



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월14일
(11) 등록번호 10-2421478
(24) 등록일자 2022년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/02 (2006.01) H04L 27/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/02 (2013.01)
H04L 27/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0007891
(22) 출원일자 2021년01월20일
심사청구일자 2021년01월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1019950007344 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김태욱
서울특별시 서대문구 연희로28길 49, 505호 (연희동, 화이트빌)
이근행
서울특별시 서대문구 연세로5나길 41-2, 202호 (창천동)
(74) 대리인
특허법인(유한)아이시스

전체 청구항 수 : 총 17 항

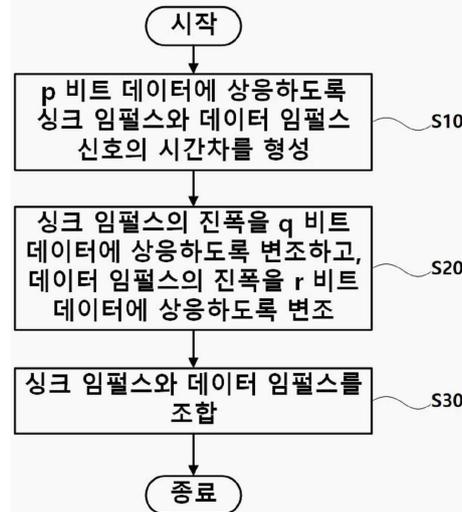
심사관 : 김성태

(54) 발명의 명칭 변조 방법, 복조 방법 및 이들을 이용하는 변조 장치 및 복조 장치

(57) 요약

본 실시예에 의한 변조 방법은 $n(n = p+q+r)$ 비트의 데이터를 변조하는 변조 방법으로, 변조 방법은: p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 단계와, 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계 및 싱크 임펄스와 데이터 임펄스를 조합하는 단계를 포함한다. 일 예로, $n = p + q + r$ 일 수 있다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

KR1020180081859 A*

KR102168362 B1*

KR1020170016947 A

KR1020080038510 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711127620
과제번호	2019R1A2C1088101
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	바이오 메디컬 영상 시스템 응용을 위한 초고속 초저전력 근거리 통신용 시간 모듈
레이션 통신 기법 및 CMOS 송수신기 설계 연구	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

$n(n = p+q+r)$ 비트의 데이터를 변조하는 변조 방법으로, 상기 변조 방법은:

p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 단계와,

상기 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 상기 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계 및

상기 싱크 임펄스와 상기 데이터 임펄스를 조합하는 단계를 포함하며,

상기 싱크 임펄스의 진폭과 상기 데이터 임펄스의 진폭을 각각 상기 q 비트 데이터와 상기 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계는,

상기 q 비트 데이터 및 상기 r 비트 데이터를 디코딩(decoding)하여 디코딩된 결과를 푸쉬풀 스테이지에 제공하는 단계와,

상기 푸쉬풀 스테이지가 상기 디코딩된 결과에 상응하는 바이어스 전류로 상기 q 비트에 상응하는 진폭을 가지는 싱크 임펄스를 형성하고, 상기 r 비트에 상응하는 진폭을 가지는 데이터 임펄스를 형성하는 변조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 시간차를 형성하는 단계는,

클록 신호를 입력 받고, 상기 클록 신호를 상기 p 비트 데이터에 상응하도록 지연시켜 데이터 에지를 형성하는 단계와,

상기 클록 신호의 에지에 상응하는 싱크 윈도우와 상기 데이터 에지에 상응하는 데이터 윈도우를 형성하는 단계 및

상기 싱크 윈도우와 상기 데이터 윈도우에 각각 상응하는 상기 임펄스와 상기 데이터 임펄스를 형성하는 단계를 포함하여 수행되는 변조 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계는, 상기 싱크 윈도우를 제공받는 단계를 더 포함하여 수행되는 변조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계는,

상기 데이터 윈도우를 제공받는 단계를 더 포함하여 수행되는 변조 방법.

청구항 5

RF 신호를 기저 대역(baseband)으로 하향 변환하여 펄스의 포락선(envelope) 신호들을 출력하는 단계와,

상기 포락선 신호들의 시간차(time difference)를 복조하는 단계 및

상기 포락선 신호들의 진폭(amplitude)을 복조하는 단계를 포함하고,

상기 시간차를 복조하는 단계는,
 상기 포락선 신호들과 임계 전압을 비교하여 상기 포락선 신호들에 상응하는 펄스들을 형성하는 단계와,
 상기 펄스들의 에지들을 검출하는 단계 및
 검출된 상기 펄스들의 상기 에지들의 시간차에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 단계를 포함하는 복조 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,
 상기 RF 신호를 기저 대역으로 하향 변환하는 단계는,
 포락선 검출기(envelope detector)가 수행하는 복조 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제5항에 있어서,
 상기 시간차를 복조하는 단계는,
 상기 시간차를 변조하는 샘플링 레이트(sampling rate)에 비하여 높은 샘플링 레이트로 수행하는 복조 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,
 상기 진폭을 복조하는 단계는,
 상기 포락선 신호들의 피크(peak)를 검출하는 단계 및
 검출된 상기 피크에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 단계를 포함하여 수행되는 복조 방법.

청구항 10

제5항에 있어서,
 상기 진폭을 복조하는 단계는,
 상기 진폭을 변조하는 디지털 아날로그 변환기의 비트 해상도에 비하여 높은 비트 해상도의 아날로그 디지털 변환기로 수행하는 복조 방법.

청구항 11

제5항에 있어서,
 상기 포락선 신호들의 시간차를 복조하는 단계 및 상기 진폭을 복조하는 단계는 동시에 수행되는 복조 방법.

청구항 12

$n(n = p+q+r)$ 비트의 데이터를 변조하는 변조 장치로, 상기 변조 장치는:
 p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 시간차 변조부와,
 상기 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 상기 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 임펄스 진폭 변조부 및
 변조된 상기 싱크 임펄스와 상기 데이터 임펄스를 조합하는 매칭부를 포함하고,
 상기 임펄스 진폭 변조부는,
 상기 q 비트 데이터에 상응하는 진폭을 가지는 싱크 임펄스를 형성하는 푸쉬-풀 스테이지를 포함하는 싱크 임펄

스 제너레이터와,

상기 r 비트 데이터에 상응하는 진폭을 가지는 데이터 임펄스를 형성하는 푸쉬-풀 스테이지를 포함하는 데이터 임펄스 제너레이터를 포함하고,

상기 싱크 임펄스 제너레이터 및 상기 데이터 임펄스 제너레이터는

제공된 디지털 데이터를 디코딩하여 상기 푸쉬-풀 스테이지에 출력하는 디코더를 더 포함하며,

상기 푸쉬-풀 스테이지는 상기 디코딩된 신호에 상응하는 바이어스 전류로 임펄스의 진폭을 제어하는 변조 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 시간차 변조부는,

클럭 신호를 입력 받고, 상기 클럭 신호를 상기 p 비트 데이터에 상응하도록 지연시켜 상기 데이터 임펄스에 상응하는 데이터 에지(data edge)를 형성하는 DTC(digital to time converter)와,

상기 데이터 에지를 입력받고, 상기 데이터 임펄스를 상기 데이터 에지에 상응하는 데이터 임펄스 윈도우를 형성하고, 상기 클럭 신호의 기준 에지에 상응하는 싱크 임펄스 윈도우를 형성하는 윈도우 제너레이터를 포함하는 변조 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

RF 신호를 기저 대역(baseband)으로 하향 변환하고, 포락선(envelope) 신호들을 출력하는 아날로그 초단부(front end)와,

상기 포락선 신호들의 시간차(time difference)를 복조하여 데이터를 출력하는 시간차 복조 경로 및

상기 포락선 신호들의 진폭(amplitude)을 복조하여 데이터를 출력하는 진폭 복조 경로를 포함하며,

상기 시간차 복조 경로는,

상기 포락선 신호들과 임계 전압을 비교하여 상기 포락선 신호들에 상응하는 펄스들을 형성하는 비교기와,

상기 펄스들의 에지들을 검출하는 에지 검출기 및

검출된 상기 펄스들의 상기 에지들의 시간차에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 TDC(time to digital converter)를 포함하는 복조 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 아날로그 초단부는,

RF 신호를 기저 대역으로 하향 변환하고, 하향 변환된 신호의 포락선을 검출하는 포락선 검출기(envelope detector)를 포함하는 복조 장치.

청구항 18

삭제

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 시간차 복조 경로는

상기 시간차를 변조하는 샘플링 레이트(sampling rate)에 비하여 높은 샘플링 레이트로 상기 시간차를 복조하는 복조 장치.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 진폭 복조 경로는,

상기 포락선 신호들의 피크(peak)를 검출하는 피크 검출기 및

검출된 상기 피크에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 ADC(analog to digital converter)를 포함하는 복조 장치.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 진폭 복조 경로는,

상기 진폭을 변조하는 디지털 아날로그 변환기의 비트 해상도에 비하여 높은 비트 해상도의 아날로그 디지털 변환기로 수행하는 복조 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기술은 변조 방법, 복조 방법 및 이들을 이용하는 변조 장치 및 복조 장치와 관련된다.

배경 기술

[0002] 무선통신기술 중 하나인 UWB(Ultra Wide Band) 기술이 주목을 받고 있다. UWB는 초고속 무선통신과 저출력, 그리고 효율적 주파수 활용 등에 있어서 장점을 보이고 있다. 또한 UWB 기술은 생활 속에서의 근거리 초고속 무선 통신의 활용 가능성을 제시하고 있어 산업계에서 특히 주목을 받고 있는 기술이기도 하다.

[0003] UWB 기술은 1ns 이하의 매우 짧은 펄스를 사용하여 통신한다. 펄스를 이용해 정보를 보내기 위해서 기본 펄스를 변조하여야 한다.

[0004] UWB 기술 기반의 변조방식으로, 주어진 시간 간격 내에서 임펄스 신호(Impulse Signal)를 보내거나 보내지 않는 방법의 온-오프 키(On-Off Keying) 방식이 있다. 온-오프 키 방식은 동기화 펄스를 보내고 동기화 펄스 다음에 임펄스 신호를 보내면 '1', 보내지 않으면 '0'으로 인식하는 통신 방식이다. 이러한 통신 방식은 데이터 속도가 높지 않다. 즉 이 같은 온-오프 키 방식의 경우 UWB 신호가 보내지는 주기인 PRF(Pulse Repetition Frequency) 정도의 데이터율(Data Rate)을 가진다.

[0005] 한편, UWB 기술은 FCC(Federal Communications Commission; 미연방통신위원회)의 규제에 의거하여, 3.1~10.6GHz에서 송신 파워 전력 스펙트럼 밀도가 -41.3 dBm/MHz를 넘지 않게 제한되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 상기한 온-오프 키잉 변조 방식 및 복조 방식은 낮은 데이터 레이트를 가지므로 데이터 전송 효율이 낮다. 본 기술로 해결하고자 하는 과제 중 하나는 상기한 종래 기술의 단점을 해결하기 위한 것으로 임펄스를 이용한 UWB 기술에서 높은 데이터 전송 효율을 얻는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 실시예에 의한 변조 방법은 $n(n = p+q+r)$ 비트의 데이터를 변조하는 변조 방법으로, 변조 방법은: p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 단계와, 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계 및 싱크 임펄스와 데이터 임펄스를 조합하는 단계를 포함한다. 일 예로, $n = p + q + r$ 일 수 있다.
- [0008] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 시간차를 형성하는 단계는, 클럭 신호를 입력 받고, 클럭 신호를 p 비트 데이터에 상응하도록 지연시켜 데이터 에지를 형성하는 단계와, 클럭 신호의 에지에 상응하는 싱크 윈도우와 데이터 에지에 상응하는 데이터 윈도우를 형성하는 단계 및 싱크 윈도우와 데이터 윈도우에 각각 상응하는 임펄스와 데이터 임펄스를 형성하는 단계를 포함하여 수행된다.
- [0009] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계는, 싱크 윈도우를 제공받는 단계와, q 비트 데이터를 디코딩(decoding)하여 푸쉬풀 스테이지에 제공하는 단계와, 푸쉬풀 스테이지가 디코딩된 결과에 상응하는 전류로 q 비트에 상응하는 진폭을 가지는 싱크 임펄스를 형성하는 단계를 포함하여 수행된다.
- [0010] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 싱크 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계는, 데이터 윈도우를 제공받는 단계와, r 비트 데이터를 디코딩하여 푸쉬풀 스테이지에 제공하는 단계와, 푸쉬풀 스테이지가 디코딩된 결과에 상응하는 전류로 r 비트에 상응하는 진폭을 가지는 데이터 임펄스를 형성하는 단계를 포함하여 수행된다.
- [0011] 본 실시예에 의한 복조 방법은: RF 신호를 기저 대역(baseband)으로 하향 변환하여 펄스의 포락선(envelope) 신호들을 출력하는 단계와, 포락선 신호들의 시간차(time difference)를 복조하는 단계 및 포락선 신호들의 진폭(amplitude)을 복조하는 단계를 포함한다.
- [0012] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, RF 신호를 기저 대역으로 하향 변환하는 단계는, 포락선 검출기(envelope detector)가 수행한다.
- [0013] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 시간차를 복조하여 형성된 데이터를 출력하는 단계는, 포락선 신호들과 문턱 전압을 비교하여 포락선 신호들에 상응하는 펄스들을 형성하는 단계와, 펄스들의 에지들을 검출하는 단계 및 검출된 펄스들의 에지들의 시간차에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0014] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 시간차를 복조하여 형성된 데이터를 출력하는 단계는, 시간차를 변조하는 샘플링 레이트(sampling rate)에 비하여 높은 샘플링 레이트로 수행한다.
- [0015] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 진폭을 복조하여 형성된 데이터를 출력하는 단계는, 포락선 신호들의 피크(peak)를 검출하는 단계 및 검출된 피크에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 단계를 포함하여 수행된다.
- [0016] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 진폭을 복조하여 형성된 데이터를 출력하는 단계는, 진폭을 변조하는 디지털 아날로그 변환기의 비트 해상도에 비하여 높은 비트 해상도의 아날로그 디지털 변환기로 수행한다.
- [0017] 본 실시예에 의한 변조 장치는 n 비트의 데이터를 변조하는 변조 장치로, 변조 장치는: p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 시간차 변조부와, 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 임펄스 진폭 변조부 및 변조된 싱크 임펄스와 데이터 임펄스를 조합하는 매칭부를 포함한다. 일 예로, $n = p + q + r$ 일 수 있다.
- [0018] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 시간차 변조부는, 클럭 신호를 입력 받고, 클럭 신호를 p 비트 데이터에 상응하도록 지연시켜 데이터 임펄스에 상응하는 데이터 에지(data edge)를 형성하는 DTC(digital to time converter)와, 데이터 에지를 입력받고, 데이터 임펄스를 데이터 에지에 상응하는 데이터 임펄스 윈도우를 형성하고, 클럭 신호의 기준 에지에 상응하는 싱크 임펄스 윈도우를 형성하는 윈도우 제너레이터를 포함한다.
- [0019] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 임펄스 진폭 변조부는, 싱크 임펄스 윈도우를 제공받고, 싱크 임펄스 윈도우로부터 q 비트 데이터에 상응하는 진폭을 가지는 싱크 임펄스를 형성하는 푸쉬-풀 스테이지를 포함하는 싱크 임펄스 제너레이터와, 데이터 임펄스 윈도우를 제공받고, 데이터 임펄스 윈도우로부터 r 비트 데이터에 상응하는 진폭을 가지는 데이터 임펄스를 형성하는 푸쉬-풀 스테이지를 포함하는 데이터 임펄스 제너레이터를 포함한다.

- [0020] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 싱크 임펄스 제너레이터 및 데이터 임펄스 제너레이터는 제공된 디지털 데이터를 디코딩하여 푸쉬-풀 스테이지에 출력하는 디코더를 더 포함하며, 푸쉬-풀 스테이지는 디코딩된 신호에 상응하는 전류로 임펄스의 진폭을 제어한다.
- [0021] 본 실시예에 의한 복조 장치는: RF 신호를 기저 대역(baseband)으로 하향 변환하고, 포락선(envelope) 신호들을 출력하는 아날로그 초단부(front end)와, 포락선 신호들의 시간차(time difference)를 복조하여 데이터를 출력하는 시간차 복조 경로 및 포락선 신호들의 진폭(amplitude)을 복조하여 데이터를 출력하는 진폭 복조 경로를 포함한다.
- [0022] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 아날로그 초단부는, RF 신호를 기저 대역으로 하향 변환하고, 하향 변환된 신호의 포락선을 검출하는 포락선 검출기(envelope detector)를 포함한다.
- [0023] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 시간차 복조 경로는, 포락선 신호들과 문턱 전압을 비교하여 포락선 신호들에 상응하는 펄스들을 형성하는 비교기와, 펄스들의 에지들을 검출하는 에지 검출기 및 검출된 펄스들의 에지들의 시간차에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 TDC(time to digital converter)를 포함한다.
- [0024] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 시간차 복조 경로는 시간차를 변조하는 샘플링 레이트(sampling rate)에 비하여 높은 샘플링 레이트로 시간차를 복조한다.
- [0025] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 진폭 복조 경로는, 포락선 신호들의 피크(peak)를 검출하는 피크 검출기 및 검출된 피크에 상응하는 디지털 코드를 형성하는 ADC(analog to digital converter)를 포함한다.
- [0026] 본 실시예의 어느 한 모습에 의하면, 진폭 복조 경로는, 진폭을 변조하는 디지털 아날로그 변환기의 비트 해상도에 비하여 높은 비트 해상도의 아날로그 디지털 변환기로 수행한다.

발명의 효과

- [0027] 본 실시예에 의하면 임펄스 신호를 이용하는 UWB 통신에 있어서 높은 데이터 전송률을 얻을 수 있다는 장점이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 실시예에 의한 변조 방법을 예시한 순서도이다.
- 도 2는 본 실시예에 의한 변조 장치(10)의 개요를 도시한 도면이다.
- 도 3은 본 실시예에 의한 변조 방법 및 변조 장치(1)의 동작을 설명하기 위한 타이밍 도이다.
- 도 4는 본 실시예에 의한 복조 방법을 예시한 순서도이다.
- 도 5는 본 실시예에 의한 복조 장치(2)를 예시한 도면이다.
- 도 6은 본 실시예에 의한 복조 방법 및 복조 장치(2)를 설명하기 위한 개요적인 타이밍도이다.
- 도 7은 본 실시예에 의한 변조 방법에 따라 형성된 진폭 변조된 임펄스를 도시한 도면이다.
- 도 8은 포락선 검출기가 도 7로 예시된 임펄스 신호의 포락선 신호를 검출하여 형성한 포락선 신호의 예를 도시한 도면이다.
- 도 9은 임의의 데이터에 따라 시간차 변조 및 진폭 변조된 임펄스 신호들을 중첩하여 도시된 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서는 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 실시예의 변조 방법 및 변조 장치(1)를 설명한다. 도 1은 본 실시예에 의한 변조 방법을 예시한 순서도이다. 도 1을 참조하면, 본 실시예에 의한 변조 방법은: n 비트의 데이터를 변조하는 변조 방법으로 p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 단계(S10)와, 싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 단계(S20) 및 싱크 임펄스와 데이터 임펄스를 조합하는 단계(S30)를 포함한다. 일 예로, $n = p + q + r$ 일 수 있다.
- [0030] 도 2는 본 실시예에 의한 변조 장치(10)의 개요를 도시한 도면이다. 도 2를 참조하면, 변조 장치는 p 비트 데이터에 상응하도록 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 신호의 시간차를 형성하는 시간차 변조부(TD modulator, 10)와,

싱크 임펄스의 진폭을 q 비트 데이터에 상응하도록 변조하고, 데이터 임펄스의 진폭을 r 비트 데이터에 상응하도록 변조하는 임펄스 진폭 변조부(Amplitude modulator) 및 변조된 싱크 임펄스와 데이터 임펄스를 조합하는 매칭부(Matching network, 30)를 포함한다.

- [0031] 도 3은 본 실시예에 의한 변조 방법 및 변조 장치(1)의 동작을 설명하기 위한 타이밍 도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하면, 변조 장치(1)에는 데이터(Data_{IN})가 제공된다. 데이터(Data_{IN})는 시간차 변조될 p 비트의 데이터(Data_{IN-TD})와, 임펄스 들의 진폭으로 변조될 데이터(Data_{IN-AM})를 포함한다. 일 예로, 임펄스 들의 진폭으로 변조될 데이터(Data_{IN-AM})는 싱크 임펄스의 진폭으로 변조될 q 비트의 데이터 및 데이터 임펄스의 진폭으로 변조될 r 비트의 데이터를 포함하는 n 비트의 데이터를 포함할 수 있다.
- [0032] DTC(12)에는 클록 신호(CLK)와 시간차 변조될 p 비트의 데이터(Data_{IN-TD})가 제공된다. DTC(12)는 클록 신호(CLK)의 기준 에지를 p 비트의 데이터(Data_{IN-TD})에 상응하는 시간만큼 지연하여 데이터 에지(Data edge)를 형성하고, 윈도우 제너레이터(14)에 출력한다(S10). 도시된 실시예에서 클록 신호(CLK)의 기준 에지는 상승 에지(rising edge)이다.
- [0033] 데이터 에지(Data edge)는 윈도우 제너레이터(14)에 제공되어 데이터 윈도우(Data window)가 형성된다. 윈도우 제너레이터(14)에는 클록 신호(CLK)가 제공되고, 클록 신호(CLK)의 기준 에지는 싱크 윈도우(Sync window)를 형성하는 싱크 에지(Sync edge)로 기능한다.
- [0034] 윈도우 제너레이터(14)는 데이터 에지(Data edge)를 적어도 하나 이상의 지연 셀로 미리 설정된 지연 시간만큼 지연시키고, 지연된 에지에 대응되는 복수의 에지들을 결합하여 데이터 윈도우(Data window)를 형성한다. 형성된 데이터 윈도우는 결합된 상승 에지와 하강 에지들이 복수개 결합된 형태일 수 있다. 윈도우 제너레이터(14)는 싱크 에지(Sync edge)를 제공받고 마찬가지로 싱크 윈도우(Sync window)를 형성하여 출력한다.
- [0035] 싱크 윈도우(Sync window)는 싱크 임펄스 제너레이터(22)에 제공되고, 데이터 윈도우(Data window)는 데이터 임펄스 제너레이터(24)에 제공된다. 일 실시예에서, 싱크 임펄스 제너레이터(22)와 데이터 임펄스 제너레이터(24)는 각각 q 비트 데이터와 r 비트의 데이터가 제공되는 디코더(decoder)를 포함한다. 디코더(decoder)에서 디코딩된 결과는 푸쉬풀 스테이지(push-pull stage)에 출력되고, 푸쉬풀 스테이지의 바이어스 전류(bias current)를 제어한다. 싱크 임펄스 제너레이터(22)에 포함된 푸쉬풀 스테이지는 싱크 윈도우(Sync window)를 입력받고 바이어스 전류의 크기에 상응하는 진폭을 가지는 싱크 임펄스 신호를 형성한다. 마찬가지로, 데이터 임펄스 제너레이터(24)에 포함된 푸쉬풀 스테이지는 데이터 윈도우(Data window)를 입력받고 바이어스 전류의 크기에 상응하는 진폭을 가지는 데이터 임펄스 신호를 형성하여 출력한다.
- [0036] 따라서, 싱크 임펄스 제너레이터(22)는 q 비트의 데이터와 싱크 윈도우(Data window)를 제공받고 q 비트의 데이터에 상응하는 진폭을 가지는 싱크 임펄스(Sync pulse)를 출력하고, 데이터 임펄스제너레이터(24)는 r 비트의 데이터와 데이터 윈도우(Data window)가 입력되고, r 비트의 데이터 상응하는 진폭을 가지는 데이터 임펄스를 출력한다(S20). 싱크 임펄스 제너레이터(22)가 출력한 싱크 임펄스와 데이터 임펄스는 매칭부(matching network)에 의하여 조합(S30)되어 출력된다.
- [0037] 도 3을 참조하면, 클록 신호(CLK)의 최초 주기에서 시간차 변조될 p 비트의 데이터(Data_{IN-TD})는 싱크 임펄스(Sync pulse₁)와 데이터 임펄스(Data pulse₁)의 시간차인 τ_{data1} 로 변조되고, 클록 신호(CLK)의 두번째 주기에서 시간차 변조될 p 비트의 데이터(Data_{IN-TD})는 싱크 임펄스(Sync pulse₁)와 데이터 임펄스(Data pulse₁)의 시간차인 τ_{data2} 로 변조된다. 즉, 싱크 윈도우(Sync window)에 의하여 형성되는 싱크 임펄스(Sync pulse)와, 데이터 윈도우(Data window)에 의하여 형성되는 데이터 임펄스(Data pulse)는 p 비트의 데이터(Data_{IN-TD})에 상응하는 시간차를 가진다.
- [0038] 본 실시예에 의한 변조 방법에 의하면, 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 사이의 시간차는 2^p (p : 시간차 변조될 데이터(Data_{IN-TD})의 비트수)개의 구간(τ_{step})으로 나눌 수 있다.
- [0039] 또한, 클록 신호(CLK)의 최초 주기에서 싱크 임펄스(Sync pulse₁)와 데이터 임펄스(Data pulse₂)의 진폭은 진폭 변조될 데이터(Data_{IN-TD})에 포함된 q 비트의 데이터 및 r 비트의 데이터에 상응하도록 변조된다. 이어서, 클록 신호(CLK)의 다음 주기에서 싱크 임펄스(Sync pulse₁)와 데이터 임펄스(Data pulse₂)의 진폭은 진폭 변조될 데

이터(Data_{IN-TD})에 포함된 q 비트의 데이터 및 r 비트의 데이터에 상응하도록 변조된다.

- [0040] 본 실시예의 변조 방법에 의하면, 입력된 데이터(Data_{IN})에 포함된 p 비트의 데이터는 싱크 임펄스(sync pulse)와 데이터 임펄스(Data pulse)의 시간차로 변조되고, 입력된 데이터(Data_{IN})에 포함된 q 비트의 데이터와 r 비트의 데이터는 각각 싱크 임펄스의 진폭과 데이터 임펄스의 진폭으로 변조된다. 따라서, 높은 데이터 레이트로 데이터 전송이 가능하다는 장점이 제공된다.
- [0042] 이하에서는 도 4 내지 도 6을 참조하여 본 실시예에 의한 복조 방법을 설명한다. 도 4는 본 실시예에 의한 복조 방법을 예시한 순서도이다. 도 4를 참조하면, 본 실시예에 의한 복조 방법은 RF 신호를 기저 대역(baseband)으로 하향 변환하여 펄스의 포락선(envelope) 신호들을 출력하는 단계(S100)와, 포락선 신호들의 시간차(time difference)를 복조하는 단계(S200) 및 포락선 신호들의 진폭(amplitude)을 복조하는 단계(S300)를 포함한다.
- [0043] 도 5는 본 실시예에 의한 복조 장치(2)를 예시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 본 실시예에 의한 복조 장치(2)는 RF 신호를 기저 대역(baseband)으로 하향 변환하고, 포락선(envelope) 신호들을 출력하는 아날로그 초단부(front end, 100)와, 포락선 신호들의 시간차(time difference)를 복조하는 시간차 복조 경로(Time difference demodulation path, 200) 및 포락선 신호들의 진폭(amplitude)을 복조하여 데이터를 출력하는 진폭 복조 경로(Amplitude demodulation path, 300)를 포함한다.
- [0044] 도 6은 본 실시예에 의한 복조 방법 및 복조 장치(2)를 설명하기 위한 개요적인 타이밍도이다. 도 4 내지 도 6을 참조하면, 아날로그 초단부(100)에는 안테나(미도시)로부터 수신한 RF 신호(Rx_{IN})가 제공된다. RF 신호(Rx_{IN})는 본 실시예의 변조 방법에 따라 전송 데이터가 두 임펄스 사이의 시간차와 두 임펄스들의 진폭의 크기로 변조된 신호일 수 있다.
- [0045] 아날로그 초단부(100)는 RF 신호(Rx_{IN})를 저잡음 증폭기(LNA, low noise amplifier)와 가변 이득 증폭기(VGA, variable gain amplifier)로 증폭하여 포락선 검출기(Envelope detector)에 출력한다. 일 실시예로, 포락선 검출기(Envelope detector)는 셀프 믹싱(self mixing)을 수행하여 제공된 RF 신호를 기저 대역(baseband)로 하향 변환하며, 하향 변환된 신호(BB)의 포락선(envelope)을 검출하여 기저 대역 증폭기(BB amp, baseband amplifier)에 제공한다. 기저 대역 증폭기(BB amp)는 포락선 신호를 미리 정해진 이득으로 증폭하고, 시간차 복조 경로(200)와 진폭 복조 경로(300)에 출력한다(S100).
- [0046] 도 6으로 도시된 것과 같이 포락선 검출기(Envelope detector)가 출력한 포락선 신호(BB_{ENV})는 본 실시예에 의한 변조 장치(1)가 제공된 데이터를 변조하여 형성한 싱크 임펄스 및 데이터 임펄스를 포함하는 신호(도 3 참조)의 포락선에 상응한다.
- [0047] 포락선 신호(BB_{ENV})는 시간차 복조 경로(200)의 비교기(comparator, 210)에 제공된다. 비교기(210)는 입력된 포락선 신호(BB_{ENV})와 임계 전압(V_{th})의 크기를 비교하고, 비교 결과를 펄스 신호(CP)로 출력한다. 도시된 실시예에서, 비교기(210)는 포락선 신호(BB_{ENV})의 크기가 임계 전압(V_{th})의 크기보다 큰 경우에는 논리 하이 상태를 출력하고, 포락선 신호(BB_{ENV})의 크기가 임계 전압(V_{th})의 크기보다 작은 경우에는 논리 로우 상태를 출력한다. 따라서, 비교기(210)가 출력하는 펄스 신호(CP)는 포락선 신호(BB_{ENV})에 상응한다.
- [0048] 비교기(210)가 출력한 펄스 신호(CP)는 에지 검출기(Edge detector, 220)에 제공되고, 에지 검출기는 제공된 펄스 신호의 시간차에 상응하는 스타트 신호(Start), 스톱(Stop) 신호를 출력한다. 도시된 실시예에서 에지 검출기(220)는 최초 펄스 신호의 상승 에지(rising edge)를 검출하여 스타트 신호(Start)를 출력하고, 이어지는 펄스 신호의 상승 에지를 검출하여 스타트 신호(Start)를 출력한다. 도시되지 않은 실시예에서, 에지 검출기(220)는 최초 펄스 신호의 하강 에지(falling edge)를 검출하여 스타트 신호(Start)를 출력하고, 이어지는 펄스 신호의 상승 에지를 검출하여 스타트 신호(Start)를 출력할 수 있다.
- [0049] 시간 디지털 변환기(TDC, 230)는 에지 검출기(220)가 출력한 스타트 신호(Start)와 스톱 신호(Stop)의 시간차를 검출하여 상응하는 디지털 코드(Data_{OUT-TD})로 출력한다(S200). 도 6으로 예시된 것과 같이 최초 스타트 신호(Start)와 스톱 신호(Stop) 사이의 시간차(τ_{data1})는 도 3에서 클럭 신호(CLK)의 최초 주기에서 시간차 변조된 싱크 임펄스(Sync pulse₁)와 데이터 임펄스(Data pulse₁)의 시간차 τ_{data1} 에 상응한 것을 알 수 있다. 또한, 두 번째 스타트 신호(Start)와 스톱 신호(Stop) 사이의 시간차(τ_{data2})는 도 3에서 클럭 신호(CLK)의 다음 주기에서

시간차 변조된 싱크 임펄스(Sync pulse₂)와 데이터 임펄스(Data pulse₂)의 시간차 τ_{data2} 에 상응한 것을 알 수 있다. 따라서, 시간차 복조 경로(200)은 싱크 임펄스와 데이터 임펄스의 시간 차이로 변조된 p 비트의 디지털 코드(Data_{OUT-TD})를 복조할 수 있다.

[0050] 일 실시예로, TDC(230)는 복조의 정확성이 향상되도록 스타트 신호(Start)와 스톱 신호(Stop)의 시간차를 DTC(12, 도 2 참조)의 샘플링 레이트에 비하여 더 높은 샘플링 레이트로 오버 샘플링할 수 있다. 이로부터 임펄스 신호들이 도달하는 경로차에 의하여 발생하는 지연 등으로부터 발생하는 영향을 감소시킬 수 있다.

[0051] 포락선 신호(BB_{ENV})는 진폭 복조 경로(300)의 피크 검출기(Peak detector, PD, 310)에 제공된다. 비교기(comparator, 210)에 제공된다. 피크 검출기(310)는 입력된 포락선 신호(BB_{ENV})의 첨두값(peak value)을 검출하여 상응하는 크기를 가지는 피크 신호(peak)로 출력한다. 피크 신호(peak)는 피크 검출기(310)에 제공되는 포락선 신호(BB_{ENV})가 증가함에 따라 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 포락선 신호(BB_{ENV})의 크기가 감소하여도 최대 값을 유지하는 것을 확인할 수 있다.

[0052] 이와 같이 형성된 피크 신호(peak)는 아날로그 디지털 변환기(ADC, 320)에 제공되어 상응하는 피크 신호(peak)의 크기에 상응하는 디지털 코드(Data_{OUT-AM})로 각각 복조된다. 예시된 실시예에서, 최초 피크 신호는 최초 싱크 임펄스의 진폭에 상응하며, 이어지는 피크 신호는 최초 싱크 임펄스에 뒤따르는 데이터 임펄스의 진폭에 상응한다. ADC(320)는 일 예로 진폭을 변조하는 해상도에 상응하는 해상도로 피크 신호(peak)의 크기를 검출할 수 있으며, 피크 신호의 크기로부터 진폭 변조된 데이터를 복조할 수 있다. 따라서, 이로부터 최초 싱크 임펄스의 크기로 변조된 q 비트의 데이터와, 데이터 임펄스의 크기로 변조된 r 비트의 데이터를 복조할 수 있다(S300).

[0053] 도시된 실시예에서, 싱크 임펄스의 크기와 데이터 임펄스의 크기가 모두 2 비트의 데이터로 변조되면 도 6으로 예시된 것과 같이 2 비트의 해상도(즉 4개의 임계치)를 가지는 ADC(320)를 이용하여 싱크 임펄스의 크기를 변조한 데이터와 데이터 임펄스의 크기를 변조한 데이터를 복조할 수 있다.

[0054] 도시되지 않은 실시예에서, ADC는 싱크 임펄스의 크기와 데이터 임펄스의 크기를 변조하는 해상도에 비하여 높은 해상도로 피크를 검출할 수 있다. 높은 해상도의 ADC로 진폭을 변조하여 비이상적 특징에 의한 싱크 임펄스 및 데이터 임펄스 크기의 변화를 극복하여 높은 정확도로 데이터를 복조할 수 있다.

[0055] 위에서 설명된 복조 장치(2)에서, 신호의 경로는 단일단(single ended) 신호인 것을 예시하여 설명하였다. 그러나, 노이즈 배제 특성(noise immunity)을 향상시키도록 차동 신호(differential signaling) 전달 방식을 사용할 수 있다.

[0056]

[0057] 본 실시예에 의한 변조 방법, 복조 방법 및 변조 장치와 복조 장치에 의하면 종래 기술의 UWB 통신 방식에서 높은 데이터 전송율로 데이터 통신이 가능하다는 장점이 제공된다.

[0059] **모의 실험예**

[0060] 이하에서는 도 7 내지 도 9를 참조하여 본 실시예의 모의 실험예를 설명한다. 도 7은 본 실시예에 의한 변조 방법에 따라 형성된 진폭 변조된 임펄스를 도시한 도면이다. 도 7을 참조하면, 진폭 변조부에 포함된 푸쉬풀 스테이지에는 2 비트의 데이터와 임펄스 윈도우가 입력된다. 푸쉬풀 스테이지는 임펄스 윈도우에 따라 임펄스를 형성하며, 도시된 것과 같이 2 비트의 데이터에 상응하도록 임펄스의 진폭을 변조할 수 있다.

[0061] 도 8은 포락선 검출기가 도 7로 예시된 임펄스 신호의 포락선 신호를 검출하여 형성한 포락선 신호의 예를 도시한 도면이다. 도 8을 참조하면, 포락선 신호는 2 비트의 데이터에 따라 진폭 변조된 임펄스 신호의 크기에 상응하도록 포락선 신호를 형성하는 것을 확인할 수 있다.

[0062] 도 9은 임의의 데이터에 따라 시간차 변조 및 진폭 변조된 임펄스 신호들을 중첩하여 도시된 도면이다. 도 9를 참조하면 싱크 임펄스의 진폭이 데이터에 의하여 변조된 것을 확인할 수 있으며, 데이터에 의하여 싱크 임펄스와 데이터 임펄스 사이의 시간차가 변조된 것을 확인할 수 있다.

[0063] 본 발명에 대한 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 실시를 위한 실시예로, 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범

위에 의해 정해져야 할 것이다.

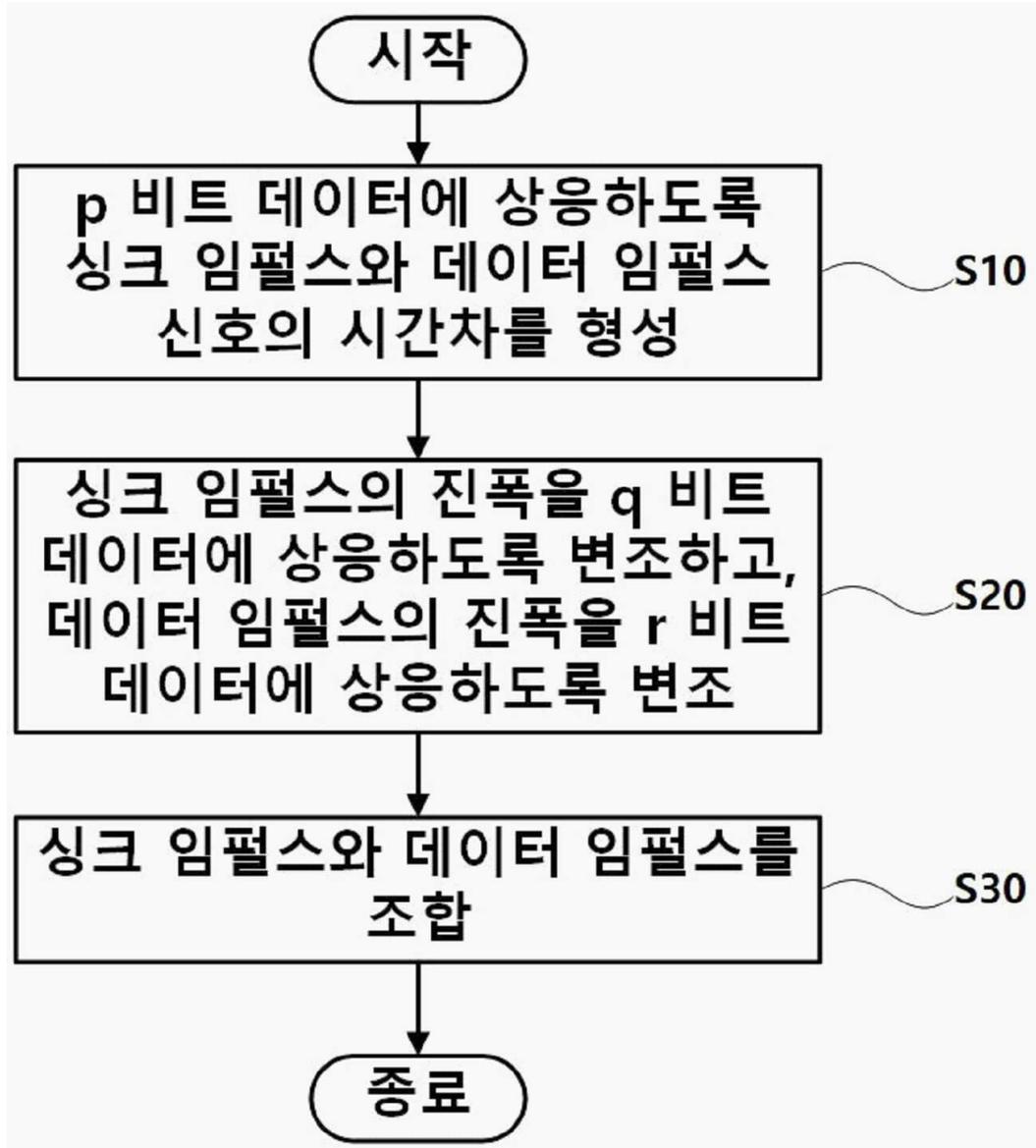
부호의 설명

[0064]

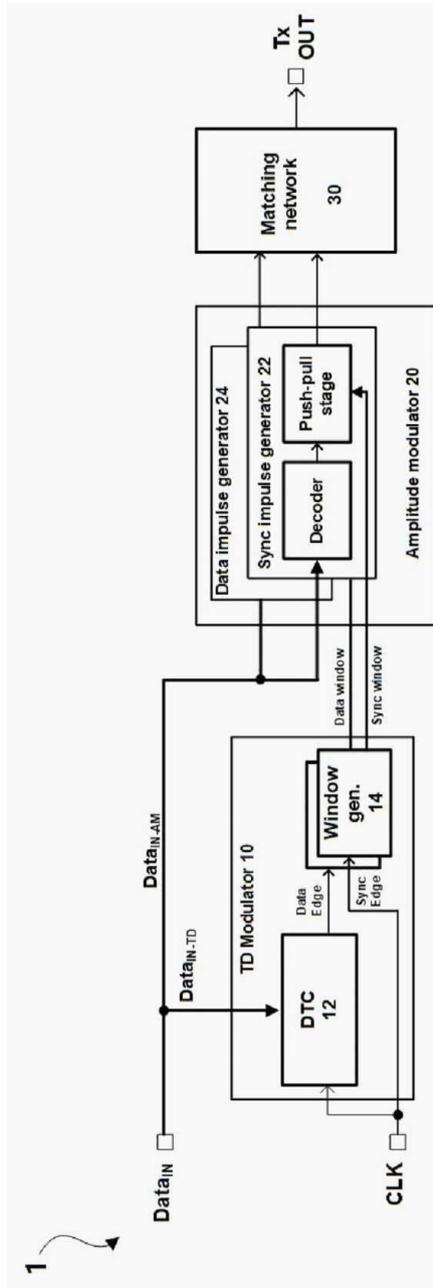
- S10 ~ S30: 본 실시예에 의한 변조 방법의 개요적 각 단계
- S100 ~ S300: 본 실시예에 의한 복조 방법의 개요적 각 단계
- 1: 변조 장치
- 10: 시간차 변조부
- 12: 디지털 시간 변환기
- 14: 윈도우 제너레이터
- 20: 진폭 변조부
- 22: 싱크 임펄스 제너레이터
- 24: 데이터 임펄스 제너레이터
- 30: 매칭부
- 2: 복조 장치
- 100: 아날로그 초단
- 200: 시간차 복조 경로
- 210: 비교기
- 220: 에지 검출기
- 230: 시간 디지털 변환기
- 300: 진폭 복조 경로
- 310: 피크 검출기
- 320: 아날로그 디지털 변환기

도면

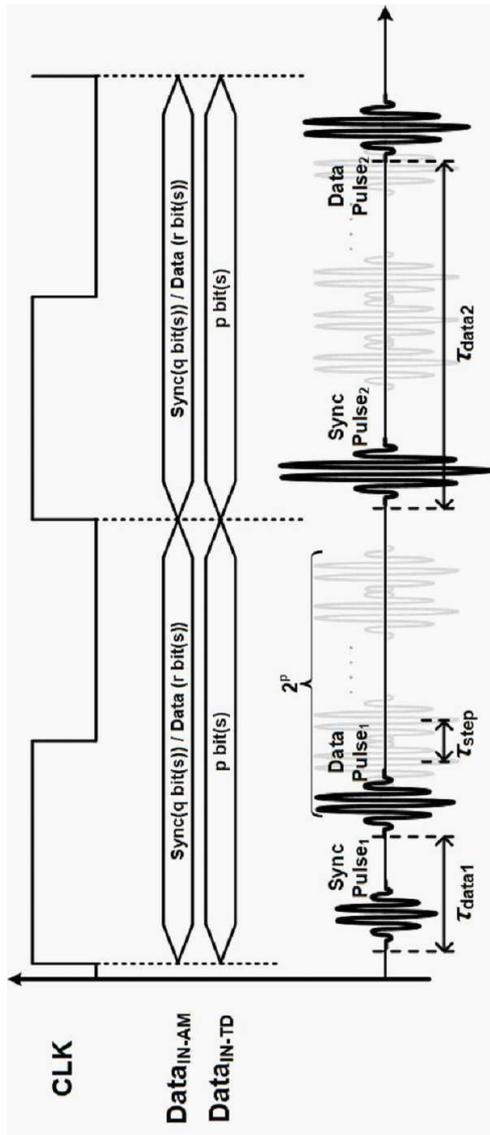
도면1



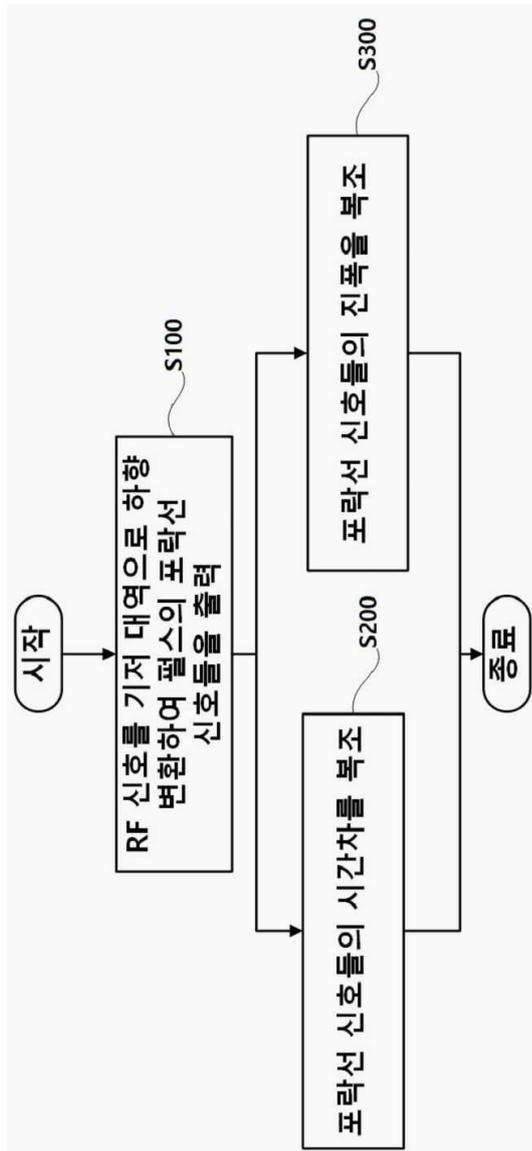
도면2



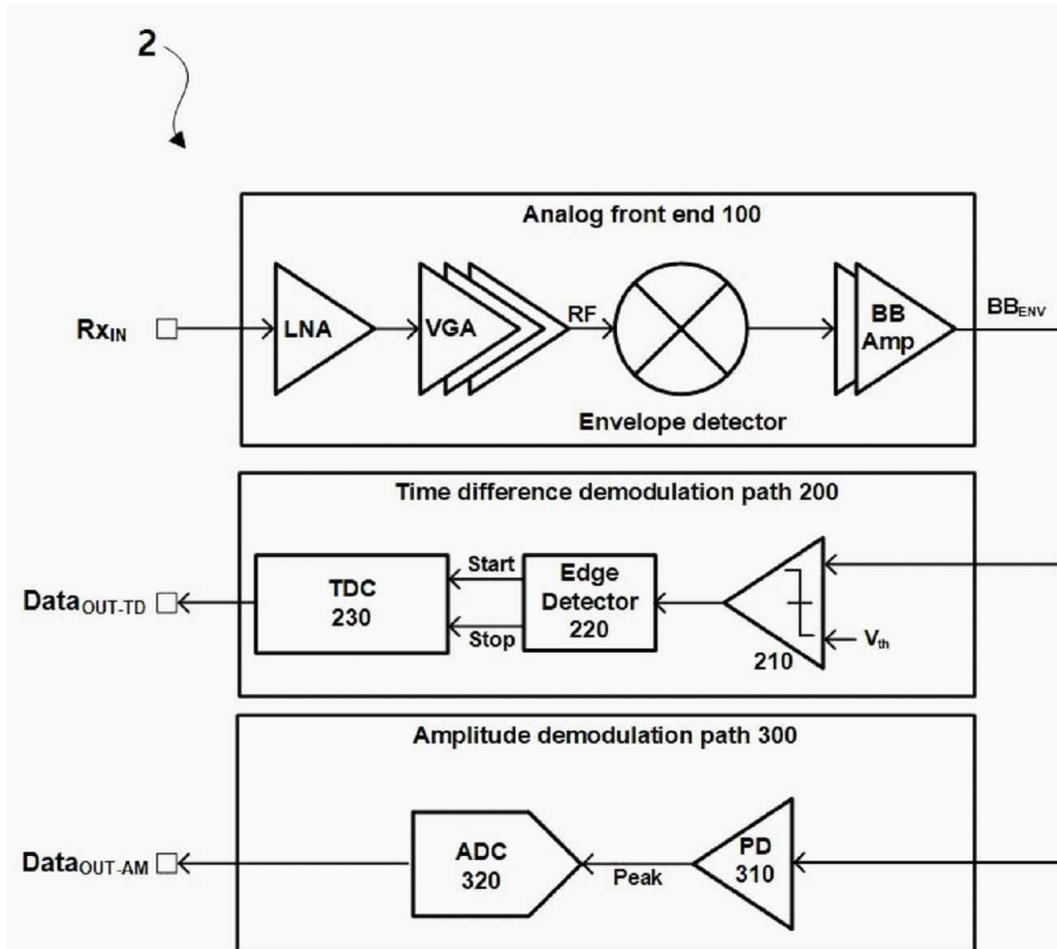
도면3



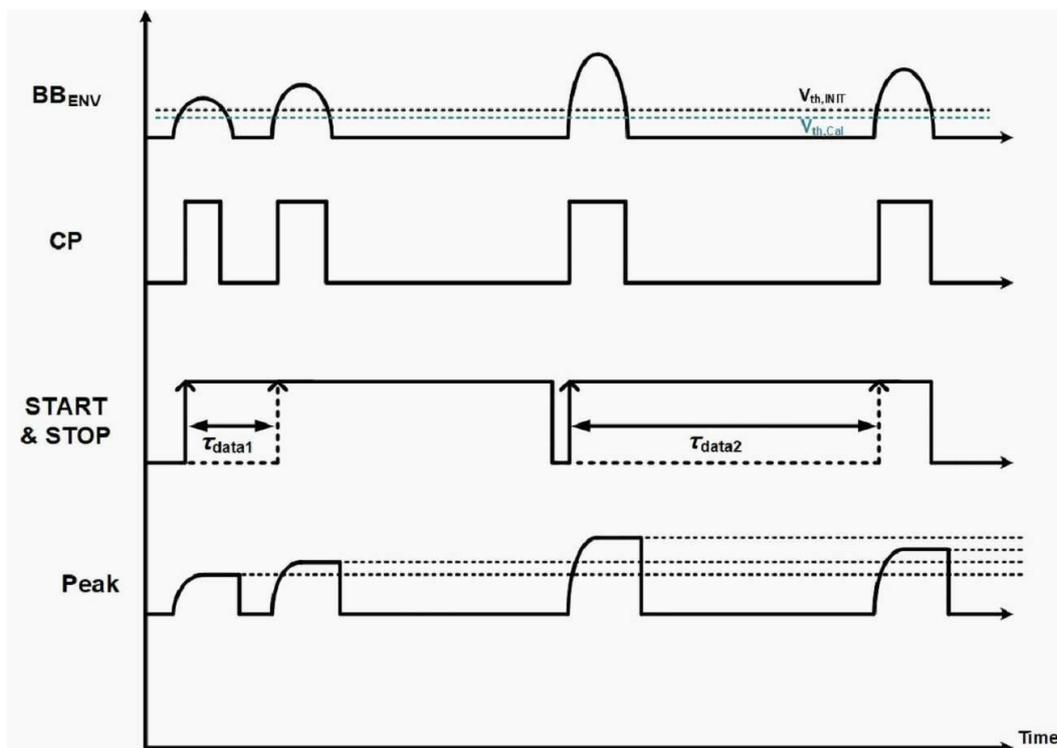
도면4



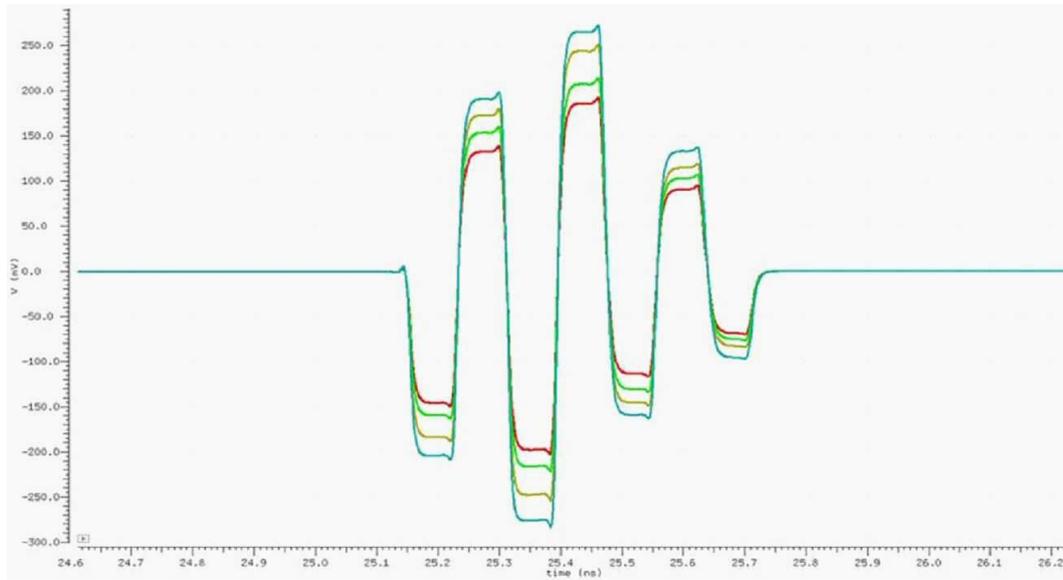
도면5



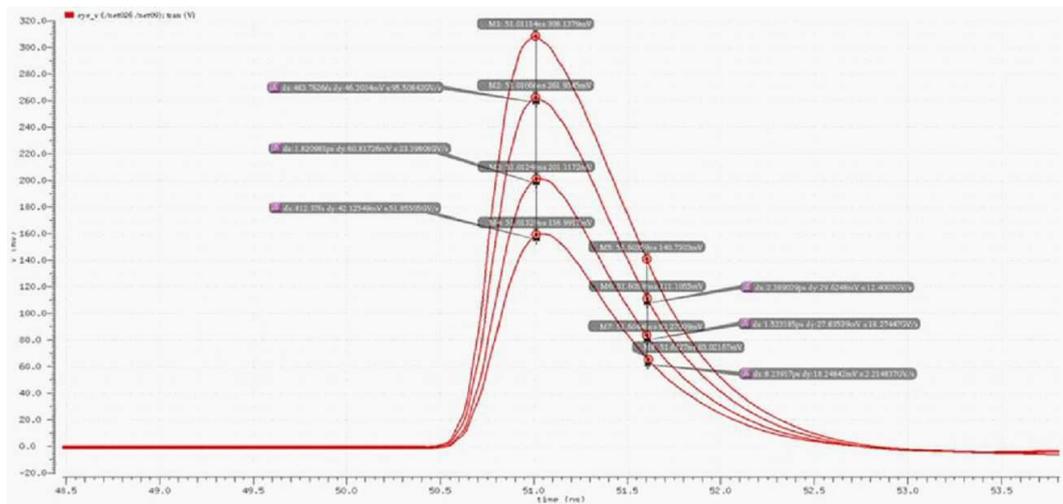
도면6



도면7



도면8



도면9

