



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0009060
(43) 공개일자 2009년01월22일

(51) Int. Cl.⁹

H04B 7/26 (2006.01) H04L 27/22 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0072504

(22) 출원일자 2007년07월19일

심사청구일자 2007년07월19일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

곽경섭

인천 남구 용현3동 인하대학교 벤처창업관 401호

최형진

서울 송파구 잠실동 86번지 아시아선수촌 아파트 10-405

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 15 항

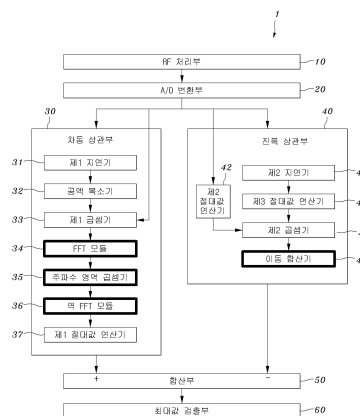
(54) 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법에 관한 것으로서, 고속 푸리에 변환을 이용하여 프레임 동기를 위한 수신단의 연산 복잡도를 감소시키는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

그 기술적 구성은 무선 통신 시스템 기반 송신부에서 RF 대역으로 전송한 프레임을 수신하여 주파수 대역을 하향 변환하는 RF 처리부; 상기 수신한 프레임을 디지털로 변환하는 A/D 변환부; 상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 시간 오차를 적용한 수신 신호와의 시간 영역의 차동 상관 연산을 FFT 모듈을 이용하여 주파수 영역의 곱 연산으로 변환시켜 산출하는 차동 상관부; 상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 수신 신호와의 진폭 상관을 연산량이 감소되도록 이동 합산을 이용하여 수행하는 진폭 상관부; 상기 차동 상관부의 출력과 진폭 상관부의 출력의 차를 합산하는 합산부; 상기 시간 오차를 추정하는 최대값 검출부; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

임세빈

경기 수원시 권선구 세류3동 성원아파트 103-203

신경찬

서울 관악구 봉천3동 관악현대아파트 104-1406

특허청구의 범위

청구항 1

무선 통신 시스템 기반 송신부에서 RF 대역으로 전송한 프레임을 수신하여 주파수 대역을 하향 변환하는 RF 처리부;

상기 수신한 프레임을 디지털로 변환하는 A/D 변환부;

상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 시간 오차를 적용한 수신 신호와의 시간 영역의 차동 상관 연산을 FFT 모듈을 이용하여 주파수 영역의 곱 연산으로 변환시켜 산출하는 차동 상관부;

상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 수신 신호와의 진폭 상관을 연산량이 감소되도록 이동 합산을 이용하여 수행하는 진폭 상관부;

상기 차동 상관부의 출력과 진폭 상관부의 출력의 차를 합산하는 합산부;

상기 시간 오차를 추정하는 최대값 검출부;

를 포함하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 차동 상관부의 상기 FFT 모듈은 이산 푸리에 변환을 통해 기준 신호와 수신 신호를 주파수 영역으로 변환시키는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

주파수 영역으로 변환된 기준 신호와 수신 신호의 차동 상관 연산은 주파수 영역의 곱 연산으로 변경된 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 주파수 영역의 곱 연산으로 차동 상관 연산된 상기 주파수 영역의 기준신호와 수신 신호는 역 FFT 모듈의 이산 푸리에 역변환에 의해 시간 영역의 기준 신호와 수신 신호로 변환되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 차동 상관부는

상기 수신 신호를 일정 시간 지연시키는 제1 지연기;

상기 제1 지연기의 수신 신호를 공액 복소 연산시키는 공액 복소기;

상기 A/D 변환기의 출력과 상기 공액 복소기의 출력의 복소곱을 통하여 상기 수신 신호와 기준 신호와의 차동 신호를 출력하는 제1 곱셈기;

상기 차동 신호를 차동 상관 연산을 위하여 이산 푸리에 변환으로 주파수 영역으로 변환시키는 FFT 모듈;

상기 FFT 모듈에 의해 상기 차동 신호를 주파수 영역에서 곱 연산하는 주파수 영역 곱셈기;

상기 주파수 영역 곱셈기로 연산된 차동 상관 연산에 대하여, 시간 영역으로 변환시키는 이산 푸리에 역변환을 수행하는 역 FFT 모듈;

상기 역 FFT 모듈에 의해 출력된 결과를 절대값 처리하는 제1 절대값 연산기;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 FFT 모듈과 주파수 영역 곱셈기와 역 FFT 모듈의 주파수 영역 연산에 의해 다수개의 상기 프레임의 프리앰블 샘플에 대한 상관 출력값이 산출되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 FFT 모듈 및 역 FFT 모듈의 크기는 상기 프레임의 프리앰블 크기의 2 배인 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 차동 상관부는 상기 FFT 모듈, 주파수 영역 곱셈기, 역 FFT 모듈에 의해 복소수곱 연산량은 감소되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 진폭 상관부는

상기 A/D 변환기의 출력을 일정 시간 지연시키는 제2 지연기;

상기 A/D 변환기의 출력을 절대값 처리하는 제2 절대값 연산기;

상기 제2 지연기의 출력을 절대값 처리하는 제3 절대값 연산기;

상기 제2 절대값 연산기와 제3 절대값 연산기와의 출력을 곱 연산하는 제2 곱셈기;

상기 제2 곱셈기의 출력을 이동 합산법으로 연산하는 이동 합산기;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 진폭 상관부는 상기 이동 합산기의 이동 합산법에 의해 실수곱 연산량이 감소되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 11

청구항 8 또는 청구항 10에 있어서,

상기 차동 상관부의 복소수곱 연산과 진폭 상관부의 실수곱 연산에 의해 프레임 동기 연산량이 감소되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치.

청구항 12

무선 통신 시스템 기반 송신부에서 RF 대역으로 전송한 프레임을 수신하여 RF 처리부에서 신호의 주파수를 하향 변환하고, 이를 A/D 변환부에서 디지털 신호로 변환하는 제1 단계;

상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임은 차동 상관부에서 기준 신호와 시간 오차를 적용한 수신 신호와의 시간 영역의 차동 상관 연산을 FFT 모듈을 이용하여 주파수 영역의 곱 연산으로 산출하는 제2 단계;

상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 수신 신호는 진폭 상관부에서 연산량이 감소되도록 이동 합산하는 제3 단계;

상기 차동 상관부의 출력과 진폭 상관부의 출력의 차를 합산하여 최대값 검출부에서 프레임 동기를 위한 시간 오차를 추정하는 제4 단계;

를 포함하여 이루어지는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 2 단계는 상기 차동 상관부의 상기 FFT 모듈이 기준 신호와 수신 신호를 이산 푸리에 변환시켜 주파수 영역으로 변환시키는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 주파수 영역으로 변환된 기준 신호와 수신 신호의 차동 상관 연산은 주파수 영역의 곱 연산으로 변경된 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 주파수 영역의 곱 연산으로 차동 상관 연산된 상기 주파수 영역의 기준신호와 수신 신호는 역 FFT 모듈의 이산 푸리에 역변환에 의해 시간 영역의 기준 신호와 수신 신호로 변환되는 것을 특징으로 하는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <14> 본 발명은 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법 관한 것으로, 고속 푸리에 변환을 이용하여 시간 영역의 연산을 주파수 영역의 연산으로 변경시킴으로써, 프레임 동기를 위한 수신단의 연산 복잡도를 감소시키는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <15> 일반적으로, 무선 통신 시스템(Wireless Communication System)은 무선 통신을 지원하는 시스템으로써, 기지국(BS:Base Station)과 이동국(MS: Mobile Station)으로 구성된다.
- <16> 그리고, 기지국과 이동국은 프레임을 사용하여 무선 통신 서비스를 지원하므로, 기지국과 이동국은 프레임의 송, 수신을 위해 상호 동기를 획득하여야 하며, 이를 위해 이동국이 기지국의 프레임 전송 시작을 알 수 있도록 동기 신호를 전송해야 한다.
- <17> 이와 같은 동기 획득을 위하여, 무선 통신 시스템은 수신된 신호의 프레임 시작 시점을 검출하는데, 프레임의 앞단에 프리앰블을 전송한다.
- <18> 또한, 프리앰블은 송, 수신단 간에 약속된 신호로서, 수신단에서는 수신 신호 및 기준 신호의 상관 특성(Correlation Pattern)을 이용하여 프레임의 시작 시점을 검출하는 프레임 동기를 실시한다.
- <19> 그러나, 무선 통신 환경에서 전송된 신호는 고층 건물에 의한 반사파, 회절파, 기타 잡음 및 다중 경로 간섭 등 전송 과정에 다양한 형태로 왜곡되고, 송, 수신 단 간의 오실레이터 부정합(Oscillator Mismatch)에 의하여 주파수 오차가 발생하며, ML 기반의 다중 차동 검출 방식은 수신단의 복잡도가 높아 매 샘플 단위로 프리앰블의 크기에 비례하는 높은 복잡도의 상관 연산을 수행하며, 이에 따른 단가가 상승하고, 전력 소모가 증가하는 요인으로 작용하는데, 이는 저전력 및 저단가의 무선 통신 시스템에서의 프레임 동기에 부적합 등의 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <20> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 데이터 송, 수신을 위한 프레임 동기를 수행하는 무선 통신 시스템에서 주파수 오차가 존재하는 수신 환경에서 프레임 동기의 복잡도를 감소시키는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <21> 본 발명의 다른 목적은 수신단의 복잡도를 감소시켜 저단가, 저전력의 무선 통신 시스템의 프레임 동기를 구현할 수 있는 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <22> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 무선 통신 시스템 기반 송신부에서 RF 대역으로 전송한 프레임을 수신하여 주파수 대역을 하향 변환하는 RF 처리부; 상기 수신한 프레임을 디지털로 변환하는 A/D 변환부; 상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 시간 오차를 적용한 수신 신호와의 시간 영역의 차동 상관 연산을 FFT 모듈을 이용하여 주파수 영역의 곱 연산으로 변환시켜 산출하는 차동 상관부; 상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 수신 신호와의 진폭 상관을 연산량이 감소되도록 이동 합산을 이용하여 수행하는 진폭 상관부; 상기 차동 상관부의 출력과 진폭 상관부의 출력의 차를 합산하는 합산부; 상기 시간 오차를 추정하는 최대값 검출부; 를 포함한다.
- <23> 그리고, 상기 차동 상관부의 상기 FFT 모듈은 이산 푸리에 변환을 통해 기준 신호와 수신 신호를 주파수 영역으로 변환시키는 것을 특징으로 한다.
- <24> 여기서, 주파수 영역으로 변환된 기준 신호와 수신 신호의 차동 상관 연산은 주파수 영역의 곱 연산으로 변경된 것을 특징으로 한다.
- <25> 또한, 상기 주파수 영역의 곱 연산으로 차동 상관 연산된 상기 주파수 영역의 기준신호와 수신 신호는 역 FFT 모듈의 이산 푸리에 역변환에 의해 시간 영역의 기준 신호와 수신 신호로 변환되는 것을 특징으로 한다.
- <26> 그리고, 상기 차동 상관부는 상기 수신 신호를 일정 시간 지연시키는 제1 지연기; 상기 제1 지연기의 수신 신호를 공액 복소 연산시키는 공액 복소기; 상기 A/D 변환기의 출력과 상기 공액 복소기의 출력의 복소곱을 통하여 상기 수신 신호와 기준 신호와의 차동 신호를 출력하는 제1 곱셈기; 상기 차동 신호를 차동 상관 연산을 위하여 이산 푸리에 변환으로 주파수 영역으로 변환시키는 FFT 모듈; 상기 FFT 모듈에 의해 상기 차동 신호를 주파수 영역에서 곱 연산하는 주파수 영역 곱셈기; 상기 주파수 영역 곱셈기로 연산된 차동 상관 연산에 대하여, 시간 영역으로 변환시키는 이산 푸리에 역변환을 수행하는 역 FFT 모듈; 상기 역 FFT 모듈에 의해 출력된 결과를 절대값 처리하는 제1 절대값 연산기; 를 포함한다.
- <27> 더불어, 상기 FFT 모듈과 주파수 영역 곱셈기와 역 FFT 모듈의 주파수 영역 연산에 의해 다수개의 상기 프레임의 프리앰블 샘플에 대한 상관 출력값이 산출되는 것을 특징으로 한다.
- <28> 여기서, 상기 FFT 모듈 및 역 FFT 모듈의 크기는 상기 프레임의 프리앰블 크기의 2 배인 것을 특징으로 한다.
- <29> 이때, 상기 차동 상관부는 상기 FFT 모듈, 주파수 영역 곱셈기, 역 FFT 모듈에 의해 복소수 곱 연산량은 감소되는 것을 특징으로 한다.
- <30> 그리고, 상기 진폭 상관부는 상기 A/D 변환기의 출력을 일정 시간 지연시키는 제2 지연기; 상기 A/D 변환기의 출력을 절대값 처리하는 제2 절대값 연산기; 상기 제2 지연기의 출력을 절대값 처리하는 제3 절대값 연산기; 상기 제2 절대값 연산기와 제3 절대값 연산기와의 출력을 곱 연산하는 제2 곱셈기; 상기 제2 곱셈기의 출력을 이동 합산법으로 연산하는 이동 합산기; 를 포함한다.
- <31> 여기서, 상기 진폭 상관부는 상기 이동 합산기의 이동 합산법에 의해 실수 곱 연산량이 감소되는 것을 특징으로 한다.
- <32> 이때, 상기 차동 상관부의 복소수 곱 연산과 진폭 상관부의 실수 곱 연산에 의해 프레임 동기 연산량이 감소되는 것을 특징으로 한다.
- <33> 한편, 무선 통신 시스템 기반 송신부에서 RF 대역으로 전송한 프레임을 수신하여 RF 처리부에서 신호의 주파수를 하향 변환하고, 이를 A/D 변환부에서 디지털 신호로 변환하는 제1 단계; 상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임은 차동 상관부에서 기준 신호와 시간 오차를 적용한 수신 신호와의 시간 영역의 차동 상관 연산을 FFT 모듈을 이용하여 주파수 영역의 곱 연산으로 산출하는 제2 단계; 상기 A/D 변환기에서 변환된 프레임의 기준 신호와 수신 신호는 진폭 상관부에서 연산량이 감소되도록 이동 합산하는 제3 단계; 상기 차동 상관부의 출력과 진폭 상관부

의 출력의 차를 합산하여 최대값 검출부에서 프레임 동기를 위한 시간 오차를 추정하는 제4 단계; 를 포함하여 이루어진다.

- <34> 여기서, 상기 2 단계는 상기 차동 상관부의 상기 FFT 모듈이 기준 신호와 수신 신호를 이산 푸리에 변환시켜 주파수 영역으로 변환시키는 것을 특징으로 한다.
- <35> 또한, 상기 주파수 영역으로 변환된 기준 신호와 수신 신호의 차동 상관 연산은 주파수 영역의 곱 연산으로 변경된 것을 특징으로 한다.
- <36> 그리고, 상기 주파수 영역의 곱 연산으로 차동 상관 연산된 상기 주파수 영역의 기준신호와 수신 신호는 역 FFT 모듈의 이산 푸리에 역변환에 의해 시간 영역의 기준 신호와 수신 신호로 변환되는 것을 특징으로 한다.
- <37> **이하, 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 예시도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.**
- <38> 도 1은 본 발명에 따른 프레임을 개략적으로 도시한 블록도이다. 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 프레임은 프리앰블과 데이터를 포함하여 이루어진다.
- <39> 그리고, 상기 프리앰블은 프레임의 정보 등을 가지고, 프레임 동기화 시작점을 찾기 위하여 구비되는데, 프레임의 앞단에 배치되어 전송된다.
- <40> 더불어, 프리앰블 또는 데이터는 단일 반송파(Single Carrier) 방식으로 변조되며, 직교 주파수 분할 다중화(OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 등의 방식으로 변조가능하다.
- <41> 도 2는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치가 적용된 무선 통신 시스템을 개략적으로 도시한 블록 구성도이고, 도 3은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법이 적용된 무선 통신 시스템의 구동 과정을 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- <42> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 무선 통신 시스템은 프레임이 입력되는 다중화 장치(Multiplexer)와 송신 장치(Transmitter)와 송신 안테나(TX Antenna)와, 수신 안테나(RX Antenna)와, 수신 장치(Receiver, 1)와, 역 다중화 장치(Demultiplexer)를 포함하여 이루어진다.
- <43> 여기서, 다중화 장치(多重化裝置, Multiplexer)는 다중화 기술을 이용하여 하나의 회선 또는 전송로를 분할하고, 개별적으로 독립된 다수의 신호를 송, 수신할 수 있는 장치로서, 다중화 방식에 따라 주파수 분할 다중 방식(FDM), 시분할 다중 방식(TDM), 부호 분할 다중 방식(CDM) 등이 있다.
- <44> 그리고, 송, 수신단 간에 동기를 위하여 기준 신호와 데이터 신호를 동시에 다중화 장치로 입력하여 전달하는데, 상기 기준 신호와 데이터 신호는 상기 다중화 장치에 의하여 정해진 순서 및 위치에 배치되어 통합된다.
- <45> 또한, 송신 장치(Transmitter)는 통합된 신호를 확산시켜 반송기(Carrier)에 신호를 싣고, 이를 증폭시켜 송신 안테나로 보내는데, 무선 주파수(Radio Frequency)로 증폭시켜 수신 안테나로 송신하며, 즉 주파수를 상향 변환하여 송신 안테나를 통해 무선 채널 상에 전송한다.
- <46> 그리고, 수신 장치(Receiver, 1)는 상기 송신 장치에서 상향 변환한 주파수인 무선 주파수(Radio Frequency)를 중간 대역 주파수(IF: Intermediate Frequency) 또는 기저 대역(Base Band)으로 하향 변환시킨다.
- <47> 더불어, 상기 송신 장치에서 확산시킨 신호를 역확산하여 원본 신호를 생성하는데, 송신 장치에서 확산할 때 사용한 부호를 정확히 알고 있어야 하고, 이는 동기화 이용된다.
- <48> 또한, 역 다중화 장치(逆多重化裝置, Demultiplexer)는 상기 다중화 장치와 정반대 기능을 수행하는 조합 논리 회로로서, 다수개의 출력 중에서 하나를 선택하여 입력을 연결시키므로 분배기라고도 한다.
- <49> 예를 들어, 1/N 의 역 다중화 장치는 하나의 입력과 2N 개의 출력을 가지며, 2N 개의 출력선 중에서 하나를 선택하기 위한 N 개의 선택선을 가지는 것이 바람직하다.
- <50> 이하, 본 실시예에 따른 무선 통신 시스템의 동작 과정을 설명한다.
- <51> 우선, 무선 통신 시스템 기반 송신부의 다중화 장치에서 프레임 동기를 위하여 데이터 신호와, 상기 데이터 신호와 비교할 수 있는 기준인 기준 신호를 입력받는다.
- <52> 그리고, 다중화 장치에서는 송, 수신단 간의 동기를 위하여 기준 신호와 데이터 신호를 기 설정된 순서 및 위치에 배치하고, 통합시켜 송신 장치로 전달한다(S10).

- <53> 더불어, 송신 장치에서는 상기 프레임 동기를 위한 신호들을 확산시켜 변조하고, 주파수를 상향 조정하여 RF 대역의 무선 채널을 이용할 수 있도록 이루어지며, 송신 안테나를 통하여 신호를 증폭하여 무선 통신 시스템 기반 수신부의 수신 장치(1)로 전달한다(S20).
- <54> 또한, 수신 장치(1)는 상기 송신 장치에서 RF 로 상향 변환시킨 주파수를 IF 또는 기저 대역으로 하향 변환시키고, 디지털 신호 처리를 위하여 아날로그 신호를 디지털로 변환시키며, 상기 송신 장치에서 확산된 신호를 역확산시켜 복구하는 복조 과정을 수행하여 역 다중화 장치(S30)로 송신한다.
- <55> 이때, 역 다중화 장치는 신호를 데이터, 제어 신호 등으로 분리하여 출력한다(S40).
- <56> 도 4는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치를 개략적으로 도시한 블록 구성도이고, 도 5는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법을 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- <57> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치(1)는 RF 처리부(10)와 A/D 변환부(20)와 차동 상관부(30)와 진폭 상관부(40)와 합산부(50)와 최대값 검출부(50)를 포함하여 이루어진다.
- <58> 여기서, 상기 RF 처리부(10)는 상기 송신 장치에서 상향 변환한 주파수인 무선 주파수(Radio Frequency)를 중간대역 주파수(IF: Intermediate Frequency) 또는 기저 대역(Base Band)으로 하향 변환시킨다.
- <59> 그리고, 상기 A/D 변환부(A/D Converter, 20)는 상기 RF 처리부(RF Processor, 10)에서 하향 변환된 주파수를 가지는 신호를 처리하기 위하여(DSP: Digital Signal Process), 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시킨다.
- <60> 또한, 상기 차동 상관부(Differential Correlator, 30)는 제1 지연기(Delay 1, 31)와 공액 복소기(Complex Conjugate, 32)와 제1 곱셈기(33)와 FFT 모듈(34)과 주파수 영역 곱셈기(35)와 역 FFT 모듈(36)과 제1 절대값 연산기(37)를 포함하여 이루어진다.
- <61> 여기서, 상기 A/D 변환기(20)로부터 출력된 디지털 신호는 제1 지연기(31)에서 시간 지연되고, 공액 복소기(32)를 거치고 나서, 상기 공액 복소기(32)로부터 출력된 신호와, 상기 A/D 변환기(20)로부터 출력된 신호는 제1 곱셈기(33)로 입력된다.
- <62> 그리고, 상기 제1 곱셈기(33)는 곱셈 연산을 담당하지만, 상기 공액 복소기(32)를 통하여 출력된 복소값으로 인하여 복소 곱셈 연산을 실시하게 된다.
- <63> 더불어, 상기 FFT 모듈(34)은 상기 제1 곱셈기(33)로부터 출력된 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호는 FFT 모듈(34)의 이산 푸리에 연산으로 주파수 영역(Frequency Domain)의 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호로 변환된다.
- <64> 또한, 주파수 영역 곱셈기(35)는 시간 영역(Time Domain)에서의 곱셈기와 유사하나, 상기 주파수 영역의 신호를 곱한다는 점에서 다르고, 상관 연산을 곱 연산으로 변경한다는 점에서 상이하다.
- <65> 이에 따라, 상기 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호에 대하여 곱 연산하고, 다시 시간 영역으로 변환하기 위하여 이산 푸리에 역변환(IDFT)을 실시하는데, 이는 역 FFT 모듈(36)에서 수행된다.
- <66> 그리고, 상기 역 FFT 모듈(36)로부터 출력된 신호는 제1 절대값 연산기(37)를 통하여 절대값 처리되며 출력된다.
- <67> 더불어, 상기 진폭 상관부(Magnitude Correlator, 40)는 제2 지연기(41)와 제2 절대값 연산기(42)와 제3 절대값 연산기(43)와 제2 곱셈기(44)와 이동 합산기(45)를 포함하여 구성된다.
- <68> 상기 진폭 상관부(40)에 입력되는 신호는 상기 A/D 변환부(20)로부터 출력된 디지털 신호이며, 이는 제2 절대값 연산기(42)로 같이 입력된다.
- <69> 그리고, 진폭 상관부(40)로 입력된 디지털 신호는 제2 지연기(41)로 입력되어 상기 디지털 신호에 일정 시간 지연을 주고, 이에 절대값 처리하는 제3 절대값 연산기(43)를 거친다.
- <70> 또한, 상기 제3 절대값 연산기(43)와 제2 절대값 연산기(42)에서 출력된 값들은 제2 곱셈기(44)에서 곱해지되, 수신 신호의 진폭(크기: Magnitude)와 시간 지연된 신호의 진폭(크기: Magnitude) 간의 상관을 실시한다.
- <71> 여기서, 제2 곱셈기(44)에서 출력된 신호는 이동 합산기(45)로 이동되어, 이동 합산(Moving Summery)법을 이용하여 진폭 상관의 복잡도를 감소시킨다.

- <72> 상기 합산부(50)는 상기 차동 상관부(30)의 출력값에서 상기 진폭 상관부(40)의 출력값의 차를 합산한다.
- <73> 또한, 상기 최대값 검출부(Max Detector, 60)는 시간 지연에 대한 오차를 추정하고, 이를 이용하여 데이터를 복조한다.
- <74> 이하, 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 과정을 설명한다.
- <75> 우선, 우선, 상기 송신 장치로부터 기준 신호와 수신 신호를 전달받고, 이를 RF 대역에서 IF 대역 또는 베이스 밴드 대역으로 하향 변환시킨다(S30-1).
- <76> 그리고, 디지털 신호 처리(DSP)를 위하여 A/D 변환부에서 아날로그 신호로부터 디지털 신호로 변환시킨다(S30-2).
- <77> 또한, 차동 상관부에서 차동 기준 신호와, 차동 수신 신호의 연산을 FFT 모듈과 역 FFT 모듈을 통하여, 주파수 영역으로 변환시켜 연산량을 감소시키는데, FFT에서는 이산 푸리에 변환을 이용하고, 역 FFT 모듈에서는 이산 푸리에 역변환을 이용한다(S30-3).
- <78> 더불어, 샘플 한 개당 상관 연산 값을 출력하는 것이 아니라, 일정 개수, 예를 들면 N 개의 샘플의 상관 연산이 한 번에 출력되어 연산량을 감소시킬 수 있는 것이다.
- <79> 한편, 진폭 상관부에서는 A/D 변환부에서 출력된 수신 신호 진폭과 지연 수신 신호 진폭을 이동 합산법을 이용하여 연산량을 감소시키도록 진폭 상관을 수행한다(S30-4).
- <80> 그리고, 상기 차동 상관부의 출력값으로부터 상기 진폭 상관부의 출력값을 차합산하고(S30-5), 최대값 검출부에서 합산부에서 출력된 시간 오차 중 데이터 복조를 위하여 최대 시간 오차를 추정하고, 이로써 시간 동기화 완료되며, 상기 시간 오차를 데이터 복조에 이용한다(S30-6).
- <81> 도 6a는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치와의 비교를 위한 종래 기술에 따른 수신 장치이고, 도 6b는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치를 개략적으로 도시한 블록 구성도이다.
- <82> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치(1)는 종래 기술에 따른 수신 장치의 상관부가 FFT 모듈(34)과 주파수 영역 곱셈기(35)와 역 FFT 모듈(36)로 변경된다.
- <83> 여기서, 도 6a의 차동 상관부의 출력값은 다음과 같이 산출된다.
- <84> 우선, RF 처리부 및 A/D 변환부는 송신 장치에서 상향 변환한 주파수인 무선 주파수를 IF 또는 베이스 밴드로 하향 변환시키고, DSP를 위하여 디지털 신호로 변환시킨다.
- <85> 이때, 디지털 신호인 수신 신호에 시간 지연을 부가하고, 이에 따라 지연기 및 공액 복소기로부터 출력된 신호와 A/D 변환부로부터 출력된 신호는 제1 상관부에 의하여 상관 연산을 실시하게 된다.
- <86> 그리고, 절대값 처리되어 출력되는데, 상기 종래 기술에 따른 차동 상관부 출력값은 하기 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$z_c[\tau] = \left| \sum_{n=1}^{N-1} s_1^*[n] r_1[n+\tau] \right|$$

- <87>
- <88> 여기서, N 은 프리앰블의 크기를 나타내며, $s_1^*[n]$ 과 $r_1[n]$ 은 각각 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호를 나타내고, τ 는 시간 지연을 나타낸다.
- <89> 한편, 도 6b의 차동 상관부의 출력값은 다음과 같이 산출된다.
- <90> 우선, RF 처리부(10)는 상기 송신 장치에서 상향 변환한 주파수인 무선 주파수(Radio Frequency)를 중간 대역 주파수(IF: Intermediate Frequency) 또는 기저 대역(Base Band)으로 하향 변환시킨다.
- <91> 그리고, 상기 A/D 변환부(A/D Converter, 20)는 상기 RF 처리부(RF Processor, 10)에서 하향 변환된 주파수를 가지는 신호를 처리하기 위하여(DSP: Digital Signal Process), 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시킨다.

<92> 여기서, 상기 A/D 변환기(20)로부터 출력된 디지털 신호는 제1 지연기(31)에서 시간 지연되고, 공액 복소기(32)를 거치고 나서, 상기 공액 복소기(32)로부터 출력된 신호와, 상기 A/D 변환기(20)로부터 출력된 신호는 제1 곱셈기(33)로 입력된다.

<93> 그리고, 상기 제1 곱셈기(33)는 곱셈 연산을 담당하지만, 상기 공액 복소기(32)를 통하여 출력된 복소값으로 인하여 복소 곱셈 연산을 실시하게 된다.

<94> 더불어, 상기 FFT 모듈(34)은 상기 제1 곱셈기(33)로부터 출력된 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호는 FFT 모듈(34)의 이산 푸리에 연산으로 주파수 영역(Frequency Domain)의 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호로 변환되고, 이는 하기 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$z_d[\tau] = \sum_{n=d}^{N-1} s_d^*[n] r_d^*[n+\tau] \approx \sum_{n=d}^{N-1} s_d^*[n]_N r_d^*[n+\tau]_N$$

<95>

<96> 그리고, 주파수 영역 곱셈을 실시하는데, 시간 영역(Time Domain)에서의 곱셈기와 유사하나, 상기 주파수 영역의 신호를 곱한다는 점에서 다르고, 상관 연산을 곱 연산으로 변경한다는 점에서 상이하다.

<97> 상기 주파수 영역 곱셈에 대한 연산은 하기 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$\begin{aligned} Z_d[k] &= \sum_{\tau=0}^{N-1} \sum_{n=d}^{N-1} s_d^*[n]_N r_d^*[n+\tau]_N e^{-j2\pi k\tau/N} \\ &= \sum_{\tau=0}^{N-1} \sum_{n=d}^{N-1} s_d^*[n]_N r_d^*[n+\tau]_N e^{-j2\pi k\tau/N} \\ &= \sum_{n=d}^{N-1} s_d^*[n]_N e^{j2\pi kn/N} \sum_{\tau=0}^{N-1} r_d^*[n+\tau]_N e^{-j2\pi k(\tau+n)/N} \\ &= S_d^*[k] R_d[k] \end{aligned}$$

<98>

<99> 여기서, N 은 프리앰블의 크기를 나타내며, $S_1^*[n]$ 과 $R_1[n]$ 은 각각 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호를 나타내고, τ 는 시간 지연을 나타낸다.

<100> 그리고, 상기 기준 신호와 수신 신호의 차동 신호에 대하여 곱 연산하고, 다시 시간 영역으로 변환하기 위하여 이산 푸리에 역변환(IDFT)을 실시하는데, 이는 역 FFT 모듈(36)에서 수행되며, 이는 하기 수학식 4와 같다.

수학식 4

$$\begin{aligned} z_c[\tau] &= \sum_{d=1}^D |IDFT_N^\tau(S_d^*[k] R_d[k])| \\ &= \sum_{d=1}^D |IDFT_N^\tau\{S_d^*[k] DFT_N^\tau(r_d[n+\tau])\}| \end{aligned}$$

<101>

<102> 그리고, 상기 역 FFT 모듈(36)로부터 출력된 신호는 제1 절대값 연산기(37)를 통하여 절대값 처리되며 출력된다.

<103> 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치(1)는 종래 기술에 따른 수신 장치의 상관부가

이동 합산기(45)로 변경된다.

<104> 여기서, 도 6a의 진폭 상관부의 출력값은 다음과 같이 산출된다.

<105> 우선, A/D 변환부로부터 출력된 디지털 신호는 제2 지연기로 입력되어 상기 디지털 신호에 일정 시간 지연을 주고, 이에 절대값 처리하는 연산기를 다수개 거친다.

<106> 그리고 나서, 수신 신호의 진폭(크기: Magnitude)와 시간 지연된 신호의 진폭(크기: Magnitude) 간의 상관을 실시하고 출력된 신호는 상관기를 거치는 데 이는 하기 수학식 5와 같다.

수학식 5

$$z_M[\tau] = \sum_{n=1}^{N-1} |r[n+\tau]| |r[n+\tau-1]|$$

<107>

<108> 한편, 도 6b의 진폭 상관부의 출력값은 다음과 같이 산출된다.

<109> 우선, 진폭 상관부(40)에 입력되는 신호는 상기 A/D 변환부(20)로부터 출력된 디지털 신호이며, 이는 제2 절대값 연산기(42)로 같이 입력된다.

<110> 그리고, 진폭 상관부(40)로 입력된 디지털 신호는 제2 지연기(41)로 입력되어 상기 디지털 신호에 일정 시간 지연을 주고, 이에 절대값 처리하는 제3 절대값 연산기(43)를 거친다.

<111> 또한, 상기 제3 절대값 연산기(43)와 제2 절대값 연산기(42)에서 출력된 값들은 제2 곱셈기(44)에서 곱해지되, 수신 신호의 진폭(크기: Magnitude)와 시간 지연된 신호의 진폭(크기: Magnitude) 간의 상관을 실시한다.

<112> 여기서, 제2 곱셈기(44)에서 출력된 신호는 이동 합산기(45)로 이동되어, 이동 합산(Moving Summery)법을 이용하여 진폭 상관의 복잡도를 감소시킨다.

<113> 따라서, 진폭 상관부(40)의 출력값은 하기 수학식 6과 같다.

수학식 6

$$z_M[\tau] = \sum_{d=1}^D \left\{ \sum_{n=d}^{N-1} |r[n+\tau]| |r[n+\tau-d]| \right\}$$

$$z_M[\tau+1] = z_M[\tau] - \sum_{d=1}^D |r[\tau+d]| |r[\tau]| + \sum_{d=1}^D |r[\tau+d+N]| |r[\tau+N]|$$

<114>

<115> 도 7은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치의 FFT의 크기 비교 및 FFT의 크기에 따른 피크값을 도시한 도이고, 도 8은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치의 FFT 크기를 변경하여 비교한 도이다.

<116> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 도 7은 FFT의 크기를 프리앰블과 동일하게 형성시킨 경우이다.

<117> (가)는 $\tau=0$ 인 경우이고, 차동 기준 신호(DPS: Differential Preamble Signal)와 차동 수신 신호(DRS: Differential Received Signal)의 최대 상관 값은 오류없이 나타난다.

<118> (나)는 $\tau \neq 0$ 인 경우이며, 상기 차동 수신 신호의 일부분이 FFT 구간에서 제외되어 최대 상관 값의 감소를 야기시키고, 최대 상관 값의 감소는 프레임 동기의 성능 열화를 발생시킨다.

<119> 한편, 도 8은 FFT의 크기를 프리앰블 크기의 두 배로 결정한 경우이다.

<120> (가)는 $\tau = 0$ 인 경우이며, (나)는 $\tau \neq 0$ 인 경우인데, FFT의 크기를 프리앰블 크기의 두 배인 $2N$ 으로 결정할 때, 모든 경우에 대하여 항상 차동 수신 신호의 전체 구간이 FFT 구간 내에 포함되기 때문에, 최대 상관 값의 감소가 발생하지 않는다.

<121> 즉, FFT 크기를 프리앰블 크기의 두 배로 설정할 경우, 성능 열화 요인을 제거시킬 수 있다.

<122> 도 9는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치와 종래 기술에 따른 수신 장치의 시간에 따른 연산을 도시한 도이다. 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 종래 기술은 N 크기의 상관기 버퍼를

구비하고, 샘플 당 샘플의 상관을 수행한다.

- <123> 반면, 본 발명은 $2N$ 크기의 FFT 를 이용하여 블록 당 블록의 상관을 수행한다.
- <124> 도 10은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 중 차동 상관부의 프리앰블 크기에 따른 복소수곱 연산수를 종래 기술과 비교 도시한 그래프이고, 도 11은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 중 진폭 상관부의 프리앰블 크기에 따른 실수곱 연산수를 종래 기술과 비교 도시한 그래프이다.
- <125> 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 프리앰블 크기 N 에 대한 연산 복잡도를 비교하면, 차동 상관부의 종래 기술과 본 발명을 비교하고, 진폭 상관부의 종래 기술과 본 발명을 비교하면, 본 발명에 따른 수신 장치의 차동 상관부 및 진폭 상관부의 연산도 및 복잡도가 더 낮은 것을 알 수 있다.
- <126> 여기서, 본 발명에 따른 프레임 동기 구조의 성능 검증을 위한 모의 실험은 임의로 변경되는 AWGN(Additive White Gaussian Noise:부가적인 백색 가우시안 잡음)에서 반복 과정을 거쳐, 통계적은 성능 수치를 기록함으로써 수행되었다.
- <127> 도 12는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치에 따른 오류 인식률을 종래 기술과 비교 도시한 그래프이다. 도면에서 도시하고 있는 바와 같이, 오류 인식률(False Acquisition)을 E_b/N_0 에 따라 비교한다.
- <128> 여기서, 주파수 오차는 실제 주파수 오차를 1 샘플 구간의 역수로 정규화한 값이며, 상기 주파수 오차는 -0.1 내지 0.1 범위에서 랜덤하게 결정된다.
- <129> 또한, $D = 15$ 인 경우, 2dB의 E_b/N_0 에서는 약 $3 * 10^{-3}$ 의 성능을 가지고, $D = 1, 15$ 인 경우 모두 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.
- <130> 따라서 본 발명에서 제시하는 프레임 동기부는 종래 기술과 동일한 성능을 가지며 복잡도를 감소시킨 구조라는 것을 알 수 있다.
- <131> 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시적으로 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이같은 특정 실시예에만 한정되지 않으며 해당 분야에서 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 특허 청구 범위내에 기재된 범주 내에서 적절하게 변경이 가능 할 것이다.

발명의 효과

- <132> 이상에서 설명한 바와 같이 상기와 같은 구성을 갖는 본 발명은 프레임 동기부는 주파수 오차가 존재하는 무선 통신 시스템에서 수신단의 프레임 동기 복잡도를 감소시켜 성능을 향상시킬 수 있으며, 저전력 및 저단가의 수신단 설계가 용이하고, FFT 및 IFFT 를 이용하여 알고리즘의 복잡도 감소 및 처리 속도의 증가를 가져올 수 있는 등의 효과를 거둘 수 있다.

도면의 간단한 설명

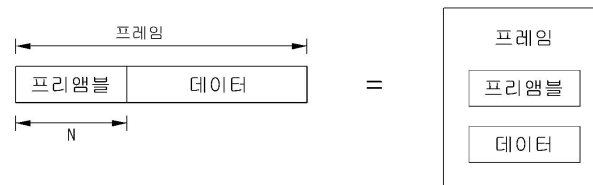
- <1> 도 1은 본 발명에 따른 프레임을 개략적으로 도시한 블록도.
- <2> 도 2는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치가 적용된 무선 통신 시스템을 개략적으로 도시한 블록 구성도.
- <3> 도 3은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법이 적용된 무선 통신 시스템의 구동 과정을 개략적으로 도시한 흐름도.
- <4> 도 4는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치를 개략적으로 도시한 블록 구성도.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 방법을 개략적으로 도시한 흐름도.
- <6> 도 6a는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치와의 비교를 위한 종래 기술에 따른 수신 장치.
- <7> 도 6b는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치를 개략적으로 도시한 블록 구성도.
- <8> 도 7은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치의 FFT의 크기 비교 및 FFT의 크기에 따

른 피크값을 도시한 도.

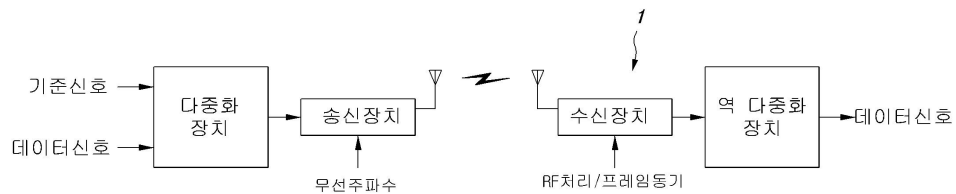
- <9> 도 8은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치의 FFT 크기를 변경하여 비교한 도.
- <10> 도 9는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치와 종래 기술에 따른 수신 장치의 시간에 따른 연산을 도시한 도.
- <11> 도 10은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 중 차동 상관부의 프리앰블 크기에 따른 복소수곱 연산수를 종래 기술과 비교 도시한 그래프.
- <12> 도 11은 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치 중 진폭 상관부의 프리앰블 크기에 따른 실수곱 연산수를 종래 기술과 비교 도시한 그래프.
- <13> 도 12는 본 발명에 따른 무선 통신 시스템 기반 FFT를 이용한 수신 장치에 따른 오류 인식률을 종래 기술과 비교 도시한 그래프.

도면

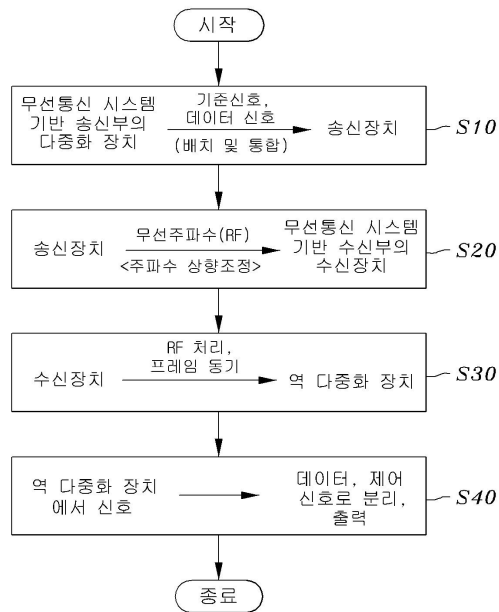
도면1



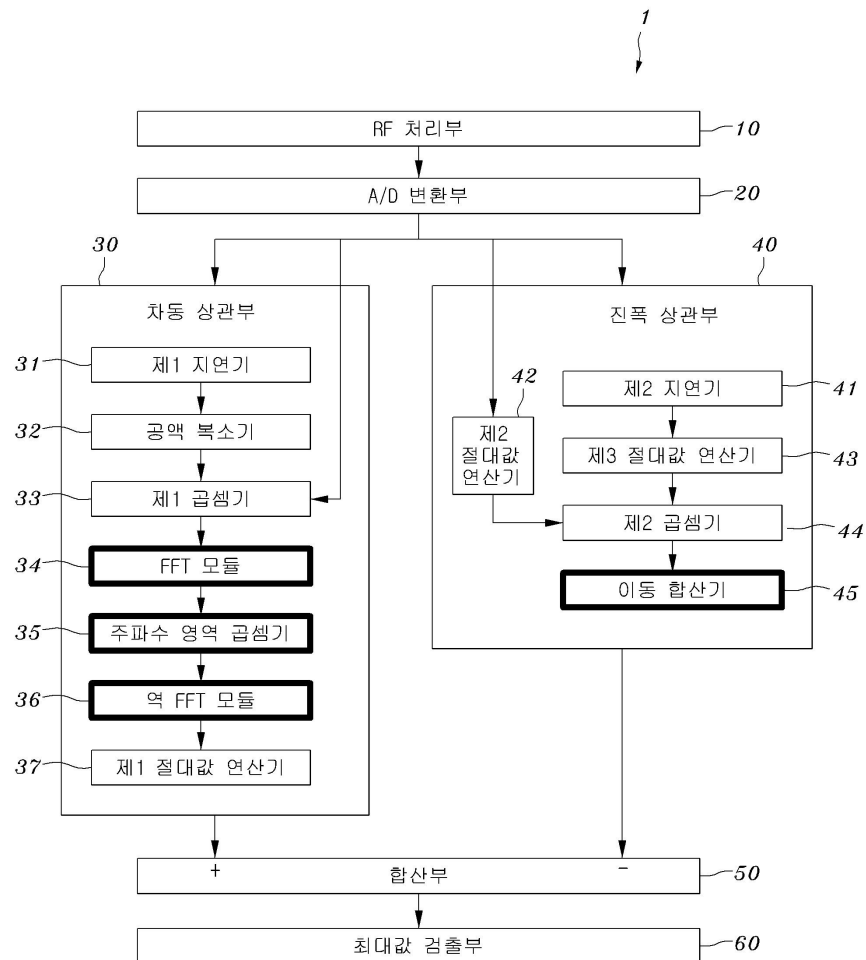
도면2



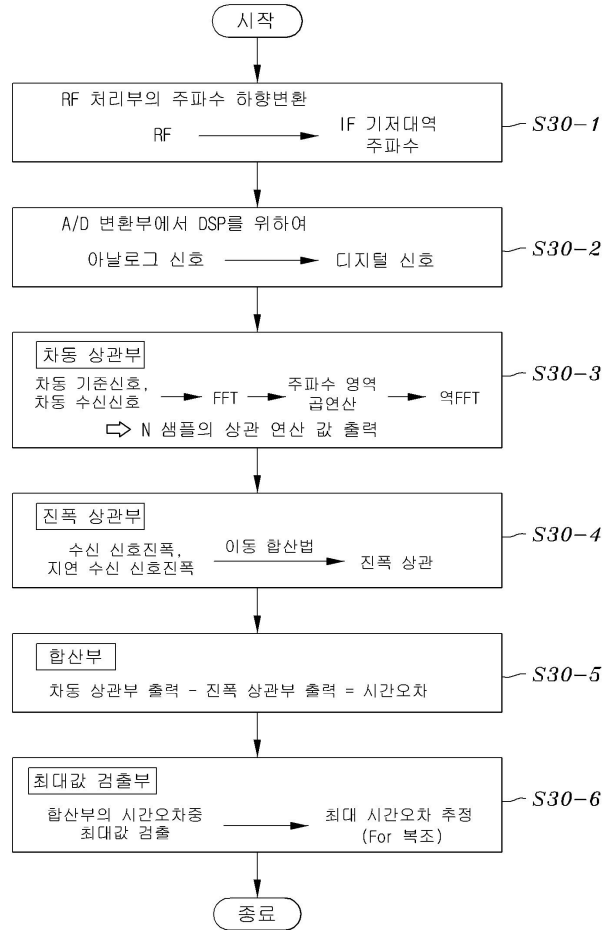
도면3



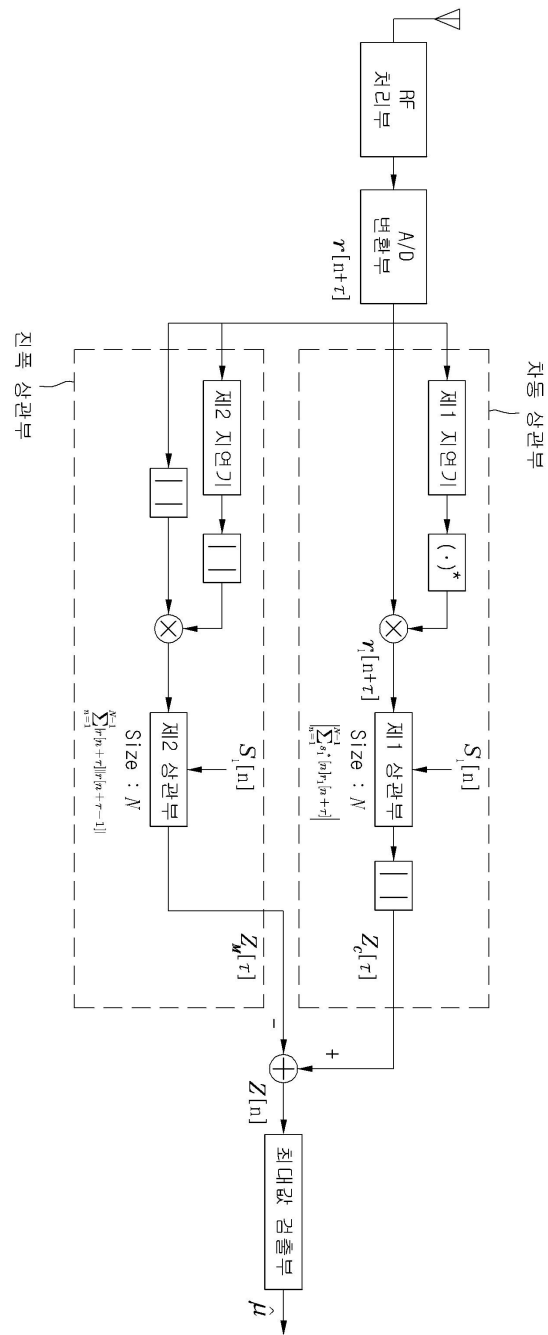
도면4



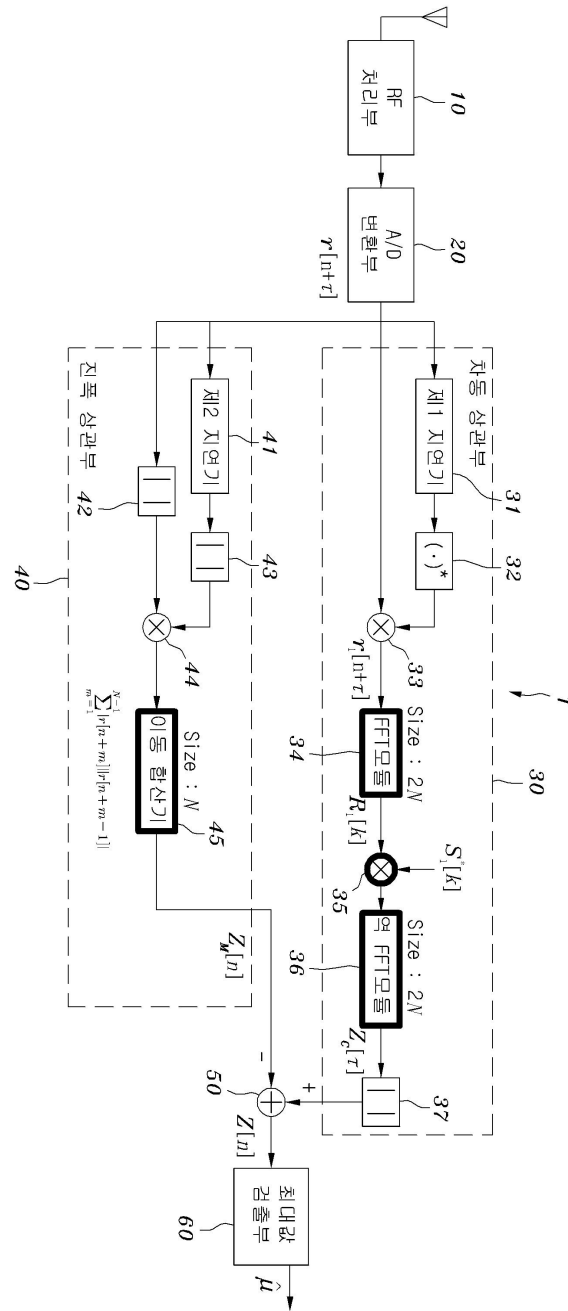
도면5



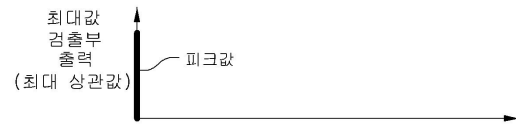
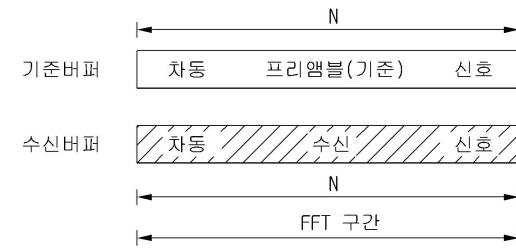
도면6a



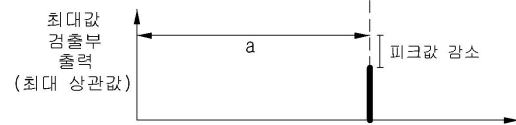
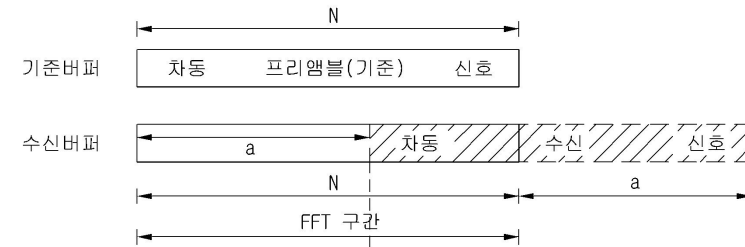
도면6b



도면7

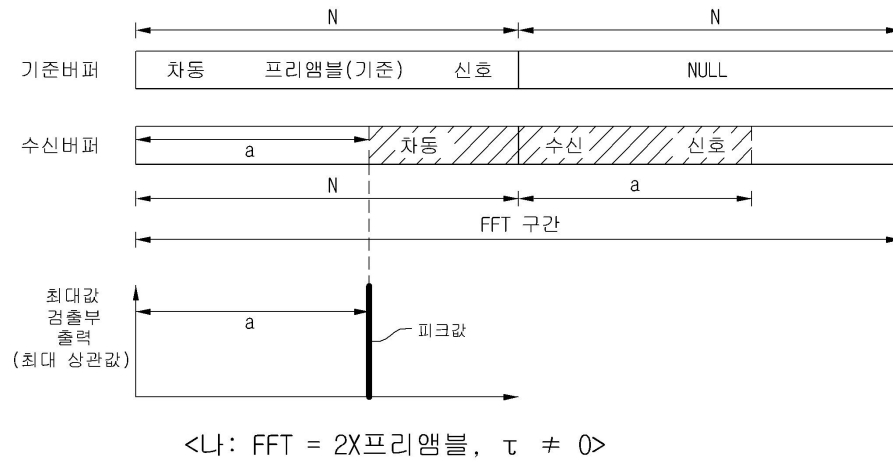
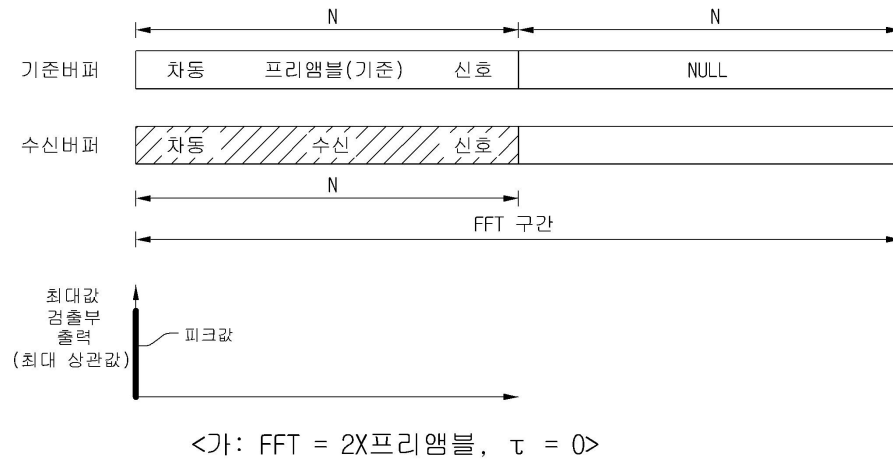


<가: FFT = 프리앰블, $\tau = 0$ >

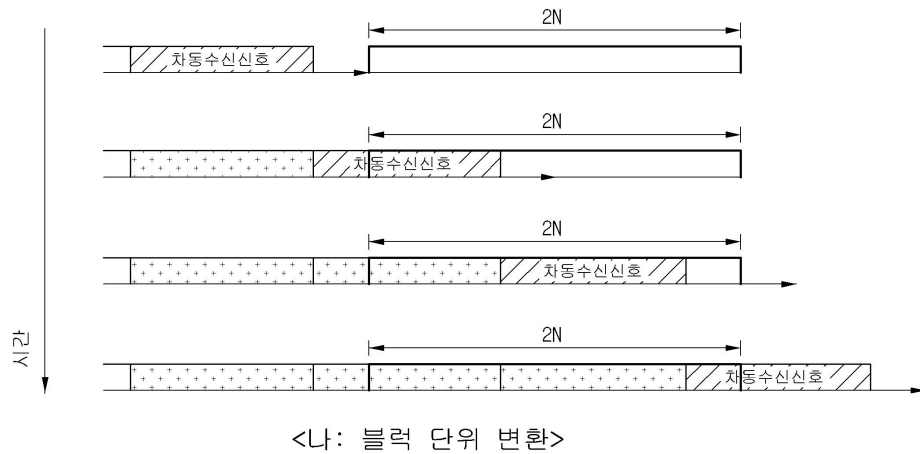
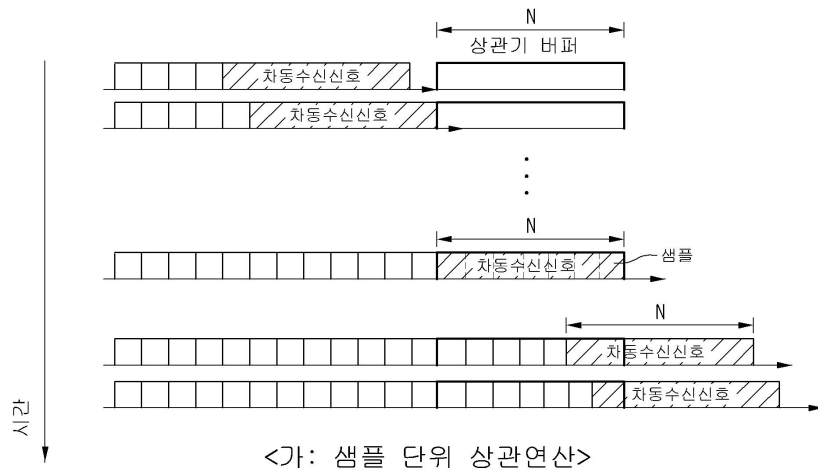


<나: FFT = 프리앰블, $\tau \neq 0$ >

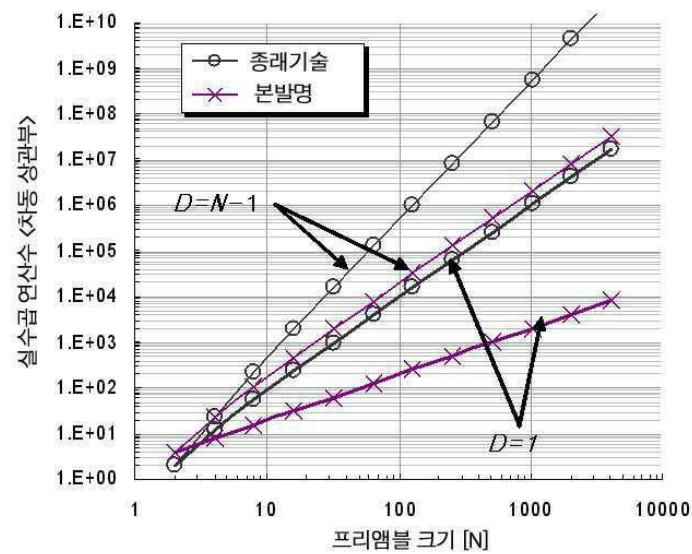
도면8



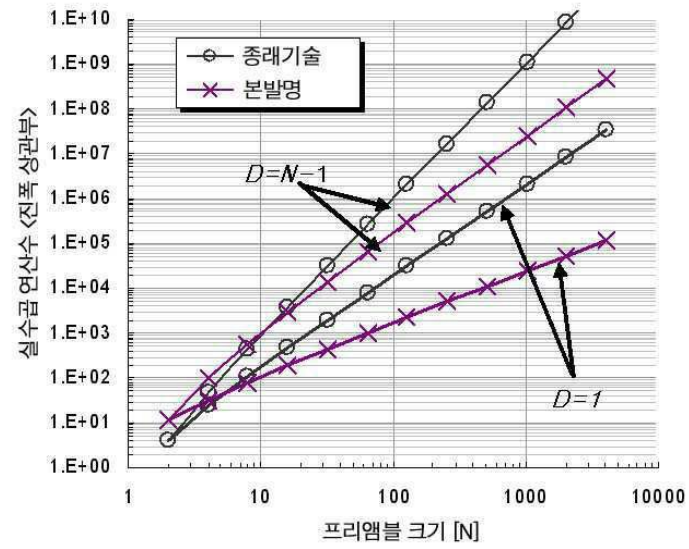
도면9



도면10



도면11



도면12

