



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년12월15일
(11) 등록번호 10-1001663
(24) 등록일자 2010년12월09일

(51) Int. Cl.
H04L 7/00 (2006.01) H04B 7/08 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01) H04J 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0045460
(22) 출원일자 2008년05월16일
심사청구일자 2008년05월16일
(65) 공개번호 10-2009-0067014
(43) 공개일자 2009년06월24일
(30) 우선권주장 1020070133821 2007년12월19일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌 KR100464479 B1*
KR1020060054493 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(73) 특허권자
한국전자통신연구원
대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자
정민호
대전광역시 유성구 가정동 한국전자통신연구원 기
숙사 2동 304호

이유로
대전광역시 유성구 관평동 대덕테크노밸리아파트
403-1201
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 12 항

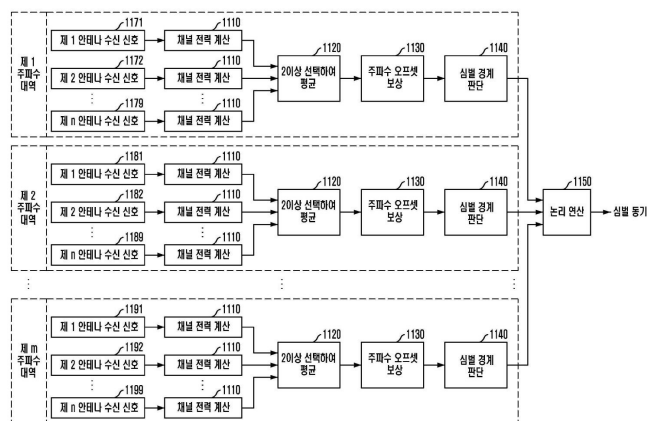
심사관 : 장진환

(54) 무선 통신시스템의 수신 신호 심벌 동기를 검출하는 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다수의 수신 안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 다중안테나 간에, 그리고 다중 주파수 대역 간에 발생하는 시간응답 및 지연 시간의 편차로 인한 보호 구간 침해를 방지함으로써 효율적으로 심벌 동기를 검출하고자 한다. 이를 위하여 본 발명은 각 주파수 대역에서 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 단계와, 채널 전력값 중 2 이상을 선택하여 평균하는 단계와, 평균값에 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와, 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 단계와, 심벌 경계 판단 결과를 논리 연산하는 단계를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

이석규

대전광역시 유성구 전민동 나래아파트 101-1102

이일구

서울특별시 동대문구 신설동 91-112

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2006-S-002-02

부처명 정보통신부 및 정보통신연구진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 IT성장동력기술개발

연구과제명 3Gbps급 4G 무선 LAN 시스템 개발

기여율

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2007-01-01 ~ 2007-12-31

특허청구의 범위

청구항 1

다수의 수신 안테나를 구비한 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 방법에 있어서,
 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 단계와,
 상기 채널 전력값 중 적어도 2개 이상을 선택하여 평균값을 계산하는 단계와,
 상기 평균값에 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와,
 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 수신 신호의 심벌 경계를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 채널 전력값 계산 단계는
 상기 다수의 수신 안테나마다 상기 수신 신호와 소정의 동기 신호 간의 상호 상관값을 계산하는 단계와,
 상기 상관값을 누적 연산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 심벌 경계 판단 단계는
 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 실수 성분을 검출하는 단계와,
 일정한 구간 안에서 상기 실수 성분의 최대값을 검출하는 단계와,
 상기 검출된 최대값에 따라 상기 심벌 경계를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 채널 전력값 평균 단계는 상기 수신 안테나에 대한 채널 전력값이 큰 순서대로 적어도 2개 이상을 선택하여 평균하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 방법.

청구항 5

다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 방법에 있어서,
 상기 다중 주파수 대역에서 데이터를 전송하는 각 주파수 대역들마다 채널 전력값을 계산하는 단계와,
 상기 각 주파수 대역들마다 계산된 채널 전력값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와,
 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 채널 전력값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는

단계와,

상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리곱 연산하여 각 주파수 대역들의 심벌 경계가 일치하는 시점을 심벌 경계로 결정하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 방법.

청구항 6

다수의 수신 안테나를 구비하고, 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 방법에 있어서,

상기 각 주파수 대역에서 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 단계와,

상기 각 주파수 대역에서 상기 채널 전력값 중 적어도 2개 이상을 선택하여 평균값을 계산하는 단계와,

상기 평균값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와,

상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 단계와,

상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리곱 연산하여 각 주파수 대역들의 심벌 경계가 일치하는 시점을 심벌 경계로 결정하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

다수의 수신 안테나를 구비한 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치에 있어서,

상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 채널 전력 계산부와,

상기 채널 전력값 중 적어도 2개 이상을 선택하여 평균값을 계산하는 평균 계산부와,

상기 평균값에 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 주파수 보상부와,

상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 수신 신호의 심벌 경계를 판단하는 심벌 경계 판단부를

포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 채널 전력 계산부는

상기 다수의 수신 안테나마다 상기 수신 신호와 소정의 동기 신호 간의 상관값을 계산하는 상관 계산부와,

상기 상관값을 누적 연산하는 누적 연산부를

포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 장치.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 심벌 경계 판단부는

상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 실수 성분을 검출하는 실수 검출부와,

일정한 구간 안에서 상기 실수 성분의 최대값을 검출하는 최대값 검출부와,
 상기 검출된 최대값에 따라 상기 심벌 경계를 결정하는 심벌 경계 결정부를
 포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 장치.

청구항 11

제 8 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 평균 계산부는 상기 수신 안테나에 대한 채널 전력값이 큰 순서대로 적어도 2개 이상을 선택하여 평균하는
 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 장치.

청구항 12

다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치에 있어서,
 상기 다중 주파수 대역에서 데이터를 전송하는 각 주파수 대역들마다 채널 전력값을 계산하는 채널 전력 계산부
 와,
 상기 각 주파수 대역들마다 계산된 채널 전력값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보
 상하는 주파수 보상부와,
 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 채널 전력값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는
 심벌 경계 판단부와,
 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리곱 연산하여 각 주파수 대역들의 심벌 경계가 일치하는
 시점을 심벌 경계로 결정하는 논리 연산부를
 포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 장치.

청구항 13

다수의 수신 안테나를 구비하고, 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌
 동기를 검출하는 장치에 있어서,
 상기 각 주파수 대역에서 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 채널 전력 계산부와,
 상기 각 주파수 대역에서 상기 채널 전력값 중 적어도 2개 이상을 선택하여 평균값을 계산하는 평균 계산부와,
 상기 평균값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 주파수 보상부와,
 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 심벌
 경계 판단부와,
 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리곱 연산하여 각 주파수 대역들의 심벌 경계가 일치하는
 시점을 심벌 경계로 결정하는 논리 연산부를
 포함하는 것을 특징으로 하는 심벌 동기 검출 장치.

청구항 14

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

본 발명은 무선 통신시스템에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 다수의

[0001]

수신 안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 초고속 무선 통신시스템의 심벌 동기 시에, 수신 안테나마다 발생하는 시간 응답의 차이 및 주파수 대역마다 발생하는 지연 시간의 편차로 인한 동기 성능 저하를 방지하는 장치 및 방법에 관련된다.

[0002] 본 발명은 정보통신부의 IT 성장동력 기술개발의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리번호 : 2006-S-002-02, 과제명 : 3Gbps급 4G 무선 LAN 시스템 개발(IMT-Advanced Radio Transmission Technology with Low Mobility)].

배경 기술

[0003] IMT-2000의 한계를 극복하고 4세대 이동통신망을 구축하기 위해서 전 세계적으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 4세대 이동통신망은 단일 통신망이 아닌 복합적 통신망으로서, 위성 통신, 무선 LAN, 디지털 방송 등 다양한 통신망이 통합되는 형태이다.

[0004] 국제전기통신연합(ITU)은 4세대 무선 통신이 이동 중에 100Mbps, 정지 중에 1Gbps의 전송속도를 제공할 수 있는 것으로 정하고 있다.

[0005] 현재 무선 LAN 규격으로는 IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11n, IEEE 802.11g가 있다. 최근 많이 사용되고 있는 무선 LAN은 IEEE 802.11b 또는 IEEE 802.11g 규격을 만족하는 것으로 IEEE 802.11g는 2.4GHz 대역에서 최고 54Mbps까지의 전송 속도를 지원한다. 현재 개발 중인 IEEE 802.11n은 4세대 무선 통신이 요구하는 1Gbps의 전송속도에는 미치지 못하지만 최고 540Mbps의 전송속도를 지원할 예정이다. 이러한 초고속 무선 통신을 실현하기 위한 기술로는 Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)과 다중 입출력 안테나 기술(MIMO: Multiple-Input Multiple-Output)이 핵심적이다.

[0006] NTT DoCoMo에서는 4세대 무선 통신을 위한 기술로서 Orthogonal Frequency Code Division Multiplexing (OFCDM)과 OFDM이 사용될 것이 유력하다고 예측했다. 광대역 채널을 사용하는 통신 시스템에서 기존에 사용하던 DS-CDMA를 기반으로 하는 무선 통신 액세스보다 OFCDM과 OFDM이 우수한 성능을 나타낸다. 광대역 채널을 사용할 경우, 일반적으로 멀티패스(multi-path)에 의한 간섭으로 인해 발생하는 성능 저하 현상이 OFCDM이나 OFDM에서는 현저히 줄어들기 때문이다.

[0007] 한편, 주파수 자원이 한정되어 있는 상태에서 전송 속도를 높이기 위해서는 주파수 이용효율(Spectral Efficiency)을 높여야 하는데, 이를 위한 한 방법으로서 다중안테나 기술이 사용된다. 다중안테나 기술의 사용을 위해서 Bell Laboratories Layered Space Time(BLAST)와 같은 전송 방식이 제안되었다. Maximum Likelihood Detection(MLD)이 V-BLAST나 Minimum Mean Squared Error(MMSE)보다 비트오류율(Bit Error Rate)이나 블록오류율(Block Error Rate) 면에서 더 좋은 성능을 나타낸다는 것은 이미 알려진 사실이지만, 계산 복잡도(computational complexity)가 변조 방식과 안테나의 개수에 따라 지수적으로 증가하여 매우 크기 때문에 실제 통신 시스템에서 구현하기에 적합하지 않은 문제점이 있다. MLD의 문제점인 복잡도를 줄이기 위한 방안으로는 M-algorithm과 QR decomposition을 사용한 MLD인 QRM-MLD가 제안되었지만 여전히 개선할 여지가 있다.

[0008] 최근 한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발한 NoLA (New Nomadic Local Area Wireless Access) 시스템은 다중안테나 기술과 OFDM을 사용해서 4세대 무선 통신이 요구하는 전송 속도를 만족한다. NoLA 시스템은 4개 또는 8개의 송신 안테나와 8개의 수신 안테나를 사용하는 다중안테나 기술을 적용하고, 5GHz의 반송파 주파수에서 40MHz의 주파수 대역 3개, 총 120MHz의 주파수 대역을 사용해서 3.6Gbps의 전송 속도를 보장한다.

[0009] 이러한 NoLA 시스템의 특징은 크게 네 가지를 들 수 있다.

[0010] 첫째로, 다중안테나 기술을 들 수 있다. 다중안테나 기술은 안테나 다이버시티(diversity)를 통해 높은 주파수 이용효율을 얻는 방법으로 IEEE 802.11g, IEEE 802.11n등 고속 무선 통신을 위한 시스템에서 쓰이고 있다. IEEE 802.11n의 경우 송수신 안테나를 각각 4개를 사용하고 있지만 NoLA 시스템은 더 높은 전송 속도를 제공하기 위해서 최대 송수신 안테나를 8개 사용한다. 안테나를 많이 사용하게 되면 전송 속도를 높일 수 있지만 detector 등 수신단의 복잡도가 너무 높아지는 문제가 발생한다.

[0011] NoLA 시스템의 두 번째 특징은 이런 문제를 해결하기 위한 방법으로서, 한국전자통신연구원(ETRI)의 차세대 무선 LAN 팀에서 고안한 MDD를 사용해서 적은 수의 안테나에서 신뢰도가 높은 데이터를 얻고, SIC (Successive Interference Cancellation)를 통해 다수의 안테나에서 수신한 데이터의 간섭을 제거하는 방법으로 수신율을 높

이는 것이다.

- [0012] NoLA 시스템의 세 번째 특징은 채널 부호화(Channel coding) 방식으로 LDPC (Low Density Parity Check) 코드를 사용하는 것이다. LDPC 코드는 병렬처리가 가능하기 때문에 3Gbps의 데이터를 고속으로 처리하기에 적합하다.
- [0013] 마지막 특징은 유무선 채널에서 고속 데이터 전송에 적합한 방식으로 최근 활발히 연구되고 있는 OFDM 방식을 사용하는 것이다. OFDM 방식은 상호 직교성을 갖는 복수의 반송파를 사용하므로 주파수 이용효율을 높일 수 있고, 송수신단에서 이러한 복수의 반송파를 변복조하는 과정은 각각 IDFT와 DFT를 수행한 것과 같은 결과가 되므로 IFFT와 FFT를 사용하여 고속으로 구현이 가능하다. 이렇게 OFDM 방식은 고속 데이터 전송에 적합하기 때문에 IEEE 802.11a와 HIPELAN/2의 고속 무선 LAN, IEEE 802.16의 광대역 무선 액세스, 디지털 오디오 방송, 디지털 지상파 텔레비전 방송, ADSL, VDSL의 표준방식으로 채택되었다.
- [0014] 전술한 초고속 무선 통신 기술들과 NoLA 시스템에서 살펴본 바와 같이, 4세대 무선 통신이 요구하는 전송속도 이상의 초고속 무선 통신을 위해서는 다중안테나 기술과 다중 주파수 대역을 사용하는 것이 필수적이다. 이때, 다중안테나와 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템에 적합한 효율적인 심벌 동기 방법이 문제된다.
- [0015] 심벌 동기 방법 중 하나인 자기상관(Auto-Correlation)을 사용한 임계 검출(Threshold Detection) 기법으로 심벌 경계를 검출함으로써 동기시점을 포착하는 방법은, 일반적으로 하나의 안테나 및 하나의 주파수 대역을 사용하는 경우에 매우 효율적인 기법으로 알려져 있다. 그러나 다중안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 경우에는, 수신 안테나마다 자기상관 함수의 시간 응답이 차이가 날뿐만 아니라, 각 주파수 대역을 처리하는 하드웨어가 별도의 보드로 구성되어 다수의 보드를 사용하는 경우 주파수 대역마다 신호응답의 지연시간이 달라지는 문제가 발생한다. 이러한 시간 응답과 지연 시간의 편차는 OFDM 기반의 기가급 초고속 무선 통신시스템에서 Cyclic Prefix(CP, 순환전치)로 구현된 보호 구간(Guard Interval)을 침해하는 요인이 되어 동기성능의 저하를 초래한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0016] 따라서 본 발명은 다수의 수신 안테나를 구비한 무선 통신시스템에서 각 수신 안테나 간에 발생하는 시간 응답의 차이에 의한 동기 성능의 저하를 줄이는 심벌 동기 장치 및 방법을 제공하는 것을 일 목적으로 한다.
- [0017] 또한 본 발명은 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템에서 각 주파수 대역마다 신호처리 지연시간의 편차로 인한 동기 성능의 저하를 줄이는 심벌 동기 장치 및 방법을 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.
- [0018] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 더욱 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- [0019] 전술한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 제안된 본 발명에 따른 방법은, 다수의 수신 안테나를 구비한 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 방법에 있어서, 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 단계와, 상기 채널 전력값 중 2 이상을 선택하여 평균하는 단계와, 상기 평균값에 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와, 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 수신 신호의 심벌 경계를 판단하는 단계를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0020] 또한 본 발명에 따른 방법은, 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 방법에 있어서, 상기 각 주파수 대역에서 채널 전력값을 계산하는 단계와, 상기 채널 전력값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와, 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 채널 전력값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 단계와, 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리 연산하는 단계를 포함하는 것을 다른 특징으로 한다.

- [0021] 또한 본 발명에 따른 방법은, 다수의 수신 안테나를 구비하고, 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 방법에 있어서, 상기 각 주파수 대역에서 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 단계와, 상기 각 주파수 대역에서 상기 채널 전력값 중 2 이상을 선택하여 평균하는 단계와, 상기 평균값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 단계와, 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 단계와, 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리 연산하는 단계를 포함하는 것을 또 다른 특징으로 한다.
- [0022] 전술한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 제안된 본 발명에 따른 장치는, 다수의 수신 안테나를 구비한 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치에 있어서, 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 채널 전력 계산부와, 상기 채널 전력값 중 2 이상을 선택하여 평균하는 평균 계산부와, 상기 평균값에 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 주파수 보상부와, 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 수신 신호의 심벌 경계를 판단하는 심벌 경계 판단부를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.
- [0023] 또한 본 발명에 따른 장치는, 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치에 있어서, 상기 각 주파수 대역에서 채널 전력값을 계산하는 채널 전력 계산부와, 상기 채널 전력값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 주파수 보상부와, 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 채널 전력값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 심벌 경계 판단부와, 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리 연산하는 논리 연산부를 포함하는 것을 다른 특징으로 한다.
- [0024] 또한 본 발명에 따른 장치는, 다수의 수신 안테나를 구비하고, 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 수신단에서 수신 신호의 심벌 동기를 검출하는 장치에 있어서, 상기 각 주파수 대역에서 상기 다수의 수신 안테나마다 채널 전력값을 계산하는 채널 전력 계산부와, 상기 각 주파수 대역에서 상기 채널 전력값 중 2 이상을 선택하여 평균하는 평균 계산부와, 상기 평균값에 상기 각 주파수 대역에 대응하는 반송파 주파수 오프셋을 보상하는 주파수 보상부와, 상기 반송파 주파수 오프셋이 보상된 평균값의 크기에 따라 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계를 판단하는 심벌 경계 판단부와, 상기 각 주파수 대역의 심벌 경계 판단 결과를 서로 논리 연산하는 논리 연산부를 포함하는 것을 또 다른 특징으로 한다.

효 과

- [0025] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면 다중안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템에서 보호 구간 침해를 방지함으로써 심벌 동기를 효율적으로 할 수 있다.
- [0026] 특히 다수의 수신 안테나에 대해서 수신 전력이 큰 순서대로 안테나 일부 또는 전부를 선정하여 평균하는 방법을 적용함으로써 다중안테나 간에 발생하는 시간적 응답의 차이로 인한 심벌 동기 성능 저하를 줄일 수 있고, 다중 주파수 대역 간에 자기 상관 함수의 임계 검출 조건을 논리곱 등의 논리 연산 결과로 사용함으로써 주파수 대역 간 신호처리 지연시간 편차에 강인하도록 하여 심벌 동기를 안정화할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 1a 및 도 1b를 함께 참조하여 종래 기술에 의한 일 실시예로서 단일 수신 안테나와 단일 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치 동작을 설명한다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 종래 기술에 의한 일 실시예는 패킷의 시작부에 서로 다른 패턴을 가지는 프리앰블이 연속적으로 위치할 경우, 수신 신호와 각 프리앰블 패턴들 사이의 교차 상관값을 구하고, 각 프리앰블 패턴에서 얻어진 교차 상관값을 다시 상관시킴으로써 얻어지는 채널 전력값으로 심벌 동기를 검출한다. 이와 같이 구성하면 잡음이나 간섭이 존재하는 채널에서 심벌

동기를 신뢰성 있게 검출할 수 있다. 이하에서 도 1a 및 도 1b의 각 부분에 대한 동작을 더욱 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1a는 수신된 패킷의 프레임 구조에서 프리앰블 부분을 나타내는 구성도이다. 도시된 바와 같이 서로 다른 반복 패턴을 갖는 두 개의 프리앰블(101, 102)이 연속적으로 위치한다. 설명의 편의상 도시된 바와 같이 수신된 패킷에 임의의 두 개의 프리앰블(101, 102)이 위치한다고 가정하고, 이 두 프리앰블(101, 102) 구간 사이의 경계를 검출하는 방법을 중심으로 설명한다. 그러면 이와 동일한 방법으로 패킷 전체를 이루는 각각의 심벌 사이의 경계를 검출할 수 있고, 동기화를 수행할 수 있다.

[0030] 수신 패킷의 프리앰블 부분은 서로 다른 반복 패턴을 가지는 두 개의 프리앰블(101, 102)로 이루어진다. 프리앰블(101)은 T1 길이를 가지는 패턴(103)이 일정한 T1의 주기로 반복되고, 프리앰블(102)은 T2 길이를 가지는 패턴(104)이 일정한 T3의 주기로 반복된다.

[0031] 도 1b는 종래 기술에 의한 일 실시예로서 단일 수신 안테나를 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치의 구성도이다. 단일 수신 안테나와 단일 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템에서 일반적으로 사용되는 심벌 동기 검출 장치로서, 도시된 바와 같이 채널 전력 계산부(110), 주파수 보상부(120), 심벌 경계 판단부(130)를 구비하고 있다.

[0032] 채널 전력 계산부(110)는 정합필터(111, 112, matched filter), 지연기(113), 복소 공액기(114), 이동 평균기(109), 상관기(117, correlator)를 포함한다. 정합 필터(111)는 수신 신호(r_k)에 정합 필터 계수를 곱하여 수신 신호(r_k)와 프리앰블(101)의 한 주기(T1)에 해당하는 신호(a_k)와의 상관값(x_k , correlation)을 출력한다. 여기서 정합 필터 계수는 프리앰블(101)의 한 주기 신호(a_k)를 시간축 상에서 순서를 반대로 한 뒤 복소 공액을 취한 값(a_{-k}^*)이다. 즉, 정합 필터(111)의 출력(x_k)은 수학식 1과 같이 된다.

수학식 1

$$x_k = r_k * a_{-k}^*$$

[0033]

[0034] 여기서, 수신 신호(r_k)는 송신단에서 전송되는 프리앰블의 한 주기 신호(a_k)에 전송 채널(h_k)의 영향과 잡음(n_k)이 더해진 결과로 수학식 2와 같이 표현되고, 수신 신호와 프리앰블(101)과의 상관값(x_k)은 수학식 3과 같다.

수학식 2

$$r_k = a_k * h_k + n_k$$

[0035]

수학식 3

$$x_k = r_k * a_{-k}^* = (a_k * h_k + n_k) * a_{-k}^* = a_k * h_k * a_{-k}^* + n_k * a_{-k}^*$$

[0036]

[0037] 그리고 수학식 4와 같이 프리앰블 간의 자기 상관 관계를 이상적인 프리앰블 특성인 델타 함수(δ_k)로 가정하면, 수신 신호(r_k)와 프리앰블(101)과의 상관값(x_k)은 수학식 5와 같이 표현된다. 여기서 잡음과 간섭의 영향이 없다고 가정하면 수신 신호와 프리앰블(101)과의 상관값(x_k)은 채널 응답 계수(h_k)가 된다.

수학식 4

$$a_k * a_{-k}^* \approx \delta_k$$

[0038]

수학식 5

$$x_k \approx \delta_k * h_k + w_k = h_k + w_k \approx h_k$$

[0039]

[0040] 정합필터(112)는 수신 신호(r_k)에 정합 필터 계수를 곱하여 수신 신호(r_k)와 프리앰블(102)의 한 주기(T_3) 신호의 반복되는 부분(T_2)에 해당하는 신호(b_k)와의 상관값(y_k)을 출력한다. 여기서 정합 필터 계수는 프리앰블(102)의 한 주기 신호의 일부분(T_2)에 대한 신호를 시간 축 상에서 순서를 반대로 한 후 복소 공액을 취한 값(b_{-k}^*)이다. 즉, 정합 필터(111)의 출력(y_k)은 수학식 6과 같이 된다.

수학식 6

$$y_k = r_k * b_{-k}^*$$

[0041]

[0042] 앞에서 설명한 것과 마찬가지로 프리앰블 간의 자기 상관 관계를 프리앰블 특성인 델타 함수로 가정하면, 수신 신호와 프리앰블(102)의 상관값(y_k)도 채널 응답 계수(h_k)로 된다. 그리고 k 가 0인 시점을 프리앰블(102)의 시작 시점으로 가정하면 수학식 6은 수학식 7과 같이 된다.

수학식 7

$$y_k \approx h_{k-T_2}$$

[0043]

[0044] 지연기(113)는 정합 필터(111)의 상관값(x_k)을 T_2 길이만큼 지연하고, 복소 공액기(114)는 지연된 상관값(x_{k-T_2})의 복소 공액($x_{k-T_2}^*$)을 출력한다. 그리고 상관기(117)는 복소 공액기(114)의 출력($x_{k-T_2}^*$)과 정합 필터(112)의 출력(y_k)의 상관값(z_k)을 출력하며, 이 상관값(z_k)은 수학식 8과 같이 된다.

수학식 8

$$z_k = y_k \cdot (x_{k-T_2})^* \approx h_{k-T_2} \cdot (h_{k-T_2})^* = |h_{k-T_2}|^2$$

[0045]

[0046] 즉, 두 정합 필터(111, 112)의 출력값을 시간축에서의 시간 지연을 통해 재정렬한 후 상관시키면 그 결과값은 대략(approximately) 채널의 전력값이 된다.

[0047] 이동 평균기(109)는 상관값(z_k)에 대해서 프리앰블(101)의 한 주기(T_1)만큼의 윈도우 크기를 가지는 이동 평균값(m_k)을 수학식 9와 같이 구한다.

수학식 9

$$m_k = \sum_{i=0}^{T_1-1} z_{k-i} \approx \sum_{i=0}^{T_1-1} |h_{k-i-T_2}|^2$$

[0048]

[0049] 이러한 이동 평균기(109)의 주파수 응답 특성은 저역 통과 필터로 작용하는 sinc($T_1 * f$)함수가 되고, 저역 통과 필터의 대역폭은 이동 평균기(109)의 윈도우 크기(T_1)에 반비례한다. 즉, 이동 평균기(109)의 윈도우 크기를 증가시키면 대역폭이 좁아져서 노이즈 제거 능력이 증가한다.

[0050] 이동 평균기(109)는 지연기(115, 116), 가산기(118), 감산기(119)로 이루어진다. 지연기(115)는 상관값(z_k)을 T_1 길이만큼 지연하여 출력하고, 감산기(119)는 지연기(116)의 출력인 이동 평균기(109)의 출력에서 지연기(115)의 출력(z_{k-T_1})을 감산한다. 그리고 가산기(118)는 상관값(z_k)과 감산기(119)의 출력을 가산하여 지연기(116)로 출력하고, 지연기(116)의 출력은 수학식 9와 같은 이동 평균값(m_k)이 된다. 즉, 이동 평균기(109)의 출력이 수학식 9와 같이 주어지고, 이동 평균기(109)에 상관값(z_k)이 입력되는 것으로 가정하면 감산기(119)의 출력은 $m_{k-1} - z_{k-T_1}$ 이 되고 가산기(118)의 출력(m_k)은 수학식 10과 같게 된다.

수학식 10

$$m_k = m_{k-1} - z_{k-T1} + z_k = \left(\sum_{i=0}^{T1-1} z_{k-1-i} \right) - z_{k-T1} + z_k = \left(\sum_{i=0}^{T1-1} z_{k-i} \right)$$

[0051]

[0052]

[0053]

[0054]

[0055]

[0056]

[0057]

[0058]

[0059]

[0060]

[0061]

따라서 이동 평균기(109)의 출력은 이동 평균기(109)의 이전 출력값과 동일하게 T1개의 상관값의 합으로 되므로, 이동 평균기(109)의 출력은 수학식 9와 같이 이동 평균값으로 주어진다.

한편, 도 1b에 도시된 종래 기술에 의한 일 실시예는 반송파에 의해 주파수 오프셋이 발생하는 경우를 대비하여 추정된 주파수 오프셋을 보상하는 주파수 보상부(120)를 포함할 수 있다. 주파수 보상부(120)는 이동 평균값

(m_k)에 주파수 보상값($e^{-j2\pi\Delta f}$)을 곱해서 반송파에 의한 주파수 오프셋을 보상한다. 여기서 Δf 는 보상 주파수이다.

그 후, 심벌 경계 판단부(130)가 심벌 간의 경계 시점을 판단한다. 심벌 경계 판단부(130)는 실수검출부(132), 최대값 검출부(134), 심벌 경계 결정부(136)를 포함할 수 있다.

실수검출부(132)는 이동 평균값(m_k)의 실수값의 절대값($|\text{Re}\{m_k\}|$)을 취하고, 최대값 검출부(134)는 앞서 검출된 실수값($|\text{Re}\{m_k\}|$)의 최대값을 찾는다. 이때, 동기 검출의 성능을 높이기 위해 최대값을 구하는 시작과 마지막을 정함으로써 일정한 구간에서의 최대값을 검출할 수도 있다. 심벌 경계 결정부(136)는 최대값이 소정의 임계값 이상이 되면 이 시점을 기준으로 심벌 동기(또는 프레임 동기)를 검출한다. 여기서 임계값은 채널 전력값의 절반에 해당하는 값으로 결정될 수 있으며, 채널 전력은 채널 추정에 의해 측정될 수 있다. 또한, 심벌 경계 결정부(136)는 최대값 검출부(134)에서 검출한 실수부의 절대값($|\text{Re}\{m_k\}|$)이 최대가 되는 시점을 기준으로 심벌 동기를 검출할 수도 있고, 이렇게 심벌 동기가 검출되면 동기 과정을 종료하고 패킷의 나머지 부분을 수신한다.

한편, 전술한 실시예는 수신 신호와 프리앰블의 교차 상관값을 계산하기 위해 정합 필터(111, 112)를 사용하였지만, 정합 필터를 사용하는 방법 외에 다른 방법을 통하여 교차 상관값을 계산할 수 있음은 본 발명이 속하는 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자에게 있어 용이하다.

도 2는 본 발명에 의한 다수의 수신 안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치(200)의 구성도이다. 도시된 바와 같이 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치(200)는 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)와 논리 연산부(220)를 포함한다. 다중 주파수 대역에서 심벌 동기를 검출함에 있어서, 본 발명은 자기 상관함수의 임계 검출의 조건을 각 주파수 대역 간 논리 연산(예를 들어, 다중 주파수 대역 전체에 대하여 논리곱(AND)하는 논리 연산을 사용한다면, 각 주파수 대역의 심벌 동기가 모두 검출된 경계만 심벌 경계로 인정하여 동기화하는 방법)하는 방법을 적용한다.

도시된 바와 같이 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)는 제 1 주파수 대역 내지 제 m 주파수 대역으로부터 각각 신호를 수신한다. 다수의 수신 안테나를 사용하는 경우 각 주파수 대역마다 다중 경로(multi-path)를 통해 신호가 수신될 수 있기 때문에 수신 신호의 흐름을 여러 개의 화살표로 표시하였다. 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)는 각 주파수 대역에서 수신한 신호로부터 심벌 동기를 검출한다.

도시된 바와 같이 m개의 주파수 대역을 사용하는 경우에, 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)로부터 총 m개의 심벌 동기 검출 결과가 출력되고, 논리 연산부(220)는 이 결과를 조합하여 소정의 논리 연산을 수행함으로써 심벌 동기 검출의 안정도를 높인다.

본 단락에서 설명의 편의를 위해 다수의 주파수 대역을 영문 소문자로 나타내고, 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)의 출력을 각 주파수 대역을 나타내는 영문 소문자에 대응하는 영문 대문자로 나타내기로 한다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예로서 3개의 주파수 대역 a, b, c를 사용하는 무선 통신시스템에서 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)의 출력은 각각 A, B, C가 되고 이는 논리 연산부(220)의 입력이 된다. 논리 연산부(220)가 심벌 동기 검출을 위해 (A AND B AND C)의 논리 연산을 하면, a, b, c 대역 모두에서 심벌 경계가 검출된 시점을 전체 심벌 동기로 판단하게 되기 때문에 주파수 대역 간의 시간지연 편차에 강인한 시스템이 된다.

본 발명의 다른 실시예로서 위와 같이 3개의 주파수 대역을 사용하는 통신시스템에서, 논리 연산부(220)가 ((A AND B) OR (C AND (A XOR B)))의 논리 연산을 하도록 구성하면, 3개의 주파수 대역 중 2개 이상의 주파수 대역에서 심벌 경계가 결정된 시점을 기준으로 심벌 동기를 검출할 수 있다. 본 발명의 또 다른 실시예로서 a 내지

h의 8개 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 경우, 8개 주파수 대역 중 6개 이상의 심벌 경계가 같은 시점을 기준으로 심벌 동기를 검출하도록 하는 등 논리 연산부(220)를 다양하게 구성할 수 있다. 전술한 실시예에 있어서 논리 연산부(220)는 논리 게이트 또는 멀티플렉서 등으로 구현이 가능하다.

[0062] 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템을 구현함에 있어서 주파수 대역마다 다른 보드(Board)로 하드웨어가 구성되는 등의 경우 지연 시간 편차가 심해진다. 하지만, 본 발명에 제안된 것과 같이 다중 주파수 대역에 대하여 논리 연산부(220)를 구성함으로써 지연 시간 편차에 의한 수신 패킷의 보호 구간(Guard Interval) 침해 현상을 줄일 수 있고, 결과적으로 동기 성능의 안정화를 이룰 수 있다.

[0063] 도 3은 도 2에 도시된 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)의 구성도이다. 도시된 바와 같이 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)는 채널 전력 계산부(310), 평균 계산부(320), 주파수 보상부(330), 심벌 경계 판단부(340)를 포함한다. 다수의 수신 안테나를 사용하는 무선 통신시스템에서 심벌 동기를 검출함에 있어서, 본 발명은 동기 시점 검출을 위한 자기상관 시에 다수의 수신 안테나 중 일부 또는 전부를 선택하여 평균하는 방법을 적용한다. 여기서 평균을 계산할 수신 안테나의 선택은 수신 전력이 큰 순서대로 이루어질 수 있다.

[0064] 채널 전력 계산부(310)는 특정 주파수 대역에서 제 1 안테나 내지 제 n 안테나로부터 수신된 신호를 입력받는다. 여기서, 통신시스템은 n개 이상의 수신 안테나를 구비할 수 있다. 도시된 바와 같이 채널 전력 계산부(310)가 n개의 수신 신호에 대한 채널 전력을 계산한다. 채널 전력 계산은 수신 안테나 각각에 대하여 이루어지고, 그 방법으로서 전술한 정합 필터를 사용하여 교차 상관을 구하는 방법 등을 사용할 수 있다. 평균 계산부(320)는 채널 전력이 계산된 n개의 수신 안테나 중 2개 이상 n개 이하의 안테나를 선택(예를 들어, 8개의 수신 안테나를 사용하는 경우 채널 전력이 큰 순서대로 4개 또는 6개를 선택하는 등)하여 선택된 수신 안테나의 채널 전력을 평균한다.

[0065] 주파수 보상부(330)는 특정 주파수 대역에서 추정된 반송파 주파수 오프셋(CFO: Carrier Frequency Offset)을 평균 계산부의 출력에 보상한다. 그 후, 심벌 경계 판단부(340)는 각 주파수 대역마다 반송파 주파수 오프셋이 보상된 안테나 일부 또는 전부에 대한 채널 전력의 평균값(즉, 주파수 보상부(330)의 출력)의 크기에 따라 전술한 종래 기술과 같은 방법으로 심벌 경계를 검출한다. 예를 들어, 채널 전력 평균값이 일정 구간에서 최고가 되는 시점이나, 채널 전력 평균값의 최대값이 소정의 임계값을 넘는 시점을 기준으로 심벌 경계를 판단한다.

[0066] 무선 통신시스템을 구현함에 있어서 다수의 수신 안테나를 사용하는 경우, 채널 전력 계산부(310)에서 교차 상관을 취하는 등의 과정에서 수신 안테나마다 시간 응답의 차이가 발생할 수 있고, 이러한 차이가 동기 검출의 신뢰도를 저하시킬 수 있다. 본 발명에 의한 평균 계산부(320)를 사용하여 다수의 수신 안테나 전부 또는 일부에 대한 수신 전력을 평균하여 동기 검출에 활용함으로써, 동기 검출에 일종의 안테나 다이버시티(Diversity) 효과를 취해 임계 검출의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

[0067] 도 3에 도시된 일련의 장치(310, 320, 330, 340)와 앞서 기재한 이들이 수행하는 기능은 모두 도 2에 도시된 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)에서 이루어지는 것으로서, 제 1 주파수 대역 내지 제 m 주파수 대역에 대해서 각각 수행된다.

[0068] 도 4는 도 3에 도시된 채널 전력 계산부(310)의 구성도이다. 도시된 바와 같이 채널 전력 계산부(310)는 상관 계산부(410)와 누적 연산부(420)를 포함한다.

[0069] 상관 계산부(410)는 전술한 정합필터를 사용하는 방법 등으로 프리앰블에 계수를 정해 교차 상관을 취하여 대략 (approximately) 채널 파워값을 구하게 된다. 누적 연산부(420)는 상관 계산부(410)에서 구한 대략적인 채널 파워값으로부터 노이즈를 제거하는 기능을 누적 연산으로 구현한 것으로서 저역 통과 필터 등이 될 수 있다. 상관 계산부(410)와 누적 연산부(420)의 더욱 상세한 동작과 기능은 도 6 및 도 7에서 실시예와 함께 설명한다.

[0070] 도 5는 도 3에 도시된 심벌 경계 판단부(340)의 구성도이다. 도시된 바와 같이 심벌 경계 판단부(340)는 실수 검출부(510), 최대값 검출부(520), 심벌 경계 결정부(530)를 포함한다.

[0071] 본 발명에 의한 심벌 경계 판단부(340)는 다수의 수신 안테나 중 일부 또는 전부의 채널 전력 평균값에 반송파 주파수 오프셋이 보상된 값으로 심벌 경계를 판단한다. 이를 위하여, 실수 검출부(510)는 반송파 주파수 오프셋이 보상된 채널 전력 평균값에 실수부($\text{Re}\{\cdot\}$)만을 검출하고 절대값을 취해 크기($|\text{Re}\{\cdot\}|$)를 검출한다. 최대값 검출부(520)는 크기를 비교하여 최대값($\text{Max}|\text{Re}\{\cdot\}|$)을 찾는다. 이때, 최대값 검출부(520)는 신호 전체가 아닌 일정한 구간에서 최대값을 찾을 수도 있다. 심벌 경계 결정부(530)는 최대값이 되는 시점을 기준으로 심벌 경계를 결정하거나, 비교기를 사용하여 최대값을 소정의 임계값과 비교하여 임계값을 넘는 시점을 기준으로 심벌 경

계를 결정할 수 있다. 심벌 경계 판단부(340)의 더욱 상세한 동작은 도 9에서 실시예와 함께 설명한다.

- [0072] 도 6은 도 4에 도시된 상관 계산부(410)의 일 실시예의 세부 구성도이다. 도시된 바와 같이 상관 계산부(410)는 정합필터(matched filter)인 32탭 FIR필터(610)와 16탭 FIR필터(630), 32 시프트 레지스터(620), 16 시프트 레지스터(640, 660), 복소 공액기(650, 670), 상관기(680, 690)를 포함한다.
- [0073] 심벌 동기 검출 장치는 수신 패킷에서 심벌 사이의 경계를 검출하기 위함이다. 이를 위해 상관 계산부(410)는 정합 필터인 32탭 FIR필터(610)를 이용하여 두 짧은 훈련 신호열의 복소 공액(complex conjugate)의 시간적 역순으로 그 계수를 결정한다. 여기서 i와 j는 각각 채널 인덱스이다. 또한, 상관 계산부(410)는 16시프트 레지스터(640, 660)와 정합필터인 16탭 FIR필터(630)를 이용해 긴 훈련 신호열의 후반 반절의 복소 공액의 시간적 역순으로 그 계수를 결정한다. 그리고 상관 계산부(410)는 필터의 결과와 각각 교차상관을 취하고, 이 두 교차 상관값은 누적되어 짧은 훈련 신호열의 끝에서 최대 피크값을 갖는다. 이 피크값은 대략 채널 파워값이 된다.
- [0074] 도 7은 도 4에 도시된 누적 연산부(420)의 일 실시예의 세부 구성도이다. 도시된 바와 같이 누적 연산부(420)는 채널 선택을 위한 MUX(710, 712, 714, 716), 곱셈기(720, 722, 740), 지연기(730), 가산기(750, 760)를 포함한다.
- [0075] 누적 연산부(420)는 상관 계산부(410)에서 채널 별로 구한 교차 상관값과 프로그램된 레지스터 비트 채널 인에이블(Ch0_en_rx, Ch1_en_rx)값을 이용하여 누적 연산을 수행한다. 이때, 사용하지 않는 채널로부터의 입력은 0으로 놓고, 도 7에 도시된 실시예에서 IIR 필터로 구현된 누적연산은 $0.25/(1-0.75D)$ 의 함수이다. 즉, 곱셈기(720, 722)는 MUX(710, 712, 714, 716)에 의해 선택된 상관값에 제 1 계수(예를 들어 0.25)를 곱하고, 곱셈기(740)는 지연기(730)의 출력에 제 2 계수(예를 들어 0.75)를 곱한다. 가산기(760)는 두 곱셈기(722, 740)의 결과를 더하여 출력하고, 가산기(750)는 가산기(760)의 결과와 곱셈기(720)의 결과를 더하여 출력한다. 지연기(730)는 가산기(750)의 결과를 지연하여 누적 연산부(420)의 출력으로 출력한다. 여기서 제 1 계수와 제 2 계수는 1보다 작은 양의 값이고, 제 2 계수는 제 1 계수 이상의 값을 가진다. 이와 같이 구성할 경우, 누적 연산부(420)의 출력은 주파수 영역으로 변환하여 볼 때 저역 통과 필터 특성을 나타낸다.
- [0076] 도 8은 도 3에 도시된 주파수 보상부(330)의 일 실시예의 세부 구성도이다. 도시된 바와 같이 주파수 보상부(330)는 반송파 주파수 보상 값(810), 지연기(820), 곱셈기(830)를 포함한다.
- [0077] 주파수 보상부(330)의 입력은 전술한 평균 계산부(320)의 출력이 된다. 즉, 특정 주파수 대역에서 다수의 수신 안테나마다 계산된 채널 전력값 중 일부 또는 전부를 선택하여 평균한 값을 입력받는다. 이 평균값에 지연기(820)에 의해 지연된 반송파 주파수 보상 값(810)을 곱해서 추정된 반송파 주파수 오프셋(CFO: Carrier Frequency Offset)을 보상한다. 다중 주파수 대역을 사용하는 경우에는 각 주파수 대역마다 주파수 보상부(330)가 반송파 주파수 오프셋을 보상하게 되고, 이때 반송파 주파수 보상 값(810)은 각 주파수 대역에서 추정된 값이 된다.
- [0078] 도 9는 도 3에 도시된 심벌 경계 판단부(340)의 일 실시예의 세부 구성도이다. 도시된 바와 같이 심벌 경계 판단부(340)는 실수 검출부(510), 최대값 검출부(520), 심벌 경계 결정부(530)를 포함한다.
- [0079] 실수 검출부(510)는 실수 검출기(910)와 지연기(912)를 포함한다. 실수 검출기(910)가 반송파 주파수 오프셋이 보상된 채널 전력 평균값에서 실수만을 취하면, 이 신호는 지연기(912)에 의해 지연된 후 최대값 검출부(520)에 전달된다. 최대값 검출부(520)는 실수부만 남은 채널 전력 평균값에서 최대값을 검출(920)하고, 지연기(922)가 이를 지연한 후 심벌 경계 결정부(530)로 전달한다.
- [0080] 심벌 경계 결정부(530)는 카운터(930)와 비교기(932)로 구성될 수 있다. 카운터(930)는 최대값 검출부(520)에서 검출된 최대값을 받아 저장하고, 카운트 인덱스를 증가시킨다. 카운터(930)에 최대값이 입력되면 이전의 최대값과 비교하여 현재 값이 더 크다면 현재 최대값을 새로운 최대값으로 저장하고, 카운트 인덱스를 0으로 초기화하며 다시 최대값을 찾는 과정을 반복한다. 비교기(932)가 카운트 인덱스 값이 특정한 값 Syn_delay_rx(프로그램 가능한 레지스터 값)에 도달한 것으로 판단하면, 심벌 동기화를 종료하고 심벌 동기 신호를 출력한다. 그리고 Syn_delay_rx 값은 두 번째 긴 훈련 신호열의 시작 부분에서 심벌 동기가 이루어지도록 적절한 값을 갖는다. 한편, 이런 심벌 동기 검출 동작이 무한히 반복되는 것을 방지하기 위해 카운터는 고정된 시간 동안 이루어지도록 제한되고, 이 카운터는 주어진 프로그램된 레지스터 값에 의해 유한한 기간 동안만 동작하여 반송파 심벌 동기가 검출되어 종료되면 초기화된다.
- [0081] 도 10은 도 2에 도시된 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치(200)의 일 실시예의 세부 구성도이다. 도시된 바와 같이, 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치(200)는 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)와 논리

연산부(220)를 포함한다.

- [0082] 제 1 주파수 대역 내지 제 m 주파수 대역에 있어서, 각 주파수 대역마다 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)가 심벌 동기를 검출한다. 논리 연산부(220)는 이렇게 검출된 심벌 동기를 논리 연산(도 10의 실시예에서는 모든 주파수 대역의 결과를 논리곱(AND) 연산)하여 이 논리 연산 결과로 수신 신호의 심벌 동기(Syn)를 검출한다. 각각의 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)는 도 6 내지 도 9에서 도시된 일 실시예들의 조합으로 도시하였고, 이들의 동작은 전술한 상세한 설명에 따른다.
- [0083] 도 11은 본 발명에 의한 다수의 수신 안테나 및 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 2 및 도 3을 함께 참조하여 본 발명에 의한 심벌 동기 검출 방법을 이하에서 설명한다.
- [0084] 본 발명에 의한 무선 통신시스템은 다중 주파수 대역을 사용하고, 각 주파수 대역에서 신호를 수신한다. 도 11에서 각 주파수 대역에서 이루어지는 단계를 점선 박스로 구분하였고, 각 점선 박스 내부의 단계는 도 2의 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)가 수행한다.
- [0085] 우선 각 주파수 대역마다 제 1 안테나 내지 제 n 안테나가 신호를 수신한다. 즉, 제 1 주파수 대역의 각 안테나 별 수신신호(1171, 1172, 1179), 제 2 주파수 대역의 각 안테나 별 수신신호(1181, 1182, 1189), 제 m 주파수 대역의 각 안테나 별 수신신호(1191, 1192, 1199)로부터 채널 전력을 계산(1110)한다. 채널 전력 계산(1110)은 도 3의 채널 전력 계산부(310)에서 이루어진다. 이렇게 계산한 채널 전력은 도 3의 평균 계산부(320)로 전달된다. 평균 계산부(320)는 n개의 수신 안테나 중 일부 또는 전부를 선택하고, 선택된 안테나에 대한 채널 전력 값의 평균을 계산(1120)한다. 계산된 평균값에 도 3의 주파수 보상부(330)가 반송파 주파수 오프셋을 보상(1130)한 후, 주파수 보상된 값을 사용하여 심벌 경계를 판단(1140)한다. 심벌 경계 판단(1140)은 도 3의 심벌 경계 판단부(340)가 수행한다.
- [0086] 이렇게 각 주파수 대역별로 심벌 경계가 판단(1140)되면, 도 2의 논리 연산부(220)가 그 심벌 경계 판단 결과를 입력받아 논리 연산(1150)하여 전체 시스템 수신 신호의 심벌 동기를 검출한다.
- [0087] 전술한 장치 및 시스템은 하드웨어, 소프트웨어 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어 구현에 있어서, 심벌 동기 검출을 위하여 사용된 모듈은 하나 이상의 주문형 집적회로(ASIC), 디지털 신호 프로세서(DSP), 디지털 신호 처리 장치(DSPD), 프로그램 가능 논리 장치(PLD), 필드 프로그램 가능 게이트 어레이(FPGA), 프로세서, 제어기, 마이크로-제어기, 마이크로프로세서, 여기에 기술한 기능들을 수행하도록 설계된 다른 전자 유닛 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 소프트웨어는 여기에 기술된 기능들을 수행하는 모듈을 통해 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛들에 저장되고 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 메모리 유닛은 프로세서 내부 또는 외부에서 구현될 수 있으며, 이 경우에 메모리는 공지된 다양한 수단을 통해 프로세서와 연결될 수 있다.
- [0088] 한편, 전술한 바와 같은 본 발명의 방법은 컴퓨터 프로그램으로 작성이 가능하다. 그리고 상기 프로그램을 구성하는 코드 및 코드 세그먼트는 당해 분야의 컴퓨터 프로그래머에 의하여 용이하게 추론될 수 있다. 또한, 상기 작성된 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체(정보저장매체)에 저장되고, 컴퓨터에 의하여 판독되고 실행됨으로써 본 발명의 방법을 구현한다. 그리고 상기 기록매체는 컴퓨터가 판독할 수 있는 모든 형태의 기록매체(CD, DVD와 같은 유형적 매체뿐만 아니라 반송파와 같은 무형적 매체)를 포함한다.
- [0089] 전술한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로, 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

산업이용 가능성

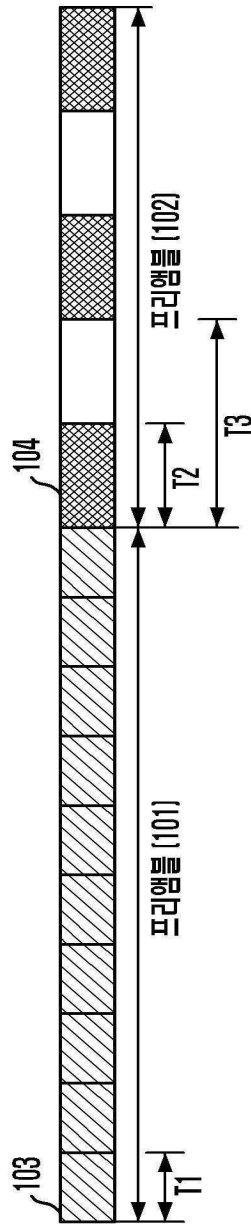
- [0090] 본 발명은 다수의 수신 안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템에 적용될 수 있으며, 특히 4세대 무선 통신시스템 등 기가(Gbps)급 이상의 전송속도를 지원하는 무선 통신시스템의 동기화에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

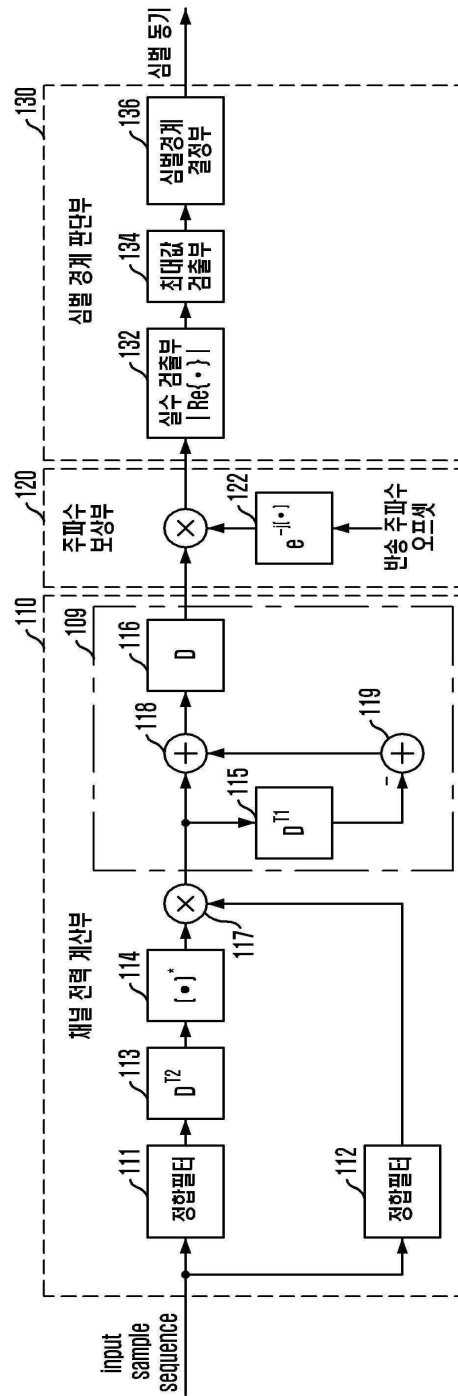
- [0091] 도 1a는 수신된 패킷의 프레임 구조에서 프리앰블 부분을 나타내는 구성도.
- [0092] 도 1b는 종래 기술에 의한 일 실시예로서 단일 수신 안테나를 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치의 구성도.
- [0093] 도 2는 본 발명에 의한 다수의 수신 안테나 또는 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치(200)의 구성도.
- [0094] 도 3은 도 2에 도시된 주파수 대역 별 심벌 동기 검출 장치(210)의 구성도.
- [0095] 도 4는 도 3에 도시된 채널 전력 계산부(310)의 구성도.
- [0096] 도 5는 도 3에 도시된 심벌 경계 판단부(340)의 구성도.
- [0097] 도 6은 도 4에 도시된 상관 계산부(410)의 일 실시예의 세부 구성도.
- [0098] 도 7은 도 4에 도시된 누적 연산부(420)의 일 실시예의 세부 구성도.
- [0099] 도 8은 도 3에 도시된 주파수 보상부(330)의 일 실시예의 세부 구성도.
- [0100] 도 9는 도 3에 도시된 심벌 경계 판단부(340)의 일 실시예의 세부 구성도.
- [0101] 도 10은 도 2에 도시된 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 장치(200)의 일 실시예의 세부 구성도.
- [0102] 도 11은 본 발명에 의한 다수의 수신 안테나 및 다중 주파수 대역을 사용하는 무선 통신시스템의 심벌 동기 검출 방법을 나타내는 흐름도.

도면

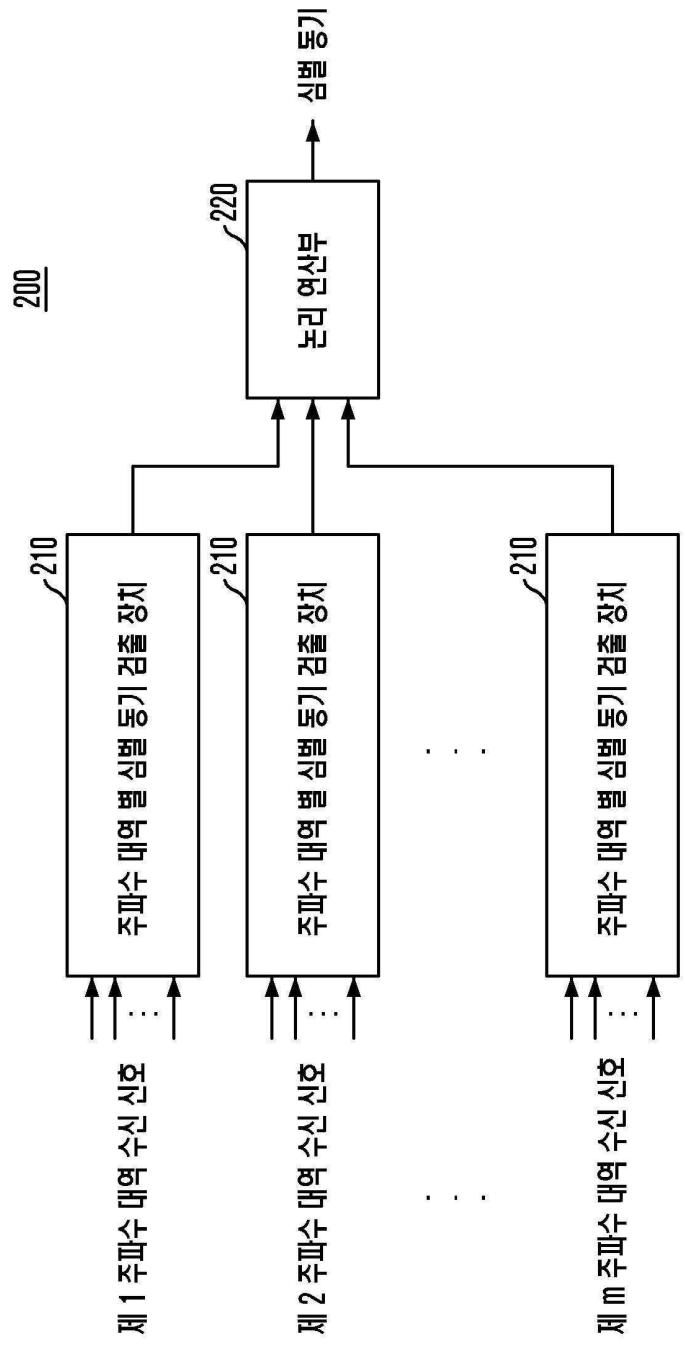
도면1a



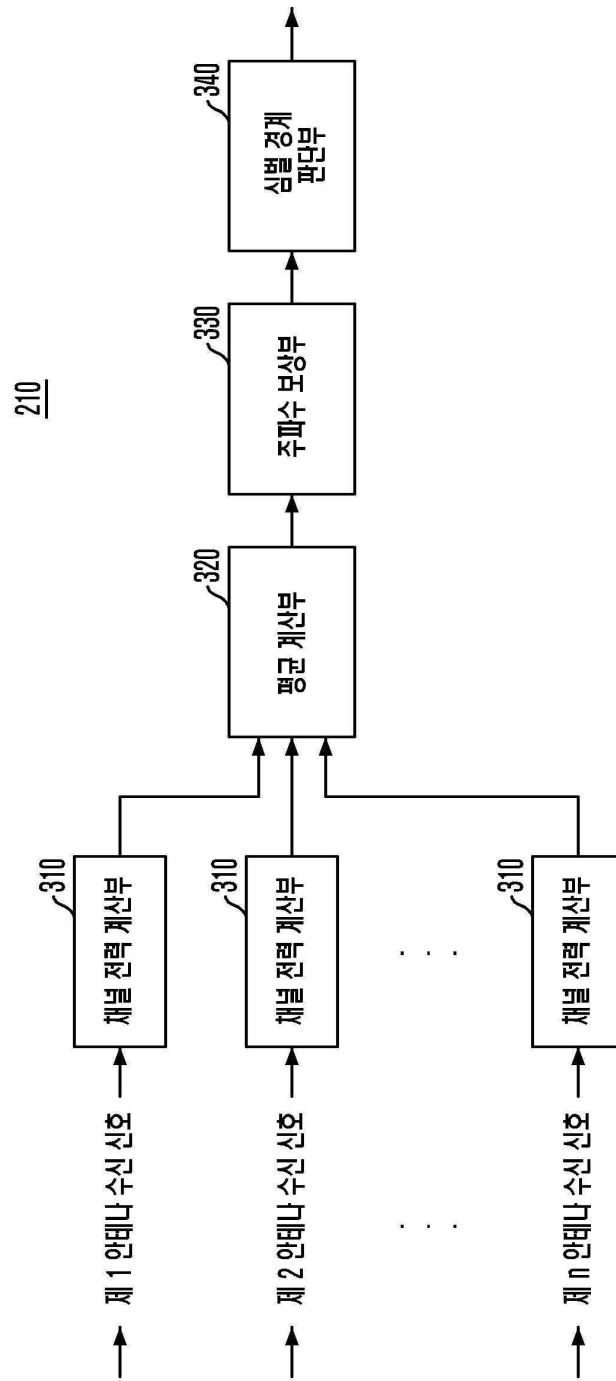
도면1b



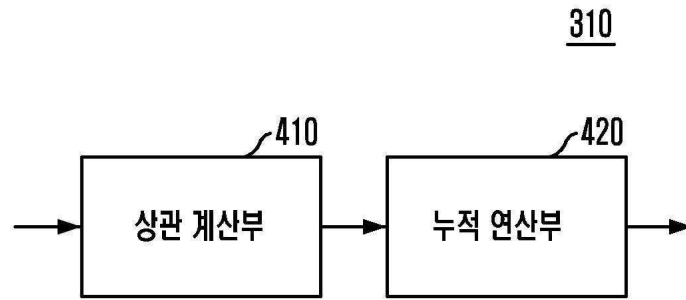
도면2



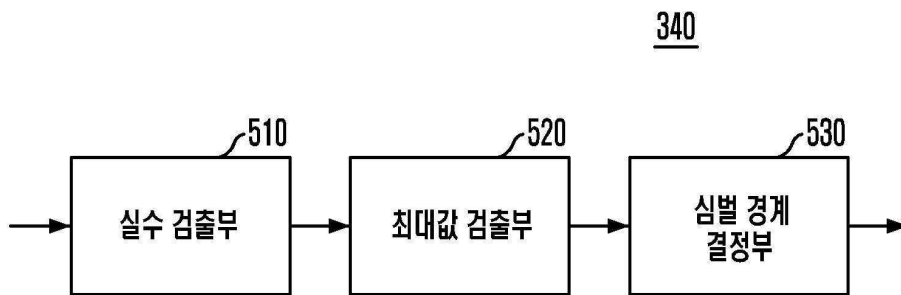
도면3



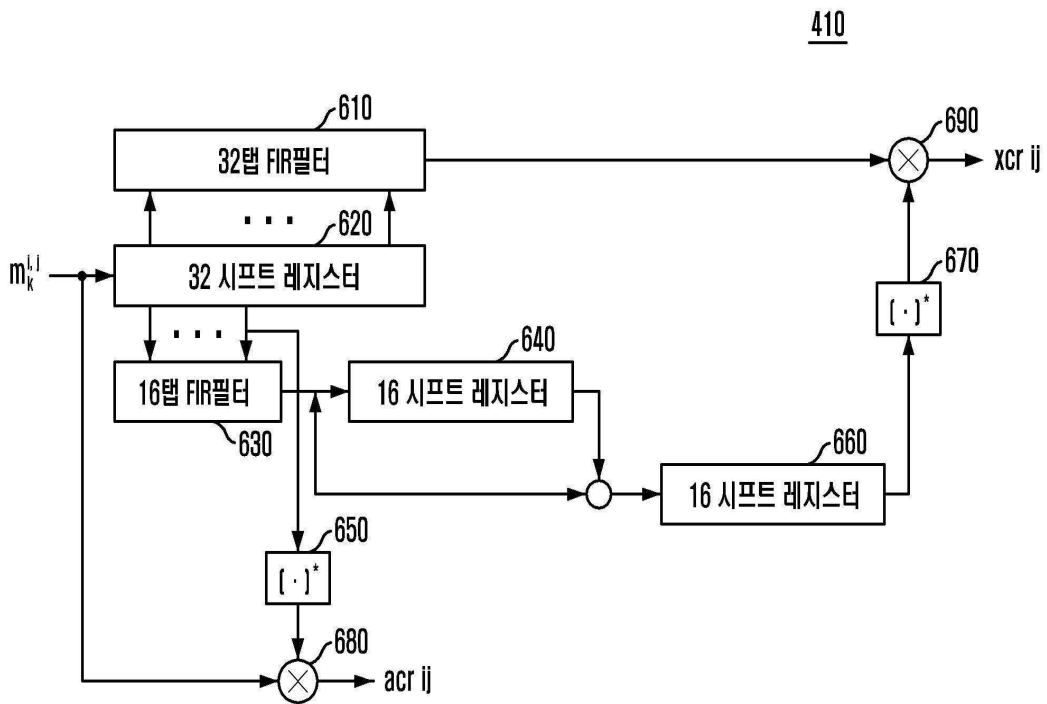
도면4



도면5

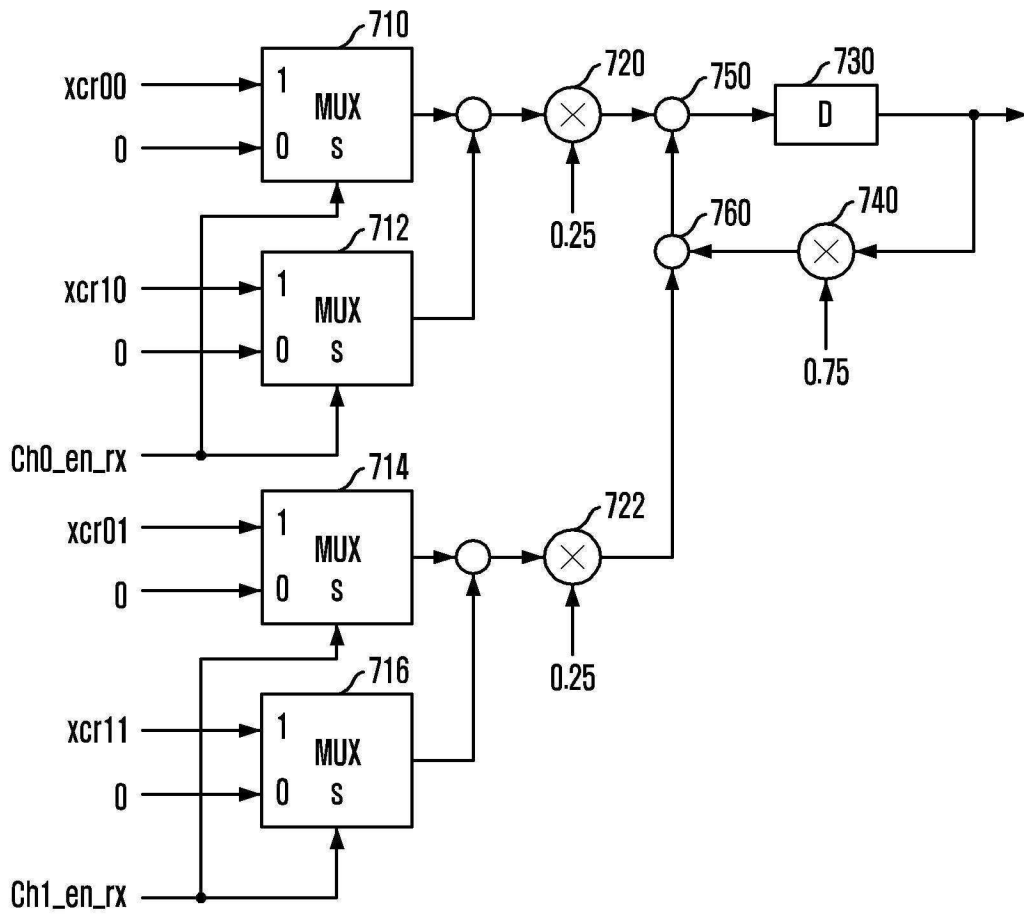


도면6



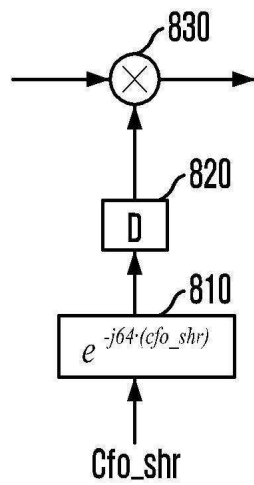
도면7

420

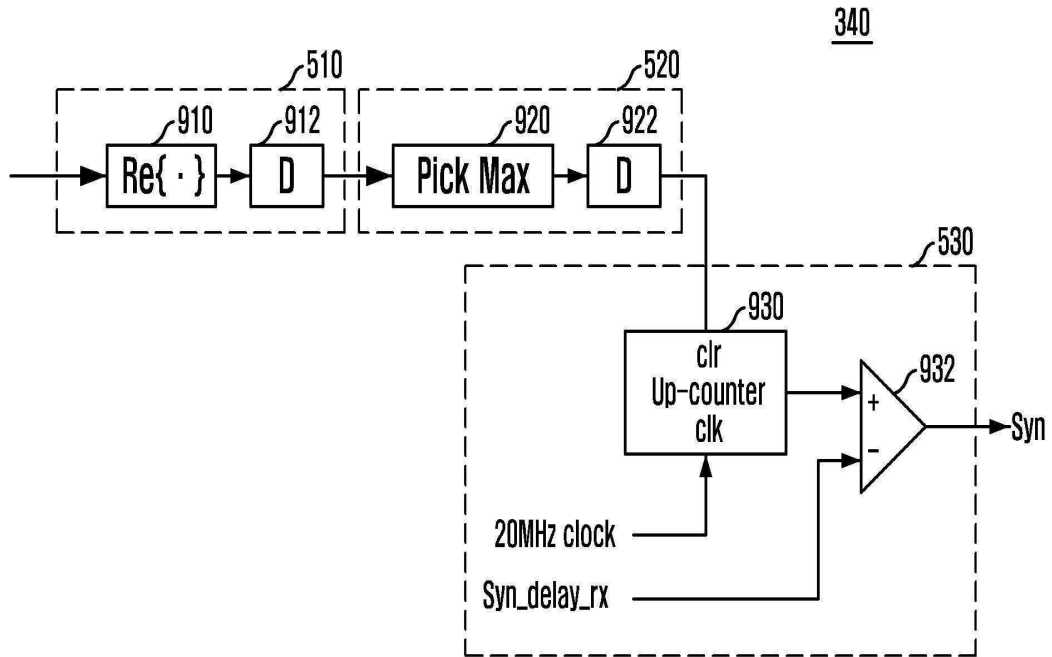


도면8

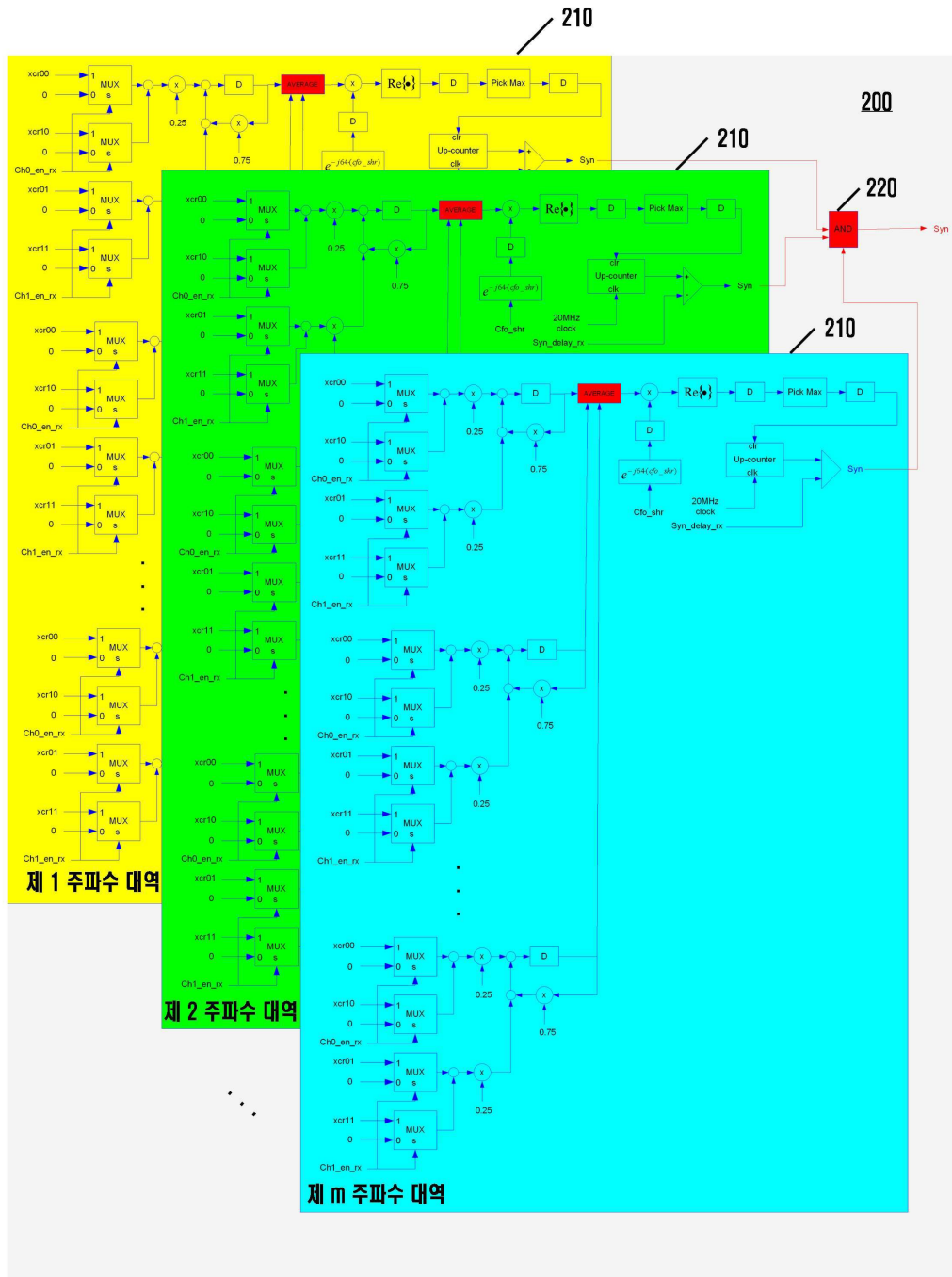
330



도면9



도면10



도면11

