(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0049147
(43) 공개일자 2009년05월18일

(51) Int. Cl.
*G01R 23/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0115252
(22) 출원일자 2007년11월13일
심사청구일자 2007년11월13일

(71) 출원인
**서강대학교산학협력단**
서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교
(72) 발명자
**송태경**
서울 서초구 잠원동 동아아파트 105-1403
**송재희**
서울 서대문구 창천동 99-43번지 204호
**김상민**
서울 강북구 미아4동 경남아너스빌아파트 107-303
(74) 대리인
**이지연, 양부현**

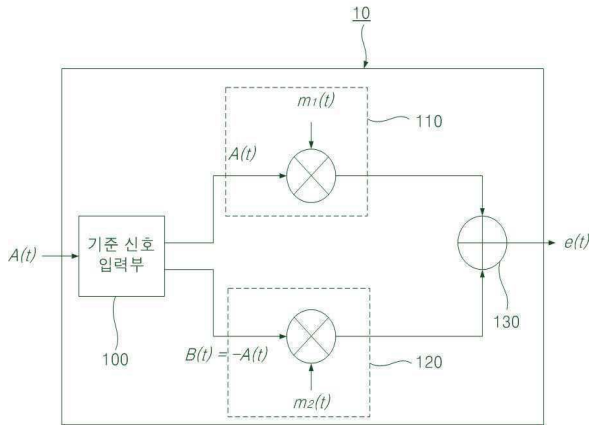
전체 청구항 수 : 총 8 항

# (54) 제2 고조파 신호 검출 장치 및 그 방법

## (57) 요 약

본 발명은 제2 고조파 신호 검출 장치에 관한 것이다. 상기 제2 고조파 신호 검출 장치는 기준 신호를 변조하여 송신 신호를 생성하여 전송하는 송신기, 및 상기 송신 신호가 외부의 매질에 의해 반사되어 입력되는 수신신호를 복조하여 상기 수신 신호의 제2 고조파 성분을 추출하는 수신기를 구비한다. 상기 송신기는 기준 신호($A(t)$) 및 상기 기준 신호를 180도위상 변조시킨 신호($-A(t)$)를 동시에 출력하는 기준 신호 입력부, 상기 기준 신호를 90도 위상 변조하여 생성된 제1 송신 신호를 출력하는 제1 위상 변조부, 상기 180도위상 변조된 기준 신호를 90도위상 변조하여 생성된 제2 송신 신호를 출력하는 제2 위상 변조부, 상기 제1 송신신호와 상기 제2 송신신호를 합성하여 생성된 송신 신호를 출력하는 송신 신호 출력부를 구비한다. 상기 수신기는 수신 신호 입력부, 상기 수신 신호를 위상 변조하여 생성된 제1 출력신호를 출력하는 제1 출력신호 생성부, 상기 수신 신호를 위상 변조하여 생성하되 상기 제1 출력신호와는 90도위상차이를 갖는 제2 출력신호를 출력하는 제2 출력 신호 생성부, 상기 제1 출력 신호와 상기 제2 출력 신호를 합성하여 생성된 출력신호를 출력하는 신호 출력부, 저역 통과 필터 및 실수값 획득부를 구비한다.

*대 표 도* - 도1



## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

기준 신호를 변조하여 송신 신호를 생성하여 전송하는 송신기; 및

상기 송신 신호가 외부의 매질에 의해 반사되어 입력되는 수신신호를 복조하여 상기 수신 신호의 제2 고조파 성분을 추출하는 수신기를 구비하고,

상기 송신기는

입력된 기준 신호($A(t)$) 및 상기 기준 신호를 180도위상 변조시킨 신호($-A(t)$)를 동시에 출력하는 기준 신호 입력부;

상기 기준 신호 입력부로부터 기준 신호($A(t)$)를 입력받고, 제1 변조 신호를 이용하여 상기 기준 신호를 위상 변조하여 생성한 제1 송신 신호를 출력하는 제1 위상 변조부;

상기 기준 신호 입력부로부터 180도위상 변조된 기준 신호($-A(t)$)를 입력받고, 제2 변조 신호를 이용하여 상기 180도위상 변조된 기준 신호를 위상 변조하여 생성한 제2 송신 신호를 출력하는 제2 위상 변조부;

상기 제1 송신신호와 상기 제2 송신신호를 합성하여 생성된 송신 신호를 출력하는 송신 신호 출력부를 구비하며,

상기 수신기는

외부로부터 수신 신호가 입력되는 수신 신호 입력부;

제3 변조 신호를 이용하여 상기 수신 신호를 위상 변조하여 생성한 제1 출력신호를 출력하는 제1 출력신호 생성부;

제4 변조 신호를 이용하여 상기 수신 신호를 위상 변조하여 생성한 제2 출력신호를 출력하는 제2 출력 신호 생성부;

상기 제1 출력 신호와 상기 제2 출력 신호를 합성하여 생성된 출력신호를 출력하는 신호 출력부를 구비하여,

상기 수신 신호로부터 기본 주파수 신호를 제거하고 제2 고조파 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 제1 변조 신호와 상기 제2 변조 신호는 그 위상 차이값(a)이 0도 및 180도를 제외한 값을 갖도록 설정되는 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 제3 변조 신호와 상기 제4 변조 신호는 그 위상 차이값(a)이 0도 및 180도를 제외한 값을 갖도록 설정되며, 상기 위상 차이값은 상기 제1 변조 신호와 상기 제2 변조 신호의 위상 차이값이 동일하도록 설정되는 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기 수신기는 상기 신호 출력부의 출력단자에 연결되어 대역외 잡음 신호를 제거하는 저역 통과 필터를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 수신기는 상기 저역 통과 필터의 출력단자에 연결되어 저역 통과 필터의 실수값만을 획득하여 출력하는 실수값 획득부를 더 구비하는 것을 특징으로하는 제2 고조파 신호 검출 장치.

**청구항 6**

수신기와 송신기를 구비하는 장치에서 수신 신호로부터 제2 고조파 신호를 검출하는 방법에 있어서,

(a) 기준 신호를 변조하여 생성된 송신 신호를 출력하는 단계와,

(b) 수신 신호로부터 제2 고조파 신호를 검출하는 단계를 구비하며,

상기 (a) 단계는

(a1) 기준 신호를 90도위상 변조하여 제1 송신 신호를 생성하는 단계,

(a2) 180도위상 변조된 기준 신호를 90도위상 변조하여 제2 송신 신호를 생성하는 단계,

(a3) 상기 제1 송신신호와 상기 제2 송신신호를 합성하여 송신 신호를 출력하는 단계를 구비하며,

상기 (b) 단계는

(b1) 외부로부터 입력된 상기 수신 신호를 위상 변조하여 제1 출력신호를 생성하는 단계,

(b2) 상기 수신 신호를 위상 변조하되 상기 제1 출력신호와는 90도위상차이를 갖는 제2 출력신호를 생성하는 단계,

(b3) 상기 제1 출력 신호와 상기 제2 출력 신호를 합성하여 출력신호를 생성하는 단계,

(b4) 저역 통과 필터를 사용하여 상기 출력 신호로부터 대역외 신호를 제거하는 단계를 구비하여,

상기 수신 신호로부터 기본 주파수 신호를 제거하고 제2 고조파 신호를 추출하는 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 (a1) 단계는 기준 신호와 제1 변조 신호를 곱하여 제1 송신 신호를 생성하며, 상기 (a2) 단계는 180도위상 변조된 기준 신호와 제2 변조 신호를 곱하여 제2 송신 신호를 생성하며,

상기 제1 변조 신호는 $\cos(2\pi f_0 t)$이며, 상기 제2 변조 신호는 $\cos(2\pi f_0 t+a)$ 인 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서, 상기 (b1) 단계는 수신 신호와 제3 변조 신호를 곱하여 제1 출력신호를 생성하며, 상기 (b2) 단계는 수신 신호와 제4 변조 신호를 곱하여 제2 출력 신호를 생성하며,

상기 제1 변조 신호는 $\exp(-j2\pi f_0 t)$ 이며, 상기 제2 변조 신호는 $\exp(-j2\pi f_0 t-ja)$인 것을 특징으로 하는 제2 고조파 신호 검출 방법.

# *명 세 서*

## *발명의 상세한 설명*

### *기 술 분 야*

<1> 본 발명은 제2 고조파 신호 검출 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 단 한번의 송수신 과정을 통해 수신 집속된 신호로부터 기준 주파수 신호를 제거하고 제2 고조파 신호만을 검출하여 제공하는 제2 고조파 신호 검출 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

<2> 고조파 영상 기법은 수신 신호로부터 고조파 성분만을 추출하여 영상화하는 기법으로 기본 주파수를 사용하는 방법보다 영상의 해상도가 좋아 조영제 및 조직특성을 영상화하기 위하여 많이 사용된다. 가장 많이 사용되는 고조파 영상 방법으로는 필터를 이용하는 방법과 펄스 반전 방법이 있다.

<3> 전술한 필터를 이용하는 방법은 수신 집속된 신호에 대해 대역 통과 필터를 사용하여 고조파 성분을 추출하는 방법으로서, 기본 주파수 성분과 고조파 성분의 스펙트럼이 겹치지 않도록 하기 위하여, 송신 신호의 대역폭이 제한을 받게 되는 문제점이 있다.

<4> 상기 펄스 반전 방법은 180도 위상차를 갖는 2개의 송신펄스를 이용하여 2번의 송수신 과정을 거쳐 기본 주파수

성분은 제거하고 고조파 성분만 남아있게 하는 방법으로서, 송신 신호의 대역폭이 제한을 받지는 않지만 두번 송수신하여야 되므로 한번 송수신할 때에 비하여 프레임율이 1/2로 떨어지는 단점이 있으며, 움직임 결함이 발생하는 문제점도 있다.

<5> 이에 본 출원인은 펄스 반전 방법의 단점을 해결하고 한번의 송수신 과정만으로도 고조파 성분을 추출할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

<6> 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 단 한번의 송수신 과정을 통해 수신 신호로부터 기준 주파수 신호는 제거하고 제2 고조파 신호만을 검출하여 제공하는 제2 고조파 검출 장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

### 과제 해결수단

<7> 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징은 수신 신호로부터 기본 주파수 신호는 제거하고 제2 고조파 신호를 검출하여 제공하는 제2 고조파 신호 검출 장치에 관한 것으로서, 상기 제2 고조파 신호 검출 장치는

<8> 기준 신호를 변조하여 송신 신호를 생성하여 전송하는 송신기, 및

<9> 상기 송신 신호가 외부의 목적물에 의해 반사되어 입력되는 수신신호를 복조하여 상기 수신 신호의 제2 고조파 성분을 추출하는 수신기를 구비하고,

<10> 상기 송신기는

<11> 입력된 기준 신호($A(t)$) 및 상기 기준 신호를 180도위상 변조시킨 신호($-A(t)$)를 동시에 출력하는 기준 신호 입력부,

<12> 상기 기준 신호 입력부로부터 기준 신호를 입력받고, 상기 기준 신호를 90도위상 변조하여 생성된 제1 송신 신호를 출력하는 제1 위상 변조부,

<13> 상기 기준 신호 입력부로부터 180도위상 변조된 기준 신호를 입력받고, 입력된 상기 180도위상 변조된 기준 신호를 90도위상 변조하여 생성된 제2 송신 신호를 출력하는 제2 위상 변조부,

<14> 상기 제1 송신신호와 상기 제2 송신신호를 합성하여 생성된 송신 신호를 출력하는 송신 신호 출력부를 구비하며,

<15> 상기 수신기는

<16> 외부로부터 수신 신호가 입력되는 수신 신호 입력부,

<17> 제1 변조 신호를 이용하여 상기 수신 신호를 위상 변조하여 생성한 제1 출력신호를 출력하는 제1 출력신호 생성부,

<18> 제2 변조 신호를 이용하여 상기 수신 신호를 위상 변조하여 생성한 제2 출력신호를 출력하는 제2 출력 신호 생성부,

<19> 상기 제1 출력 신호와 상기 제2 출력 신호를 합성하여 생성된 출력신호를 출력하는 신호 출력부,

<20> 상기 출력 신호로부터 잡음 및 대역외 신호를 제거하는 저역 통과 필터, 및

<21> 상기 저역 통과 필터의 출력 신호 중 실수값만을 추출하여 출력하는 실수값 획득부를 구비한다.

<22> 이때, 상기 제1 변조 신호와 제2 변조신호는 그 위상 차이값(a)이 0도 및 180도를 제외한 값을 가지도록 설정될 수 있으며, 바람직하게로는 상기 제1 변조 신호는 $\cos(2\pi f_0 t)$이며, 상기 제2 변조 신호는 $\cos(2\pi f_0 t+a)$로 설정할 수 있다.

<23> 전술한 특징을 갖는 제2 고조파 신호 검출 장치의 제1 출력 신호 생성부는 수신 신호와 제3 변조 신호를 곱하여 제1 출력신호를 생성하며, 상기 제2 출력 신호 생성부는 수신 신호와 제4 변조 신호를 곱하여 제2 출력 신호를 생성한다.

<24> 상기 제3 변조 신호는 $\exp(-j2\pi f_0 t)$이며, 제4 변조신호는 $\exp(-j2\pi f_0 t-ja)$이며, 여기서 a는 송신 신호에 사용된 제1 변조 신호와 제2 변조 신호의 위상차이값으로서, 0도와 180도를 제외한 임의의 값을 가진다

<25> 본 발명의 다른 특징에 따른 제2 고조파 신호 검출 방법은, 수신기와 송신기를 구비하는 장치에서 수신 신호로부터 제2 고조파 신호를 검출하는 방법에 관한 것으로서,

<26> (a) 송신기에서 기준 신호를 변조하여 생성된 송신 신호를 출력하는 단계와,

<27> (b) 수신기에서 수신 신호로부터 제2 고조파 신호를 검출하는 단계를 구비하며,

<28> 상기 (a) 단계는

<29> (a1) 기준 신호를 90도위상 변조하여 제1 송신 신호를 생성하는 단계,

<30> (a2) 180도위상 변조된 기준 신호를 변조하되 상기 제1 송신 신호와 0도와 180도를 제외한 위상차이를 가지도록 위상 변조하여 제2 송신 신호를 생성하는 단계,

<31> (a3) 상기 제1 송신신호와 상기 제2 송신신호를 합성하여 송신 신호를 출력하는 단계를 구비하며,

<32> 상기 (b) 단계는

<33> (b1) 외부로부터 입력된 상기 수신 신호를 위상 변조하여 제1 출력신호를 생성하는 단계,

<34> (b2) 상기 수신 신호를 위상 변조하여 제2 출력 신호를 생성하되, 상기 제1 출력신호와 제2 출력 신호의 위상차이값이 제1 송신 신호와 제2 송신 신호의 위상차이값과 동일한 위상 차이값을 갖도록 상기 제2 출력신호를 위상 변조하는 단계,

<35> (b3) 상기 제1 출력 신호와 상기 제2 출력 신호를 합성하여 출력신호를 생성하는 단계,

<36> (b4) 저역 통과 필터를 사용하여 상기 출력 신호로부터 잡음 및 대역외 신호를 제거하는 단계를 구비하여,

<37> 상기 수신 신호로부터 기본 주파수 신호를 제거하고 제2 고조파 신호를 검출한다.

<38> 전술한 특징을 갖는 제2 고조파 검출 방법의 상기 (a1) 단계는 기준 신호와 제1 변조 신호를 곱하여 제1 송신 신호를 생성하며, 상기 (a2) 단계는 180도위상 변조된 기준 신호와 제2 변조 신호를 곱하여 제2 송신 신호를 생성하며, 상기 제1 변조신호와 제2 변조 신호는 그 위상 차이값(a)이 0도 및 180도를 제외한 값을 가지는 것으로서, 바람직하게는 상기 제1 변조 신호는 $\cos(2\pi f_0 t)$이며, 상기 제2 변조 신호는 $\cos(2\pi f_0 t+a)$이다.

<39> 전술한 특징을 갖는 제2 고조파 검출 방법의 상기 (b1) 단계는 수신 신호와 제1 변조 신호를 곱하여 제1 출력신호를 생성하며, 상기 (b2) 단계는 수신 신호와 제2 변조 신호를 곱하여 제2 출력 신호를 생성하며, 상기 제1 변조 신호는 $\exp(-j2\pi f_0 t)$이며, 상기 제2 변조 신호는 $\exp(-j2\pi f_0 t-ja)$인 것이 바람직하다.

## *효 과*

<40> 본 발명에 의하여, 두 번의 신호 송수신 과정을 필요로하는 종래의 기술들과는 달리, 단 1번의 신호 송수신 과정을 통해 수신 신호로부터 기본 주파수 신호를 제거하고 제2 고조파 신호를 검출할 수 있게 된다.

<41> 따라서, 본 발명은 기본 주파수 성분과 제2고주파 성분이 주파수 영역에서 서로 겹치는 상황에서 한번의 송수신 과정을 통해 제2고조파 성분을 얻을 수 있어 종래의 두 번의 송수신 과정을 필요로 하는 펄스 반전 방법보다 프레임률이 2배 높고 움직임 결함도 줄일 수 있게 된다.

<42> 따라서, 본 발명에 따른 방법에 의하여 조직 영상화 혹은 조영제를 이용한 초음파 영상화 방법의 화질을 개선할 수 있으며, 특히 빠르게 움직이는 반사체의 고조파 영상에 매우 유용하게 사용될 수 있다.

## *발명의 실시를 위한 구체적인 내용*

<43> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2 고조파 신호 검출 장치 및 그 방법에 대하여 구체적으로 설명한다.

<44> 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2 고조파 신호 검출 장치는 송신 신호를 출력하는 송신기와 외부로부터 입력되는 수신 신호로부터 제2 고조파 신호를 검출하는 수신기를 구비한다.

<45> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2 고조파 신호 검출 장치의 송신기를 개략적으로 도시한 블록도이다. 도 1을 참조하면, 상기 송신기(10)는 기준 신호($A(t)$)를 변조하여 송신 신호($e(t)$)를 생성하여 전송하는 것으로서, 기준 신호 입력부(100), 제1 위상 변조부(110), 제2 위상 변조부(120) 및 송신 신호 출력부(130)를 구비한다.

<46> 상기 기준 신호 입력부(100)는 외부로부터 기준 신호($A(t)$)가 입력되며, 입력된 기준 신호를 상기 제1 위상 변조부(110)로 제공함과 동시에, 상기 기준 신호를 180도위상 변조하여상기 제2 위상 변조부(120)로 제공한다.

<47> 상기 제1 위상 변조부(110)는 상기 기준 신호를 90도위상 변조하여 제1 송신 신호를 생성한 후 상기 송신 신호 출력부로 제공한다. 상기 제1 위상 변조부는 기준 신호와 제1 변조 신호($m_1(t)$)인 $\cos(2\pi f_0 t)$를 곱하여 제1 송신 신호를 생성하게 된다.

<48> 상기 제2 위상 변조부(120)는 180도위상 변조된 기준 신호($B(t)=-A(t)$)를 90도위상 변조하여 제2 송신 신호를 생성한 후 상기 송신 신호 출력부로 제공한다. 상기 제2 위상 변조부(120)는 180도위상 변조된 기준 신호와 제2 변조 신호($m_2(t)$)인 $\cos(2\pi f_0 t+a)$를 곱하여 제2 송신 신호를 생성하게 된다. 제1 변조 신호와 제2 변조 신호는 그 위상 차이값(a)이 0도 및 180도가 아닌 값을 가지도록 설정되는 것이 바람직하다.

<49> 상기 송신 신호 출력부(130)는 상기 제1 송신신호와 상기 제2 송신신호를 합성하여 생성된 송신 신호($e(t)$)를 출력한다. 따라서, 송신 신호(e(t))는 수학식 1로 나타낼 수 있으며, 수학식 2와 같이 일반화시킬 수 있다.

*수학식 1*

<50>
$$e(t)=A(t)\cos(2\pi f_c t)+B(t)\sin(2\pi f_c t)$$

*수학식 2*

<51>
$$e(t)=A(t)\cos(2\pi f_c t)+B(t)\cos(2\pi f_c t+\alpha)$$

<52> 여기서, α는 임의의 위상값으로써 α＝π / 2인 경우 수학식 2는 수학식 1과 같다. 수학식 2는 오일러 공식(Euler fomular)을 이용하여 수학식 3과 같이 표현할 수 있다.

*수학식 3*

<53>
$$e(t)=A(t)\left\{\begin{matrix}\exp(j2\pi f_c t)\\+\exp(-j2\pi f_c t)\end{matrix}\right\}+B(t)\left\{\begin{matrix}\exp(j(2\pi f_c t+\alpha))\\+\exp(-j(2\pi f_c t+\alpha))\end{matrix}\right\}$$

<54> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2 고조파 신호 검출 장치의 수신기를 개략적으로 도시한 블록도이다. 도 2를 참조하면, 상기 수신기(20)는 상기 송신 신호($e(t)$)가 외부의 비선형 매질로부터 반사되어 수신된 수신 신호($r(t)$)로부터 제2 고조파 신호를 검출하는 것으로서, 수신신호 입력부(200), 제1 출력신호 생성부(210), 제2 출력신호 생성부(220), 신호 출력부(230), 저역 통과 필터(240) 및 실수값획득부(250)를 구비한다.

<55> 상기 수신 신호 입력부(200)는 외부로부터 수신 신호($r(t)$)를 입력받으며, 입력된 신호를 상기 제1 출력 신호 생성부 및 제2 출력 신호 생성부로 제공한다. 상기 수신 신호는 송신 신호($e(t)$)가 비선형 매질에서 반사된 신호로서, 수학식 4의 다항함수로 근사화할 수 있다.

*수학식 4*

<56>
$$O(e(t))=a_1 e(t)+a_2 e(t)^2+a_3 e(t)^3+\mathrm{K}+a_N e(t)^N$$

<57> 여기서, N은 N차 고조파를 의미하는 값으로서 본 발명에서는 초음파 변환자의 특성을 고려하여 N=2인 제2 고조파 성분까지만 수신된다고 가정한다. 따라서, 수학식 3을 수학식 4에 대입하여 수신신호($r(t)$)를 수학식 5로 나

타낼수 있다.

*수학식 5*

$$r(t)=a_1\left[\begin{array}{l}A(t)\left\{\begin{array}{l}\exp(j2\pi f_c t)\\+\exp(-j2\pi f_c t)\end{array}\right\}\\+B(t)\left\{\begin{array}{l}\exp(j(2\pi f_c t+\alpha))\\+\exp(-j(2\pi f_c t+\alpha))\end{array}\right\}\end{array}\right]$$
$$+a_2\left[\begin{array}{l}A^2(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j2\pi(2f_c)t\right)\\+\exp\left(-j2\pi(2f_c)t\right)\end{array}\right\}\\+A(t)B(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j\left(2\pi(2f_c)t+\alpha\right)\right)\\+\exp\left(-j\left(2\pi(2f_c)t+\alpha\right)\right)\end{array}\right\}\\+B^2(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j\left(2\pi(2f_c)t+2\alpha\right)\right)\\+\exp\left(-j\left(2\pi(2f_c)t+2\alpha\right)\right)\end{array}\right\}\end{array}\right]$$

<58>

<59> 상기 제1 출력신호 생성부(210)는 상기 수신 신호를 위상 변조하여 제1 출력신호($r_1(t)$)를 생성한 후 상기 신호 출력부로 제공한다. 상기 제1 출력 신호 생성부(210)는 수신 신호($r(t)$)와 제3 변조 신호($d_1(t)$)인 exp(-j2πf$_0$t) 를 곱하여 제1 출력신호를 생성하게 된다. 전술한 제1 출력 신호($r_1(t)$)는 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

*수학식 6*

$$r_1(t)=r(t)\cdot\exp(-j2\pi f_c t)$$
$$=a_1\left[\begin{array}{l}A(t)\left\{1+\exp\left(-j2\pi(2f_c)t\right)\right\}\\+B(t)\left\{\exp(j\alpha)+\exp\left(-j\left(2\pi(2f_c)t+\alpha\right)\right)\right\}\end{array}\right]$$
$$+a_2\left[\begin{array}{l}A^2(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j2\pi(2f_c)t\right)\\+\exp\left(-j2\pi(3f_c)t\right)\end{array}\right\}\\+A(t)B(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j\left(2\pi f_c t+\alpha\right)\right)\\+\exp\left(-j\left(2\pi(3f_c)t+\alpha\right)\right)\end{array}\right\}\\+B^2(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j\left(2\pi f_c t+2\alpha\right)\right)\\+\exp\left(-j\left(2\pi(3f_c)t+2\alpha\right)\right)\end{array}\right\}\end{array}\right]$$

<60>

<61> 상기 제2 출력 신호 생성부(220)는 상기 수신 신호를 위상 변조하여 제2 출력 신호($r_2(t)$)를 생성하여 상기 신호 출력부로 제공하며, 여기서 상기 제2 출력 신호는 상기 제1 출력 신호와 0도 및 180도를 제외한 위상 차이값(a)을 갖는 것을 특징으로 하며, 상기 위상 차이값(a)은 제1 변조신호와 제2 변조 신호의 위상 차이값과 동일한 것을 특징으로 한다. 상기 제2 출력 신호 생성부(220)는 수신 신호($r(t)$)와 제4 변조 신호($d_2(t)$)인 exp(-j2πf$_0$t-ja)를 곱하여 제2 출력 신호를 생성하게 된다. 전술한 제2 출력 신호($r_2(t)$)는 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다. 상기 제3 변조 신호와 제4 변조 신호의 위상 차이값은 제1 변조신호와 제2 변조 신호의 위상 차이값과 동일한 값을 갖도록 제3 변조 신호와 제4 변조 신호를 설정하는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는 제3 변조 신호($d_1(t)$)는 exp(-j2πf$_0$t)로 설정하며, 제4 변조 신호($d_2(t)$)는 exp(-j2πf$_0$t-ja)로 설정하였으나, 본 특허의 권리 범위를 이에 한정하고자 하는 것은 아님을 밝혀둔다.

수학식 7

$$
\begin{aligned}
r_2(t) &= r(t)\cdot\exp\left(-j\left(2\pi f_c t+\alpha\right)\right) \\
&= a_1\left[\begin{array}{l} A(t)\left\{\exp(-j\alpha)+\exp\left(-j\left(2\pi(2f_c)t+\alpha\right)\right)\right\} \\ +B(t)\left\{1+\exp\left(-j\left(2\pi(2f_c)t+2\alpha\right)\right)\right\}\end{array}\right] \\
&+a_2\left[\begin{array}{l} A^2(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j2\pi(2f_c)t-\alpha\right)\\ +\exp\left(-j\left(2\pi(3f_c)t+\alpha\right)\right)\end{array}\right\} \\ +A(t)B(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j2\pi f_c t\right)\\ +\exp\left(-j\left(2\pi(3f_c)t+2\alpha\right)\right)\end{array}\right\} \\ +B^2(t)\left\{\begin{array}{l}\exp\left(j\left(2\pi f_c t+\alpha\right)\right)\\ +\exp\left(-j\left(2\pi(3f_c)t+3\alpha\right)\right)\end{array}\right\}\end{array}\right]
\end{aligned}
$$

<62>

<63> 상기 신호 출력부(230)는 상기 제1 출력 신호($r_1(t)$)와 상기 제2 출력 신호($r_2(t)$)를 합성하여 생성된 출력신호를 출력한다.

<64> 상기 저역 통과 필터(240)는 상기 신호 출력부의 출력 단자에 연결되어, 상기 신호 출력부의 출력 신호로부터 대역외의 신호를 제거함으로써, 잡음 및 대역외 신호를 제거한다. 수학식 6과 수학식 7에서 중심 주파수가 $2f_c$, $3f_c$인 성분은 저역 통과 필터(240)에 의해 제거된다. 따라서, 상기 저역 통과 필터로부터 출력된 최종 출력 신호($S(t)$)는 수학식 6과 수학식 7의 $f_c$ 성분만을 더한 것으로서, $B(t) = -A(t)$인 경우 S(t)는 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$
\begin{aligned}
S(t) &= a_1\left[A(t)\exp(-j\alpha)-A(t)\exp(j\alpha)\right] \\
&+a_2\left[\begin{array}{l} A^2(t)\exp\left(j\left(2\pi f_c t-\alpha\right)\right) \\ +A^2(t)\exp\left(j\left(2\pi f_c t+2\alpha\right)\right)\end{array}\right]
\end{aligned}
$$

<65>

<66> 상기 실수부 획득부는 상기 저역 통과 필터(240)로부터의 출력 신호인 S(t)중 실수값만을 취하여 출력한다. 수학식 8을 실수 성분과 허수 성분으로 나누어 수학식 9와 같이 정리할 수 있다.

수학식 9

$$
\begin{aligned}
S(t) &= a_1\left[-2A(t)j\sin\alpha\right] \\
&+a_2\left[\begin{array}{l} A^2(t)\left\{\begin{array}{l}\cos\left(2\pi f_c t-\alpha\right)\\ +\cos\left(2\pi f_c t+2\alpha\right)\end{array}\right\} \\ +jA^2(t)\left\{\begin{array}{l}\sin\left(2\pi f_c t-\alpha\right)\\ +\sin\left(2\pi f_c t+2\alpha\right)\end{array}\right\}\end{array}\right]
\end{aligned}
$$

<67>

<68> 수학식 9로부터 실수 성분만을 취한 결과는 수학식 10과 같다.

*수학식 10*

$$S(t) = a_2 \cdot A^2(t)\left\{\begin{matrix}\cos(2\pi f_c t - \alpha) \\ +\cos(2\pi f_c t + 2\alpha)\end{matrix}\right\}$$

<69>

<70> 수학식 10으로부터 본 발명에 따른 제2 고조파 검출 장치가 기본 주파수 성분을 제거함을 알 수 있다.

<71> 다만 α＝0 인 경우는 수학식 2에 따라 송신 신호 $e(t)$ = 0 이고 α＝π 인 경우는 수학식 10에 따라 최종 출력 $S(t)=0$ 이므로 이 두 경우를 제외한 모든 경우에 대해, 본 발명에 따른 제2 고조파 검출 장치의 출력은 기본 주파수 성분이 완전히 제거되고 2차 고조파 신호의 포락선 성분인 $a_2A^2(t)$만이 중심 주파수의 정현파 신호에 변조된 형태로 나타난다. 따라서 이 신호를 검파하여 2차 고조파 성분만을 영상화할 수 있게 된다.

<72> 본 발명에 따라 전술한 구성을 갖는 제2 고조파 검출 장치는 직교 진폭 변조를 통하여 두 신호를 하나의 신호로 합성하여 송신한 후 수신신호로부터 신호처리과정을 통하여 원래의 두 신호로 분리한 후 펄스 반전 기법을 적용함으로서, 신호의 기본주파수 성분을 제거하고 제2 고조파 성분을 얻게 된다.

<73> 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

## *산업이용 가능성*

<74> 본 발명에 따른 장치 및 그 방법은 수신 집속된 신호에 대한 고조파 성분을 추출할 수 있도록 하는 장치로서, 조영제를 이용한 초음파 영상화 방법이나 조직 특성을 영상화하는 초음파 분자 영상 분야 등에 널리 사용될 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

<75> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2 고조파 신호 검출 장치의 송신기를 개략적으로 도시한 블록도이다.

<76> 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 제2 고조파 신호 검출 장치의 수신기를 개략적으로 도시한 블록도이다.

<77> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<78> 10 : 송신기

<79> 100 : 기준 신호 입력부

<80> 110 : 제1 위상 변조부

<81> 120 : 제2 위상 변조부

<82> 130 : 송신 신호 출력부

<83> 20 : 수신기

<84> 200 : 수신신호 입력부

<85> 210 : 제1 출력신호 생성부

<86> 220 : 제2 출력신호 생성부

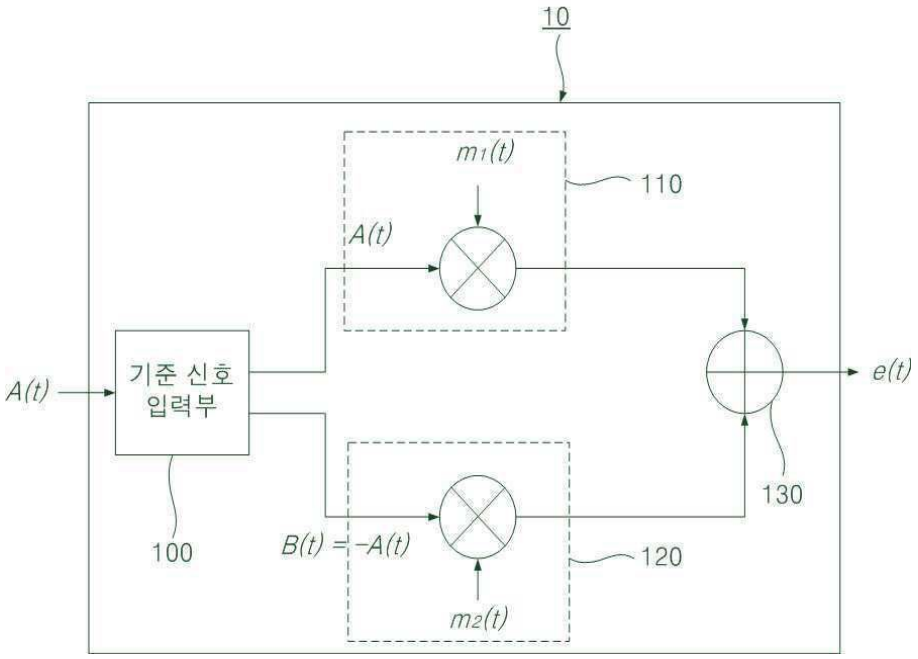
<87> 230 : 신호 출력부

<88> 240 : 저역 통과 필터

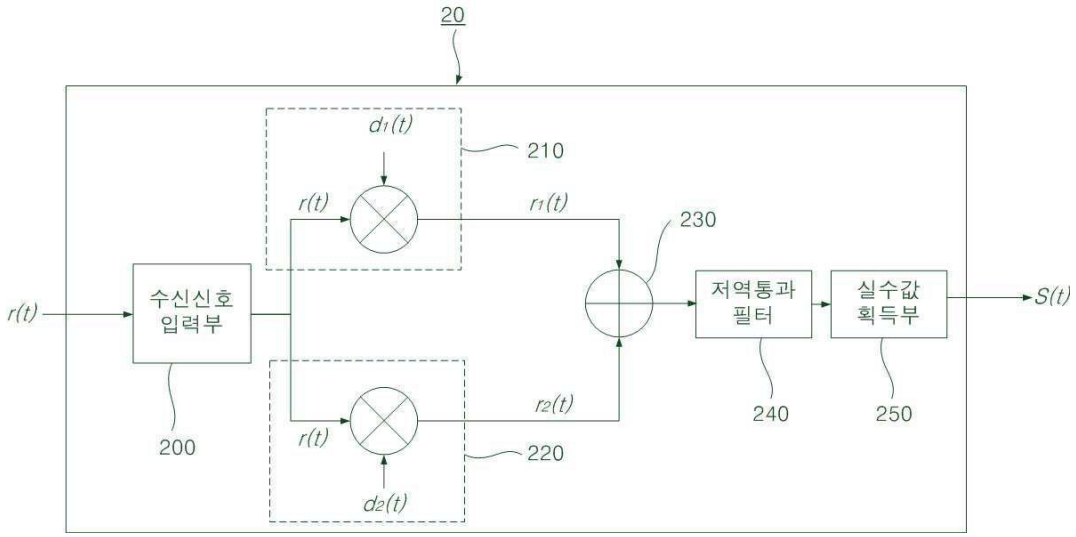
<89> 250 : 실수값 획득부

## 도면

### 도면1


10
m1(t)
110
A(t)
A(t)
기준 신호
입력부
e(t)
130
100
B(t) = -A(t)
120
m2(t)

### 도면2


20
d1(t)
210
r(t)
r1(t)
230
r(t)
수신신호
입력부
저역통과
필터
실수값
획득부
S(t)
r2(t)
r(t)
220
200
240
250
d2(t)