



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0095686
(43) 공개일자 2008년10월29일

(51) Int. Cl.

H04L 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0040504

(22) 출원일자 2007년04월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지전자 주식회사

서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

김재완

서울 성동구 사근동 중앙하이츠아파트 199, 101동 607호

김재명

서울 용산구 서빙고동 신동아아파트 3-1001

손성환

인천 남동구 도림동 주공아파트 207-1403

(74) 대리인

양문옥

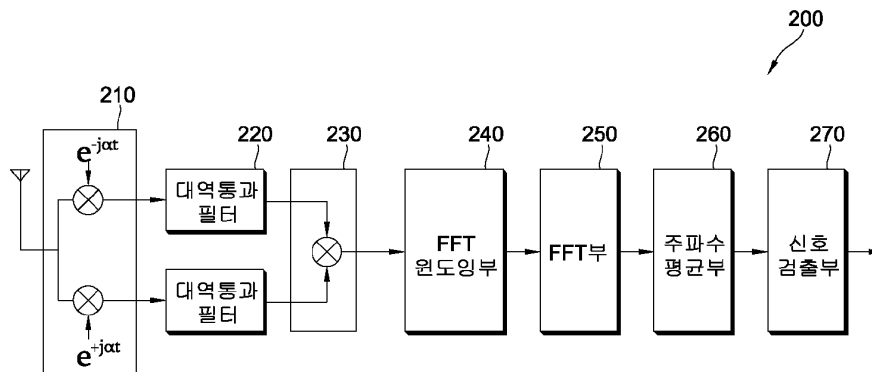
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) OFDM 신호 검출방법

(57) 요약

OFDM 신호 검출방법을 개시한다. OFDM 신호 검출방법은 수신신호를 순차적으로 순환천이해서 상기 수신신호의 평균 상관값이 임계치보다 큰 다수의 순환주파수를 구하는 단계 및 상기 다수의 순환주파수를 이용하여 OFDM 신호를 검출하는 단계를 포함한다. OFDM 시스템에서 증폭되어 전송되는 파일럿 신호의 주기적인 특성을 이용하여 수신신호가 OFDM 신호인지 여부를 판별할 수 있고, 서로 다른 OFDM 시스템에서 적용하는 파일럿 신호의 배치 특성으로부터 수신한 OFDM 신호의 종류를 구분할 수 있다. 또한, OFDM 신호의 파일럿 간격을 검출할 수 있으므로 OFDM 신호의 파라미터를 찾을 수 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

수신신호를 순차적으로 순환천이해서 상기 수신신호의 평균 상관값이 임계치보다 큰 다수의 순환주파수를 구하는 단계; 및

상기 다수의 순환주파수를 이용하여 OFDM 신호를 검출하는 단계를 포함하는 OFDM 신호 검출방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 평균 상관값은 상기 수신신호를 순환천이하여 자기상관한 상관값을 시스템 주파수 대역에 대하여 평균한 것을 특징으로 하는 OFDM 신호 검출방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 다수의 순환 주파수를 조합하여 공통 간격을 찾고, 상기 다수의 순환주파수에 대한 상기 공통 간격에 속하는 순환 주파수의 비율이 판별임계치보다 큰 경우 상기 수신신호를 OFDM 신호로 검출하는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호 검출방법.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 판별임계치는 기지국이 하향링크로 전송하는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호 검출방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 임계치는 상기 다수의 순환주파수의 최소값으로부터 상기 다수의 순환 주파수의 영역의 4분의 1에 해당하는 지점에 해당하는 순환 주파수의 평균 상관값인 것을 특징으로 하는 OFDM 신호 검출방법.

청구항 6

파일럿 신호가 데이터 신호보다 증폭된 수신신호를 수신하는 단계;

상기 수신신호를 순환천이하는 단계; 및

상기 순환천이된 수신신호를 이용해서 상기 수신신호가 OFDM 신호인지 여부를 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호 검출방법.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 수신신호는 시스템 주파수 대역의 범위에 내에서 순환천이되는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호 검출방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<23> 본 발명은 OFDM 신호 검출방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 OFDM 시스템에서 전송되는 파일럿을 이용하여 OFDM 신호를 검출할 수 있는 OFDM 신호 검출장치 및 방법에 관한 것이다.

<24> 제한된 주파수 자원을 이용하여 고품질, 고용량의 데이터를 전송하기 위하여 다양한 무선 통신 시스템이 개발되고 있다. 제 2세대라 불리는 CDMA(Code Division Multiple Access) 무선 통신 시스템을 지나서 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)이라는 제 3세대 무선 통신 시스템이 사용되고 있다.

<25> 제 3세대 이후의 시스템에서 고려되는 있는 시스템 중 주목받고 있는 하나가 낮은 복잡도로 심벌간 간섭(inter-symbol interference) 효과를 감쇄시킬 수 있는 직교 주파수 분할 다중(Orthogonal Frequency Division

Multiplexing; 이하 OFDM) 시스템이다. OFDM은 직렬로 입력되는 데이터 심벌을 N개의 병렬 데이터 심벌로 변환하여, 각각 분리된 N개의 부반송파(subcarrier)에 실어 송신한다. 부반송파는 주파수 차원에서 직교성을 유지하도록 한다. 각각의 직교 채널은 상호 독립적인 주파수 선택적 페이딩(frequency selective fading)을 경험하게 되고, 전송되는 심벌의 간격이 길어져 심벌간 간섭이 최소화될 수 있다. 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access; 이하 OFDMA)은 OFDM을 변조 방식으로 사용하는 시스템에 있어서 이용가능한 부반송파의 일부를 각 사용자에게 독립적으로 제공하여 다중 접속을 실현하는 다중 접속 방법을 말한다.

<26> OFDM 시스템에서 채널의 상태를 추정하고 이를 보정하는 과정을 거치는 코히어런트 복조(coherent demodulation)를 지원하기 위하여 기지국은 단말로 파일럿 신호를 전송한다. OFDM 시스템에서 파일럿 신호는 일반적으로 기지국과 단말 간에 미리 약속된 주파수-시간에 할당되어 주기적으로 전송된다. 단말은 파일럿 신호를 수신하여 채널 상태를 추정하고 기지국으로 귀환정보를 제공한다. 기지국은 상기 정보를 이용하여 파워 레벨, 송신 포맷 등 여러 시스템 파라미터를 조절함으로써 성능을 극대화시킨다. 예를 들면, 적응적 변조 및 코딩(Adaptive Modulation and Coding, AMC) 기법은 귀환되는 채널 정보를 이용하여 기지국에서 변조 및 코딩 방식을 조절하여 링크 성능을 증가시키는 기술이다. AMC 기법은 채널 상태가 좋은 경우에는 데이터 송신율을 높이고 채널의 열화가 있는 경우에는 송신율을 낮춤으로써 효율적인 송신을 지원하여 평균 송신율을 증가시킨다.

<27> 한편, 지역적, 시간적으로 사용되고 있지 않는 주파수 대역을 인지하여, 이를 이용할 수 있는 방법으로 무선 인지(Cognitive Radio, CR) 기술이 있다. 무선 인지는 원래의 우선 사용자(primary user)에게 간섭을 주지 않고 비어있는 주파수 대역을 인지하여 사용하는 기술이다. 무선 인지 기술을 사용하는 무선 통신시스템이 OFDM 시스템의 주파수 대역을 사용하기 위해서는 OFDM 신호를 검출하는 것이 매우 중요하다. 그러나 무선 인지 기술에서 수신되는 신호로부터 OFDM 신호를 검출하는 방법이 아직 제시되어 있지 않은 실정이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<28> 본 발명의 목적은 OFDM 시스템에서 전송되는 파일럿을 이용하여 OFDM 신호를 검출할 수 있는 OFDM 신호 검출방법을 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

<29> 본 발명의 일 양태에 따른 OFDM 신호 검출방법은 수신신호를 순차적으로 순환천이해서 상기 수신신호의 평균 상관값이 임계치보다 큰 다수의 순환주파수를 구하고, 상기 다수의 순환주파수를 이용하여 OFDM 신호를 검출한다.

<30> 본 발명의 다른 양태에 따른 OFDM 신호 검출방법은 파일럿 신호가 데이터 신호보다 증폭된 수신신호를 수신하고, 상기 수신신호를 순환천이하며, 상기 순환천이된 수신신호를 이용해서 상기 수신신호가 OFDM 신호인지 여부를 검출한다.

<31> 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 이 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조로 설명하기로 한다.

<32> 도 1은 무선 통신시스템을 도시한 예시도이다.

<33> 도 1을 참조하면, 무선 통신시스템은 기지국(100, base station; BS)과 단말(110, user equipment; UE)을 포함한다. 무선 통신시스템은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다. 기지국(100)은 일반적으로 단말(110)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 노드-B(node-B), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(access point) 등 다른 용어(terminology)로 불릴 수 있다. 단말(110)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(mobile station), UT(user terminal), SS(subscriber station), 무선기기(wireless device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다.

<34> 기지국(100)에서 단말(110)로의 통신을 하향링크(downlink)라 한다. 단말(110)에서 기지국으로의 통신을 상향링크(uplink)라 한다. 상향링크 및 하향링크는 특정 주파수 대역을 사용하여 이루어질 수 있다. 특정 주파수 대역은 무선 통신시스템이 할당받은 전용 주파수 대역의 일부 주파수 대역일 수 있다. 전용 주파수 대역은 무선 통신시스템의 사업자가 정부 또는 해당 지역의 전파관리관청으로부터 사용허가를 받은 주파수 대역일 수 있다.

<35> 상향링크 및 하향링크는 변동하는 주파수 대역을 사용하여 이루어질 수 있다. 변동하는 주파수 대역은 무선 통신시스템이 할당받지 않은 주파수 대역일 수 있다. 즉, 무선 통신시스템은 다른 무선 통신시스템이 할당받은 주파수 대역을 사용할 수 있다. 이때, 무선 통신시스템은 다른 무선 통신시스템의 통신에 영향을 주지 않는 조건

으로 사용되고 있지 않은 주파수 대역을 사용한다.

- <36> 단말(110)은 스펙트럼 검출(spectrum detecting)을 통하여 시간적 또는 공간적으로 사용되고 있지 않은 주파수 대역을 확인할 수 있다. 스펙트럼은 연속되는 주파수 영역에서의 단편(segment)으로, 부반송파(subcarrier), 서브밴드(subband), 채널(channel) 등으로 불릴 수 있다. 단말(110)은 다수의 주파수 대역을 동시에 검출할 수 있다. 단말(110)은 사용되고 있는 주파수 대역의 폭을 측정할 수 있다. 단말(110)은 주파수 대역을 사용하는 신호의 통신 모드를 판별할 수 있다. 단말(110)은 수신되는 신호의 특성 및 채널품질(channel quality)을 측정할 수 있다.
- <37> 기지국(100)은 단말(110)로부터 스펙트럼 검출결과를 수신한다. 기지국(100)은 다수의 단말(110)로부터 수신되는 스펙트럼 검출결과로 사용되고 있는 주파수 대역과 사용되고 있지 않은 주파수 대역을 확인할 수 있다. 기지국(100)은 다수의 단말(110)로부터 수신되는 스펙트럼 검출결과를 통합하여 최종 스펙트럼 검출결과를 구할 수 있다. 기지국(100)은 최종 스펙트럼 검출결과를 이용하여 단말(110)에게 할당할 무선자원을 스케줄링할 수 있다.
- <38> 이상, 단말(110)을 무선통신에 있어서 단말(UE)로 가정하여 설명하였으나 이는 제한이 아니며, 단말(110)은 무선통신용 단말뿐만 아니라 아마추어 무선(HAM radio)의 개인통신장비, 양방향 TV와 같은 방송용 송수신 장치, 선박 및 항공기의 통신장비, 위성통신장비 등이 될 수 있다.
- <39> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM 신호 검출장치를 도시한 블록도이다. OFDM 신호 검출장치는 단말(UE) 및/또는 기지국(BS)의 일부일 수 있다.
- <40> 도 2를 참조하면, OFDM 신호 검출장치(200)는 주기적인 성질의 수신신호를 검출할 수 있다. 여기서, 수신신호는 OFDM 방식으로 생성된 OFDM 신호일 수 있다. OFDM 신호는 데이터 신호 및 파일럿 신호를 포함할 수 있다. 파일럿 신호는 OFDM 주파수 대역에서 데이터 신호보다 큰 간격으로 배치될 수 있다. 일반적으로 파일럿 신호는 수십 KHz 단위로 반복되는 주기적인 특성을 나타낼 수 있다. 또한, 파일럿 신호는 데이터 신호에 비하여 증폭(boosted)되어 전송되어 데이터 신호와 구분될 수 있다. 일반적으로 파일럿 신호는 기지국(100) 및 단말(110)이 알 수 있는 신호로서 3dB 이상 증폭되어 전송된다.
- <41> 주기적인 성질의 수신신호는 평균 및 자기상관(autocorrelation) 함수와 같은 확률적인 파라미터들이 시간에 따라 주기적으로 변하는 특성을 갖는 랜덤 프로세스에 의해 검출될 수 있다. 랜덤 프로세스는 넓은 의미(WSS-wide sense stationary)로 볼 때 수학식 1 및 수학식 2를 만족한다.

수학식 1

<42>
$$m_X(t+T) = m_X(t)$$

수학식 2

<43>
$$R_X\left(t+T+\frac{\tau}{2}, t+T-\frac{\tau}{2}\right) = R_X\left(t+\frac{\tau}{2}, t-\frac{\tau}{2}\right)$$

- <44> OFDM 신호 검출장치(200)는 순환천이부(210), 대역제한필터(220), 자기상관부(230), FFT원도잉부(240), FFT부(250), 주파수 평균부(260) 및 신호검출부(270)를 포함한다.

- <45> 순환천이부(210)는 매개변수 α 를 이용하여 수신신호를 주파수 영역에서 두 신호로 순환천이한다. 매개변수 α 는 신호의 순환천이 특징을 나타낸다. α 는 두 개의 천이된 신호를 상관하였을 때 그 신호의 주기를 나타낸다.

α 를 순환 주파수라 한다. 순환천이부(210)는 수신신호를 두 신호로 분리하여, 분리된 두 신호에 $e^{-j\alpha t}$ 와 $e^{+j\alpha t}$ 를 곱하여 순환천이할 수 있다.

- <46> 대역통과필터(220)는 순환천이된 두 신호를 관측 대역폭에 대하여 통과시킨다. 대역통과필터(220)는 관측 대역의 신호성분과 상관이 있는 다른 대역의 신호 성분을 제거할 수 있다.

- <47> 자기상관부(230)는 순환천이된 두 신호 중 하나의 신호를 공액 복소화시켜 두 신호를 상관시킨다. 자기상관부

(230)는 스펙트럼 상호상관함수(Spectral Correlation Function; SCF)를 적용할 수 있다. 스펙트럼 상호상관함수(SCF)는 전력스펙트럼밀도(Power Spectral Density; PSD) 함수를 일반화한 형태로 수학적 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 3

$$S_{xT}^{\alpha}(f)_{\Delta f} = \frac{1}{\Delta f} \int_{-\Delta f/2}^{\Delta f/2} \frac{1}{\sqrt{T}} X_T(t, f + \alpha/2) \cdot \frac{1}{\sqrt{T}} X_T^*(t, f - \alpha/2) dt$$

<48>

<49> 여기서, $X_T(t, f + \alpha/2)$ 와 $X_T^*(t, f - \alpha/2)$ 는 순환천이부(210)에서 구간 Δt 동안의 $x(t)$ 의 주파수 성분을 각각 $+\alpha/2$ 와 $-\alpha/2$ 만큼 평행 이동(천이)한 것을 의미한다. 만약, 대칭적인 부분이 원래의 수신신호에 존재하면 첨두값(peak) 특징이 일정한 α 이내에 나타난다. α 가 0인 경우 상호상관함수(SCF)가 가장 크게 나타난다. 하나의 신호는 몇 개의 순환 주파수로 구성될 수 있다. 신호의 순환 주파수의 수는 주파수 분석에 따라 결정될 수 있다.

<50> FFT윈도우부(240)는 상관된 수신신호를 주파수 영역의 신호로 변환하기 위한 FFT부(250)의 입력 샘플 개수와 동일한 크기로 윈도우한다. FFT부(250)는 수신신호를 주파수 영역 신호로 변환한다.

<51> 주파수 평균부(260)는 스펙트럼 상호상관함수(SCF)에 있어서 순환주파수 α 상에서 주파수 영역 신호를 평균한다. 평균된 신호 중 데이터 신호는 불규칙한 신호로서 0으로 근사하게 된다. 파일럿 신호는 증폭되어 동일한 위치에 반복하여 나타나기 때문에 순환주파수 α 상에서 일정한 간격의 첨두값으로 나타나게 된다.

<52> 신호검출부(270)는 평균한 신호의 첨두값을 임계치와 비교하여 OFDM 신호를 검출한다. 임계치는 첨두값의 크기 및 순환주파수 α 상에서의 첨두값의 간격의 특성을 검출하는 위한 기준값이 될 수 있다. 임계치는 OFDM 신호 특성에 따라 사전에 설정된 것일 수 있다. 한편, 신호검출부(270)는 OFDM 시스템의 파일럿 신호의 특성뿐만 아니라 타 무선 통신시스템의 파일럿 신호의 크기 및 배치 특성을 저장하여 적용할 수 있다. 즉, 채널의 상태를 추정하기 위해서 송신기와 수신기 간에 미리 약속된 신호를 전송하는 무선 통신시스템에서 주기적으로 반복되는 신호 특성을 임계치로 설정하여 해당 무선 통신시스템의 신호를 검출할 수 있다.

<53> 도 3은 OFDM 신호 중 데이터 신호만을 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다. 이하, 상호상관함수 그래프의 x축은 순환 주파수 α , y축은 주파수 대역(f), z축은 상관값을 나타낸다.

<54> 도 3을 참조하면, 순환 주파수 $\alpha = 0$ 인 영역에서 첨두값(peak)이 나타나고, 이외의 영역에서는 첨두값이 나타나지 않는 것을 볼 수 있다. 이는 천이된 신호가 $\alpha = 0$ 인 영역에서 상관되어 큰 신호를 나타내고, $\alpha \neq 0$ 인 영역에서는 천이된 데이터 신호가 주기적인 특성이 없어 감쇠된 것이다.

<55> OFDM 시스템에서는 주파수 대역 전체에 걸쳐 동일한 전력의 부반송파들이 분포될 수 있다. 데이터 신호는 주파수 대역에서 각 부반송파가 반복되는 신호이지만, 그 간격이 매우 작아서 주기적인 특성을 찾아내기가 용이하지 않다. 이는 순환 주파수 $\alpha \neq 0$ 인 영역에서는 특정한 첨두값을 찾을 수 없음을 의미한다. 한편, 잡음 및 간섭 성분은 주기적인 특성이 없으므로 $\alpha = 0$ 인 영역에서만 첨두값이 나타나고, $\alpha \neq 0$ 인 영역에서는 첨두값이 나타나지 않는다.

<56> 도 4는 OFDM 신호 중 데이터 신호만을 수신한 경우 전력스펙트럼밀도(PSD)의 예를 도시한 그래프이다.

<57> 도 4를 참조하면, 전력스펙트럼밀도(PSD) 그래프의 가로축은 순환 주파수 $\alpha = 0$ 인 영역에서의 주파수 대역(f), 세로축은 전력스펙트럼밀도(PSD) 값을 나타낸다. 전력스펙트럼밀도(PSD)가 -100 부근에서 벽(wall)과 같은 형태로 나타나는 것을 볼 수 있다. 순환 주파수 $\alpha = 0$ 인 영역에서 상관되는 신호는 데이터 신호와 잡음이 포함될 수 있다.

<58> 도 5는 OFDM 신호 중 데이터 신호와 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.

<59> 도 5를 참조하면, OFDM 시스템의 주파수 대역에서 특정한 특징이 반복하여 나타날 경우 상호상관함수(SCF) 그래프의 $\alpha \neq 0$ 인 영역에서도 첨두값(peak)이 나타날 수 있다. 파일럿 신호는 OFDM 주파수 대역에서 일반 OFDM 신호보다 큰 간격으로 주기적으로 배치되며, 데이터 신호에 비하여 증폭되어 전송된다.

- <60> 상호상관함수(SCF) 그래프의 $\alpha \neq 0$ 인 영역에서 파일럿 신호에 의하여 첨두값이 나타나는 것을 볼 수 있다. 순환 주파수 영역에서 α 만큼 천이된 파일럿 신호를 서로 곱하였을 때, α 와 파일럿 신호의 부반송파가 일치하는 경우 큰 상관값으로 첨두값이 나타나며, α 와 파일럿 신호의 부반송파가 일치하지 않는 경우 작은 상관값을 나타낸다. 파일럿 신호에 의한 첨두값은 증폭된 파일럿 신호가 서로 상관하면서 데이터 신호보다 큰 상관값으로 나타나는 것이다. 순환주파수 상에서 일정 간격으로 파일럿 신호에 의한 첨두값이 나타날 수 있다. 첨두값이 나타나는 α 의 간격은 파일럿 신호의 부반송파의 간격과 α 의 분해능 간의 최소공배수(least common multiple)로 나타낼 수 있다.
- <61> 도 6은 OFDM 신호 중 데이터 신호와 파일럿 신호를 수신한 경우 전력스펙트럼밀도(PSD)의 예를 도시한 그래프이다.
- <62> 도 6을 참조하면, 전력스펙트럼밀도(PSD) 그래프의 가로축은 순환주파수 상에서 파일럿 신호에 의한 첨두값이 나타나는 특정 α 에서의 주파수 대역(f), 세로축은 전력스펙트럼밀도(PSD) 값을 나타낸다. 특정 α 에서 벽(wall)과 같은 전력스펙트럼밀도(PSD)를 나타내는 것을 볼 수 있다. 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 전력스펙트럼밀도(PSD)는 -90 부근에서 규칙적인 첨두값을 나타내는 것을 볼 수 있다. 파일럿 신호의 부반송파 간격이 작은 경우 벽과 같은 전력스펙트럼밀도(PSD)를 나타내지만, 파일럿 신호의 부반송파 간격이 큰 경우에는 전력스펙트럼밀도(PSD)가 축(axis)의 형태로 나타날 수 있다.
- <63> 도 7은 2.5dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다. 도 8은 4dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다. 도 9는 7dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다. 도 10은 8.5dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <64> 도 7 내지 10을 참조하면, 파일럿 신호가 충분히 증폭되지 않은 경우에는 데이터 신호와 구분하여 파일럿 신호의 첨두값을 찾기 어렵다. 데이터 신호에 비하여 크게 증폭된 파일럿 신호일수록 첨두값을 찾기 쉬워진다.
- <65> 2.5dB 증폭된 파일럿 신호에 의한 첨두값보다 4dB 증폭된 파일럿 신호에 의한 첨두값이 더욱 뚜렷이 나타나고, 4dB 증폭된 파일럿 신호에 의한 첨두값보다 7dB 증폭된 파일럿 신호에 의한 첨두값이 더욱 뚜렷하며, 8.5dB 증폭된 파일럿 신호에 의한 첨두값이 가장 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 하지만, 파일럿 신호를 크게 증폭하여 전송하기 위해서는 큰 전송전력이 필요하게 되어, 파일럿 신호를 증폭시키는데 한계가 있다.
- <66> 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 순환주파수 상에서 첨두값을 가지는 순환주파수 값을 찾는 방법을 도시한 흐름도이다.
- <67> 도 11을 참조하면, OFDM 신호 검출장치(200)는 신호를 수신한다. 수신신호는 OFDM 시스템에서 사용하는 OFDM 신호일 수 있고, 다른 통신방식을 적용하는 시스템에서 사용하는 신호일 수 있다.
- <68> OFDM 신호 검출장치(200)는 순환주파수 영역을 지정한다(S110). 이때, 순환주파수 영역은 관측하고자 하는 시스템의 주파수 대역폭으로 지정될 수 있다. OFDM 신호 검출장치(200)는 순환주파수 영역이 시스템의 주파수 대역폭으로 지정되는 경우 초기 α 를 시스템 대역폭의 음(negative)의 최소값 또는 최대값으로 지정할 수 있다. 이하, 초기 α 를 시스템 대역폭의 음(negative)의 최소값으로 지정한 것으로 가정하여 설명한다. 이후 OFDM 신호 검출장치(200)는 초기 α 로부터 일정 간격으로 α 를 변경하면서 순환주파수 영역에서의 첨두값을 가지는 순환주파수 값을 찾는다.
- <69> OFDM 신호 검출장치(200)는 α 에 일정값(m)을 더하여 α 값을 증가시킨다(S120). 이때, α 값을 증가시키는 일정값(m)을 작게 설정하는 경우, 즉 α 의 간격이 작은 경우에는 첨두값을 가지는 α 를 정밀하게 찾을 수 있으나 α 를 찾는 반복수행과정이 많아지게 된다. 반면, α 값을 증가시키는 일정값(m)을 크게 설정하는 경우, 즉 α 의 간격이 큰 경우에는 첨두값을 가지는 α 를 정밀하게 찾을 수는 없으나 적은 반복수행과정으로 첨두값을 가지는 α 를 찾을 수 있다.
- <70> OFDM 신호 검출장치(200)는 수신신호를 α 에 대하여 순환천이하여 자기상관한다(S130). 이때, 순환천이한 α 에 대한 상관값이 생성된다. OFDM 신호 검출장치(200)는 자기상관하여 구해진 상관값을 시스템 주파수 대역에 대하여 평균한다(S140). 이때, 평균 상관값이 생성된다. OFDM 신호 검출장치(200)는 상관값을 시스템 주파수 대역에 대하여 평균한 평균 상관값을 설정된 제1 임계치와 비교한다(S150). 평균한 상관값이 제1 임계치보다 큰 경우 α 값을 저장한다(S160). 평균 상관값이 제1 임계치보다 큰 경우가 해당 α 에서 첨두값이 나타남을 의미한다. 이때, 평균 상관값이 제1 임계치보다 크지 않은 경우 α 값을 저장하지 않는다. 저장된 α 는 이후 OFDM 신호 검출

과정에서 사용된다.

- <71> OFDM 신호 검출장치(200)는 α 가 0인지 판단한다(S170). α 가 0인 경우 첨두값을 가지는 α 를 찾는 과정을 종료한다. α 가 0이 아닌 경우에는 α 를 증가시키는 단계(S120)부터 평균 상관값을 제1 임계치와 비교하여 첨두값을 가지는 α 를 저장하는 단계(S160)까지 다시 수행한다. 즉, OFDM 신호 검출장치(200)는 시스템 대역폭의 음의 최소값으로부터 α 가 0이 될 때까지 첨두값을 가지는 α 를 찾는 과정을 반복하여 수행된다.
- <72> OFDM 신호 검출장치(200)는 첨두값을 가지는 α 를 검출할 수 있으므로 하나의 OFDM 신호뿐만 아니라, 서로 다른 OFDM 시스템에서 적용하는 파일럿 신호의 특성을 알게 되면 서로 다른 OFDM 신호를 구분할 수도 있다. 또한, OFDM 신호 검출장치(200)는 OFDM 신호의 파일럿 간격을 검출할 수 있으므로 OFDM 신호의 파라미터를 찾는 데 적용할 수 있을 것 있다.
- <73> 이상, 초기 α 를 시스템 대역폭의 음의 최소값으로 지정한 경우에 대하여 설명하였으나, 초기 α 를 시스템 대역폭의 양(positive)의 최대값으로 지정할 수 있다. 초기 α 를 시스템 대역폭의 양의 값으로 지정한 경우에는 단계 S120에서 α 에 일정값(m)을 빼서 α 값을 감소시키도록 한다.
- <74> 도 12는 순환주파수 상에서의 주파수 영역의 신호를 평균하여 나타나는 첨두값의 예를 도시한 그래프이다. 그래프의 가로축은 순환주파수 α , 세로축은 자기상관하여 구해진 상관값을 전체 주파수 대역에서 평균한 평균 상관값을 나타낸다. 순환주파수의 범위는 -10MHz에서 +10MHz이다.
- <75> 도 12를 참조하면, $\alpha = 0$ 에서 가장 큰 첨두값이 나타난다. $\alpha = -5\text{MHz}$ 또는 $\alpha = +5\text{MHz}$ 에서 가장 작은 첨두값이 나타난다. 제1 임계값(threshold#1)보다 큰 평균 상관값을 첨두값으로 찾으므로, 제1 임계치는 가장 작은 첨두값보다 작은 값으로서 가장 작은 첨두값에 근접한 값이 되는 것이 바람직하다. 제1 임계값은 가장 작은 첨두값을 가지는 α 의 평균 상관값으로 결정할 수 있다. 가장 작은 첨두값을 가지는 α 는 -5MHz 또는 +5MHz 로써, 순환주파수의 최대값(+10MHz) 또는 최소값(-10MHz)으로부터 순환주파수의 영역(-10MHz에서 +10MHz)의 1/4지점에 해당한다. 제1 임계치는 순환주파수의 영역의 1/4지점에 해당하는 순환주파수에서의 평균 상관값으로 정할 수 있다.
- <76> 순환주파수 상에서 음의 순환주파수 영역의 첨두값의 분포와 양의 순환주파수 영역의 첨두값의 분포는 대칭으로 나타난다. $\alpha = 0$ 일 때의 첨두값을 중심으로 음의 순환주파수 영역과 양의 순환주파수 영역 각각에 14개의 첨두값이 동일한 간격으로 분포한다. 따라서 음의 순환주파수 영역에서 첨두값을 가지는 α 를 찾으면 양의 순환주파수 영역에서 첨두값을 가지는 α 는 대칭적으로 추정된다. 또는 양의 순환주파수 영역에서 첨두값을 가지는 α 를 찾으면 음의 순환주파수 영역에서 첨두값을 가지는 α 가 대칭적으로 추정된다.
- <77> 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 순환주파수 상에서 첨두값을 가지는 순환주파수 값으로 OFDM 신호를 검출하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- <78> 도 13을 참조하면, OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프(T)를 지정한다(S210). 초기의 검사루프는 0으로 지정된다($T=0$). 이때, 앞서 저장한 첨두값을 가지는 α 중 간격이 일정한 α 의 개수(S)를 0으로 지정한다($S=0$).
- <79> OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프를 증가($T=T+1$)시킨다(S220). OFDM 신호 검출장치(200)는 저장해둔 첨두값을 가지는 α 간의 간격이 일정인지 판단한다(S230). 즉, 간격이 일정한 공통 간격을 가지는 α 를 찾는다. 공통 간격에 포함되는 α 가 파일럿 신호에 의해 첨두값을 가지는 α 가 된다.
- <80> 첨두값을 가지는 α 간의 간격이 일정한 경우 OFDM 신호 검출장치(200)는 간격이 일정한 α 의 개수(S)를 증가($S=S+1$)시킨다(S240). 첨두값을 가지는 α 간의 간격이 일정하지 않은 경우 OFDM 신호 검출장치(200)는 S를 증가시키지 않는다. 첨두값 중 잡음에 의한 첨두값이 포함되더라도 잡음에 의한 첨두값을 가지는 α 는 일정하지 않으므로 S가 증가되지 않는다.
- <81> OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일($T=k$)한지 판단한다(S250). 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일하지 않은 경우에는 OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프를 증가($T=T+1$)시키고 간격이 일정한 α 를 찾아 S를 증가($S=S+1$)시키는 과정을 수행한다. OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일($T=k$)할 때까지 상기 과정을 반복한다.
- <82> 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일($T=k$)한 경우, OFDM 신호 검출장치(200)는 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)에 대한 간격이 일정한 α 의 개수(S)의 비(S/k)를 제2 임계치와 비교한다(S260). 제2 임계치는 수신신호가 OFDM 신호인지 여부를 판별하는 판별임계치가 된다.

- <83> 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)에 대한 간격이 일정한 α 의 개수(S)의 비(S/k)가 제2 임계치보다 큰 경우 OFDM 신호 검출장치(200)는 수신신호가 OFDM 신호로 검출됨을 확인한다(S270). 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)에 대한 간격이 일정한 α 의 개수(S)의 비(S/k)가 제2 임계치보다 작은 경우 OFDM 신호 검출장치(200)는 수신신호가 OFDM 신호로 검출되지 않음을 확인한다(S280). 이때, 제2 임계치는 사전에 설정된 값이 될 수 있다. 제2 임계치는 기지국(100)이 지정하여 하향링크로 전송할 수 있다. 제2 임계치는 단말(110)이 지정하여 상향링크로 전송할 수도 있다. 제2 임계치가 낮은 값으로 설정된 경우, OFDM 신호를 검출할 확률은 높아지지만 OFDM 신호가 아닌 수신신호를 OFDM 신호로 잘못 검출할 확률도 높아진다. 제2 임계치가 높은 값으로 설정된 경우, OFDM 신호를 검출할 확률은 낮아지지만 수신신호를 OFDM 신호로 정확히 검출할 확률은 높아진다.
- <84> 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 순환주파수 상에서 첨두값을 가지는 순환주파수 값으로 OFDM 신호를 검출하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- <85> 도 14를 참조하면, OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프(T)를 지정한다(S310). 초기의 검사루프는 0으로 지정된다(T=0).
- <86> OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프를 증가(T=T+1)시킨다(S320). OFDM 신호 검출장치(200)는 저장해둔 첨두값을 가지는 α 간의 간격이 일정인지 판단한다(S330). 첨두값을 가지는 α 간의 간격이 일정한 경우 OFDM 신호 검출장치(200)는 파일럿의 배치 특성과 비교하기 위하여 α 를 배치시킨다(S340). 첨두값을 가지는 α 간의 간격이 일정하지 않은 경우 OFDM 신호 검출장치(200)는 α 를 배치시키지 않는다. 첨두값 중 잡음에 의한 첨두값이 포함되더라도 잡음에 의한 첨두값을 가지는 α 는 일정한 간격을 나타내지 않으므로 파일럿의 배치 특성과 비교되는 α 에 포함되지 않는다. 이와 같이 배치된 α 의 배치 특성은 수신된 OFDM 신호에 포함된 파일럿 신호를 순환주파수 상에서 순환천이하여 자기상관한 상관값의 분포를 나타낸다. 이를 OFDM 신호 검출장치(200)가 사전에 알고 있는 각종 OFDM 시스템에서 적용하는 파일럿의 배치 특성과 비교하여 수신한 OFDM 신호의 종류를 파악할 수 있게 된다.
- <87> OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일(T=k)한지 판단한다(S350). 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일하지 않은 경우에는 OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프를 증가(T=T+1)시키고 간격이 일정한 α 를 찾아 배치시키는 과정을 다시 수행한다. OFDM 신호 검출장치(200)는 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일(T=k)할 때까지 상기 과정을 반복한다.
- <88> 검사루프와 첨두값을 가지는 저장된 α 의 개수(k)가 동일(T=k)한 경우, OFDM 신호 검출장치(200)는 각종 OFDM 시스템에서 적용하는 파일럿의 배치 특성을 간격이 일정한 α 의 배치 특성과 비교한다(S360). OFDM 신호검출장치(200)는 상기 비교에 따라 수신신호의 OFDM 신호의 종류를 결정한다(S370). 상기 비교 결과, 수신신호는 간격이 일정한 α 의 배치 특성과 동일한 파일럿의 배치 특성을 가지는 OFDM 시스템의 신호로 결정된다.
- <89> 본 발명은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 구현에 있어, 상술한 기능을 수행하기 위해 디자인된 ASIC(application specific integrated circuit), DSP(digital signal processing), PLD(programmable logic device), FPGA(field programmable gate array), 프로세서, 제어기, 마이크로 프로세서, 다른 전자 유닛 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어 구현에 있어, 상술한 기능을 수행하는 모듈로 구현될 수 있다. 소프트웨어는 메모리 유닛에 저장될 수 있고, 프로세서에 의해 실행된다. 메모리 유닛이나 프로세서는 당업자에게 잘 알려진 다양한 수단을 채용할 수 있다.
- <90> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 상세히 기술하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에 있어서 통상의 지식을 가진 사람이라면, 첨부된 청구 범위에 정의된 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 본 발명을 여러 가지로 변형 또는 변경하여 실시할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 앞으로의 실시예들의 변경은 본 발명의 기술을 벗어날 수 없을 것이다.

발명의 효과

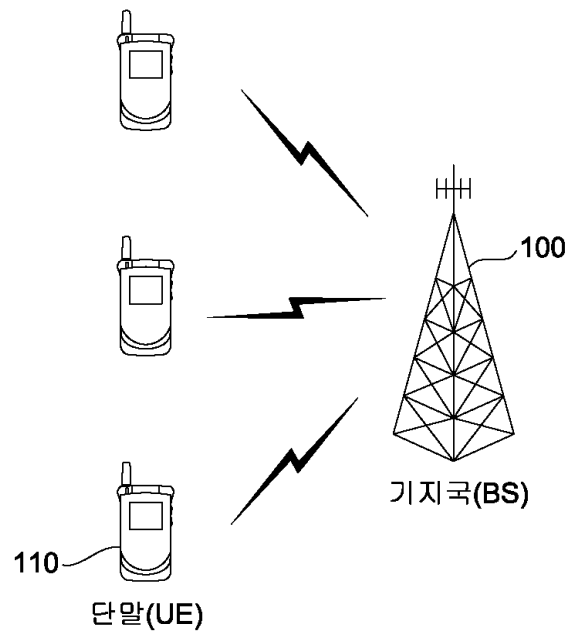
- <91> OFDM 시스템에서 증폭되어 전송되는 파일럿 신호의 주기적인 특성을 이용하여 수신신호가 OFDM 신호인지 여부를 판별할 수 있고, 서로 다른 OFDM 시스템에서 적용하는 파일럿 신호의 배치 특성으로부터 수신한 OFDM 신호의 종류를 구분할 수 있다. 또한, OFDM 신호의 파일럿 간격을 검출할 수 있으므로 OFDM 신호의 파라미터를 찾을 수 있다.

도면의 간단한 설명

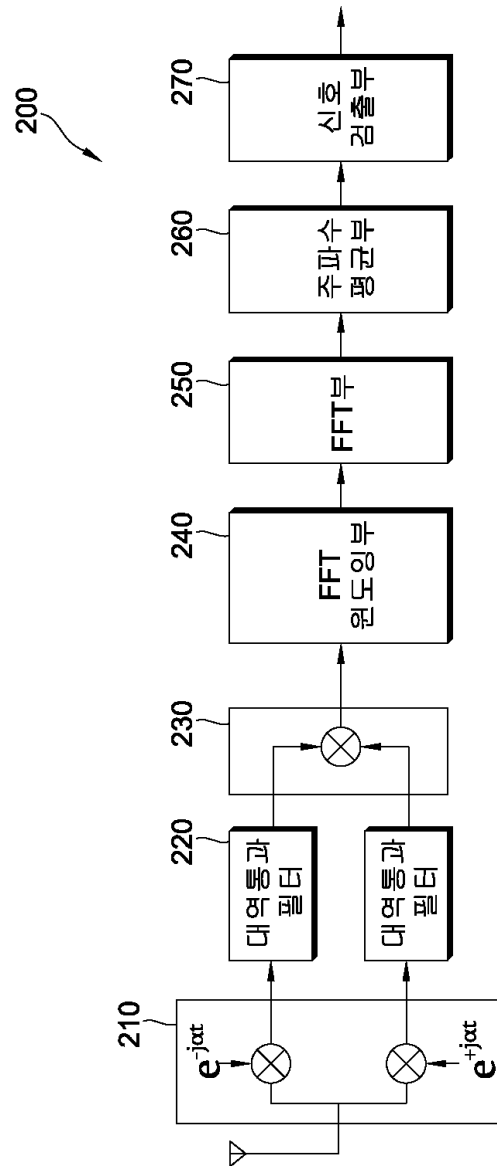
- <1> 도 1은 무선 통신시스템을 도시한 예시도이다.
- <2> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 OFDM 신호 검출장치를 도시한 블록도이다.
- <3> 도 3은 OFDM 신호 중 데이터 신호만을 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <4> 도 4는 OFDM 신호 중 데이터 신호만을 수신한 경우 전력스펙트럼밀도(PSD)의 예를 도시한 그래프이다.
- <5> 도 5는 OFDM 신호 중 데이터 신호와 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <6> 도 6은 OFDM 신호 중 데이터 신호와 파일럿 신호를 수신한 경우 전력스펙트럼밀도(PSD)의 예를 도시한 그래프이다.
- <7> 도 7은 2.5dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <8> 도 8은 4dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <9> 도 9는 7dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <10> 도 10은 8.5dB 증폭된 파일럿 신호를 수신한 경우 상호상관함수(SCF)의 예를 도시한 그래프이다.
- <11> 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 순환주파수 상에서 첨두값을 가지는 순환주파수 값을 찾는 방법을 도시한 흐름도이다.
- <12> 도 12는 순환주파수 상에서의 주파수 영역의 신호를 평균하여 나타나는 첨두값의 예를 도시한 그래프이다.
- <13> 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 순환주파수 상에서 첨두값을 가지는 순환주파수 값으로 OFDM 신호를 검출하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- <14> 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 순환주파수 상에서 첨두값을 가지는 순환주파수 값으로 OFDM 신호를 검출하는 방법을 도시한 흐름도이다.
- <15> ** 도면의 주요부분의 부호에 대한 설명 **
- <16> 210 : 순환천이부
- <17> 220 : 대역통과필터
- <18> 230 : 자기상광부
- <19> 240 : FFT 윈도잉부
- <20> 250 : FFT부
- <21> 260 : 주파수 평균부
- <22> 270 : 신호검출부

도면

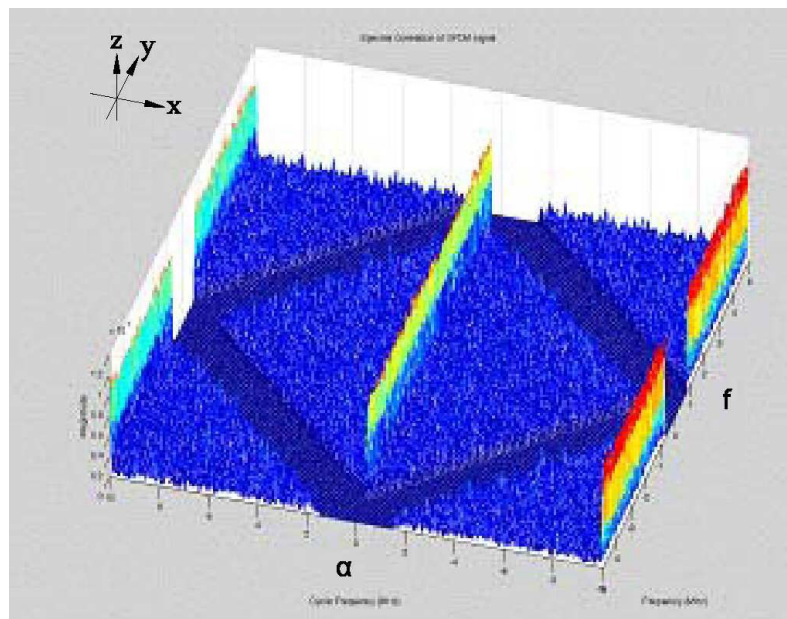
도면1



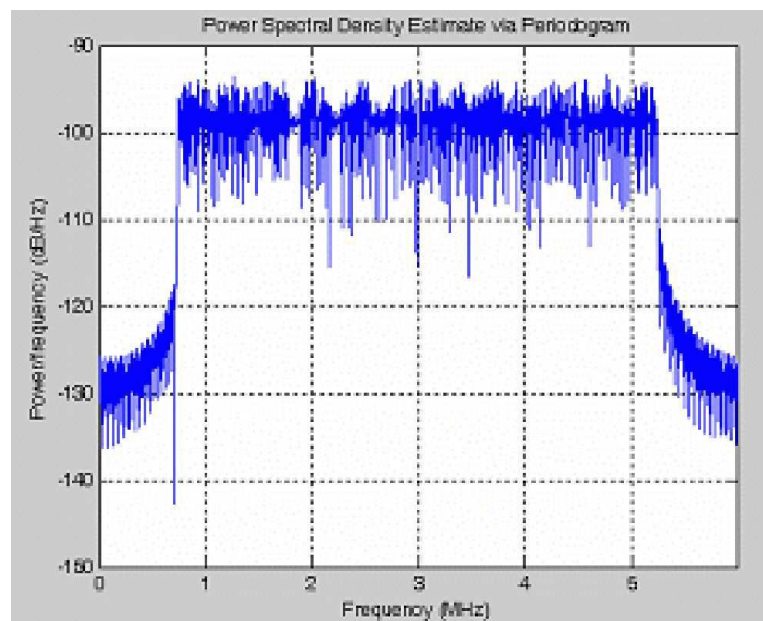
도면2



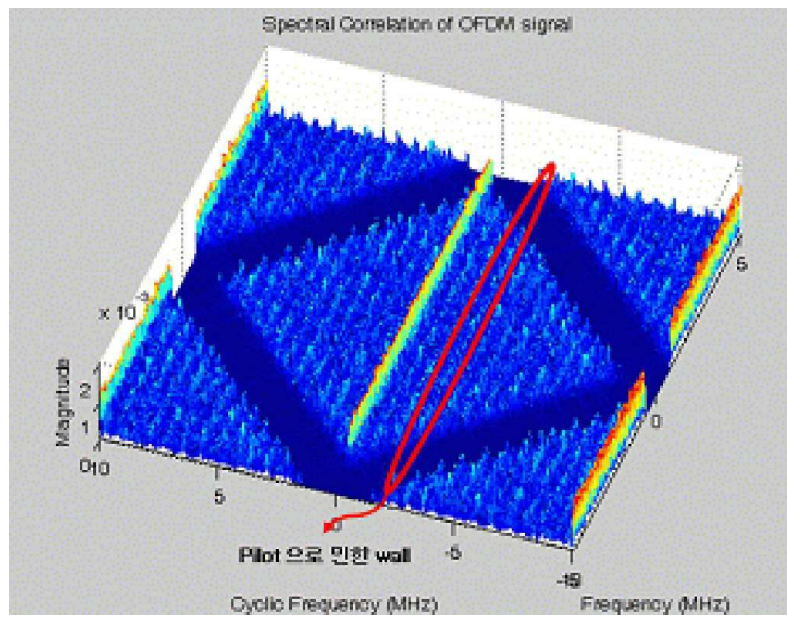
도면3



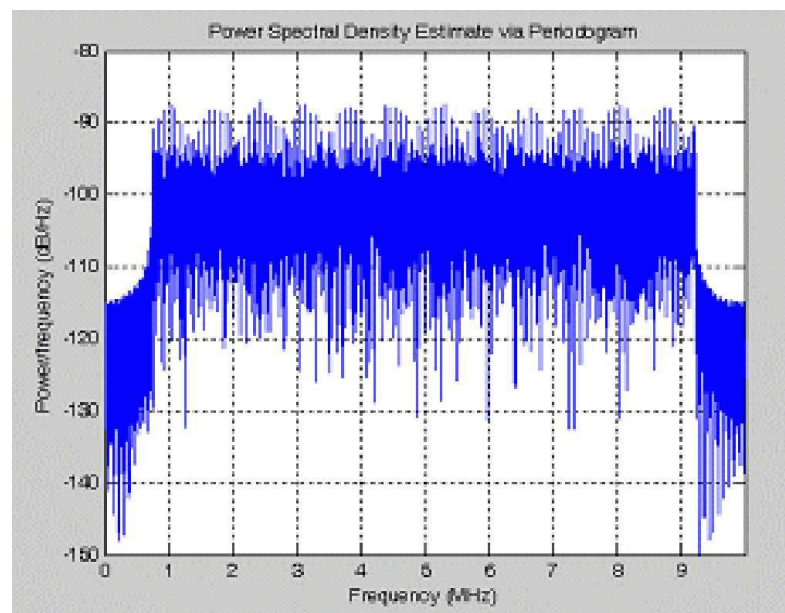
도면4



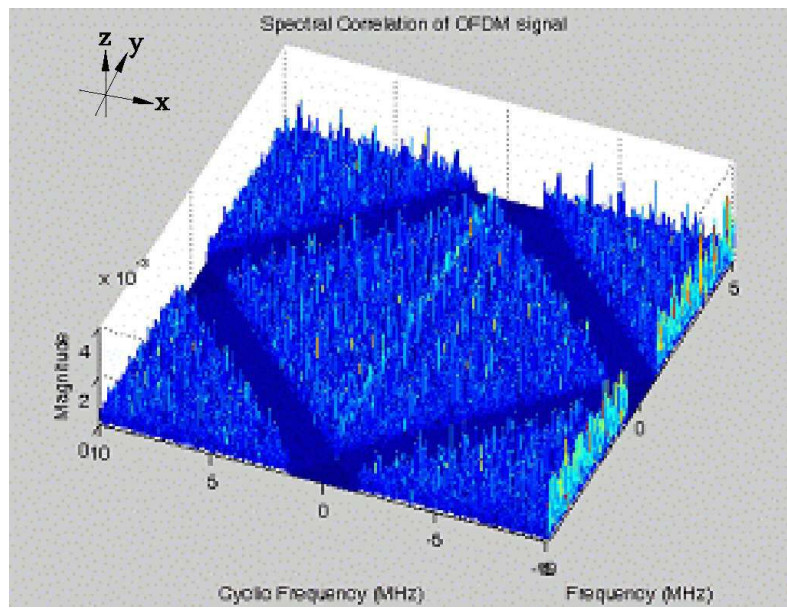
도면5



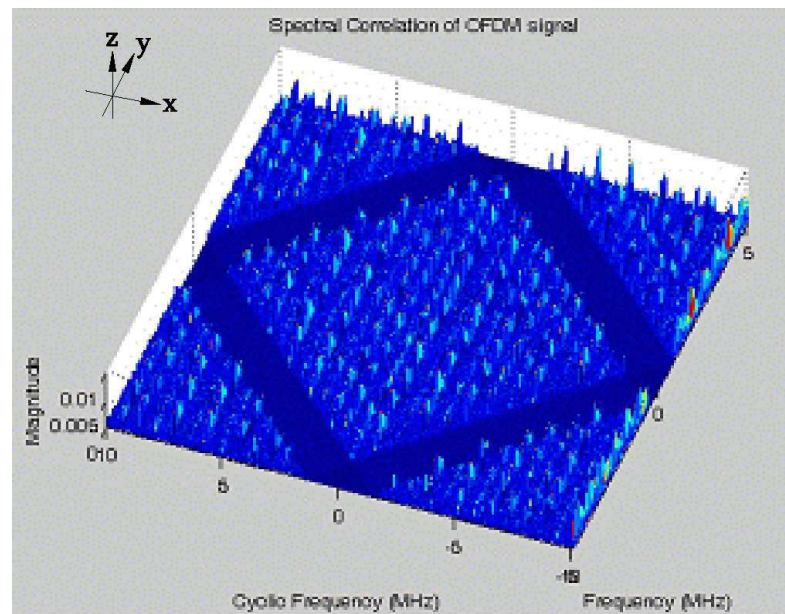
도면6



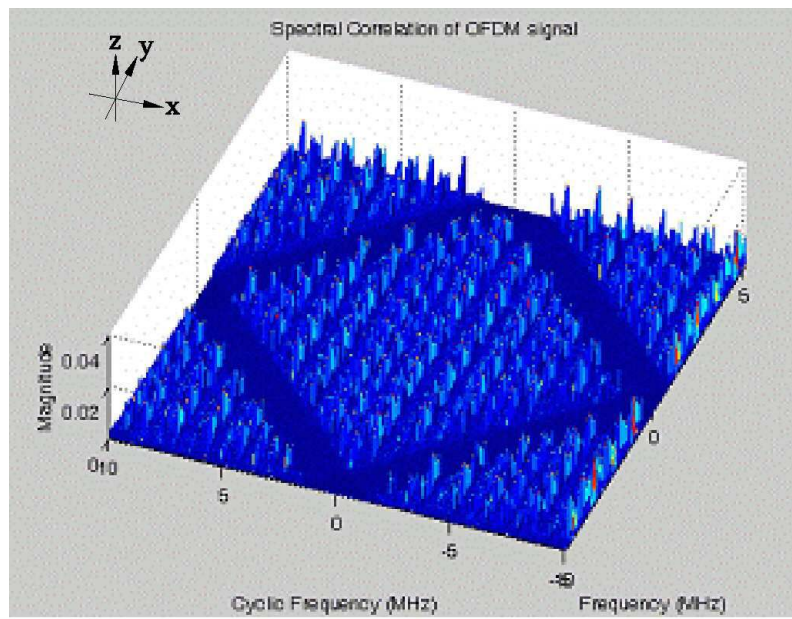
도면7



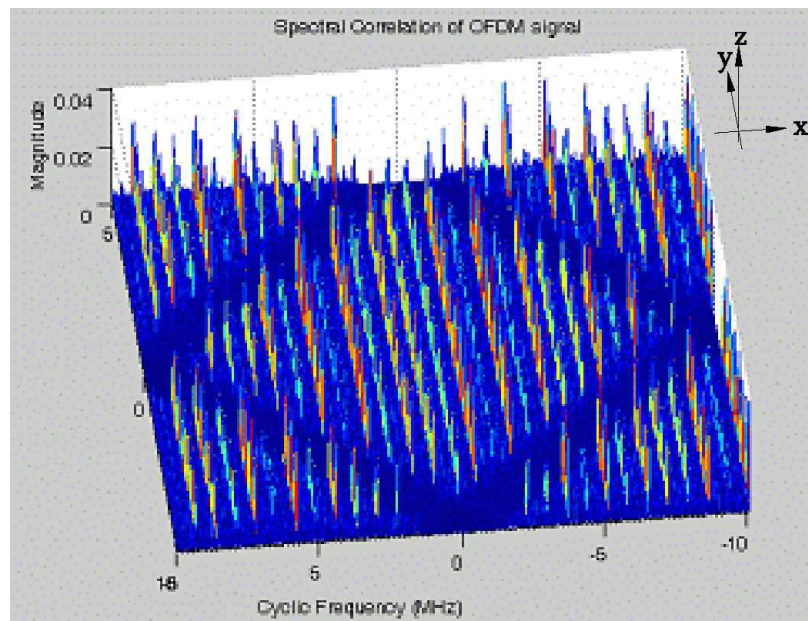
도면8



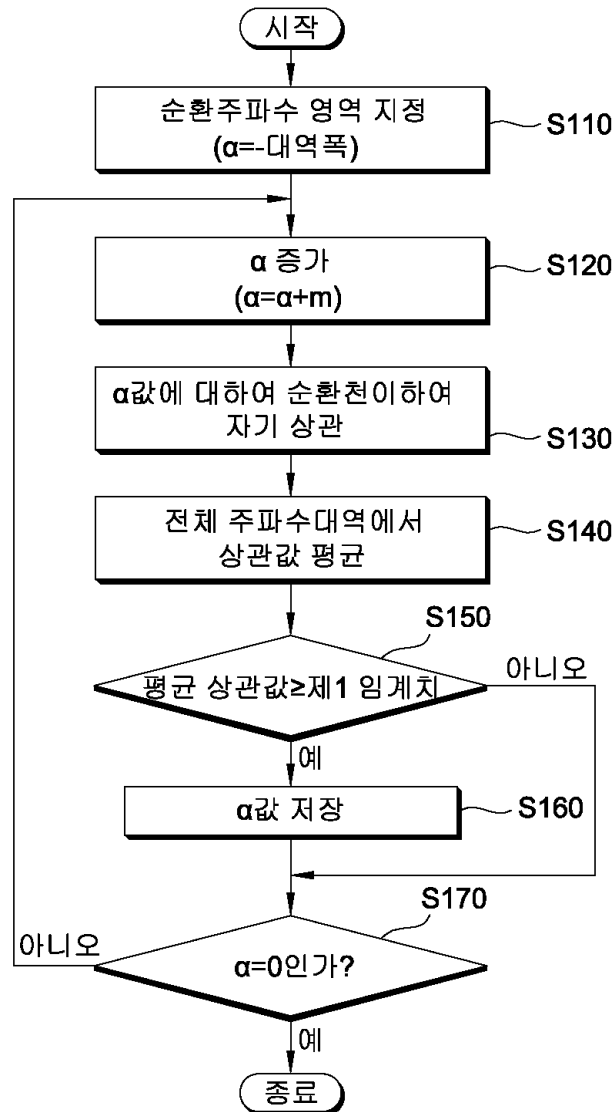
도면9



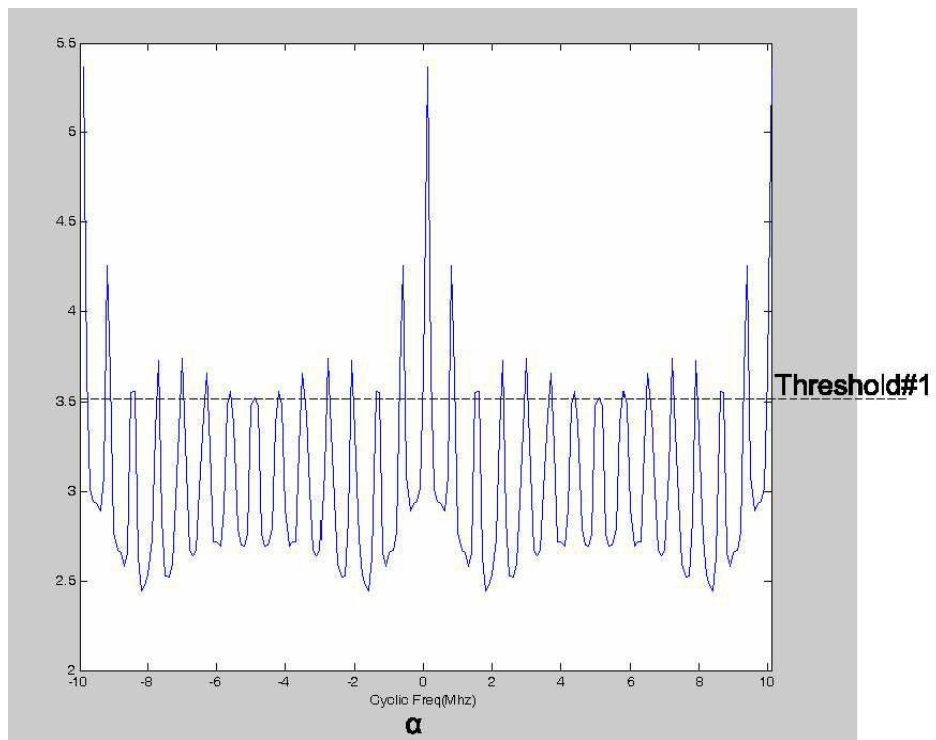
도면10



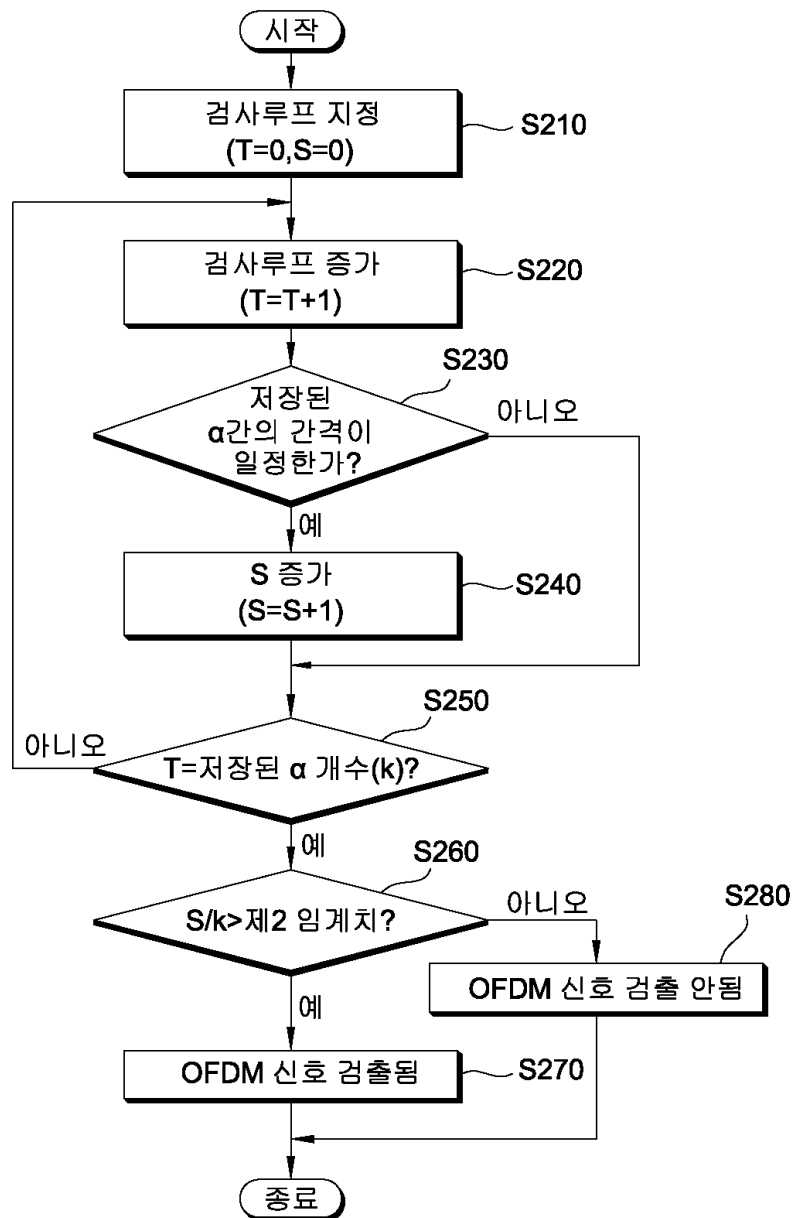
도면11



도면12



도면13



도면14

