(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl. [7]
H04J 11/00

(11) 공개번호 특2002-0090562
(43) 공개일자 2002년12월05일

(21) 출원번호 10-2001-0029456
(22) 출원일자 2001년05월28일

(71) 출원인 오성근
경기 수원시 장안구 조원동 881 한일타운아파트 154-1502
선우명훈
경기 수원시 팔달구 원천동 산 아주대학교 교수사택 가동 110호

(72) 발명자 오성근
경기 수원시 장안구 조원동 881 한일타운아파트 154-1502
선우명훈
경기 수원시 팔달구 원천동 산 아주대학교 교수사택 가동 110호
황병대
서울특별시 관악구 봉천6동 106-5

(74) 대리인 오세중

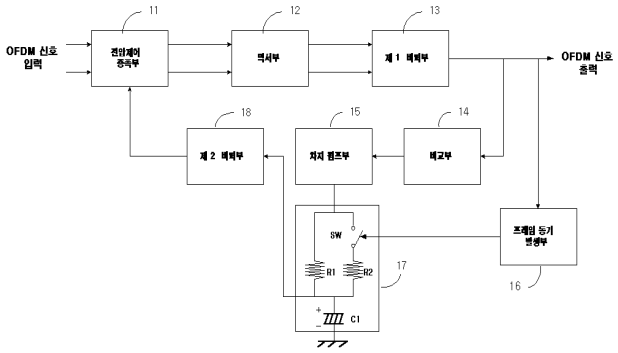
심사청구 : 있음

(54) 직교 주파수 분할 다중화 신호의 자동 이득 조정 장치 및그 장치를 이용한 자동이득 조정방법

요약

본 발명은 고속 패킷전송을 위하여 반복적인 프리앰블 (Preamble)을 사용하는 직교 주파수 분할 다중화 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing; OFDM) 전송 방식에서 신호전력의 모니터링을 통하여 신호를 검출하고, 신호가 검출되는 시점에서부터 신호의 이득을 신속 정확하게 조정하여 ADC (Analog-to-Digital Converter) 입력 단에 가장 적합한 신호레벨을 유지하도록 신호의 이득을 최단 시간에 안정적으로 조정하는 자동 이득 조정 (Automatic Gain Control: AGC) 장치 및 그 장치를 이용한 자동이득 조정방법에 관한 것이다.

대표도



색인어

자동 이득 조정(AGC), 직교 주파수 분할 다중화

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 종래의 아날로그 방식을 기반으로 하는 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치를 나타낸 도면.

도2는 본 발명에서 사용하는 프리앰블 구조를 나타낸 도면.

도3은 본 발명에 따른 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치의 구성을 나타낸 블록도.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

11 : 전압제어 증폭부12 : 믹서부

13 : 제 1 버퍼부14 : 비교부

15 : 차지 펌프부16 : 프레임 동기 발생부

17 : 시정수 제어부18 : 제 2 버퍼부

31 : 가변 이득 신호 증폭부32 : A/D 변환기

33 : 스위칭 회로 34 : 신호 전력 비교부

35 : 신호 전력 측정 및 신호 제어부36 : 이득 조정부

37 : D/A 변환기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고속 패킷 전송을 위한 OFDM 방식 시스템에서 패킷의 앞부분에 전송되는 반복적인 프리앰블 특성을 이용하여 입력되는 신호전력을 모니터링함으로써 유효 신호의 존재 유무를 검출하고, 신호가 검출되는 시점으로부터 2단계에 걸쳐 신호의 전력을 측정하여 신호의 이득을 조정함으로써 ADC 입력단에 가장 적합한 신호 레벨로 유지하도록 조정하는 자동 이득 조정 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히 신호의 이득 조정에 소요되는 시간을 최소로 하여 시스템의 전송효율을 최대로 유지하며, 디지털 방식으로 안정적인 이득을 유지할 수 있는 자동이득 조정장치 및 그 장치를 이용한 자동이득 조정방법에 관한 것이다.

도1은 종래의 프레임 동기 검출을 위하여 널(null) 심벌구간을 갖는 OFDM 신호를 위한 아날로그 방식의 자동 이득 조정 장치를 나타낸 것으로, OFDM 신호가 수신되면 전압제어 증폭부(11)를 통하여 증폭되며, 증폭된 신호는 믹서부(12)와 제 1 버퍼부(13)를 통하여 비교부(14)에 입력된다. 상기 비교부(14)는 제 1 버퍼부(13)를 통하여 입력되는 신호가 일정 기준 레벨보다 높으면 " 하이(High)" 를 출력하고, 기준 레벨보다 낮으면 " 로우(Low)" 를 출력하여 차지 펌프부(15)로 보낸다. 상기 차지 펌프부(15)에 " 하이" 가 입력되면 시정수 제어부(17)의 커패시터(C1)을 충전하고, " 로우" 가 입력되면 커패시터(C1)를 방전시킨다. 또한, 프레임 동기 발생부(16)는 제 1 버퍼부(13)로부터 입력된 신호가 OFDM 신호구간이면 " 하이" 프레임 동기신호를 출력하고, 널 신호구간이면 " 로우" 프레임 동기신호를 출력한다. 따라서, 프레임 동기 발생부(16)에서 " 하이" 프레임 동기신호가 출력될 때 시정수 제어부(17)의 스위치(SW)는 온(on)되며, 이때 상기 시정수 제어부(17)의 충/방전 시정수는 $(R1//R2)\cdot C1$ 이 된다. 한편, 프레임 동기 발생부(16)에서 " 로우" 프레임 동기신호가 출력될 때 시정수 제어부(17)의 스위치(SW)는 오프(off)되며, 이때 상기 시정수 제어부(17)의 충/방전 시정수는 $R1\cdot C1$ 이 되어 널 구간의 시정수 $R1\cdot C1$ 이 OFDM 신호구간의 시정수 $(R1//R2)\cdot C1$ 보다 크게 된다. 따라서, 커패시터(C1)에 충전된 전압으로 제 2 버퍼부(18)에서 전압제어 증폭부(11)로 출력하는 제어신호는 OFDM 신호구간에서는 일정하다가 널 신호구간에서는 시정수 제어부(17)의 스위치(SW)는 오프(off)되어 방전 시정수가 커지므로 방전속도가 느려진다. 그 후 다시 OFDM 신호구간이 오면 시정수 제어부(17)의 스위치(SW)는 온(on)되어 충전 시정수는 작아지므로 충전속도가 빨라진다.

상기 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치는 아날로그 방식을 사용하므로 시정수의 값과 신호의 진폭 등락 등으로 인하여 제어신호에 리플이 발생하여 진폭변조의 효과를 나타낼 수 있다는 문제점이 있다.

또한, 프레임 동기 검출을 위하여 사용하는 널 구간 동안에 시정수 제어부(17)에서 생성되어 제어신호에도 커패시터의 방전으로 인한 리플이 발생하여 이어지는 OFDM 출력신호에 진폭왜곡을 발생시키는 문제점이 있으며, 또한, 이것을 해결하기 위하여 널 구간과 OFDM 신호구간 동안에 각각 다른 시정수 값을 사용하여 조절하는데, 이를 위하여 이득 조정 이전에 프레임 동기를 획득하는 것이 필요하므로 구조가 복잡해지고, 주변 온도의 영향에도 민감하여 이득 조정이 불안정하다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위하여 고안된 것으로 디지털 방식을 사용하여 OFDM 신호의 이득을 정확히 계산하여 안정적으로 신호의 이득을 조정하고 유지함으로써 안정된 시스템의 성능과 높은 시스템 신뢰도를 유지할 수 있는 디지털 방식의 이득 조정 장치를 제공하는 데 목적이 있다.

고속 패킷 전송을 위하여 반복적인 프리앰블을 사용하는 OFDM 전송방식에서 신호전력의 모니터링을 통한 신호검출(이하 " 검출 모드" 라 함)과 반복적인 프리앰블 특성을 이용하여 신호검출 시점으로부터 신호의 이득을 정확히 계산하여 2단계에 걸친 이득 조정(이하 " 조정 모드" 라 함)을 통한 최단 시간에 안정적인 이득을 유지함으로써 시스템의 전송효율을 높일 수 있는 고속 패킷 전송을 위한 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치를 제공하는 데 또 다른 목적이 있다.

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 고속 패킷전송을 위하여 반복적인 프리앰블을 사용하는 직교 주파수 분할 다중화 전송 방식에서 있어서, 수신되는 OFDM 신호를 증폭하는 가변이득 신호 증폭부와; 수신되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기와; 검출 및 조정 모드 동안에는, 상기 A/D 변환기에서 생성된 디지털 신호가 신호 전력 측정 및 신호 제어부로 입력되도록 조정하는 스위칭 회로와; 검출 모드에서는 입력되는 OFDM 신호로부터 샘플 단위로 윈도우를 이동하며 윈도우 구간내의 샘플 단위의 신호전력을 측정하며, 조정 모드에서는 1단계, 2단계 이득 조정을 목적으로 하나의 프리앰블 심벌 구간 동안의 신호전력을 측정하며 이득 조정 과정을 제어하는 신호를 발생시키는 신호 전력 측정 및 신호 제어부와; 검출 모드 동안에 측정된 신호의 전력을 검출 임계값과 비교하여 신호의 존재 여부를 판정하는 신호 전력 비교부와; 수신되는 신호의 이득을 원하는 세기로 조정하는 제어신호를 생성하는 이득 조정부와; 상기 이득 조정부에서 계산된 제어신호를 아날로그 신호로 변화시키는 D/A 변환기를 포함하는, OFDM 방식에서 반복적인 프리앰플을 이용한 자동 이득 조정 장치와 이 장치를 이용한 자동이득 조정방법을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명에 따른 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치의 구성과 동작을 상세히 설명한다.

먼저, 도3에서와 같은 본 발명에 따른 자동 이득 조정 장치는 수신되는 OFDM 신호를 증폭하는 가변 이득 신호 증폭부(31)와, 수신되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기(32)와, 검출 및 조정 모드 동안에는, 상기 A/D 변환기(32)에서 생성된 디지털 신호가 신호 전력 측정 및 신호 제어부(35)로 입력되도록 조정하는 스위칭 회로 (33)와, 검출 모드에서는 매 샘플단위로 윈도우를 이동하며 샘플단위의 신호전력을 측정하여 신호 전력 비교부(34)로 보내고, 조정 모드에서는 하나의 프리앰블 심벌 구간 동안의 평균 신호전력을 측정하여 이득 조정부(36)로 보내는 신호 전력 측정 및 신호 제어부(35)와, 검출 모드에서 측정된 신호의 전력을 검출 임계값(P_{DET})과 비교하여 유효신호의 존재 여부를 판정하는 신호 전력 비교부(34)와, 수신되는 신호를 원하는 레벨로 조정하는 제어신호를 생성하는 이득 조정부(36)와, 상기 이득 조정부(36)에서 계산된 제어신호를 아날로그 신호로 변화시키는 D/A(Digital-to-analog) 변환기(37)로 구성된다.

상기 이득 조정장치에 이용되는 반복되는 프리앰블의 구조는 도2에 도시된 바와 같이 전송되는 데이터의 헤드에 N개의 샘플로 구성되는 m개의 프리앰플 심벌이 부가되어 있는 형태이다.

본 발명에 따른 반복적인 프리앰블을 사용하는 고속 패킷 전송을 위한 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치는 프리앰블의 반복성을 이용하여 자동 이득 조정을 수행한다. 다시 말하면, 전력이 일정한 다수의 프리앰블 심벌이 반복되므로 하나의 프리앰블 심벌 구간의 신호전력을 정확히 계산하여 신호의 세기를 조정함으로써 최단 시간에 원하는 값으로 수렴하도록 하는 것이다.

본 발명에 따른 반복적인 프리앰블을 이용한 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치의 동작은, 검출 및 조정 모드 동안에는 스위칭 회로(33)가 1의 위치로 연결되어 있으며, 검출 모드에서는 이득 조정부(36)에 초기 설정된 이득 값으로 가변 이득 신호 증폭부(31)의 이득을 안정적으로 유지한다. 따라서, 검출 모드 동안에는 초기 설정 이득으로 증폭되어 들어오는 신호를 바탕으로 신호 전력 측정 및 신호 제어부(35)를 통하여 윈도우를 이동하며 샘플 단위로 잡음신호의 전력 레벨을 측정하여 신호 전력 비교부(34)로 보내며, 신호 전력 비교부(34)에서는 샘플 단위로 전력을 모니터링하면서 전력이 검출 임계값(P_{DET})보다 높아지면 신호전력 측정 및 신호 제어부(35)로 제어신호를 보내어, 샘플 단위 전력 측정에서 프리앰블 심벌 단위의 평균 전력을 측정하는 1단계 전력 측정 모드로 전환하고 신호 제어부내의 플래그를 "이득조정" 으로 설정한다. 이 시점부터 1 단계 전력 측정이 하나의 프리앰블 심벌 구간에 걸쳐 이루어진다. 신호전력 측정 및 신호 제어부(35)에서 1단계 전력 측정이 완료되면, 평균전력이 A/D 변환기 입력에 최적인 기준 전력(P_{REF})과 비교하여 측정된 신호의 세기가 낮으면 이득 조정된 신호의 전력이 기준 전력과 정확히 일치하도록 이득을 조정하며, 1단계 신호의 측정된 전력이 기준전력(P_{REF})보다 크면 2단계 처리에서는 가장 큰 신호의 전력이 기준전력(P_{REF})보다 낮아지도록 이득 조정부(36)의 이득을 크게 줄인다. 이득 조정부(36)에서는 1단계 전력 조정이 이루어지는 시점까지는 일정한 값으로 유지되며 1단계 조정이 완료되면 2단계 조정까지 1단계에서 조정된 일정한 값으로 유지된다.

상기 1단계 조정과정에서 입력 신호의 전력이 기준전력보다 낮아 수신신호의 전력값을 정확히 측정할 수 있는 경우에는 1단계 조정을 통하여 조정된 신호의 전력이 기준전력과 정확히 일치하도록 조정할 수 있으므로 신호 제어부내의 플래그를 " 조정완료" 로 설정하고 스위치 회로(33)의 신호 방향을 통신 위치(2)로 전환하여 다음 단계의 신호처리 과정으로 넘어가면 된다. 하지만, 1단계 이득 조정과정에서 신호의 전력이 기준 전력보다 높은 경우에는 수신신호가 A/D 변환기 입력에서 포화되므로 정확한 전력값을 얻을 수가 없게 된다. 따라서, 이 경우에는 수신되는 가장 큰 신호의 경우에도 A/D 변환기 입력단에서 신호 포화를 피할 수 있을 정도로 1단계 조정에서 충분히 낮은 신호의 이득으로 조정함으로써 2단계 전력 측정치의 정확도를 확보한다.

상기 1단계 전력 측정 및 이득 조정이 완료가 되면 가변 증폭기의 이득 안정화에 필요한 시간 후에 2단계 전력측정과 이득 조정 과정으로 넘어간다. 2단계 전력 측정을 통해서 측정된 전력은 기준전력(P_{REF})보다 낮아야 하며, 이득이 조정되지 않아 높다면 2단계의 과정을 계속 반복해야 한다. 하지만, 본 제안에서는 적절한 파라미터를 설정하면 2단계 조정에서는 1단계에서 기준 전력보다 큰 신호도 이득을 정확히 계산할 수 있으므로 2단계 조정을 통하여 수신신호의 이득을 정확히 조정할 수 있어, 이득조정 과정을 완료할 수 있다. 이 경우, 이득 조정부(36)를 통하여 이득 조정을 수행하며 동시에 플래그를 " 조정완료" 로 설정하고 스위칭 회로(33)의 스위치를 2의 위치로 이동시켜 다음 단계 신호처리로 진행하게 한다.

상기의 검출 단계에서 샘플 단위의 신호 전력은 프리앰블의 한 심벌에 해당하는 윈도우를 설정하여 윈도우 범위 내에 들어오는 신호의 전력을 매 샘플 단위로 측정하며 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$P_N(m)=\frac{1}{N}\sum_{n=m-N/2}^{m+N/2-1}\{R_{OFDM}(n)\}^2$$

여기서, N은 하나의 프리앰블 길이에 해당하는 윈도우의 범위내의 샘플 수이고, $R_{OFDM}(n)$ 은 수신된 OFDM 신호의 n번째 샘플 값을 나타낸다.

상기 1단계, 2단계에서의 이득 조정을 위한 전력 측정은 1단계에서는 신호의 검출 시점에서부터, 2단계에서는 1단계 이득 조정이 이루어진 후 미리 설정된 증폭기의 안정화 시간이 지난 시점에서부터 시작하여 하나의 프리앰블 심벌 구간 동안의 신호전력을 측정한다.

상기 1단계, 2단계 이득 조정 과정에서 수신신호의 이득조정은 측정된 신호전력과 기준전력을 바탕으로 수학식 2와 같이 조정된다.

수학식 2

$G_k=G_{k-1}\cdot\sqrt{P_{REF}/P_k}$,k=1, 2.

여기서, G_0는 초기에 미리 설정된 증폭기 이득을 나타내고, G_k는 단계별 전압 이득이며, P_k는 단계별 측정된 전력값을 나타낸다. 상기 단계의 수는 신호의 특성에 따라 점진적으로 이득이 A/D 변환기(32) 입력단에 가장 알맞은 크기로 조절되어 출력되도록 늘어날 수도 있다.

상기 두 가지의 전력 임계값 설정과 초기 전압 증폭 이득의 설정은 시스템의 성능을 결정하는 중요한 변수이며, A/D 변환기의 해상도에 따라서도 많은 영향을 받을 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따른 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치는 반복적인 프리앰블을 사용하여 신호의 검출 및 자동 이득 조정을 디지털 방식으로 처리함으로써 종래의 아날로그 방식을 사용하는 OFDM 신호 자동 이득 조정 장치가 갖는 제어신호의 리플에 따른 출력 신호의 왜곡 및 전압 제어 증폭기의 불안정성의 문제점들을 해결한다. 제안된 자동 이득 조정 장치는 반복적으로 수신되는 프리앰블 신호의 전력을 측정하여 OFDM 신호를 검출하고, 신호가 검출되는 시점으로부터 수신되는 신호의 전력을 측정하여 2단계 이득 조정 과정 동안 기준전력과 동일하게 이득 조정을 하여 지속적으로 유지함으로써 이득 조정 시간을 최소화 할 수 있으며, 이득 조정 시스템의 안정성을 확보할 수 있다. 또한, 디지털 방식을 통하여 신호전력을 정확히 측정하고 조정하며 유지함으로써 신호의 진폭변조를 막아 시스템의 성능을 개선할 수 있다.

따라서, 패킷 전송을 위한 고속 OFDM 전송에 적합하며 아날로그 회로를 최소화하여 온도 변화 및 부품 변화에 따른 영향을 받지 않아 시스템의 신뢰도를 높일 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

고속 패킷전송을 위하여 반복적인 프리앰블을 사용하는 직교 주파수 분할 다중화 전송 방식에서 있어서,

수신되는 OFDM 신호를 증폭하는 가변 이득 신호 증폭부와;

수신되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기와;

검출 및 이득 조정 모드 동안에는 상기 A/D 변환기에서 생성된 디지털 신호가 신호 전력 측정 및 신호 제어부로 입력되도록 조정하는 스위칭 회로와;

검출 모드 동안에는 입력되는 OFDM 신호로부터 샘플 단위로 윈도우를 이동하며 윈도우 구간내의 샘플 단위의 신호전력을 측정하며, 조정 모드에서는 1단계, 2단계 이득 조정을 목적으로 하나의 프리앰블 심벌 구간 동안의 신호전력을 측정하며 이득 조정 과정을 제어하는 신호를 발생시키는 신호 전력 측정 및 신호 제어부와;

검출 모드에서 측정된 신호의 전력을 검출 임계값과 비교하여 신호의 존재 여부를 판정하는 신호 전력 비교부와;

수신되는 신호의 이득을 원하는 세기로 조정하는 제어신호를 생성하는 이득 조정부와;

상기 이득 조정부에서 계산된 제어신호를 아날로그 신호로 변화시키는 D/A 변환기를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 패킷의 반복적인 프리앰블 특성을 이용하여 매 샘플마다 프리앰블 심벌 주기와 같은 길이를 갖는 윈도우를 샘플 단위로 이동하면서 신호전력을 모니터링하여 신호전력이 검출 임계값을 넘어가면 유효 OFDM 신호로 판정하여 모드 전환 제어신호를 발생시켜 자동 이득 조정을 시작하도록 하는 신호 검출기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호의 자동 이득 조정 장치.

청구항 3.

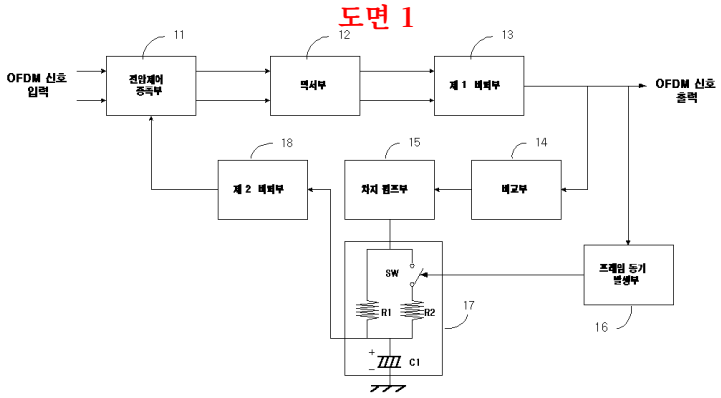
제 1 항의 OFDM 신호의 자동이득 조정장치에 있어서,

상기 하나의 프리앰블 심벌 구간에 해당하는 샘플들을 취하여 신호 전력 측정 및 신호 제어부에서 신호의 평균 전력을 측정하고, 기준 전력과 비교하여 신호의 세기가 낮으면 이득 조정된 신호의 전력이 기준 전력과 정확히 일치하도록 이득을 조정을 완료하고, 신호의 전력이 기준전력 보다 크면 수신기에 들어올 수 있는 가장 큰 신호의 조정된 신호 전력이 기준전력 보다 낮아지도록 이득 조정부의 이득을 크게 줄이는 이득조정 1단계와;

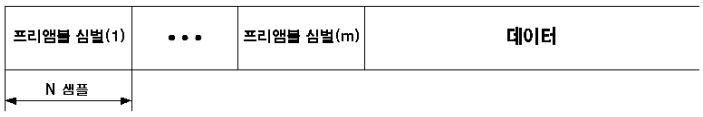
상기 단계에서 조정된 수신신호를 이용하여 다시 프리앰블 심벌 구간 동안의 신호전력을 구하여, 기준전력과 비교하며 이득 조정부를 통하여 조정된 신호의 이득이 기준전력과 동일하도록 이득을 조정하고 유지하는 이득조정 2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 OFDM 신호의 자동 이득 조정 방법.

도면

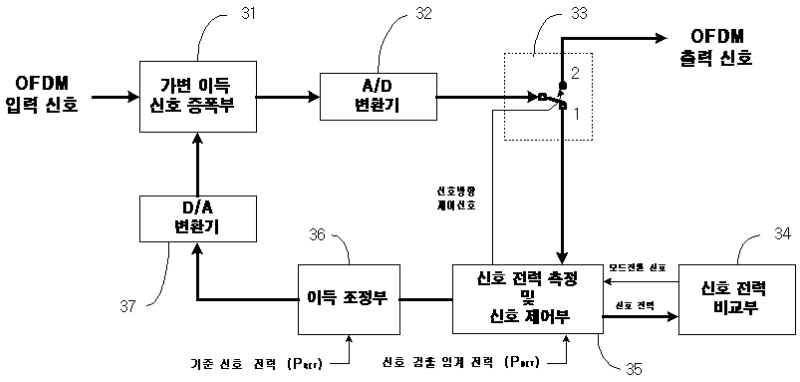
도면 1



도면 2



도면 3


OFDM
입력 신호
가변 이득
신호 증폭부
A/D
변환기
OFDM
출력 신호
D/A
변환기
신호방향
제어신호
이득 조정부
신호 전력 측정
및
신호 제어부
모드전환 신호
신호 전력
신호 전력
비교부
기준 신호 전력 (Pref)
신호 검출 임계 전력 (Pdet)
31
32
33
34
35
36
37
1
2