(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년12월09일
(11) 등록번호 10-0999493
(24) 등록일자 2010년12월02일

(51) Int. Cl.
H04N 5/455 (2006.01) *H04N 7/01* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7009308
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년11월12일
심사청구일자 2008년10월22일
(85) 번역문제출일자 2005년05월24일
(65) 공개번호 10-2005-0088083
(43) 공개일자 2005년09월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/035941
(87) 국제공개번호 WO 2004/049706
국제공개일자 2004년06월10일
(30) 우선권주장
60/429,367 2002년11월26일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20010022813 A1
US6005640 A
전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자
톰슨 라이센싱
프랑스 92130 이씨레뮬리노 루 잔다르크 1-5
(72) 발명자
마크맨, 이보네트
미국, 인디애나 46032, 카멜, 로얄 코트, 11388
에디, 가브리엘, 알프레드
미국, 인디애나 46220, 인디애나폴리스, 엔. 템플 애비뉴, 7026
(74) 대리인
김학수, 문경진

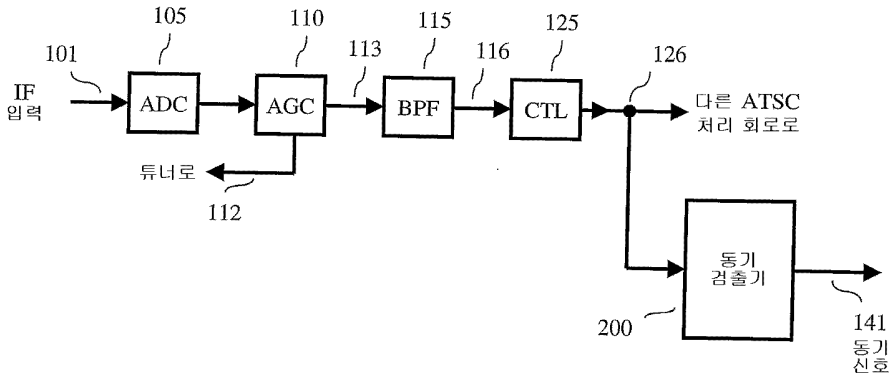
심사관 : 오석환

(54) 반송파 추적 루프 동기 검출기

(57) 요 약

ATSC(Advanced Television Systems Committee) VSB(Vestigial Sideband) 수신기(15)는 수신된 ATSC VSB 신호를 처리하는 반송파 추적 루프(CTL)(125)와 CTL 동기 검출기(200)를 포함한다. 이 CTL 동기 검출기는, DC 오프셋을 제공하기 위해 다운변환된 수신된 ATSC VSB 신호를 평균하는 평균 필터(135)와, 이 DC 오프셋의 추정값을 제공하는 추정기(130)와, 이 DC 오프셋과 이 DC 오프셋의 추정값 사이의 비교의 함수로서 상기 CTL의 동기 상태나 비동기 상태 중 어느 하나를 나타내는 동기 신호를 제공하는 비교기(140)를 포함한다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

수신기에 사용하기 위한 장치로서,

수신된 신호를 다운변환하여 다운변환된 수신된 신호를 제공하는 반송파 추적 루프(CTL)(125)와,

상기 다운변환된 수신된 신호의 함수로서 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 검출하는 CTL 동기 검출기(200)를 포함하고,

상기 CTL 동기 검출기는, 상기 동기 상태나 비동기 상태를 나타내는 동기 신호를 제공하고,

상기 CTL로부터 상기 CTL의 동기 상태를 또한 나타내는 다른 신호와 상기 동기 신호의 함수로서 상기 CTL의 동기 상태를 결정하는데 사용하기 위한 다른 동기 검출기(250)를 더 포함하는,

수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 CTL 동기 검출기는,

상기 다운변환된 수신된 신호를 평균하여 평균 신호를 제공하는 평균 필터(averaging filter)(135)와,

상기 다운변환된 수신된 신호에 응답하여 상기 평균 신호의 추정 값을 나타내는 추정 신호를 제공하는 신호 추정기(130)와,

상기 추정된 신호와 상기 평균 신호의 함수로서 동기 신호를 제공하는 결정 디바이스(140)

를 포함하는, 수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 결정 디바이스는 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하기 위해 상기 추정 신호를 상기 평균 신호와 비교하는 비교기인, 수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 수신된 신호는 ATSC(Advanced Television Systems Committee) VSB (Vestigial Sideband) 변조 신호인, 수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 5

ATSC(Advanced Television Systems Committee) VSB (Vestigial Sideband) 수신기에 사용하기 위한 장치로서,

수신된 ATSC VSB 신호에 응답하여 다운변환된 ATSC 신호를 제공하는 반송파 추적 루프(CTL)(125)와,

상기 다운변환된 ATSC 신호의 함수로서 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하는 반송파 추적 루프 동기 검출기(200)

를 포함하며,

상기 반송파 추적 루프 동기 검출기는,

상기 다운변환된 ATSC 신호를 평균하여 상기 다운변환된 ATSC 신호의 평균 값을 제공하는 평균 필터(135)와,

상기 다운변환된 ATSC 신호에 응답하여 상기 평균 값의 추정 값을 제공하는 추정기(130)와,

상기 평균 값과 상기 추정 값 사이의 비교의 함수로서 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하는 비교기(140)

를 포함하는, ATSC VSB 수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 반송파 추적 루프 동기 검출기는 상기 동기 상태나 비동기 상태를 나타내는 동기 신호를 제공하는, ATSC VSB 수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 CTL로부터 상기 CTL의 동기 상태를 또한 나타내는 다른 신호와 상기 동기 신호의 함수로서 상기 CTL의 동기 상태를 결정하는데 사용하기 위한 다른 동기 검출기(250)를 더 포함하는, ATSC VSB 수신기에 사용하기 위한 장치.

청구항 8

수신기에 사용하기 위한 방법에 있어서,

수신된 신호를 다운변환하여 다운변환된 수신된 신호를 제공하는 반송파 추적 루프(CTL)를 사용하는 단계와,

상기 다운변환된 수신된 신호의 함수로서 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 검출하는 단계를 포함하고,

상기 동기 상태나 비동기 상태를 나타내는 동기 신호를 제공하는 단계를 더 포함하고,

상기 CTL로부터 상기 CTL의 동기 상태를 또한 나타내는 다른 신호와 상기 동기 신호의 함수로서 상기 CTL의 동기 상태를 결정하는 단계를 더 포함하는,

수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 9

제 8항에 있어서, 상기 검출하는 단계는,

평균 신호를 제공하기 위해 상기 다운변환된 수신된 신호를 평균하는 단계와,

추정된 신호를 제공하기 위해 상기 다운변환된 수신된 신호로부터 상기 평균 신호를 추정하는 단계와,

상기 추정된 신호와 상기 평균 신호의 함수로서 동기 신호를 제공하는 단계

를 포함하는, 수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서, 상기 추정된 신호와 상기 평균 신호의 함수로서 상기 동기 신호를 제공하는 단계는, 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하기 위해 상기 추정된 신호를 상기 평균 신호와 비교하는 단계를 포함하는, 수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 11

제 8항에 있어서, 상기 수신된 신호는 ATSC(Advanced Television Systems Committee) VSB(Vestigial Sideband) 변조 신호인, 수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 12

ATSC(Advanced Television Systems Committee) VSB(Vestigial Sideband) 수신기에 사용하기 위한 방법에 있어서,

다운변환된 ATSC 신호를 제공하기 위해 수신된 ATSC VSB 신호를 처리하는 반송파 추적 루프(CTL)를 사용하는 단계와,

상기 다운변환된 ATSC 신호의 함수로서 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하는 단계

를 포함하며,

상기 결정하는 단계는,

상기 다운변환된 ATSC 신호의 평균 값을 제공하기 위해 상기 다운변환된 ATSC 신호를 평균하는 단계와,

상기 다운변환된 ATSC 신호로부터 상기 평균 값을 추정하는 단계와,

상기 평균 값과 상기 평균 값의 추정 값 사이의 비교의 함수로서 상기 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하는 단계

를 포함하는, ATSC VSB 수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 동기 상태나 비동기 상태를 나타내는 동기 신호를 제공하는 단계를 더 포함하는, ATSC VSB 수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 CTL로부터 상기 CTL의 동기 상태를 또한 나타내는 신호와 상기 동기 신호의 함수로서 상기 CTL의 동기 상태를 결정하는 단계를 더 포함하는, ATSC VSB 수신기에 사용하기 위한 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 일반적으로 통신 시스템에 관한 것이며 보다 상세하게는 수신기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미국에서 디지털 지상파 텔레비전(DTV)에 대한 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 표준(예를 들어, United States Advanced Television Systems Committee, "ATSC Digital Television Standard" Document A/53, 1995, 09월, 16일)에서, 변조 시스템은 평균 신호 전력보다 11.3dB 아래의 억압된 반송파 주파수에서 추가된 작은 동위상 파일럿(small in-phase pilot)과 억압된 반송파 잔류 측파대(VSB : Vestigial SideBand)의 변조로 이루어진다. ATSC VSB 신호에 대한 예시적인 스펙트럼은 도 1에 예시되어 있다.

[0003] 일반적인 ATSC-VSB 수신기는, 송신기의 로컬 발진기(LO)와 수신기의 로컬 발진기(LO) 사이의 임의의 주파수 오프셋을 제거하기 위해 그리고 수신된 ATSC VSB 신호를 중간 주파수(IF) 또는 근 기저대역 주파수로부터 기저대역으로 다운 복조하기 위해, 수신된 ATSC VSB 신호를 처리하는 반송파 추적 루프(CTL)를 포함한다 {예를 들어, United States Advanced Television Systems Committee, "Guide to the Use of the ATSC Digital Television Standard", Document A/54, 1995, 10월 04일; 및 2001년, 05월 15일에 왕(Wang)에 허여된, "Segment Sync Recovery Network for an HDTV Receiver" 라는 명칭의 미국 특허 번호 6,233,295 참조}. 상기 CTL은, 일반적으로, 힐버트(Hilbert) 필터와 대응하는 지연 회로(delay), 복소 곱셈기(complex multiplier), 위상 검출기(phase detector), 제 1 차 루프 필터(first order loop filter), 비례 플러스 적분기 경로(proportional plus integrator path)와 함께, 수치 제어 발진기(NCO) 및 사인-코사인 룩업 테이블(sine-cosine lookup table)을 포함한다. 일반적으로, 이 ATSC 수신기는 상기 CTL이 수신된 ATSC VSB 신호에 "동기(locked)"되었는지 또는 "비

동기(unlocked)"되었는지를 검출하여야 한다. 예를 들어, ATSC 수신기가 상기 CTL이 동기되었다고 검출하면, 이 ATSC 수신기는 수신된 ATSC VSB 신호가 "양호(good)"하여 이 신호 내에 전달되는 데이터의 후속 복구를 위해 사용될 수 있다고 결정한다. 그러나, 이 ATSC 수신기가 상기 CTL이 비동기되었다고 결정하면, 이 ATSC 수신기는 수신된 ATSC 신호가 "불량(bad)"하여, ATSC 수신기 부분이 예를 들어 불량하게 수신된 ATSC VSB 신호와 연관된 임의의 복구 데이터, 즉 에러 있는 데이터를 이제 쓸어버리도록 리셋될 수 있다고 결정한다. 추가로, ATSC 수신기가 이 CTL이 동기되었다고 검출한 후, 이 CTL 루프 필터 파라미터는 루프 대역폭을 저감시키고 열 잡음을 제거하도록 변경될 수 있다.

[0004] 일반적으로, 이 ATSC 수신기는, 이 CTL이 이 CTL의 루프 필터 적분기를 사용하여 동기되었는지를 결정한다. 예를 들어, 임계값이 설정되며, 이 CTL의 루프 필터 적분기로부터 오는 신호("동기 신호")가 지정된 시간 내에 이 임계값 이상으로 변화하는 경우, 이 CTL은 ATSC 수신기에 의해 비동기된 것으로 간주된다. 불행하게도, 이 루프 필터 적분기의 동작 - 그리고 그로 인한 동기 신호 - 는 이 CTL의 임펄스 잡음, 열 잡음, 및 루프 대역폭에 의해 영향을 받는다. 그 결과, 동기 상태와 비동기 상태를 잘못 검출하는 일이 일어날 수 있다. 예를 들어, 이 임계값이 잡음 전력과 루프 대역폭에 비해 작은 경우 비동기 상태가 잘못 검출될 수 있으며, 또는 임계값이 잡음 전력과 루프 대역폭에 비해 큰 경우에는 동기 상태가 잘못 검출될 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0005] 본 발명자는, ATSC VSB 수신기의 반송파 추적 루프(CTL)가 실제 동기되었을 때, 수신된 ATSC VSB 신호 내에 존재하는 반송파 파일럿이 CTL 출력 신호(다운변환된 수신 신호)에 DC 오프셋을 유발한다는 것을 발견하였다. 그리하여, 본 발명자는, 이 DC 오프셋이 CTL의 동기 상태를 결정하는데 사용될 수 있다는 것을 깨달았다. 특히, 이 DC 오프셋은 CTL 출력 신호를 평균하는 것에 의해 복구될 수 있다. 나아가, 반송파 파일럿 전력이 신호 전력보다 11.3dB 아래에 있는 것으로 알려져 있기 때문에, 이 DC 오프셋이 존재하여야 하는 추정값은 이 CTL 출력 신호의 신호 전력으로부터 유도될 수 있다. 그리하여, 결정 디바이스는, 이 DC 오프셋에 대한 추정값과 이 DC 오프셋의 실제 값의 함수로서 이 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하는데 사용될 수 있다. 사실, 이 기술은 반송파 파일럿이 송신된 신호에 포함되어 있고 수신기가 수신된 반송파 파일럿을 DC로 다운변환하는 것에 의해 대응하는 수신 신호를 복조하는 임의의 변조 시스템에도 적용할 수 있다.

[0006] 그러므로, 본 발명의 원리에 따라, 본 수신기는, 수신된 신호를 다운변환하여 다운변환된 수신된 신호를 제공하는 CTL과, 이 다운변환된 수신된 신호의 함수로서 이 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 검출하는 CTL 동기 검출기를 포함한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에서, CTL 동기 검출기는, 다운변환된 수신 신호를 평균하여 평균 신호를 제공하며, 이 다운변환된 수신된 신호로부터 이 평균 신호를 추정하며, 상기 평균 신호와 상기 평균 신호의 추정값의 함수로서 상기 CTL이 동기되었는지 또는 비동기되었는지 여부를 결정한다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예에서, ATSC VSB 수신기는, 수신된 ATSC VSB 신호를 처리하여 다운변환된 수신된 ATSC VSB 신호를 제공하는 반송파 추적 루프(CTL)와, 이 다운변환된 수신된 ATSC VSB 신호의 함수로서 이 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하는 CTL 동기 검출기를 포함한다. 이 CTL 동기 검출기는, DC 오프셋을 제공하기 위해 다운변환된 수신된 ATSC VSB 신호를 평균하는 평균 필터와, 이 DC 오프셋의 추정값을 제공하는 추정기와, 이 DC 오프셋과 이 DC 오프셋의 추정값 사이의 비교의 함수로서, 상기 CTL의 동기 상태나 비동기 상태 중 어느 하나를 나타내는 동기 신호를 제공하는 비교기를 포함한다.

실 시 예

[0017] 본 발명의 개념이 아닌, 본 도면에 도시된 요소는 잘 알려져 있는 것이므로 보다 상세히 서술되지 않을 것이다. 예를 들어, 본 발명의 개념이 아닌, 텔레비전과 그 부품, 즉 프론트엔드(front-end), 힐버트 필터(Hilbert filter), 반송파 추적 루프, 비디오 프로세서, 리모트 컨트롤 등과 같은 요소는 잘 알려져 있는 것이므로, 본 명세서에서 보다 상세히 서술되지 않는다. 추가적으로, 본 발명의 개념은 종래의 프로그래밍 기술을 사용하여 구현될 수 있으므로, 따라서 이도 본 명세서에서 서술되지 않을 것이다. 마지막으로, 본 도면에 있는 동일한 참조 번호는 유사한 요소를 나타낸다.

[0018] 본 발명의 원리에 따른 예시적인 텔레비전 세트(10)의 하이레벨 블록도가 도 2에 도시되어 있다. 텔레비전(TV) 세트(10)는 수신기(15)와 디스플레이(20)를 포함한다. 예시적으로, 수신기(15)는 ATSC와 호환가능한 수신기이다. 이 수신기(15)는 또한 NTSC(National Television Systems Committee)와 호환가능할 수 있으며, 즉

TV 세트(10)가 NTSC 방송이나 ATSC 방송으로부터 오는 비디오 콘텐츠를 디스플레이할 수 있도록 NTSC 동작 모드와 ATSC 동작 모드를 가질 수 있다는 것을 주의하여야 할 것이다. 본 발명의 개념을 서술하는 것을 간단하게 하기 위해, 본 명세서에서는 오직 ATSC 동작 모드만이 서술된다. 수신기(15)는, 방송 신호(11){예를 들어, 안테나(미도시)를 통해}를 수신하며, 이 신호로부터 비디오 콘텐츠를 시청하기 위해 디스플레이(20)에 인가하기 위한 예를 들어 HDTV (high definition TV) 비디오 신호를 복구하도록 처리한다. 전술된 바와 같이 그리고 도 1에 도시된 바와 같이, 이 신호(11)는 일반적으로 ATSC VSB 방송 신호를 나타낸다.

[0019] 이제 도 3을 참조하면, 본 발명의 원리에 따른 수신기(15)의 관련 부분이 도시되어 있다. 특히, 수신기(15)는, 아날로그-디지털 변환기(ADC)(105)와, 자동 이득 제어(AGC)(110)와, 대역통과 필터(BPF)(115)와, 반송파 추적 루프(CTL)(125)와, 동기 검출기(200)를 포함한다.

[0020] 입력 신호(101)는 전술된 "ATSC Digital Television Standard"에 따라 디지털 VSB 변조 신호를 나타내며, F_{IF} 헤르쯔의 특정 IF(Intermediate Frequency)에 중심을 두고 있다. 이 입력 신호(101)는 ADC(105)에 의해 샘플링되어 샘플링된 신호로 변환되며, 이 샘플링된 신호는 AGC(110)에 의해 이득 제어된다. AGC(110)는 비-코히런트(noncoherent)하며, 신호(101) 내에 포함된 VSB 신호의 제 1 이득 제어 레벨(반송파 추적 전에), 심볼 타이밍, 및 동기 검출을 제공하는 혼합 모드(아날로그 및 디지털) 루프이다. AGC(110)는, 기본적으로, ADC(105)로부터의 샘플링된 신호의 절대값을 미리결정된 임계값과 비교하며, 그 에러를 누적하며, 신호(112)를 통해 그 정보를 ADC(105) 이전의 이득 제어를 위해 다시 튜너(미도시)에 공급한다. 그리하여, AGC(110)는, 이득 제어된 신호(113)를, IF 주파수(F_{IF})에 중심을 두고 6㎒(10^6 헤르쯔)의 대역폭을 갖는 BPF(115)에 제공한다. BPF(115)로부터의 출력 신호(116)는 이후 CTL(125)로 송신되며, 이 CTL(125)은 신호(116)를 처리하여 IF 신호를 기저 대역으로 다운변환하며 방송 ATSC 비디오 반송파의 송신기(미도시)와 수신기 튜너 로컬 발진기(미도시) 사이의 주파수 오프셋을 정정하는 위상 동기 루프(phase locked loop)이다. CTL(125)는, 이론적으로는 위상 에러 없이 주파수 오프셋이 추적될 수 있는 제 2 차 루프(second order loop)이다. 실제로, 위상 에러는, 루프 대역폭, 입력 위상 잡음, 열잡음, 및 데이터의 비트 사이즈와 같은 구현 조건, 적분기, 및 이득 곱셈기의 함수이다. CTL(125)은 다운변환된 수신된 신호(126)를 제공한다. 이 다운변환된 수신된 신호는 이 신호 내에 전달되는 데이터의 복구를 위해 수신기(15)의 다른 부분(미도시)에 제공되고, 본 발명의 원리에 따라 동기 검출기(200)(아래 서술됨)에도 제공되며, 이 동기 검출기(200)는 다운변환된 수신된 신호(126)의 함수로서 동기 신호(141)를 제공한다.

[0021] 동기 검출기(200)를 논의하기 전에, CTL(125)의 예시적인 실시예를 도시하는 도 4를 참조한다. CTL(125)은, 지연/힐버트 필터 요소(120)와, 복소 곱셈기(150)와, 위상 검출기(155)와, 루프 필터(160)와, 결합기(또는 가산기)(165)와, 수치 제어 발진기(NCO)(170)와, 사인/코사인(sin/cos) 테이블(175)을 포함한다. 다른 반송파 추적 루프 설계도 동일한 성능을 달성하는 한, 가능하다는 것을 주의하여야 할 것이다.

[0022] 지연/힐버트 필터 요소(120)는, 힐버트 필터와, 이 힐버트 필터 처리 지연과 매칭하는 등가 지연 라인(equivalent delay line)을 포함한다. 이 기술 분야에 알려져 있는 바와 같이, 힐버트 필터는 0보다 더 큰 모든 입력 주파수에 대해 -90° 위상 이동(그리고 음의 주파수에 대해 +90° 의 위상 이동)을 유발하는 전역통과 필터(all-pass filter)이다. 이 힐버트 필터는 BPF(115)로부터 출력 신호(116)의 직교 성분(quadrature component)을 복구할 수 있다. CTL이 위상을 정정하고 ATSC IF 반송파에 동기하도록 하기 위해서는, 이 신호의 동위상 성분과 직교 위상 성분이 필요하다.

[0023] 지연/힐버트 필터 요소(120)로부터의 출력 신호(121)는 동위상(I) 성분과 직교 위상(Q) 성분을 포함하는 복소 샘플 스트림(complex sample stream)이다. 복소 신호 경로는 본 도면에서 이중 라인(double line)으로 도시되어 있다는 것을 주의하여야 한다. 복소 곱셈기(150)는 신호(121)의 복소 샘플 스트림을 수신하며, 연산된 위상각(phase angle)만큼 이 복소 샘플 스트림을 역회전시킨다(de-rotate). 특히, 신호(121)의 동위상 성분과 직교 위상 성분은 일정 위상 만큼 회전된다. 일정 위상은 신호(176)에 의해 제공되며, 이 신호는 sin/cos 테이블(175)(아래 서술됨)에 의해 제공된 특정 사인 및 코사인 값을 나타낸다. 복소 곱셈기(150)로부터 그리고 그 문제에 대해 CTL(125)로부터 출력 신호는 다운변환된 수신된 신호(126)이며, 이 다운변환된 수신된 신호는 역회전된 복소 샘플 스트림을 나타낸다. 도 4로부터 볼 수 있는 바와 같이, 다운변환된 수신된 신호(126)는 또한 위상 검출기(155)에도 인가되며, 이 위상 검출기(155)는 다운변환된 신호(126)에 여전히 존재하는 임의의 위상 오프셋을 연산하며 이 위상 오프셋을 나타내는 위상 오프셋 신호를 제공한다. 이 연산은 "I*Q" 또는 "sign(I)*Q" 함수로 수행될 수 있다. 위상 검출기(155)에 의해 제공된 위상 오프셋 신호는 루프 필터(160)에 인가되며, 이 루프 필터(160)는 비례 플러스 적분 이득(proportional-plus-integral gain)을 갖는 제 1 차 필터이다. 순시 결합기(165)를 무시하면, 루프 필터(160)로부터 루프 필터링된 출력 신호는 NCO(170)에 인가된다. NCO(170)는, 입

력 신호로서 소정의 주파수를 취해 입력 주파수와 연관된 위상 각을 나타내는 출력 신호를 제공하는 적분기이다. 그러나, 획득 속도(acquisition speed)를 증가시키기 위하여, NCO에는, F_{PILOT}(VSB 신호에 존재하는 반송파 파일럿 톤(tone)의 주파수)에 대응하는 주파수 오프셋(F_{OFFSET})이 공급되며, 이 주파수 오프셋이 결합기(165)를 통해 루프 필터 출력 신호에 추가된 후 이 결합된 신호가 NCO(170)에 제공된다. NCO(170)는 출력 위상각 신호(171)를 sin/cos 테이블(175)에 제공하며, 이 sin/cos 테이블(175)은 연관된 사인 및 코사인 값을 복소 곱셈기(150)에 제공하여 신호(121)를 역회전시켜 다운변환된 수신된 신호(126)를 제공한다. 전술된 바와 같이, 루프 필터(160)는 또한 도 4에 점선 형태로 도시되어 있는 동기 신호(127)를 제공하는데에도 사용될 수 있다는 것을 또한 주의하여야 한다.

[0024] 전술된 바와 같이, 본 발명자는, ATSC VSB 수신기의 반송파 추적 루프(CTL)가 실제로 동기되었을 때, 수신된 ATSC VSB 신호에 존재하는 반송파 파일럿이 CTL 출력 신호(다운변환된 수신된 신호)에 DC 오프셋을 야기한다는 것을 발견하였다. 그리하여, 본 발명자는, 이 DC 오프셋이 CTL의 동기 상태를 결정하는데 사용될 수 있다는 것을 깨달았다. 특히, 이 DC 오프셋은 CTL 출력 신호를 평균함으로써 복구될 수 있다. 나아가, 반송파 파일럿 전력이 신호 전력보다 11.3dB 아래에 있는 것으로 알려져 있으므로, 이 DC 오프셋이 있어야 하는 전력의 추정값은 CTL 출력 신호의 신호 전력으로부터 유도될 수 있다. 그리하여, 이 DC 오프셋의 추정값과 이 DC 오프셋의 실제 값의 함수로서 이 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정하기 위해 결정 디바이스가 사용될 수 있다. 사실, 이 기술은 반송파 파일럿이 송신된 신호에 포함되어 있고, 수신기가 수신된 반송파 파일럿을 DC로 다운변환함으로써 대응하는 수신된 신호를 복조하는 임의의 변조 시스템에도 적용가능하다.

[0025] 전술된 바를 고려하여, 본 발명의 원리에 따라, 도 3의 동기 검출기(200)는 다운변환된 수신된 신호(126)의 함수로서 CTL(125)의 동기 상태나 비동기 상태를 나타내는 동기 신호(141)를 제공한다. 예시적으로, 동기 검출기(200)는 동기 상태나 비동기 상태를 결정하기 위해 다운변환된 수신된 신호(126)에 존재하는 반송파 파일럿의 DC 오프셋을 사용한다. 도 5를 참조하면, 도 5는 동기 검출기(200)의 예시적인 일 실시예를 도시한다. 동기 검출기(200)는, 평균 필터(135)와, DC 오프셋 추정기(130)와, 비교기(140)를 포함한다. 다운변환된 수신된 신호(126)는 평균 필터(135)와 DC 오프셋 추정기(130)에 인가된다. 평균 필터(135)는, 다운변환된 수신된 신호(126)를 평균하여 반송파 파일럿이 존재하는지 여부를 나타내는 DC 오프셋 신호(136)를 제공하는 비교적 낮은 대역폭{거의 1㎑(10^3 헤르쯔) 이하}의 필터이다. 반송파 파일럿 전력이 신호 전력보다 11.3dB 아래에 있는 것으로 알려져 있으므로, DC 오프셋 추정기(130)는 다운변환된 수신된 신호로부터 DC 오프셋의 값이 존재하여야 하는 전력을 추정한다. 예시적으로, 이 추정된 값은 다운변환된 수신된 신호의 전력 레벨로부터 유도된다. 예를 들어, DC 오프셋 추정기(130)는 다음 수식 1로부터 다운변환된 수신된 신호의 전력 레벨을 먼저 결정함으로써 DC 오프셋을 추정한다:

[0026] [수식 1]

[0027] $$P_{VSB}=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(r_i^2)$$

[0028] 여기서 r_i 는 시간 i에서 다운변환된 수신된 신호의 샘플이며, N은 추정에 사용된 샘플의 수이다. 일단 P_{VSB}에 대한 값이 결정되면, DC 오프셋 추정기(130)는, P_{VSB}의 개별 값을 각 추정된 DC 오프셋 값에 맵핑하는, 예를 들어, 미리한정된 룩업 테이블(미도시)을 어드레스지정함으로써 P_{VSB}의 제곱근에 비례하는, 추정된 DC 오프셋 신호(131)로 표시되는 추정된 DC 오프셋을 결정한다.

[0029] 도 5에서 볼 수 있는 바와 같이, DC 오프셋 신호(136)와 추정된 DC 오프셋 신호(131)는 비교기(140)와 같은 결정 디바이스에 인가된다. 비교기는, DC 오프셋의 실제 값과 DC 오프셋에 대한 추정 값의 함수로서 CTL(125)이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지 여부를 결정하는데 사용된다. 예시적으로, 비교기(140)는 미리한정된 임계값에 기초하여 비교를 수행하는 간단한 함수를 구현한다. 예를 들어, 비교기(140)는 DC 오프셋과 DC 오프셋의 추정값 사이의 차이의 절대 값인 값(s)을 먼저 연산한다, 즉

[0030] [수식 2]

[0031] $$s=|DC\ 오프셋 - 이\ DC\ 오프셋의\ 추정값|$$

[0032] s의 값이 지정된 임계값 내에 있는 경우, CTL(125)이 동기되었으며; s의 값이 지정된 임계값 내에 없는 경우, CTL(125)은 비동기되었다. 예를 들어, CTL(125)이, 사실, 일정 시간 기간 동안 동기화되었을 때, DC 오프셋 값

의 추정값은 실제 DC 오프셋에 근사하며, 즉 s의 값은 거의 제로(0)로 근사한다. 그러나, CTL(125)이 드리프트(drift)하기 시작할 때, 실제 DC 오프셋은 값이 떨어지기 시작하여, s의 값을 증가시키게 한다. 이것은 도 6의 테이블 1에 예시되어 있으며, 도 6은 DC 오프셋 신호(136)와 추정된 DC 오프셋 신호(131) 사이의 비교의 함수로서 동기 신호(141)의 값을 도시한다. s가 미리한정된 임계값 이하인 경우, 동기 신호(141)는 동기 상태, 예를 들어, "1"의 논리 레벨을 나타내도록 설정된다. s가 임계값 보다 크면, 동기 신호(141)는 비동기 상태, 예를 들어, "0"의 논리 레벨을 나타내도록 설정된다. 예시적인 임계값은 추정된 DC 오프셋 값의 분수, 예를 들어, 추정된 DC 오프셋 값의 1/8일 수 있다.

[0033] 이제 도 7을 참조하면, 본 발명의 원리에 따른 예시적인 흐름도가 도시되어 있다. 단계 305에서, 수신기(15)는 다운변환된 신호를 생성하기 위해 수신된 신호를 다운변환한다. 단계 310에서, 수신기(15)는 이 다운변환된 신호를 평균 신호(예를 들어, 전술된 DC 오프셋 신호)를 제공하기 위해 평균한다. 단계 315에서, 수신기(15)는 이 다운변환된 신호로부터 평균 신호의 추정값(예를 들어, 전술된 추정된 DC 오프셋 신호)을 생성한다. 단계 320에서, 수신기(15)는 파라미터 s의 값을 결정한다(예를 들어, 위의 수식 2). 단계 325에서, 수신기(15)는 s의 값을 미리 결정된 임계값과 비교한다. s의 값이 미리결정된 임계값보다 더 큰 경우, 수신기(15)는 CTL이 단계 335에서 비동기되었다고 결정한다. 한편, s의 값이 미리결정된 임계값 이하인 경우, 수신기(15)는 이 CTL이 단계 330에서 동기되었다고 결정한다.

[0034] 동기 검출기(200)가 반송파 추적 루프의 외부에 배치되므로, 동기 검출기(200)는 반송파 추적 루프 파라미터 및 대역폭에 덜 의존한다는 것을 알 수 있을 것이다. 유리하게도, 평균 필터와 DC 오프셋 추정기 대역폭은, 반송파 추적 루프의 추적 능력에 영향을 주지 않고 동기 검출기에 대한 잡음 영향을 실제로 제거하도록 설정될 수 있어, 동기 검출기(200)를 보다 더 신뢰성있게 한다.

[0035] 본 발명의 원리에 따른 다른 실시예는 도 8에 도시되어 있다. 도 8의 실시예는, 추가적인 동기 검출기(250)가 도시되어있는 것을 제외하고는, 도 3에 도시된 것과 유사하다. 전술된 바와 같이, CTL(125)은 예를 들어 루프 필터(160)로부터 동기 신호(127)를 제공할 수 있다. 나아가, 전술된 바와 같이, 동기 검출기(200)는 동기 신호(141)를 제공한다. 본 발명의 특징에 따라, 동기 검출기(250)는 CTL(125)이 동기되었는지 또는 비동기되었는지 여부를 나타내는 것으로 다른 동기 신호(251)를 생성하기 위해 동기 신호(127)와 동기 신호(141)의 조합을 사용한다. 예를 들어, 동기 검출기(250)는 2개의 신호를 간단히 서로 논리적으로 "OR" 연결할 수 있다. 별도의 요소로 도시되어 있다 하더라도, 동기 검출기(250)는 또한 CTL(125)로부터 동기 신호(127)를 또한 수신하도록 수정될 수 있는 동기 검출기(200)의 일부일 수도 있다는 것을 주의하여야 할 것이다. 도 8에 예시되어 있는 실시예에서, 동기 신호(127)는 CTL의 짧은 기간(높은 대역폭)의 동작을 반영하는 반면, 동기 신호(141)는 CTL의 긴 기간(낮은 대역폭)의 동작을 반영한다. 그리하여, 동기 신호(127)와 동기 신호(141)는 수신된 신호 데이터에서 임펄스 잡음, 열 잡음 또는 위상 잡음의 존재를 나타내는데 함께 사용될 수 있다.

[0036] 본 발명의 개념이 ATSC VSB 텔레비전 수신기의 문맥에서 전술되었지만, 본 발명의 개념은 이로 제한되는 것이 아니며, 파일럿 반송파를 포함하는 수신된 신호를 다운변환하는 임의의 수신기에도 적용된다. 이제 도 9를 참조하면, 본 발명의 원리에 따른 다른 실시예가 도시되어 있다. 수신기, 예를 들어, 도 2의 수신기(15)의 일부(40)가 반송파 추적 루프(CTL)(50)와 동기 검출기(55)를 포함한다. 파일럿 반송파 신호를 포함하는 수신된 신호(49)는 CTL(50)에 인가되고, CTL(50)은 다운변환된 출력 신호(51)를 동기 검출기(55)에 제공한다. 도 7로부터 볼 수 있는 바와 같이, 다운변환된 출력 신호(51)는 그 내에 전달되는 데이터의 복구를 위해 수신기의 다른 부분(미도시)에 의해 처리하기 위해 이용가능하다. 본 발명의 원리에 따라, 동기 검출기(55)는, 다운변환된 출력 신호(51)의 함수로서 CTL(50)이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지를 결정한다. 동기 검출기(55)는 CTL(50)의 동기 상태나 비동기 상태를 나타내는 동기 신호(56)를 제공한다. 예시적으로, CTL(50)과 동기 검출기(55)는, 도 3, 도 4, 도 5에 도시되고 이들 도면을 참조하여 전술된 바와 유사한 요소를 포함할 수 있으나 이로 제한되는 것은 아니다.

[0037] 도 10은 본 발명의 원리에 따른 예시적인 다른 실시예를 도시한다. 도 10의 실시예는, 최종 동기 검출기(60)를 더 구비하는 것을 제외하고는, 전술된 도 9의 실시예와 유사하다. 특히, 이 실시예에서, 동기 상태는 신호(61)의 값으로 표시되어 있다. 이 신호 값은 최종 동기 검출기(60)에 의해 제공되며, 이 최종 동기 검출기(60)는, 적어도 {동기 검출기(55)로부터 제공된} 동기 신호(56)와, CTL(50)로부터, 예를 들어, 전술된 루프 필터{예를 들어, 도 4의 루프 필터(160)}에 의해 제공된 동기 신호(52) 모두의 함수로서 실제 동기 상태가 존재하는지 여부를 결정한다. 예를 들어, 최종 동기 검출기(60)는 동기 신호(56)와 동기 신호(52)가 동기 상태를 나타내는 경우에만 동기 상태를 나타낸다.

[0038] 본 명세서에 서술되고 도시된 특정 요소에 대한 성분 그룹은 단순히 예시적인 것이라는 것을 또한 주의하여야 할 것이다. 예를 들어, 도 4가 반송파 추적 루프 내부에 존재하는 것으로 힐버트 필터를 도시하고 있지만, 이것으로 반드시 요구되는 것은 아니며, 예를 들어, 힐버트 필터를 반송파 추적 루프의 외부에 있는 것으로 도 3에 도시하고 서술할 수도 있다.

[0039] 그리하여, 전술된 내용은 단순히 본 발명의 원리를 예시하는 것이며, 따라서, 이 기술 분야에 숙련된 자라면 본 명세서에 명시적으로 서술되지 않았더라도, 본 발명의 원리를 구현하며 그 사상과 범위 내에 있는 여러 가지 다른 배열을 고안할 수 있을 것이라는 것을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 별도의 기능 요소의 문맥으로 예시되어 있지만, 이들 기능 요소들은 하나 이상의 집적 회로(IC) 상에 구현될 수 있다. 마찬가지로, 별개 요소로 도시되어 있지만, 이들 요소의 임의의 하나 또는 모두는, 저장된 프로그램에 의해 제어되는 프로세서, 예를 들어, 디지털 신호 프로세서, 즉 예를 들어, 도 7에 도시된 하나 이상의 단계에 대응하는 연관된 소프트웨어를 실행하는 디지털 신호 프로세서로 구현될 수 있다. 나아가, TV 세트(10) 내에 묶음(bundle)으로 구성된 요소로 도시되어 있지만, 이들 요소는 임의의 조합으로 된 다른 유닛 내에 분배될 수도 있다. 예를 들어, 도 2의 수신기(15)는 디스플레이(20) 등을 포함하는 디바이스나 박스로부터 물리적으로 분리된 디바이스나 박스의 일부일 수 있다. 또한, 다운변환된 수신된 신호가 예시적으로 평균되었지만, 다른 통계적 함수가 예를 들어 도 7의 단계 315에서 각 변형과 함께 사용될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 그러므로, 첨부된 청구항에 의해 한정된 바와 같은 본 발명의 사상과 범위를 벗어남이 없이 수많은 변형이 예시적인 실시예에 이루어질 수 있고 다른 배열이 고안될 수 있을 것이라는 것은 두말할 것도 없다.

산업상 이용 가능성

[0040] 전술된 바와 같이, 본 발명은 다운변환된 수신된 신호의 함수로서 CTL이 동기 상태에 있는지 또는 비동기 상태에 있는지 여부를 검출하는 등에 이용가능하다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 예시적인 ATSC VSB 신호 스펙트럼을 도시하는 도면.

[0010] 도 2는 본 발명의 원리를 구현하는 TV 세트의 예시적인 하이 레벨 블록도를 도시하는 도면.

[0011] 도 3은 본 발명의 원리를 구현하는 수신기의 일부를 도시하는 도면.

[0012] 도 4는 도 3의 수신기에 사용하기 위한 예시적인 반송파 추적 루프를 도시하는 도면.

[0013] 도 5는 본 발명의 원리에 따라 동기 검출기의 일 실시예를 도시하는 도면.

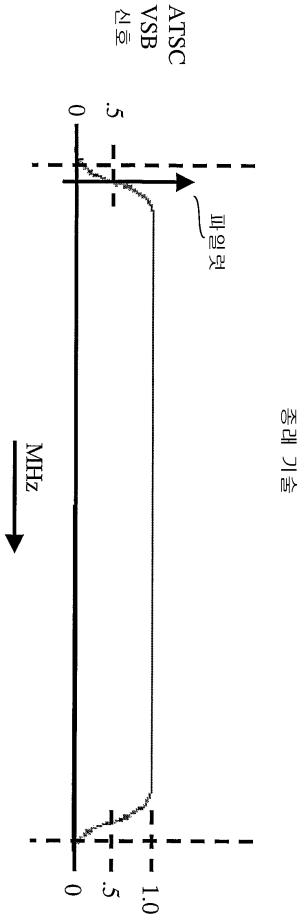
[0014] 도 6은 도 5의 비교기(140)에 사용하기 위한 예시적인 테이블을 도시하는 도면.

[0015] 도 7은 본 발명의 원리에 따른 예시적인 방법을 도시하는 도면.

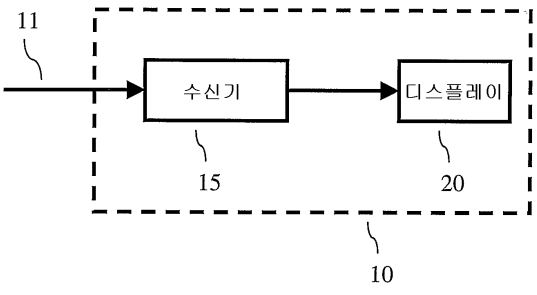
[0016] 도 8 내지 도 10은 본 발명의 원리에 따른 다른 실시예를 도시하는 도면.

도면

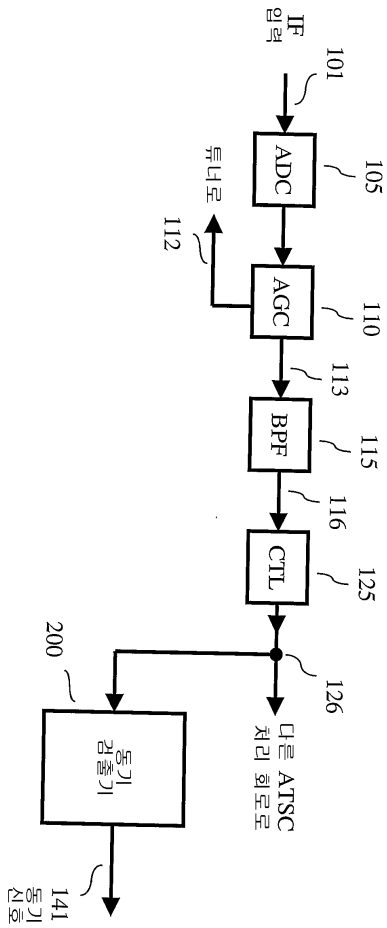
도면1



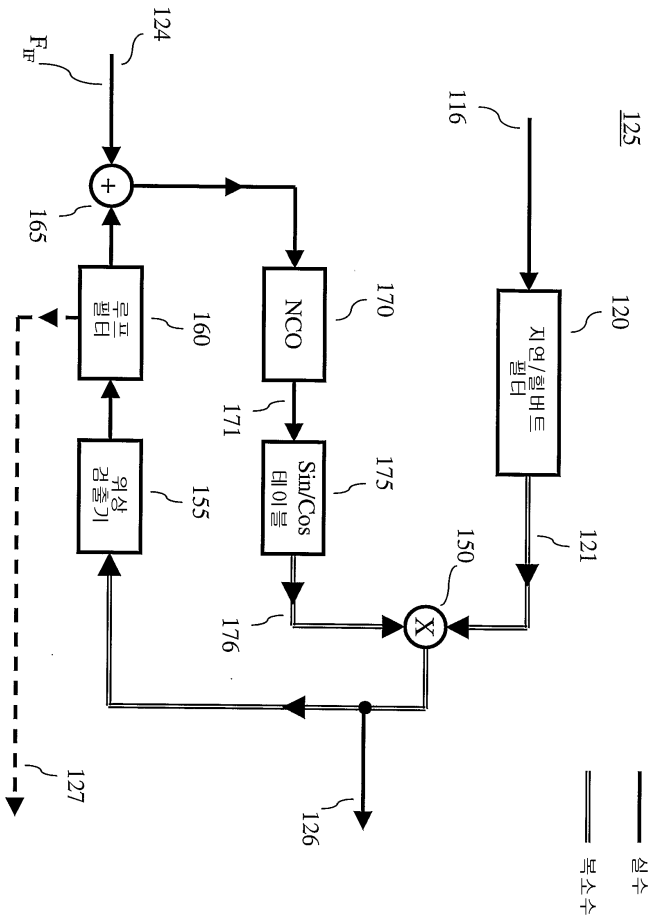
도면2



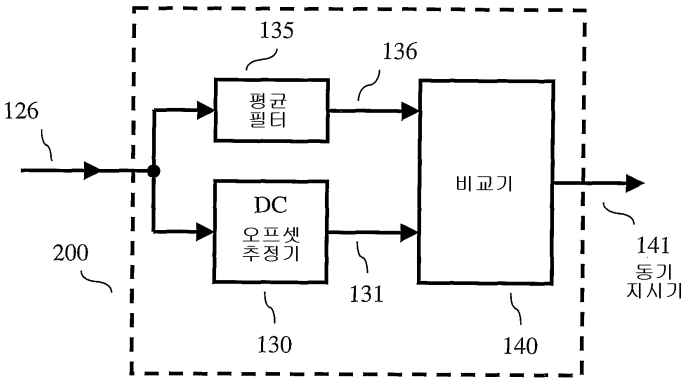
도면3


IF 입력
101
ADC
105
튜너로
112
AGC
110
113
BPF
115
116
CTL
125
126
다른 ATSC 처리 회로로
200
동기 검출기
141
동기 신호

도면4


124
F_{IF}
116
125
165
NCO
170
지연/쉴버트 필터
120
루프 필터
160
171
Sin/Cos 테이블
175
위상 검출기
155
150
121
176
127
126
복소수
실수

도면5

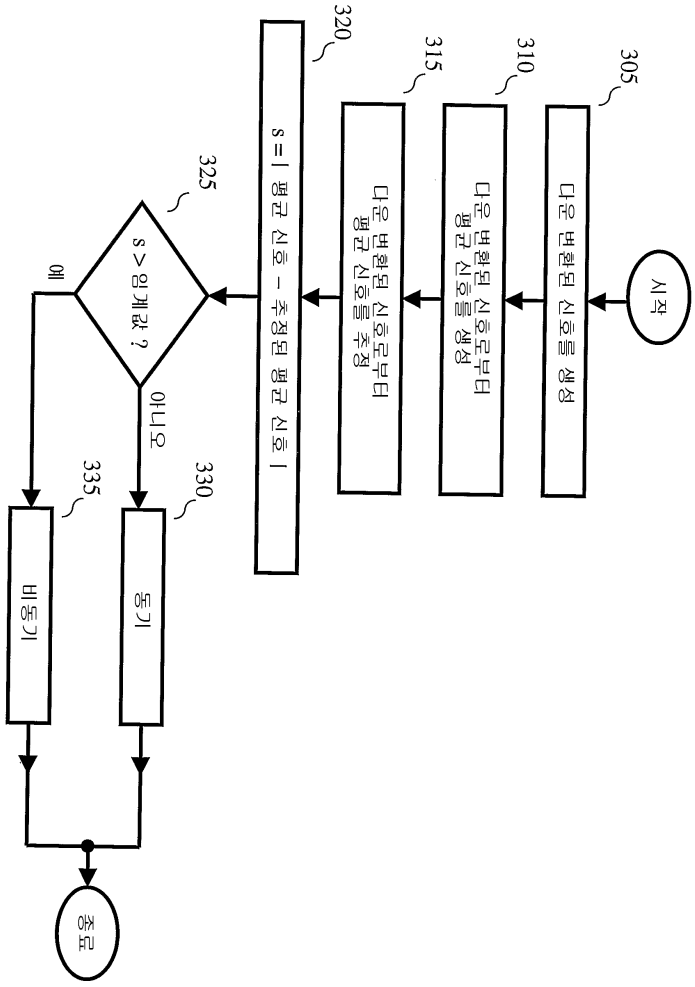

135
136
126
평균 필터
비교기
DC 오프셋 추정기
200
131
141
동기 지시기
130
140

도면6

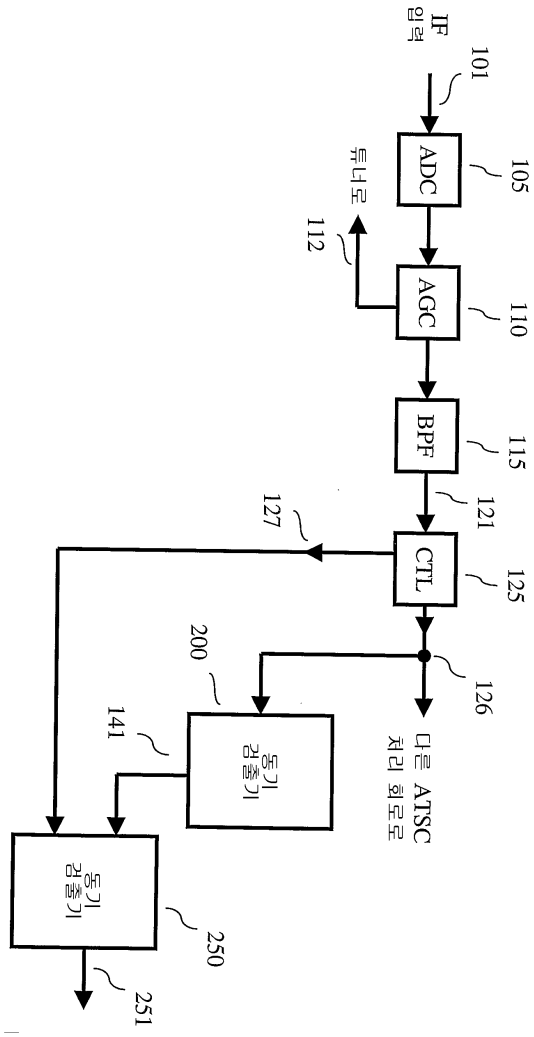
테이블 1

$s = \lvert dc_offset - estimated\ dc_offset \rvert$	동기 신호 141
≤ 임계값	1
> 임계값	0

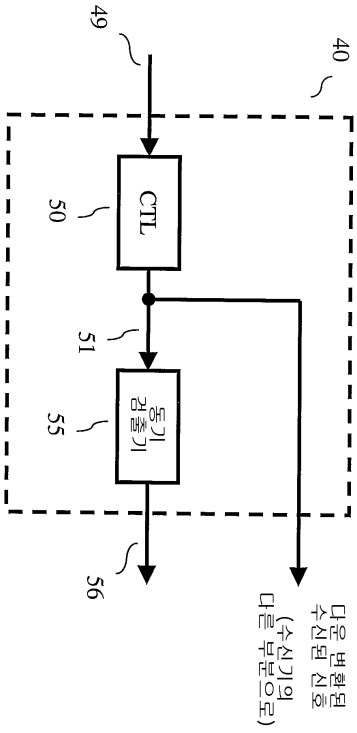
도면7


시작
다운 변환된 신호를 생성
305
다운 변환된 신호로부터
평균 신호를 생성
310
다운 변환된 신호로부터
평균 신호를 추정
315
s = | 평균 신호 - 추정된 평균 신호 |
320
s > 임계값 ?
325
예
아니오
비동기
335
동기
330
종료

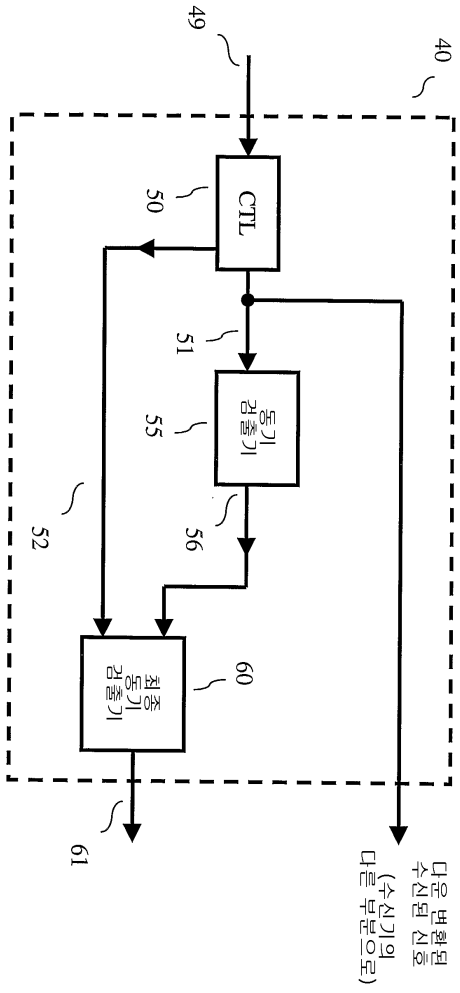
도면8


IF
입력
101
ADC
105
튜너로
112
AGC
110
BPF
115
121
127
CTL
125
126
200
141
동기
검출기
다른 ATSC
처리 회로로
동기
검출기
250
251

도면9



도면10


49
40
CTL
50
51
동기 검출기
55
52
56
최종 동기 검출기
60
61
다운 변환된 수신된 신호 (수신기의 다른 부분으로)