주파수 및/또는 고속의 이동 수신기의 시스템들에 본 발명이 유용하다.

따라서, 상술한 바와 같은 종래 기술 시스템의 두 가지 문제점을 나타내지 않는 하나의 맵핑 체계를 본 발명은 제공한다. 본 발명에 의한 맵핑 체계는, 높은 주파수 및/또는 고속 이동식 수신기들에 일어날 수도 있는 급속 변화 멀티패스 채널들에 대하여 강하다.

본 발명의 바람직한 실시예에 의하면, 서브 캐리어들의 제어된 각각의 파라미터들은 그 위상들이고, 그 정보가 미분 위상 엔코딩된다. 그러나, 서브 캐리어들의 제어된 각각의 파라미터들은 마찬가지로 그에 따라 정보가 미분 진폭 엔코딩 되는 그 진폭들일 수 있다.

본 발명에 의한 맵핑도 또한 미분식으로 이루어지는데, 다만 시간 축 방향이 아니고 주파수 축 방향이다. 그리하여, 정보는, 시간적으로 가까운 서브 캐리어들 사이의 위상 쉬프트에 포함되지 않고 주파수적으로 가까운 서브 캐리어들 사이의 위상 쉬프트에 포함된다. 주파수축에 따른 미분 맵핑은 종래 기술의 맵핑 체계에 비해 두 가지 장점이 있다. 미분 맵핑으로 인해, 서브 캐리어들의 절대 위상의 추정이 필요하지 않다. 따라서, 채널 추정과 그에 관련된 오버헤드가 불필요하다. 정보 비트 스트림을 미분 엔코딩하기 위한 방향으로 주파수 축을 선택함으로써, 몇개의 MCM 심볼들 동안에 채널이 정상적(stationary)이어야 한다는 요건은 제외될 수 있다.

채널만이 현재의 MCM 심볼 주기 동안에 변하지 않아야 한다. 따라서, 비미분 맵핑의 경우와 마찬가지로, 필요 채널 코히어런스 시간  $\geq$  MCM 심볼 주기이다.

나아가 본 발명은 채널 에코들에 의해 생길 수 있는 위상 일그러짐의 정정을 위한 방법과 장치를 제공한다. 상술한 바와 같이, 주파수 축 방향으로의 미분 맵핑은 채널의 정상성과 관련된 문제점들을 해결해 준다. 그러나, 주파수 축으로의 미분 맵핑은 새로운 문제를 야기할 수도 있다. 멀티패스 환경에서, 메인 패스(main path)를 뒤따르거나 그 앞에 오는 패스 에코들은 동일한 MCM 심볼의 서브 캐리어들 사이의 시스템상의 위상 오프셋으로 발전할 수도 있다. 이러한 관점에서, 메인 패스는 가장 높은 에너지 함량을 갖는 패스 에코라고 생각된다. 메인 패스 에코는 MCM 시스템 수신기의 FFT창(window)의 위치를 결정하게 된다.

본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 정보는, 동일 MCM 심볼의 인접 캐리어들 사이의 위상 쉬프트에 포함될 것이다. 만일 정정되지 않으면, 두 서브 캐리어들 사이의 패스 에코 유기 위상 오프셋은 비트 오차율의 증가를 가져올 수 있다. 따라서, 본 발명에 의한 MCM 맵핑 체계에의 적용은, 하나의 멀티패스 채널의 경우 시스템상의 서브 캐리어 위상 오프셋의 정정과 결합되어 사용되는 것이 바람직하다.

도입된(introduced) 위상 오프셋은 이산 푸리에 변형(DFT)의 쉬프팅 성질에 관한 다음의 수학적 식 3으로 설명될 수 있다.

$$x\left[\left((n-m)\right)_N\right] \xleftrightarrow{DFT} X[k]e^{-j\frac{2\pi}{N}km}$$

위에서,  $x[n]$ 은 샘플링된 시간영역신호( $0 \leq n \leq N-1$ )

$x[k]$ 는 DFT 변형주파수 영역신호( $0 \leq k \leq N-1$ )

$N$ 은 DFT의 길이

(...)N은 시간의 DFT창의 주파수 쉬프트,

$m$ 은 시간영역의 DFT-쉬프트의 길이

수학적 식 3은, 멀티 패스채널에 있어서, 메인패스에 이은 에코들이 하나의 서브 캐리어 의존(subcarrier dependent) 위상 오프셋을 생기게 할 것이다. 수신기에서의 주파수 축 방향의 미분 역 맵핑후에 두 인접 심볼들 사이의 하나의 위상 오프셋이 남아 있다. 미분 복조된 심볼들 사이의 채널 유기 위상 오프셋들(the channel induced phase offsets)은 계통오차(systematic errors)이기 때문에, 그들은 하나의 알고리즘에 의해 정정될 수 있다.

아래의 설명의 관점에서, 위상 쉬프트의 정정을 돕는 알고리즘들은 에코 위상 오프셋 정정(EPOC) 알고리즘들이라고 불리워진다. 그러한 두 알고리즘들은, 채널 에코들에 기인할 수 있는 위상 일그러짐들의 정정을 위한 바람직한 실시예들로서 설명된다. 이들 알고리즘들은, 가드 인터벌의 한계들에 가까운 에코들을 가지는 채널들에 있어서까지도, MCM 주파수 축 맵핑을 위한 하나의 충분한 탐지보호를 제공한다.

원칙적으로, 하나의 EPOC 알고리즘은, 미분 복조에 이은 신호공간 배열(signal space constellation)로부터 에코 유기 위상 오프셋을 계산하고, 뒤이어 이 위상 오프셋을 정정하여야 한다.

### 도면의 간단한 설명

본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 기초로 아래에서 상세하게 설명하기로 하며, 첨부도면 중 :

도 1은 본 발명의 맵핑 체계를 나타내는 개요도이고;

도 2는 본 발명에 의한 맵핑장치의 실시예의 기능을 나타내는 블록다이어그램이고;

도 3A 및 도 3B는 에코 위상 오프셋 정정을 나타내기 위한 MCM 수신기의 미분 역 맵핑기의 출력의 산포도이고;

도 4는 에코 위상 오프셋 정정 유닛의 위치와 기능성을 도시한 블록개요도이고;

도 5는 본 발명에 의한 에코 위상 오프셋 정정장치의 하나의 실시예의 블록개요도이고;

도 6은 본 발명에 의한 에코 위상 오프셋 정정장치의 다른 실시예에 의해 수행된 투영(projection)을 도시하기 위한 개략도이고;

도 7은 일반적인 멀티캐리어 변조 시스템의 블록개요도이고;

도 8은 종래 기술의 미분 맵핑체계를 나타내는 개략도이다.

### 실시예

본 발명을 도 7에 도시된 미분 위상 엔코딩을 사용하는 하나의 MCM 시스템에 대하여 주로 설명하였으나, 본 발명이, 예를 들어, 미분 진폭 엔코딩 또는 미분 진폭/위상 결합 엔코딩을 사용하는 다른 송신 시스템과 관련하여 사용될 수 있음도 명백하다.

바람직한 하나의 실시예에 있어서, 본 발명은 도 7에 도시된 하나의 MCM 시스템에 적용된다. 이 MCM 시스템에 대하여, 본 발명은 MCM 송신기(100)의 비트캐리어 맵퍼(106) 및 MCM 수신기(130)의 캐리어 비트 맵퍼(142)

에 관한 것이며, 매퍼들은 도 7에 빗금으로 표시되어 있다.

비트 캐리어 매퍼(106)에 의해 사용된 맵핑체계의 하나의 바람직한 실시예가 도 1에 도시되어 있다. 몇 개의 MCM 심볼들(200)이 도 1에 나타나 있다. 각 MCM 심볼(200)은 몇개의 서브 캐리어 심볼들(202)을 포함하여 이루어진다. 도 1의 화살표들(204)은 두 비트 캐리어 매퍼(106)사이에서 인코딩된 정보를 나타낸다. 화살표들(204)로부터 알 수 있듯이, 비트 캐리어 매퍼(106)는 주파수 축 방향에 따른 하나의 MCM 심볼내의 하나의 미분 맵핑을 사용한다.

도 1에 도시된 실시예에 있어서, 하나의 MCM 심볼(200)의 제 1 서브 캐리어( $k=0$ )는, 기준(reference) 서브 캐리어와 제 1 액티브 캐리어(208)사이에서 정보가 인코딩되도록, 하나의 기준 서브 캐리어(206)(빗금표시)로 사용된다. 하나의 MCM 심볼(200)의 다른 정보는 액티브캐리어들 사이에서 인코딩 된다.

따라서 각 MCM 심볼별로 하나의 절대 위상 기준이 존재한다. 도 1에 따라서, 이러한 절대위상 기준이 각 MCM 심볼( $k=0$ )별로 삽입된 하나의 기준 심볼에 의해 공급된다. 기준 심볼은 모든 MCM 심볼들에 대한 하나의 정위상(a constant phase) 또는 MCM 심볼들로부터 MCM 심볼로 변하는(vary) 하나의 위상의 어느 하나를 가질 수 있다. 하나의 변하는 위상은 시간적으로 앞서는 MCM 심볼의 최종 서브 캐리어로부터 위상을 복제(replicating)함으로써 얻어질 수 있다.

도 2에 주파수 축에 따른 하나의 미분 맵핑을 수행하기 위한 장치의 바람직한 실시예가 도시되어 있다. 도 2에, 본 발명에 의해 주파수 축을 따른 미분 맵핑을 사용하는 주파수 영역의 MCM 심볼들의 어셈블리가 나타나 있다.

도 2는 다음의 파라미터들을 가지는 하나의 MCM 심볼의 어셈블리를 보여준다:

$N_{FFT}$ 는 이산 푸리에 변환의 복합계수(complex coefficients)의 수 및 서브 캐리어들의 수를 각각 지정한다.

$K$ 는 액티브 캐리어들의 수를 나타낸다. 기준캐리어는  $K$ 의 계산에 포함되지 않는다.

도 2에 따라서, 하나의 직각위상 쉬프트 키잉(QPSK)이 비트 스트림을 복소심볼들(complex symbols)에 맵핑하는데 사용된다. 그러나, 다른 2-PSK, 8-PSK, 16-QAM, 16-APSK, 64-APSK등과 같은 다른  $M$ 번째( $M$ -ary) 맵핑체계(MPSK)가 가능하다.

나아가, 알리아싱효과(aliasing effects)의 최소화와 필터링의 편의를 위해 몇몇 서브 캐리어들은 정보를 도 2에 도시된 장치에 인코딩하는데 사용되지 않는다. 제로(0)로 세트되지 않는 이 서브 캐리어들은, MCM 신호 스펙트럼의 상·하 엠티위에 소위 보호주파수대(guard band)들을 구성하지 않는다.

도 2에 도시된 맵핑장치의 입력부에서, 하나의 입력 비트 스트림의 복합신호의 쌍(complex signal pairs)( $b_0[k]$ ,  $b_1[k]$ )들이 수신된다,  $K$  복합신호의 쌍들은 하나의 MCM 심볼을 형성하기 위해 어셈블된다. 신호 쌍들은, 하나의 MCM 심볼의 어셈블리를 위해 필요한  $K$  미분 위상쉬프트( $\phi[k]$ )로 인코딩된다. 이 실시예에서, 비트들로부터 0, 90, 180 및 270도의 위상 쉬프트들로의 맵핑이, 하나의 직각 위상 쉬프트 키잉장치(220)에서 그레이 맵핑(Gray Mapping)을 사용하여 수행된다.

그레이 맵핑은, 150도 보다 작은 미분 검출위상 에러들이 수신기에서 더블 비트 에러들을 일으키는 것을 막기 위해 사용된다.

$K$  위상들의 미분 위상 인코딩은, 하나의 미분 위상 인코더(222)에서 수행된다. 이 단계의 처리에서, QPSK 그레이 맵핑에 의해 발생된  $K$  위상들( $\phi[k]$ )이 미분 인코딩된다. 원칙적으로, 하나의 피드백 루프(224)가 모든  $K$  위상들에 걸쳐서 하나의 누적 합계를 계산한다. 첫번째 계산( $K=0$ )의 출발점으로서, 기준캐리어(226)의 위상이 사용된다, 하나의 스위치(228)가, 기준 서브 캐리어(226)의 절대위상 또는 선행(즉,  $z^{-1}$ , 여기서  $z^{-1}$ 은 유닛 지연 연산자-unitdelay operator-를 나타냄) 서브 캐리어에 인코딩된 위상 정보의 어느 하나를 하나의 합산점(a summing point)에 제공하기 위해 설치된다. 그것을 가지고 각 서브 캐리어들이 인코딩되어야 할 위상 정보( $\theta[k]$ )가, 미분 위상 인코더(222)의 출력부에 제공된다. 본 발명의 바람직한 실시예들에 있어서, 하나의 MCM 심볼의 서브 캐리어들은 주파수 축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된다.

미분 위상 인코더(222)의 출력부는, 위상정보( $\theta[k]$ )를 이용하여 복합 서브 캐리어 심볼들을 발생시키기 위해 하나의 유닛(232)에 연결된다. 이러한 목적을 위해,  $K$  미분 인코딩 위상( $K$  differently encoded phases)은 수학적 4에 의한 곱셈(multiplication)에 의해 다음과 같이 변환된다:

$$\text{factor} * e^{j*[2*\pi*(\theta[k] + \text{PHI})]}$$

위에서 factor는 하나의 기준화계수(scale factor), PHI는 하나의 부가각도(an additional angle)를 나타낸다. 기준화 계수와 부가각도(PHI)는 임의적(optional)이다.  $\text{PHI}+45^\circ$ 를 선택함으로써, 하나의 회전 DQPSK 신호 배열(constellation)을 얻을 수 있다.

마지막으로, 하나의 MCM 심볼의 어셈블리는 하나의 어셈블링 유닛(234)에서 일어난다(effected).  $N_{FFT}$  서브 캐리어들을 포함하는 하나의 MCM 심볼은, "제로", 하나의 기준 서브 캐리어 심볼 및  $K$  DQPSK 서브 캐리어 심볼들인  $N_{FFT}-k-1$  보호주파수대 심볼들로부터 어셈블된다. 그리하여, 어셈블된 MCM 심볼(200)은, 인코딩된 정보,  $N_{FFT}$  복합 값들의 양 축에 있는 두 보호주파수대 및 하나의 기준캐리어 심볼을 포함하는  $K$  복소값들(complex values)로 이루어진다.

MCM 심볼은 주파수영역에서 어셈블리 되어 왔다. 시간 영역으로의 변환(transformation)을 위해 어셈블링 유닛(234)의 출력의 하나의 인버스 이산 푸리에 변환(IDFT)이 하나의 변환기(transformator)(236)에 의해

수행된다. 본 발명의 바람직한 실시예들에 있어서, 변환기(236)는 하나의 고속 푸리에 변환(FFT)을 수행하기에 적합하다.

수신기뿐 아니라 송신기에서의 MCM 신호의 그 이상의 처리는 위에서 도 7에 관하여 설명한 바와 같다.

도 2에 따라 위에서 설명한 맵핑장치의 동작을 반전시키기(reverse)위해, 수신기에 하나의 역맵핑장치(142)(도 7)가 필요하다. 역맵핑 장치의 구현(implementation)은 여기서 상세히 설명할 필요가 없다.

그러나, 멀티패스(multipath) 환경에서 에코들로부터 유래하는(stemming) 계통(systematic) 위상 쉬프트들은 동일한 MCM 심볼의 서브 캐리어들 사이에서 일어날 수 있다. 이러한 위상 오프셋들은, 수신기에서 MCM 심볼을 복조할 때, 비트에러들을 일으킬 수 있다.

그리하여, 멀티패스환경에서 에코들로부터 유래하는 계통 위상 쉬프트들을 정정하기 위하여, 하나의 알고리즘을 사용하는 것이 바람직하다. 에코 위상 오프셋 정정 알고리즘의 바람직한 실시예를 도 3 내지 도 6에 따라 지금부터 설명하기로 한다.

도 3A 및 3B에, 하나의 MCM 수신기의 하나의 미분 역맵퍼의 출력부의 산포도(scatter diagram)가 도시되어 있다. 도 3A로부터 알 수 있는 바와 같이, 동일 MCM 심볼의 서브 캐리어들 사이의 계통 위상 쉬프트들은, 복조된 위상 쉬프트들이 복합 좌표시스템(complex coordinate system)의 축에 대하여 회전하도록 한다. 도 3B에, 하나의 에코 위상 오프셋 정정을 수행하고 난 후의 복조된 위상 쉬프트들이 도시되어 있다. 이제, 신호 포인트들의 위치들은 실질적으로 복합 좌표시스템의 축위에 있다. 이들 위치는,  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  및  $270^\circ$  인 복조 위상 쉬프트들에 각각 해당된다.

하나의 에코 위상 오프셋 정정 알고리즘(EPOC 알고리즘)은, 미분 복조에 뒤이은 신호 공간 배열로부터의 에코 유기 위상 오프셋을 계산하여야 하고, 이어서 위상 오프셋을 정정하여야 한다.

설명 목적으로 말하면, 서브 캐리어들의 모든 위상의 평균(mean)을 계산하기에 앞서서 심볼위상을 제거하기 위해 가능한 가장 간단한 알고리즘을 생각할 수도 있을 것이다. 그러한 하나의 EPOC 알고리즘의 효과를 설명하기 위해, 도 3A 및 도 3B의 하나의 MCM 심볼에 포함된 서브 캐리어 심볼들의 두개의 산포도를 살펴보기로 한다. 이러한 산포도들은 하나의 MCM 시뮬레이션의 결과로 얻어진 것이다. 시뮬레이션을 위해, 싱글 주파수 네트워크들에 전형적으로 나타날 수도 있는 하나의 채널이 사용되었다. 이 채널의 에코들은 MCM 가드 인터벌의 한계까지 뻗었다(stretched). 이 경우 가드 인터벌은 MCM 심볼의 25% 가 되도록 선택되었다.

도 4는, 하나의 MCM 수신기의 에코 위상 오프셋 정정 유닛의 위치와 기능성(functionality)을 나타내기 위한 하나의 블록다이어그램을 나타낸다. 하나의 MCM 송신기의 신호는 채널(122)(도 4 및 7)을 통해 송신되고, MCM 수신기의 수신기 선단(132)에서 수신된다. 수신기 선단과 고속 푸리에 변환기(140) 사이의 신호처리는 도 4에 나타나 있지 않다. 고속 푸리에 변환기의 출력은 역맵퍼에 인가되며, 이 역맵퍼는 주파수축을 따라 하나의 미분 역맵핑을 수행한다. 역맵퍼의 출력은 서브 캐리어들의 각각의 위상 쉬프트들이다. 멀티패스환경의 에코들에 의해 발생된 이러한 위상 쉬프트들의 위상 오프셋들은 도 4의 하나의 블록(400)에 나타나 있으며, 이것은 하나의 에코위상 오프셋 정정이 되지 않은 서브 캐리어 심볼들의 산포도의 하나의 예를 보여준다.

역맵퍼(142)의 출력은 하나의 에코위상 오프셋 정정유닛(402)의 입력부에 인가된다. 이 에코위상 오프셋 정정 유닛(402)은, 역맵퍼(142)의 출력부의 에코 위상 오프셋들을 제거하기 위하여 하나의 EPOC 알고리즘을 사용한다. 그 결과가 도 4의 블록(404)에 나타나 있는데  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  또는  $270^\circ$  의 엔코드된 위상 쉬프트들만이 정정 유닛(402)의 출력부에 나타난다. 정정 유닛(402)의 출력은 계량계산(metric calculation)을 위한 신호를 형성하며, 이것은 송신된 신호를 나타내는 비트 스트림을 복원하기 위해 수행된다.

이제 EPOC 알고리즘과 이를 수행하기 위한 장치의 첫번째 실시예를 도 5에 따라 설명하기로 한다.

EPOC 알고리즘의 첫번째 실시예는 모든 수신 미분 디코드 심볼들(every received differentially decoded complex symbols)이 멀티패스채널의 에코들로 인해 하나의 각도(angle)만큼 회전된다고 하는 가정에서 시작된다. 서브 캐리어들에 대해서는 주파수내에서 균등한 간격으로 배치되는 것으로 가정되는데, 그 이유는 이것이 본 발명의 하나의 바람직한 실시예를 나타내기 때문이다. 만일, 서브 캐리어들이 주파수내에 균등한 간격으로 배치되지 않으면, EPOC 알고리즘에 하나의 수정계수(correction factor)가 도입되어야 할 것이다.

도 5는 하나의 EPOC 알고리즘의 첫번째 실시예를 수행하기 위한 정정 유닛(402)(도 4)을 나타낸다.

도 3A에 예로서 도시된 하나의 에코 위상 오프셋을 포함하는 역맵퍼(142)의 출력으로부터, 송신된 정보에 관계된 위상 쉬프트들이 첫번째로 제외되지(discarded) 않으면 아니된다. 이러한 목적으로, 역맵퍼(142)의 출력이 하나의 디스카딩 유닛(500)에 인가된다. DPQSK 맵핑의 경우, 디스카딩 유닛은 하나의 " $(\cdot)^4$ " 동작을 수행할 수 있다. 이 유닛(500)은 모든 수신 심볼들을 첫번째 사분면(quadrant)내로 투영한다(project). 따라서, 송신된 정보에 관련된 위상쉬프트들은 서브 캐리어 심볼들을 나타내는 위상 쉬프트들로부터 제거된다. 동일한 효과를 하나의 모듈로-4 연산(a-modulo-4 operation)에 의해서도 거둘 수 있다.

유닛(500)내의 심볼 위상들에 관계된 정보를 제거함에 있어서, 하나의 추정(an estimation)을 얻기 위한 첫번째 접근방법은 하나의 MCM 심볼의 모든 심볼위상들에 걸쳐서 평균값을 단순히 계산하는 것일 것이다. 그러나, 하나의 MCM 심볼의 모든 심볼위상들에 대한 평균값을 결정하기에 앞서서 하나의 임계값 결정(a threshold decision)을 수행하는 것이 바람직하다. 레일리 페이딩(Rayleigh fading)으로 인해, 수신 심볼들의 약간은, 에코 위상 오프셋의 판정에 신뢰할 수 없는 정보를 제공할 수도 있다. 그러므로, 하나의 심볼의 절대값에 따라서, 그 심볼이 위상 오프셋의 추정(estimation)에 기여하는가 아닌가를 결정하기 위하여, 하나의 임계값 결정이 수행된다.

그리하여, 도 5에 도시된 실시예에, 하나의 임계값 결정 유닛(510)이 포함되어 있다. 유닛(500)에 의한 처리에 이어, 하나의 미분 디코드 심볼의 변수(argument)와 절대값이 각 계산 유닛(512, 514)에서 계산된다. 각 심볼의 절대값에 따라서, 하나의 제어신호가 발생된다(derived). 이 제어신호는, 하나의 결정 유닛(516)의 하나의 임계값과 비교된다. 만약 절대값, 즉 그 제어신호가 어떤 임계값보다 작으면, 결정회로(516)가, 평균화연산(averaging operation)으로 들어가는 각도 값(angle value)을 제로(0)와 동등한 값으로 대체한다.



다. 이러한 목적으로, 변수 계산 유닛(514)의 출력부를 그 다음 처리단계의 입력부로부터 분리하기(disconnect) 위해 하나의 스위치가 설치되며, 이 스위치는 그러한 다음 처리단계의 출력부를 제로(0)의 불변출력을 내는 하나의 유닛(518)과 연결한다.

하나의 평균화 유닛(520)이, 하나의 MCM 심볼의 개별 서브 캐리어 심볼들에 대해 결정된 위상 오프셋( $\varphi_i$ )에 기초한 하나의 평균값을 다음의 수학적 식 5와 같이 계산하기 위하여 설치된다:

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \varphi_i$$

평균화 유닛(520)에서, 유닛(516)에서 제로(0)로 세트되지 않았던 K 피가수(summands)들의 합산이 수행된다. 평균화 유닛(520)의 출력은, 평균화 유닛(520)의 출력을 K 회(times)로 유지하는, 하나의 홀드 유닛(522)에 제공된다. 홀드 유닛(522)의 출력부는, 평균값( $\bar{\varphi}$ )에 따라 K 복합신호 포인트들의 위상 오프셋들의 정정을 수행하는, 하나의 위상 회전 유닛(524)과 연결된다.

위상 회전 유닛(524)은 위상 오프셋들의 정정을 다음의 수학적 식 6을 사용하여 수행한다:

$$v_k' = v_k \cdot e^{-j\bar{\varphi}}$$

이 식에서,  $v_k'$ 는 소프트 계량 계산(soft-metric calculation)으로 입력하기 위한 K 위상 정정 미분 디코드 심볼들(K phase corrected differentially decoded symbols)을 나타내고,  $v_k$ 는 입력 심볼들을 나타낸다. 하나의 MCM 심볼의 지속기간중에 준 정상적인(quasi stationary) 하나의 채널이 있다고 가정할 수 있는 한, 하나의 MCM 심볼의 모든 서브 캐리어들의 평균값의 사용은 올바른 결과를 제공할 것이다.

하나의 MCM 심볼에 대한 위상 오프셋들의 평균값이 결정되기까지 복합 신호 포인트들을 완충시키기 위하여 하나의 버퍼유닛(527)이 설치될 수 있다. 위상 회전 유닛(524)의 출력은 소프트계량 계산을 위해 그 다음 처리단계(526)에 인가된다.

위의 에코 위상 오프셋 정정결과에 관하여 도 3A와 도 3B를 다시 살펴보기로 한다. 상술한 하나의 에코 위상 오프셋 정정 알고리즘을 포함한 하나의 시뮬레이션으로부터 두 플롯(plots)들이 나온다. 도 3A에 도시된 산포도 스냅샷(snapshot)의 순간(instant)에, 채널이 명백히 그 배열(constellation)을 어느 면에서 일그러뜨렸기 때문에, 하나의 단순한 각도회전이 하나의 유효한 가정이다(a valid assumption). 도 3B에 도시된 바와 같이, 신호 배열은, 미분 검색 심볼들의 회전에 대해 결정된 평균값을 인가함으로써 축위로(back to the axis) 회전할 수 있다.

에코 위상 오프셋 정정 알고리즘의 두번째 실시예에 대하여 아래에 설명하기로 한다. 두번째 실시예는 두개까지의 강력한 패스 에코들(two strong path echoes)을 가지는 멀티패스 채널들과 관련하여 사용될 수 있는 것이 바람직하다. 두번째 실시예의 알고리즘은 첫번째 실시예의 알고리즘보다 더 복잡하다.

다음에 이어지는 것은, 에코 위상 오프셋 정정 방법의 두번째 방법의 하나의 수리적 도출(a mathematical derivation)이다. 하나의 EPOC 알고리즘의 두번째 실시예의 설명을 용이하게 하기 위해 다음과 같은 가정을 할 수 있다.

이 실시예에 있어서, MCM 신호의 가드 인터벌은, 적어도 멀티패스 채널의 임펄스 응답(impulse response)( $h[g]$ )(여기서  $g=0, 1, \dots, Qh-1$ )만큼 길다고 가정된다.

송신기에서 모든 MCM 심볼은 각각, 상술한 주파수축 맵핑을 사용하여 어셈블된다. 기준 서브 캐리어의 심볼은 1, 즉 0 도 위상 쉬프트와 동등하다. 임의의 위상 쉬프트(PHI)는 제로(0)와 동등하며, 즉 DQPSK 신호 배열은 회전되지 않는다.

이러한 사실은 다음의 수학적 식 7을 사용하여 나타낼 수 있다:

$$a_k = a_{k-1} a_k^{inc}$$

여기서,

K 는 액티브 서브 캐리어의 인덱스  $k=1, 2, \dots, K$  ;

$$a_k^{inc} = e^{j\frac{\pi}{2}m}$$

는 복합위상증분 심볼(여기서  $m=0,1,2,3$ 은, 2 비트의 그레이 엔코딩 쌍으로부터 도출된 QPSK

심볼번호임);

$a_0 = 1$  는 기준 서브 캐리어의 심볼.

수신기의 DFT출력부에서 결정변수는 아래의 수학적 식 8로 나타내어진다:

$$e_k = a_k H_k$$

위의 식 8에서  $H_k$  는 아래의 수학적 식 9에 의해 얻어지며;

$$H_k = \sum_{i=0}^{Q_h-1} h[i] \cdot e^{-j\frac{2\pi}{K}ki}$$

위치(k)에서 채널 임펄스 응답( $h\{g\}$ )의 DFT이다.

$|a_k|^2 = 1$  로서 미분복조는 다음 수학적 식 10을 가져온다:

$$v_k = e_k \cdot e_{k-1}^* = a_k^{inc} H_k H_{k-1}^*$$

수신기에는, 그 채널에 의해 초래된 계통 위상 오프셋을 정정하기 위해 사용될, 하나의 추가 위상 텀(an additional phase term)( $\varphi_k$ )이 도입된다. 따라서, 수신기에서의 최종 결정변수는 다음의 수학적 식 11로 나타내어진다.

$$v'_k = v_k \cdot e^{j\varphi_k} = a_k^{inc} \cdot e^{j\varphi_k} \cdot H_k \cdot H_{k-1}^*$$

위의 수학적 식 11로부터 알 수 있듯이, 유용한 정보( $a_k^{inc}$ )가 곱(product)( $e^{j\varphi_k} \cdot H_k \cdot H_{k-1}^*$ )(채널의 회전 및 실효 전달함수 - effective transfer function)으로 가중된다. 이 곱은, 하나의 에러없는 검출(an error free detection)을 위해 실수 값(real-valued)이지 않으면 아니된다. 이러한 사실을 고려할때,  $H_k \cdot H_{k-1}^*$ 의 네가티브 채널에 대한 원하는 알고리즘을 유도하기 위해,

$H_k \cdot H_{k-1}^*$ 의 성질(nature)이 다음 섹션에서 조사된다.

2-패스 채널은, 에너지 함유량 부등 제로를 가지는 두개의 에코(two echoes with energy content unequal zero), 즉, 적어도 두개의 주된 에코들(dominant echoes)을 나타낸다. 이러한 가정은 다음의 수학적 식 12의 임펄스 응답을 얻는다:

$$h[q] = c_1 \delta_0[q] + c_2 \delta_0[q - q_0]$$

여기서

$c_1, c_2$  는 패스 에코(path echoes)들을 나타내는 복합계수;

$q_0$  는 제 1 패스 에코에 대한 제 2 패스 에코의 지연;

$\delta_0$  는 디랙(Dirac) 펄스(여기서,  $k=0$ 이면  $\delta_0[k]=1$ , 기타의 경우  $\delta_0[k]=0$ )

채널 전달함수는 위의 수학식 12에 하나의 DFT(위의 수학식 9)를 가하여 다음의 수학식 13과 같이 얻어진다.

$$H_k = H\left(e^{j\frac{2\pi}{K}k}\right) = c_1 + c_2 \cdot e^{-j\frac{2\pi}{K}kq_0}$$

위의 수학식 13에 의해 주파수 축에 따른 미분복조에 대한 실효 전달함수는 다음의 수학식 14이다:

$$\begin{aligned} H_k \cdot H_{k-1}^* &= \left(c_1 + c_2 e^{-j\frac{2\pi}{K}kq_0}\right) \cdot \left(c_1^* + c_2^* e^{+j\frac{2\pi}{K}(k-1)q_0}\right) \\ &= c_a + c_b \cos\left(\frac{\pi}{K}q_0(2k-1)\right) \end{aligned}$$

하나의 노이즈 없는 2-패스 채널을 가정할 때, 위의 식 14로부터, 수신기측의 심볼들은, 심볼(1+j0)이 보내어진 경우, 하나의 직선위에 위치한다는 것이 관찰될 수 있다(상기 가정 참조). 이 직선은 다음의 수학식 15의 하나의 점과:

$$c_a = |c_1|^2 + |c_2|^2 \cdot e^{-j\frac{2\pi}{K}q_0}$$

다음의 수학식 16의 벡터(그 방향을 결정함)에 의해 특징지워질 수 있다:

$$c_b = 2c_1c_2^* \cdot e^{-j\frac{\pi}{K}q_0}$$

위와 같은 가정들하에서, 다음의 기하학적 도출(geometric derivation)이 수행될 수 있다. 만일 복소 평면(complex plane)의 실수부분(real part)이  $x=\text{Re}\{z\}$ 로서, 그리고 허수부분(imaginary part)이  $y=\text{Im}\{z\}$ 로서 각각 표시된다면, 하나의 EPOC 알고리즘의 두번째 실시예의 기하학적 도출을 위한 하나의 더욱 적당한 표기법(또는 기호 : notation)이 얻어진다. 즉,  $z=x+jy$ 이다. 이러한 새로운 표기법을 가지고, 하나의 노이즈 없는 2-패스 채널의 경우에 수신된 심볼들이 위치할, 그 직선은 다음의 수학식 17과 같이 주어진다:

$$f(x) = a + b \cdot x$$

위에서,

$$a = \text{Im}\{c_a\} - \frac{\text{Re}\{c_a\}}{\text{Re}\{c_b\}} \cdot \text{Im}\{c_b\}$$

및

$$b = -\frac{\text{Im}\{c_a\} - \frac{\text{Re}\{c_a\}}{\text{Re}\{c_b\}} \cdot \text{Im}\{c_b\}}{\text{Re}\{c_a\} - \frac{\text{Im}\{c_a\}}{\text{Im}\{c_b\}} \cdot \text{Re}\{c_b\}}$$

추가 노이즈가, 수학식 17 내지 19에 의해 주어진 상기 직선 주위에 심볼들을 산포시킬(spread) 것이다. 이

경우에, 위의 수학적 식 19는 심볼들의 클러스터(cluster)에 대한 회귀곡선(regression curve)이다.

하나의 EPOC 알고리즘의 두번째 실시예의 기하학적 미분을 위해, 위의 수학적 식 11의 각도는, 고려된 심볼의 원점(origin)으로부터의 제곱거리(square distance)의 하나의 함수로 선택된다:

$$\varphi_k = f_K(|z|^2)$$

위의 수학적 식 20은, 전체 신호공간(complete signal space)이 일그러지지만(비틀림), 원점으로부터의 거리들은 유지되는 것을 보여준다.

두번째 실시예의 알고리즘의 도출(derivation)을 위해  $f_K(\cdot)$ 는, 모든 결정변수( $v'_k$ )(노이즈가 없는 것으로 가정함)가 실수축(real axis)위에 위치하게 되도록 결정되지(determined) 않으면 아니된다:

$$\text{Im}\left\{(x + jf(x)) \cdot e^{j\varphi_k(|z|^2)}\right\} = 0.$$

위의 수학적 식 21의 더 이상의 변환(transformations)은,  $\varphi_k$ 에 대한 풀이(solution)를 얻기 위해 풀어야 할 하나의 2차 방정식이 된다.

하나의 2-패스 채널의 경우, 하나의 주어진 결정 변수( $v_k$ )에 대한 에코 위상 오프셋 정정은 다음의 수학적 식 22와 같다:

$$v'_k = v_k \cdot e^{j\varphi_k}$$

여기서,

$$\varphi_k = \begin{cases} -\text{atan}\left(\frac{a + b\sqrt{|v_k|^2(1+b^2) - a^2}}{-ab + \sqrt{|v_k|^2(1+b^2) - a^2}}\right) & \text{for } |v_k|^2 \geq \frac{a^2}{1+b^2} \\ \text{atan}\left(\frac{1}{b}\right) & \text{for } |v_k|^2 < \frac{a^2}{1+b^2} \end{cases}$$

상술한 2차 방정식의 가능한 2개의 풀이들 중에서, 수학적 식 23은 하나의 추가적인 180도 위상 쉬프트를 일으킬 수 없는 그러한 하나의 풀이이다.

도 6의 두개의 플롯(plot)은, 복소평면의 하나의 사분면(quadrant)에 대한 두번째 실시예의 EPOC 알고리즘의 투영(projection)을 보여준다. 여기에 표시된 것은, 섹터  $[|\arg(z)| \leq \pi/4]$ 와,  $a=-1.0$  이고  $b=0.5$  일때  $y=f(x)=a+b \cdot x$ 인 직선(접선)내의 이차 그리드(quadratic grid)이다. 노이즈 없는 채널의 경우, 만일  $1+j0$ 가 보내어지면, 모든 수신 심볼들은 이 직선위에 자리잡게 될 것이다. 플롯들안의 원(circle)은 수학적 식 23의 두가지 경우에 대한 경계선을 정한다. 도 6에 있어서, 좌측부는 투영전의 상황을, 우측부는 투영 알고리즘을 적용한 후의 상황을 나타낸다. 좌측부를 붉은색으로, 투영의 교점인  $2+j0$ 를 가지는 실선축상에 직선이 현재 위치하고 있음을 알 수 있다. 따라서, 두번째 실시예에 의한 에코위상 오프셋 정정 알고리즘이 설계목표를 만족시킨다고 결론지을 수 있다.

하나의 EPOC 알고리즘의 두번째 실시예가 적용될 수 있기 전에, 수신된 심볼들을 통한 근사선(approximation line)이 정해져야 한다. 즉, 파라미터  $a$ 와  $b$ 가 추정되지(estimated) 않으면 아니된다. 이러한 목적을 위해,

만일  $1+j0$ 가 보내어지면, 수신된 심볼들이 섹터  $[|\arg(z)| \leq \pi/4]$ 내에 자리잡는다고 가정된다.  $1+j0$  이외의 신호가 만일 보내어진다면, 모든 심볼들을 원하는 섹터내로 투영하기 위하여 하나의 모듈로 연산(modulo operation)이 적용될 수 있다. 이렇게 진행함으로써 하나의 초기 단계에서의 심볼들에 대하여 결정할 필요성이 방지되고, (모든 신호 포인트들의 4분의 1에 대하여만 평균화하는 대신에) 하나의 MCM 심볼의 모든 포인트들에 대하여 평균화할 수 있다.

두번째 실시예의 EPOC 알고리즘에 대한 다음 계산원리를 위해,  $x_i$ 는  $i$ 번째의 신호 포인트의 실수부분들,  $y_i$ 는 그 허수부분을 각각 나타내는데 사용된다(여기서,  $i=1,2, \dots, K$ ). 요컨대,  $K$  값들이 결정(determination)을 위해 사용될 수 있게 되어 있다. 최소자승법을 선택함으로써, 결정되어야 할 직선이 다음의 수학적 식 24

와 같이 최소화함으로써(by minimizing) 얻어질 수 있다;

$$(a, b) = \underset{(\tilde{a}, \tilde{b})}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^K (y_i - (\tilde{a} + \tilde{b} \cdot x_i))^2$$

수학식 24의 풀이는 공개된 문헌에서 찾을 수 있는데, 그것은 아래의 수학식 25와 같다:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^K (x_i - \bar{x}) \cdot y_i}{\sum_{i=1}^K (x_i - \bar{x})^2}, \quad a = \bar{y} - \bar{x} \cdot b$$

여기서 평균값은 아래의 수학식 26과 같다:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K y_i$$

만일 필요하다면, 보다 높은 견고성(robustness)을 가진 하나의 추정법이 적용될 수 있다. 그러나, 절충(trade-off)이 하나의 보다 높은 계산복잡도(computational complexity)일 것이다.

투영(projection)이 적용될 수 있는 범위로 인한 문제점들을 피하기 위해 직선의 결정은 두 부분으로 나뉘어야 한다. 먼저, 클러스터의 무게 중심들(cluster's centers of gravity)이 축들의 위로 이동되고, 다음에 신호공간이 일그러진다.  $a$ 와  $b$ 가 직선의 본래의 파라미터들이고  $\alpha$ 가 회전각이라고 가정하고,  $f_K(\cdot)$ 가 다음 수학식 27의 변화된 파라미터들과 함께 적용되어야 한다.

$$b' = \frac{b \cdot \cos(\alpha) - \sin(\alpha)}{\cos(\alpha) + b \cdot \sin(\alpha)}, \quad a' = a \cdot (\cos(\alpha) - b \cdot \sin(\alpha))$$

위의 섹션에서 설명된 두개의 EPOC 알고리즘 외에, 다른 알고리즘을 만들 수 있으나, 그것은 보다 높은 계산복잡도를 나타내기 쉽다.

여기에 설명된 멀티캐리어 변조 체계들에 대한 새로운 맵핑방법은 주로 두가지 중요한 양상으로 이루어져 있다. 즉, 주파수 축방향에 하나의 MCM 심볼내의 미분 맵핑과 수신기측에서의 서브 캐리어상의 채널 에코 관련 위상 오프셋의 정정이 그것이다. 이러한 새로운 맵핑체계의 장점은, 높은 주파수들 및/또는 높은 속도들의 이동식 수신기들에서 일어날 수 있는, 급속하게 변하는 멀티패스 채널들에 대한 견고성(robustness)이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

하나의 멀티캐리어 변조 시스템에서 상이한 주파수를 가지는 적어도 2개의 동시 캐리어들(202, 206, 208)에 정보를 맵핑함에 있어서,

상기 정보가 미분 엔코드되도록 상기 적어도 2개의 동시 캐리어들의 각각 파라미터들을 제어하는 단계를 포함하여 이루어지는, 정보의 맵핑방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 동시 캐리어들(202, 206, 208)의 상기 제어된 파라미터들이 상기 적어도 2개의 동시 캐리어들의 각각의 위상들 및/또는 진폭들인, 정보의 맵핑방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 적어도 2개의 동시 캐리어들의 각각의 파라미터들을 제어하는 단계가, 주파수 축 방향에 인접한 적어도 2개의 동시 캐리어들의 각각의 파라미터들을 제어하는 단계를 포함하여 이루어지는, 정보의 맵핑방법.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항의 어느 하나에 있어서, 하나의 절대 파라미터 레퍼런스(reference)를 정의하기 위하여 적어

도 2개의 상기 동시 캐리어들의 하나(206)의 파라미터를 제어하는 단계를 더 포함하여 이루어지는, 정보의 맵핑방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항의 어느 하나에 있어서, 주파수축 방향에 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 동시 캐리어들에 정보를 맵핑하는 단계를 포함하여 이루어지는, 정보의 맵핑방법.

#### 청구항 6

하나의 디지털 방송 송신기(100)내에서 하나의 비트 스트림(102)의 하나의 멀티캐리어 변조를 수행함에 있어서,

하나의 각각의 위상 쉬프트에 상기 비트 스트림의 하나 또는 그 이상의 비트들이 결합함으로써 상기 비트 스트림을 위상 쉬프트 키잉하는 단계(220); 및

제 1 캐리어의 위상을 제 2 동시 캐리어의 위상 및 상기 위상 쉬프트에 따라 제어함으로써 상기 위상 쉬프트들을 미분 위상 엔코딩하는 단계;를 포함하여 이루어지고, 상기 제 1, 제 2 캐리어가 상이한 주파수를 가지는, 멀티캐리어 변조방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 미분 위상 엔코딩단계가;

상기 제 1, 제 2 캐리어들이 상이한 주파수를 가지며, 제 1 캐리어의 위상을 제 2 동시 캐리어의 위상과 상기 위상 쉬프트에 따라 결정하는 단계(222);

하나의 복합캐리어 심볼을 각 위상 쉬프트에 결합하는 단계(232);

상기 복합캐리어 심볼들에 따라 하나의 멀티캐리어 변조심볼(200)을 어셈블리하는 단계(234); 그리고

하나의 인버스 푸리에 변환을 수행하는 단계(236)를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조 방법.

#### 청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서, 상기 제 2 캐리어가 주파수축 방향으로 상기 제 1 캐리어에 인접하게 배열되는, 멀티캐리어 변조 방법.

#### 청구항 9

제6항 내지 제8항의 어느 하나에 있어서, 상기 비트 스트림을 위상 쉬프트 키잉하는 단계(220)가 하나의 그레이 맵핑을 사용하여 하나의 직각 위상 쉬프트 키잉을 수행하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조 방법.

#### 청구항 10

제6항 내지 제9항의 어느 하나에 있어서, 하나의 절대 위상 레퍼런스를 정의하기 위하여 하나의 캐리어의 위상을 제어하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조 방법.

#### 청구항 11

제6항 내지 제10항의 어느 하나에 있어서, 주파수 축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 동시 캐리어들의 위상들을 제어하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조 방법.

#### 청구항 12

멀티캐리어 복조시스템에서 상이한 주파수를 가지는 적어도 2개의 동시 엔코딩된 캐리어들에 따라 정보를 역맵핑함에 있어서,

상기 적어도 2개의 캐리어들의 각각의 파라미터들을 미분 디코딩함으로써(142) 상기 정보를 복원시키는, 정보의 역맵핑 방법.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 미분 디코딩단계(142)가, 상기 적어도 2개의 캐리어의 각각의 위상들 및/또는 진폭들을 미분디코딩하는 단계를 포함하여 이루어지는, 정보의 역맵핑 방법.

#### 청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 상기 정보 복원단계가, 주파수축 방향으로 인접한 적어도 2개의 캐리어들의 각각의 파라미터들을 디코딩 하는 단계를 포함하여 이루어지는, 정보의 역맵핑 방법.

#### 청구항 15

제1항 내지 제14항의 어느 하나에 있어서, 상기 정보 복원단계가, 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 동시 캐리어들의 각각의 파라미터들을 디코딩하는 단계를 포함하여 이루어지는, 정보의 역 맵핑 방법.

#### 청구항 16

하나의 디지털 방송 시스템의 하나의 멀티캐리어 변조신호의 복조를 수행함에 있어서, 상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 미분 위상 디코딩하는 단계; 그리고 상기 위상

쉬프트들로부터 하나의 비트 스트림의 비트들을 복원시키는 단계;를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조신호의 복조방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 미분 위상 디코딩 단계가, 복합캐리어 심볼들을 포함하여 이루어지는 하나의 멀티캐리어 변조심볼을 도출하기 위해 하나의 푸리에 변환을 수행하는 단계; 그리고

상기 복합캐리어 심볼들로부터 각각의 위상 쉬프트들을 복원시키는 단계(142);를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조신호의 복조방법.

#### 청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서, 상기 미분 위상 디코딩 단계가, 주파수축 방향으로 인접한 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 미분 위상 디코딩하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조신호의 복조방법.

#### 청구항 19

제16항 내지 제18항의 어느 하나에 있어서, 상기 위상 쉬프트들로부터 하나의 비트 스트림의 비트들을 복원시키는 단계가, 하나의 그레이 역매핑을 사용하여 상기 위상 쉬프트들을 복조하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조신호의 복조방법.

#### 청구항 20

제16항 내지 제19항의 어느 하나에 있어서, 상기 미분 위상 디코딩 단계가, 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배열된 적어도 3개의 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라 미분 위상 디코딩하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 변조신호의 복조방법.

#### 청구항 21

멀티캐리어 복조시스템의 에코위상 오프셋 정정을 수행함에 있어서,

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 미분 위상 디코딩하는 단계(142);

상기 디코딩된 위상 쉬프트들로부터의 코드화가능 위상 쉬프트들에 해당하는 위상 쉬프트 불확실성을 제거하기 위하여 (500) 각 디코딩된 위상 쉬프트에 대하여 하나의 에코 위상 오프셋을 결정하는 단계;

하나의 평균화된 오프셋을 발생시키기 위해 상기 에코 위상 오프셋들을 평균화하는 단계(520); 그리고

상기 평균화된 오프셋에 따라 디코딩된 각 위상 쉬프트를 정정하는 단계(524);를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

#### 청구항 22

제21항에 있어서, 상기 미분 위상 디코딩 단계가,

주파수축 방향으로 인접한 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 미분 위상 디코딩하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

#### 청구항 23

제21항 또는 제22항에 있어서, 상기 미분 위상 디코딩 단계가; 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배열된 적어도 3개의 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라 미분 위상 디코딩하는 단계를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

#### 청구항 24

제21항 내지 제23항의 어느 하나에 있어서, 하나의 각각 디코딩된 위상 쉬프트와 결합된 하나의 심볼의 절대값을 하나의 임계값과 비교하는 단계를 더 포함하여 이루어지고; 상기 임계값을 초과하는 하나의 절대값을 가지는 심볼들과 결합된 위상 쉬프트들만이 상기 에코 위상 오프셋 평균화 단계에 사용되는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

#### 청구항 25

멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정을 수행함에 있어서, 하나의 복소평면에 신호 포인트들을 정의하는 위상 쉬프트들을, 상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 미분 위상 디코딩하는 단계;

$-45^\circ$  와  $+45^\circ$  사이의 복소평면의 섹터내로 상기 신호 포인트들을 프리 로테이션시키는 단계;

상기 복소평면의 상기 프리 로테이션된 신호 포인트들의 위치에 근접한 하나의 직선의 파라미터들(a,b)을 결정하는 단계;

상기 파라미터들(a,b)에 따라 하나의 위상 오프셋을 결정하는 단계; 그리고

상기 위상 오프셋에 따라 디코딩된 각 위상 쉬프트를 정정하는 단계;를 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

#### 청구항 26

제25항에 있어서, 상기 동시 캐리어들이 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

### 청구항 27

제25항 또는 제26항에 있어서, 상기 프리 로테이트된 신호 포인트들의 상기 직선으로부터의 편이(deviation)를 최소화하는 파라미터들을 선택하기 위해, 상기 파라미터(a,b) 결정단계가 하나의 최소 자승법을 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

### 청구항 28

제27항에 있어서, 상기 파라미터들(a,b)이 다음의 수학식 25와 수학식 26에 의해 결정되는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

(수학식 25)

$$b = \frac{\sum_{i=1}^K (x_i - \bar{x}) \cdot y_i}{\sum_{i=1}^K (x_i - \bar{x})^2}, \quad a = \bar{y} - \bar{x} \cdot b$$

(수학식 26)

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K y_i$$

위에서, x 및 y는 복소평면의 신호 포인트들의 좌표를 나타내고,

i는 1부터 N까지의 하나의 인덱스이며,

K는 신호 포인트들의 숫자임.

### 청구항 29

제28항에 있어서, 상기 오프셋( $\varphi_k$ )은 다음의 수학식 23에 의해 결정되는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정 방법.

(수학식 23)

$$\varphi_k = \begin{cases} -\operatorname{atan}\left(\frac{a + b\sqrt{|v_k|^2(1+b^2) - a^2}}{-ab + \sqrt{|v_k|^2(1+b^2) - a^2}}\right) & \text{for } |v_k|^2 \geq \frac{a^2}{1+b^2} \\ \operatorname{atan}\left(\frac{1}{b}\right) & \text{for } |v_k|^2 < \frac{a^2}{1+b^2} \end{cases}$$

위에서,  $v_k$ 는 하나의 주어진 결정 변수임.

### 청구항 30

멀티캐리어 복조시스템을 위해 상이한 주파수를 가지는 적어도 2개의 동시 캐리어들(202,206,208)에 정보를 맵핑함에 있어서, 상기 정보가 미분 엔코드 되도록 상기 적어도 2개의 캐리어들의 각각의 파라미터들을 제어하기 위한 수단을 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 맵핑 장치.

### 청구항 31

제30항에 있어서, 상기 적어도 2개의 캐리어들(202, 206, 208)의 각각의 파라미터들을 제어하기 위한 수단임,

상기 적어도 2개의 캐리어들의 위상들 및/또는 진폭들을 제어하기에 적합한 것인, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 맵핑 장치.

### 청구항 32

제30항 또는 제31항에 있어서, 상기 적어도 2개의 캐리어들(202, 206, 208)의 각각의 파라미터들을 제어하기 위한 수단임, 주파수 축 방향으로 인접한 적어도 2개의 캐리어들의 각각의 파라미터들을 제어하기 위한 수단을 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 맵핑 장치.

### 청구항 33

제30항 내지 제32항의 어느 하나에 있어서, 하나의 절대 파라미터 레퍼런스가 상기 캐리어에 의해 정의되도록, 상기 적어도 2개의 캐리어들중 하나(206)의 파라미터들을 제어하기 위한 수단을 더 포함하여 이루어지는, 멀티



캐리어 복조시스템의 정보 맵핑 장치.

#### 청구항 34

제30항 내지 제33항의 어느 하나에 있어서, 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 캐리어들의 파라미터들을 제어하기 위한 수단을 더 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 맵핑 장치.

#### 청구항 35

디지털 방송 송신기(100)를 위한 비트 스트림(102)의 멀티캐리어 변조를 수행함에 있어서,

하나의 각각의 위상 쉬프트에 상기 비트 스트림의 하나 또는 그 이상의 비트들의 결합함으로써 상기 비트 스트림을 위상 쉬프트 키잉하는 수단; 그리고

제 1 캐리어의 위상을 제 2 동시 캐리어위 위상 및 상기 위상 쉬프트에 따라 제어함으로써 상기 위상 쉬프트들을 미분 위상 엔코딩하는 단계;를 포함하여 이루어지고, 상기 제 1, 제 2 캐리어가 상이한 주파수를 가지는 하나의 미분 위상 엔코더;를 포함하여 이루어지는, 디지털 방송 송신기의 비트 스트림 멀티캐리어 변조기.

#### 청구항 36

제35항에 있어서, 상기 미분 위상 엔코더가,

상기 제 1, 제 2 캐리어들이 상이한 주파수를 가지며, 제 1 캐리어의 위상을 제 2 동시 캐리어의 위상과 상기 위상 쉬프트에 따라 결정하는 수단(222);

하나의 복합캐리어 심볼을 각 위상 쉬프트에 결합시키는 수단(232);

상기 복합캐리어 심볼들에 따라 하나의 멀티캐리어 변조 심볼을 어셈블하기 위한 수단(234); 그리고

하나의 인버스 푸리에 변환을 수행하기 위한 수단(236)을 포함하여 이루어지는, 디지털 방송 송신기의 비트 스트림 멀티캐리어 변조기.

#### 청구항 37

제35항 또는 제36항에 있어서, 상기 제 1 캐리어의 상기 위상을 결정하기 위한 수단(222)이, 주파수축 방향으로 상기 제 1 캐리어에 인접하게 배치된 제 2 동시 캐리어의 위상에 따른 상기 위상 및 상기 위상차를 결정하기에 적합한, 디지털 방송 송신기의 비트 스트림 멀티캐리어 변조기.

#### 청구항 38

제35항 내지 제37항의 어느 하나에 있어서, 상기 비트 스트림을 위상 쉬프트 키잉하기 위한 상기 수단(220)이, 하나의 그레이 맵핑을 사용하여 직각 위상 쉬프트 키잉하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 디지털 방송 송신기의 비트 스트림 멀티캐리어 변조기.

#### 청구항 39

제35항 내지 제38항의 어느 하나에 있어서, 하나의 절대 위상 레퍼런스를 정의하기 위하여 하나의 캐리어의 위상을 제어하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 디지털 방송 송신기의 비트 스트림 멀티캐리어 변조기.

#### 청구항 40

제35항 내지 제39항의 어느 하나에 있어서, 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 캐리어들의 위상들을 제어하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 디지털 방송 송신기의 비트 스트림 멀티캐리어 변조기.

#### 청구항 41

멀티캐리어 복조시스템(130)을 위한, 적어도 2개의 엔코딩된 동시 캐리어들에 따라 정보를 역맵핑(142)함에 있어서,

상기 적어도 2개의 캐리어들의 각각 파라미터들을 미분 디코딩함으로써 상기 정보를 복원시키기 위한 수단을 포함하여 구성된, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 역맵핑 장치.

#### 청구항 42

제41항에 있어서, 상기 정보복원 수단이, 상기 적어도 2개의 캐리어들의 각각의 위상들 및/또는 진폭들을 미분 디코딩하는데 적합한, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 역맵핑 장치.

#### 청구항 43

제41항 또는 제42항에 있어서, 상기 정보복원 수단이, 주파수축 방향으로 인접한 적어도 2개의 캐리어들의 각각의 파라미터들을 디코딩하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 역맵핑 장치.

#### 청구항 44

제41항 내지 제43항의 어느 하나에 있어서, 상기 정보복원 수단이, 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 동시 캐리어들의 각각의 파라미터들을 디코딩하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 멀티캐리어 복조시스템의 정보 역맵핑 장치.

#### 청구항 45

디지털 방송시스템에 있어서 멀티캐리어 변조신호를 복조함에 있어서,

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 디코딩하기 위한 하나의 미분위상 디코더;

상기 위상 쉬프트들로부터 하나의 비트 스트림의 비트들을 복원시키기 위한 수단;을 포함하여 구성된, 디지털 방송시스템의 멀티캐리어 변조신호 복조기.

#### 청구항 46

제45항에 있어서, 상기 미분 위상 디코더가,

복합캐리어 심볼들을 포함하여 이루어지는, 하나의 멀티캐리어 변조 심볼을 도출하기 위하여 하나의 푸리에 변환을 수행하기 위한 수단(140); 그리고 상기 복합캐리어 심볼들로부터 복원시키기 위한 수단(142);을 포함하여 구성된, 디지털 방송시스템의 멀티캐리어 변조신호 복조기.

#### 청구항 47

제45항 또는 제46항에 있어서, 상기 미분 위상 디코더가, 주파수축 방향으로 인접한 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 디코딩하기에 적합한 것인, 디지털 방송시스템의 멀티캐리어 변조신호 복조기.

#### 청구항 48

제45항 내지 제47항의 어느 하나에 있어서, 상기 위상 쉬프트들로부터 하나의 비트 스트림의 비트들을 복원시키는 수단인, 하나의 그레이 역맵퍼를 포함하여 구성된, 디지털 방송시스템의 멀티캐리어 변조신호 복조기.

#### 청구항 49

제45항 내지 제48항의 어느 하나에 있어서, 상기 동시 캐리어들이 주파수축 방향으로 균등한 간격으로 배치된 것인, 디지털 방송시스템의 멀티캐리어 변조신호 복조기.

#### 청구항 50

멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정에 있어서,

상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 하나의 위상차에 따라 위상 쉬프트들을 디코딩하기 위한 하나의 미분 위상 디코더(142);

상기 디코딩된 위상 쉬프트들로부터의 코드화 가능한 위상 쉬프트들에 해당하는 위상 쉬프트 불확실성을 제거하기 위한 수단(500)을 포함하여 이루어지는, 디코딩된 각 위상 쉬프트에 대한 하나의 에코 위상 오프셋을 결정하기 위한 수단;

하나의 평균화된 오프셋을 발행시키기 위해 상기 에코 위상 오프셋들을 평균화하기 위한 수단(520); 그리고 상기 평균화된 오프셋에 따라 디코딩된 각 위상 쉬프트를 정정하기 위한 수단(524);을 포함하여 구성된, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 51

제50항에 있어서, 상기 미분 위상 디코더가, 주파수축 방향으로 인접한 동시 캐리어들 사이의 위상차를 따라 상기 위상 쉬프트들을 디코딩하기에 적합한 것인, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 52

제50항 또는 제51항에 있어서, 각각의 디코딩된 위상 쉬프트와 결합된 하나의 심볼의 절대값을 하나의 임계값과 비교하기 위한 수단을 포함하여 구성되고, 상기 위상 오프셋 평균화 수단만이 상기 임계값을 초과하는 절대값을 갖는 심볼들과 결합된 위상 쉬프트들을 사용하는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 53

제50항 내지 제52항의 어느 하나에 있어서, 상기 미분 위상 디코더가,

주파수축 방향으로 균등한 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라 상기 위상 쉬프트들을 디코딩하기에 적합한 것인, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 54

하나의 복소평면에 신호 포인트들을 정의하는 위상쉬프트들을 상이한 주파수를 가지는 동시 캐리어들 사이의 위상차에 따라 디코딩하기 위한 하나의 미분 위상 디코더;

-45° 와 +45° 사이의 상기 복소평면의 섹터내로 상기 신호 포인트들을 프리 로테이트시키기 위한 수단;

상기 복소평면의 상기 프리 로테이트된 신호 포인트들의 위치에 근접한 직선의 파라미터들(a,b)을 결정하기 위한 수단;

상기 파라미터들(a,b)에 따라 하나의 위상 오프셋을 결정하기 위한 수단; 그리고

상기 위상 오프셋에 따라, 디코딩된 각 위상 쉬프트를 정정하기 위한 수단;을 포함하여 이루어지는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 55

제54항에 있어서, 상기 미분 위상 디코더가, 주파수축 방향으로 균등하게 간격을 두고 배치된 적어도 3개의 동시 캐리어의 위상 쉬프트를 디코딩하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 56

제54항 또는 제55항에 있어서, 상기 파라미터(a,b) 결정수단이, 상기 직선의 상기 프리 로테이트된 신호 포인트들의 천이를 최소화하는 파라미터들을 선택하기 위해 최소자승법을 수행하기 위한 수단을 포함하여 구성된, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

#### 청구항 57

제56항에 있어서, 상기 파라미터(a,b) 결정수단이 상기 파라미터(a,b)를 다음의 수학식 25와 수학식 26에 의해 계산하는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

(수학식 25)

$$b = \frac{\sum_{i=1}^K (x_i - \bar{x}) \cdot y_i}{\sum_{i=1}^K (x_i - \bar{x})^2}, \quad a = \bar{y} - \bar{x} \cdot b$$

(수학식 26)

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^K y_i$$

위에서, x 및 y는 복소평면의 신호 포인트들의 좌표를 나타내고,

i는 1부터 N까지의 하나의 인덱스이며,

K는 신호 포인트들의 숫자임.

#### 청구항 58

제57항에 있어서, 상기 위상 오프셋( $\varphi_k$ )을 결정하는 수단이, 상기 위상 오프셋( $\varphi_k$ )을 다음의 수학식 23에 의해 계산하는, 멀티캐리어 복조시스템의 에코 위상 오프셋 정정장치.

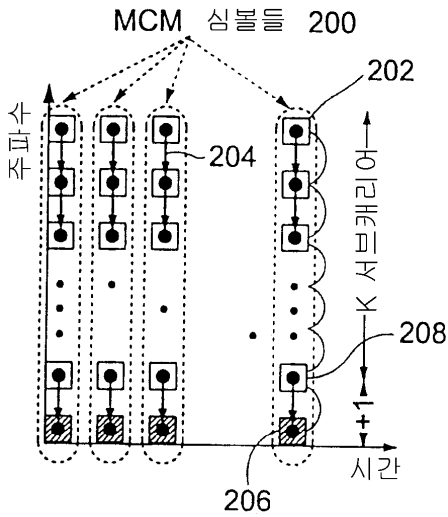
(수학식 23)

$$\varphi_k = \begin{cases} -\operatorname{atan}\left(\frac{a + b\sqrt{|v_k|^2(1+b^2) - a^2}}{-ab + \sqrt{|v_k|^2(1+b^2) - a^2}}\right) & \text{for } |v_k|^2 \geq \frac{a^2}{1+b^2} \\ \operatorname{atan}\left(\frac{1}{b}\right) & \text{for } |v_k|^2 < \frac{a^2}{1+b^2} \end{cases}$$

위에서,  $v_k$ 는 하나의 주어진 결정 변수임.

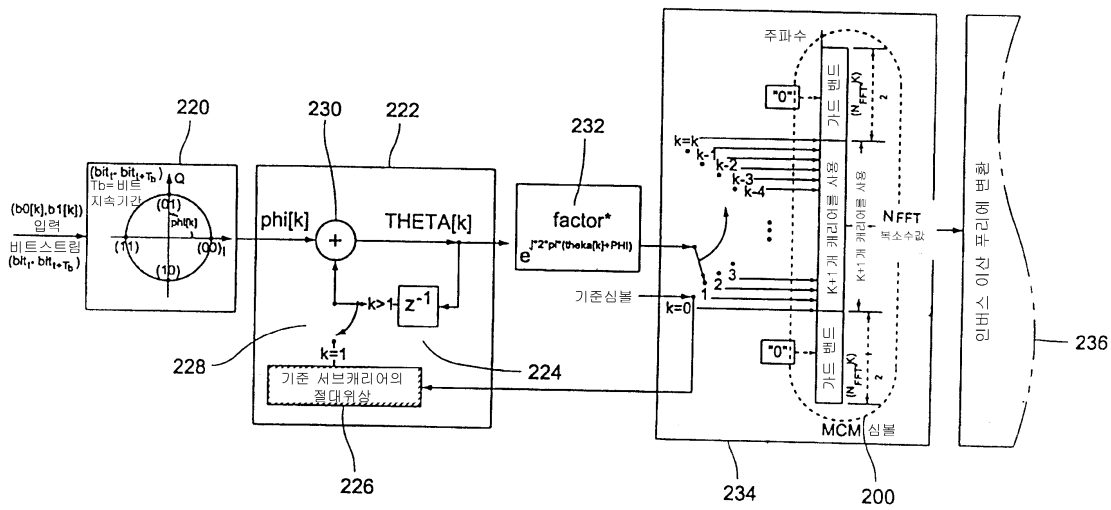
**도면**

도면1

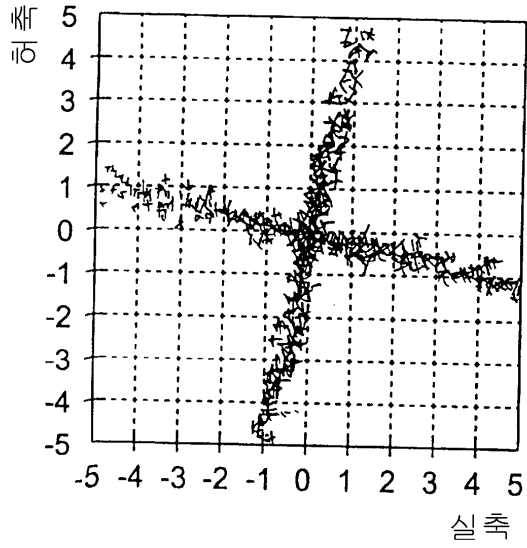


- = MCM 심볼
- = 서브캐리어
- = 기준 서브캐리어

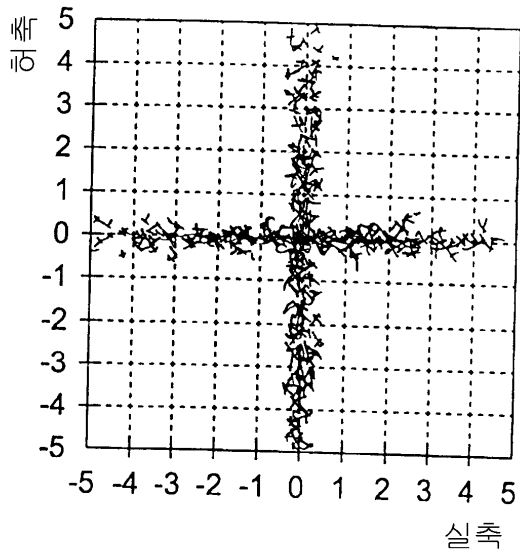
도면2



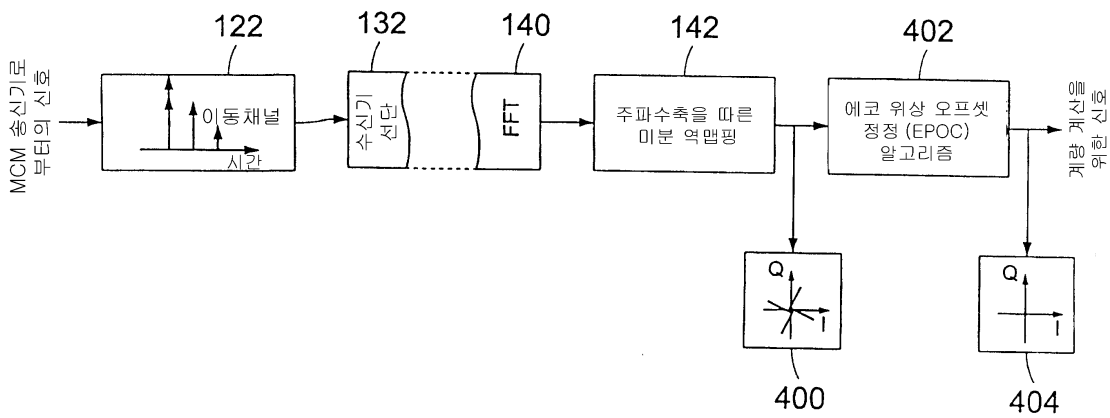
도면3A



도면3B

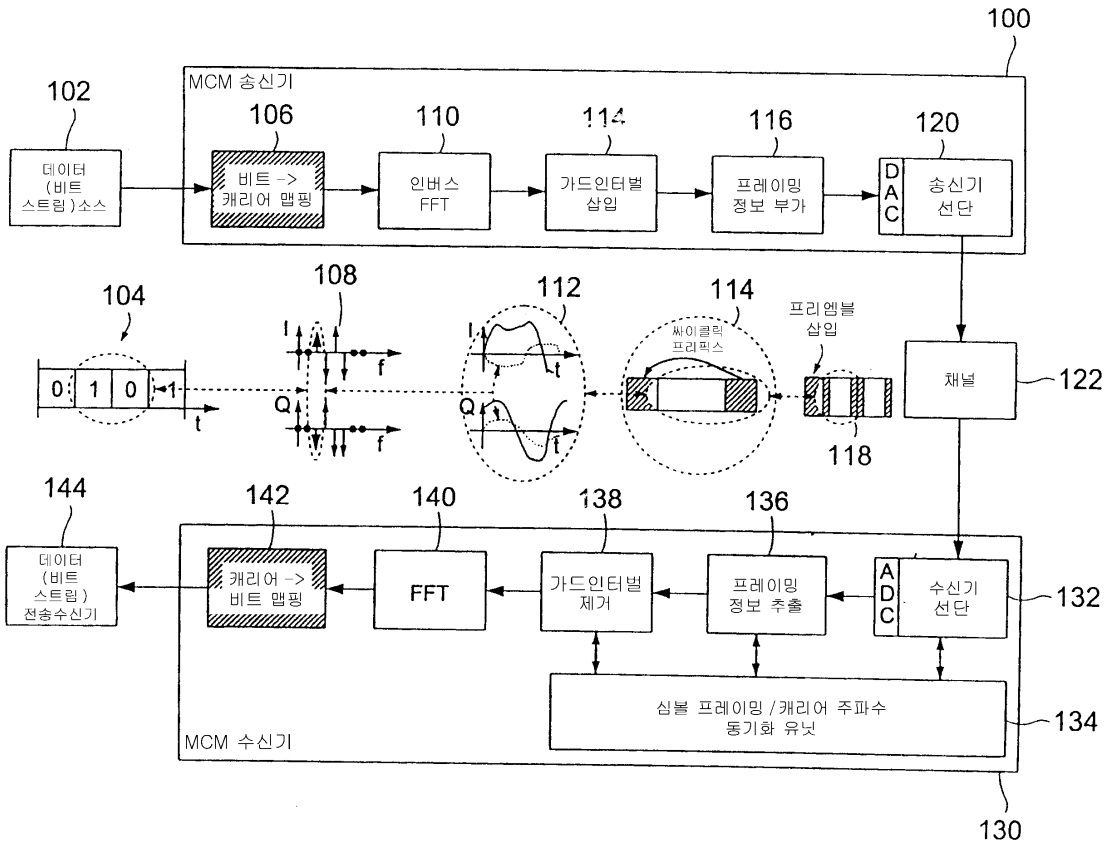


도면4





도면7



도면8

