(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0100205
(43) 공개일자 2024년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 27/144 (2006.01) *H04B 1/7097* (2011.01)
H04J 13/00 (2011.01) *H04L 25/03* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 27/144 (2013.01)
H04B 1/7097 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0075508
(22) 출원일자 2023년06월13일
심사청구일자 2023년06월13일
(30) 우선권주장
1020220181443 2022년12월22일 대한민국(KR)

(71) 출원인
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정의림
대전광역시 유성구 어은로 57 한빛아파트 101동 1802호
김성현
대전광역시 유성구 학하서로 174, 303호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이은철, 이우영

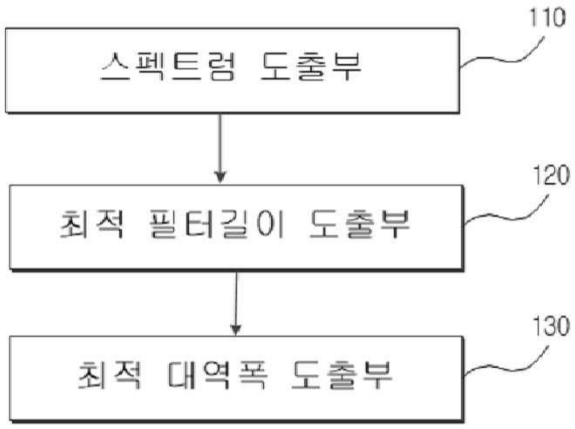
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **FSK 모드 수신 필터 및 이의 제작 방법**

(57) 요 약

본 기술은 필터 및 이의 제작 방법이 개시된다. 본 기술의 구체적인 예에 따르면, 각 확산이득 별로 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 필터를 제작함에 따라 FSK 통신 환경에서의 잡음 영향을 최소화할 수 있고 신호의 세기를 최대화할 수 있고, 이에 본 발명은 FSK 환경에서의 통신 성능을 근본적으로 향상시킬 수 있으며 경량의 디바이스를 이용하여 수신신호에 포함된 잡음을 제거할 수 있으므로 통신 시스템에 대한 범용성을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H04J 13/0022 (2013.01)
H04L 25/03821 (2013.01)
(72) 발명자
이민아
대전광역시 유성구 동서대로179번길 62-24, 404호

허유라
대전광역시 유성구 학하서로121번길 13, 307호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	9991008202
과제번호	21-CM-TN-11
부처명	다부처
과제관리(전문)기관명	국방과학연구소
연구사업명	민군기술협력(R&D)(산업부,방사청)
연구과제명	웨이크업 수신모드 소모전력 수 uW 수준의 0.2~1GHz 대역 광역 송수신 SoC 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)파이칩스
연구기간	2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

송신기에 의거 확산된 후 채널을 통과한 신호를 수신하고 수신된 신호를 증폭한 다음 기저대역으로 변환하는 수신기를 포함하고,

상기 수신기는

기저 대역으로 변환된 신호에 포함된 잡음을 제거하는 필터를 더 포함하고,

상기 필터는,

각각의 확산이득의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호와 송신신호의 주파수에 대한 에너지 강도를 도출하는 스펙트럼 도출부;

상기 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터길이로 최적 필터길이를 설정하는 최적 필터길이 도출부; 및

수신된 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정하게 유지되는 SNR 중 최소의 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역 대역폭을 도출하는 최적 대역폭 도출부를 포함하는 필터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 필터는,

도출된 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 각 확산이득 마다 제작하도록 구비되는 필터.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 스펙트럼 도출부의 확산코드는,

소정값 미만의 확산이득에 대해 1의 PN 코드로 설정되고,

상기 소정값 이상에 확산이득에 대해 PN 코드로 설정되도록 구비되는 필터.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 최적 필터길이 도출부는,

소정 탭 단위로 변동하는 각 필터길이에 대해, 하나의 확산이득, 데이터 전송속도, 고정된 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소하지 아니한 필터길이를 최적 필터길이로 도출하도록 구비되는 필터.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 최적 대역폭 도출부는,

소정 kHz 단위로 변동하는 각 천이대역 및 통과대역의 대역폭에 대해, 각 확산이득의 확산 코드로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼 및 송신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정값으로 유지되는 SNR 중 최소 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역의 대역폭을 각 확산이득 마다 도출하도록 구비되는 필터.

청구항 6

제1항의 수신기에서 수행되는 필터의 제조 방법에 있어서,

각각의 확산이득의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호와 송신신호의 주파수에 대한 에너지 강도를 도출하는 스펙트럼 도출 단계;

상기 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터길이로 최적 필터길이를 설정하는 최적 필터길이 도출단계; 및

수신된 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정하기 유지되는 SNR 중 최소의 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역 대역폭을 도출하는 최적 대역폭 도출단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필터의 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어, 상기 필터 제작 방법은,

도출된 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 각 확산이득 마다 제작하도록 구비되는 필터의 제작 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 스펙트럼 도출단계의 확산코드는,

소정값 미만의 확산이득에 대해 1의 PN 코드로 설정되고,

상기 소정값 이상에 확산이득에 대해 PN 코드로 설정되도록 구비되는 필터의 제작 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 최적 필터길이 도출단계는,

소정 탭 단위로 변동하는 각 필터길이에 대해, 하나의 확산이득, 데이터 전송속도, 고정된 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소하지 아니한 필터길이를 최적 필터길이로 도출하도록 구비되는 필터의 제작 방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 최적 대역폭 도출단계는,

소정 kHz 단위로 변동하는 각 천이대역 및 통과대역의 대역폭에 대해, 각 확산이득의 확산 코드로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼 및 송신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정값으로 유지되는 SNR 중 최소 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역의 대역폭을 각 확산이득 마다 도출하도록 구비되는 필터의 제작 방법.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 필터의 제작 방법을 컴퓨터에 실행시키기 위한 프로그램이 기록된 것을 특징으로 하는 컴퓨터에서 판독가능한 기록매체.

청구항 12

컴퓨터와 결합되어 필터 제작 방법을 컴퓨터에 실행시키기 위해 컴퓨터에서 판독가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 있어서,

상기 필터 제작 방법은,

각각의 확산이득의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호와 송신신호의 주파수에 대한 에너지 강도를 도출하는 스펙트럼 도출 단계;

상기 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터길이로 최적 필터길이를 설정하는 최적 필터길이 도출단계; 및

수신된 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정하게 유지되는 SNR 중 최소의 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역 대역폭을 도출하는 최적 대역폭 도출단계를 포함하는 필터의 제작 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 필터 및 이의 제작 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 FSK(Frequency Shift Keying) 환경의 통신 시스템에서 수신신호의 세기가 감소되지 아니하고 수신신호에 포함된 잡음을 제거할 수 있는 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 다양한 무선 통신에서 대역 확산 변조를 사용하는 데는 무선 방해 장치(jammer)에 의한 고의적인 방해를 방지하며, 배경잡음과 같이 전송신호를 은닉하는 수단을 제공하는 등의 이유가 있다.

[0003] 확산 대역 통신방식에서, 주로 대역 확산용으로 정보신호에 곱해지는 코드를 확산 코드라 한다.

[0004] 그 중 PN 코드(Pseudo Random Noise Sequence)는 랜덤 잡음과 유사한 특성을 보이면서도 재생이 가능한 코드로 일정한 규칙을 갖는 코드 수열을 말하고, 스펙트럼 확산 방식의 이동통신에 많이 사용되는 코드로 확산 이득에 따라 스펙트럼이 달라지게 된다.

[0005] 송신단에서 확산된 후 채널을 통과한 신호는 수신기의 안테나에 도달하여 여러 단의 중폭과정을 거친 후 기저대역으로 변환된다. 기저대역으로 변환된 신호는 수신 필터를 적용하여 잡음을 제거하는 필터링 과정을 수행된다. 이에 통신 시스템은 수신 필터의 통과 대역과 차단 대역의 설정 범위에 따라 수신 성능이 달라진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 특허등록공보 제10-337389호(2002년 05월 08일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 수신신호의 세기가 감소되지 아니하면서 수신신호에 포함된 잡음을 제거할 수 있는 필터 및 그의 제작 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0008] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시 예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 양태에 의거한 필터는,

[0010] 송신기에 의거 확산된 후 채널을 통과한 신호를 수신하고 수신된 신호를 증폭한 다음 기저대역으로 변환하는 수신기를 포함하고,

[0011] 상기 수신기는

[0012] 기저 대역으로 변환된 신호에 포함된 잡음을 제거하는 필터를 더 포함하고,

[0013] 상기 필터는,

[0014] 각각의 확산이득의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호와 송신신호의 주파수에 대한 에너지 강도를 도출하는

스펙트럼 도출부;

[0015] 상기 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터길이로 최적 필터길이를 설정하는 최적 필터길이 도출부; 및

[0016] 수신된 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정하기 유지되는 SNR 중 최소의 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역 대역폭을 도출하는 최적 대역폭 도출부를 포함할 수 있다.

[0017] 바람직하게 상기 필터는,

[0018] 도출된 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 각 확산이득 마다 제작할 수 있다.

[0019] 바람직하게 상기 스펙트럼 도출부의 확산코드는,

[0020] 소정값 미만의 확산이득에 대해 1의 PN 코드로 설정되고,

[0021] 상기 소정값 이상에 확산이득에 대해 PN 코드로 설정되도록 구비될 수 있다.

[0022] 바람직하게 상기 최적 필터길이 도출부는,

[0023] 소정 탭 단위로 변동하는 각 필터길이에 대해, 하나의 확산이득, 데이터 전송속도, 고정된 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

[0024] 시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소하지 아니한 필터길이를 최적 필터길이로 도출하도록 구비될 수 있다.

[0025] 바람직하게 상기 최적 대역폭 도출부는,

[0026] 소정 kHz 단위로 변동하는 각 천이대역 및 통과대역의 대역폭에 대해, 각 확산이득의 확산 코드로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼 및 송신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

[0027] 시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정 값으로 유지되는 SNR 중 최소 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역의 대역폭을 각 확산이득 마다 도출하도록 구비될 수 있다.

[0028] 본 발명의 다른 실시 양태에 의거한 필터의 제작 방법에 있어서,

[0029] 각각의 확산이득의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호와 송신신호의 주파수에 대한 에너지 강도를 도출하는 스펙트럼 도출 단계;

[0030] 상기 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터길이로 최적 필터길이를 설정하는 최적 필터길이 도출단계; 및

[0031] 수신된 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정하기 유지되는 SNR 중 최소의 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역 대역폭을 도출하는 최적 대역폭 도출단계를 포함할 수 있다.

[0032] 바람직하게 상기 필터 제조 방법은,

[0033] 도출된 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 각 확산이득 마다 제작하도록 구비될 수 있다

[0034] 바람직하게 상기 스펙트럼 도출단계의 확산코드는,

[0035] 소정 값 미만의 확산이득에 대해 1의 PN 코드로 설정되고,

[0036] 상기 소정 값 이상에 확산이득에 대해 PN 코드로 설정되도록 구비될 수 있다.

[0037] 바람직하게 상기 최적 필터길이 도출단계는,

[0038] 소정 탭 단위로 변동하는 각 필터길이에 대해, 하나의 확산이득, 데이터 전송속도, 고정된 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

[0039] 시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소하지 아니한 필터길이를 최적 필터길이로 도출하도록 구비될 수 있다.

[0040] 바람직하게 상기 최적 대역폭 도출단계는,

[0041] 소정 kHz 단위로 변동하는 각 천이대역 및 통과대역의 대역폭에 대해, 각 확산이득의 확산 코드로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼 및 송신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고

[0042] 시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정 값으로 유지되는 SNR 중 최소 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역의 대역폭을 각 확산이득 마다 도출하도록 구비될 수 있다.

발명의 효과

[0043] 일 실시 예에 따르면, 각 확산이득 별로 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 필터를 제작함에 따라 FSK 통신 환경에서의 잡음 영향을 최소화할 수 있고 신호의 세기를 최대화할 수 있다.

[0044] 이에 본 발명은 FSK 환경에서의 통신 성능을 근본적으로 향상시킬 수 있으며 경량의 디바이스를 이용하여 수신신호에 포함된 잡음을 제거할 수 있으므로 통신 시스템에 대한 범용성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0045] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니된다.

도 1은 실시 예에 따른 SC-BFSK 환경의 통신 시스템의 전체 구성도이다.

도 2는 도 1의 통신 시스템의 필터의 세부 구성도이다.

도 3은 도 2의 스펙트럼 도출부의 각 확산이득 별 스펙트럼 특성을 보인 예시도이다.

도 4는 도 2의 최적 필터길이 도출부의 필터길이 별 스펙트럼 특성을 보인 예시도이다.

도 5는 도 2의 최적 대역폭 도출부의 SG=1일 때 각 천이대역 및 통과대역 별 송신신호와 수신신호 간의 SNR과 스펙트럼 특성을 보인 예시도이다.

도 6은 도 2의 최적 대역폭 도출부의 SG=4일 때 각 천이대역 및 통과대역 별 송신신호와 수신신호 간의 SNR과 스펙트럼 특성을 보인 예시도이다.

도 7은 도 2의 최적 대역폭 도출부의 SG=16일 때 각 천이대역 및 통과대역 별 송신신호와 수신신호 간의 SNR과 스펙트럼 특성을 보인 예시도이다.

도 8은 도 2의 필터의 제작 과정을 보인 전체 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 보다 상세하게 설명한다.

[0047] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0048] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0049] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0050] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.

[0051] 따라서, 구성요소들과 "부"들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 "부"들로 결합되거나 추가적

인 구성요소들과 "부"들로 더 분리될 수 있다.

[0052] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략한다.

[0053] 일 실시예가 적용되는 각각의 구성요소에 대해 임의 개를 임의의 적절한 구성으로 포함할 수도 있다. 일반적으로, 컴퓨팅 및 통신 시스템들은 광범위한 구성들로 나타나며, 도면은 본 개시의 범위를 어떤 특정 구성으로 한정하지 않는다. 도면은 본 특허 문서에서 개시된 다양한 특성들이 사용될 수 있는 하나의 동작 환경을 도시하고 있지만, 그러한 특성들은 어떤 다른 적절한 시스템에서 사용될 수도 있다.

[0054] 도 1은 일 실시 예가 적용되는 SC-BFSK 기반의 통신 시스템의 구성되고, 도 2는 도 1의 통신 시스템의 필터의 세부 구성도이며, 도 3은 도 2의 스펙트럼 도출부의 각 확산이득 별 스펙트럼 특성을 보인 예시도이고, 도 4는 도 2의 최적 필터길이 도출부의 필터길이 별 스펙트럼 특성을 보인 예시도이며, 도 5는 도 2의 최적 대역폭 도출부의 SG=1일 때 각 천이대역 및 통과대역 별 송신신호와 수신신호 간의 SNR(Signal Noise Ratio) 과 스펙트럼 특성을 보인 예시도이고, 도 6은 도 2의 최적 대역폭 도출부의 SG=4일 때 각 천이대역 및 통과대역 별 송신신호와 수신신호 간의 SNR과 스펙트럼 특성을 보인 예시도이며, 도 7은 도 2의 최적 대역폭 도출부의 SG=16일 때 각 천이대역 및 통과대역 별 송신신호와 수신신호 간의 SNR과 스펙트럼 특성을 보인 예시도이다.

[0055] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 일 실시예의 통신 시스템(S)의 송신기(1)는 송신 데이터를 인코딩 후 인터리빙을 수행하고, 인터리빙된 송신 데이터에 대한 대역 확산한 다음 확산된 신호에 10배 리피티션(Repetition)을 진행한 후 8배 인터폴레이션(interpolation)을 수행한 다음 BFSK 변조(BFSK mapper)를 통해 송신한다. 이때 두 톤의 간격은 4MHz이다.

[0056] 한편, 통신 시스템(S)의 수신기(2)는 복조(BFSK demapper)된 수신 신호를 양자화(Quantization) 한 후 8배 데시메이션(Decimation)을 통해 샘플링 주파수를 낮춘 다음 10배 역 리피티션(Derepetition)을 수행한다.

[0057] 이 후 수신기(2)는 수신 데이터에 대해 역 확산(Despreading)을 수행하고 역 확산된 신호에 합성곱 디인터리빙(Convolution Deinterleaver) 및 FEC 디코딩(FEC decoder)을 수행한 신호를 수신한다.

[0058] 그리고 수신기(2)는 수신신호에 포함된 잡음을 제거하기 위한 필터(100)를 더 포함하고 필터(100)는 각 확산이득 마다 도출된 최적 필터길이(Filter length), 데이터 전송속도(Data Rate), 최적 천이대역(Transition band) 및 통과대역(Pass band) 각각의 대역폭의 매개변수로 제작된다. 이에 필터(100)는 도 2를 참조하면, 스펙트럼 도출부(110), 최적 필터길이 도출부(120), 및 최적 대역폭 도출부(130)을 포함할 수 있다.

[0059] 여기서 스펙트럼 도출부(110)는 잡음이 없다는 조건 하에서 각 확산이득(SG: Spreading Gain)의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호 및 송신신호 각각의 스펙트럼 특성을 도출한다.

[0060] 여기서, 확산코드는 확산이득 SG=64 미만일 때의 스펙트럼(주파수에 대한 에너지 강도(PSD: Power Spectral Density)) 특성은 SG=1이고 PN 코드인 경우 스펙트럼 특성(PSD)과 비교할 때 불규칙적으로 도출된다. 이에 SG=64 미만의 PN 코드가 규칙성을 가질 확률이 높기 때문에 스펙트럼에 왜곡이 발생될 가능성이 존재한다.

[0061] 따라서, 일 실시예에서 확산코드는 소정값(바람직하게 64) 미만의 확산이득 SG에 대해 1의 PN(Pseudo Random Noise Sequence) 코드 ALL 1로 설정되고, 상기 SG=64 이상에 대해, PN 코드로 설정된다.

[0062] 예를 들어, 도 3을 참조하면, (a)(b)에 각각 도시된 바와 같이, SG=64 128이고 PN1, PN2 코드일 때 주파수에 대한 에너지 강도(PSD)를 확인할 수 있고, 이에 SG=64 및 128일 때 스펙트럼이 기준 스펙트럼과 유사함을 알 수 있다.

[0063] 도 3의 (c)(d)를 참조하면, SG=4, 16이고 PN 코드일 때 스펙트럼 특성 PSD는 SG=1이고 PN 코드인 경우 PSD과 비교할 때 불규칙적임을 알 수 있다.

[0064] 따라서 스펙트럼 도출부(110)은 SG=64 미만의 SG에 대해 확산 코드를 1의 PN 코드인 ALL 1 코드로 사용하고 SG=64 이상의 SG에 대해 확산 코드를 PN 코드로 사용하여 확산한 후 수신된 수신신호 및 송신신호 각각의 스펙트럼을 도출한다.

[0065] 한편, 필터의 매개변수 중 필터의 길이는 중요한 변수로서, 길이 짧은 필터는 하드웨어의 회로와 소프트웨어의 연산 복잡도가 작다는 장점을 가지나 필터 통과 후 신호의 세기가 감소되는 단점을 가진다. 따라서, 최적의 필터 길이를 도출하는 것은 매우 중요하다.

[0066] 이에 최적 필터길이 도출부(120)은 소정 탭 단위로 변동하는 각 필터길이에 대해, 하나의 확산이득, 데이터 전송속도, 고정된 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고 시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소하지 아니한 필터길이를 최적 필터길이로 도출한다.

[0067] 예를 들어, 최적 필터길이 도출부(120)는 정해진 다수의 필터길이 마다 확산이득(SG)이고 데이터 전송 속도가 1Mbps이며, 통과대역 및 천이대역의 대역폭이 100kHz의 수신 신호로 도출된 스펙트럼을 토대로 수신 신호의 세기가 저하되지 아니한 필터길이를 최적 필터길이로 설정할 수 있다.

[0068] 즉, 도 4를 참조하면, 101 탭부터 551탭까지 50탭 단위의 필터 길이 각각에 대한 수신 신호의 스펙트럼 특성(PSD)를 확인할 수 있고, 이에 수신 신호의 세기 감소가 가장 작은 최적 필터 길이는 551탭임을 알 수 있다.

[0069] 설정된 최적 필터길이는 최적 대역폭 도출부(130)로 제공된다. 최적 대역폭 도출부(130)는 소정 kHz 단위로 변동하는 각 천이대역 및 통과대역의 대역폭에 대해, 각 확산이득의 확산 코드로 확산한 후 수신된 수신신호의 스펙트럼 및 송신신호의 스펙트럼을 도출하는 시뮬레이션을 수행하고, 시뮬레이션 결과로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 송신신호와 수신신호 간의 BER(Bit Error Ratio)이 일정값(바람직하게 10^{-4})으로 유지되는 SNR 중 최소 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역의 대역폭을 각 확산이득 마다 도출한다. 여기서, BER은 수신 데이터와 송신 데이터 간의 비교를 통해 확인된다.

[0070] 일 례로, 도 5를 참조하면, (a)에 도시된 바와 같이, 확산이득 SG=1에 대해, 수신신호의 SNR은 8.11dB이고 최적 천이대역 및 최적 통과대역의 대역폭은 각각 500kHz 및 600kHz임을 알 수 있다. (b)에 도시된 바와 같이, 상기 SG=1, 1Mbps의 데이터 전송속도, 500kHz의 최적 천이대역 대역폭, 및 600kHz의 최적 통과대역 대역폭의 매개변수로 제작된 필터는 수신신호에 포함된 잡음이 제거되고 수신신호의 세기가 감소되지 아니함을 확인할 수 있다.

[0071] 도 6을 참조하면, (a)에 도시된 바와 같이, 확산이득 SG=4에 대해, 수신신호의 최소 SNR은 2.55dB이고 최적 천이대역 및 최적 통과대역의 대역폭은 각각 200kHz 및 200kHz임을 알 수 있다. 이에 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 SG=1, 1Mbps의 데이터 전송속도, 200kHz의 최적 천이대역 대역폭, 및 200kHz의 최적 통과대역 대역폭의 매개변수로 제작된 필터는 수신신호에 포함된 잡음을 제거할 수 있고, 수신신호의 세기가 감소되지 아니함을 확인할 수 있다.

[0072] 도 7을 참조하면, 확산이득 SG=16에 대해, (a)에 도시된 바와 같이, 수신신호의 최소 SNR은 -1.13dB이고 최적 천이대역 및 최적 통과대역의 대역폭은 각각 100kHz 및 100kHz임을 알 수 있다. 이에, 상기 SG=16, 1Mbps의 데이터 전송속도, 100kHz의 최적 천이대역 대역폭, 및 100kHz의 최적 통과대역 대역폭의 매개변수로 제작된 필터는 (b)에 도시된 바와 같이 수신신호의 잡음을 제거할 수 있고, 수신신호의 세기가 감소되지 아니함을 확인할 수 있다.

[0073] 도 8은 도 1의 필터의 제작 과정을 보인 흐름도로서, 도 8을 참조하여 본 발명의 다른 실시예에 의거한 필터의 제조 과정을 설명한다.

[0074] 우선 단계(S210)에 의거, 일 실시예의 필터(100)는 각각의 확산이득의 확산코드로 확산한 후 수신된 수신신호와 송신신호의 주파수에 대한 에너지 강도를 도출한다.

[0075] 한편, 단계(S220)에 의해, 일 실시예의 필터(100)는 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터길이로 최적 필터길이를 설정한다.

[0076] 그리고 필터(100)는 단계(S230)에 의거, 수신된 송신신호와 수신신호 간의 BER이 일정하기 유지되는 SNR 중 최소의 SNR을 가지는 천이대역 및 통과대역 대역폭을 도출한다.

[0077] 일 실시예의 필터(100)는 단계(S240)에 의거 각 확산이득 마다 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 설계할 수 있다.

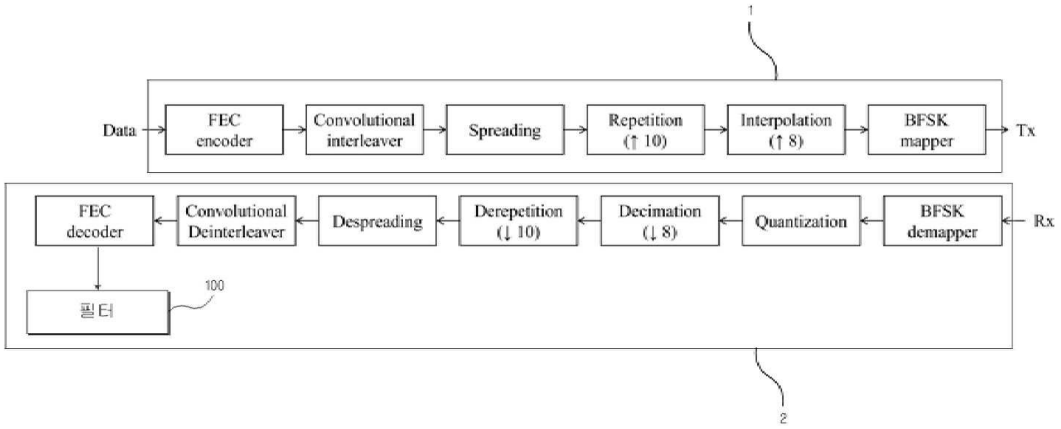
[0078] 이에 각 확산이득 별로 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 필터를 제작함에 따라 FSK 통신 환경에서의 잡음 영향을 최소화할 수 있고 신호의 세기를 최대화할 수 있고 이에 FSK 환경에서의 통신 성능을 근본적으로 향상시킬 수 있다.

[0079] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 위 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결

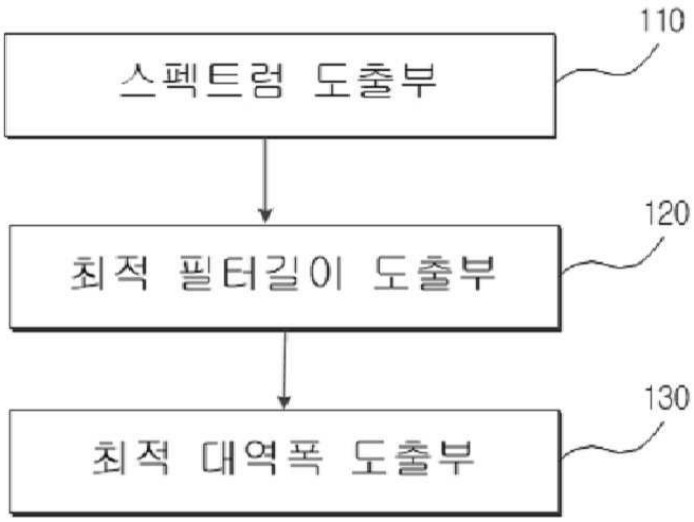
합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

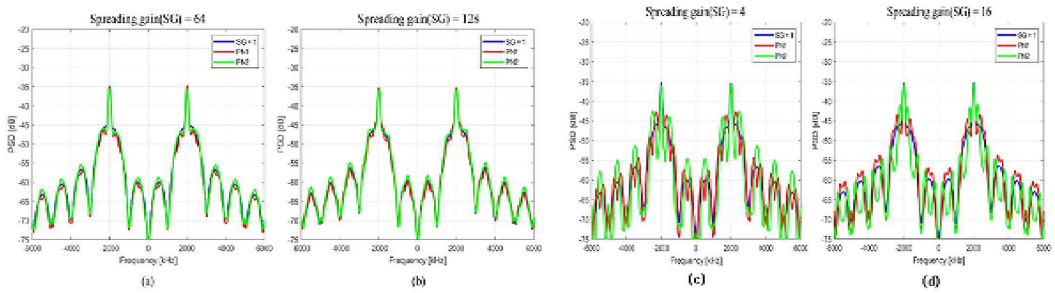
도면1



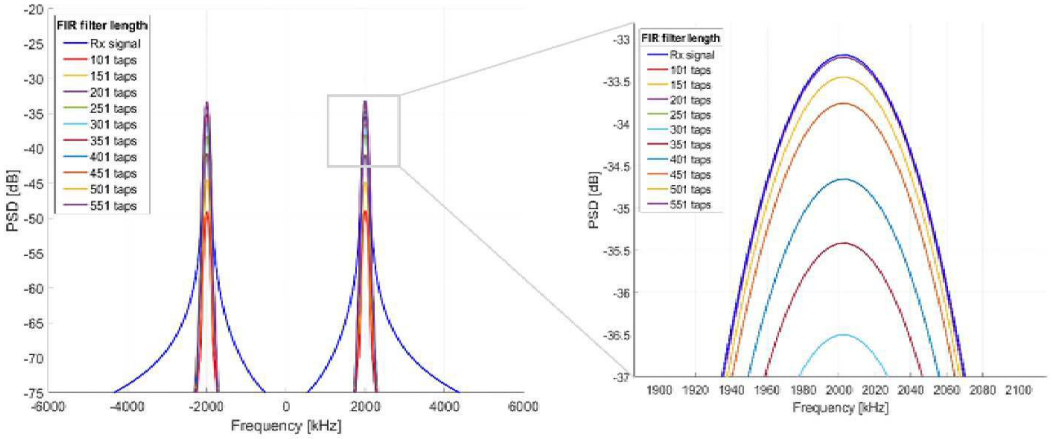
도면2



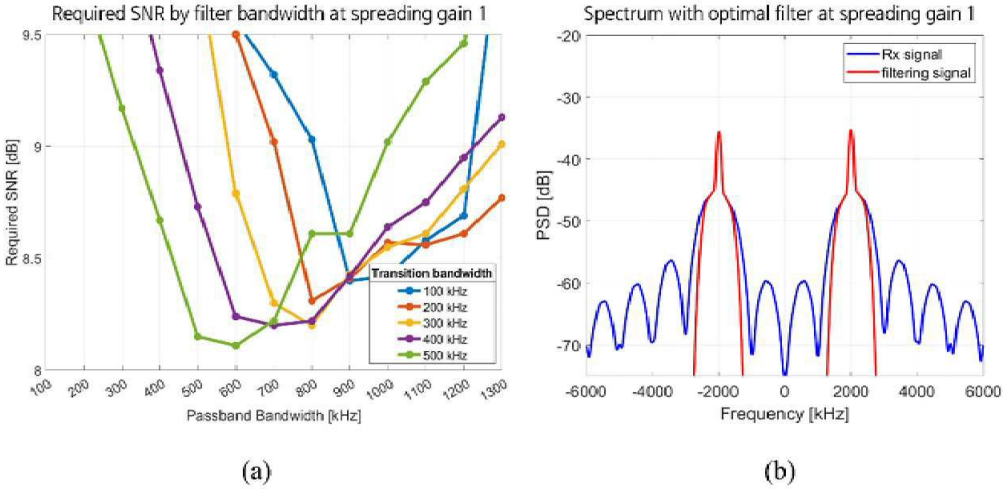
도면3


Spreading gain(SG) = 64
Spreading gain(SG) = 128
Spreading gain(SG) = 4
Spreading gain(SG) = 16
(a)
(b)
(c)
(d)

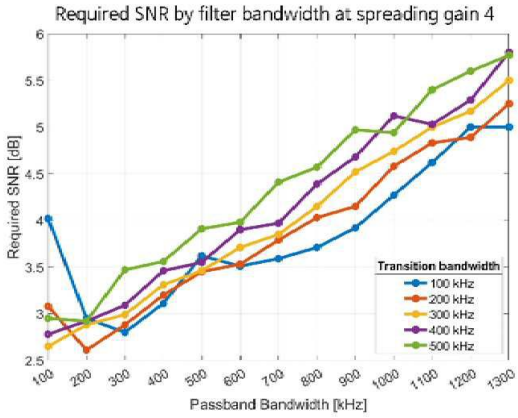
도면4


FIR filter length
Rx signal
101 taps
151 taps
201 taps
251 taps
301 taps
351 taps
401 taps
451 taps
501 taps
551 taps
PSD [dB]
Frequency [kHz]

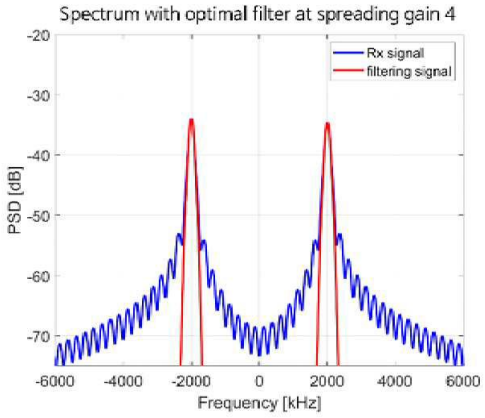
도면5


Required SNR by filter bandwidth at spreading gain 1
Required SNR [dB]
Passband Bandwidth [kHz]
Transition bandwidth
100 kHz
200 kHz
300 kHz
400 kHz
500 kHz
Spectrum with optimal filter at spreading gain 1
Rx signal
filtering signal
PSD [dB]
Frequency [kHz]
(a)
(b)

도면6

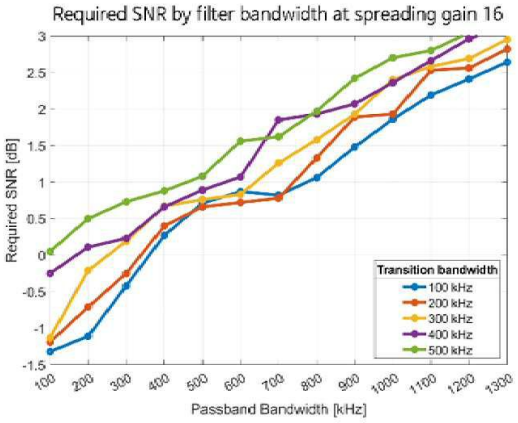

Required SNR by filter bandwidth at spreading gain 4
Required SNR [dB]
Passband Bandwidth [kHz]
Transition bandwidth
100 kHz
200 kHz
300 kHz
400 kHz
500 kHz

(a)

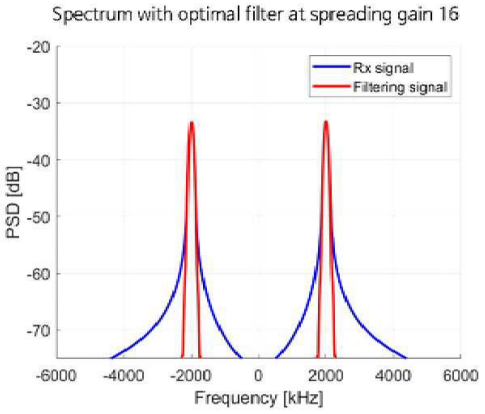

Spectrum with optimal filter at spreading gain 4
Rx signal
filtering signal
PSD [dB]
Frequency [kHz]

(b)

도면7

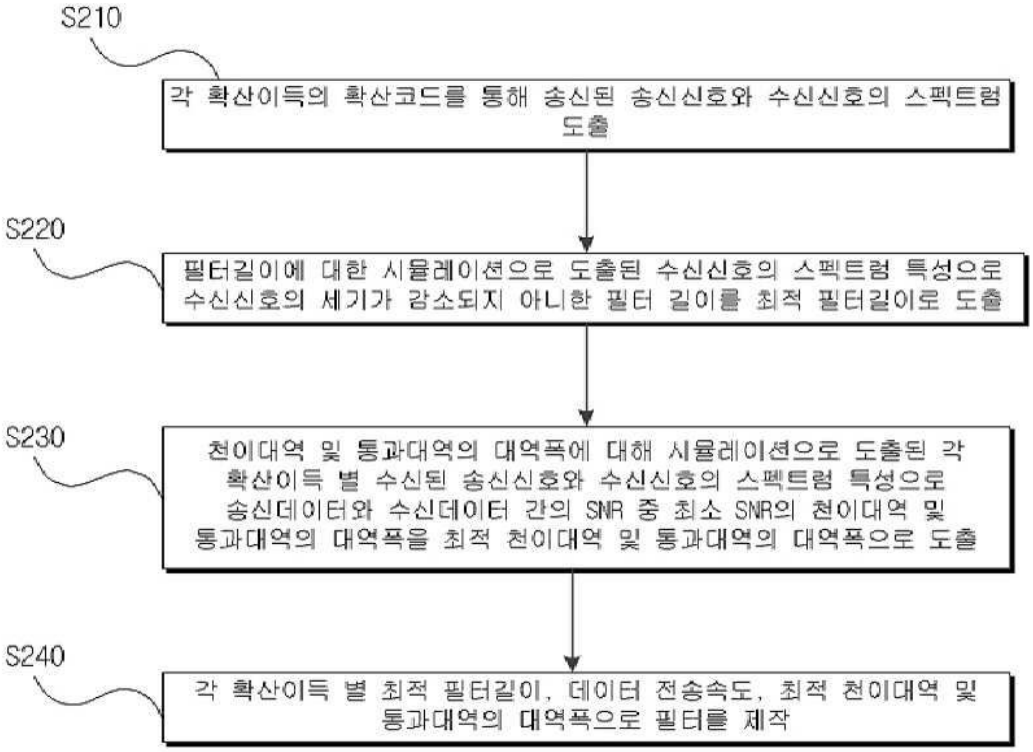

Required SNR by filter bandwidth at spreading gain 16
Required SNR [dB]
Passband Bandwidth [kHz]
Transition bandwidth
100 kHz
200 kHz
300 kHz
400 kHz
500 kHz

(a)


Spectrum with optimal filter at spreading gain 16
Rx signal
Filtering signal
PSD [dB]
Frequency [kHz]

(b)

도면8


S210
각 확산이득의 확산코드를 통해 송신된 송신신호와 수신신호의 스펙트럼 도출
S220
필터길이에 대한 시뮬레이션으로 도출된 수신신호의 스펙트럼 특성으로 수신신호의 세기가 감소되지 아니한 필터 길이를 최적 필터길이로 도출
S230
천이대역 및 통과대역의 대역폭에 대해 시뮬레이션으로 도출된 각 확산이득 별 수신된 송신신호와 수신신호의 스펙트럼 특성으로 송신데이터와 수신데이터 간의 SNR 중 최소 SNR의 천이대역 및 통과대역의 대역폭을 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 도출
S240
각 확산이득 별 최적 필터길이, 데이터 전송속도, 최적 천이대역 및 통과대역의 대역폭으로 필터를 제작