



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월29일
 (11) 등록번호 10-1334375
 (24) 등록일자 2013년11월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 8/14 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0083831
 (22) 출원일자 2012년07월31일
 심사청구일자 2012년07월31일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100845495 B1
 KR1020070069322 A
 KR1020100120091 A
 US06042556 A

(73) 특허권자
 서강대학교산학협력단
 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
 (72) 발명자
장진호
 서울특별시 양천구 신정2동 336번지 청구아파트
 101동 302호
송재희
 서울특별시 서대문구 창천동 99-43번지 204호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 18 항

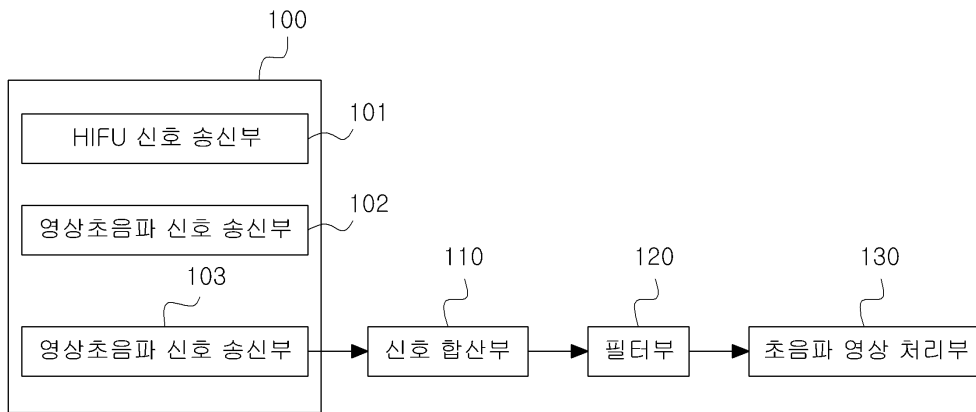
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 **HIFU 간섭 신호 제거 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 HIFU 간섭 신호 제거 방법에 관한 것으로서 적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하고, 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신한 다음, 수신된 초음파 신호를 합산하여, 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 것을 특징으로 하며, 펄스 반전 기법을 이용하였기 때문에 HIFU의 길이에 관계없이 HIFU 간섭이 제거되어 모니터 영상을 획득할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

유양모

경기도 고양시 일산서구 일산3동 후곡3단지 307동
101호

송태경

서울특별시 종로구 평창동 롯데캐슬 로잔 106-402

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하는 단계;

상기 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 상기 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신하는 단계; 및

상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 단계를 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 영상 초음파 신호의 중심 주파수는 상기 HIFU 신호의 홀수 번째 하모닉 주파수 또는 짝수 번째 하모닉 주파수 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 영상 초음파 신호를 송신하는 단계는,

2개의 HIFU 신호를 180도 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하는 단계인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 단계는,

상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 홀수 번째 하모닉 주파수 성분을 제거하는 단계인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 영상 초음파 신호를 송신하는 단계는,

위상이 0도인 HIFU 신호, 위상이 180도인 HIFU 신호, 및 위상이 0도인 HIFU 신호를 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하는 단계인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 수신한 초음파 신호를 대역 차단 필터 또는 노치 필터에 통과시킴으로써, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 짝수 번째 하모닉 주파수 성분 중 하나 이상을 제거하는 단계를 더 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 7

제3 항에 있어서,

상기 수신한 초음파 신호를 상기 영상 초음파 신호의 주파수 대역을 대역폭으로 갖는 대역 통과 필터에 통과시킴으로써, 상기 영상 초음파 신호를 선택하는 단계를 더 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분이 제거된 상기 초음파 신호로부터 B 모드 영상을 생성하는 단계를 더 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호는 초음파 영상 프레임에 맞춰 동기화되고,

상기 초음파 영상 프레임을 이용한 동기화는 어느 한 프레임에 상기 영상 초음파 신호와, 이전 프레임의 HIFU 신호와 180도 위상 차이가 나는 HIFU 신호를 같이 송수신하는 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호는 초음파 영상의 스캔라인에 맞춰 동기화되고,

상기 스캔라인을 이용한 동기화는, 어느 한 영상 스캔라인의 영상 초음파 신호와, 이전 스캔라인의 HIFU 신호와 180도 위상 차이가 나는 HIFU 신호를 같이 송수신하는 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 HIFU 신호는 비선형 처프 신호인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 12

제1 항에 있어서,

상기 영상 초음파 신호는 펄스(short pulse), 바커(barker) 코드, 골레이(golay) 코드 또는 처프(chirp) 코드 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 14

적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신하는 HIFU 신호 송신부;

영상 초음파 신호를 송신하는 영상 초음파 신호 송신부;

상기 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 상기 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신하는 초음파 신호 수신부; 및

상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 신호 합산부를 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 장치.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 영상 초음파 신호의 중심 주파수는 상기 HIFU 신호의 홀수 번째 하모닉 주파수 또는 짝수 번째 하모닉 주파수 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 장치.

청구항 16

제14 항에 있어서,

상기 HIFU 신호 송신부는 2개의 HIFU 신호를 180도 위상 차이가 나도록 송신하는 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 장치.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 신호 합산부는

상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 홀수 번째 하모닉 주파수 성분을 제거하는 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 장치.

청구항 18

제16 항에 있어서,

상기 HIFU 신호 송신부가 위상이 0도인 HIFU 신호, 위상이 180도인 HIFU 신호, 및 위상이 0도인 HIFU 신호를 송신할 때, 상기 영상 초음파 신호 송신부가 영상 초음파 신호를 송신하는 단계인 것을 특징으로 하는 HIFU 간섭 신호 제거 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 HIFU 간섭 신호 제거 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 펄스 반전 기법을 이용함으로써, HIFU의 길이에 관계없이 HIFU 간섭이 제거되어 모니터 영상을 획득할 수 있는 HIFU 간섭 신호 제거 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] HIFU 치료를 진행하면서 치료 영역의 반응을 지속적으로 관찰하여 원하는 위치에 병변(lesion)이 형성되는 것을 확인하고 HIFU의 조사량을 조절함으로써 치료의 지속 여부를 판단할 수 있는 정보를 임상 의에게 제공하기 위해 실시간으로 치료 부위를 모니터링하는 것이 필요하다. 또한, 환자의 호흡 또는 심장의 박동에 의해 장기가 영향을 받아 HIFU 초점 밖으로 치료 영역이 움직일 수 있기 때문에 이런 움직임을 추적하고 보상하는 것 또한 반드시 필요하다.

[0003] 초음파 영상 시스템은 실시간으로 치료 부위의 영상을 제공할 수 있지만 강한 HIFU 신호의 간섭 때문에 영상의 화질이 크게 저하되는 문제가 있다. 간섭 신호의 영향을 최소화하기 위해 여러 가지 기법들이 개발되었고, HIFU 사용률(duty cycle)에 따라 short burst 모드와 long burst 모드로 분류될 수 있다.

[0004] short burst 모드에서는 영상의 일부 영역만이 간섭 신호의 영향을 받기 때문에 HIFU 조사 시점을 초음파 영상 획득 시점에 동기화함으로써, 관심 영역이 간섭되지 않도록 하는 기법들을 사용하고 있다. HIFU 사용률이 낮기 때문에 치료 시간이 증가할 수 있고 전립선과 같이 작은 HIFU 변환자를 사용하는 응용 분야에는 적용하기 어렵지만 실시간으로 치료 영역을 관찰할 수 있다.

[0005] HIFU 펄스의 길이가 긴 long burst 모드에서는 대부분의 영역이 간섭을 받기 때문에 직접적으로 간섭 신호를 제거해야 한다. 그 중 interleaving 기법은 펄스 반복 주기(PRF : pulse repetition frequency)를 조절하여 연속된 모니터 영상을 획득할 수 있지만 실시간성을 유지할 수 없다. 고정된 노치(notch filter)와 바커 코드(barker code)를 이용하는 방법은 간섭 신호를 억제한 후 영상 신호의 에너지를 증가시켜 간섭의 영향을 최소화할 수 있음을 보여주었다. 그러나 code 신호를 복원하기 위한 복잡한 하드웨어와 간섭 신호의 특성에 따른 필터의 최적화가 요구된다. 이런 문제를 해결하기 위해 적응 잡음 제거 기반의 간섭 신호 제거 방법도 제안되었다.

[0006] 따라서, 원하는 위치에 병변이 형성되는 것과 치료의 진행 정도를 확인하고 치료 중 발생하는 움직임을 관찰하고 보상하기 위하여 실시간 영상을 이용하여 치료부위를 감시하는 것이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 펄스 반전 기법을 이용하였기 때문에 HIFU의 길이에 관계없이 HIFU 간섭이 제거되어 모니터 영상을 획득할 수 있는 HIFU 간섭 신호 제거 방법을 제공하는 것이다.
- [0008] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 HIFU 신호와 동시에 모니터 영상을 획득하기 위한 신호를 송신하기 때문에 HIFU 간섭을 제거함으로써 병변이 형성되는 과정을 실시간으로 관찰할 수 있는 HIFU 간섭 신호 제거 장치를 제공하는 것이다.
- [0009] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하는 단계; 상기 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 상기 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신하는 단계; 및 상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 단계를 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 방법을 제공한다.
- [0011] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 상기 영상 초음파 신호를 송신하는 단계는, 2개의 HIFU 신호를 180도 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하는 단계일 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 영상 초음파 신호의 중심 주파수는 상기 HIFU 신호의 홀수 번째 하모닉 주파수 또는 짝수 번째 하모닉 주파수 중 어느 하나가 될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 실시 예에 의하면, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 단계는, 상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 홀수 번째 하모닉 주파수 성분을 제거하는 단계일 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 영상 초음파 신호를 송신하는 단계는, 위상이 0도인 HIFU 신호, 위상이 180도인 HIFU 신호, 및 위상이 0도인 HIFU 신호를 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신하는 단계일 수 있다.
- [0015] 한편, 상기 수신한 초음파 신호를 대역 차단 필터 또는 노치 필터에 통과시킴으로써, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 짝수 번째 하모닉 주파수 성분 중 하나 이상을 제거할 수도 있고, 상기 수신한 초음파 신호를 상기 영상 초음파 신호의 주파수 대역을 대역폭으로 갖는 대역 통과 필터에 통과시킴으로써, 상기 영상 초음파 신호를 선택할 수도 있다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의하면, 상기 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호는 초음파 영상 프레임에 맞춰 동기화되고, 상기 초음파 영상 프레임을 이용한 동기화는 어느 한 프레임에 상기 영상 초음파 신호와, 이전 프레임의 HIFU 신호와 180도 위상 차이가 나는 HIFU 신호를 같이 송수신할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호는 초음파 영상의 스캔라인에 맞춰 동기화되고, 상기 스캔라인을 이용한 동기화는, 어느 한 영상 스캔라인의 영상 초음파 신호와, 이전 스캔라인의 HIFU 신호와 180도 위상 차이가 나는 HIFU 신호를 같이 송수신할 수 있다.
- [0018] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신하는 HIFU 신호 송신부; 영상 초음파 신호를 송신하는 영상 초음파 신호 송신부; 상기 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 상기 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신하는 초음파 신호 수신부; 및 상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거하는 신호 합산부를 포함하는 HIFU 간섭 신호 제거 장치를 제공한다.
- [0019] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 HIFU 간섭 신호 제거 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따르면, 펄스 반전 기법을 이용하였기 때문에 HIFU의 길이에 관계없이 HIFU 간섭이 제거되어 모니터

영상을 획득할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명에 따르면, HIFU 신호와 동시에 모니터 영상을 획득하기 위한 신호를 송신하기 때문에 HIFU 간섭을 제거함으로써 병변이 형성되는 과정을 실시간으로 관찰할 수 있다.

[0022] 나아가, 본 발명에 따르면, 원하는 위치에 병변이 형성되는 것과 치료의 진행 정도를 확인하고 치료 중 발생하는 움직임을 관찰하고 보상하기 위하여 실시간 영상을 이용하여 치료부위를 감시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 장치의 구성도이다.
- 도 2는 HIFU 간섭 신호와 초음파 영상 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 것으로, 0° phase HIFU 신호를 송신한 경우이다.
- 도 3은 HIFU 간섭 신호와 초음파 영상 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 것으로, 180° phase HIFU 신호를 송신한 경우이다.
- 도 4는 펄스 반전에 의해 HIFU의 1차, 3차 그리고 5차 고조파 신호가 제거된 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- 도 5는 HIFU 간섭을 제거한 후 획득한 초음파 영상 신호의 주파수 스펙트럼이다.
- 도 6은 단일 소자(element) 초음파 변환자를 이용한 HIFU 간섭 신호를 제거하기 위한 실험 환경을 도시한 것이다.
- 도 7은 상용 초음파 영상 장치를 이용한 HIFU 실시간 감시 실험 환경 블록 다이어그램을 도시한 것이다.
- 도 8은 단일 소자 초음파 변환자를 이용하여 팬텀에 송수신하여 획득한 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- 도 9는 본 발명에서 제작된 팬텀의 사진(a)과 구조(b)를 도시한 것이다.
- 도 10은 간섭을 일으키는 HIFU 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- 도 11은 펄스 반전을 이용하여 HIFU 신호의 기본 주파수와 3차 및 5차 고조파 신호가 제거된 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- 도 12는 대역 통과 필터를 이용해 HIFU 신호의 2차 및 4차 고조파 신호가 제거된 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- 도 13은 HIFU 간섭 신호 제거 결과를 비교한 것으로, 도 13(a)는 참고 신호와 비교한 것이고 도 13(b)는 대역 통과 필터가 적용된 참고 신호와 비교한 것이다.
- 도 14는 HIFU 사용률에 따른 병변을 포함하고 있는 팬텀의 사진이다.
- 도 15는 HIFU 사용률이 10%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- 도 16은 HIFU 사용률이 30%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- 도 17은 HIFU 사용률이 50%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- 도 18은 HIFU 사용률이 70%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- 도 19는 HIFU 사용률이 90%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- 도 20은 HIFU 사용률에 따른 PRI 간 간섭의 개념도를 도시한 것이다.
- 도 21은 Residual HIFU interference를 제거하기 위한 송수신 방법의 개념도이다.

도 22는 HIFU 사용률 90%에서 Residual HIFU interference가 제거된 영상을 도시한 것이다.

도 23은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시 예에 따른 펄스 반전을 이용한 HIFU 간섭 제거 방법은 위상 변조(phase modulation) 방법 중 펄스 반전(PI : pulse inversion)과 대역 통과(bandpass) 필터 또는 대역 차단 필터를 이용하여 실시간으로 간섭신호를 제거할 수 있다. 즉, HIFU 신호를 0° 와 180° 의 위상으로 송신한 뒤 펄스 반전을 적용하여 간섭 신호의 홀수 차 고조파(harmonic) 성분을 제거하고 영상 신호의 주파수 대역 외에 존재하는 짝수 차 고조파 성분을 대역 통과 필터를 이용하여 제거한다.
- [0026] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시 예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.
- [0027] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0028] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작, 또는 소자 외에 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작, 또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 장치의 구성도이다.
- [0030] 도 1을 참조하면, 본 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 장치는 초음파 송수신부(100), 신호 합산부(110), 필터부(120), 및 초음파 영상 처리부(130)로 구성된다.
- [0031] 초음파 송수신부(100)는 HIFU 신호 송신부(101), 영상 초음파 신호 송신부(102), 및 초음파 신호 수신부(103)로 구성된다.
- [0032] HIFU 신호 송신부(101)는 적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신한다. 상기 HIFU 신호는 비선형 처프 신호인 것이 바람직하다.
- [0033] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, HIFU 신호 송신부(101)는 2개의 HIFU 신호를 180도 위상 차이가 나도록 송신할 수 있다.
- [0034] 영상 초음파 신호 송신부(102)는 영상 초음파 신호를 송신한다.
- [0035] 상기 영상 초음파 신호는 펄스(short pulse), 바커(barker) 코드, 골레이(golay) 코드 또는 처프(chirp) 코드 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0036] 또 다른 예로서, HIFU 신호 송신부(101)가 위상이 0도인 HIFU 신호, 위상이 180도인 HIFU 신호, 및 위상이 0도인 HIFU 신호를 송신할 때, 영상 초음파 신호 송신부(102)가 영상 초음파 신호를 송신한다. HIFU 신호와 영상 초음파 신호는 순차적으로 송신될 수도 있으며, 동시에 송신될 수도 있다.
- [0037] 상기 영상 초음파 신호의 중심 주파수는 상기 HIFU 신호의 홀수 번째 하모닉 주파수 또는 짝수 번째 하모닉 주파수 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

- [0038] HIFU 신호 송신부(101)와 영상 초음파 신호 송신부(102)는 초음파 영상 프레임에 맞춰 동기화될 수 있으며, 상기 초음파 영상 프레임을 이용한 동기화는 어느 한 프레임에 상기 영상 초음파 신호와, 이전 프레임의 HIFU 신호와 180도 위상 차이가 나는 HIFU 신호를 같이 송수신함으로써 동기화가 이루어진다.
- [0039] 한편, HIFU 신호 송신부(101)와 영상 초음파 신호 송신부(102)는 초음파 영상의 스캔라인에 맞춰 동기화될 수도 있으며, 상기 스캔라인을 이용한 동기화는 어느 한 영상 스캔라인의 영상 초음파 신호와, 이전 스캔라인의 HIFU 신호와 180도 위상 차이가 나는 HIFU 신호를 같이 송수신함으로써, 동기화가 이루어진다.
- [0040] 초음파 신호 수신부(103)는 상기 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 상기 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신한다.
- [0041] 신호 합산부(110)는 상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거한다. 특히, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 홀수 번째 하모닉 주파수 성분을 제거하는 것이 바람직하다.
- [0042] 필터부(120)는 신호 합산부(110)에서 합산된 초음파 신호를 대역 차단 필터 또는 노치 필터에 통과시킴으로써, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 짝수 번째 하모닉 주파수 성분 중 하나 이상을 제거한다.
- [0043] 다른 실시 예로서, 신호 합산부(110)에서 합산된 초음파 신호를 상기 영상 초음파 신호의 주파수 대역을 대역폭으로 갖는 대역 통과 필터에 통과시킴으로써, 상기 영상 초음파 신호를 선택할 수 있다.
- [0044] 초음파 영상 처리부(130)는 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분이 제거된 초음파 신호로부터 B 모드 영상을 생성한다.
- [0045] 초음파 신호가 비선형 매질을 진행하면서 고조파 성분들이 생성된다. 고조파 성분을 이용한 영상(harmonic imaging)은 기본 주파수 성분을 이용했을 때보다 해상도 및 대조도가 향상되는 효과가 있어 임상적으로 많이 사용되고 있다. 이때, 수신 신호로부터 원하는 고조파 성분을 선택적으로 추출하기 위하여 대역 통과 필터 또는 위상 변조 기법이 사용되고 있다. 그 중 펄스 반전 기법은 2차 고조파 신호를 검출하기 위한 방법으로 위상 차이가 180° 나는 두 펄스를 같은 곳에 각각 송신한 후, 두 수신 신호를 더함으로써 기본 주파수 및 홀수 차 고조파 성분을 제거하는 방법이다.
- [0046] 이하에서는 초음파 송수신부(100), 신호 합산부(110), 및 필터부(120)에 대하여 보다 상세하게 살펴보기로 한다.
- [0047] 초음파 송수신부(100)는 펄스 반전을 이용하여 HIFU 간섭 신호를 제거하기 위해 위상 차이가 180° 나는 두 펄스를 같은 곳에 각각 송수신한다.
- [0048] HIFU 신호 송신부(101)의 HIFU 신호 $h(t)$ 와 영상 초음파 신호 송신부(102)의 영상 신호 $u(t)$ 를 동시에 송신하면 초음파 신호 수신부(103)에서 수신된 신호 $r(t)$ 에는 다음의 수학적 식 1과 같이 HIFU 신호와 영상 신호의 기본 주파수, 2차 및 3차 이상의 고조파 신호가 포함되어 있다.

수학적 식 1

[0049]
$$r(t) = [h_f(t) + h_{2h}(t) + h_{3h}(t)] + [u_f(t) + u_{2h}(t) + u_{3h}(t)]$$

- [0050] 초음파 영상 변환자는 대역 통과 필터의 특성을 가지기 때문에 HIFU 변환자와 초음파 영상 변환자의 중심 주파수와 대역폭을 고려하면, 영상 신호는 기본 주파수 성분만이, HIFU 신호는 기본 주파수부터 5차 고조파 성분까지 수신되므로 수신 신호 $r(t)$ 를 수학적 식 2와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

$$r(t) = [h_f(t) + h_{2h}(t) + h_{3h}(t) + h_{4h}(t) + h_{5h}(t)] + u_f(t) \\ = H(t) + u_f(t)$$

[0051]

[0052] 도 2는 HIFU 간섭 신호와 초음파 영상 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 것으로, 0° phase HIFU 신호를 송신한 경우이다.

[0053] 일반적으로 HIFU 신호의 진폭이 영상 신호의 진폭보다 커서 수신 신호에 존재하는 H(t)는 모니터 영상의 화질을 저하시키는 간섭 신호로 작용하기 때문에 반드시 제거되어야 한다. 따라서 펄스 반전 기법을 이용하여 간섭 신호를 제거하기 위해 수학식 3과 같이 위상 차이가 180° 나는 두 신호 h₁(t)와 h₂(t)를 HIFU 신호로 사용한다.

수학식 3

$$h_1(t) = \sin(2\pi f_0 t) \\ h_2(t) = \sin(2\pi f_0 t + 180^\circ)$$

[0054]

[0055] 여기서, f₀는 HIFU 신호의 중심 주파수이다. 이때의 수신 신호 r₁(t), r₂(t)는 다음의 수학식 4와 같이 표현될 수 있고, 주파수 측면에서 각각 도 2와 도 3과 같은 스펙트럼을 갖게 된다.

수학식 4

$$r_1(t) = [h_{1,f}(t) + h_{1,2h}(t) + h_{1,3h}(t) + h_{1,4h}(t) + h_{1,5h}(t)] + u_f(t) \\ r_2(t) = [-h_{2,f}(t) + h_{2,2h}(t) - h_{2,3h}(t) + h_{2,4h}(t) - h_{2,5h}(t)] + u_f(t)$$

[0056]

[0057] 도 3은 HIFU 간섭 신호와 초음파 영상 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 것으로, 180° phase HIFU 신호를 송신한 경우이다.

[0058] r₂(t)에서 기본 주파수와 홀수 차 고조파 성분의 부호가 반대가 되는 것은 기본 주파수와 홀수 차 고조파 성분은 180° 만큼 위상이 전환되는 반면, 짝수 차 고조파 성분은 360° 만큼 위상이 전환되기 때문이다. 따라서 두 신호를 더함으로써 수학식 5와 같이 기본 주파수와 홀수 차 고조파 신호를 제거할 수 있다.

수학식 5

$$s(t) = r_1(t) + r_2(t) \\ = [\{h_{1,2h}(t) + h_{2,2h}(t)\} + \{h_{1,4h}(t) + h_{2,4h}(t)\}] + 2 \cdot u_f(t)$$

[0059]

[0060] 도 4는 펄스 반전에 의해 HIFU의 1차, 3차 그리고 5차 고조파 신호가 제거된 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.

[0061] 그 후, 남아 있는 2차 및 4차 고조파 신호를 대역 통과 필터를 이용하여 제거하면 수학식 6에서 볼 수 있듯이, 본래의 초음파 영상 신호 u_r(t)와 유사한 신호를 얻을 수 있으며, 도 5는 HIFU 간섭을 제거한 후 획득한 초음파 영상 신호의 주파수 스펙트럼이다.

수학식 6

$$\begin{aligned}
 s_{bf}(t) &= s(t) * bpf(t) \\
 &= 2 \cdot [u_f(t) * bpf(t)] \\
 &\approx 2 \cdot u_f(t)
 \end{aligned}$$

[0062]

[0063]

[0064]

[0065]

[0066]

[0067]

[0068]

[0069]

[0070]

[0071]

도 6은 단일 소자(element) 초음파 변환자를 이용한 HIFU 간섭 신호를 제거하기 위한 실험 환경을 도시한 것이다.

펄스 반전을 이용하여 HIFU 간섭 신호를 제거할 수 있음을 확인하기 위한 실험을 수행하였고, 이 때의 실험 환경을 도 6에 도시하였다.

실험에 사용된 단일 소자 HIFU 변환자는 영상 획득을 위해 중앙에 20 mm가 열려 있으며 중심 주파수는 1.1 MHz, 기하학적 집속 거리는 62.6 mm이다. 임의 파형 편집기를 이용하여 펄스 반전에 사용되는 두 펄스를 펄스 반복 주기(pulse repetition interval)에 맞추어 생성한 후, 함수 발생기에 입력하여 발생시켰다. 고주파 증폭기에서 49 dB의 이득으로 증폭된 신호는 1.1 MHz 주변에서 공진하는 임피던스 정합 회로망(impedance matching network)을 통해 수조에 있는 팬텀으로 송신된다. 수조의 물은 기포를 제거하기 위해 수돗물을 끓인 후, 상온으로 냉각시켜 보관하였고, 수조의 바닥으로부터 발생하는 반향(reverberation) 신호를 제거하기 위하여 초음파 흡음재를 수조 바닥에 설치하였다. 초음파 pulser/receiver는 HIFU 신호 발생시점에 동기화되어 짧은 펄스를 3.5 MHz 단일 소자 초음파 변환자에 전달하도록 하였다. 초음파 변환자를 통해 수신된 신호는 고속 digitizer를 이용하여 100 MHz로 샘플링되어 내부 메모리에 저장되었다. 데이터 획득이 끝난 후, PC로 전송되고 MATLAB을 이용하여 필요한 신호처리를 수행하였다. 실험에 사용된 팬텀은 agar와 평균 지름이 25 μm인 유리 구슬을 이용하여 제작하였다.

도 7은 상용 초음파 영상 장치를 이용한 HIFU 실시간 감시 실험 환경 블록 다이어그램을 도시한 것이다.

본 발명에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법이 HIFU 사용률에 제한을 받지 않는다는 것을 보여주기 위해 사용률을 10%, 30%, 50%, 70%, 그리고 90%로 변화시켜 가면서 실험을 수행하였고 실험 환경 구성은 도 7과 같다. 병변을 형성하는 과정의 모니터 영상을 획득하기 위하여 단일 소자 초음파 변환자와 초음파 pulser/receiver 대신 초음파 영상 시스템과 curver linear 변환자 그리고 bovine serum albumin gel 팬텀을 이용하였다. 팬텀은 단백질은 BSA와 산란체(scatterer)인 agar를 각각 5%와 0.4%의 중량/용적(w/v) 농도로 polyacrylamide에 넣어준 후, gel 형태로 굳혀 제작되었다. 펄스 반전을 이용하기 위해서는 HIFU 뿐만 아니라 초음파 영상 시스템도 같은 지점에 두 번씩 초음파를 송신해야 하기 때문에 Texo SDK(software development kit)를 이용하여 펄스 송수신 과정을 수정하였다. HIFU 송신 시점에 초음파 영상 시스템이 주사선을 생성하도록 동기화하였으며, 수신 빔 집속된 신호를 시스템 내부 메모리에 저장된 후, PC로 전송되어 MATLAB 상에서 신호처리되었다.

도 8은 단일 소자 초음파 변환자를 이용하여 팬텀에 송수신하여 획득한 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.

도 9는 본 발명에서 제작된 팬텀의 사진(a)과 구조(b)를 도시한 것이다.

도 8을 참조하면, 단일 소자 초음파 변환자로 팬텀에 송수신하여 획득한 참고 신호의 시간 파형과 주파수 스펙트럼이 도시되어 있다.

60 μs와 240 μs 근처의 큰 에코 신호들은 각각 팬텀의 위쪽 그리고 아래쪽 표면으로부터 반사된 것이다. 제작된 팬텀은 도 9에서 볼 수 있듯이 높이가 약 14 cm이며 두 개의 층으로 구성되어 있다. 두 번째 층은 산란체의 농도를 약 10% 정도로 높임으로써 그곳의 감쇄 계수가 증가해 바닥으로부터 반사되는 강한 신호를 억제하는 역할을 한다.

- [0072] 도 10은 간섭을 일으키는 HIFU 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- [0073] 도 11은 펄스 반전을 이용하여 HIFU 신호의 기본 주파수와 3차 및 5차 고조파 신호가 제거된 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- [0074] 도 12는 대역 통과 필터를 이용해 HIFU 신호의 2차 및 4차 고조파 신호가 제거된 신호의 시간 파형 및 주파수 스펙트럼을 도시한 것이다.
- [0075] 병변 형성을 위해 진폭이 큰 HIFU를 송신하게 되면 HIFU 신호 및 그로 인해 발생된 고조파 신호 때문에 도 10에서 볼 수 있듯이, 상대적으로 진폭이 작은 영상 신호는 HIFU 신호에 가려지게 영상에서 간섭을 일으키는 역할을 한다. 이 수신 신호로부터 영상 신호를 검출하기 위해서 펄스 반전을 적용한 결과 도 11에서 볼 수 있듯이 HIFU의 기본 주파수와 3차 및 5차 고조파가 사라진 것을 확인할 수 있다. 그 후, 남아 있는 2차 및 4차 고조파 신호는 대역 통과 필터를 이용하여 도 12와 같이 제거한다.
- [0076] 본 발명에 따른 방법의 성능을 평가하기 위해, HIFU 간섭이 제거된 신호를 참고 신호와 비교하였다. 도 12에서 볼 수 있듯이 본 발명에 따른 방법을 이용하여 획득한 신호는 대역 통과 필터로 인하여 저주파 및 고주파 성분이 제거되어 신호의 대역폭이 제한되어 있다. 그 결과 도 13(a)처럼 전체 신호의 에너지가 감소하여 신호의 진폭이 감소하였다.
- [0077] 도 13은 HIFU 간섭 신호 제거 결과를 비교한 것으로, 도 13(a)는 참고 신호와 비교한 것이고 도 13(b)는 대역 통과 필터가 적용된 참고 신호와 비교한 것이다.
- [0078] 본 발명에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법을 이용하여 HIFU 신호가 제거된 정도를 평가하기 위하여 참고 신호에 대역 통과 필터를 적용한 후, 제안된 방법을 통해 획득한 영상 신호와 비교하였다. 그 결과 도 13(b)에서 볼 수 있듯이, 두 신호가 매우 유사하기 때문에 HIFU에 의한 간섭 신호가 제거되었다고 판단할 수 있다. 또한 정량적으로 평가를 하기 위해 수학적 8을 이용하여 HIFU 간섭이 존재할 때와 제거된 후의 영상 신호와 참고 신호의 상관 계수를 구한 뒤, 그 최대값을 비교하였다. 상관계수의 최대값은 HIFU 간섭이 제거되기 전 0.0685에서 제거된 후 0.9838로 크게 증가하였다. 이것은 본 발명에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법이 HIFU 간섭 신호를 효과적으로 제거한다는 것을 의미한다.

수학적 7

[0079]
$$\rho_{12}(t) = \frac{R_{12}(t)}{\sqrt{R_{11}(t) \cdot R_{22}(t)}}$$

- [0080] 도 14는 HIFU 사용률에 따른 병변을 포함하고 있는 팬텀의 사진이다.
- [0081] 도 14를 참조하면, HIFU 사용률에 따라 형성된 HIFU 병변이 형성된 것을 보여준다. 사용률이 30% 이하의 경우에는 가해지는 에너지가 작아 병변이 형성되지 않는 것을 볼 수 있다.
- [0082] 도 15 내지 도 19는 HIFU 사용률이 각각 10%, 30%, 50%, 70% 그리고 90%일 때 획득한 참고 영상, HIFU에 의한 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터를 적용하여 획득한 영상을 보여준다. 각각의 영상을 통해 제안한 방법을 이용하여 HIFU 간섭을 제거함으로써 모니터 영상을 획득할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0083] 도 15는 HIFU 사용률이 10%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- [0084] 도 15에서 BPF가 적용된 영상을 보면, HIFU 초점 영역 주변의 에코가 참고 영상에 비하여 증가한 것을 볼 수 있다. 이것은 HIFU에 의해 형성된 마이크로버블들에 의해 초음파 영상 신호의 에코가 증가했기 때문인 것으로 여겨지며, 치료 시, HIFU의 에너지가 원하는 곳에 전달이 되고 있는 것을 확인하기 위해 사용될 수 있을 것이다.
- [0085] 도 16은 HIFU 사용률이 30%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필

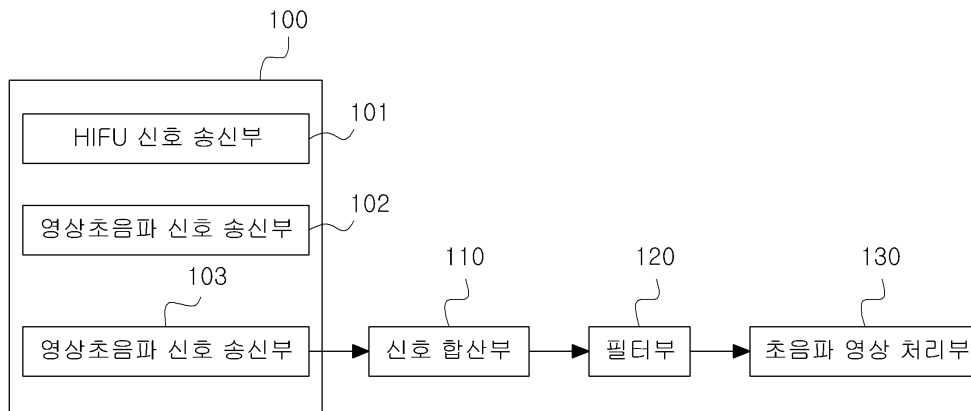
터가 적용된 영상을 도시한 것이다.

- [0086] 도 17은 HIFU 사용률이 50%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- [0087] 도 18은 HIFU 사용률이 70%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- [0088] 도 19는 HIFU 사용률이 90%일 때의 참고 영상, HIFU 간섭 영상, 펄스 반전이 적용된 영상 그리고 대역 통과 필터가 적용된 영상을 도시한 것이다.
- [0089] 다만, 사용률이 70%와 90%인 경우 최종 영상의 앞쪽에 HIFU 간섭 신호(residual HIFU interference)가 남아있는 것을 볼 수 있다. 이것은 HIFU 신호가 팬텀의 바닥에 존재하는 초음파 흡음체로부터 반사된 신호가 제안된 방법으로 제거되지 않기 때문에 나타나는 현상이므로써, 도 20을 통해 설명할 수 있다.
- [0090] 도 20은 HIFU 사용률에 따른 PRI 간 간섭의 개념도를 도시한 것이다.
- [0091] 도 20(a)와 같이 HIFU 펄스의 길이가 짧은 경우 가장 먼 곳에서 반사된 신호까지도 해당 PRI(pulse repetition interval) 안에 수신이 되기 때문에 PRI 간 간섭이 일어나지 않는다. 그 결과, 위상이 0° 인 HIFU 수신 신호와 위상이 180° 인 HIFU 수신 신호를 더함으로써, 펄스 반전의 효과를 얻을 수 있다.
- [0092] 그러나 도 20(b)와 같이 펄스의 길이가 PRI의 50% 이상이 될 경우, HIFU 신호의 PRI 간 간섭이 일어난다. PRI 간 간섭이 일어난 HIFU 신호는 그것과 위상 차이가 180° 인 신호가 같은 PRI 내에 없기 때문에 펄스 반전을 통해 제거될 수 없게 되어 영상에 나타나는 것이다. 이와 같은 이유로 남아 있는 HIFU 간섭 신호를 제거하기 위해 도 21과 같은 방법을 사용한다.
- [0093] 도 21은 Residual HIFU interference를 제거하기 위한 송수신 방법의 개념도이다.
- [0094] 먼저 위상 0° 와 180° 의 HIFU 신호를 각각 송수신한 뒤, 위상 0° 의 HIFU 신호를 한번 더 송수신한다. 추가로 송수신한 신호에는 위상이 180° 인 HIFU 신호도 PRI 간섭이 되어 있기 때문에 두 번째와 세 번째 송수신한 신호를 더함으로써 펄스 반전의 효과를 얻을 수 있다.
- [0095] 도 22는 HIFU 사용률 90%에서 Residual HIFU interference가 제거된 영상을 도시한 것이다.
- [0096] 도 22에서 볼 수 있듯이 HIFU 사용률이 90%인 경우에도 모든 HIFU 간섭을 제거하고 모니터 영상을 얻을 수 있다. 기존의 방법들은 모니터 영상을 얻기 위해 HIFU 사용률을 제한한 반면, 제안된 방법은 이론적으로 100%의 사용률을 사용하는 것이 가능하기 때문에 치료 시간을 보다 단축시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0097] 도 23은 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법의 흐름도이다.
- [0098] 도 23을 참조하면, 본 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법은 도 1에 도시된 HIFU 간섭 신호 제거 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 1에 도시된 HIFU 간섭 신호 제거 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시 예에 따른 HIFU 간섭 신호 제거 방법에도 적용된다.
- [0099] 2300 단계에서 HIFU 간섭 신호 제거 장치는 적어도 2개 이상의 HIFU 신호를 서로 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신한다.
- [0100] 이때, 상기 영상 초음파 신호의 중심 주파수는 상기 HIFU 신호의 홀수 번째 하모닉 주파수 또는 짝수 번째 하모닉 주파수 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- [0101] 특히, 2개의 HIFU 신호를 180도 위상 차이가 나도록 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신할 수 있다. 나아가 위상이 0도인 HIFU 신호, 위상이 180도인 HIFU 신호, 및 위상이 0도인 HIFU 신호를 송신하면서, 영상 초음파 신호를 송신할 수 있다.

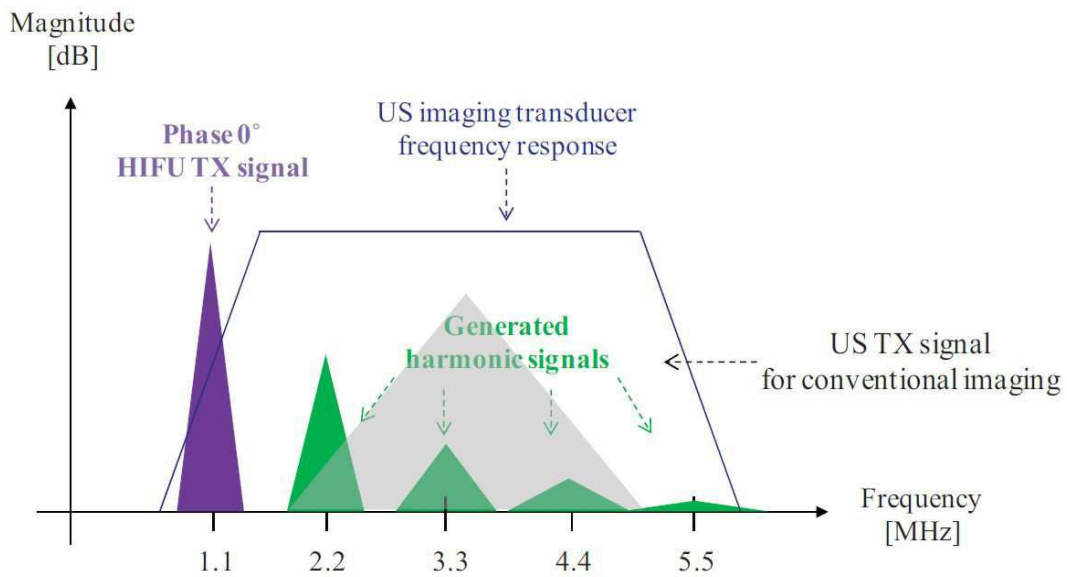
- [0102] 2310 단계에서 HIFU 간섭 신호 제거 장치는 적어도 2개 이상의 HIFU 신호와 상기 영상 초음파 신호가 대상체로부터 반사되면, 상기 반사된 HIFU 신호와 영상 초음파 신호를 포함하는 초음파 신호를 수신한다.
- [0103] 2320 단계에서 HIFU 간섭 신호 제거 장치는 상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분을 제거한다.
- [0104] 이때, 상기 수신된 초음파 신호를 합산하여, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 기본 주파수 성분과 홀수 번째 하모닉 주파수 성분을 제거하는 것이 바람직하다.
- [0105] 2330 단계에서 HIFU 간섭 신호 제거 장치는 상기 수신한 초음파 신호를 대역 차단 필터 또는 대역 통과 필터에 통과시킨다.
- [0106] 상기 수신한 초음파 신호를 대역 차단 필터 또는 노치 필터에 통과시킴으로써, 상기 수신된 초음파 신호에 포함된 HIFU 신호의 짝수 번째 하모닉 주파수 성분 중 하나 이상을 제거할 수도 있고, 상기 수신한 초음파 신호를 상기 영상 초음파 신호의 주파수 대역을 대역폭으로 갖는 대역 통과 필터에 통과시킴으로써, 상기 영상 초음파 신호를 선택할 수도 있다.
- [0107] 2340 단계에서 HIFU 간섭 신호 제거 장치는 기본 주파수 성분과 하모닉 주파수 성분이 제거된 상기 초음파 신호로부터 B 모드 영상을 생성한다.
- [0108] 이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 따르면, HIFU 신호와 동시에 모니터 영상을 획득하기 위한 신호를 송신하기 때문에 HIFU 간섭을 제거함으로써 병변이 형성되는 과정을 실시간으로 관찰할 수 있다. 또한, 시간이 지남에 따라 HIFU 초점 영역에서 병변의 형성으로 인한 에코(echo)의 증가를 관찰할 수 있다.
- [0109] 본 발명의 실시 예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0110] 이상 본 발명에 대하여 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시 예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시 예들을 포함한다고 할 것이다.

도면

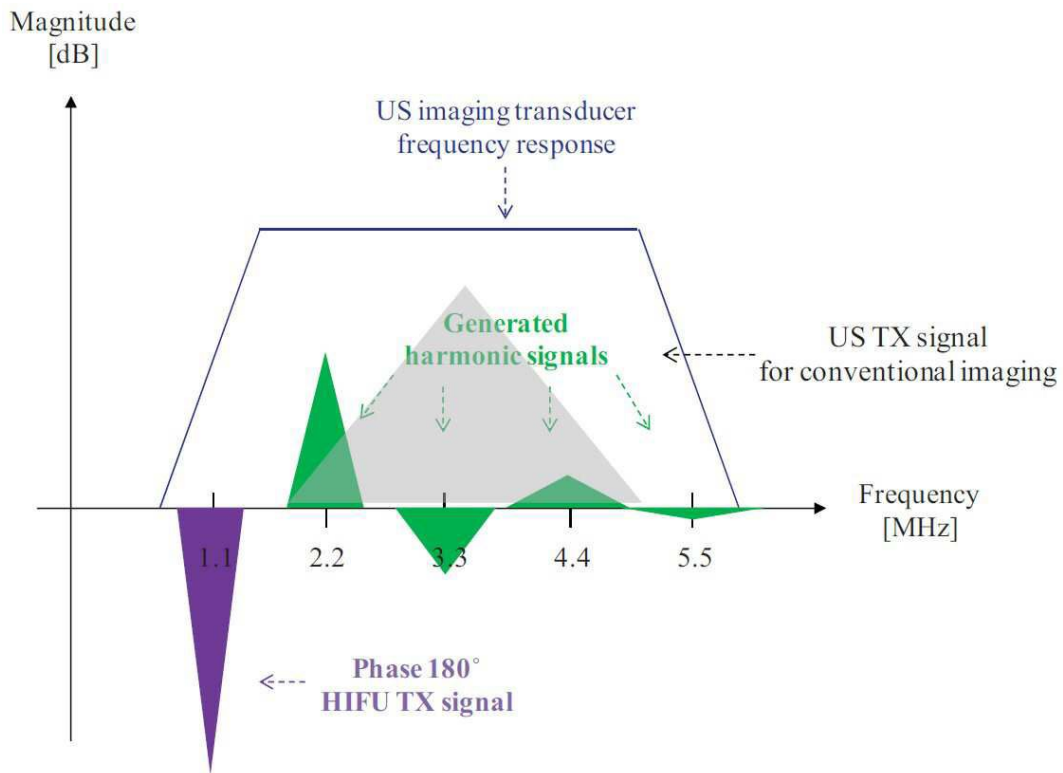
도면1



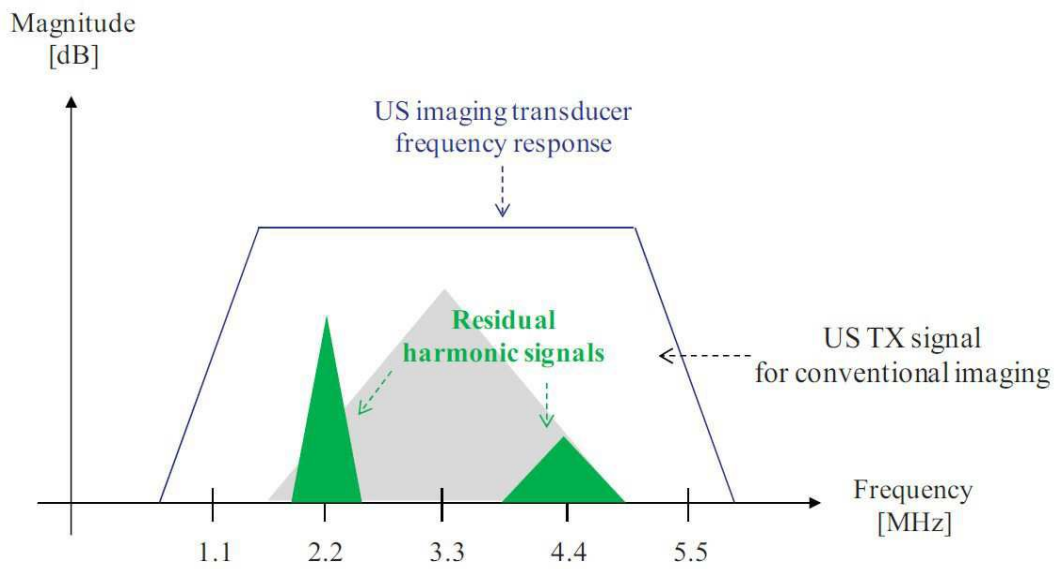
도면2



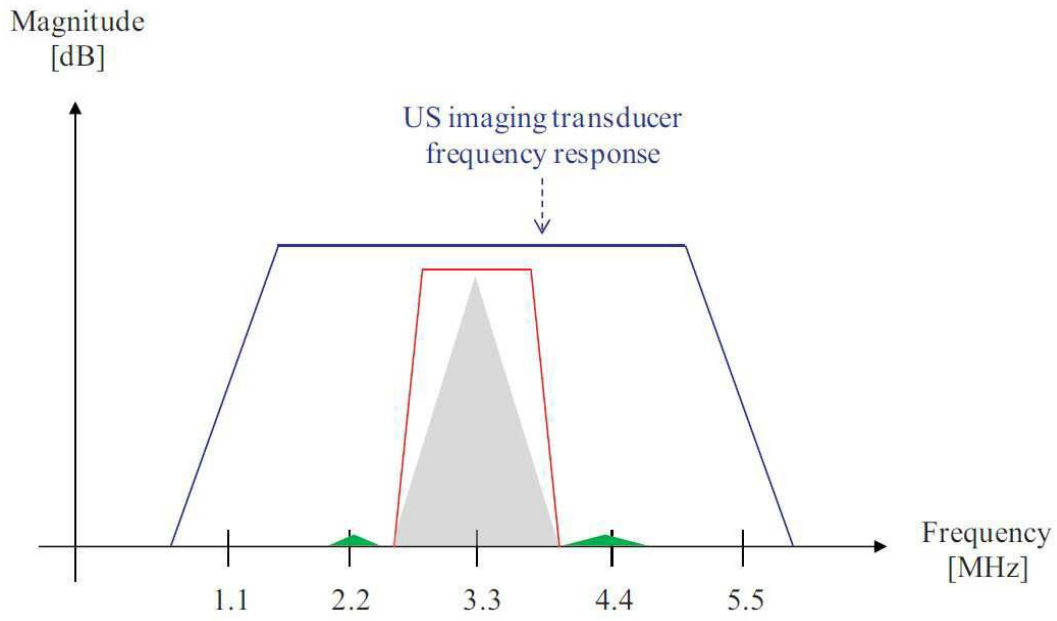
도면3



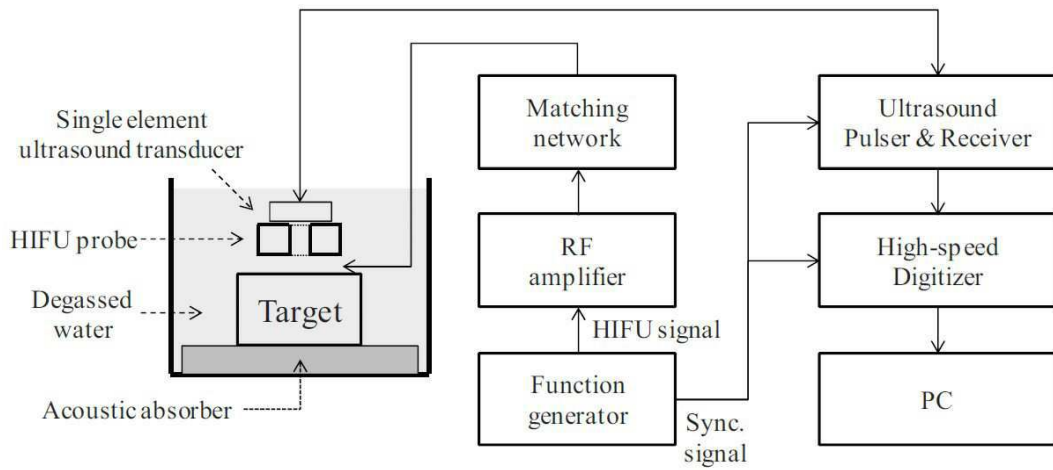
도면4



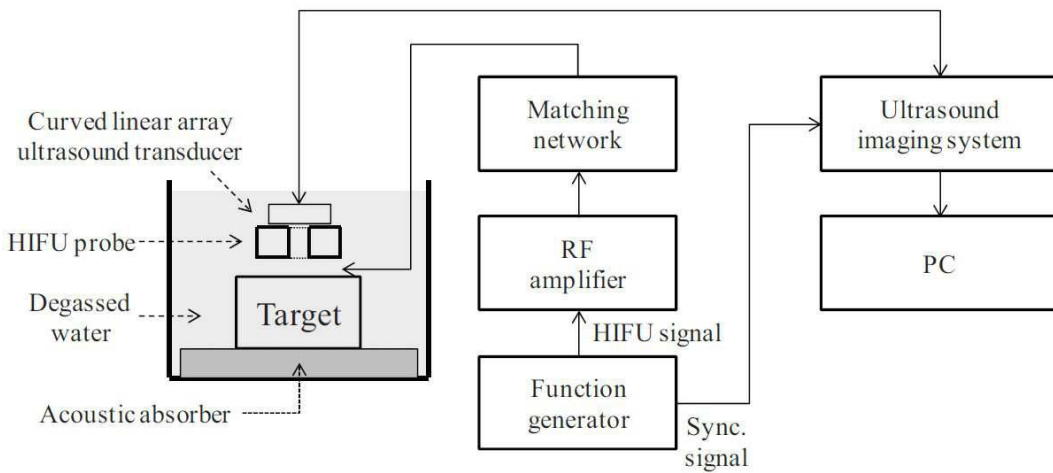
도면5



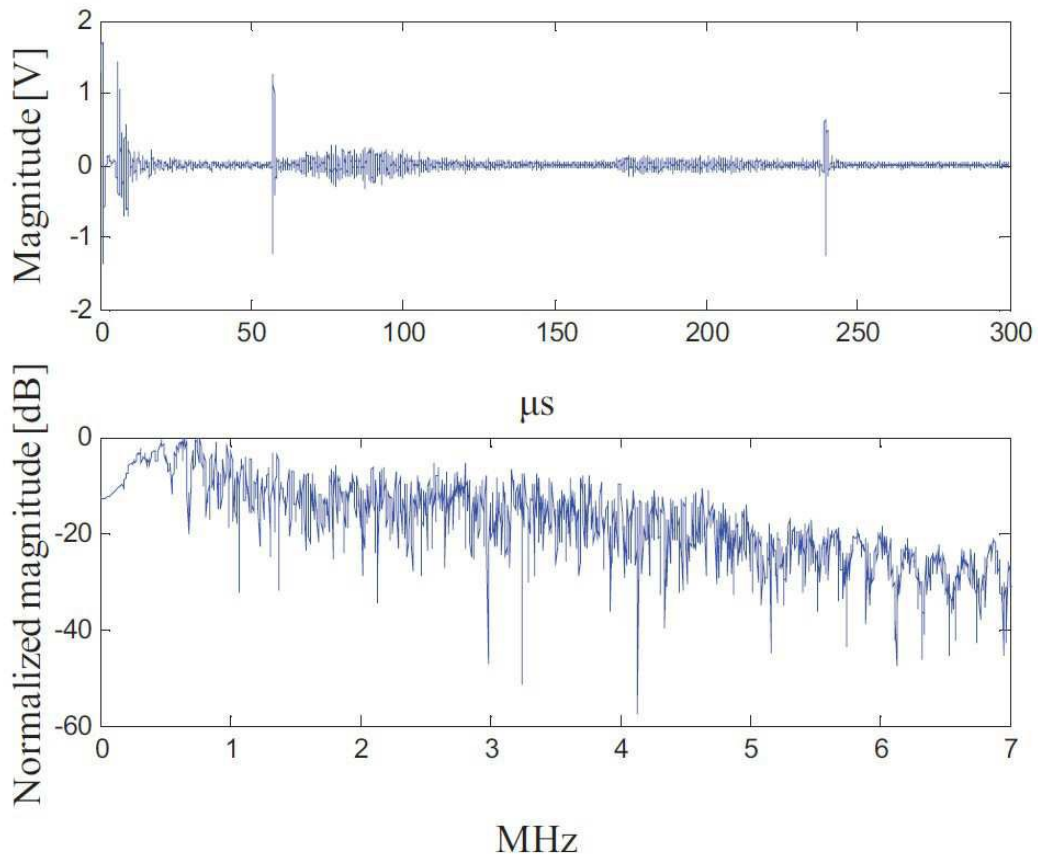
도면6



도면7



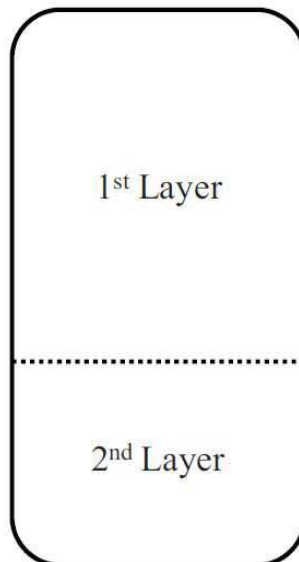
도면8



도면9

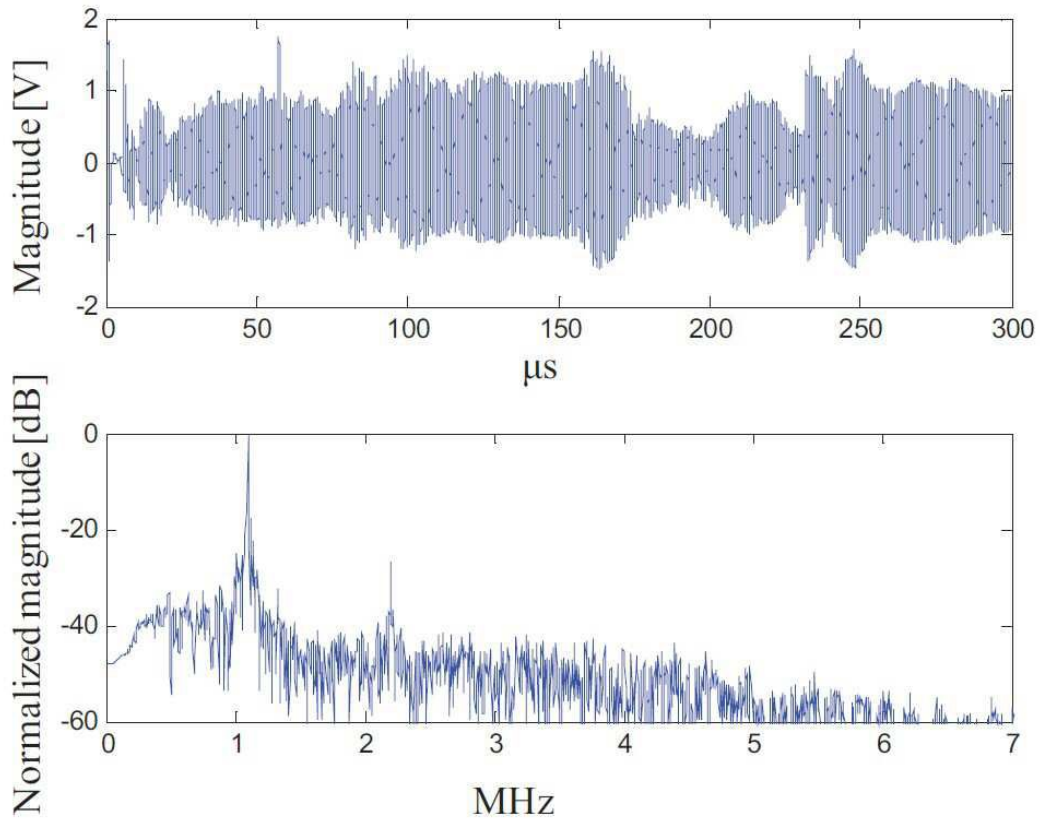


(a)

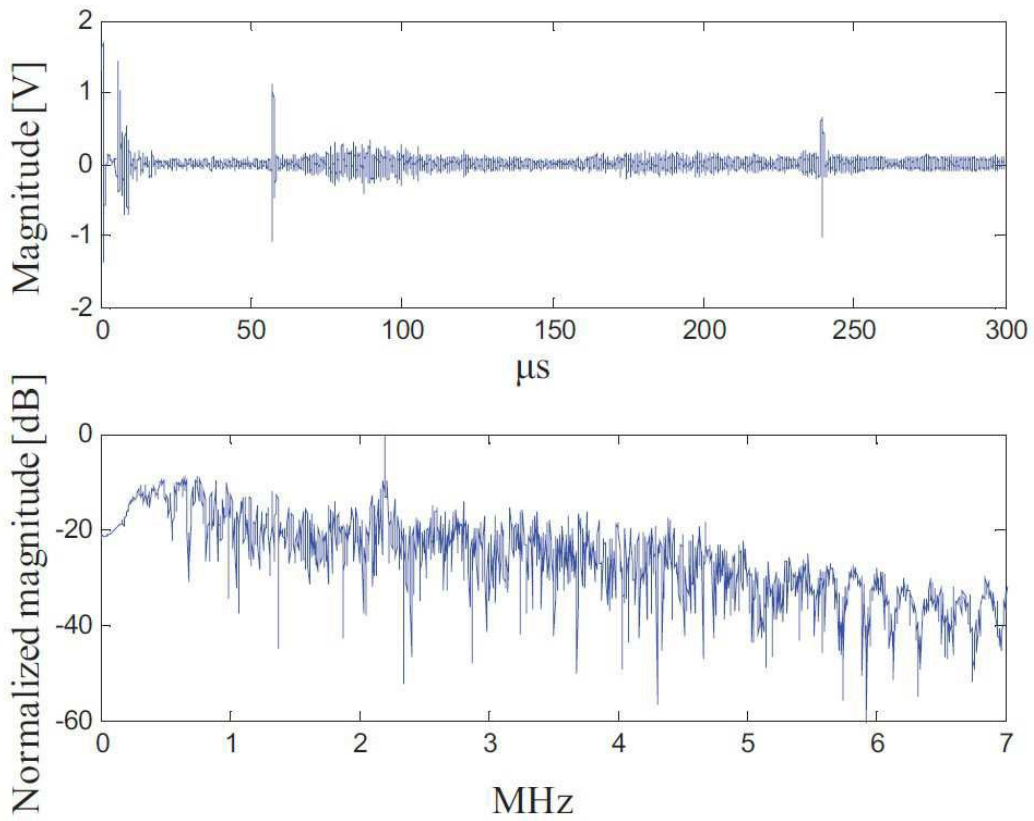


(b)

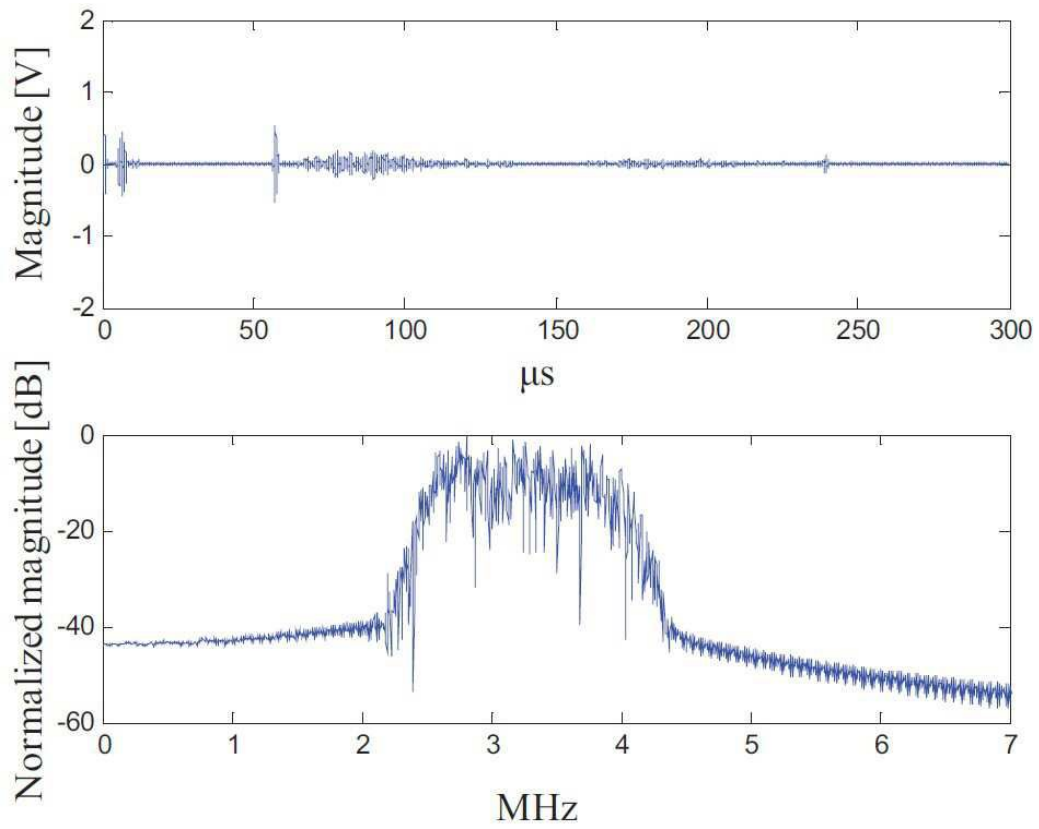
도면10



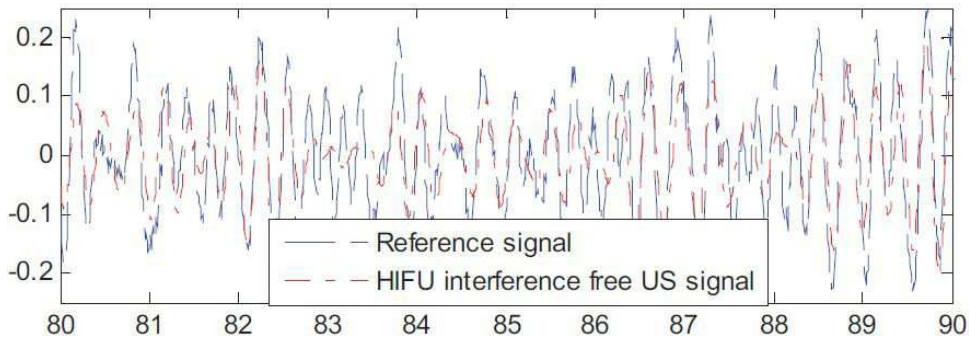
도면11



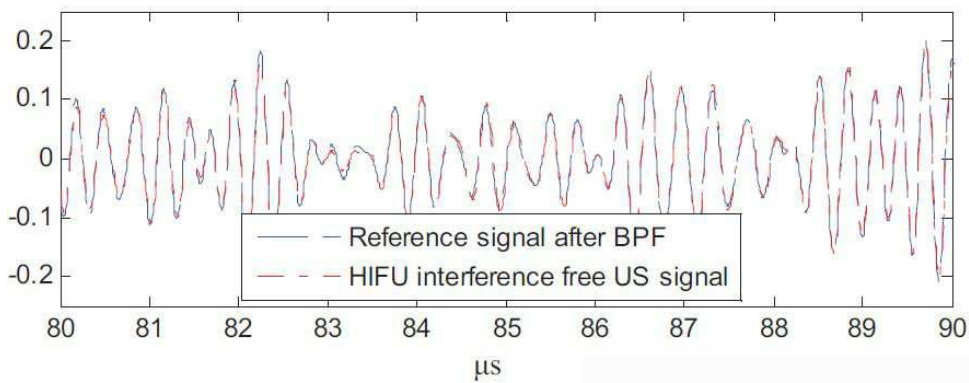
도면12



도면13

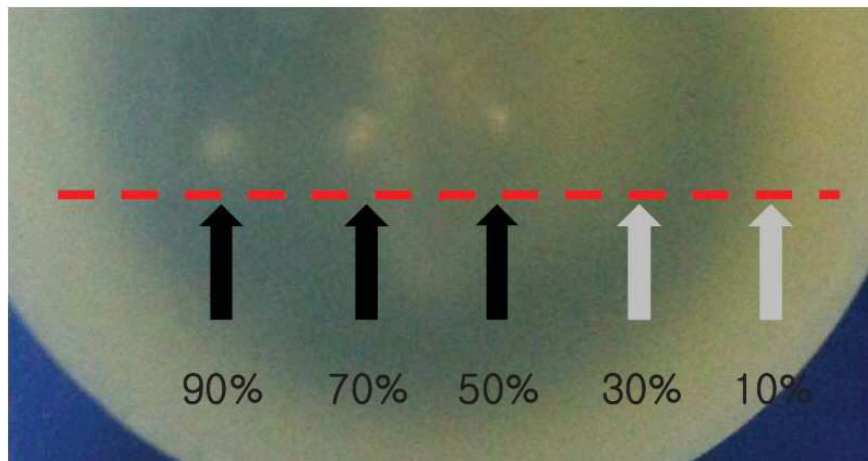


(a)

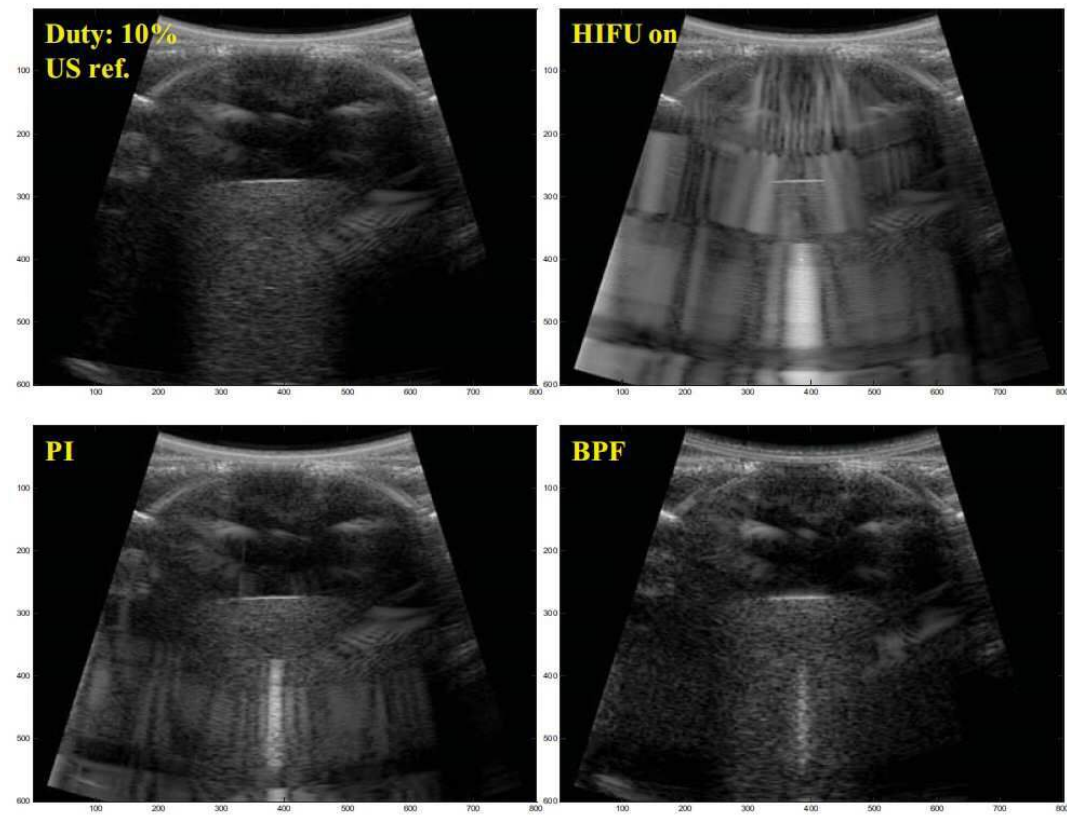


(b)

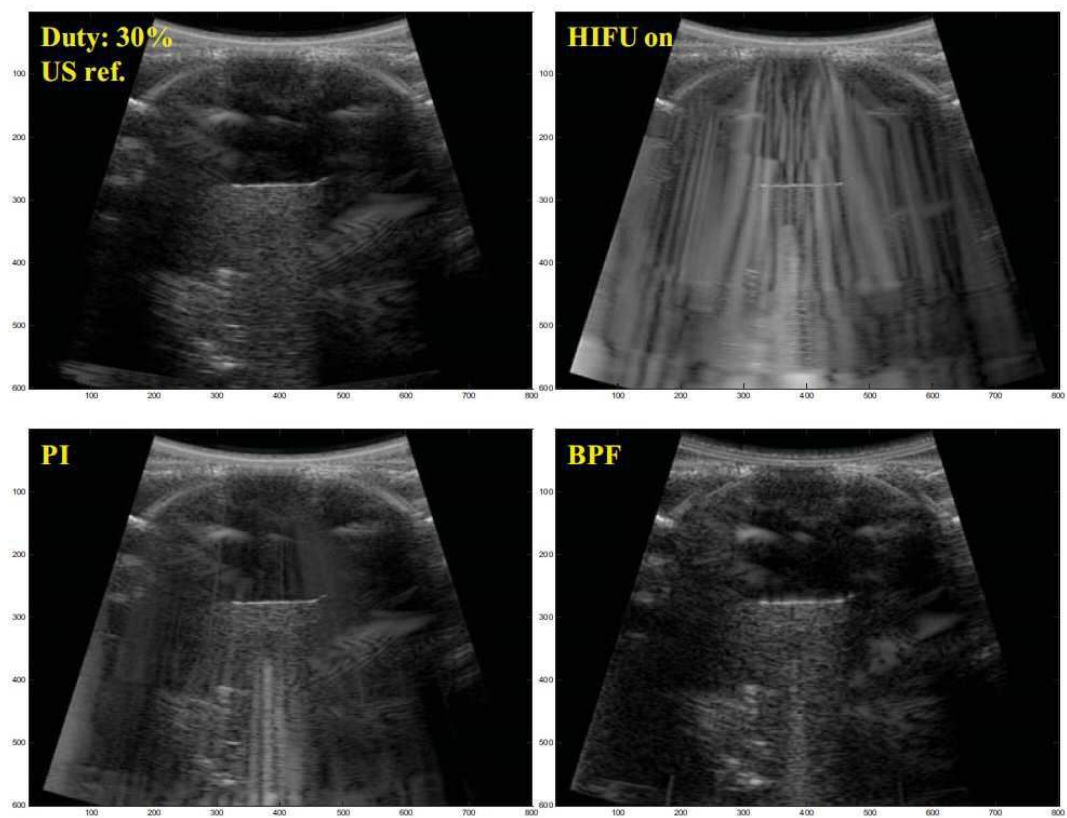
도면14



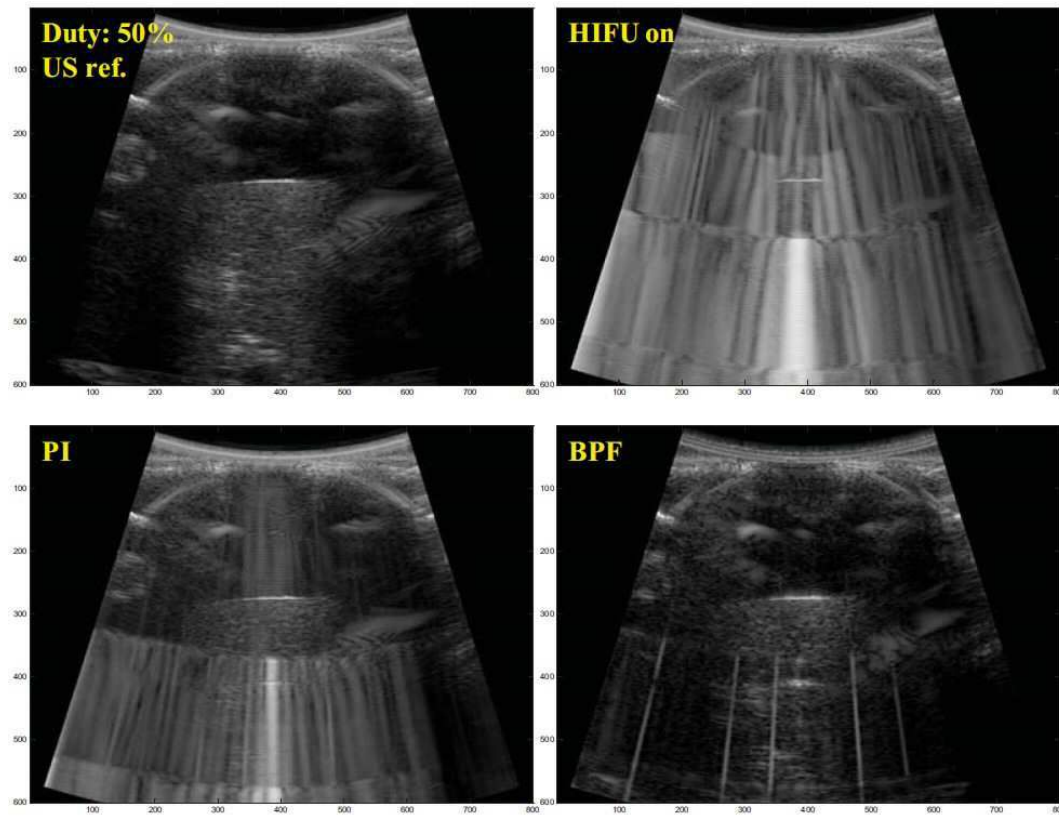
도면15



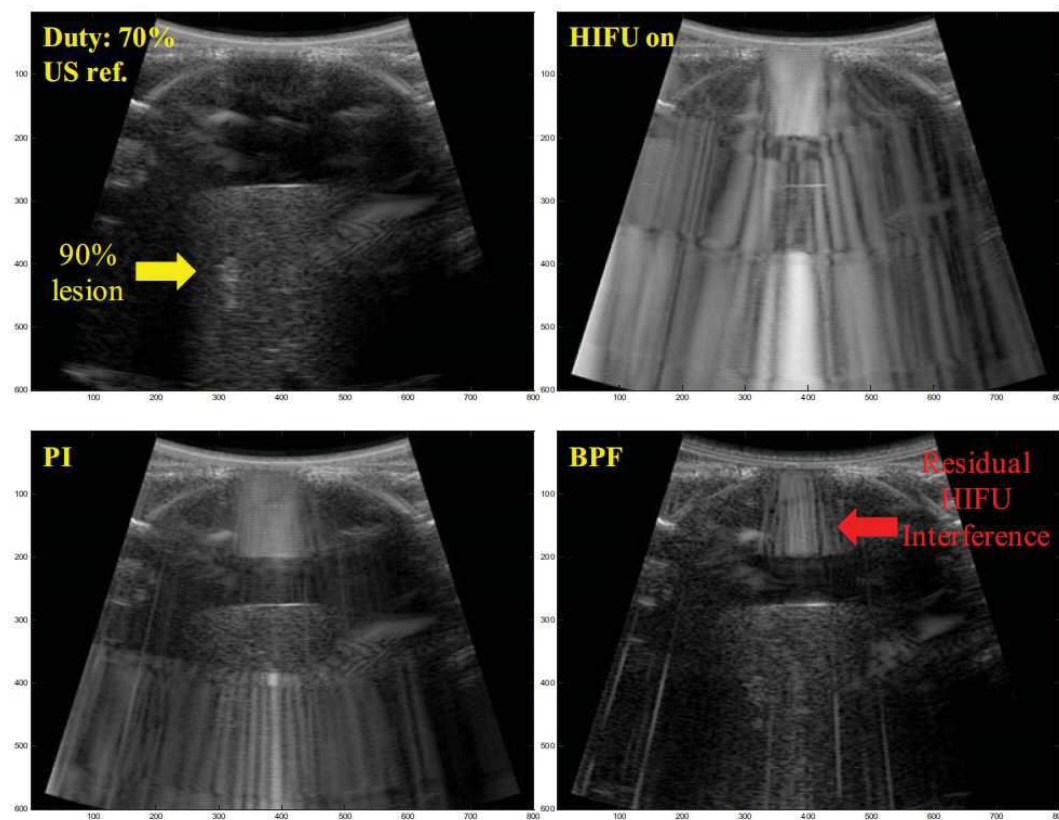
도면16



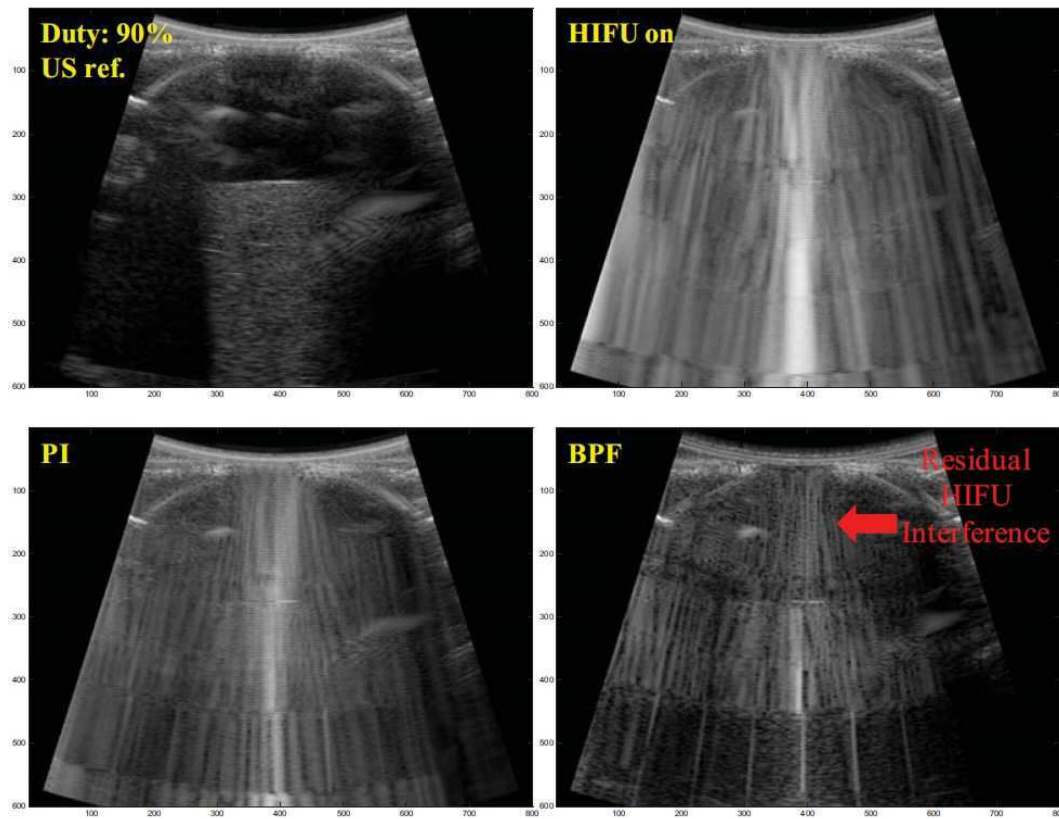
도면17



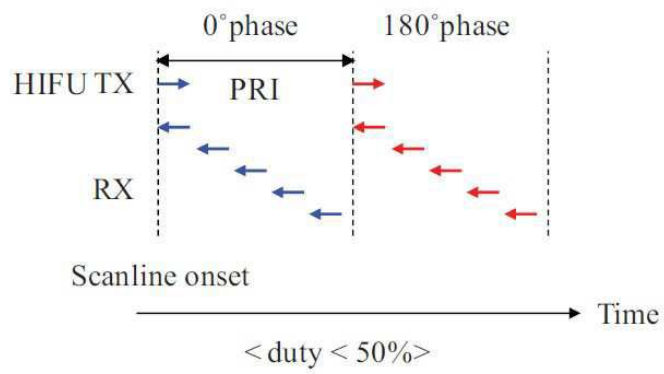
도면18



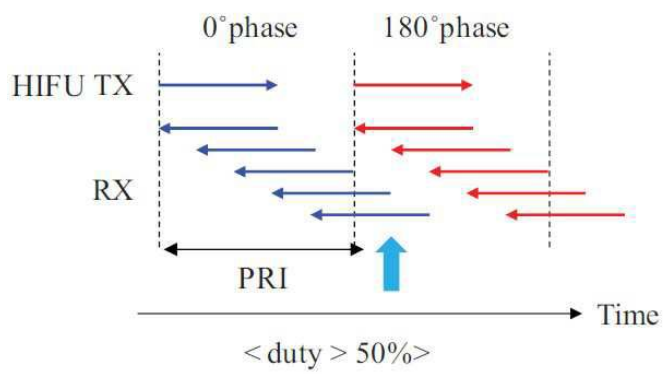
도면19



도면20

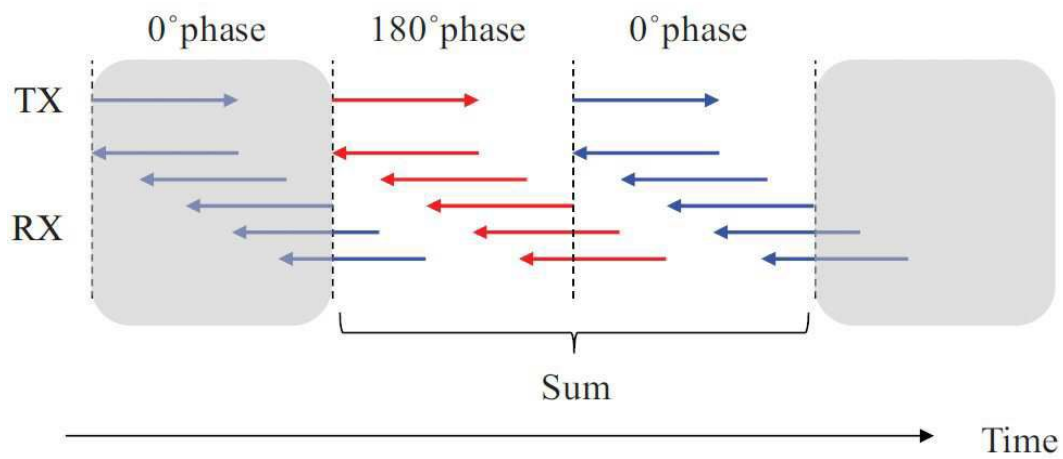


(a)

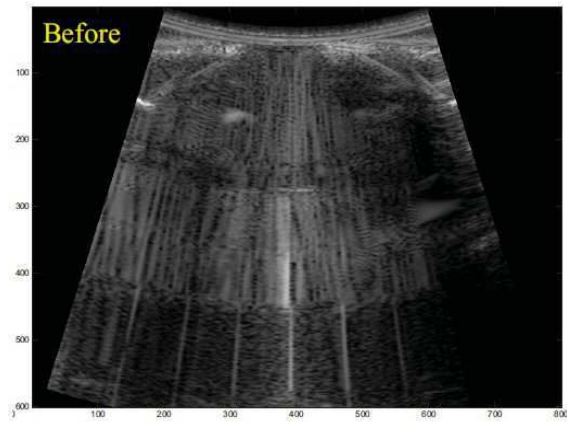


(b)

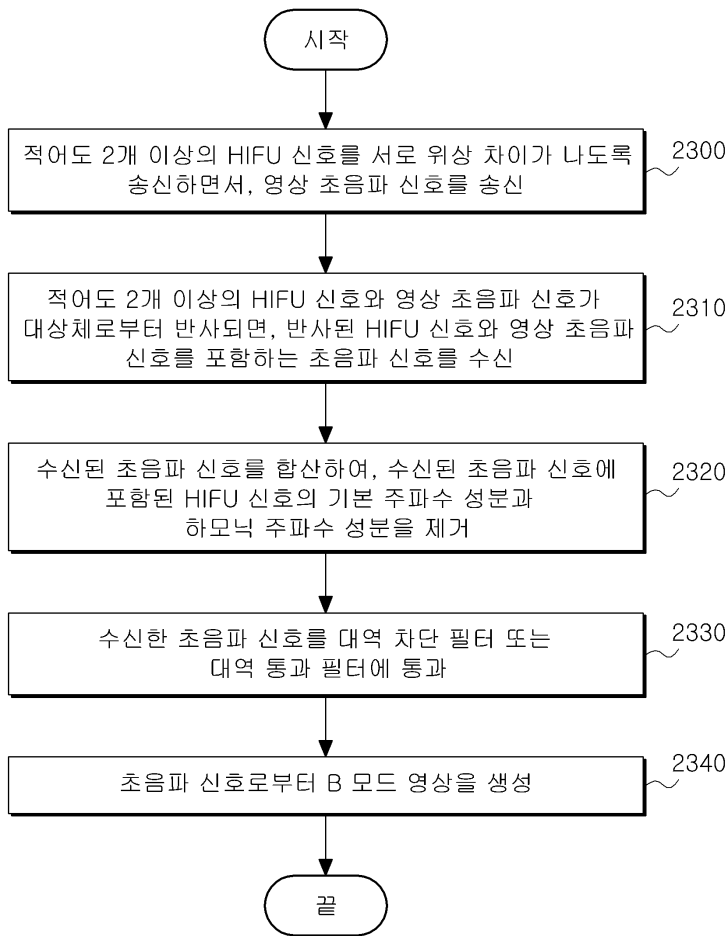
도면21



도면22



도면23



专利名称(译)	标题 : HIFU干扰消除方法和装置		
公开(公告)号	KR101334375B1	公开(公告)日	2013-11-29
申请号	KR1020120083831	申请日	2012-07-31
[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	CHANG JIN HO 장진호 JAE HEE SONG 송재희 YOO YANG MO 유양모 SONG TAI KYONG 송태경		
发明人	장진호 송재희 유양모 송태경		
IPC分类号	G06T1/00 A61B A61B8/14 G06T		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种消除HIFU干扰信号的方法和装置。该方法和装置在发送至少两个HIFU信号的同时发送图像超声信号，其中HIFU信号具有相位差。该方法及其装置在添加接收的超声信号之前接收包括反射的HIFU信号和图像超声信号的超声信号，用于消除包括在接收的超声信号中的HIFU信号的基本频率元素和谐波频率元素。两个HIFU信号和图像超声信号从物体反射。通过使用脉冲反转方法，无论HIFU的长度如何，该方法和装置都可以通过消除HIFU干扰来确保监视器图像。

