



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H04N 5/455 (2006.01)	(45) 공고일자 2007년08월08일
	(11) 등록번호 10-0747586
	(24) 등록일자 2007년08월02일

(21) 출원번호 10-2006-0029558	(65) 공개번호
(22) 출원일자 2006년03월31일	(43) 공개일자
심사청구일자 2006년03월31일	

(73) 특허권자 엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자 신중용
 서울 양천구 목2동 금호베스트빌 105동 109호

(74) 대리인 김용인
 심창섭

(56) 선행기술조사문헌 JP2000165341 A	JP2000269927 A
KR100252971 B1	KR1019990081320 A
KR1020050034885 A	KR1020050045734 A

심사관 : 박진우

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 방송 신호 복조 장치

(57) 요약

본 발명은 방송 신호 복조 장치에 관한 것이다. 본 발명은 수신된 데이터를 임시저장하는 임시메모리부; 상기 임시메모리부에 저장된 데이터와 새로 수신된 데이터를 이용하여 WFT(Winograd fourier transform)을 수행하는 WFT 블럭; 및 상기 WFT 블럭이 출력하는 데이터에 삼각함수를 가지는 연산자를 곱하는 곱셈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치를 제공한다. 본 발명에 의한 방송 신호 복조 장치에 따르면 수신 신호의 복조과정에서 신호대 양자화 잡음비(signal-to-quantization noise ratio; SQNR)이 우수하고, 전력효율이 좋다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

수신된 데이터를 임시저장하는 임시메모리부;

상기 임시메모리부에 저장된 데이터와 새로 수신된 데이터를 이용하여 WFT(Winograd fourier transform)을 수행하는 WFT 블록; 및

상기 WFT 블록이 출력하는 데이터에 삼각함수를 가지는 연산자를 곱하는 곱셈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 WFT 블록은 2의 파워(power) 개수가 아닌 데이터의 개수를 주파수 영역으로 변환할 수 있는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 방송 신호 복조 장치는 상기 곱셈부가 출력하는 데이터들을 상기 수신된 데이터들의 순서대로 재정렬하는 재정렬부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치.

청구항 4.

입력되는 데이터를 지수와 밑으로 정렬하는 데이터정렬부;

상기 데이터정렬부가 정렬하여 출력하는 데이터를 임시저장하는 임시메모리부;

상기 임시메모리부가 출력하는 데이터와 새로 입력되는 데이터를 이용하여 WFT(Winograd fourier transform)을 수행하는 매트릭스연산부;

상기 데이터정렬부가 출력하는 데이터가 상기 임시메모리부로 입력되어야 하는지 또는 상기 매트릭스연산부로 입력되어야 하는지 여부를 제어하는 신호제어부;

상기 신호제어부의 신호에 따라 삼각함수를 가지는 연산자를 생성하는 연산자생성부; 및

상기 연산자생성부가 출력하는 연산자와 상기 WFT 연산된 데이터를 곱하는 곱셈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치.

청구항 5.

제 4항에 있어서,

상기 방송 신호 복조 장치는 상기 곱셈부가 출력하는 데이터들을 상기 입력되는 데이터들의 순서대로 재정렬하는 재정렬부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 방송 신호 복조 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 신호대 양자화 잡음비(signal-to-quantization noise ratio; SQNR)와 전력효율이 우수한 방송 신호 복조 장치에 관한 것이다.

최근 칭화 대학은 중국향 지상파 디지털 텔레비전(이하, 지상파 DTV) 방송을 위한 새로운 표준안을 제안하였다. 상기 제안서는 지상파 디지털 멀티미디어/텔레비전 방송(Terrestrial Digital Multimedia/Television Broadcasting; 이하, DMB-T)라고 불리는 방송 규격에 관한 것이다. DMB-T에서는 타임 도메인 신크로너스 OFDM (Time Domain Synchronous OFDM; 이하 TDS-OFDM)이라는 새로운 변조 기법(modulation scheme)이 사용된다.

TDS-OFDM의 송신단에서 변조된 후 전송되는 신호는 사이클릭 프리픽스 OFDM(cyclic prefix OFDM; 이하 CP-OFDM) 방식에서 사용되는 방식처럼 IDFT(Inverse Discrete Fourier Transform; 이하 IDFT)가 적용된다.

하지만, 보호구간(guard interval)에 CP 대신 의사잡음(pseudonoise; 이하 PN)을 삽입하여 훈련신호로써 사용한다.

도 1은 TDS-OFDM의 신호의 프레임 구조의 일 예를 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하여 TDS-OFDM의 신호의 프레임 구조의 일 예를 설명하면 다음과 같다. 도 1의 프레임의 구조는 보호구간이 1/9인 경우를 나타낸다.

상기 프레임은 프레임 싱크(frame sync)와 프레임 바디(frame body)로 구성된다. 프레임 바디는 전송하려는 데이터가 실린 곳으로서, DFT(Discrete Fourier Transform)이 적용되는 DFT 블록이고, 상기 DFT 블록은 일반적으로 3780개의 스트림 데이터를 포함한다.

프레임 싱크는 PN 시퀀스로 구성되는데, 상기 프레임 싱크에 사용되는 PN 시퀀스는 오더(order)가 8($m = 8$)인 시퀀스를 사용할 수 있다. $m = 8$ 일 경우에는 255개의 서로 다른 시퀀스가 생성될 수 있는데, 상기 시퀀스는 보호구간(guard interval)에 사용되기 위해서, 프리엠블(preamble)과 포스트엠블(postamble)로 확장될 수 있다.

따라서, 상기 프리엠블(preamble)과 상기 포스트엠블(postamble)은 PN 시퀀스의 사이클릭 익스텐션(cyclic extension; 주기적 확장)을 위한 PN 시퀀스의 반복 구간이 될 수 있다.

프레임 싱크의 255개의 PN 시퀀스 중 상기 PN 시퀀스의 처음 115개의 PN 시퀀스는 포스트엠블로서 상기 255개의 PN 시퀀스의 끝에 부가되고, 상기 PN 시퀀스의 마지막 50개의 PN들은 프리엠블로서 상기 255개의 PN 시퀀스의 앞에 부가되어 확장될 수 있다.

상기 PN 시퀀스의 폴리노미얼(polynomial)은 $P(x) = x^8 + x^6 + x^5 + x + 1$ 이고, PN 시퀀스의 초기상태에 따라 생성되는 위상이 0에서 254로 변화한다.

보호구간이 1/9일 경우 255개의 PN 시퀀스들에 상기 프리엠블과 상기 포스트엠블이 전후에 추가되어 420개의 데이터로 이루어진 프레임 싱크가 구성될 수 있다. 환언하면, DFT 블록의 데이터 3780개의 1/9인 420개의 데이터가 프레임 싱크에 사용될 수 있다. 하나의 OFDM 프레임은 420개의 데이터로 이루어진 프레임 싱크와 3780개의 데이터로 이루어진 프레임 바디로 구성될 수 있다.

상기 데이터 프레임의 구조는 보호구간에 따라 달라질 수도 있으며, 각 프레임내 분포하는 데이터의 개수도 다르게 분포하도록 할 수도 있다.

또한, 보호구간은 1/4 또는 1/9이 규정될 수 있으며, 그 이외에 1/6 보호구간이 사용될 수도 있고 따라서, 보호구간의 길이도 시스템을 형성하는 규격에 따라 다르게 형성될 수 있다.

방송 신호 전송단에서 OFDM 심볼들을 역 푸리에 변환시켜 다중화한 후 위에서 설명한 형식의 전송신호를 전송하고, 수신단에서 방송 신호 복조 장치는 상기 신호의 프레임 구조를 고려하여 상기 전송된 방송 신호를 복조한다.

방송 신호 복조 장치가 상기 신호를 복조하기 위해서는 데이터 구간을 푸리에 변환(fourier transform)한다. 고속 푸리에 변환(fast fourier transform; FFT)은 2의 파워(power)의 데이터 개수를 가지는 데이터에 대해 수행될 수 있는데, 상기 방송 신호에 대해 2의 제곱에 대한 푸리에 변환을 수행하면 방송신호의 왜곡이 나타날 뿐만 아니라, 전력도 많이 소모될 수 있는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 수신 신호의 복조과정에서 신호대 양자화 잡음비(signal-to-quantization noise ratio; SQNR)이 우수하고, 전력효율이 좋은 방송 신호 복조 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 수신된 데이터를 임시저장하는 임시메모리부; 상기 임시메모리부에 저장된 데이터와 새로 수신된 데이터를 이용하여 WFT(Winograd fourier transform)을 수행하는 WFT 블럭; 및 상기 WFT 블럭이 출력하는 데이터에 삼각함수를 가지는 연산자를 곱하는 곱셈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치를 제공한다.

상기 WFT 블럭은 2의 파워(power) 개수가 아닌 데이터의 개수를 주파수 영역으로 변환할 수 있는 것이 바람직하다.

상기 방송 신호 복조 장치는 상기 곱셈부가 출력하는 데이터들을 상기 수신된 데이터들의 순서대로 재정렬하는 재정렬부를 더 포함할 수 있다.

다른 관점에서 본 발명은 입력되는 데이터를 지수와 밑으로 정렬하는 데이터정렬부; 상기 데이터정렬부가 정렬하여 출력하는 데이터를 임시저장하는 임시메모리부; 상기 임시메모리부가 출력하는 데이터와 새로 입력되는 데이터를 이용하여 WFT(Winograd fourier transform)을 수행하는 매트릭스연산부; 상기 데이터정렬부가 출력하는 데이터가 상기 임시메모리부로 입력되어야 하는지 또는 상기 매트릭스연산부로 입력되어야 하는지 여부를 제어하는 신호제어부; 상기 신호제어부의 신호에 따라 삼각함수를 가지는 연산자를 생성하는 연산자생성부; 및 상기 연산자생성부가 출력하는 연산자와 상기 WFT 연산된 데이터를 곱하는 곱셈부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방송 신호 복조 장치를 제공한다.

상기 방송 신호 복조 장치는 상기 곱셈부가 출력하는 데이터들을 상기 입력되는 데이터들의 순서대로 재정렬하는 재정렬부를 더 포함할 수 있다.

상기 목적을 구체적으로 달성할 수 있는 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다. 이하에서는 TDS-OFDM 방식의 수신하는 장치를 예로 하여 설명하지만 본 발명의 사상이 이에 국한되는 것은 아니다.

도 2은 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치를 포함할 수 있는 방송 수신 장치의 일 실시예의 구성도를 나타낸다. 도 2를 참조하여 방송 수신 장치의 일 실시예의 동작을 설명하면 다음과 같다.

방송 수신 장치의 튜너(110)는 RF 전송 대역의 신호를 기저대역(base band) 신호로 전환하여 출력한다.

자동이득제어기(AGC)(120)는 상기 출력된 신호의 파워를 표준화(Power normalization)하여 출력할 수 있다.

A/D 컨버터(Analog to digital converter)(130)는 상기 출력된 신호를 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 출력한다.

상기 위상분리기(phase splitter)(140)는 상기 A/D 컨버터(130)가 출력하는 신호로부터 동위(inphase) 성분신호(이하, I 신호)와 직교(quadrature) 성분신호(이하, Q 신호)를 분리하여 출력한다.

상기 자동주파수제어(automatic frequency control ; 이하 AFC)부(177)는 상기 분리된 I 신호와 Q 신호의 추정된 주파수 오차를 보상하고, 필터부(160)는 송신장치에서와 같이 수신된 신호의 대역폭을 제한하는 필터역할을 수행할 수 있다.

프레임동기부는 크게 3부분으로 구분될 수 있는데, 먼저 AFC부(177)는 상기와 같이 수신신호의 주파수 오차를 산출하고, 상기 곱셈기(145)를 통해 수신신호와 주파수 오차가 산출된 신호의 곱을 산출하게 하여 수신신호의 주파수 오차를 보상할 수 있다.

그리고, 신호포착(acquisition)부(172)는 송신장치에서 보낸 PN 시퀀스를 동기화한다. 마지막으로 신호추적(tracking)부(174)는 상기 포착된 PN 시퀀스를 사용하여 심벌 오차를 보상한다.

상기 수신신호의 프레임동기부는 PN 상관기(171)에서 수신신호와 PN 시퀀스의 상관한 결과를 사용할 수 있다.

프레임동기부의 결과로 출력되는 데이터는 DFT부(180,182)에서 FFT(Fast Fourier Transform) 과정을 통해 주파수영역으로 변환되고, 상기 등화기(190)를 거쳐 채널이 보상되어 출력된다.

본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치는 도 2에 나타낸 방송 수신 장치 중 푸리에 변환이 수행되는 상기 DFT부(180, 182)에 관련된다.

상기 DFT부(180, 182)는 3780개의 데이터에 대해 DFT를 수행해야 하므로 스몰 N(small - N) WFT(Winograd fourier transform) 방법으로 데이터를 분할하여 수행하는 것이 바람직하다.

3780은 $9 \times 7 \times 5 \times 4 \times 3$ 으로 인수분해될 수 있기 때문에 그 인수에 따른 WFT(Winograd fourier transform)를 사용하여 DFT를 수행할 수 있다.

N 개의 DFT는 다음과 같이 정의할 수 있다

수학식 1

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{nk}$$

여기서 $k \in [0, N-1]$ 이고, $W_N \equiv e^{-j2\pi/N}$ 이다.

x와 X는 N개의 컬럼(column) 벡터로 정의할 수 있다.

수학식 2

$$\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x(0) \\ x(1) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{pmatrix}$$

이고,

수학식 3

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} X(0) \\ X(1) \\ \vdots \\ X(N-1) \end{pmatrix}$$

로 정의할 경우, $N \times N$ 변환 매트릭스 D_N 은 수학식 4로 정의할 수 있다.

수학식 4

$$D_N(i,r) = [W_N^{ir}] \equiv [W_N^{ir \bmod N}] \quad i, r \in [0, N-1]$$

커나니컬 디컴퍼지션(canonical decomposition)에 따라 변환 매트릭스 D_N 은 다음과 같이 쓸 수 있다.

수학식 5

$$S_N C_N T_N = D_N$$

T_N 은 0, -1, 1만을 원소로 가지는 $J \times N$ 인시던스 매트릭스(incidence matrix), C_N 은 $J \times J$ 대각어널 매트릭스(diagonal matrix), S_N 은 $N \times J$ 인시던스 매트릭스이다.

이하에서는 T_N 을 제 1 인시던스 매트릭스, C_N 은 대각 매트릭스(diagonal matrix), S_N 을 제 2 인시던스 매트릭스, D_N 을 변환 매트릭스로 호칭한다.

예를 들어 $N = 3$ 인 경우 D_N 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$\begin{pmatrix} 111 & 000 & 000 \\ 000 & 111 & 000 \\ 000 & 000 & 111 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_0 & & & 0 \\ & C_1 & & \\ & & C_2 & \\ & & & \cdot \\ 0 & & & & C_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} W_3^0 & W_3^0 & W_3^0 \\ W_3^0 & W_3^1 & W_3^2 \\ W_3^0 & W_3^2 & W_3^1 \end{pmatrix}$$

여기서 C_N 은 수학식 7과 같다.

수학식 7

$$C_l = D_3 \left(\frac{l - l \bmod 3}{3}, l \bmod 3 \right)$$

그리고, N 이 N' 과 N'' 으로 인수분해될 수 있는 수라면 D_N 은 각각 그 인수분해되는 N' 에 대한 $D_{N'}$ 과 N'' 에 대한 $D_{N''}$ 로 분해될 수 있다. 예를 들어 N 이 $12 (= 3 \times 4)$ 라면, D_3 과 D_4 로 분해될 수 있다.

수학식 8

$$X' = (D_3 * D_4) x'$$

따라서, 상기한 일련의 식을 사용하여 N 이 제곱 수가 아니라도 수학식 D_N 을 연산하여 시간 영역의 신호를 주파수 영역으로 상호 변환할 수 있다.

위와 같은 WFT 방식의 변환은 곱과 합 연산의 회수가 적기 때문에 유리하다. 입력데이터가 x_0, x_1, x_2, \dots 이고, 변환된 출력데이터가 X_0, X_1, X_2, \dots 라면, 다음과 같은 순서에 따라 변환된 값을 구할 수 있다.

$$N = 3 \text{ 일 경우, } u = 2\pi/3$$

$$t_1 = x_1 + x_2$$

$$m_0 = 1 \cdot (x_0 + t_1), m_1 = (\cos u - 1) \cdot t_1, m_2 = i \sin u \cdot (x_1 - x_2)$$

$$s = m_0 + m_1$$

$$X_0 = m_0$$

$$X_1 = s_1 + m_2$$

$$X_2 = s_1 - m_2$$

u 는 N 에 값에 따라 $2\pi/N$ 으로 정해지고, t_1, s_1, m_1, m_2 는 각각 임시적인 매개 변환 계수가 된다. 위의 계산에서 합 연산은 6회, 곱 연산은 3회가 소요된다.

따라서, 2의 배수가 아닌 수의 고속 푸리에 변환을 WFT 방식으로 변환하여 계산하면 신호의 복조과정에서 신호가 아닌 0을 채우기 때문에 발생할 수 있는 신호대 양자화 잡음비(signal-to-quantization noise ratio; SQNR)에 대한 특성이 개선될 수 있다. 그리고, 신호 변환시 필요없는 연산을 줄일 수 있어 전력효율이 높아질 수 있다.

도 3은 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예를 나타낸 구조도이다. 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예의 동작을 설명하면 다음과 같다.

본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예가 3780개의 데이터를 푸리에 변환시키기 위해서는 제 1 신호연산부(210), 제 2 신호연산부(230), 제 3 신호연산부(250), 제 4 신호연산부(270), 제 5 신호연산부(290)와 각 신호연산부들 사이에 위치한 제 1 곱셈부(220), 제 2 곱셈부(240), 제 3 곱셈부(260), 제 4 곱셈부(280)를 포함할 수 있다. 그리고, 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예는 제 5 신호연산부(290)로부터 출력되는 데이터를 순서대로 재정렬하는 재정렬부(300)를 포함할 수 있다.

제 1 신호연산부(210)는 각각 제 1 임시메모리부(212)를 포함할 수 있으며, 제 2 신호연산부(230)는 각각 제 2 임시메모리부(232)를 포함할 수 있다. 또한, 제 3 내지 5 신호연산부(250, 270, 290)는 제 3 임시메모리부(252), 제 4 임시메모리부(272), 제 5 임시메모리부(292)를 각각 포함할 수 있다.

본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예 중 제 1 신호연산부(210)는 9 포인트(point)에 대한 WFT 연산을 수행하는 제 1 WFT 블럭(215)을, 제 2 신호연산부(230)는 4 포인트(point)에 대한 WFT 연산을 수행하는 제 2 WFT 블럭(235)을 각각 포함할 수 있다.

마찬가지로 제 3 신호연산부(250), 제 4 신호연산부(270), 제 5 신호연산부(290)는 각각 3 포인트 WFT 연산을 수행하는 제 3 WFT 블럭(255), 5 포인트 WFT 연산을 수행하는 제 4 WFT 블럭(275), 제 7 포인트 WFT 연산을 수행하는 제 5 WFT 블럭(295)을 각각 포함할 수 있다.

제 1 신호연산부(210)는 WFT에 필요한 데이터가 입력될 때까지 입력된 데이터를 제 1 임시메모리부(212)에 저장한다. 그리고, 9 포인트 WFT 연산에 필요한 데이터가 모두 입력될 경우 제 1 WFT 블럭(215)은 입력된 데이터와 임시메모리부(212)에 저장된 데이터로부터 9 포인트 WFT 연산을 수행하여 출력한다.

제 1 곱셈부(220)는 제 1 신호연산부(210)가 출력하는 데이터를 제 1 연산자(R3780)을 곱한다.

연산자는 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

수학식 9

$$R_{kk}^i = e^{\{-j \frac{2\pi}{kk} i \bmod k_1 [\frac{i \bmod kk}{k_1}]\}}, \quad k_1 = \frac{N}{N_1 N_2 N_3 \cdots N_l}$$

여기서 $kk = N_1 k_1$, ($N_1 = 9, 4, 3, 5, 7$)의 값을 갖는다.

3780의 데이터를 변환할 경우 kk 는 3780이고, 제 1 연산자의 N_1 의 값은 9가 될 수 있다.

마찬가지로 제 2 신호연산부(230)는 제 1 곱셈부(220)가 출력하는 신호를 제 2 임시메모리부(232)에 저장하고, WFT 연산이 가능한 데이터가 입력될 때 임시메모리부(232)에 저장한 데이터와 새로 입력된 데이터로 WFT 연산을 출력할 수 있다.

일 실시예의 동작을 용이하게 설명하기 위해 제 2 WFT 블럭(235)가 4 포인트 WFT 연산을 수행하는 과정은 다음과 같다.

제 2 신호연산부(230)로 입력되는 데이터가 x_0, x_1, x_2, \dots 이고, 출력되는 데이터가 X_0, X_1, X_2, \dots 라면, 다음과 같은 순서에 따라 변환된 값을 구할 수 있다.

$$N = 5 \text{ 일 경우, } u = 2\pi/5$$

$$t_1 = x_0 + x_2 \quad t_2 = x_1 + x_3$$

$$m_0 = 1 \cdot (t_1 + t_2), \quad m_1 = 1 \cdot (t_1 - t_2),$$

$$m_2 = 1 \cdot (x_0 - x_2), \quad m_3 = i \cdot (x_1 - x_3),$$

$$X_0 = m_0$$

$$X_1 = m_2 + m_3$$

$$X_2 = m_1$$

$$X_3 = m_2 - m_3$$

제 2 WFT 블럭(235)는 매개 변환 계수 t_1 을 산출하기 위해서 x_2 가 입력될 때까지 순차적으로 입력되는 데이터를 제 2 임시메모리부(232)에 저장한다. 그리고, 제 2 WFT 블럭(235)는 x_2 가 입력될 경우 t_1 을 산출하여 다시 제 2 임시메모리부(232)에 저장한다.

유사하게 제 2 WFT 블럭(235)는 산출한 매개 변환 계수 등(t_1)을 저장하였다가 저장한 매개 변환 계수 등을 이용하여 m_0 등의 매개 변환 계수를 산출한 후, 최종 WFT 연산된 데이터들을 출력한다.

제 2 곱셈부(235)는 연산자 R_{420} 를 제 2 신호연산부(230)가 출력하는 데이터들에 곱하여 출력한다.

유사하게 제 3 신호연산부(250)가 3 포인트 WFT 연산을 수행하여 출력하면, 제 3 곱셈부(255)는 연산자 R_{105} 를 3 포인트 WFT 연산된 데이터에 곱하여 출력할 수 있다.

그리고, 제 4 신호연산부(270)가 5 포인트 WFT 연산을 수행한 데이터들을 출력하면, 제 4 곱셈부(275)는 연산자 R_{35} 를 제 4 신호연산부(270)가 출력하는 데이터들에 곱하여 출력할 수 있다.

제 5 신호연산부(290)는 제 4 곱셈부(275)가 연산한 데이터들을 7 포인트 WFT 연산하여 출력할 수 있다.

재정렬부(300)는 제 5 신호연산부(290)가 출력하는 데이터들의 순서를 재정렬하여 출력할 수 있다. 입력 데이터가 3780인 경우 재정렬부(300)는 3780에 대한 데이터를 입력 순서대로 재정렬할 수 있다.

도 4는 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치 중 신호연산부와 곱셈부의 일 실시예를 나타낸 도면이다. 본 발명을 용이하게 설명하기 위해 도 4를 참조하여 신호연산부 중 3 포인트 WFT 연산을 수행하는 제 3 신호연산부와 제 3 곱셈부의 동작을 설명하면 다음과 같다.

도 4의 신호연산부는 임시메모리부(400)와 WFT 블럭(500)을 포함할 수 있다. WFT 블럭(500)은 데이터정렬부(505), 매트릭스연산부(510), 신호제어부(530) 연산자생성부(540) 및 다수의 신호선택부(551, 552, 553)를 포함할 수 있다.

데이터정렬부(505)는 신호연산부가 입력받는 데이터를 익스포넨트와 만타사로 구분하여 정렬할 수 있다. 즉, 도 4의 실시예에는 데이터를 플로팅 포인트(floating-point) 연산할 경우 그 연산 결과의 SQNR가 향상될 수 있도록 플로팅 포인트의 수를 익스포넨트(exponent)와 만타사(mantisa)로 구분하여 연산하는 것이 바람직하다.

예를 들어 입력 데이터가 1×10^1 과 3×10^2 라면 익스포넨트(지수)를 맞추어 1×10^1 와 30×10^1 로 연산하는 것이 연산 결과의 에러가 적어질 수 있다.

데이터정렬부(505)는 상기한 예와 같이 입력되는 데이터들이 동일한 지수로 정렬되도록 익스포넨트(지수)와 만타사(밀)를 각각 정렬할 수 있다.

데이터정렬부(505)에 입력되는 데이터는 임시메모리부(400)에 저장되었다가, WFT 연산이 함께 수행되어야 하는 데이터가 데이터정렬부(505)에 입력될 경우 임시메모리부(400)로부터 출력되어 상기 입력 데이터와 함께 매트릭스연산부(510)로 출력된다.

매트릭스연산부(510)는 입력된 데이터에 대한 매트릭스 연산을 수행할 수 있다. 매트릭스연산부(510)는 수학식 5에 따른 매트릭스 D_N 을 산출하여 입력된 데이터들과 위의 매트릭스 D_N 을 연산하여 그 결과를 출력할 수 있다.

매트릭스연산부(510)는 D_N 값을 $S_N C_N T_N$ 의 곱으로 산출할 수 있다. 그리고, 매트릭스연산부(510)는 입력된 데이터와 임시메모리부(400)로부터 출력되는 데이터를 상기 산출된 매트릭스와 연산하여 출력한다.

신호선택부(551, 552, 553)는 신호제어부(530)의 신호에 따라 매트릭스연산부(510) 또는 데이터정렬부(505)가 출력하는 데이터를 곱셈부(600)로 출력하거나, 임시메모리부(400)로 출력할 수 있다.

신호제어부(530)는 입력되는 데이터가 임시메모리부(400)로 저장되어야 하는 데이터인지 또는 상기 매트릭스연산부(510)에서 WFT 연산되어야 하는 데이터인지 판단하여 입력된 데이터의 제어신호를 신호선택부(551, 552, 553)에 각각 출력할 수 있다. 그리고, 신호제어부(530)는 연산자생성부(540)가 연산자를 산출하도록 제어할 수 있다.

연산자생성부(540)는 WFT 블럭(500)에 따른 연산자를 수학식 9와 같이 계산하여 출력할 수 있다. 곱셈부(600)는 WFT 블럭(500)이 출력하는 데이터와 연산자생성부(440)가 출력하는 sin 또는 cos을 포함하는 연산자를 곱하여 출력할 수 있다.

도 4의 실시예는 3 포인트에 대한 WFT 연산을 수행할 수 있고, 따라서, 수학식 9에서 설명한 바와 같이 연산자 R_{105} 의 값을 산출하여 곱셈 연산을 수행할 수 있다. 도 4의 하단의 연산자는 R_{105} 을 나타낸다.

9 포인트 신호연산부, 4 포인트 신호연산부, 5 포인트 신호연산부, 7 포인트 신호연산부도 도 4의 실시예에서 설명한 3 포인트 신호연산부와 유사하게 구성될 수 있다.

또한, 본 발명에 의하면 상기한 데이터 수뿐만 아니라 다른 수의 데이터 수를 가진 신호에 대해서도 용이하게 주파수 변환시킬 수 있다.

본 발명에 따르면 입력 신호의 개수가 2의 파워가 아닌 수라도 푸리에 변환이 가능하고, 그 결과는 신호대 양자화 잡음비(signal-to-quantization noise ratio; SQNR) 특성이 우수하여 수신 성능을 높일 수 있다.

동일한 기술분야의 당업자가 본 특허명세서로부터 본 발명을 변경하거나 변형하는 것은 용이한 것이다. 따라서, 본 발명의 일 실시예가 상기 명확하게 기재되었더라도, 그것을 여러 가지로 변경하는 것은 본 발명의 사상과 관점으로부터 이탈하는 것이 아니며 본 발명의 사상과 관점 내에 있다고 해야 할 것이다.

발명의 효과

상기에서 설명한 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예를 설명하면 다음과 같다. 본 발명에 의한 방송 신호 복조 장치에 따르면 수신 신호의 복조과정에서 신호대 양자화 잡음비(signal-to-quantization noise ratio; SQNR)이 우수하고, 전력효율이 좋다. 또한, 2의 파워 개수보다 적은 개수의 데이터를 저장하기 때문에 메모리를 더 적게 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 TDS-OFDM의 신호의 프레임 구조의 일 예를 나타낸 도면

도 2은 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치를 포함할 수 있는 방송 수신 장치의 일 실시예의 구성도

도 3은 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치의 일 실시예를 나타낸 구조도

도 4는 본 발명에 따른 방송 신호 복조 장치 중 신호연산부와 곱셈부의 일 실시예를 나타낸 도면

<도면 주요부분의 부호의 설명>

110 : 튜너 120 : 자동이득제어기

130 : A/D 컨버터(Analog to digital converter)

140 : 위상분리기 145 : 곱셈기

160 : 필터부 171 : PN 상관기

172 : 신호포착부 174 : 신호추적부

177 : AFC부 180, 182 : DFT부

190 : 등화기

210, 230, 250, 270, 290 : 신호연산부

212, 232, 252, 272, 292, 400 : 임시메모리부

215, 235, 255, 275, 295, 500 : WFT 블록

220, 240, 260, 280, 600 : 곱셈부

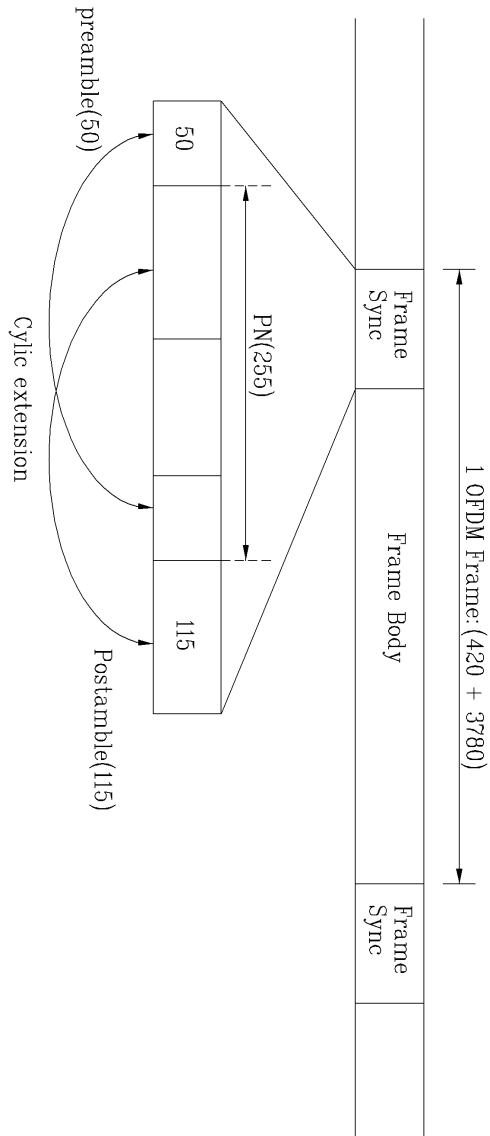
300 : 재정렬부 505 : 데이터정렬부

510 : 매트릭스연산부 530 : 신호제어부

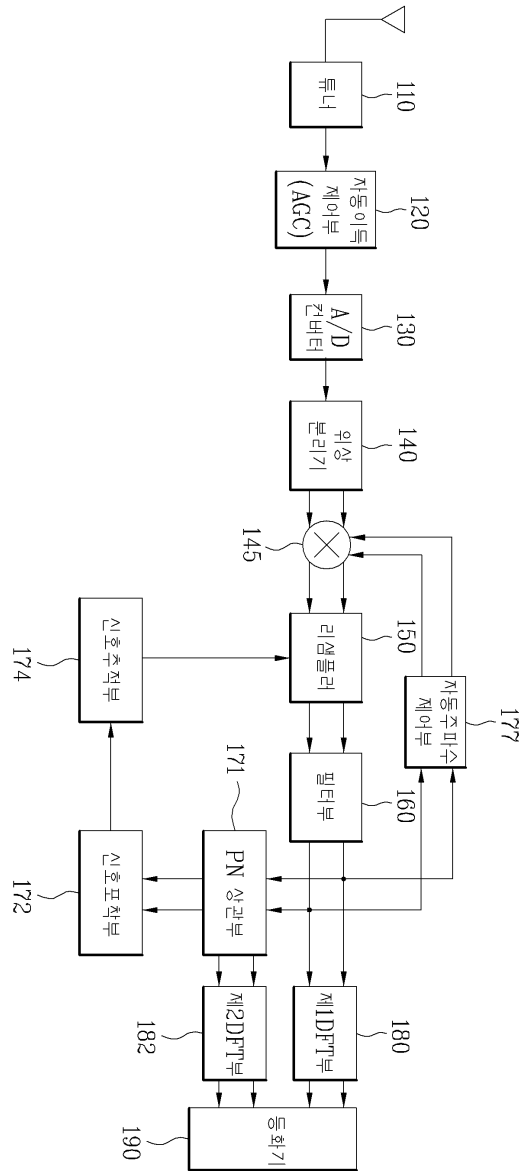
540 : 연산자생성부 551, 552, 553 : 신호선택부

도면

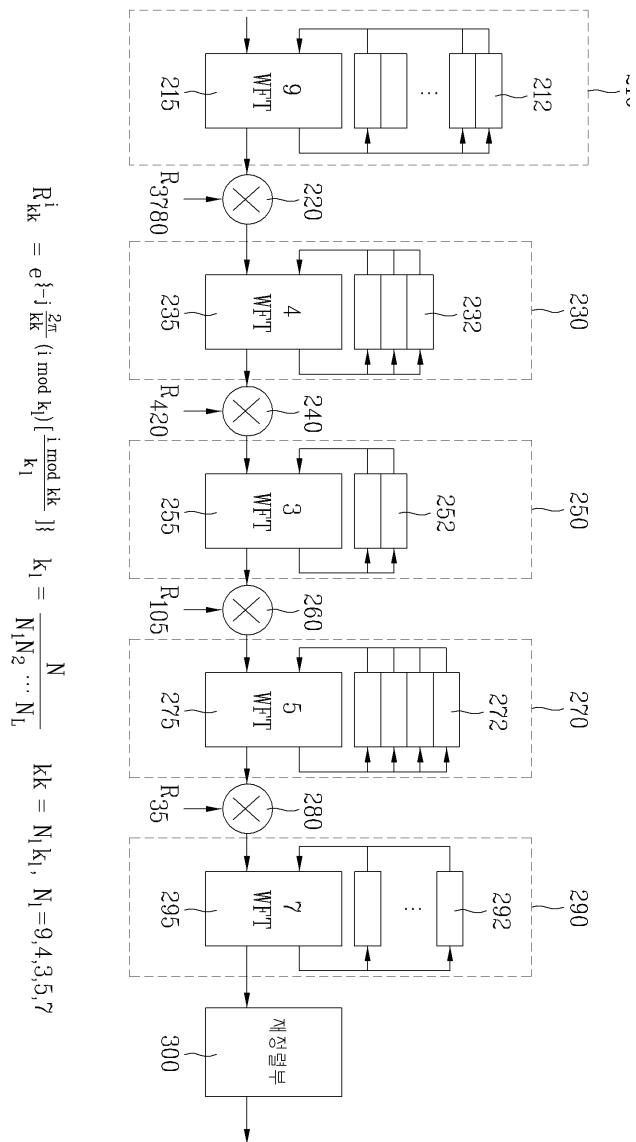
도면1



도면2



도면3



도면4

