



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0121144
(43) 공개일자 2009년11월25일

(51) Int. Cl.

H04B 7/216 (2006.01) H04L 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0047291

(22) 출원일자 2008년05월21일

심사청구일자 2008년05월21일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

곽경섭

인천시 남구 용현3동 인하대학교 벤처창업관 401호

심한병

인천시 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 428호

성태경

인천광역시 남구 용현3동 인하대학교 6호관 142호

(74) 대리인

특허법인무한

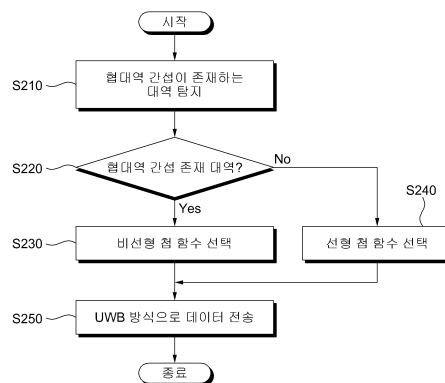
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 하이브리드 칩 펄스 정형화를 이용한 다중대역 UWB시스템 및 협대역 간섭 소거 방법.

(57) 요약

하이브리드 칩 펄스 정형화를 이용한 다중대역 UWB(Ultra-Wideband) 시스템 및 협대역 간섭 소거 방법이 개시된다. 간섭이 존재하는 하부대역에 비선형 칩 함수를 적용하는 다중대역 UWB 시스템에 있어서, 협대역 간섭(NBI : narrowband interference)이 존재하는 하부대역을 탐지하는 간섭대역 탐지부, 협대역 간섭의 존재여부에 따라 칩 함수를 선택하는 칩 함수 선택부 및 상기 선택된 칩 함수를 사용하여 UWB(Ultra Wide Band) 방식으로 데이터를 전송하는 데이터 전송부를 포함한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C1090-0801-0019

부처명 정보통신부

연구사업명 대학IT연구센터 육성지원사업

연구과제명 초광대역(UWB) 무선전송 및 시스템 응용기술

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2008년 01월 01일 ~ 2008년 12월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

협대역 간섭(NBI : narrowband interference)이 존재하는 하부대역을 탐지하는 간섭대역 탐지부;
협대역 간섭의 존재여부에 따라 칩 함수를 선택하는 칩 함수 선택부; 및
상기 선택된 칩 함수를 사용하여 UWB(Ultra Wide Band) 방식으로 데이터를 전송하는 데이터 전송부를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중대역 UWB 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 칩 함수 선택부는,

협대역 간섭이 존재하는 경우 비선형 칩 함수를 선택하고, 협대역 간섭이 존재하지 않는 경우 선형 칩 함수를 선택하는 것을 특징으로 하는 다중대역 UWB 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 선형 칩 함수는 하기 수학식 1에 대응하고, 상기 비선형 칩 함수는 하기 수학식 7에 대응하는 것을 특징으로 하는 다중대역 UWB 시스템.

[수학식 1]

$$w_k(t) = \text{rect}\left(\frac{t - T_f/2}{T_f}\right) \cos(2\pi f_{ck}t + \pi \alpha t^2)$$

[수학식 7]

$$w_k(t) = \text{rect}\left(\frac{t - T_f/2}{T_f}\right) \cos\left[2\pi f_f t + 2\pi \frac{a}{b} \sin(bt)\right]$$

단,

$$\text{rect}\left(\frac{t - T_f/2}{T_f}\right) = \begin{cases} 1 & \text{if } 0 \leq t \leq T_f \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases},$$

T_f 는 파형 지속시간,

f_{ck} 는 $w_k(t)$ 의 중심주파수,

a 는 $w_k(t)$ 의 칩 속도,

f_i 는 협대역 간섭대역의 중심주파수,

a 와 b 는 매개변수

를 각각 나타냄.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 수학식 7의 매개변수 a 및 b 는 하기 수학식 6에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 다중대역 UWB 시스템.

[수학식 6]

$$\text{for } f_i \leq f_{ck} \begin{cases} a = f_{hk} - f_i \\ b = \frac{1}{T_s} \arccos \left(\frac{f_{hk} - f_i}{f_{hk} - f_i} \right); \end{cases}$$

$$\text{for } f_i > f_{ck} \begin{cases} a = f_{hk} - f_i \\ b = \frac{1}{T_s} \arccos \left(\frac{f_{hk} - f_i}{f_{hk} - f_i} \right) \end{cases}$$

단,

f_{lk} 및 f_{hk} 는 k번째 하부대역의 하한 주파수 및 상한 주파수,

f_i 는 협대역 간섭대역의 중심주파수,

T_s 는 심볼 타임

을 각각 나타냄.

청구항 5

협대역 간섭이 존재하는 하부대역을 탐지하는 단계;

상기 협대역 간섭이 존재하는 대역의 경우 비선형 첩 함수를 선택하고, 협대역 간섭이 존재하지 않는 대역의 경우 선형 첩 함수를 선택하는 단계; 및

상기 선형 첩 함수 또는 비선형 첩 함수를 사용하여 UWB 방식으로 데이터를 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 협대역 간섭 소거 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

- <1> 본 발명은 하이브리드 첩 펄스 정형화를 이용한 다중대역 UWB 시스템 및 협대역 간섭 소거 방법에 관한 것으로 특히, 간섭이 존재하는 하부대역에 비선형 첩 함수를 적용하여 협대역 간섭(NBI : narrowband interference)을 억제하는 다중대역 UWB 시스템 및 협대역 간섭 소거 방법에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 낮은 방사 스펙트럼 밀도를 가진 UWB 무선의 성능은 근처에 높은 방사전력을 가진 협대역 응용장치가 존재할 경우에 감퇴된다. 따라서, UWB 시스템에는 방해 소거 기술이 필요하다. 낮은 구현 복잡성과 낮은 하드웨어 비용의 속성을 가진 첩 파형(Chirp Waveform)은 UWB 시스템의 후보 중 하나이다.
- <3> 따라서, UWB 시스템에서 NBI를 억제하기 위한 다중대역 UWB 시스템 및 협대역 간섭 소거 방법이 절실히 요구된다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <4> 본 발명은 간섭이 존재하는 하부대역에 비선형 첩 함수를 배치하고, 간섭이 존재하지 않는 하부대역에서는 선형 첩 함수를 사용함으로써, NBI를 효과적으로 억제하는 UWB 시스템 및 협대역 간섭 소거 방법을 제공한다.

과제 해결수단

- <5> 본 발명의 일실시예에 따른 다중대역 UWB 시스템은, 협대역 간섭(NBI : narrowband interference)이 존재하는

하부대역을 탐지하는 간섭대역 탐지부, 협대역 간섭의 존재여부에 따라 첩 함수를 선택하는 첩 함수 선택부 및 상기 선택된 첩 함수를 사용하여 UWB(Ultra Wide Band) 방식으로 데이터를 전송하는 데이터 전송부를 포함한다

- <6> 본 발명의 일측면에 따르면, 상기 첩 함수 선택부는, 협대역 간섭이 존재하는 경우 비선형 첩 함수를 선택하고, 협대역 간섭이 존재하지 않는 경우 선형 첩 함수를 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- <7> 본 발명의 일실시예에 따른 협대역 간섭 소거 방법은, 협대역 간섭이 존재하는 하부대역을 탐지하는 단계, 상기 협대역 간섭이 존재하는 대역의 경우 비선형 첩 함수를 선택하고, 협대역 간섭이 존재하지 않는 대역의 경우 선형 첩 함수를 선택하는 단계 및 상기 선형 첩 함수 또는 비선형 첩 함수를 사용하여 UWB 방식으로 데이터를 전송하는 단계를 포함한다

효 과

- <8> 본 발명의 일실시예에 따르면, 간섭이 존재하는 하부대역에 비선형 첩 함수를 배치하고, 간섭이 존재하지 않는 하부대역에서는 선형 첩 함수를 사용함으로써, NBI를 효과적으로 억제하는 UWB 시스템 및 협대역 간섭 소거 방법이 제공된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <9> 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- <10> 본 발명은 M-진(M-ary) UWB 시스템을 위한 다중대역 첩 과정을 제안한다. 오염된 대역에서 색다른 비선형 첩 함수를 설계함으로써 협대역 간섭(NBI : narrowband interference)을 억제할 수 있다.
- <11> 제안된 M-진 Chirp Waveform(이하, 'CW'로 약칭함) 기반 UWB 시스템은 연방통신위원회(FCC)의 규정에 따라서, -41.3dBm/MHz의 전력 스펙트럼 밀도로 3.1GHz ~ 10.6GHz의 주파수를 사용할 수 있다. UWB 시스템에서 이러한 광대역을 사용하기 위해서는, 스펙트럼 제어 및 광대역 스펙트럼 정합 등의 기술이 요구된다.
- <12> 본 발명에서는 다중대역 방식을 채택하였는데, 여기서는 전체의 주파수 대역이 동일한 대역폭을 갖는 M 개의 하부 대역으로 분할된다.
- <13> 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 하이브리드 첩 펄스 정형화를 사용한 다중대역 M-진(M-ary) UWB 시스템을 도시한 흐름도이다.
- <14> 도 1을 참고하면, 다중대역 M-진 UWB 시스템은 간섭대역 탐지부(110), 첩 함수 선택부(120), 데이터 전송부(130)를 포함한다.
- <15> 간섭대역 탐지부(110)는, 다중대역 방식의 M-진 UWB 시스템에 있어서, NBI 간섭이 일어나는 하부대역을 탐지한다. 즉, M개의 하부대역 중 NBI 간섭이 일어나는 하부 대역을 탐지하고 간섭 탐지된 하부대역과 간섭이 발생하지 않은 하부대역을 구분할 수 있다.
- <16> 첩 함수 선택부(120)는, 상기 간섭이 탐색된 하부대역 및 간섭이 탐색되지 않은 하부대역에 대해 적절한 첩 함수를 선택할 수 있다. 즉, 간섭이 발생한 하부대역에 대해서는 비선형 첩 함수를 선택 적용하고, 간섭이 발생하지 않은 하부대역에 대해서는 선형 첩 함수를 선택 적용하여 하이브리드 CW 다중대역 시스템을 얻을 수 있다.
- <17> 여기서, 다중대역 UWB 시스템을 위한 전체 주파수 범위는 $(f_l=3.1\text{GHz} \sim f_h=10.6\text{GHz})$ 이다. 각 하부대역의 대역폭은 $B_s=(f_h-f_l)/M$ 이며, 여기에서 k번째 하부대역의 중심주파수는 $k\{1,2,\dots,M\}$ 에 대해서 $f_{ck}=f_l+(k-0.5) \cdot B_s$ 이다. k번째 하부 및 상부 주파수는 각각 $f_{lk}=f_l+(k-1) \cdot B_s$ 와 $f_{hk}=f_l+k \cdot B_s$ 이다.
- <18> 선형 CW 시스템에서의 k-번째 하부대역에 대해서 CW는 [수학식 1]에 의해 표현된다.
- <19> [수학식 1]

$$w_k(t) = \text{rect}\left(\frac{t - T_f/2}{T_f}\right) \cos(2\pi f_{ck}t + \pi \alpha t^2)$$

<20>

$$\text{rect}\left(\frac{t-T_f/2}{T_f}\right)=\begin{cases} 1 & \text{if } 0 \leq t \leq T_f \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서 T_f 는 파형 지속시간이다. f_{ck} 와 a 는 각각 $\bar{w}_k(t)$ 의 중심주파수와 칩 속도이다.

여기서 선형 CW의 푸리에 변환은 아래 [수학식 2]와 같다.

[수학식 2]

$$\bar{W}_k(f) = \text{real} \left[\sqrt{2} \exp \left[i(f - f_{ck}) \left(\frac{\pi a}{2} + i \pi / 4 \right) \right] \text{Erf} \left[(1-i)(f - f_{ck}) / \sqrt{2 \pi a} \right] - \text{Erf} \left[(1-i)(f - (f_{ck} + T_f a)) / \sqrt{2 \pi a} \right] \right] \sqrt{2} / (4 \sqrt{a})$$

또한, $\bar{w}_k(t)$ 의 순시주파수 $f(t)$ 는 아래 [수학식 3]에 의해 주어진다.

[수학식 3]

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d(2\pi f_{ck}t + \pi a t^2)}{dt} = f_{ck} + at$$

여기서 a 는 $a = B_s / T_f$ 에 의해 선택되는 상수이다. 칩 속도가 $a > 0$ 혹은 $a < 0$ 인지의 여부를 기준으로, CW는 Up Chirp과 Down Chirp으로 분류할 수 있다.

다음으로 코사인 비선형 CW에 있어서, 순시주파수 $f(t)$ 는 아래 [수학식 4]로 주어진다

[수학식 4]

$$f(t) = f_i + a \cos(bt)$$

여기서 f_i 는 Narrowband 적용영역의 중심주파수이다.

칩 속도 $\mu(t)$ 는 아래 [수학식 5]에 의해 주어진다.

[수학식 5]

$$\mu(t) = \frac{df(t)}{dt} = -ab \sin(bt)$$

상기에서 나타나듯이 선형 CW와는 대조적으로 비선형 CW의 순시주파수 $f(t)$ 는 시간 t 와 선형을 이루지 않는다.

비선형 CW의 시간기준 표현식은 아래 [수학식 7]에 의해 주어진다.

[수학식 7]

$$\bar{w}_k(t) = \text{rect}\left(\frac{t-T_f/2}{T_f}\right) \cos \left[2\pi f_i t + 2\pi \frac{a}{b} \sin(bt) \right]$$

여기서, Jacobi-Anger 항등식을 활용하여 아래 [수학식 8]에서 비선형 CW의 푸리에 변환을 얻을 수 있다.

[수학식 8]

$$\bar{W}_k(f) = \text{real} \left[\sum_{n=-\infty}^{\infty} i^{n-1} J_n \left[2\pi a/b \right] \left(\exp \left[i(2\pi(f_i - f) - nb)T_f \right] - 1 \right) \exp \left[i n \pi / 2 \right] / (2\pi(f_i - f) - nb) \right]$$

즉, 다중 주파수 대역을 위해 상기 선형 및 비선형 CW를 결합함으로써, M 개의 직교 칩 파형을 구성할 수 있다.

이때, 전송된 M -진 직교 변조신호는 아래 [수학식 9]로 주어진다.

[수학식 9]

$$s(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sqrt{E_s} \sum_{j=0}^{N_s-1} w_{d(i)}(t - iT_s - jT_f)$$

<46>

<47>

여기서 E_s 는 신호의 평균전력이다. $d(i) \in \{1, 2, \dots, M\}$ 은 i 번째 전송 프레임이고 $w_{d(i)}(t)$ 는 펄스 지속시간 T_f 와 단위 전력을 갖는 $d(i)$ -번째 파형이다. 부호는 N_s 번 반복된다. T_s 는 $T_s = N_s \cdot T_f$ 의 부호 시간이다.

<48>

즉, 다중대역 시스템에서 선형 CW는 NBI가 존재하지 않는 하부 대역에서 활용된다. 그러나, NBI를 소거하기 위하여 NBI가 존재하는 하부 대역에서 [수학식 7]에 제공된 비선형 CW를 활용할 수 있다. 간섭이 존재하지 않는 하부대역에서 선형 CW와 간섭이 존재하는 하부대역에 비선형 CW 선택적으로 채용함으로써 하이브리드 CW 다중대역 시스템을 얻을 수 있다.

<49>

다시말해, NBI 주파수 f_i 가 1-번째 하부대역에 위치한다고 가정하면 본 발명의 하이브리드 CW M-진 신호 세트는 아래 [수학식 10]에 의해 주어진다.

<50>

[수학식 10]

$$w_k(t) = \begin{cases} w_k(t) & \text{for } k \in \{1, 2, \dots, l-1, l+1, \dots, M\} \\ \tilde{w}_k(t) & \text{for } k = l \end{cases}$$

<51>

<52>

즉, 상기에서 살펴본 선형 첩 함수 또는 비선형 첩 함수를 하부대역에 간섭이 탐지되는지 여부에 따라, 간섭이 탐지된 경우는 비선형 첩 함수를, 간섭이 탐지되지 않은 경우는 선형 첩 함수를 선택할 수 있다. 따라서, 선택적으로 첩 함수를 사용하는 경우 NBI를 효과적으로 억제할 수 있다.

<53>

데이터 전송부(130)는, 상기 선택된 첩 함수를 사용하여 UWB(Ultra Wide Band) 방식으로 데이터를 전송한다. 즉, 간섭이 존재하는 하부대역에 비선형 첩 함수를 사용하고 나머지 하부대역에는 선형 첩 함수를 사용함으로써, NBI를 효과적으로 억제할 수 있다.

<54>

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, UWB 시스템의 협대역 간섭 소거 방법을 도시한 도면이다.

<55>

도 2를 참고하면, 단계(S210)에서는, 협대역 간섭이 존재하는 하부대역을 탐지한다. 즉, 협대역 간섭이 존재하는 대역에 첩 함수를 교체하여 간섭을 억제할 수 있다.

<56>

단계(S220)에서는, 협대역 간섭이 존재하는 대역인지 여부에 따라 첩 함수를 달리 선택하기 위해 협대역 간섭 존재 여부를 판단한다.

<57>

단계(S230)에서는, 협대역 간섭이 존재하는 경우 비선형 첩 함수를 선택한다. 이때, 비선형 첩 함수는 코사인 비선형 CW일 수 있다.

<58>

단계(S240)에서는, 협대역 간섭이 존재하지 않는 경우 선형 첩 함수를 선택한다.

<59>

단계(S250)에서는 상기 선택된 첩 함수를 적용하여 UWB방식으로 데이터를 전송한다. 즉, 협대역 간섭이 존재하는 경우와 협대역 간섭이 존재하지 않는 경우를 구분하여 선형 또는 비선형 함수를 적용하여 데이터를 전송할 수 있다.

<60>

상기와 같이 하이브리드 CW 다중대역 UWB 시스템을 사용하여 데이터를 전송함으로써, NBI를 억제할 수 있다.

<61>

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 선형 첩과 비선형 첩의 순시주파수를 비교하여 설명하기 위한 도면이다.

<62>

도 3을 참고하면, 선형 첩(320)과 사인곡선 첩(310)의 순시주파수 $f(t)$ 가 도시되어 있다. 선형 CW와는 대조적으로 비선형 CW의 중심주파수 $f(t)$ 는 시간 t 와 선형을 이루지 않는다.

<63>

여기서, 평가된 NBI 특성을 기준으로 비선형 CW의 순시주파수를 조정하기 때문에, NBI로부터의 영향을 억제할

수 있다. 비선형 첩에 대하여, $\mu(t)$ 의 절대값이 t_0 ($t_0 = \arg \max_t |\mu(t)|$)에서 최대값에 도달할 때 최대의 NBI 억제능력을 달성할 수 있다. 여기서 $f(t_0)$ 를 NBI의 중심주파수($f_i = 5.3\text{GHz}$)로 설정했는데, 이것은 $f(t_0) = f_i$ 를 의미한다. $(0, \pi)$ 의 위상범위와 f_i 의 중심주파수를 갖는 코사인곡선을 채택한다. k -번째 하부대역의 전체 스펙트럼(f_{lk}, f_{hk})을 활용하려면 코사인 곡선의 2개의 경계 주파수 중에서 최소한 하나가 f_{lk} 또는 f_{hk} 이 되어야 한

다. f_i 가 f_{ck} 와 동일하지 않으면 전체 곡선의 주파수 범위는 하부대역을 초과한다. 따라서, 코사인 곡선을 잘라서 (f_{lk} , f_{hk})의 주파수 범위를 포함시키고 곡선의 일부분만을 활용할 수 있다. [수학식 4]의 매개변수 a 와 b 는 간섭 주파수 f_i 가 f_{ck} 보다 높거나 낮은지 여부를 기준으로 아래 [수학식 6]에 의해 2개의 세트 값으로 분할할 수 있다.

<64> [수학식 6]

$$\text{for } f_i \leq f_{ck} \begin{cases} a = f_{hk} - f_i \\ b = \frac{1}{T_s} \arccos \left(\frac{f_{hk} - f_i}{f_{hk} - f_i} \right); \end{cases}$$

$$\text{for } f_i > f_{ck} \begin{cases} a = f_{lk} - f_i \\ b = \frac{1}{T_s} \arccos \left(\frac{f_{lk} - f_i}{f_{lk} - f_i} \right) \end{cases}$$

<65>

<66> 도 4는 본 발명의 다른 일실시예에 있어서, 하이브리드 8-진 칩 함수 방식의 파형 세트를 설명하기 위한 도면이다.

<67> 도 4를 참고하면, 도 4는 제안된 하이브리드 8-진 CW 방식의 파형 세트를 나타낸다. 여기서, 다중대역 시스템의 주파수 범위가 3.1~10.6GHz라고 가정하고, 전체 주파수 대역은 동일한 대역폭을 갖는 8개의 하부대역으로 분할한다. NBI는 5.3GHz의 중심주파수와 20MHz의 대역폭을 갖는다. 이때, 5.3GHz는 1=3 하부대역에 있음을 파악할 수 있다. 비선형 CW를 사용하는 3번째 하부대역(410)을 제외한 그 밖의 하부대역은 선형 CW를 활용한다.

<68> 여기서 AWGN을 채널모델로 가정하며, 수신기 측에서는 간섭 수신기를 활용하고 정합 필터를 사용하여 수신된 신호를 검출할 수 있다.

<69> 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 하이브리드 8-진 칩 함수 방식에 대하여 부호오율(SER : symbol error rate) 대비 신호대간섭비(SIR : signal to interference ratio) 성능을 비교 설명하기 위한 도면이다.

<70> 도 5를 참고하면, 하이브리드 8-진 CW 방식에 대하여 부호오율(SER) 대비 신호대간섭비(SIR) 성능을 평가하고, 이를 선형 8진 CW 방식 및 가우시안 펄스 기반 PAM 시스템과 비교한다. 즉, 도 5로부터 제안된 하이브리드 8-진 CW 방식이 선형 CW 시스템보다 양호하게 목적을 달성한다는 것을 추출할 수 있다. $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ 일 경우에 하이브리드 8-진 CW 방식(510)은 선형 8-진 CW 방식(520)과 비교하여 10^{-2} 의 SER에서 3dB의 이득을 얻는다. 또한, 가우시안 임펄스 기반 8-진 PAM 시스템(530)에 비하여 제안된 하이브리드 8-진 CW 시스템(510)은 보다 많은 SIR 이득을 달성한다

<71> 마찬가지로 $E_b/N_0 = 8\text{dB}$ 일 경우에 하이브리드 8-진 CW 방식(540)은 선형 8-진 CW 방식(540) 및 가우시안 임펄스 기반 8-진 PAM 시스템(560)과 비교하여 많은 SIR 이득이 발생한다.

<72> 즉, 본 발명의 하이브리드 CW 시스템이 선형 CW 시스템 등과 비교하여 NBI를 효과적으로 억제할 수 있다.

<73> 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<74> 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, 하이브리드 칩 펄스 정형화를 사용한 다중대역 M-진(M-ary) UWB 시스템을 도시한 흐름도이다.

<75> 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, UWB 시스템의 협대역 간섭 소거 방법을 도시한 도면이다.

<76> 도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 선형 칩과 비선형 칩의 순시주파수를 비교하여 설명하기 위한 도면이다.

<77> 도 4는 본 발명의 다른 일실시예에 있어서, 하이브리드 8-진 칩 함수 방식의 파형 세트를 설명하기 위한 도면이다.

<78> 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 하이브리드 8-진 칩 함수 방식에 대하여 부호오율(SER) 대비 신호대간섭비(SIR) 성능을 비교 설명하기 위한 도면이다.

<79> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<80> 100 : 다중대역 UWB 시스템 310 : 비선형 칩

<81> 320 : 선형 척 410 : 간섭존재 하부대역

<82> 510 : $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ 일 경우의 8진 하이브리드 칩 파형

<83> 520 : $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ 일 경우의 8진 선형 척 파형

<84> 530 : $E_b/N_0 = 5\text{dB}$ 일 경우의 8진 PAM

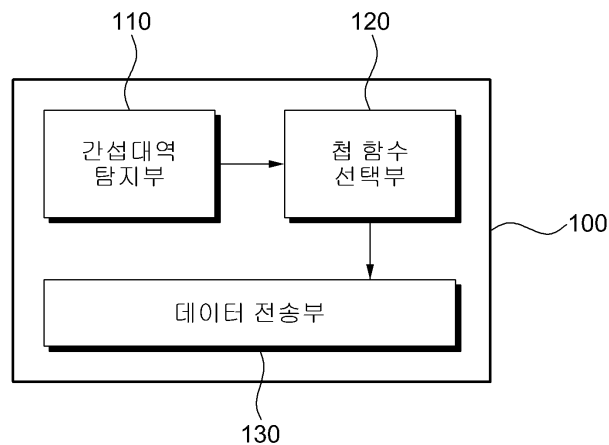
<85> 540 : $E_b/N_0 = 8\text{dB}$ 일 경우의 8진 하이브리드 칩 파형

<86> 550 : $E_b/N_0 = 8\text{dB}$ 일 경우의 8진 선형 첩 파형

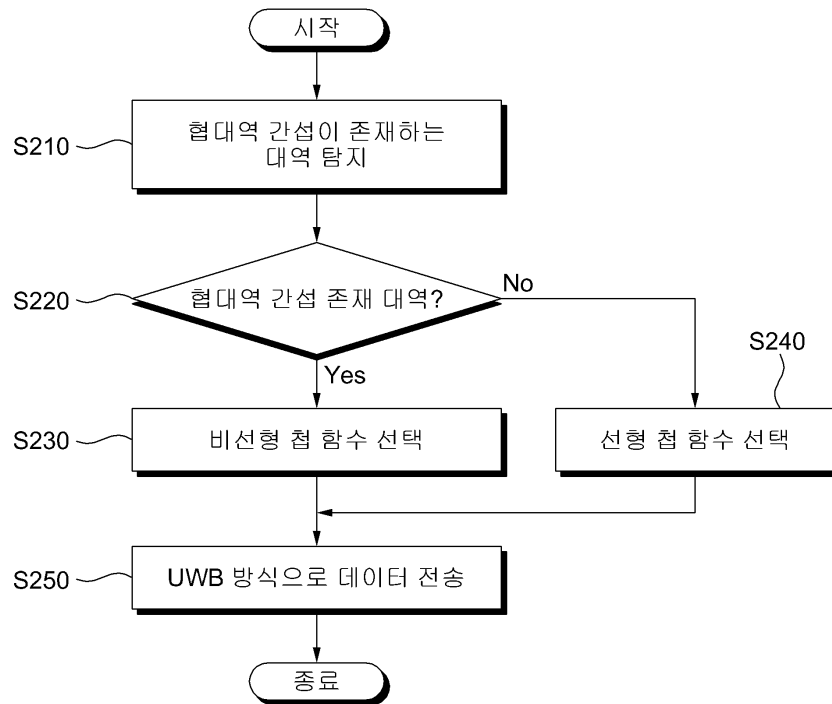
<87> 560 : $E_b/N_0 = 8\text{dB}$ 일 경우의 8진 PAM

도면

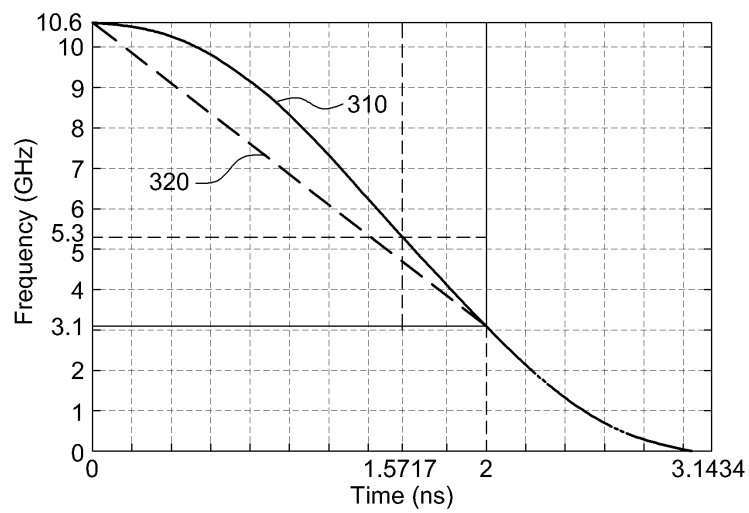
도면1



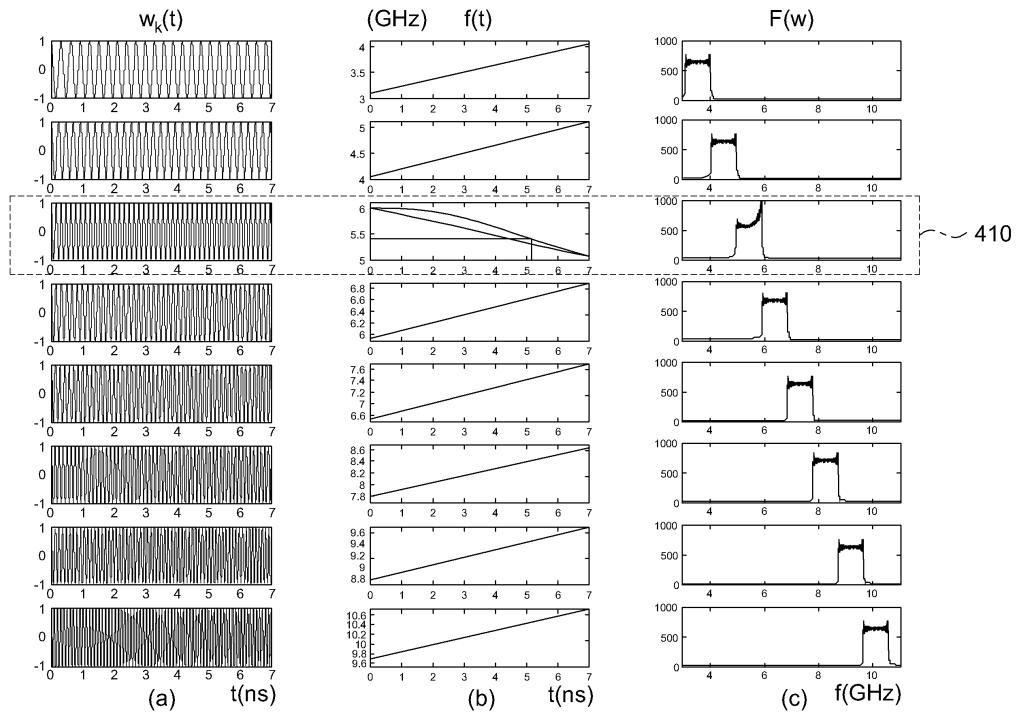
도면2



도면3



도면4



도면5

