(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0011594
(43) 공개일자 2009년02월02일

(51) Int. Cl.[9]
H04B 1/10 (2006.01) *H04B 15/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0075324
(22) 출원일자 2007년07월26일
심사청구일자 2007년07월26일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
(72) 발명자
곽경섭
인천 남구 용현3동 인하대학교 벤처창업관 401호
장유화
인천 남구 용현3동 인하대학교 하이테크관 428호
강우식
경기 용인시 기흥읍 농서리 산14-1
(74) 대리인
이원희

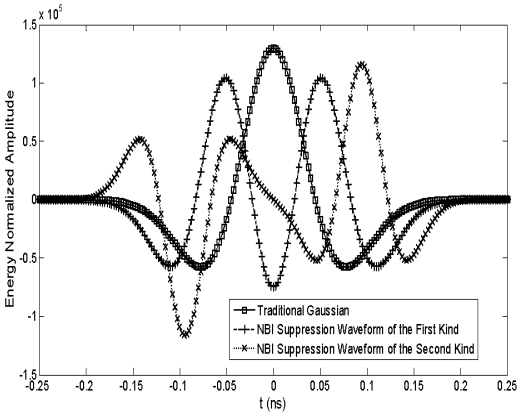
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법

(57) 요 약

본 발명은 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 관한 것으로, 특히 특정 주파수를 사용하여 레인징 에러율을 낮춘 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템의 협대역 간섭제거 방법은 두개의 협대역 간섭제거 파형을 사용하여 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭 신호를 제거하여 레인징 시스템의 정확성을 향상시키는 효과가 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

초광대역 레인징 시스템의 협대역 간섭제거 방법에 있어서,

협대역 간섭 신호를 $i(t)=\beta\cos(2\pi f_i t+\varphi)$ 라고 할 때, 정규화된 에너지를 가지는 수신 파형이 아래 수학식을 만족하는 두 개의 협대역 간섭 제거 파형인 것을 특징으로 하는 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법.

$$w_{r1}(t)=g(t-\delta_1/2)+g(t+\delta_1/2)$$
$$w_{r2}(t)=g(t-\delta_2/2)-g(t+\delta_2/2)$$

(여기서, g(t)는 가우시안 모노사이클, δ_1=(N+1/2)/f_1 , δ_2=(N)/f_1 , N 은 정수, f_i는 협대역 간섭 신호 $i(t)$의 중심 주파수, β는 협대역 간섭 신호의 크기, ϕ는 협대역 간섭 신호의 위상)

청구항 2

청구항 1 에 있어서,

상기 초광대역 레인징 시스템의 수신부의 간섭 출력은 아래 수학식과 같은 것을 특징으로 하는 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법.

$$[\mathbf{R_i}]_{k,l,1}=N_p|G(f_i)|^2\left[2R_i(\tau_k-\tau_l)+R_i(\tau_k-\tau_l-\delta_1)+R_i(\tau_k-\tau_l+\delta_1)\right]$$
$$[\mathbf{R_i}]_{k,l,2}=N_p|G(f_i)|^2\left[2R_i(\tau_k-\tau_l)-R_i(\tau_k-\tau_l-\delta_2)-R_i(\tau_k-\tau_l+\delta_2)\right]$$

(여기서, $G(f_i)$는 g(t)의 푸리에 변환값, $R_i(t)$는 협대역 간섭신호 $i(t)$의 자기상관, N_p는 양극 PN 순차의 주기)

청구항 3

청구항 2 에 있어서,

상기 초광대역 레인징 시스템의 수신부의 간섭 출력은 $R_i(t)=\cos(2\pi f_i t)$ 일때,

$$[\mathbf{R_i}]_{k,l,1}=4N_p|G(f_i)|^2\cos(2\pi f_i(\tau_k-\tau_l))\cos^2(\pi f_i\delta_1)$$
$$[\mathbf{R_i}]_{k,l,2}=4N_p|G(f_i)|^2\cos(2\pi f_i(\tau_k-\tau_l))\sin^2(\pi f_i\delta_2)$$

으로 표현되는 것을 특징으로 하는 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 관한 것으로, 특히 특정 주파수를 사용하여 레인징 에러율을 낮춘 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 최근 무선 광대역 기술이 미래의 무선 기술의 대표주자로 제안되었다.

<3> UWB 무선 시스템은 한정된 주파수 자원에 대한 사용 효율성을 극대화하기 위하여 기존의 무선 시스템과 주파수 스펙트럼을 공유함으로써, 주파수 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있도록 고안된 것이다.

<4> UWB(Ultra Wide Band) 통신 방식은 500MHz 이상의 주파수 대역을 사용하는 통신 시스템 또는 Fraction Bandwidth가 20% 이상을 사용하는 무선 통신 방식으로 규정되며, RF(Radio Frequency) 반송파 대신 1ns 이하로 폭이 좁은 모노 펄스를 이용하여 정보를 전송하는 기술이다.

<5> 이러한 UWB 무선 시스템은, 펄스의 성질에 의해 광대역(0Hz 내지 수㎓)에 걸쳐 기저대역 잡음과 같이 낮은 전력 스펙트럼이 존재하기 때문에 현재 사용되고 있는 다른 무선 시스템에 간섭을 주지 않으며, 초광대역의 대역폭을 사용함으로, 일반적인 무선 시스템에 비하여 신호의 전송속도가 증가한다.

<6> 또한, UWB 무선 시스템은 기존의 무선 시스템에서 필수적으로 사용되었던 반송파를 사용하지 않으므로, 각각의 주파수대로 송신되는 데이터는 노이즈 정도의 강도밖에는 없게 되므로, 같은 주파수대를 사용하는 무선기기와 혼신(混信)되는 일이없으며, 송신 장치 및 수신 장치의 소모 전력을 현저하게 감소시킬 수 있다.

<7> 더욱이, UWB 무선 시스템은 기저대역 신호를 상향 변조 없이 안테나를 통해 직접 송신하고, 상기와 같이 송신된 신호를 직접 복조하기 때문에 송신 장치 및 수신 장치를 간소하게 구현할 수 있다. 아울러, 펄스 방식의 UWB 송수신기는 단거리

<8> 에서 초고속의 데이터 전송특성을 가지며, 전송을 이용되는 펄스의 폭이 아주 짧아 고정밀의 위치를 판별할 수 시스템에 응용할 수 있다.

<9> UWB 무선 시스템 중 연속적 기저대역을 사용하고 안테나로부터 목적지까지 반송파 없이 펄스를 사용하여 거리를 측정하는 UWB(Ultra Wide Band) 레인징 시스템은 UWB 무선 기술의 주요한 응용 부분 중에 하나이다.

<10> 레인징이란 알려진 관측지점 혹은 기준점으로부터 원거리에 있는 물체까지의 거리를 측정하는 것을 말한다.

<11> UWB 통신 방식과 같이 아주 짧은 펄스파를 이용하는 경우 신호의 펄스의 폭이 아주 짧고 사용되는 신호의 크기가 제한되어 있어 전력 소비가 다른 통신 방식에 비하여 상대적으로 적은 장점을 진다.

<12> 이러한 UWB 방식을 이용한 UWB 송,수신기는 단거리에서 초고속의 데이터 전송특성을 가지며, 전송에 이용되는 펄스의 폭이 아주 짧아 고정밀의 위치, 또는 거리를 판별할 수 있는 시스템에 응용할 수 있다.

<13> 무선 UWB 신호를 사용하여 거리를 계산하는 시스템은 호스트 단말기와 슬레이브 단말기의 사이, 또는 각각의 단말기들 사이에 전송 신호를 송,수신하여 전송 신호와 수신신호의 시간차를 이용하여 이들 사이의 거리를 측정한다. 측정된 거리는 복수의 거리를 조합하여 3차원적으로 위치 계산을 수행하기 위한 기본 자료, 즉 기준 거리로 이용하게 된다. 무선 신호를 수단으로 하는 거리 측정(ranging)이나 통신, 위치 추적 시스템, 센서 네트워크에서 각 단말기의 전력소모가 네트워크의 유지 보수, 시스템의 활용의 편의성 등에서 중요한 요소가 된다.

<14> 그러나, UWB 무선의 초 저출력 특성으로 인해 협대역 간섭 현상이 발생한다. 이러한 간섭현상이 적절히 제거되지 않으면 UWB 레인징 시스템의 정확성이 떨어지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<15> 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법은 특정 주파수를 이용한 펄스 파형에 의하여 협대역 간섭을 제거할 수 있는 두 개의 파형을 기반으로 하는 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

<16> 상기한 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템의 협대역 간섭제거 방법은 협대역 간섭 신호를 $i(t) = \beta \cos(2\pi f_i t + \varphi)$ 라고 할 때, 정규화된 에너지를 가지는 수신 파형이 아래 수학식을 만족하는 두 개의 협대역 간섭 제거 파형인 것을 특징으로 한다.

$$w_{r1}(t) = g(t-\delta_1/2) + g(t+\delta_1/2)$$
$$w_{r2}(t) = g(t-\delta_2/2) - g(t+\delta_2/2)$$

<17>

<18> 여기서, g(t)는 가우시안 모노사이클, δ_1=(N+1/2)/f_1 , δ_2=(N)/f_1 , N 은 정수, f_i는 협대역 간섭 신호 $i(t)$의 중심 주파수, β는 협대역 간섭 신호의 크기, ϕ는 협대역 간섭 신호의 위상이다.

효 과

<19> 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템의 협대역 간섭제거 방법은 두개의 협대역 간섭제거 파형을 사용하여 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭 신호를 제거하여 레인징 시스템의 정확성을 향상시키는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<20> 이하, 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<21> 레인징이란 알려진 관측지점 혹은 기준점으로부터 원거리에 있는 물체까지의 거리를 측정하는 것을 말한다.

<22> 본 발명의 초광대역 레인징 시스템에서 송신 신호는 아래 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

$$s(t) = \sqrt{E}\sum_{i=-\infty}^{\infty}\sum_{j=0}^{N_p-1} c_j w_t\left(t-\left(iN_p+j\right)T_f\right)$$

<23>

<24> 상기 [수학식 1]에서 c_j 는 주기 N_p 를 가지는 양극 PN 순차이다. E 는 실제 하나의 펄스를 전송하는 에너지이다. $w_t(t)$ 는 정규화된 에너지를 가지는 전송 파형이며, T_f 는 2개 펄스 사이의 시간 간격이다.

<25> 여기서, i는 비트 시퀀스 넘버이며, j는 하나의 비트의 펄스 시퀀스 넘버이다.

<26> N_k 개의 경로와 각 경로의 크기가 a_k 이고 지연이 τ_k인 전송 및 반사가 이루어지는 채널을 가정한다. 여기서, k는 채널 경로 시퀀스 넘버이다. τ_k를 k 번째 경로의 전송 지연이라고 할때, 지연이 $\tau_{Nk-1} > \tau_{Nk} > \ldots > \tau_1 > \tau_0 = 0$ 와 같다면, 수신 신호는 다음 [수학식 2]와 같다.

수학식 2

$$r(t) = \sqrt{E}\sum_{k=0}^{N_k-1}\alpha_k\sum_{i=-\infty}^{\infty}\sum_{j=0}^{N_p-1} c_j w_r\left(t-\left(iN_p+j\right)T_f-\tau(d)-\tau_k\right) + i(t)+n(t)$$

<27>

<28> 여기에서 $w_r(t)$ 는 정규화된 에너지를 가진 수신 파형이며 $i(t)$ 는 간섭 신호이다. $n(t)$ 는 부가 백색 가우시안 잡음(AWGN)이다.

<29> 이러한 채널 모델을 본 발명에 따른 레인징 시스템이 알고 있다고 가정한다면, 다시 말해 가령 a_k 의 크기와 τ_k의 지연을 가지고 있는 모든 N_k 개의 경로가 채널 추정 방법에 의해 얻어진다고 하면 이는 N_k 개의 핑거를 가지는 레이크 수신기와 같다.

<30> 기준 신호인 $v_k(t)$ 는 k 번째 핑거의 슬라이드 상관기에서 발생되며, 아래 [수학식 3] 과 같다.

수학식 3

$$v_k(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=0}^{N_p-1} c_j w_r\left(t - \left(iN_p + j\right)T_f - \tau_k\right)$$

<31>

<32> k번째 핑거의 상관기 출력중 i번째 출력은 아래 [수학식 4]와 같다.

수학식 4

$$m_k(i,\tau) = \int_{iN_pT_f+\tau_k}^{(i+1)N_pT_f+\tau_k} r(t)\, v_k(t-\tau)\, dt$$
$$\approx \alpha_k \sqrt{E} N_p R\left(\tau - \tau(d)\right) + i_k(\tau) + n_k(\tau)$$

<33>

<34> 위 식에서 $R(t)$ 은 $w_r(t)$의 자기상관 함수이다. 위의 식을 간략화 하면, 아래 [수학식 5]와 같다.

수학식 5

$$\mathbf{r} = \mathbf{s} + \mathbf{i} + \mathbf{n}$$

<35>

<36>

<37> 식 (5)에서 **s**, **i** 와 n은 $N_k \times 1$ 벡터이다. 수신기는 수신 신호인 **r**과 상관 시키기 위해 벡터 **c**= $\boldsymbol{\alpha}$ 를 사용한다. 상관 뱅크는 아래 [수학식 6]과 같이 주어질 수 있다.

수학식 6

$$m(\tau) = \left(\sqrt{E} N_p R\left(\tau - \tau(d)\right)\right)^2 \boldsymbol{\alpha}^{\mathrm{H}}\boldsymbol{\alpha} + \boldsymbol{\alpha}^{\mathrm{H}}\left(\mathbf{R}_{\mathbf{i}}(\tau) + \mathbf{R}_{\mathbf{n}}(\tau)\right)\boldsymbol{\alpha}$$

<38>

<39> 여기에서 $\mathbf{R}_n(\tau) = E\{\mathbf{n}(\tau)\mathbf{n}(\tau)^{\mathrm{H}}\}$ 이며 $N_k \times N_k$ 의 대각행렬이다. $\mathbf{R}_i(\tau) = E\{\mathbf{i}(\tau)\mathbf{i}(\tau)^{\mathrm{H}}\}$ 상관 행렬이다. 평가되는 시간 지연 τ_e는 다음 [수학식 7]과 같다.

수학식 7

$$\tau_e = \arg\max_{\tau}\left(m(\tau)\right)$$

<40>

<41> 그리고 목표물까지 거리 $d = c_1 \tau_e/2$ 와 같으며 여기에서 c_1 는 무선 전송 속도이다.

<42> 출력부에서의 간섭 요소는 $\boldsymbol{\alpha}^{\mathrm{H}}(\mathbf{R}_i(\tau)\boldsymbol{\alpha}$ 와 같다. $\mathbf{R}_i(\tau)$의 $\{k, l\}$ 요소는 다음 [수학식 8]과 같다.

수학식 8

$$\left[\mathbf{R}_{\mathbf{i}}(\tau)\right]_{k,l} = E\left\{i_k(\tau)\, i_l^*(\tau)\right\}$$
$$\approx N_p \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} R_i\left(t - t' + \tau_k - \tau_l\right) w_r(t)\, w_r(t')\, dt dt'$$

<43>

<44> 식 (8)에서 $R_i(t)$ 은 간섭 신호 $i(t)$의 자기 상관이다. τ_k와 τ_l 은 k 와 l 번째 경로의 전달 지연 값

이다. 여기에서 $\mathbf{R}_i(\tau)$ 은 τ의 함수가 아닌 것을 발견할 수 있다.

<45> 본 발명에서 제안하는 두개의 협대역 간섭 제거 파형은 다음 [수학식 9]와 같다.

수학식 9

$$w_{r1}(t) = g(t-\delta_1/2) + g(t+\delta_1/2)$$
$$w_{r2}(t) = g(t-\delta_2/2) - g(t+\delta_2/2)$$

<46>

<47> $g(t)$ 는 기본적인 UWB 펄스 파형이다. 이것은 FCC(Federal Communications Commission)의 스펙트럼 마스크를 만족하는 어떤 파형도 $g(t)$가 될 수 있다. 일 실시예로 본 발명에서 가우시안 모노사이클이 된다. [수학식 8]에서 $w_r(t)$ 를 [수학식 9]의 $w_{r1}(t)$ 과 $w_{r2}(t)$ 로 대체하고 UWB 스펙트럼이 기본적으로 $\mathbf{R}_i(\tau)$의 $\{k,l\}$ 요소 f_i 를 중심으로 하는 협대역 간섭의 주파수 전 범위에 걸쳐서 일정하다고 가정하면 다음 [수학식 10]과 같다.

수학식 10

$$[\mathbf{R}_i]_{k,l,1} = N_p |G(f_i)|^2 [2R_i(\tau_k-\tau_l) + R_i(\tau_k-\tau_l-\delta_1) + R_i(\tau_k-\tau_l+\delta_1)]$$
$$[\mathbf{R}_i]_{k,l,2} = N_p |G(f_i)|^2 [2R_i(\tau_k-\tau_l) - R_i(\tau_k-\tau_l-\delta_2) - R_i(\tau_k-\tau_l+\delta_2)]$$

<48>

<49> f_i 는 협대역 간섭 $i(t)$의 중심 주파수이며 $G(f)$ 는 $g(t)$ 의 푸리에 변환이다. f_i 주파수의 단일 톤 간섭을 협대역 간섭의 원인으로 고려할 수 있다.

<50> 여기서, 협대역 간섭 $i(t)$은 다음 [수학식 11]과 같다.

수학식 11

$$i(t) = \beta\cos(2\pi f_i t + \varphi)$$

<51>

<52> 여기서 β는 협대역 간섭의 크기이고, ϕ는 위상이다. 이러한 협대역 간섭의 정규화한 자기상관 함수는 다음과 같이 간단히 정의된다.

수학식 12

$$R_i(t) = \cos(2\pi f_i t)$$

<53>

<54> 따라서 [수학식 10]을 다시 쓰면 아래 [수학식 13]과 같이 정리된다.

수학식 13

$$[\mathbf{R}_i]_{k,l,1} = 4N_p |G(f_i)|^2 \cos(2\pi f_i(\tau_k-\tau_l))\cos^2(\pi f_i\delta_1)$$
$$[\mathbf{R}_i]_{k,l,2} = 4N_p |G(f_i)|^2 \cos(2\pi f_i(\tau_k-\tau_l))\sin^2(\pi f_i\delta_2)$$

<55>

<56> 만약 여기서, δ_1=(N+1/2)/f_1 또는 δ_2=(N)/f_1 (여기서, N은 정수)으로 설정하면, $\cos^2(\pi f_i \delta_1)$=0 또는 $\sin^2(\pi f_i \delta_2)$=0이 되고, $\mathbf{R}_i$=0이 되어 협대역 간섭은 제거된다.

<57> 도 1은 전형적 가우시안 파형과 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 따른 두 개의 전송 파형이 도시된 그래프이며, 도 2는 전형적 가우시안 파형과 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 따른 두 개의 전송 파형의 레인징 에러율과 SIR 성능이 비교 도시된 그래프이다.

<58> 기존의 가우시안 모노 사이클을 기반으로 하는 레인징 시스템과 본 발명에 따른 제안한 두 개의 파형을 기반으로 하는 레인징 시스템을 구현하였다. 레인징 성능은 레인징 에러 비율을 기반으로 평가하였다. 시뮬레이션에서 파형의 길이는 0.5ns 이고 협대역 중심 주파수 f_i=5.3GHz 이다. δ_1= 0.5/f_i = 0.0943ns 이며 δ_2=1/f_i = 0.1887ns 이다.

<59> 이 경우 파형은 도 1과 같다. 가장 큰 레인징 거리를 30m로 정하고 측정 에러 한계를 0.3m로 정하였다. 레인징 에러 비율과 세 개 파형의 SIR 성능을 도 2에서 비교하였다. 시뮬레이션 결과에 따라 제안한 2개의 파형에 기반한 레인징 시스템이 기존의 가우시안 모노 사이클 형태의 레인징 시스템보다 더 낮은 레인징 에러율을 보였다. 특히 간섭 출력이 높은 경우 더욱 낮음을 알 수 있다.

<60> 본 발명에서는 특정 주파수를 이용하여 협대역 간섭 제거 능력을 갖춘 두 개의 파형을 기반으로 하는 UWB 레인징 시스템을 제안했다. 시뮬레이션 결과를 통해 전형적 가우시안 모노 사이클을 기반으로 하는 레인징 시스템보다 본 발명에 따른 방법을 사용한 레인징 시스템이 낮은 레인징 에러율을 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

<61> 이상과 같이 본 발명에 의한 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법을 예시된 도면을 참조로 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명은 한정되지 않고, 기술사상이 보호되는 범위 이내에서 응용될 수 있다.

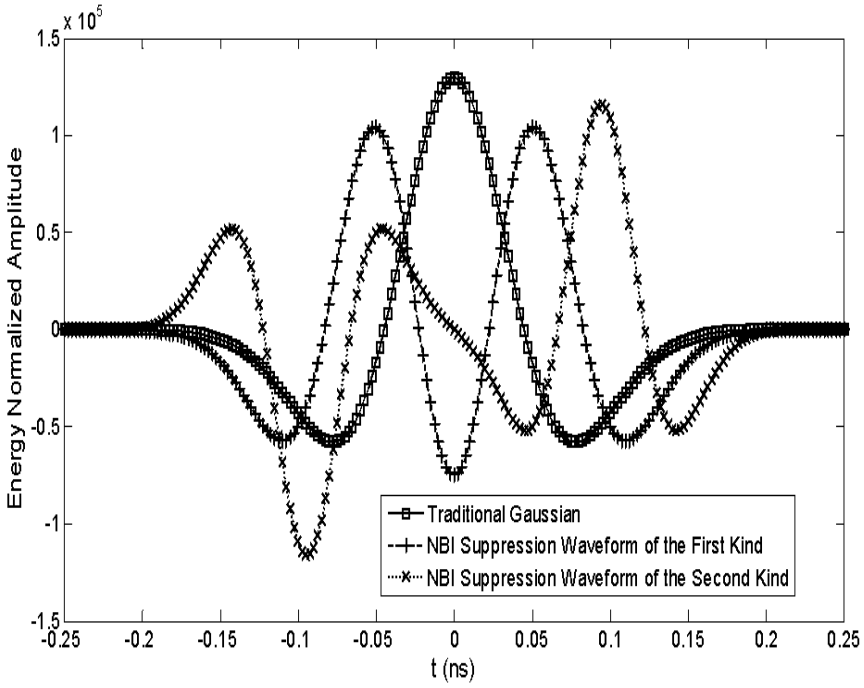
도면의 간단한 설명

<62> 도 1은 전형적 가우시안 파형과 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 따른 두 개의 전송 파형이 도시된 그래프,

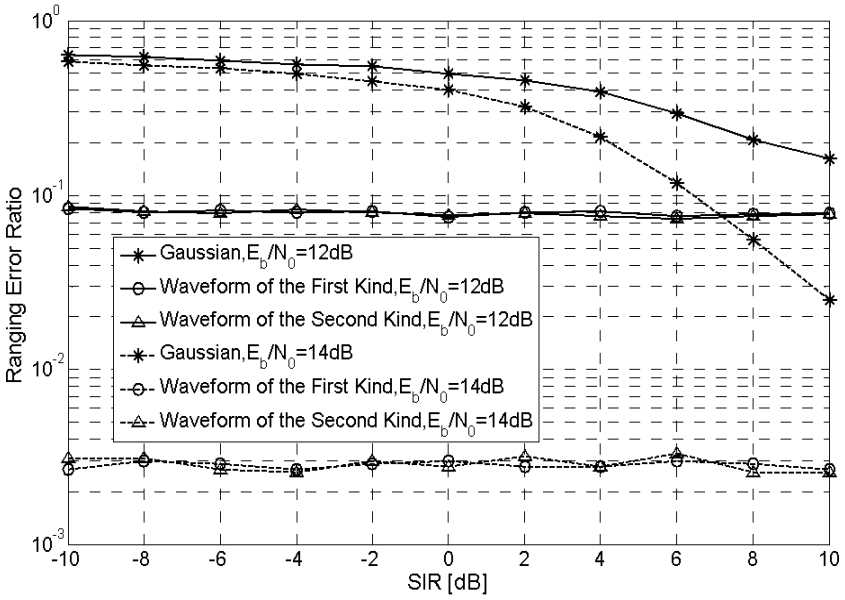
<63> 도 2는 전형적 가우시안 파형과 본 발명에 따른 초광대역 레인징 시스템에서 협대역 간섭제거 방법에 따른 두 개의 전송 파형의 레인징 에러율과 SIR 성능이 비교 도시된 그래프이다.

도면

도면1



도면2


Ranging Error Ratio
SIR [dB]
Gaussian,Eb/N0=12dB
Waveform of the First Kind,Eb/N0=12dB
Waveform of the Second Kind,Eb/N0=12dB
Gaussian,Eb/N0=14dB
Waveform of the First Kind,Eb/N0=14dB
Waveform of the Second Kind,Eb/N0=14dB