



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월18일
 (11) 등록번호 10-1859180
 (24) 등록일자 2018년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
A61B 8/4494 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0050607

(22) 출원일자 2016년04월26일

심사청구일자 2016년04월26일

(65) 공개번호 10-2017-0121850

(43) 공개일자 2017년11월03일

(56) 선행기술조사문헌
 W02001077707 A1*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

송대경

서울특별시 종로구 평창문화로 156, 101동 703호 (평창동, 롯데캐슬로잔아파트)

김필수

서울특별시 마포구 동교로8안길 35, 202호 (합정동, 미도맨션)

정은지

경상남도 창원시 성산구 대정로 79, 109동 1107호 (남양동, 성원1차아파트)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 16 항

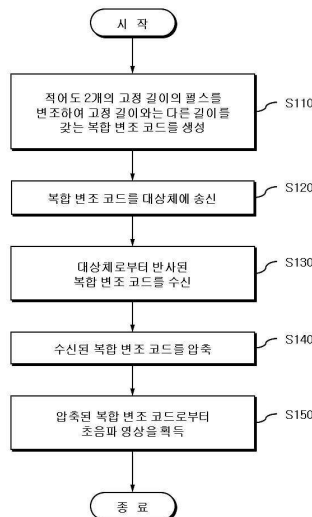
심사관 : 양성연

(54) 발명의 명칭 복합 변조 코드를 이용한 초음파 신호 처리 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 복합 변조 코드를 이용한 초음파 신호 처리 장치 및 방법에 관한 것으로, 초음파 신호 처리 방법은, 적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코드를 생성하고, 코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 복합 변조 코드를 대상체에 송신하고, 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하고, 수신된 복합 변조 코드를 압축하며, 압축된 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득한다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

US20120179044 A1*

KR1020150062361 A

KR1020150004490 A

KR1020150009851 A

JP2011218049 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10053241

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 우수기술연구센터(ATC)사업

연구과제명 비뇨기과학 및 대장항문외과 전용임상을 지원하는 범용 초음파 진단기기 개발

기여율 1/2

주관기관 한국지이초음파 유한회사

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2015M3D5A1065997

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신시장창조차세대의료기기개발사업

연구과제명 고정밀·실시간 초음파 치료 모니터링 기법 개발

기여율 1/2

주관기관 서강대학교 산학협력단

연구기간 2015.11.01 ~ 2018.07.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코드를 생성하는 단계;

코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하는 단계;

상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 단계;

수신된 상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계; 및

압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 단계를 포함하고,

생성된 상기 복합 변조 코드의 길이는,

복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복합 변조 코드를 생성하는 단계는,

상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시키는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 고정 길이의 펄스는,

바커(Barker) 코드와 골레이(Golay) 코드를 포함하는 위상 변조(phase modulation) 코드 또는 처프(Chirp) 코드를 포함하는 주파수 변조(frequency modulation) 코드 중에서 선택된 단일 종류의 코드 또는 2 이상의 종류의 코드의 조합인 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계는,

상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 수행되는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 변조를 초음파 신호의 송신 전에 수행하고,

상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 압축을 상기 초음파 신호의 수신 후에 수행하는 것을 특징으로 하는

초음파 신호 처리 방법.

청구항 7

1개의 바커(Barker) 코드와 1쌍의 골레이(Golay) 코드 각각으로부터 선택된 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 1쌍의 복합 변조 코드를 생성하는 단계;

코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하는 단계;

상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 단계;

수신된 상기 복합 변조 코드를 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 압축하는 단계; 및

압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 단계를 포함하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복합 변조 코드를 생성하는 단계는,

상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시키는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 1쌍의 복합 변조 코드는,

상기 1개의 바커 코드와 상기 1쌍의 골레이 코드 각각에 캐리어 펄스(carrier pulse)를 함께 복조하여 생성되는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

생성된 상기 복합 변조 코드의 길이는,

복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계는,

바커 코드와 골레이 코드에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 수행되는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계는,

수신된 상기 복합 변조 코드에 대해 바커 코드 압축과 골레이 코드 압축을 순차적으로 수행하거나,

수신된 상기 복합 변조 코드에 대해 골레이 코드 압축과 바커 코드 압축을 순차적으로 수행하거나,

수신된 상기 복합 변조 코드에 대해 바커 코드와 골레이 코드가 결합된 필터 계수에 따른 압축을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 방법.

청구항 13

적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코드의 송신 파형을 생성하는 변조부;

코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하고, 상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 송수신부;

수신된 상기 복합 변조 코드를 압축하는 압축부; 및

압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 영상처리부를 포함하고,

상기 변조부가 생성한 상기 복합 변조 코드의 길이는,

복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 변조부는,

상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시킨 복합 변조 코드를 생성하는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 장치.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 고정 길이의 펄스는,

바커(Barker) 코드와 골레이(Golay) 코드를 포함하는 위상 변조(phase modulation) 코드 또는 처프(Chirp) 코드를 포함하는 주파수 변조(frequency modulation) 코드 중에서 선택된 단일 종류의 코드 또는 2 이상의 종류의 코드인 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 압축부는,

상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 상기 복합 변조 코드에 대한 압축을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 장치.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 변조부는, 초음파 신호의 송신 전에 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 변조를 수행하고,

상기 압축부는, 상기 초음파 신호의 수신 후에 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 압축을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 신호 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 초음파 신호 처리 기술에 관한 것으로서, 특히 의료용 초음파 영상 생성 장치에서 코드화 여기 및 수

[0001]

신된 코드화 신호의 펄스 압축에 대한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 초음파(ultrasound, US) 영상은 초음파 프로브(probe)를 이용하여 인체 내의 관찰 영역에 초음파 신호를 조사하고 조직으로부터 반사되어 돌아오는 초음파 신호를 수신하여 그 신호에 포함된 정보를 추출함으로써 관찰 영역에 대한 해부학적인 정보를 영상화하는 장치로서 인체에 무해하고 실시간 영상이 가능하다는 장점을 갖는다.
- [0003] 초음파 신호는 반사(reflection), 흡수(absorption), 산란(scattering) 등의 이유로 인체 내에서 진행함에 따라 신호의 감쇄(attenuation)가 일어나게 되며 이는 신호 대 잡음비(Signal-to-noise ratio, SNR)를 저하시키는 결과를 초래한다. 특히 이러한 신호 대 잡음비의 저하는 초음파 신호의 침투도(penetration)의 저하를 야기하게 되어 초음파 영상에서의 진단 영역의 깊이를 제한하게 될 뿐 아니라, 관찰 영역에 대한 영상 화질을 열화시킴으로써 병변에 대한 진단의 정확성 및 효율을 떨어트리게 한다. 이 때문에 의료용 초음파 기기의 성능 향상과 더불어 진단의 정확성 향상을 위해 신호 대 잡음비를 개선하고자 하는 노력이 계속되어 왔다.
- [0004] 초음파 의료 영상에서 신호 대 잡음비를 증가시키기 위해 조사하는 초음파 압력(pressure)의 세기를 크게 함으로써 신호 대 잡음비의 향상을 이룰 수 있으나, 의료용 초음파 영상 장치에서는 인체 내로 조사할 수 있는 최대 압력을 특정 기계적 인덱스(Mechanical index)로 제한하고 있기 때문에 초음파 압력을 크게 하는 것은 신호 대 잡음비를 향상시키는 방법으로 적합하지 않다. 또한, 신호 대 잡음비 향상은 전송되는 펄스의 지속 시간(duration)을 증가시킴으로써 달성될 수 있으나, 긴 펄스 지속 기간은 축 방향 해상도의 저하를 야기한다.
- [0005] 이상의 이유들로 인해, 일반적인 의료용 초음파 영상 장치에서는 신호 대 잡음비를 향상시키기 위해 코드화 여기(Coded excitation) 기법을 이용한 초음파 조사를 수행할 수 있다. 코드화 여기 기법은 코드화된 초음파 펄스를 인체 내로 조사한 후 반사되는 신호를 수신하여 압축함으로써 축 방향 해상도의 희생 없이 신호 대 잡음비를 증가시킬 수 있다. 이하에서 제시되는 선행기술문헌에는 의료 초음파 영상에서 코드화 여기에 있어서 펄스 압축을 처리하는 기술을 소개하고 있으나, 신호 대 잡음비를 개선하기 위한 변조 방식에 대해서는 침묵하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 한국특허공개공보 10-2015-0009851, 2015.01.27 공개

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 실시예들이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 인체를 대상으로 하는 초음파 의료 영상 분야에서 신호 대 잡음비의 향상을 위해 초음파의 압력을 증가시키는데 따른 제한을 회피하고, 펄스의 지속 시간을 증가시키는 경우 초음파 영상에서 축 방향 해상도의 저하를 야기하는 한계를 극복하며, 제한되고 고정된 길이의 코드를 코드화 여기 기법에 이용함에 따라 원하는 정도의 신호 대 잡음비에 도달할 수 없는 문제를 해결하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법은, 적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코드를 생성하는 단계; 코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하는 단계; 상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 단계; 수신된 상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계; 및 압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 단계를 포함한다.
- [0009] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 복합 변조 코드를 생성하는 단계는, 상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시킨다.
- [0010] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 고정 길이의 펄스는, Barker 코드와 골레이(Golay) 코드를 포함하는 위상 변조(phase modulation) 코드 또는 처프(Chirp) 코드를 포함하는 주파수 변조(frequency

modulation) 코드 중에서 선택된 단일 종류의 코드 또는 2 이상의 종류의 코드의 조합인 것이 바람직하다.

- [0011] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 생성된 상기 복합 변조 코드의 길이는, 복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [0012] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계는, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 수행될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 변조를 초음파 신호의 송신 전에 수행하고, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 압축을 상기 초음파 신호의 수신 후에 수행하는 것이 바람직하다.
- [0014] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법은, 1개의 바커(Barker) 코드와 1쌍의 골레이(Golay) 코드 각각으로부터 선택된 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 1쌍의 복합 변조 코드를 생성하는 단계; 코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하는 단계; 상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 단계; 수신된 상기 복합 변조 코드를 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 압축하는 단계; 및 압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 단계를 포함한다.
- [0015] 다른 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 복합 변조 코드를 생성하는 단계는, 상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시킨다.
- [0016] 다른 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 1쌍의 복합 변조 코드는, 상기 1개의 바커 코드와 상기 1쌍의 골레이 코드 각각에 캐리어 펄스(carrier pulse)를 함께 복조하여 생성되는 것이 바람직하다.
- [0017] 다른 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 생성된 상기 복합 변조 코드의 길이는, 복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [0018] 다른 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서, 상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계는, 바커 코드와 골레이 코드에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 수행될 수 있다. 또한, 상기 복합 변조 코드를 압축하는 단계는, 수신된 상기 복합 변조 코드에 대해 바커 코드 압축과 골레이 코드 압축을 순차적으로 수행하거나, 수신된 상기 복합 변조 코드에 대해 골레이 코드 압축과 바커 코드 압축을 순차적으로 수행하거나, 수신된 상기 복합 변조 코드에 대해 바커 코드와 골레이 코드가 결합된 필터 계수에 따른 압축을 수행할 수 있다.
- [0019] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 장치는, 적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코드의 송신 파형을 생성하는 변조부; 코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하고, 상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 송수신부; 수신된 상기 복합 변조 코드를 압축하는 압축부; 및 압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 영상처리부를 포함한다.
- [0020] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 장치에서, 상기 변조부는, 상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시킨 복합 변조 코드를 생성한다.
- [0021] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 장치에서, 상기 고정 길이의 펄스는, 바커(Barker) 코드와 골레이(Golay) 코드를 포함하는 위상 변조(phase modulation) 코드 또는 처프(Chirp) 코드를 포함하는 주파수 변조(frequency modulation) 코드 중에서 선택된 단일 종류의 코드 또는 2 이상의 종류의 코드인 것이 바람직하다.
- [0022] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 장치에서, 상기 변조부가 생성한 상기 복합 변조 코드의 길이는, 복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [0023] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 장치에서, 상기 압축부는, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 상기 복합 변조 코드에 대한 압축을 수행할 수 있다.
- [0024] 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 장치에서, 상기 변조부는, 초음파 신호의 송신 전에 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 변조를 수행하고, 상기 압축부는, 상기 초음파 신호의 수신 후에 상기 고정 길이의 펄스의

종류에 대응하는 압축을 수행하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 실시예들은 2개 이상의 고정 길이 코드를 이용하여 새로운 길이의 복합 변조 코드를 생성함으로써 신호 대 잡음비를 향상시킬 수 있으며, 추가적인 송수신 과정 없이 2개 이상의 코드를 복합 변조하여 한 번에 송신함으로써 압축 후 변조에 사용된 모든 코드에 의한 신호 대 잡음비의 향상 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 변조 코드를 이용한 초음파 신호 처리 방법을 도시한 흐름도이다.
 도 2는 다수의 코드를 이용한 변조 및 압축 과정과 그 변형예를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서 변조를 위해 사용된 골레이 코드와 바커 코드의 예를 도시한 도면이다.
 도 4는 도 3의 골레이 코드와 바커 코드를 사용하여 생성된 복합 변조 코드를 예시한 도면이다.
 도 5a는 대상체로부터 수신된 복합 변조 코드를 펄스 압축하는 과정을 설명하기 위한 블록도이다.
 도 5b는 도 5a의 펄스 압축의 각 과정에 따른 파형을 예시한 도면이다.
 도 6은 도 5a의 펄스 압축 과정을 구현한 필터 구조와 그 변형예를 설명하기 위한 블록도이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 변조 코드를 이용한 초음파 신호 처리 장치를 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 초음파 영상 기술 분야에서 활용되는 코드화 여기 기법을 간략히 소개한 후, 의료 현장에서 이를 운용하는 경우의 실질적 문제점과 한계를 극복하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 순차적으로 제시하도록 한다.

[0028] 종래의 코드화 여기 기법에서 활용되는 코드의 종류에는 바커(Barker), 골레이(Golay), 그리고 처프(Chirp) 등이 있다. 처프 신호는 주파수 변조(frequency modulation) 코드화 여기 기법으로서 시간에 따라 주파수를 증가 혹은 감소시킴으로써 코드화를 수행한다. 이러한 처프 신호는 축 방향으로 상대적으로 높은 측엽(Range sidelobe)이 발생하지만 처프 신호에 대하여 시간 축으로 창함수(window)를 적용하여 억제할 수 있으며, 이를 위하여 임의파형(Arbitrary waveform) 송신이 가능한 송신 회로가 필요하다. 상기 이유로 인해, 일반적인 의료용 초음파 영상에서는 바커와 골레이 등의 위상 변조(phase modulation) 코드 기법을 주로 이용한다.

[0029] 그러나 바커와 골레이 코드 기법은 다음의 표 1과 같이 코드의 길이가 특정 개수로 고정되어 있다. 신호 대 잡음비 향상을 위한 코드 기법에서는 코드의 길이가 신호 대 잡음비 향상 정도로 직결되지만, 바커와 골레이 코드를 이용할 경우 제한된 길이의 코드를 선택적으로 사용해야 하기 때문에 원하는 신호 대 잡음비 향상 정도를 효율적으로 이용할 수 없다.

표 1

	바커 코드	골레이 코드
코드 길이	2, 3, 4, 5, 7, 11, 13	2, 4, 8, 10, 16, 26, 32, ... → N = 10, 26, 2 ^k (k=1,2,3...)

[0030]

[0031] 따라서, 상기된 문제점을 인지하여 안출된 본 발명의 실시예들은, 의료용 초음파 영상 장치의 신호 대 잡음비의 증대를 위한 코드화 여기 기법 및 장치에 관한 것으로 종래의 제한되고 고정된 길이의 코드를 변조하고 그 길이를 가변시켜 입력 신호와는 다른 길이의 코드를 생성함으로써 사용자가 원하는 정도까지 효율적으로 신호 대 잡음비의 향상 정도를 결정할 수 있는 기술적 수단을 제안한다. 또한, 2개 이상의 코드를 미리 변조하여 송수신 후 압축함으로써 종래의 바커 및 골레이 코드와 동일한 송신 펄스 길이 대비 향상된 신호 대 잡음비의 증가율을 달성하고자 한다.

- [0032] 이를 위해, 이하에서 기술되는 본 발명의 실시예들은, 두 개 이상의 제한되고 고정된 길이의 코드를 변조하여 변조 코드를 송신하는 과정과 변조 코드가 대상체로부터 반사되어 수신된 신호에 대하여 변조 코드를 압축하는 과정을 공통적으로 포함한다.
- [0033] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다. 도면에 표기된 동일한 부재 번호는 동일한 구성을 나타낸다.
- [0034] 본 발명의 실시예들은 코드화 여기를 위해 사용되는 입력 신호로서, 제한되고 고정된 길이의 코드를 2개 이상 필요로 하며, 이러한 고정 길이의 펄스는, 바커(Barker) 코드와 골레이(Golay) 코드를 포함하는 위상 변조(phase modulation) 코드 또는 처프(Chirp) 코드를 포함하는 주파수 변조(frequency modulation) 코드 중에서 선택된 단일 종류의 코드 또는 2 이상의 종류의 코드의 조합으로 결정될 수 있다. 코드의 선택은 본 발명의 실시예들이 구현되는 환경 내지 사용자의 요구 사항에 따라 결정될 수 있다. 설명의 편의를 위해, 이하에서는 4 사이클 골레이 코드(4 cycle Golay code)와 3 사이클 바커 코드(3 cycle Barker code)를 이용한 변조 코드를 통해 각 과정을 예시로서 설명하고 있으며, 본 발명의 권리범위는 이러한 예시에 한정되지 않는다. 예를 들어, 2개의 코드를 코드화 여기에 사용하는 경우, 골레이-바커와 같이 서로 다른 종류의 코드를 조합하여 복합 변조 코드를 생성할 수도 있으며, 골레이-골레이 코드 또는 바커-바커 등과 같이 동일한 종류의 코드를 조합하여 복합 변조 코드를 생성할 수도 있다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 변조 코드를 이용한 초음파 신호 처리 방법을 도시한 흐름도로서, 대상체에 코드화된 초음파 펄스를 조사하고 반사되는 신호를 수신할 수 있는 초음파 송수신 수단과 초음파 신호의 변조 및 압축을 위한 신호 처리 수단을 구비하는 초음파 영상 시스템을 통해 구현될 수 있다.
- [0036] S110 단계에서, 초음파 영상 시스템은, 적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코드를 생성한다. 예를 들어, 2개의 고정 길이의 펄스로서, 바커 코드와 골레이 코드가 사용되는 경우, 1개의 바커(Barker) 코드와 1쌍의 골레이(Golay) 코드 각각으로부터 선택된 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 1쌍의 복합 변조 코드를 생성하게 된다. 이러한, 복합 변조 코드를 생성하는 과정은, 상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시킬 수 있게 된다. 이때 목표 범위는 사용자가 본 실시예에 따른 초음파 영상 시스템을 통해 달성하기를 희망하는 수준의 신호 대 잡음비를 의미하는 것으로, 그 수준은 새롭게 생성된 복합 변조 코드의 길이에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 복합 변조 코드의 길이는 적어도 최초의 고정 길이의 펄스보다는 상대적으로 더 긴 길이를 갖는 것이 바람직하다.
- [0037] S120 단계에서, 상기 초음파 영상 시스템은, 코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신한다. 본 발명의 실시예들은 적어도 2 이상의 고정 길이의 코드로부터 새로운 길이를 갖는 복합 변조 코드를 생성하여 코드화 여기 기법에 적용하는데 집중하고 있으므로, 코드화 여기 자체에 관한 구체적인 설명은 생략한다.
- [0038] S130 단계에서, 상기 초음파 영상 시스템은, 상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신한다.
- [0039] S140 단계에서, 상기 초음파 영상 시스템은, 수신된 상기 복합 변조 코드를 압축한다. 이러한 복합 변조 코드를 압축하는 과정은, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 수행되는 것이 바람직하다.
- [0040] S150 단계에서, 상기 초음파 영상 시스템은, 압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득한다. 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 과정 역시 초음파 영상 분야에서 활용되는 다양한 신호 처리 과정이 수반될 수 있으며, 발명의 본질이 흐려질 우려가 있으므로 여기서는 각 과정의 구체적인 설명은 생략한다.
- [0041] 도 2는 다수의 코드를 이용한 변조 및 압축 과정과 그 변형예를 설명하기 위한 블록도이다. 초음파 영상에서 코드화된 신호를 수신한 후 압축하기 위해서는 일반적으로 자기상관함수(autocorrelation)를 이용하므로 컨볼루션 연산의 교환법칙(commutative law)에 따라 도 2의 (a)는 도 2의 (b)와 같이 나타낼 수 있으며 이는 결합법칙(associative law)에 따라 다시 도 2의 (c)로 나타낼 수 있다. 이때, 앞서 도 1을 통해 설명한 초음파 영상 시스템에 대응시켜 보면 도 2의 (c)에서 'A' 부분은 초음파 신호의 송신단에서 처리하고, 'B' 부분은 수신단에서 처리하는 과정으로 분리하여 이해할 수 있다. 즉, 구현의 관점에서, 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 변조를 초음파 신호의 송신 전에 수행하고, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 압축을 상기 초음파 신호의 수신 후에 압축 수단을 통해 수행하는 것이 바람직하다.

[0042] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 신호 처리 방법에서 변조를 위해 사용된 골레이 코드와 바커 코드의 예를 도시한 도면으로서, 4 사이클 골레이 코드 쌍 $c_{g.A}$, $c_{g.B}$ 와 3 사이클 바커 코드 $c_b(n)$ 에 캐리어 펄스(carrier pulse)가 변조된 초음파 송신 파형을 나타내었으며, 각 코드는 $c_{g.A} = [1 \ 1 \ 1 \ -1]$, $c_{g.B} = [1 \ 1 \ -1 \ 1]$, $c_b = [1 \ 1 \ -1]$ 와 같다.

[0043] 이때 본 발명의 실시예들이 제안하는 복합 변조 송신 펄스는 도 2의 (c)에서 설명한 블록도에 따라 골레이 코드와 바커 코드가 복조된 형태로 나타날 수 있으며 아래의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$x_A(t) = c_{g.A}(t) * c_b(t) * S(t)$$

$$x_B(t) = c_{g.B}(t) * c_b(t) * S(t)$$

[0044]

[0045] 여기서 $S(t)$ 는 캐리어 펄스이며, 수학적 식 1이 나타내는 1쌍의 복합 변조 코드는, 1개의 바커 코드와 1쌍의 골레이 코드 각각에 캐리어 펄스(carrier pulse)를 함께 복조하여 생성되는 것을 의미한다.

[0046] 도 4는 도 3의 골레이 코드와 바커 코드를 사용하여 생성된 복합 변조 코드를 예시한 도면으로서, 복합 변조 송신 펄스 $x_A(t)$, $x_B(t)$ 의 파형을 도시하였다. 이때 본 실시예에서의 복합 변조 코드의 길이 N은 $k=2$, $N_1=4$, $N_2=3$ 이므로 컨볼루션의 특성에 따라 $N=4+3-(2-1)=6$ 사이클 펄스를 가지며 이를 일반화 하면 아래의 수학적 식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 2

$$N = \sum_{i=1}^k N_i - (k - 1)$$

[0047]

[0048] 여기서 k는 복조하는 총 코드의 개수이며, N_i 는 복조하는 i번째 코드의 길이이다. 따라서, 수학적 식 2가 나타내는 복합 변조 코드의 길이는, 복조하는 코드 각각의 길이를 합산한 값에서 복조하는 총 코드의 개수를 감산하고, 다시 1을 가산한 값을 갖는 것을 의미한다.

[0049] 한편, 인체 내로 송신되어 하나의 점에서 반사된 복합 변조 펄스 수신 신호는 송신된 복합 변조 송신 펄스와 동일하므로 복합 변조 수신 펄스 역시 $x_A(t)$, $x_B(t)$ 라고 할 수 있다. 이제, 수신된 복합 변조 펄스의 압축 과정을 살펴보자.

[0050] 도 5a는 대상체로부터 수신된 복합 변조 코드를 펄스 압축하는 과정을 설명하기 위한 블록도로서, 수신된 신호에 대해 골레이 코드 압축과 바커 코드 압축을 순차적으로 수행하고 있다. 여기서 압축(compression)은 자기상관함수를 이용한 정합필터를 이용하였다.

[0051] 골레이 코드 압축 파형 $R_G(t)$ 는 다음의 수학적 식 3과 같이 정의된다.

수학식 3

$$\begin{aligned}
 R_G(t) &= R_{G.A}(t) + R_{G.B}(t) \\
 &= c_{g.A}(t) * c_b(t) * S(t) * c_{g.A}^*(-t) \\
 &\quad + c_{g.B}(t) * c_b(t) * S(t) * c_{g.B}^*(-t)
 \end{aligned}$$

[0052]

[0053] 그러면, 수학식 3은 교환법칙(commutative law)과 분배법칙(distributive law)에 의하여 다음의 수학식 4와 같이 정리될 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned}
 R_G(t) &= c_{g.A}(t) * c_b(t) * S(t) * c_{g.A}^*(-t) + c_{g.B}(t) * c_b(t) * S(t) * c_{g.B}^*(-t) \\
 &= \{c_{g.A}(t) * c_{g.A}^*(-t) + c_{g.B}(t) * c_{g.B}^*(-t)\} * c_b(t) * S(t) \\
 &= 2N\delta(t) * c_b(t) * S(t) \\
 &= 8c_b(t) * S(t) \quad (\because N=4)
 \end{aligned}$$

[0054]

[0055] 동일한 방법으로 골레이 코드와 바커 코드 압축을 모두 반영한 $R_{GB}(t)$ 는 다음의 수학식 5와 같이 구해진다.

수학식 5

$$\begin{aligned}
 R_{GB}(t) &= 8c_b(t) * S(t) * c^b(-t) \\
 &= 8c_b(t) * c^b(-t) * S(t) \\
 &= 8R_{BB}(t) * S(t)
 \end{aligned}$$

[0056]

[0057] 여기에서 $R_{BB}(t)$ 는 3 사이클 바커 코드의 압축결과이며, $[-1 \ 0 \ 3 \ 0 \ -1]$ 로 나타난다.

[0058] 도 5b는 도 5a의 펄스 압축의 각 과정에 따른 파형을 예시한 도면으로서, 도 5b의 (b) 및 (c)는 3 사이클 바커 코드의 압축 전/후의 파형이 증폭된 형태를 갖는 것을 확인할 수 있다. 결과적으로 본 실시예의 출력 결과인 $R_{GB}(t)$ 의 파형은 4 사이클 골레이 코드와 3 사이클 바커 코드를 모두 적용한 효과를 갖는 것을 확인할 수 있다.

[0059] 한편, 이상에서 언급한 코드 압축을 위한 필터의 형태는 컨볼루션의 분배법칙, 결합법칙, 교환법칙에 따라 다양한 형태로 변형될 수 있는데, 도 6은 도 5a의 펄스 압축 과정을 구현한 필터 구조와 그 변형예를 설명하기 위한 블록도이다.

[0060] 본 발명의 실시예들에서, 복합 변조 코드를 압축하는 과정은, 바커 코드와 골레이 코드에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 수행될 수 있으며, 다양하게 변형된 형태를 통해, 도 6의 (a) 경우와 같이 복합 변조 코드에 대해 골레이 코드 압축과 바커 코드 압축을 순차적으로 수행하거나, 도 6의 (b) 경우와 같이 복합 변조 코드에 대해 바커 코드 압축과 골레이 코드 압축을 순차적으로 수행하거나, 도 6의 (c) 경우와 같이 복합 변조 코드에 대해 바커 코드와 골레이 코드가 결합된 필터 계수에 따른 압축을 수행할 수도 있다.

[0061] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 복합 변조 코드를 이용한 초음파 신호 처리 장치(10)를 도시한 블록도로서, 초음파 영상 시스템과 같은 형태로 구현될 수 있다. 각 구성 요소는 앞서 기술한 도 1의 일련의 신호 처리 과정에 대응하는 기능을 수행하므로, 여기서는 하드웨어의 구성을 중심으로 각 수행 동작을 약술하도록 한다.

[0062] 변조부(11)는, 적어도 2개의 고정 길이의 펄스를 변조하여 상기 고정 길이와는 다른 길이를 갖는 복합 변조 코

드의 송신 파형을 생성하는 수단으로서, 초음파 신호의 송신 전에 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 변조를 수행한다.

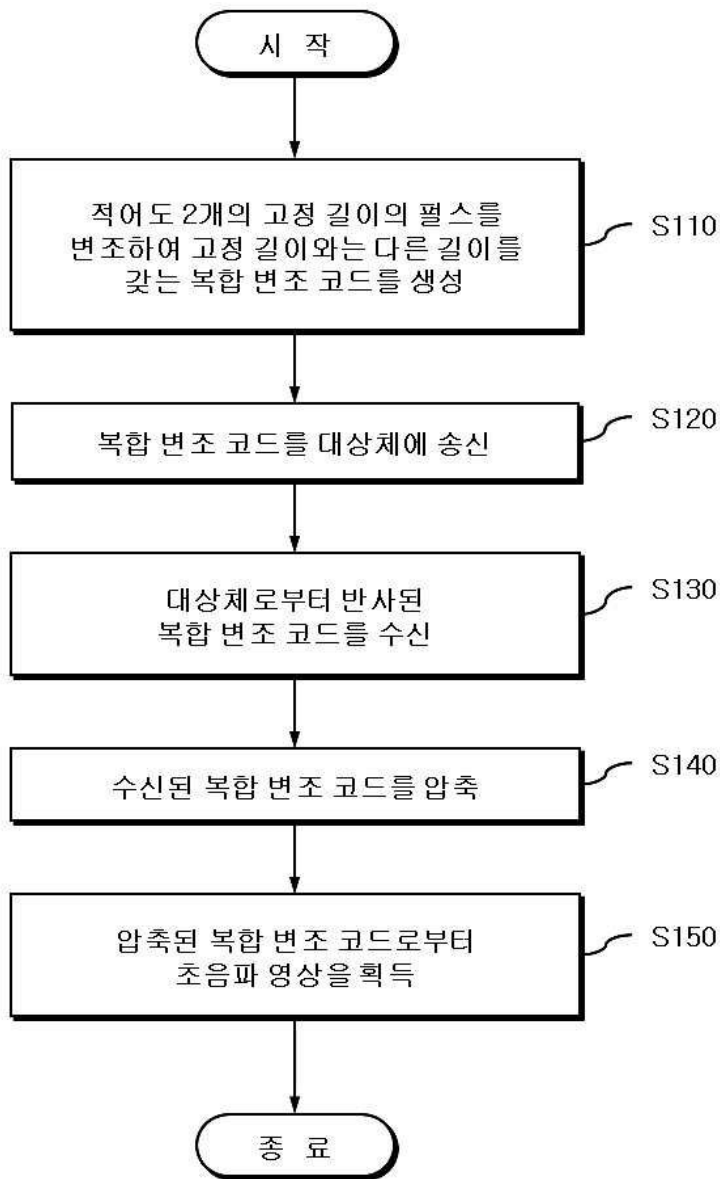
- [0063] 이러한 변조부(11)는, 상기 고정 길이 펄스를 컨볼루션(convolution)을 통해 복조함으로써 제한된 코드의 길이를 가변하여 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 미리 설정된 목표 범위에 부합하도록 증가시킨 복합 변조 코드를 생성한다. 여기서, 상기 고정 길이의 펄스는, Barker 코드와 골레이(Golay) 코드를 포함하는 위상 변조(phase modulation) 코드 또는 처프(Chirp) 코드를 포함하는 주파수 변조(frequency modulation) 코드 중에서 선택된 단일 종류의 코드 또는 2 이상의 종류의 코드인 것이 바람직하다.
- [0064] 송수신부(13)는, 코드화 여기(coded excitation)를 이용하여 상기 복합 변조 코드를 대상체에 송신하고, 상기 대상체로부터 반사된 복합 변조 코드를 수신하는 수단이다.
- [0065] 압축부(15)는, 수신된 상기 복합 변조 코드를 압축하는 수단으로서, 상기 초음파 신호의 수신 후에 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하는 압축을 수행한다. 구현의 관점에서, 압축부(15)는, 상기 고정 길이의 펄스의 종류에 대응하여 자기상관함수(auto-correlation)를 이용한 정합필터를 통해 상기 복합 변조 코드에 대한 압축을 수행할 수 있다.
- [0066] 영상처리부(17)는, 압축된 상기 복합 변조 코드로부터 초음파 영상을 획득하는 수단으로서, 구현 상의 필요에 따라 포락선 검출(envelope detection)이나 디지털 스캔 컨버터(digital scan converter) 등 일련의 영상 처리 과정이 수반될 수 있다.
- [0067] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 2개 이상의 고정 길이 코드를 이용하여 새로운 길이의 복합 변조 코드를 생성함으로써 종래의 제한된 코드 길이를 수학식 2와 같이 가변하여 시스템에 적합한 신호 대 잡음비 향상 정도를 얻을 수 있게 되었다. 또한, 상기된 실시예들에서 볼 수 있듯이, 추가적인 송수신 과정 없이, 2개 이상의 코드를 복합 변조하여 한 번에 송신함으로써 압축 후 변조에 사용된 모든 코드에 의한 신호 대 잡음비의 향상 효과를 얻을 수 있다. 결과적으로 동일한 송신 펄스 길이 대비 향상된 신호 대 잡음비 증가율의 장점을 갖는다.
- [0068] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

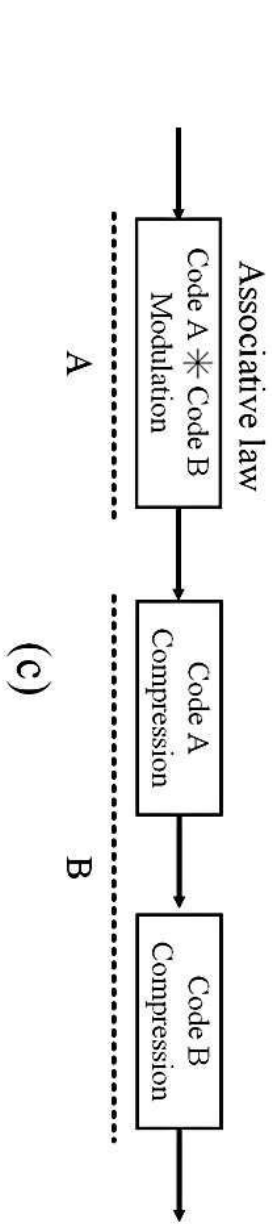
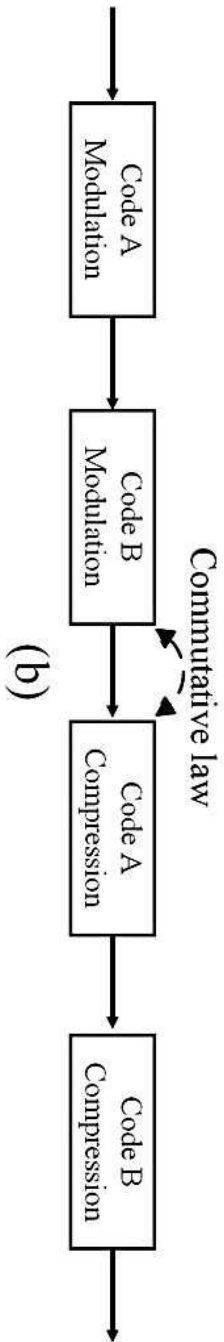
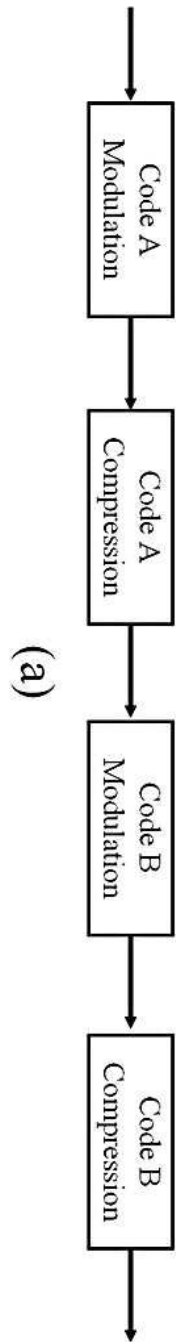
부호의 설명

- [0069] 10: 초음파 신호 처리 장치
- 11: 변조부
- 13: 송수신부
- 15: 압축부
- 17: 영상처리부

도면

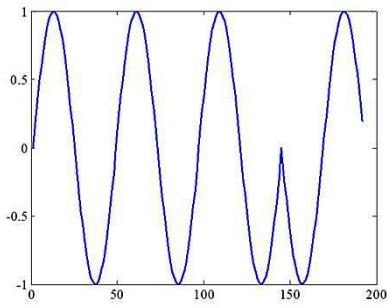
도면1



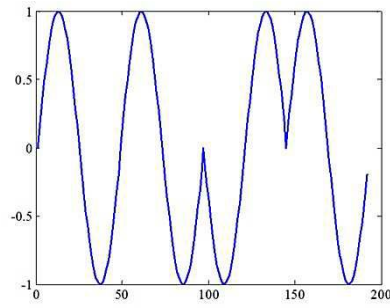


도면2

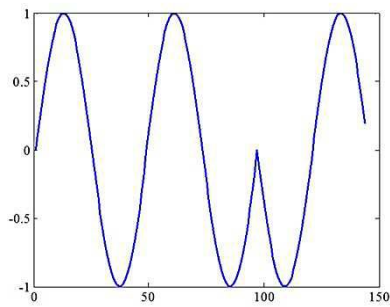
도면3



골레이 코드 A 송신 파형

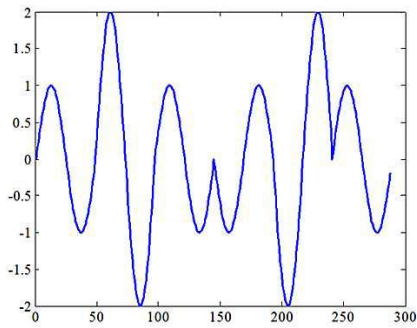


골레이 코드 B 송신 파형



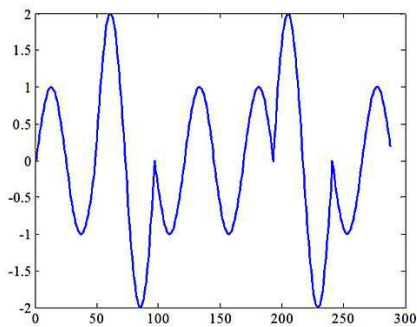
바커 코드 송신 파형

도면4



복합변조 코드 A 송신 파형

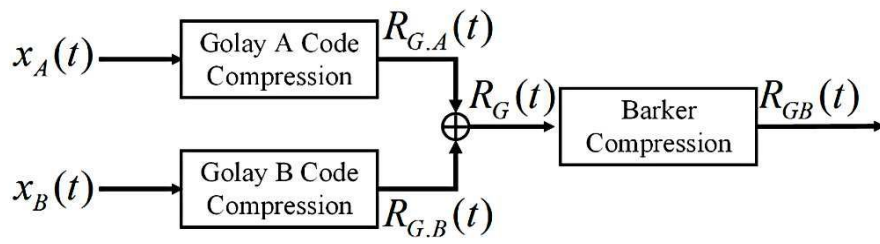
$$x_A(t) = c_{g,A}(t) * c_b(t) * S(t)$$



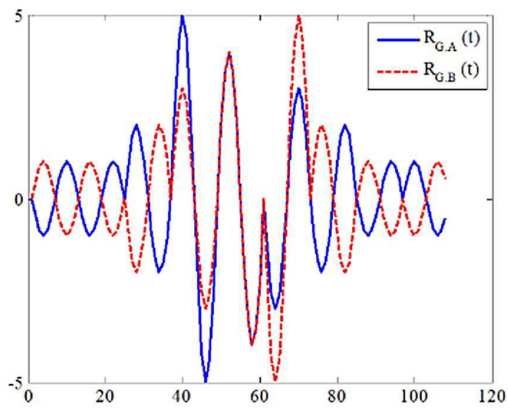
복합변조 코드 B 송신 파형

$$x_B(t) = c_{g,B}(t) * c_b(t) * S(t)$$

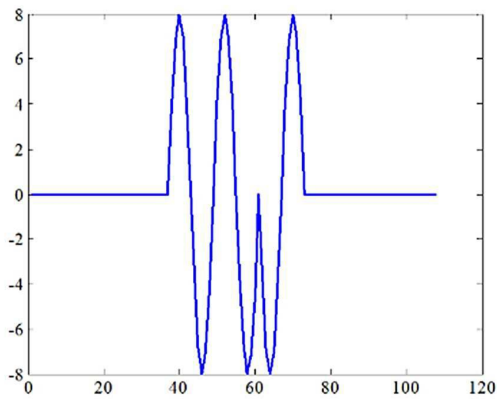
도면5a



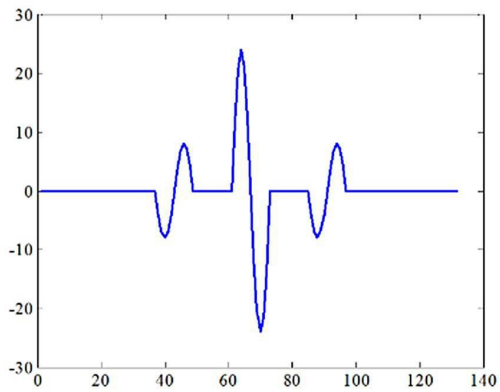
도면5b



(a)

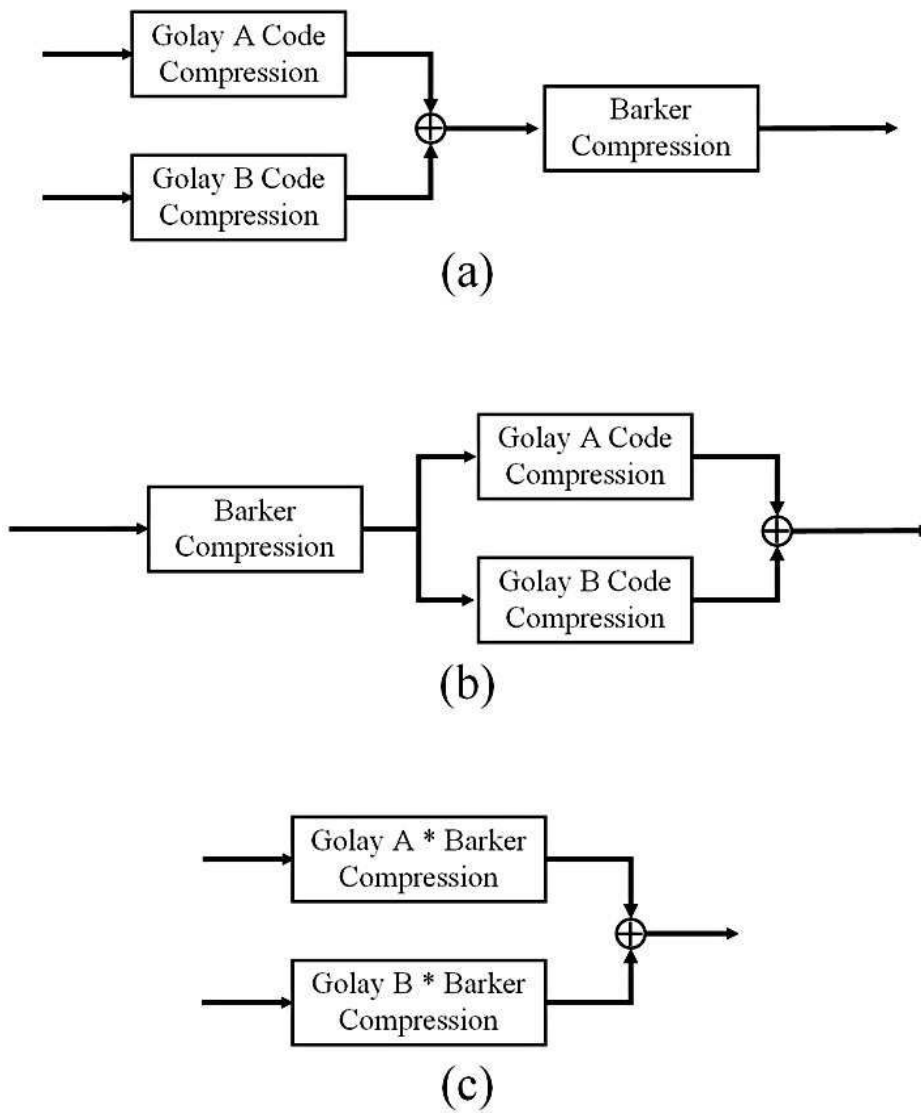


(b)

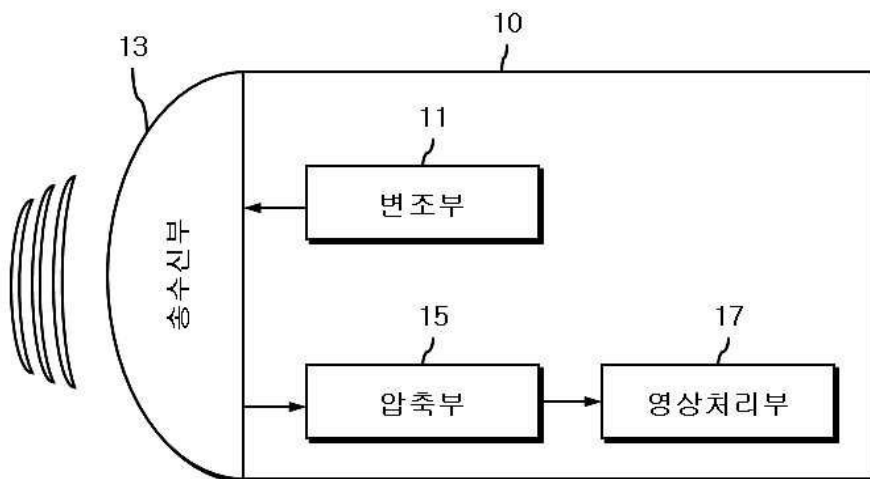


(c)

도면6



도면7



专利名称(译)	以及使用复调制码的超声信号处理装置		
公开(公告)号	KR101859180B1	公开(公告)日	2018-05-18
申请号	KR1020160050607	申请日	2016-04-26
[标]申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
[标]发明人	SONG TAI KYONG 송태경 KIM PILSU 김필수 JEONG EUNJI 정은지		
发明人	송태경 김필수 정은지		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4494		
其他公开文献	KR1020170121850A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及使用复调制码处理超声信号的装置和方法，该方法包括：通过调制至少两个固定长度的脉冲，产生长度不同于固定长度的复调制码；编码激励用于将复调制码发送到对象，从对象反射的复调制码，接收的复调制码和来自压缩的复调制码的超声图像。

