(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.
H04B 1/10 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0129594
(43) 공개일자 2006년12월18일

(21) 출원번호 10-2005-0048230
(22) 출원일자 2005년06월07일
심사청구일자 2005년06월07일

(71) 출원인 인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 곽경섭
인천 부평구 갈산동 태화아파트 7동 1302호
주정
비유피티 더블유엔랩, 10 지투청 로드, 하이디엔 디스트릭트,베이징 100876, 중국

(74) 대리인 이원희

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법 및시스템

(57) 요약

본 발명은 반송파 주파수를 이용하여 이진 데이터를 전송하는 방법으로써, 반송파를 기반으로 초광대역 무선통신을 전송할 수 있도록 한 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법 및 시스템에 관한 것이다.

반송파를 기반으로 한 초광대역 통신 방법은 전송하기 위한 두 가지 반송파 주파수를 선택하는 단계; 선택된 반송파에 직사각형 파형과 성형된 샘플펄스를 곱하여 변조한 후, 상기 변조한 초광대역 신호를 송신하는 단계; 및 무선 채널로 전송된 초광대역 신호를 수신한 후, 복조하여 데이터 스트림을 복구하는 단계; 를 포함한다.

본 발명에 의한 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템은 두 가지 반송파 주파수를 선택한 후, 주파수 편이 변조방식을 이용하여 복조한 데이터를 무선 채널로 전송하는 송신기와 무선 채널로 수신된 초광대역 신호를 소정의 방법에 따라 복조하여 데이터 스트림을 복구하는 수신기를 포함한다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

반송파를 기반으로 한 초광대역 통신 방법에 있어서,

전송하기 위한 두 가지 반송파 주파수를 선택하는 단계;

선택된 반송파에 직사각형 파형과 성형된 샘플펄스를 곱하여 변조한 후, 상기 변조한 초광대역 신호를 송신하는 단계; 및

무선 채널로 전송된 초광대역 신호를 수신한 후, 복조하여 데이터 스트림을 복구하는 단계;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

반송파 기반으로 한 주파수 변조 방식은,

BFSK UWB 변조기에 입력된 데이터 비트스트림 di={±1}, i=-∞~+ ∞이고, 이중 각기 데이터의 지속시간이 Ts이며, w(t)는 변조기의 데이터 비트스트림 파형이고, p(t)는 단주기 가우스 펄스이며, Tf는 펄스 중복시간일 때, 제 i번째 데이터정보의 BFSK UWB 신호는 다음과 같이 표시되는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법.

$$u_1(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} p(t - jT_f)w(t)\cos 2\pi f_1 t, \quad -T_S/2 \le t \le T_S/2, \quad d_i = +1$$

$$u_2(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} p(t - jT_f)w(t)\cos 2\pi f_2 t, \quad -T_S/2 \le t \le T_S/2, \quad d_i = -1$$

청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 변조기 데이터 스트림 w(t)는 나이키스트 정리(nyquist theorem)의 조건을 만족하는 펄스 파형으로, 코드간 간섭의 펄스 파형을 줄일 수 있는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법.

청구항 4.

제 2항에 있어서,

데이터의 지속시간인 Ts는 펄스 중복시간인 Tf의 정수배(integer multiple)인 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법.

청구항 5.

반송파를 기반으로 한 초광대역 통신 시스템에 있어서,

전송하기 위한 두 가지 반송파 주파수를 선택하여 직사각형 파형과 성형된 샘플펄스를 곱하여 무선 채널로 전송하는 송신기; 및

무선 채널로 전송된 초광대역 신호를 수신하여 소정의 방법에 따라 데이터 스트림을 복구하는 수신기;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템.

청구항 6.

제 5항에 있어서,

상기 송신기는 입력된 정보의 비트에 따라 주파수 반송파를 선택하여 전송하는 반송파 선택회로;

주기적으로 샘플펄스를 생성하는 프레임 시퀀스 생성기;

상기 프레임 시퀀스 생성기가 일으키는 샘플펄스를 성형하는 펄스 성형기;

상기 성형된 펄스 신호와 상기 선택된 반송파 신호를 입력받는 배율기;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 송신기의 반송파 선택회로는,

스위치를 구비하고 있으며, 입력된 비트에 따라 선택할 수 있는 반송파 주파수의 갯수가 변경되는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템.

청구항 8.

제 5항에 있어서,

상기 수신기는 수신된 주파수 신호를 베이스밴드 신호로 전환하는 상관복조모듈;

프레임 시퀀스 생성기를 제어하며 다른 모듈에 정기적인 정보를 제공하는 동기 모듈 제어;

주기적으로 샘플펄스를 생성하는 프레임 시퀀스 생성기;

상기 생성된 펄스를 성형하는 펄스 성형기;

주기성 주파수 스펙트럼을 이용하여 간섭신호를 여과하는 컴필터;

전송된 이진 정보에 대해 상관 복조하는 펄스 서열 상관기; 및

상기 상관기에서 전송된 신호에서 피변조된 이진법 데이터 스트림을 복구하는 샘플 판독 모듈;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템.

청구항 9.

제 8항에 있어서,

상기 수신기의 컴필터는,

반송파 주파수가 1/2Ts≤ f1≤ 1/2Tf-1/Ts에 적합할 때, 2배의 반송파 BFSK UWB의 간섭신호를 완전히 여과시킬 수 있고, 반송파 주파수가 다음 <수학식>의 조건과 일치할 때, 상기 컴필터는 BFSK UWB 반송파와 다른 주파수 분량의 신호와 반송파와 주파수성분(radio-frequency component) 신호를 완전히 여과시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템.

$$\begin{cases} |f_1 - f_2| \geq 1/T_s \\ f_1 + f_2 \leq 1/T_f - 1/T_s \end{cases}$$

청구항 10.

제 5항에 있어서,

상기 수신기는 송신기 시간과 동시간으로 유지하는 동기 제어 모듈;

주기적으로 샘플펄스를 생성하는 프레임 시퀀스 생성기;

상기 생성된 펄스를 성형하는 펄스 성형기;

모든 반송파에 대해 주파수 변조 신호 일으키는 수신기 반송파 펄스 모듈 생성;

반송파 신호간의 직교성을 이용하여 상관복조하는 상관 복조 모듈; 및

샘플 채취하고 비교하여 이진 데이터를 복구하시키는 샘플 판독 모듈;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 초광대역 통신 기술에 관한 발명으로서, 특히 서로 다른 두 가지 반송파 주파수를 이용하여 이진 데이터를 전송하는 주파수 편이 변조방식을 이용한 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법 및 시스템에 관한 것이다.

초광대역(Ultra Wideband) 통신 기술은 기저대역에서 수 GHz이상의 매우 넓은 주파수 대역을 사용하여 통신이나 레이더 등에 응용되고 있는 새로운 무선 기술이다. 특히 이 기술은 수 나노 혹은 수 피코 초의 매우 좁은 펄스를 사용함으로써 기존의 무선 시스템의 잡음과 같은 매우 낮은 스펙트럼 전력으로 기존의 이동통신, 방송, 위성 등의 기존 통신 시스템과 상호 간섭 영향 없이 주파수를 공유하여 사용할 수 있으므로 주파수의 제약 없이 사용 가능한 시스템으로 새롭게 대두되고 있다.

초광대역 무선 기술은 1970년대부터 주로 미국에서 군사적인 목적으로 처음 개발되었으나 1994년 이후 초광대역 기술에 대한 많은 부분이 군사보안에서 해제 됨으로써 Time Domain Corp., Multispectral Solution Inc., Xtreme Spectrum, Aether Wire & Location Inc., Pulse-Link Inc. 등 미국내 여러 업체들에서 이 기술의 상업화를 위한 개발에 박차를 가하고 있으며, 지난 2월 14일에는 미국 연방통신위원회(FCC)가 제한적이지만 초광대역 무선 기술에 대하여 상업적 이용을 허용함으로써 새로운 차세대 무선 기술로 급부상하고 있다.

Ranging 및 tracking과 같은 radar 분야와 hand-held radio와 같은 간단한 무선통신기기 등에 응용되던 초광대역 무선 기술은 최근 주파수 대역이 광대역이면서도 고속 데이터 전송이 가능한 초광대역 특성을 이용하여 UWB 기술을 초고속 무선 인터페이스를 사용하는 WLAN 이나 WPAN과 같은 근거리 광대역 통신에 응용되고 있다. 현재 IEEE802.15 Working Group에서는 WPAN의 한 가지 방식으로 표준화하는 작업이 활발히 진행중에 있다.

초광대역 통신 방식은 일반적으로 사용 대역폭이 중심주파수의 20% 이상으로 광대역이며, 대부분의 기존 무선기술들이 반송파 변조(carrier modulation) 후 전송되는 것과 달리 초광대역 통신 시스템에서는 반송파를 사용하지 않는다. 따라서 일반적인 협대역 통신 방식에서 요구되는 반송파 주파수 및 위상 복원 절차가 필요하지 않으며 이에 따라 보다 간단하게 구현될 수 있다. 이러한 초광대역 통신 방식은 이미 점유되어 사용되고 있는 주파수 대역을 공유하여 사용할 수 있는 장점이 있으며 일반적인 협대역 통신 방식과 달리 송수신기에서의 주파수 천이 과정이 필요치 않음으로 인해 비교적 저렴한 비용으로 통신 시스템을 구현할 수 있다. 또한 비교적 적은 전력 소모를 통해 원하는 전송 속도 및 전송 거리를 확보할 수 있는 장점을 가지고 있다.

또한 초광대역 시스템은 수 나노 혹은 피코 초의 매우 좁은 펄스를 사용함으로 매우 넓은 주파수 대역에 걸쳐 매우 낮은 스펙트럼 전력 밀도가 존재하고 이는 높은 보안성, 높은 데이터 전송 특성 및 정확한 거리 및 위치 측정이 가능한 높은 해상도를 제공하며 다중경로 영향에 강인한 특성을 보인다.

초광대역 통신의 목적은 다른 통신시스템에 영향을 주지 않기 위하여 신호에너지를 수 GHz 대역폭에 걸쳐 스펙트럼으로 확산하여 송신함으로써 다른 협대역 신호에 간섭을 주지 않고 주파수에 관계 없이 통신을 할 수 있도록 하는 것이다. 주파수 영역의 스펙트럼은 시간 영역의 신호파형의 모양과 밀접한 관계를 가진다. 정현파는 어느 특정주파수에서만 큰 값을 가지지만 임펄스 신호는 비교적 넓은 주파수 대역에서 에너지가 분포하므로 초광대역 통신에서는 수 나노 혹은 수 피코 초의 극히 좁은 폭을 갖는 펄스를 반복 사용한다.

펄스를 이용해 정보(0 또는 1)를 보내기 위해서는 기본 펄스에 변조를 시켜야 한다. 변조방법에는 프레임에 발신되는 펄스 위치에 따라서 데이터를 변조하는 펄스위치변조(PPM: Pulse Position Modulation)와 데이터 프레임의 펄스폭의 차이에 따라 데이터를 변조하는 펄스폭변조(PAM: Pulse Amplitude Modulation) 2가지의 기본 변조방식을 이용해 데이터의 고속전송을 구현한다. 상기 펄스폭변조에는 정극성 펄스폭변조(PPAM), 스위치 모듈(OOK), 쌍극성 펄스폭변조(BPSK) 등 3가지가 있다.

그러나, 상기 초광대역 변조방식은 펄스를 바로 전송하기 때문에 변복조부나 중간 주파수가 필요하지 않은 장점이 있으나, 전송을 위한 안테나의 필터 특성이 송신 신호의 대역폭을 좌우하므로 특성이 우수한 특수 안테나를 사용해야하는 어려움이 있으며, 다른 통신에 간섭을 줄 수 있다는 단점이 있다.

또한, 초광대역 변조방식은 펄스의 폭과 위치를 변동하는 것 모두 시간을 기반으로 변조되어 구현되는 것이기에 반송파의 주파수 변조가 어려우며, 정확한 시간동기 기술이 필요하다는 단점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명은 초광대역 무선 통신의 신호를 시간 영역이 아니라 주파수 영역으로 분석하기 위해 반송파 주파수 편이 변조방식을 이용하여 초광대역 신호를 전송하는 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법 및 시스템을 제공함에 그 목적이 있다.

또한 일종의 주파수 변조에 있어서 반송파를 사용하였기에 다른 통신에 간섭을 주지 않는 시스템을 구현하는 데에 그 목적이 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법은 전송하기 위한 두 가지 반송파 주파수를 선택하는 단계; 선택된 반송파에 직사각형 파형과 성형된 샘플펄스를 곱하여 변조한 후, 상기 변조한 초광대역 신호를 송신하는 단계; 무선 채널로 전송된 초광대역 신호를 수신한 후, 복조하여 데이터 스트림을 복구하는 단계; 를 포함한다.

상기 목적을 달성하기 위한 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 시스템은 전송하기 위한 두 가지 반송파 주파수를 선택하여 직사각형 파형과 성형된 샘플펄스를 곱하여 무선 채널로 전송하는 송신기; 무선 채널로 전송된 초광대역 신호를 수신하여 소정의 방법에 따라 데이터 스트림을 복구하는 수신기; 를 포함한다.

상기 송신기는 입력된 정보의 비트에 따라 주파수 반송파를 선택하여 전송하는 반송파 선택회로; 주기적으로 샘플펄스를 생성하는 프레임 시퀀스 생성기; 상기 프레임 시퀀스 생성기가 일으키는 샘플펄스를 성형하는 펄스 성형기; 상기 성형된 펄스 신호와 상기 선택된 반송파 신호를 곱하는 배율기; 를 포함한다.

상기 수신기는 수신된 주파수 신호를 베이스밴드 신호로 전환하는 상관복조모듈; 프레임 시퀀스 생성기를 제어하며 다른 모듈에 정기적인 정보를 제공하는 동기 모듈 제어; 주기적으로 샘플펄스를 생성하는 프레임 시퀀스 생성기; 상기 생성된 펄스를 성형하는 펄스 성형기; 주기성 주파수 스펙트럼을 이용하여 간섭신호를 여과하는 컴필터; 전송된 이진 정보에 대해 상관 복조하는 펄스 서열 상관기; 상기 상관기에서 전송된 신호에서 피변조된 이진법 데이터 스트림을 복구하는 샘플 판독 모듈; 을 포함한다.

상기 수신기는 송신기의 시간과 같은 시간으로 유지하는 동기 모듈제어; 주기적으로 샘플펄스를 생성하는 프레임 시퀀스 생성기; 상기 생성된 펄스를 성형하는 펄스 성형기; 모든 반송파에 대해 주파수 변조 신호 일으키는 수신기 반송파 펄스 모듈 생성; 반송파 신호간의 직교성을 이용하여 상관복조하는 상관 복조 모듈; 샘플 채취하고 비교하여 이진 데이터를 복구하는 샘플 모듈 판독; 을 포함한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

도 1은 이진 주파수 편이 변조방식을 이용한 초광대역 신호의 변조 시간 파형 도면이다.

주파수 편이 변조방식(FSK: Freguency Shift Keying)은 진폭의 반송파 주파수를 두가지로 정하여 데이터가 0과 1로 변함에 따라 두 개의 주파수중 할당된 주파수를 수신측에 보내고 수신측에서는 이를 약속된 원래의 0과 1의 상태로 환원시키는 변조방식이다. 특히 이진 주파수 편이 변조방식은 가장 단순하고 널리 사용되는 디지틀 변조의 한 형식으로 베이스밴드 신호의 펄스값이 0이나 1에 따라 주파수가 교환되는 주파수 변조방식이다.

상기 도면에서 f1 과 f2 는 두 가지의 서로 다른 반송파 주파수이며, p(t)는 단주기 가우스 펄스(gaussian pulse)이다.

또한 Tf는 펄스 중복시간으로 프레임 길이이며, Ts는 데이터의 지속 시간이며, w(t)는 나이키스트(nyquist) 제 1 준칙으로서 코드간 간섭의 펄스 파형을 줄일 수 있는 직사각형 파형이다.

우선, 서로 다른 두 가지의 반송파 주파수를 f1과 f2이라 하고, 이진 데이터 정보를 전송한다. 입력된 이진 주파수 편이 변조방식을 이용한 초광대역 신호(Binary Frequency Shift Keying Ultra Wideband: 이하, 'BFSK UWB'라 칭함)의 데이터 비트 스트림은 di={±1}, i=-∞~+∞이고, 각기 데이터의 지속시간이 Ts일 때, 프레임 길이인 Tf를 데이터 지속시간인 Ts 시간 내에 Ns개의 완전한 펄스를 포함시켜 p(t)=0, |t|>Tm/2, Tm의 펄스지속시간을 보유하면 통상적으로 펄스지속시간이 1 nsec(나노초)보다 짧아져 Tm<<Tf=Ts/Ns를 충족하게 된다.

따라서, 전송된 i번째 데이터 정보가 + 1 일 때, Ts 시간 내에 발신된 펄스는 반송파 주파수가 f1인 정현파가 나타나고, 전송된 제 i번째 데이터 정보가 -1 일 때, Ts 시간 내에 발신된 펄스는 반송파 주파수가 f2인 정현파가 나타난다.

도 2는 BFSK UWB 시스템의 송신기를 나타낸 구성도이다.

BFSK UWB 시스템의 송신기는 반송파 선택회로(110), 프레임 시퀀스 생성기(120), 펄스 성형기(130), 배율기(140)로 구성된다.

상기 반송파 선택회로(110)는 스위치(111)를 구비하고 있으며, 입력된 정보의 비트에 따라 스위치(111)를 이용하여 주파수 반송파를 선택하여 배율기로 인가한다.

상기 프레임 시퀀스 생성기(120)는 주기성 샘플펄스를 생성하며, 상기 펄스 성형기(130)는 상기 프레임 시퀀스 생성기(120)에서 생기는 샘플펄스를 성형한다.

상기 배율기(140)에는 제 1, 2 곱셈기(141)(142)를 구비하고 있으며, 제 1 곱셈기(141)는 상기 반송파 선택회로(110)에서 선택된 반송파가 입력되면, 직사각형 파형을 곱한다. 제 2 곱셈기(142)는 상기 펄스 성형기(130)에서 성형된 펄스가 입력되면 제 1 곱셈기(141)에서 나온 신호와 곱하여 출력한다.

이와 같이 구성된 BFSK UWB 송신기는 우선, 반송파 선택회로(110)에서 반송파를 선택한다. 상기 반송파 선택회로(110)는 입력된 정보의 비트에 따라 다양한 주파수 반송파를 선택하여 전송한다.

일예로, 이진 FSK UWB(BFSK UWB) 송신기에서는 2개의 전송주파수(f1, f2) 중에서 선택하며, 다진법 FSK UWB 송신기에서는 다수의 전송주파수(f1, f2, f3..) 중에서 선택하여 전송한다. 상기 신호를 수신한 수신기는 전송 주파수에 따라 원래의 입력정보 비트를 복구시킨다. 만약 4진법 FSK UWB에서 전송주파수 f1, f2, f3, f4 를 입력했다면 각각 2가지 정보 비트인 00, 01, 02, 03을 의미하고, 이보다 높은 다진법 FSK UWB는 이에 따라 추론한다.

상기 선택된 반송파는 배율기(140)에 입력되어 제 1 곱셈기(141)를 이용하여데이터 비트스트림 파형인 w(t)와 곱해진다.

여기서, w(t)는 직사각형 펄스를 이용하는데, 이는 직사각형 펄스가 디지털 전송에서 부호 간 간섭을 없애는 조건으로 입력 신호의 최고 주파수의 2배 이상의 주파수에서 표본화하면 원신호를 충실하게 재현할 수 있다는 나이키스트 정리(nyquist theorem)의 조건을 만족하는 펄스 파형이기 때문이다.

상기 w(t)는 다음과 같이 나타낸다.

$$w(t)=\begin{cases}1, & |t|\le T_s/2\\ 0, & |t|\ge T_s/2\end{cases}$$

디지털 전송에서 반송파를 펄스로 변조해서 얻어지는 디지털 변조파의 대역을 제한하면 펄스 파형의 모양이 바뀌어 연속되는 부호 간의 간섭이 일어난다. 그러나 디지털 전송에서는 1부호의 표본점(sampling point)에서만 정보를 판정하므로, 표본점에서 전후의 신호로부터의 간섭만 없으면 오류는 발생하지 않는다.

따라서 코드간 간섭의 펄스 파형(예를 들어, 삼각형펄스, 아크코사인펄스, 수정코사인펄스, 상승된 코사인펄스, 가우스펄스 등)을 줄일 수 있어 표현이 간단해진다.

이때, 상기 프레임 시퀀스 생성기(120)는 주기적으로 <수학식 1>과 같은 샘플펄스를 생성시키고, 펄스 성형기(130)는 상기 생성된 샘플펄스에 따라 펄스 성형을 하면 다음 <수학식 2>와 같은 펄스가 출력된다.

$$s(t)=\sum_{j=-\infty}^{\infty}\delta(t-jT_f)$$ <수학식 1>

$$\sum_{j=-\infty}^{\infty}p(t-jT_f)$$ <수학식 2>

상기 수학식에서 p(t)는 단주기 가우스 펄스(gaussian pulse)이고, Tf는 펄스 반복주기이다.

상기 배율기(140)에 입력되어 직사각형 파형과 곱해진 반송파는 제 2 곱셈기(142)를 이용하여 상기 펄스 성형기(130)에서 출력된 펄스인 <수학식 2>와 곱해진 후 전송된다. 이 때, 전송되는 제 i번째 데이터 정보의 BFSK UWB 신호는 다음과 같다.

$$u_1(t)=\sum_{j=-\infty}^{\infty}p(t-jT_f)w(t)\cos 2\pi f_1 t,\ \ -T_S/2\le t\le T_S/2,\ \ d_i=+1$$ <수학식 3>

$$u_2(t)=\sum_{j=-\infty}^{\infty}p(t-jT_f)w(t)\cos 2\pi f_2 t,\ \ -T_S/2\le t\le T_S/2,\ \ d_i=-1$$ <수학식 4>

상기 <수학식 3>은 전송된 제 i번째 데이터 정보가 + 1 일 때를 나타내며, 상기 <수학식 4>는 전송된 제 i번째 데이터 정보가 -1 일 때를 나타낸다.

도 3은 BFSK UWB 시스템 수신기의 구성도이며, 상기 수신기는 상관 복조모듈(210), 동기 제어모듈(220), 프레임 시퀀스 생성기(230), 펄스 성형기(240), 컴(comb)필터(250), 곱셈기(260), 펄스 시퀀스 상관기(270), 샘플 판독모듈(280)로 구성되어 있다.

상기 상관 복조 모듈(210)은 두 개의 곱셈기(211)(212)를 구비하고 있으며, 변조되어 수신된 반송파 주파수를 다른 값을 갖는 반송파와 곱하여 베이스밴드신호로 전환한다. 변조되어 전송된 반송파의 주파수가 f1이면, 제 1 곱셈기(211)에서 반송파와 곱해지고, 변조되어 전송된 반송파의 주파수가 f2이면, 제 2 곱셈기(212)에서 반송파와 곱해진다.

상기 동기 제어모듈(220)은 프레임 시퀀스 생성기(230)를 제어하여 시간을 송신기 시간과 동시간을 유지하게 하며, 상기 수신기의 다른 모듈에 정기적인 정보를 제공한다.

상기 프레임 시퀀스 생성기(230)는 상기 <수학식 1>와 같은 샘플펄스를 주기적으로 생성시키며, 상기 펄스 성형기(240)는 상기 프레임 시퀀스 생성기(230)에서 생성된 펄스에 따라 성형하여 상기 <수학식 2>와 같은 신호를 생성한다.

상기 컴필터(250)는 빗살모양의 필터로서, 1/Tf 간격의 멀티유닛 이산형확률의 주기성 주파수 스펙트럼구조를 구비하여 BFSK UWB의 간섭신호를 여과시키는데 이용된다.

상기 펄스 시퀀스 상관기(260)는 제 1 곱셈기(261)와 제 2 곱셈기(262)로 구성되어 있으며, 상기 컴필터(250)에서 인가된 이진 정보에 대해 상관 복조한다. 상기 컴필터(250)를 통해 간섭신호가 여과된 초광대역의 반송파 주파수가 f1이면 상기 제 1 곱셈기(261)에서 성형된 펄스와 곱해지며, 반송파 주파수가 f2이면 상기 제 2 곱셈기(262)에서 성형된 펄스와 곱해진다.

상기 샘플 판독모듈(270)은 상기 펄스 서열 상관기(260)에서 전송된 신호에 대해 주기적으로 판정하여 피변조된 이진 데이터 스트림을 복구시킨다.

이와 같은 구성을 갖는 BFSK UWB 시스템의 수신기는 우선, 전송받은 변조된 반송파 주파수 신호를 상관 복조모듈(210)로 인가된다.

여기서 BFSK UWB 신호의 반송파 주파수가 f1이면, 상기 상관 복조모듈(210)의 제 1 곱셈부(211)에서 반송파와 곱해져 베이스밴드 신호로 전환되며, 반송파 주파수가 f2이면 제 2 곱셈부(212)에서 반송파와 곱해져 베이스밴드 신호로 전환된 후, 간섭신호를 여과시키기 위해 컴필터(250)로 인가된다.

상기 컴필터(250)는 BFSK UWB 시스템 수신기의 핵심부분으로 빗살무늬로 형성된 필터이며, 1/Tf 간격의 멀티유닛 이산형확률의 주기성 주파수 스펙트럼 구조를 갖고 있어 BFSK UWB의 간접신호를 여과시키는데 이용된다. 반송파 주파수 f1이 1/2Ts≤ f1≤ 1/2Tf-1/2Ts 의 조건일 때, 상기 컴필터(250)는 2배의 전송주파수 BFSK UWB의 간섭신호를 완전히 여과시킬 수 있다.

또한 다음 <수학식 5>의 조건에 맞을 때, 상기 컴필터(250)는 BFSK UWB 전송주파수의 다른 주파수분량의 신호와 반송파와 주파수 성분(radio-frequency component) 신호를 완전히 여과시킬 수 있다.

$$\begin{cases} |f_1 - f_2| \geq 1/T_s \\ f_1 + f_2 \leq 1/T_f - 1/T_s \end{cases}$$ <수학식 5>

한편, 동기 제어모듈(220)은 프레임 시퀀스 생성기(230)를 제어하며 수신기의 시간을 송신기 시간과 동시간 유지하여 상기 송신기의 각 모듈에 정기적인 정보를 제공한다.

상기 동기 제어모듈(220)에 의해 제어되는 프레임 시퀀스 생성기(230)는 주기적으로 상기 <수학식 1>와 같은 샘플펄스를 생성하며, 상기 생성된 샘플펄스는 펄스 성형기(240)에서 펄스에 따라 성형하며, 이는 상기 <수학식 2>와 같이 나타낼 수 있다.

상기 펄스 성형기(240)에서 성형된 신호와 컴필터(250)에서 간섭신호가 여과된 반송파 주파수는 펄스 서열 상관기(260)에서 곱해진다. 반송파 주파수가 f1이면, 상기 펄스 서열 상관기(260)의 제 1 곱셈기(261)에서 곱해지며, 반송파 주파수가 f2이면, 상기 펄스 서열 상관기(260)의 제 2 곱셈기(262)에서 곱해진 후, 각각 샘플 판독모듈(270)로 인가된다.

상기 샘플 판독모듈(270)은 상기 펄스 서열 상관기(260)에서 전송된 주파수에 대해 주기적으로 판정하여 복조된 이진법 데이터 스트림을 복구시킨다.

도 4은 BFSK UWB 시스템 수신기의 다른 실시예를 나타내는 구성도이다.

상기 수신기는 동기 제어 모듈(310), 프레임 시퀀스 생성기(320), 펄스 성형기(330), 수신기 반송파 펄스 모듈 생성(340), 상관 모듈 복조(350), 샘플 판독 모듈(360)으로 구성된다.

상기 동기 제어 모듈(310)는 프레임 시퀀스 생성기(320)를 제어함으로써 본 발명의 시간을 송신기 시간과 동시간으로 유지시켜 상기 수신기의 각 모듈에 정기적으로 정보를 제공한다.

상기 동기 제어 모듈(310)에 의해 제어되는 상기 프레임 시퀀스 생성기(320)는 주기적으로 샘플펄스를 생성시키며, 상기 펄스 성형기(330)는 상기 프레임 시퀀스 생성기(320)가 생성한 펄스에 근거하여 신호를 성형한다.

상기 수신기 반송파 펄스의 모듈생성(340)은 제 1, 2, 3, 4 곱셈기(341) (342)(343)(344)를 구비하고 있으며, 제 2, 3 곱셈기(342)(343)는 직사각형 파형과 반송파를 곱하여 제 1, 4 곱셈기(341)(344)로 인가한다. 상기 제 1, 4 곱셈기(341)(344)는 제 2, 3 곱셈기(342)(343)에서 인가된 값에 상기 펄스 성형기(330)에서 성형된 펄스값을 곱하여 상기 모듈 상관복조(350)로 인가한다.

상기 모듈 상관복조(350)는 두 개의 곱셈기(351)(352)와 두 개의 적분기(353)(354)를 구비하고 있으며, 상기 수신기 반송파 펄스의 모듈생성(340)의 제 1, 4 곱셈기(341)(344)에서 인가된 값에 수신된 초광대역 신호를 곱한 후, 반송파 신호간의 직교성을 이용하기 위해 제 1, 2 적분기(353)(354)로 적분한다.

상기 샘플 판독 모듈(360)은 샘플에서 수시로 샘플채취를 하며, 판정기(361)에서 상기 채취한 샘플과 비교하여 복조된 이진 데이터를 복구한다.

이와 같은 구성을 갖는 수신기는 다음과 같은 과정을 거쳐 데이터 스트림을 복구한다.

프레임 시퀀스 생성기(320)를 제어하는 동기 제어 모듈(310)는 시간을 송신기 시간과 동시간으로 유지하여 상기 수신기의 다른 모듈에 정기적으로 정보를 제공하면, 프레임 시퀀스 생성기(320)는 주기적으로 샘플펄스를 생성하며, 펄스 성형기(330)에서 상기 샘플펄스를 성형한다. 상기 생성된 펄스는 상기 <수학식 1>와 같으며, 상기 성형된 펄스는 상기 <수학식 2>와 같다.

수신기 반송파 펄스의 모듈생성(340)의 제 2 곱셈기(342)는 직사각형 파형과 주파수가 f1인 반송파를 곱하여 제 1 곱셈기(341)로 인가하며, 제 3 곱셈기(343)는 직사각형 파형과 주파수가 f2인 반송파를 곱하여 제 4 곱셈기(344)로 인가한다. 제 1, 4 곱셈기(341)(344)는 제 2, 3 곱셈기(342)(343)에서 인가된 값과 상기 펄스 성형기(330)에서 성형된 펄스값을 각각 곱하여 주파수 변조신호를 일으켜 상기 모듈 상관복조(350)로 인가한다.

상기 모듈 상관복조(350)의 제 1 곱셈기(351)는 상기 수신기 반송파 펄스의 모듈생성(340)의 제 1 곱셈기(341)에서 인가된 값과 수신한 반송파의 주파수가 f1인 신호를 곱하여 상관복조하며, 제 2 곱셈기(352)는 상기 수신기 반송파 펄스의 모듈생성(340)의 제 4 곱셈기(344)에서 인가된 값과 수신한 반송파 주파수가 f2인 신호를 곱하여 상관복조한다.

상기 상관복조된 각 값은 복조기가 자기 자신의 것이 아닌 다른 주파수를 참조하는 것을 방지하는 직교성 (perpendicularity)을 이용하기 위해 1, 2 적분기(353)(354)에서 반송파 주파수를 적분한다.

샘플 판독 모듈(360)은 샘플에서 수시로 샘플채취하고 비교하여 복조된 이진법 데이터를 복구시킨다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 반송파 기반 주파수 변조 방식의 초광대역 통신 방법 및 시스템에 의하면, 초광대역 신호 분석을 시간 영역에서 주파수 영역으로 전환하여 주파수 변조 기법을 사용함으로써, 송수신을 위한 정확한 시간동기가 필요치 않으며, 광대역 주파수 특성이 우수한 특수 안테나가 없어도 전송이 가능하게 된다.

뿐만 아니라, 펄스 변조방식 대신 주파수 변조 방식을 이용하였기 때문에 다른 통신에 간섭을 주는 단점을 보완할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 BFSK UWB 시스템의 변조 시간 파형 도면.

도 2는 본 발명에 따른 BFSK UWB 시스템 송신기의 구성도.

도 3는 본 발명에 따른 BFSK UWB 시스템 수신기의 구성도.

도 4은 본 발명에 따른 BFSK UWB 시스템 또 다른 수신기 구성도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

110: 반송파 선택회로 120: 프레임시퀀스생성기

130: 펄스 성형기 140: 배율기

210: 복조 상관기 220: 동기제어모듈

230: 프레임시퀀스생성기 240: 펄스 성형기

250: 컴필터 260: 펄스시퀀서상관기

270: 샘플판독모듈 310: 동기제어모듈

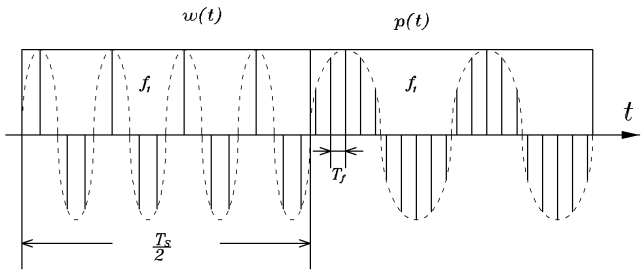
320: 프레임시퀀스생성기 330: 펄스성형기

340: 수신기반송파펄스모듈생성 350: 상관 모듈복조

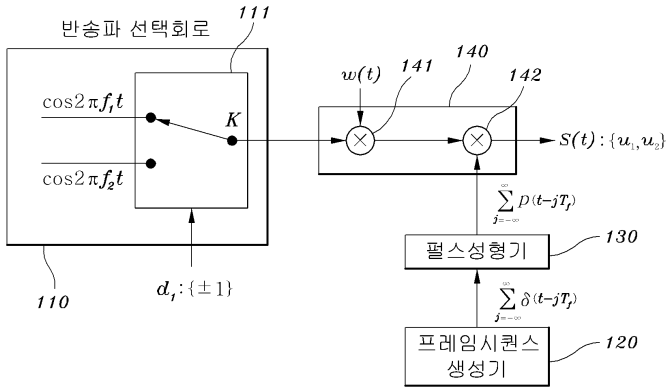
360: 샘플판독모듈

도면

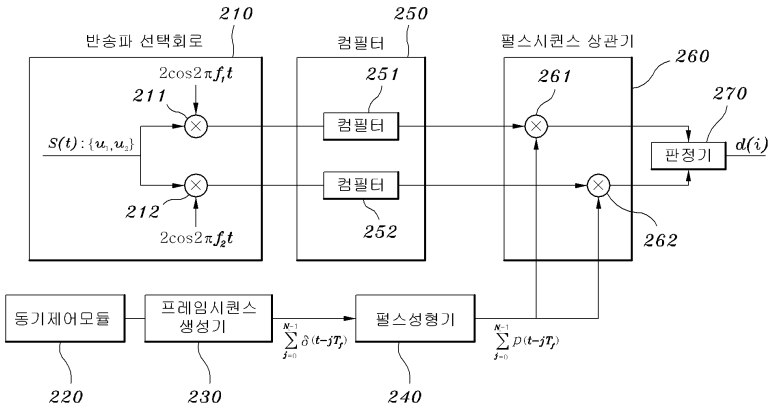
도면1


w(t)
p(t)
f_t
f_t
t
T_f
$\frac{T_s}{2}$

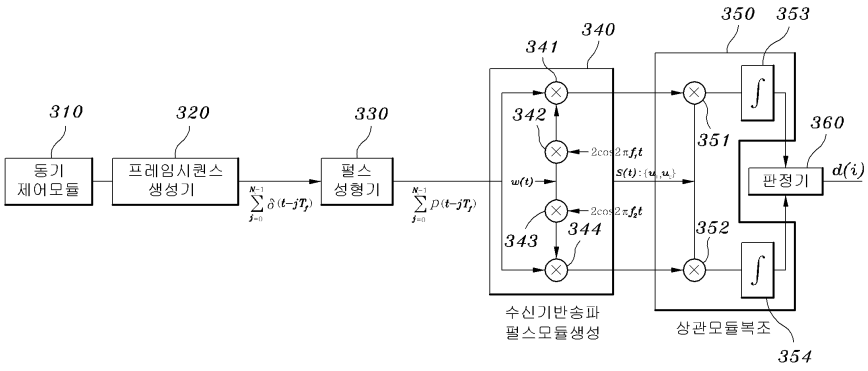
도면2


반송파 선택회로
111
$\cos 2\pi f_1 t$
$\cos 2\pi f_2 t$
K
110
$d_i : \{\pm 1\}$
w(t)
141
140
142
$S(t) : \{u_1, u_2\}$
$\sum_{j=-\infty}^{\infty} p(t-jT_f)$
펄스성형기
130
$\sum_{j=-\infty}^{\infty} \delta(t-jT_f)$
프레임시퀀스 생성기
120

도면3


210
반송파 선택회로
$2\cos 2\pi f_1 t$
211
$S(t) : \{u_1, u_2\}$
212
$2\cos 2\pi f_2 t$
250
컴필터
251
컴필터
컴필터
252
펄스시퀀스 상관기
261
260
270
판정기
d(i)
262
동기제어모듈
220
프레임시퀀스 생성기
230
$\sum_{j=0}^{N-1} \delta(t-jT_f)$
펄스성형기
240
$\sum_{j=0}^{N-1} p(t-jT_f)$

도면4


310
320
330
340
341
342
343
344
350
351
352
353
354
360
동기
제어모듈
프레임시퀀스
생성기
펄스
성형기
w(t)
s(t)
판정기
d(i)
수신기반송파
펄스모듈생성
상관모듈복조