



특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-0928611 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2008-0014465 호
	출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2008년 02월 18일
	등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2009년 11월 18일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)
신호 복조 방법 및 그 장치

특허권자 (PATENTEE)
연세대학교 산학협력단(274171-0*****)
서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

발명자 (INVENTOR)
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록
되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2009년 11월 18일



특 허 청

COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



등록사항

특허 등록 제 10-0928611 호
(PATENT NUMBER)

발명자 (INVENTOR)
최우영

김두호



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월26일
(11) 등록번호 10-0928611
(24) 등록일자 2009년11월18일

(51) Int. Cl.
H04L 27/22 (2006.01) H04L 27/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0014465
(22) 출원일자 2008년02월18일
심사청구일자 2008년02월18일
(65) 공개번호 10-2009-0089099
(43) 공개일자 2009년08월21일
(56) 선행기술조사문헌
KR100826248 B1
US20080116968 A1
KR1019960015387 B1

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교
(72) 발명자
최우영
-
-
김두호
-
(74) 대리인
특허법인무한

전체 청구항 수 : 총 14 항

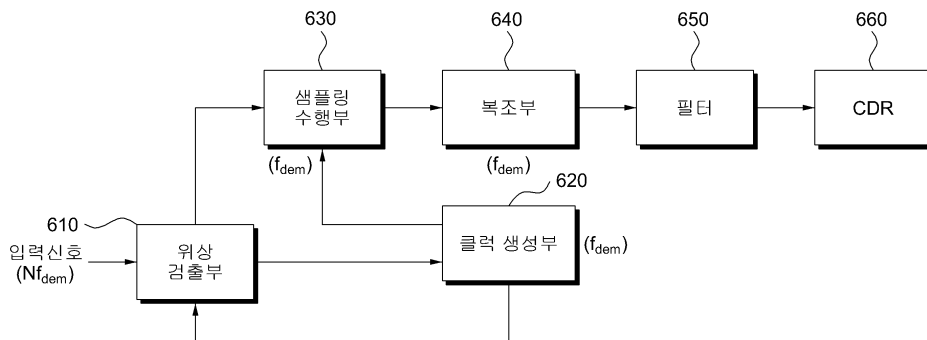
심사관 : 최진호

(54) 신호 복조 방법 및 그 장치

(57) 요약

신호 복조 방법 및 그 장치가 개시된다. 신호 복조 방법은 제1 주파수를 갖는 반송파로 변조된 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출하는 위상 검출부, 상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 복조 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 클럭 생성부, 상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 샘플링 수행부 및 상기 샘플링 수행부의 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호를 복조하는 복조부를 포함하며, 상기 제1 주파수는 상기 복조 주파수의 정수배이다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

제1 주파수를 갖는 반송파로 변조된 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출하는 위상 검출부;

상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 복조 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 클럭 생성부;

상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 샘플링 수행부; 및

상기 샘플링 수행부의 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호를 복조하는 복조부

를 포함하고,

상기 제1 주파수는 상기 복조 주파수의 정수배인 것을 특징으로 하는 신호 복조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 샘플링 수행부는

상기 클럭 신호의 상승 에지 및 하강 에지가 발생하는 시간에서 상기 입력 신호를 샘플링하는 것을 특징으로 하는 신호 복조 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 클럭 생성부는

상기 입력 신호의 변조 방식에 상응하는 위상 차를 가지고 상승 또는 하강하는 상기 클럭 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 신호 복조 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복조부는

상기 클럭 신호의 상승 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 비반전(non-inverting)시키고, 상기 클럭 신호의 하강 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 반전시켜서 상기 입력 신호를 복조하는 것을 특징으로 하는 신호 복조 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 입력 신호는 위상 편이 방식(Phase Shift Keying, PSK)에 따라 변조된 신호인 것을 특징으로 하는 신호 복조 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 주파수는 57GHz에서부터 66GHz까지의 범위에 속하는 주파수인 것을 특징으로 하는 신호 복조 장치.

청구항 7

변조된 전송 신호를 수신하는 적어도 하나의 안테나;

상기 수신된 전송 신호의 파워를 증폭하는 증폭기;

상기 증폭기와 연결되고, 상기 전송 신호의 주파수를 변환하여 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 생성하는 믹서;

및

제2 주파수를 갖는 클럭 신호를 이용하여 상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 복조하는 신호 복조부를 포함하고,

상기 제1 주파수는 상기 제2 주파수의 정수배인 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 신호 복조부는

상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출하는 위상 검출부;

상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 상기 제2 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 클럭 생성부;

상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 샘플링 수행부; 및

상기 샘플링 수행부의 샘플링 결과에 따라 상기 입력 신호를 복조하는 복조부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 복조부는

상기 클럭 신호의 상승 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 비반전(non-inverting)시키고, 상기 클럭 신호의 하강 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 반전시켜서 상기 입력 신호를 복조하는 것을 특징으로 하는 수신기.

청구항 10

제1 주파수를 갖는 반송파로 변조된 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호 위상 정보를 검출하는 단계;

상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 복조 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 단계;

상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 단계; 및

상기 입력 신호를 샘플링하는 단계로부터 생성된 샘플링 결과에 따라 상기 입력 신호를 복조하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 주파수는 상기 복조 주파수의 정수배인 것을 특징으로 하는 신호 복조 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 입력 신호를 복조하는 단계는

상기 클럭 신호의 상승 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 비반전(non-inverting)시키고, 상기 클럭 신호의 하강 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 반전시켜서 상기 입력 신호를 복조하는 단계인 것을 특징으로 하는 신호 복조 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 입력 신호를 샘플링하는 단계는

상기 클럭 신호의 상승 에지 및 하강 에지가 발생하는 시간에서 상기 입력 신호를 샘플링하는 단계인 것을 특징으로 하는 신호 복조 방법.

청구항 13

적어도 하나의 안테나를 통하여 변조된 전송 신호를 수신하는 단계;

증폭기를 이용하여 상기 수신된 전송 신호의 파위를 증폭하는 단계;

상기 증폭기와 연결된 믹서를 이용하여 상기 전송 신호의 주파수를 변환하여 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 생성하는 단계; 및

제2 주파수를 갖는 클럭 신호를 이용하여 상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 복조하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 주파수는 상기 제2 주파수의 정수배인 것을 특징으로 하는 신호 수신 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 복조하는 단계는

상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출하는 단계;

상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 상기 제2 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 단계;

상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 단계; 및

상기 입력 신호를 샘플링하는 단계로부터 생성된 샘플링 결과에 따라 상기 입력 신호를 복조하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 신호 수신 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 무선 통신 환경을 비롯한 다양한 통신 환경에서 수신된 신호를 복조하는 기술과 관련된 것이다.

배경기술

<2> 최근, 60GHz 이상의 주파수 대역과 같은 초고주파 대역에 대한 관심이 증가하고 있다. 그리고, 초고주파 대역의 신호를 수신하고, 수신된 신호를 처리하기 위한 무선 회로의 설계에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

<3> 초고주파 대역의 신호를 위한 무선 수신기는 일반적으로 슈퍼헤테로다인 방식을 이용하여 신호를 수신하고, 수신된 신호를 복조한다. 즉, 슈퍼헤테로다인 방식에 따른 무선 수신기는 수신된 신호를 중간 주파수의 신호로 변환하고, 변환된 신호를 복조한다. 이 때, 중간 주파수는 조절될 수 있다.

<4> 중간 주파수가 낮을수록 무선 신호를 중간 주파수로 변환하는 데에 사용되는 위상 동기 루프의 동작 주파수는 높아짐으로써 낮은 위상 잡음을 갖는 무선 수신기를 설계하는 데에 어려움이 있다. 또한, 중간 주파수가 낮을수록 넓은 대역 신호를 위한 대역 통과 필터가 설계되기 어려워진다. 반대로, 중간 주파수가 높을수록 복조기는 높은 주파수의 신호를 복조해야 함으로써 복조기에 대한 설계가 어려워지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

<5> 본 발명은 복조기가 낮은 복조 주파수를 사용하고도 높은 주파수의 입력 신호를 복조함으로써 수신기의 회로를 설계하는 데에서 발생하는 부담을 감소시킬 수 있는 신호 복조 장치 및 그 방법을 제공한다.

<6> 또한, 본 발명은 수신된 신호를 중간 주파수의 신호로 변환하지 않고도 낮은 복조 주파수를 사용하는 복조기를

이용하여 높은 주파수를 갖는 수신된 신호를 복조할 수 있는 신호 복조 장치 및 그 방법을 제공한다.

<7> 또한, 본 발명은 간단한 구조를 갖는 복조기를 이용하여 높은 주파수를 갖는 입력 신호를 복조함으로써 수신기를 소형화하고, 수신기의 파워 소모를 감소시킬 수 있는 신호 복조 장치 및 그 방법을 제공한다.

과제 해결수단

<8> 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 장치는 제1 주파수를 갖는 반송파로 변조된 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출하는 위상 검출부, 상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 복조 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 클럭 생성부, 상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 샘플링 수행부 및 상기 샘플링 수행부의 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호를 복조하는 복조부를 포함하고, 상기 제1 주파수는 상기 복조 주파수의 정수배이다.

<9> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 수신기는 변조된 전송 신호를 수신하는 적어도 하나의 안테나, 상기 수신된 전송 신호의 파워를 증폭하는 증폭기, 상기 증폭기와 연결되고, 상기 전송 신호의 주파수를 변환하여 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 생성하는 믹서 및 제2 주파수를 갖는 클럭 신호를 이용하여 상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 복조하는 신호 복조부를 포함하고, 상기 제1 주파수는 상기 제2 주파수의 정수배이다.

<10> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법은 제1 주파수를 갖는 반송파로 변조된 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출하는 단계, 상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 복조 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성하는 단계, 상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링하는 단계 및 상기 입력 신호를 샘플링하는 단계로부터 생성된 샘플링 결과에 따라 상기 입력 신호를 복조하는 단계를 포함한다.

<11> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 수신 방법은 적어도 하나의 안테나를 통하여 변조된 전송 신호를 수신하는 단계, 증폭기를 이용하여 상기 수신된 전송 신호의 파워를 증폭하는 단계, 상기 증폭기와 연결된 믹서를 이용하여 상기 전송 신호의 주파수를 변환하여 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 생성하는 단계 및 제2 주파수를 갖는 클럭 신호를 이용하여 상기 제1 주파수를 갖는 입력 신호를 복조하는 단계를 포함한다.

효 과

<12> 본 발명은 복조기가 낮은 복조 주파수를 사용하고도 높은 주파수의 입력 신호를 복조함으로써 수신기의 회로를 설계하는 데에서 발생하는 부담을 감소시키는 신호 복조 장치 및 그 방법을 제공할 수 있다

<13> 또한, 본 발명은 수신된 신호를 중간 주파수의 신호로 변환하지 않고도 낮은 복조 주파수를 사용하는 복조기를 이용하여 높은 주파수를 갖는 수신된 신호를 복조하는 신호 복조 장치 및 그 방법을 제공할 수 있다.

<14> 또한, 본 발명은 간단한 구조를 갖는 복조기를 이용하여 높은 주파수를 갖는 입력 신호를 복조함으로써 수신기를 소형화하고, 수신기의 파워 소모를 감소시키는 신호 복조 장치 및 그 방법을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<15> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

<16> 도 1은 일반적인 코스타스 루프(COSTAS loop)를 나타낸 도면이다.

<17> 도 1을 참조하면, 코스타스 루프는 세 개의 믹서들(110, 130, 160), 두 개의 저역 통과 필터들(120, 170), 루프 필터(140) 및 VCO(Voltage Controlled Oscillator, 150)를 포함한다.

<18> 믹서(110)는 외부로부터 입력된 변조된 신호($m(t)\cos(\omega t)$)와 VCO(150)로부터 출력되는 정현파 신호($\cos(\omega t + \theta)$)를 믹싱한다. 마찬가지로, 믹서(160)은 외부로부터 입력된 변조된 신호($m(t)\cos(\omega t)$)와 정현파 신호($\sin(\omega t + \theta)$)를 믹싱한다. 그리고, 두 개의 저역 통과 필터들(120, 170)은 믹서들(110, 160)으로부터 입력된 신호를 필터링한다. 여기서, θ 는 송신기 및 수신기 사이에 위상 차이이다.

<19> 저역 통과 필터(120)으로 입력된 신호는 $m(t)\cos(\omega t) * \cos(\omega t + \theta) = m(t)\{\cos\theta + \cos(2\omega t + \theta)\}/2$ 이며, 저역 통과 필터(170)으로 입력된 신호는 $m(t)\cos(\omega t) * \sin(\omega t + \theta) = m(t)\{\sin\theta + \sin(2\omega t + \theta)\}/2$ 이다. 이 때, 저역 통과 필터들(120, 170) 각각은 $m(t)\cos\theta$ 및 $m(t)\sin\theta$ 를 출력한다. 이 때, θ 는 '0'으로 수렴하므로, 결국 $m(t)$ 가 복원될 수 있다.

<20> 한편, 믹서(130)은 저역 통과 필터들(120, 170)로부터 출력된 신호들을 믹싱하고, 믹싱된 신호($\sin(\theta)$)를 루프

필터(140)로 출력한다. 믹싱된 신호($\sin(\theta)$)는 루프 필터(140)를 거쳐 VCO(150)로 출력된다. VCO(150)는 루프 필터(140)로부터 출력된 신호를 이용하여 발진 신호를 생성한다.

- <21> 다만, 코스타스 루프를 이용하여 높은 주파수를 갖는 반송파를 복원하는 데에는 LPF를 설계하는 데에 어려움이 있다. 특히, 아날로그 필터는 고주파 대역에서 주파수 응답의 평탄도가 좋지 않고, 회로 면적이 크다.
- <22> 도 2는 낮은 중간 주파수를 사용하고, 중간 주파수와 동일한 복조 주파수를 사용하는 무선 수신기를 나타낸 블록도이다.
- <23> 도 2를 참조하면, 무선 수신기는 안테나(210), 증폭기(220), 믹서(230), 위상 동기 루프(240) 및 복조기(250)를 포함한다.
- <24> 안테나(210)는 송신기로부터 전송된 f_{RF} 의 전송 주파수를 갖는 전송 신호를 수신한다. 이 때, 증폭기(220)는 수신된 신호의 파워를 증폭한다.
- <25> 또한, 믹서(230)는 위상 동기 루프(240)로부터 입력되는 $f_{RF}-f_{IF}$ 의 주파수를 갖는 신호를 이용하여 수신된 신호의 주파수를 f_{IF} 의 주파수를 갖는 복조기(250)에 대한 입력 신호로 변환한다. 여기서, f_{IF} 는 중간 주파수이며, 복조기(250)가 동작하는 복조 주파수와 동일하다.
- <26> 복조기(250)는 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 신호로 변환된 수신된 신호를 복조한다. 따라서, 수신된 신호는 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 신호로 변환된 후 복조되므로, 도 2에 도시된 무선 수신기에서, 수신된 신호는 반드시 믹서(230)를 통하여 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 신호로 변환되어야 한다.
- <27> 다만, 중간 주파수(f_{IF})가 낮을수록, 위상 동기 루프(240)에서 사용되는 주파수는 높아지므로, 위상 동기 루프(240)의 위상 잡음이 증가하는 문제가 발생한다. 또한, 중간 주파수(f_{IF})가 낮을수록 높은 주파수 대역에서 동작하는 대역 통과 필터를 설계하기 어려워진다. 반대로, 중간 주파수(f_{IF})가 높은 경우, 복조기(250)가 동작하는 복조 주파수가 증가하므로, 복조기(250)의 설계가 어려워진다.
- <28> 도 3은 도 2에 도시된 복조기(250)를 나타낸 블록도이다.
- <29> 도 2를 참조하면, 복조기(250)는 위상 검출부(310), 클럭 생성부(320), 샘플링 수행부(330), 복조부(340), 필터(350) 및 CDR(360, Clock Data Recovery)를 포함한다.
- <30> 위상 검출부(310)는 복조기(250)에 대한 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출한다. 여기서, 입력 신호는 믹서를 통과한 신호로서 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 신호이다.
- <31> 또한, 클럭 생성부(320)는 위상 정보를 이용하여 입력 신호와 동기되는 클럭 신호를 생성한다. 여기서, 클럭 신호는 복조기(250) 고유의 동작 주파수인 복조 주파수를 가지며, 도 3에 도시된 복조기(250)에서 복조 주파수는 중간 주파수(f_{IF})와 동일하다.
- <32> 또한, 샘플링 수행부(330)는 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 클럭 신호에 응답하여 입력 신호를 샘플링한다. 즉, 샘플링 수행부(330)는 복조 주파수에 따라 상승 또는 하강하는 클럭 신호에 응답하여 입력 신호를 샘플링한다. 이 때, 샘플링 수행부(330)는 클럭 신호의 상승 에지 및 하강 에지가 발생하는 시간에서 입력 신호를 샘플링할 수 있다.
- <33> 또한, 복조부(340)는 샘플링 수행부(330)의 샘플링 결과를 이용하여 입력 신호를 복조한다.
- <34> 또한, 필터(350)는 복조된 입력 신호의 잡음을 제거하며, CDR(360)은 복조된 입력 신호로부터 클럭 및 데이터를 복원한다. 이 때, 필터(350) 및 CDR(360)은 경우에 따라 생략될 수 있다.
- <35> 결국, 도 3에 도시된 복조기(250)는 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 입력 신호를 중간 주파수(f_{IF})와 동일한 복조 주파수를 이용하여 복조한다. 도 3에 도시된 복조기(250)는 도 1과 관련하여 설명한 바와 같이 아날로그 저역 통과 필터 등을 사용하지 않고도 입력 신호를 효율적으로 복조할 수 있다. 다만, 도 3에 도시된 복조기(250)는 중간 주파수(f_{IF})와 복조기(250)가 동작하는 복조 주파수가 동일하므로, 믹서가 반드시 요구된다. 또한, 입력 신호가 반드시 중간 주파수(f_{IF})를 갖는 신호로 변환되어야 하며, 특히, 중간 주파수(f_{IF})가 높은 경우, 높은 복조 주파

수를 갖는 복조기(250)를 설계하기 어려워진다.

- <36> 도 4는 도 2에 도시된 복조기(250)의 동작의 일예를 나타낸 타이밍도이다.
- <37> 도 4를 참조하면, 원래의 신호는 (a)에 도시된 바와 같고, (b)에 도시된 바와 같은 반송파를 이용하여 원래의 신호가 BPSK 방식에 따라 변조되는 경우, 변조된 신호는 (c)와 같이 나타낼 수 있다. 이 때, 변조된 신호는 입력 신호로서 복조기(250)로 입력되며, 설명의 편의를 위해 변조된 신호는 중간 주파수를 갖는다고 가정한다.
- <38> 복조기(250)는 중간 주파수를 가지는 클럭 신호를 생성한다. 이 때, 복조기(250)는 (d)에 도시된 바와 같이, 입력 신호의 위상 정보를 이용하여 변조된 신호가 피크가 되는 시간에서 상승 또는 하강하는 클럭 신호를 생성할 수 있다.
- <39> 이 때, 도 4와 관련하여 변조된 신호가 BPSK로 변조되었다고 가정하였으므로, 반송파의 위상과 동일한 위상을 가지는 클럭 신호(점선)와 반송파의 위상과 $\pi/2$ 의 위상 차를 가지는 클럭 신호가 도시되어 있다. 다만, 변조된 신호는 N-PSK(N은 자연수임.) 방식에 따라 변조될 수 있으며, 이러한 경우 복조기(250)는 N 개의 클럭 신호들을 생성할 수 있고, N 개의 클럭 신호들 각각은 π/N 의 위상 차를 갖는다.
- <40> 복조기(250)는 클럭 신호의 상승 에지 및 하강 에지가 발생하는 시간에서 변조된 신호를 샘플링한다. 따라서, 샘플링된 레벨은 (e)와 같이 도시될 수 있다.
- <41> 또한, 복조기는 클럭 신호의 상승 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 비반전(non-inverting)시키고, 클럭 신호의 하강 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 반전시켜서 변조된 신호를 복조한다. 결국, 복조된 레벨은 (f)와 같이 도시될 수 있으며, 원래의 신호가 (G)와 같이 복조될 수 있다.
- <42> 도 4와 관련하여, 복조기(250)의 복조 주파수와 중간 주파수가 동일한 경우, 복조기(250) 동작의 일예를 설명하였으며, 도 5 내지 도 8과 관련하여 중간 주파수가 존재하지 않거나 중간 주파수가 복조 주파수보다 높은 경우, 본 발명의 동작에 대해 설명하겠다.
- <43> 도 5는 높은 중간 주파수를 사용하고, 중간 주파수보다 낮은 복조 주파수를 사용하는 무선 수신기를 나타낸 블록도이다.
- <44> 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 수신기는 안테나(510), 증폭기(520), 믹서(530), 위상 동기 루프(540) 및 복조기(550)를 포함한다. 여기서, 믹서(530) 및 위상 동기 루프(540)는 수신된 신호의 주파수(f_{RF})와 복조기(550)에 대한 입력 신호의 주파수(Nf_{dem})가 동일한 경우, 생략될 수 있다. 여기서, N은 정수이다.
- <45> 안테나(510)는 송신기로부터 전송된 f_{RF} 의 전송 주파수를 갖는 전송 신호를 수신한다. 이 때, 증폭기(220)는 수신된 신호의 파워를 증폭한다.
- <46> 또한, 믹서(530)는 위상 동기 루프(540)로부터 입력되는 $f_{RF}-Nf_{dem}$ 의 주파수를 갖는 신호를 이용하여 수신된 신호의 주파수를 Nf_{dem} 의 주파수를 갖는 복조기(250)에 대한 입력 신호로 변환한다. 이 때, 위상 동기 루프(540)는 도 2에 도시된 위상 동기 루프(240)가 사용하는 주파수보다 비교적 낮은 주파수를 사용할 수 있으므로, 위상 잡음에 강인하게 설계될 수 있다.
- <47> 복조기(550)는 Nf_{dem} 의 주파수를 갖는 입력 신호를 f_{dem} 의 복조 주파수를 이용하여 복조한다. 즉, 입력 신호의 주파수(Nf_{dem})가 복조 주파수(f_{dem})보다 높더라도, 복조기(550)는 복조 주파수(f_{dem})를 높이지 않고도 입력 신호를 복조할 수 있다. 따라서, 복조기(550)의 설계가 쉬워질 수 있다.
- <48> 도 6은 도 5에 도시된 복조기를 나타낸 블록도이다.
- <49> 도 6을 참조하면, 복조기(550)는 위상 검출부(610), 클럭 생성부(620), 샘플링 수행부(630), 복조부(640), 필터(650) 및 CDR(660, Clock Data Recovery)를 포함한다.
- <50> 위상 검출부(610)는 복조기(550)에 대한 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출한다. 여기서, 입력 신호는 대역 통과 필터를 통과하여 잡음이 제거된 신호일 수 있으며, 경우에 따라 믹서를 통과한 신호일 수 있다. 즉, 송신기의 전송 주파수가 Nf_{dem} 인 경우, 믹서는 필요하지 않을 수 있으나, 전송 주파수가 Nf_{dem} 이 아닌 경우 입력 신호는 믹서를 통과한 신호일 수 있다. 그리고, 입력 신호는 위상 편이 방식(Phase Shift Keying, PSK)에 따라 변조된 신호로서, 57GHz에서부터 66GHz까지의 범위에 속하는 주파수를 가

질 수 있다.

- <51> 또한, 클럭 생성부(620)는 위상 정보를 이용하여 입력 신호와 동기되는 클럭 신호를 생성한다. 여기서, 클럭 신호는 복조기(550) 고유의 동작 주파수인 복조 주파수(f_{dem})를 갖는다. 이 때, 클럭 생성부(620)는 상기 입력 신호의 변조 방식에 상응하는 위상 차를 가지고 상승 또는 하강하는 상기 클럭 신호를 생성할 수 있다.
- <52> 또한, 샘플링 수행부(630)는 복조 주파수(f_{dem})를 갖는 클럭 신호에 응답하여 입력 신호를 샘플링한다. 즉, 샘플링 수행부(630)는 복조 주파수(f_{dem})에 따라 상승 또는 하강하는 클럭 신호에 응답하여 입력 신호를 샘플링한다. 이 때, 샘플링 수행부(630)는 클럭 신호의 상승 에지 및 하강 에지가 발생하는 시간에서 입력 신호를 샘플링할 수 있다.
- <53> 또한, 복조부(640)는 상기 샘플링 수행부(630)의 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호를 복조한다. 즉, 복조부(640)는 상기 클럭 신호의 상승 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 비반전(non-inverting)시키고, 상기 클럭 신호의 하강 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 반전시켜서 상기 입력 신호를 복조할 수 있다.
- <54> 또한, 필터(650)는 복조된 입력 신호의 잡음을 제거하며, CDR(660)은 복조된 입력 신호로부터 클럭 및 데이터를 복원한다. 이 때, 필터(650) 및 CDR(660)은 경우에 따라 생략될 수 있다.
- <55> 도 5 및 도 6에 도시된 복조기(550)의 구체적인 동작에 대해서는 도 7과 관련하여 상세히 설명한다.
- <56> 도 7은 도 5에 도시된 복조기(550)의 동작의 일예를 나타낸 타이밍도이다.
- <57> 도 7을 참조하면, 원래의 신호는 (a)에 도시된 바와 같으며, 도 4의 (a) 내지 (g)에 도시된 사항들이 도 7의 (a) 내지 (g)에 동일하게 도시되어 있다. 이하에서는 N은 5로서, 입력 신호의 주파수(Nf_{dem})가 복조기(550)의 복조 주파수보다 5배 높다고 가정한다.
- <58> (c)에 도시된 변조된 신호를 참조하면, $5f_{dem}$ 의 주파수로 변조된 신호는 (h)와 같이 도시될 수 있다. 이 때, 복조기(550)는 (d)에 도시된 f_{dem} 의 주파수를 갖는 클럭 신호를 이용하여 $5f_{dem}$ 의 주파수로 변조된 신호를 샘플링할 수 있다. 이 때, 샘플링된 레벨은 (i)와 같이 도시될 수 있다.
- <59> 또한, 복조기(550)는 (i)에 도시된 샘플링 레벨들에 대하여 상기 클럭 신호의 상승 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 비반전(non-inverting)시키고, 상기 클럭 신호의 하강 에지가 발생하는 시간에서 생성된 샘플링 결과를 반전시켜 복조된 레벨을 얻을 수 있다. 즉, 복조된 레벨은 (j)와 같이 나타낼 수 있으며, 그에 따라 (k)에 도시된 바와 같이 복조된 신호가 얻어질 수 있다.
- <60> 결국, 도 7을 참조하면, 복조기(550)는 입력 신호의 주파수($5f_{dem}$)보다 낮은 복조 주파수(f_{dem})를 이용하여 입력 신호를 잘 복조할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 입력 신호의 주파수를 중간 주파수로 변환하기 위한 노력들을 절감할 수 있으며, 복조 주파수를 필요 이상으로 높일 필요가 없다.
- <61> 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.
- <62> 도 8을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법은 제1 주파수를 갖는 반송파로 변조된 입력 신호에 대한 샘플링 결과를 기초로 상기 입력 신호의 위상 정보를 검출한다(S810).
- <63> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법은 상기 위상 정보를 이용하여 상기 입력 신호와 동기되는 복조 주파수를 갖는 클럭 신호를 생성한다(S820).
- <64> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법은 상기 생성된 클럭 신호에 응답하여 상기 입력 신호를 샘플링한다(S830).
- <65> 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법은 상기 입력 신호를 샘플링하는 단계(S830)로부터 생성된 샘플링 결과에 따라 상기 입력 신호를 복조한다(S840).
- <66> 도 1 내지 도 7을 통하여 설명된 사항은 본 발명의 신호 복조 방법에 그대로 적용될 수 있으며, 본 발명의 신호 복조 방법에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- <67> 본 발명에 따른 신호 복조 방법 및 신호 수신 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령,

데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

<68> 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

<69> 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

<70> 도 1은 일반적인 코스타스 루프(COSTAS loop)를 나타낸 도면이다.

<71> 도 2는 낮은 중간 주파수를 사용하고, 중간 주파수와 동일한 복조 주파수를 사용하는 무선 수신기를 나타낸 블록도이다.

<72> 도 3은 도 2에 도시된 복조기를 나타낸 블록도이다.

<73> 도 4는 도 2에 도시된 복조기의 동작의 일예를 나타낸 타이밍도이다.

<74> 도 5는 높은 중간 주파수를 사용하고, 중간 주파수보다 낮은 복조 주파수를 사용하는 무선 수신기를 나타낸 블록도이다.

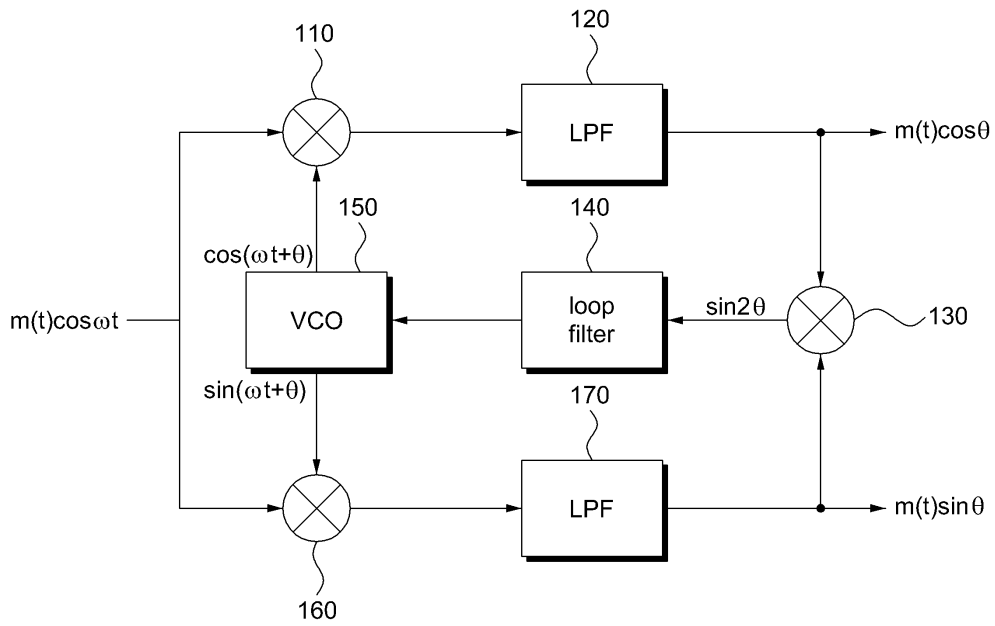
<75> 도 6은 도 5에 도시된 복조기를 나타낸 블록도이다.

<76> 도 7은 도 5에 도시된 복조기의 동작의 일예를 나타낸 타이밍도이다.

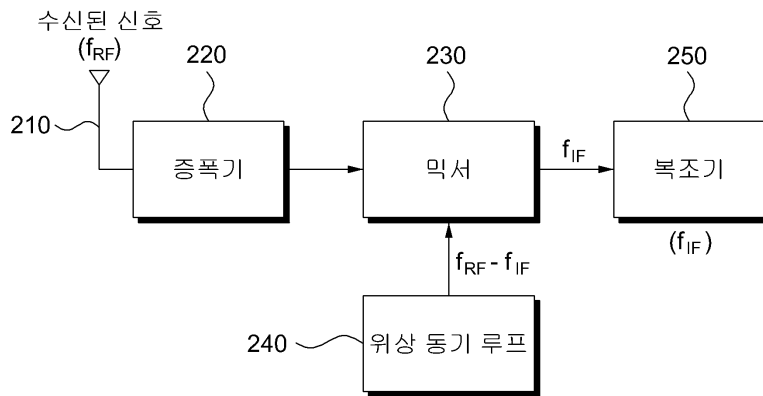
<77> 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 신호 복조 방법을 나타낸 동작 흐름도이다.

도면

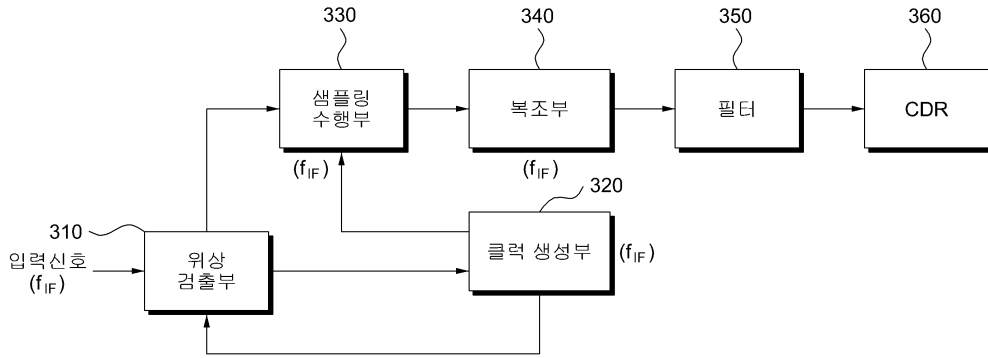
도면1



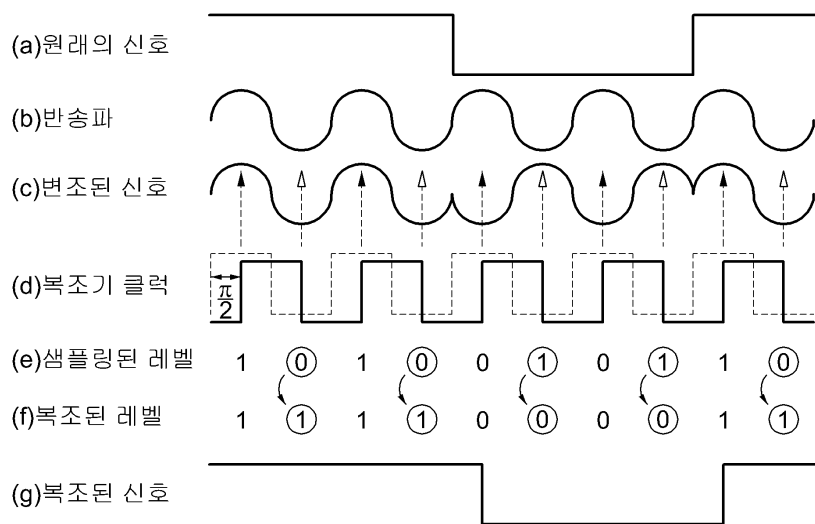
도면2



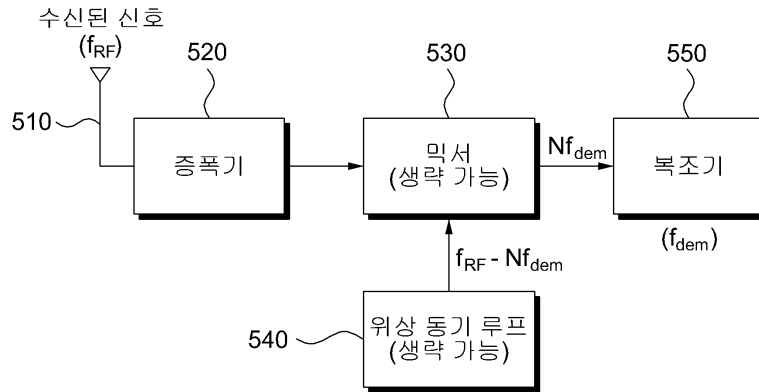
도면3



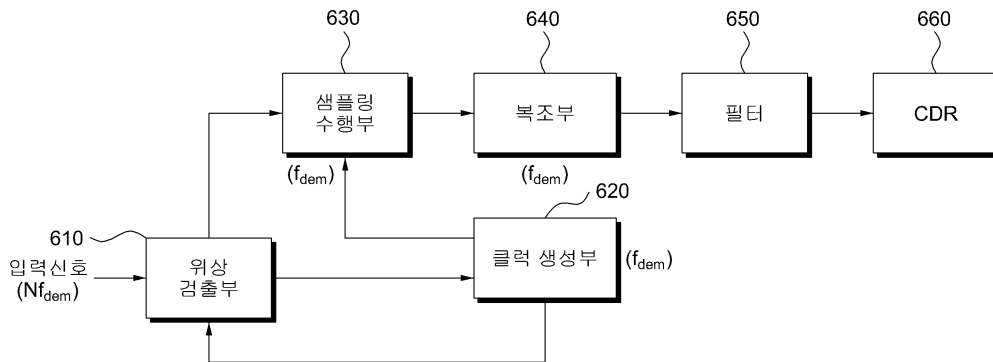
도면4



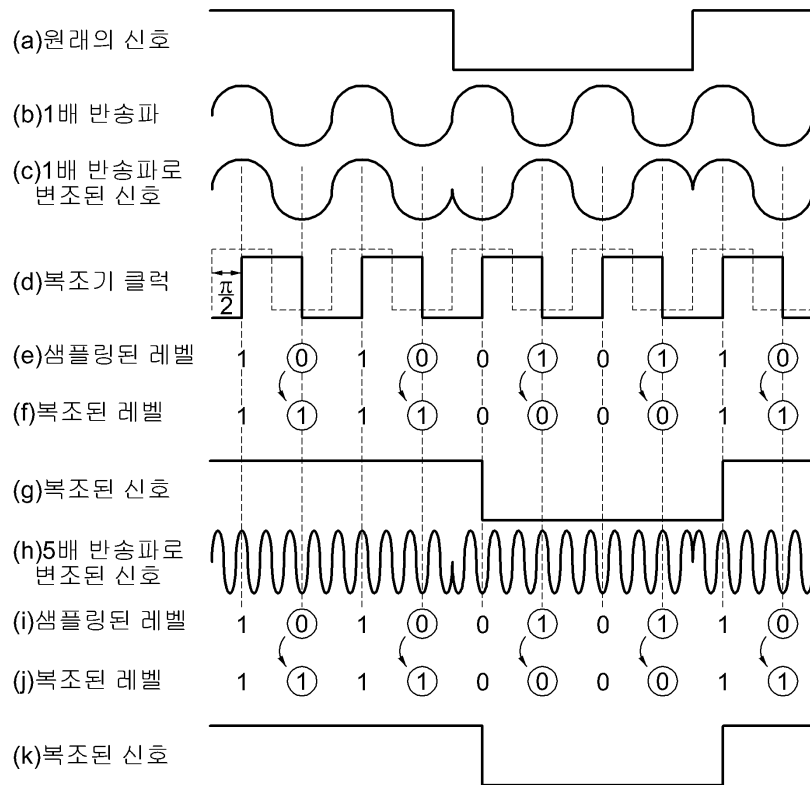
도면5



도면6



도면7



도면8

