(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
A61B 8/00

(45) 공고일자 2003년11월14일
(11) 등록번호 10-0406098
(24) 등록일자 2003년11월05일

(21) 출원번호 10-2001-0084958
(22) 출원일자 2001년12월26일

(65) 공개번호 특2003-0055429
(43) 공개일자 2003년07월04일

(73) 특허권자 주식회사 메디슨
강원 홍천군 남면 양덕원리 114

(72) 발명자 송태경
서울특별시서초구잠원동66-3동아아파트105동1403호

정영관
서울특별시종로구신영동247-1

(74) 대리인 주성민
장수길

심사관 : 이해평

(54) 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 집속기반의 초음파 영상 형성 장치 및 방법

요약

본 발명은 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 집속 기법을 이용함으로써 프레임율의 저하없이 초음파 영상의 해상도를 개선시킬 수 있는 초음파 영상 형성 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 초음파 영상 형성 장치는, 대상체에 대한 초음파 영상을 형성하는 장치에 있어서, 서로 직교하는 N개의 직교 코드를 포함한 가중된 직교 쳐프 신호를 저장하는 수단, 상기 가중된 직교 쳐프 신호를 초음파 송신 신호로서 상기 대상체내에 대응하는 N개의 집속점에 동시에 송신하는 수단, 상기 송신된 초음파 신호에 대해 상기 대응하는 N개의 집속점으로부터 반사된 신호를 수신하는 수단, 상기 반사 신호로부터 상기 저장된 N개의 직교 코드를 추출하여 각각의 직교 코드에 대해 펄스 압축을 수행하는 수단, 상기 펄스 압축된 신호로부터 수신 집속된 신호를 생성하는 수단, 및 상기 수신 집속된 신호를 처리하여 디스플레이하기 위한 수단을 포함한다. 그 결과, 각 주사선마다 집속점 수만큼 초음파를 송수신할 필요가 없이 다수의 집속점에 각각 집속되는 송신 신호들을 한번에 송신하고 수신시 각 신호를 분리할 수 있어 프레임율의 저하없이 해상도를 개선시킨다.

대표도

도 10

색인어

초음파 영상, 가중 직교 쳐프 신호, 펄스 압축

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 선형 배열 변환자를 이용한 전자 주사 및 전자 집속을 보인 도면.
도 2는 일반적인 다중 송신 집속 기법을 보인 도면.
도 3은 종래의 주파수 합성 방법을 보인 도면.
도 4는 종래의 초음파 영상 형성 장치에서 주사선 획득 방법을 보인 도면.
도 5은 고도방향으로 렌즈에 의한 집속을 하는 1D 변환자와 7개의 변환소자로 이루어진 1.5D 배열 변환자를 보인 도면.
도 6는 동시 다중 송신 집속 기법의 빔패턴을 보인 도면.
도 7는 가중된 쳐프 신호의 특성을 보인 도면.
도 8은 초음파 변환자의 제한된 주파수 대역폭안에서 서로 직교 특성을 갖는 쳐프 신호를 설계한 모습을 개념적으로 도시한 도면.
도 9는 직교 특성을 갖는 인접한 두 쳐프 신호의 시간에 따른 주파수 변화율을 보인 도면.
도 10은 본 발명의 실시예에 따른 동시 다중 송신 집속 기법을 구현하기 위 한 초음파 영상 형성 장치의 블록도.
도 11은 도 10의 송신 직교 코드 패턴 메모리(14)에 저장된 다수의 코드 패턴들을 개념적으로 도시한 도면.
도 12는 도 10의 펄스 압축부(25)의 내부의 상관기 구조를 개념적으로 도시한 도면.
도 13은 송신 집속점에 대한 직교 코드들을 분리하고 압축하기 위해서 제 1 상관기와 제 2 상관기에 인가되는 계수의 변화를 도식적으로 나타낸 도면.
도 14는 본 발명에 적용된 두 개의 가중 쳐프 신호의 파형과 주파수 특성을 보인 도면.
도 15는 도 14에 도시된 각각의 쳐프 신호를 독립적으로 송신하여 얻은 데이터의 특성을 보인 도면.
도 16은 도 14에 도시된 두 쳐프 신호(C1,C2)를 시간 지연없이 더하여 송신한 후 수신 신호의 파형과 주파수 특성 그리고 상관함수의 시간 파형과 주파수 특성을 나타낸 도면.
도 17는 제 1 송신 쳐프 신호(C1)에 시간 지연을 갖는 제 2 송신 쳐프 신호(C2)를 더하여 송신한 경우의 수신 신호의 파형, 주파수 특성, 각 신호에 대한 상관함수의 시간 파형과 주파수 특성을 보인 도면.
도 18은 본 발명에서 가중 직교 쳐프 신호를 사용하여 동시 다중 송신 집속 방법을 이용한 주파수 합성 방법을 보인 도면.
도 19는 직교 코드를 동시 다중 송신하여 한번의 송수신으로 여러 주사선을 획득하는 방법을 보인 도면.
< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >
1 : 배열 변환자 13: 송신 직교 코드 패턴 메모리
25 : 펄스 압축부 15 : 송신 지연 제어기
26 : 제 1 빔형성기 27 : 제 2 빔형성기
31 : 제 1 상관기 32 : 제 2 상관기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 초음파 영상 형성 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 집속 기법을 이용함으로써 프레임율의 저하없이 초음파 영상의 해상도를 개선시킬 수 있는 초음파 영상 형성 장치 및 방법에 관한 것이다.
일반적으로, 초음파 영상 형성 장치는 초음파 신호를 진단하고자 하는 목표물, 예를 들면 인체를 향하여 송신하고 반사된 초음파 신호로부터 목표물의 영상을 얻어내어 이를 표시장치에 표시하는 장치로서 의료 분야에서 널리 사용되고 있다.
초음파 영상 형성 장치는 목표물로 초음파 신호를 송신하기 위해 다수의 변환자를 포함하는 배열 변환자 및 각각의 변환자를 구동하기 위한 펄스를 공급하는 펄서를 포함한다. 각각의 변환자는 펄서에서 인가하는 펄스에 반응하여 초음파 신호를 발생시킨다. 초음파 신호의 송신시에는 배열 변환자의 각각의 변환자에서 초 음파 신호를 발생시키는 타이밍을 조절함으로써 진단 영역 내의 임의의 위치에 초음파가 송신 집속(transmit focusing)되도록 한다. 즉, 진단 영역 내의 임의의 위치에 초음파 신호가 동시에 도달하도록 펄서에서 각각의 변환자에 시간 지연을 두어서 펄스를 인가함으로써 원하는 위치에 초음파 신호를 송신 집속시키는 것이다.
초음파 신호가 대상체내에서 반사된 신호는 배열 변환자에서 수신된다. 초음파가 대상체에서 반사된 신호가 각 변환자에 도달하는 시간이 각 변환자의 위치에 따라 다르므로, 이러한 도달 시간의 차이를 보상하기 위해, 빔 형성기는 각 변환자를 통해 수신된 반사 신호에 대해 시간 지연을 인가하여 가산함으로써 수신 집속된 신호를 생성한다.
초음파 영상 형성 장치의 여러 영상 기술 중에서 가장 기본적인 것은 이차원 단면 영상을 제공하는 B-모드 주사법이며, 이것의 중요한 성능 변수에는 해상도(resolution), 대조도(contrast), 프레임율(frame rate)등이 있다. 이 중에서 해상도는 초음파 영상의 질을 결정하는 가장 중요한 지표이며, 그 종류로서 빔이 진행하는 방향과 직교하는 방향으로서 주사선이 이동하는 방향인 측방향 해상도(lateral resolution), 빔이 전파하는 방향인 축방향 해상도(axial resolution), 및 두 방향이 이루는 평면과 직교하는 방향인 고도 방향 해상도(elevational resolution)가 있다.

1980년대 이후에 이러한 해상도를 개선시키기 위해 배열 변환자를 사용하여 초음파를 송수신하고 신호 처리 과정에 의하여 초음파의 집속을 수행하는 전자식 주사(electronic scanning)방식이 사용되었는데, 도 1은 선형 배열 변환자를 이용 하여 이차원 영상을 구성하는 방법을 보여주고 있다. 배열 변환자(1)를 사용할 경우, 채널 수가 커질수록 즉 활용하는 구경의 크기가 커질수록 집속점에서의 측방향 해상도는 개선된다. 하지만 집속점이 아닌 곳에서의 해상도는 구경이 커질수록 나빠지기 때문에 높은 해상도의 영상을 모든 영상점에서 이루기 위한 수신 동적 집속 기법이 개발되었다. 그러나, 수신 동적 집속 기법은 초음파 영상의 해상도를 획기적으로 개선시켰지만 송신시에는 어느 한 깊이에 대해서만 초음파를 집속하기 때문에 송신 집속점에서 멀어질수록 해상도가 저하되는 송신 고정 집속의 한계가 있다.
이러한 송신 고정 집속(fixed focusing)의 문제점을 해결하는 방법으로 매 주사선(Scanline)마다 집속 위치를 달리해서 여러 번 송수신하여 얻은 영상들을 거리에 따라 결합하여 하나의 영상으로 합성하는 다중 송신 집속 방법(multiple zone focusing method)이 제안되었으나, 이 방법은 각 주사선을 구성하기 위하여 사용되는 송신 집속점 수만큼의 송수신 과정이 필요하므로 프레임율이 저하되는 단점이 있다.
송신 고정 집속의 문제점을 해결하기 위한 다른 방법으로 송수신 양방향 동적 집속이 가능한 합성 구경 기법(synthetic aperture techniques)이 연구 개발되었다. 하지만, 합성 구경 기법들은 한 개의 주사선을 얻기 위해 여러 번의 송수신 과정을 거쳐야 하므로 데이터 획득 시간이 길어지게 되고, 그 결과 대상체의 움직임으로 인한 위상 왜곡(phase distortion) 현상이 나타나기 쉽다. 또한 단일 소자를 사용하여 송신할 경우 신호 대 잡음비(SNR)가 낮은 단점을 가지고 있다.
일반적인 다중 송신 집속 방식에서는 영상을 깊이 방향으로 여러 영역(zone) 으로 나누고, 모든 주사선에 대하여 영역 수만큼 초음파를 송수신한다. 도 2는 이러한 일반적인 다중 송신 집속 기법을 설명하기 위한 것으로, 영상을 두 개의 영역으로 나누었을 경우를 나타낸다. 먼저, 도 2(a)에서 제 1 집속점(집속점 1)에 초음파가 집속되도록 배열 변환자에서 초음파를 송신하여 제 1 영역(zone 1)의 영상을 구성한 후, 다음 송수신 과정에서 도 2(b)의 제 2 집속점(집속점 2)에 초음파가 집속되도록 배열 변환자에서 초음파를 송신하여 제 2 영역(zone 2)의 영상을 구성한다. 이후에, 도 2(c)에서 보듯이, 제 1 영역(zone 1)과 제 2 영역(zone 2)의 영상을 합성하여 최종 영상을 얻음으로써 전체적으로 빔 패턴을 개선시켜 측방향 해상도(lateral resolution)가 향상된다. 그러나, 이 방법은 각 주사선마다 집속점 수만큼 초음파를 송수신하여야 하므로 프레임율이 저하되는 단점이 있다.
또한, 종래의 초음파 영상 형성 장치는 스페클 패턴(speckle patterns)을 줄이기 위해 주파수 합성 방법(frequency compounding method)을 사용한다. 도 3은 이러한 종래의 주파수 합성 방법을 보인 도면이다. 도 3에서 보듯이, 종래의 주파수 합성 방법은 제 1 중심주파수(f1)를 갖는 제 1 펄스신호(1st)를 송수신한 값과 제 2 중심주파수(f2)를 갖는 제 2 펄스신호(2nd)를 송수신한 값을 얻어내고 이를 평균화(averaging)하여 스페클 패턴을 줄인다.
스페클(speckle)은 실제 인체 연조직(soft tissue)에 대한 초음파 B-모드 영상에 포함된 작은 낟알 모양의 패턴으로, 매질을 통과하는 송신 신호의 파장보다 작은 다수의 산란체(scatter)들에 의해서 발생하는 간섭 현상이다. 스페클 패턴은 일반적으로 시스템내에 불규칙(random)하게 분포하는 잡음(noise)과는 다른 성질을 가지고 있고 매 주사선별 생성되는 형태가 같기 때문에, 주사선별로 신호의 평균(averaging)을 취하더라도 스페클 패턴이 줄어들지 않는다. 따라서 이러한 스페클 패턴(speckle patterns)을 줄이기 위한 종래의 방법으로써 도 3에 도시된 주파수 합성 방법(frequency compounding method)이 사용되었는데, 기존의 주파수 합성 방법은 서로 다른 중심 주파수를 갖는 펄스 신호를 여러 번 송수신하여 얻은 각 신호들을 평균화함으로써 스페클을 줄인다. 그러나, 도 3에 도시된 종래의 주파수 합성 방법은 송수신 횟수에 따라 프레임율의 저하가 야기되는 문제점이 있다.
도 4는 종래의 초음파 영상 형성 장치에서 주사선 획득 방법을 보인 도면이다. 종래의 초음파 영상 형성 장치는 한번의 송수신으로 하나의 주사선을 형성하는데, 도 4에서는 예를 들어 세 번의 송수신으로 세 개의 주사선을 형성하는 과정을 나타내었다. 도 4에서 보듯이, 종래의 초음파 영상 형성 장치에서는 주사선의 갯수에 따라 송수신 횟수가 증가하게 되어 앞에서 언급된 바와 같이 프레임율이 저하된다.
한편, 도 5(a)과 같이 일반적인 1D 변환자를 사용하는 초음파 영상 형성 장치에서 고도방향 해상도의 경우 기계적인 렌즈를 사용하므로 렌즈의 곡률에 해당하는 집속점을 벗어난 지점에서는 송수신 양방향 고정 집속으로 인해 해상도의 질이 현저히 떨어진다. 이때, 고도방향에 대해서도 측방향처럼 배열 변환자를 사용하게 되면 2D 배열 변환자가 되어 영상의 질은 뚜렷이 개선될 수 있지만 시스템의 복잡성이 크게 증대하여 실제 구현이 어렵다. 그러나, 도 5(b)에 도시된 바와 같이, 고도 방향으로 작은 개수의 배열변환소자로 나눈 1.5D 배열 변환자를 사용하면 하드 웨어적인 복잡성을 크게 줄이면서 송신 집속점을 변화시킬 수 있고 수신 동적 집속이 가능해져 영상의 해상도를 향상시킬 수 있다. 그러나, 이러한 방법도 송신시 고정 집속된 집속면을 벗어난 영역에서는 고도 방향으로의 해상도가 저하되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해소하기 위한 것으로서, 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 집속 기법을 이용함으로써 프레임율의 저하없이 초음파 영상의 해상도를 개선시킬 수 있는 초음파 영상 형성 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
본 발명의 다른 목적은, 가중된 직교 쳐프 신호를 이용하여 동시에 다수개의 주사선을 획득함으로써 프레임율을 향상시킬 수 있는 초음파 영상 형성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.
본 발명의 또 다른 목적은, 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 기법을 이용함으로써 프레임율의 저하없이 주파수 합성 방법을 적용할 수 있는 초음파 영상 형성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은, 주파수 대역 분할 방식을 사용하여 가중 쳐프 신호를 설계함에 있어서, 인접한 가중 쳐프 신호의 시간에 따른 주파수 변화율을 상호 엇갈리게 배치하고, 인접한 가중 쳐프 신호간의 대역이 소정폭만큼 겹치도록 함으로써 직교 특성을 갖도록 한 초음파 영상 형성 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 초음파 영상 형성 장치는, 대상체에 대한 초음파 영상을 형성하는 장치에 있어서, 서로 직교하는 N개의 직교 코드를 포함한 가중된 직교 쳐프 신호를 저장하는 수단, 상기 가중된 직교 쳐프 신호를 초음파 송신 신호로서 상기 대상체내에 대응하는 N개의 집속점에 동시에 송신하는 수단, 상기 송신된 초음파 신호에 대해 상기 대응하는 N개의 집속점으로부터 반사된 신호를 수신하는 수단, 상기 반사 신호로부터 상기 저장된 N개의 직교 코드를 추출하여 각각의 직교 코드에 대해 펄스 압축을 수행하는 수단, 상기 펄스 압축된 신호로부터 수신 집속된 신호를 생성하는 수단, 및 상기 수신 집속된 신호를 처리하여 디스플레이하기 위한 수단을 포함한다.
본 발명에 따른 초음파 영상 형성 방법은, 대상체에 대한 초음파 영상을 형성하는 방법에 있어서, 서로 직교하는 N개의 직교 코드를 포함한 가중된 직교 쳐프 신호를 마련하는 단계, 상기 가중된 직교 쳐프 신호를 초음파 송신 신호로서 상기 대상체내에 대응하는 N개의 집속점에 동시에 송신하는 단계, 상기 송신된 초음파 신호에 대해 상기 대응하는 N개의 집속점으로부터 반사된 신호를 수신하는 단계, 상기 반사 신호로부터 상기 저장된 N개의 직교 코드를 추출하여 각각의 직교 코드에 대해 펄스 압축을 수행하는 단계, 상기 펄스 압축된 신호로부터 수신 집속된 신호를 생성하는 단계, 및 상기 수신 집속된 신호를 처리하여 디스플레이하기 위한 단계를 포함한다.
이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
본 발명은 프레임율의 저하없이 개선된 해상도를 얻을 수 있는 방안으로서 도 6에 도시된 바와 같은 동시 다중 송신 집속 기법(simultaneous multiple transmit focusing method)을 사용한다. 동시 다중 송신 집속 기법은 짧은 펄스를 사용하는 기존의 방법과는 달리 긴 코드를 사용하는 펄스 압축 기법을 기반으로 하여 여러 송신 집속점(예를 들면, 도 6의 집속점 1 및 집속점 2)에 서로 독립적으로 집속되는 직교 쳐프(orthohonal chirp) 신호들(예를 들면, 도 6의 코드 1 및 코드 2)을 동시에 송신하고, 수신시 이를 집속 위치별로 분리해서 집속 위치 부근의 좁은 폭의 측방향 빔패턴을 결합하여 빔패턴(a)를 형성함으로써 영상의 해상도를 개선시킨다. 즉, 일반적인 다중 송신 집속 기법을 프레임율의 저하없이 한번의 송수신으로 수행하는 것이다.
이때, 송신시 동시에 여러 위치에 빔을 집속하기 위해서 사용된 쳐프 신호들은 주파수 대역에서 분할되어 서로가 직교 특성(orthogonal property)을 갖도록 설계되는데 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.
쳐프 신호는 펄스 압축 기법에 사용되는 여러 신호 중 하나로써 상관기(correlator)를 통해서 짧은 펄스로 펄스 압축이 가능하며 특히 제한된 대역폭을 갖는 초음파 변환자의 주파수 스펙트럼과 잘 정합되는 특성이 있다. 쳐프(chirp)신호는 선형 주파수 변조 신호(linear frequency modulatio signal)라고도 하며 수학식 1에 나타난 것처럼 각 주파수 ω가 ω= omega_ 0 + μt와 같이 시간에 따라 선형적으로 변하는 신호이다.

수학식 1

$$s(t)=Aw(t)e^{j(\omega_0 t+\frac{\mu}{2}t^2)}$$

여기서, A는 임의의 진폭이고, ω $_0$는 쳐프 신호의 중심 각 주파수이고, μ는 각 주파수의 변화율을 나타내고, ω(t)는 송신되는 쳐프 신호의 포락선을 결정짓는 창(window)함수를 나타낸다.
도 7는 가중된 쳐프 신호의 특성을 보인 것으로, 도 7(a)와 7(b)는 사각 창(rectangular window)함수로 가중된 쳐프 신호의 순시 주파수와 파형을 각각 나타내고 있고, 도 7(c)는 도 7(b)의 사각 창 함수로 가중시킨 쳐프 신호를 상관기를 이용하여 압축한 파형을 보인 것이다. 상관기를 통과시켜 압축시킨 쳐프 신호의 주엽폭(mainlobe width)은 변화하는 주파수의 대역폭에 반비례하며, 주엽과 측엽은 가중시킨 윈도우의 종류에 따라 달라지게 된다. 따라서, 주파수의 대역폭과 가중 창 함수의 선택은 신호를 설계하는데 중요한 요소가 된다.
송신시 동시에 각 집속점에 집속된 신호들을 분리하기 위해서는 사용된 신호들이 서로 직교 특성을 가져야 가능하다. 본 발명에서는 좋은 압축 특성과 직교 특성을 갖는 쳐프 신호를 송신 신호로 사용하는데, 쳐프 신호는 제한된 대역폭을 가지는 초음파 변환자의 주파수 스펙트럼과 잘 정합되는 특성을 가지고 있고, 원하는 주파수 대역을 갖도록 신호를 설계할 수 있는 특성이 있다. 본 발명에서는, 정합 과정을 통과한 신호가 아래의 수학식 2와 같은 특성을 갖도록 송신 신호들을 설계 한다.

수학식 2

$$s_i(t) \otimes s_j^*(-t) = \begin{cases} \delta(t), & i=j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

여기서, S_i와 S_j는 각각 i번째와 j번째 신호를 의미하고, $\otimes$는 시간 컨볼루션(convolution)을 의미하며, *는 공액 복소수(complex conjugate)를 나타낸다. 즉, 수학식 2는 S_i와 S_j의 상관 과정을 의미하는데 두 신호가 같을 경우는 상관 결과가 델타 함수로 이상적인 압축 특성을 보이고 두 신호가 다른 경우는 상관 결과가 0이 되어 완전한 직교 특성을 보이게 된다.

도 8은 초음파 변환자의 제한된 주파수 대역폭안에서 서로 직교 특성을 갖는 쳐프 신호의 설계방법을 개념적으로 도시한 것이다. 도 8에서 보듯이, 실선으로 표기된 각 쳐프 신호를 겹치지 않게 배치하여 서로 직교하는 신호를 설계한다. 도 8에서 S_i는 i번째 쳐프 신호의 주파수 스펙트럼을 나타낸다. 모든 쳐프 신호들은 해닝 창 함수를 이용하여 가중되었으며 초음파 변환자의 주파수 응답(점선)을 사각 함수로 표시하였다.

도 8에서 제한된 주파수 대역을 너무 많이 나누어 신호를 설계하게 되면 각 신호가 갖는 주파수 대역은 상대적으로 줄어들게 되고, 줄어든 주파수 대역으로 인해서 상관기를 통해 압축된 신호의 주엽폭이 증가하게 된다. 이는 초음파 영상의 축방향 해상도에 좋지 않은 영향을 주므로 실제적으로 많은 수의 신호를 사용할 수 는 없다.

따라서, 신호를 설계할 때 각 신호의 대역폭을 가능한 최대로 하고, 신호간의 상관도를 최소로 하여 서로를 분리해 낼 수 있도록 하는 것이 가장 중요하다.

이를 위하여, 본 발명에서는 주파수 영역에서 인접한 두 송신 신호들이 가능한 넓은 주파수 대역을 공유하도록 하여 주어진 대역폭내에 많은 송신 신호들을 설계하였는데, 두 신호간의 상호상관(crosscorrelation)값이 각 신호의 자기 상관(autocorrelation) 최대값에 비하여 최소 40dB 이하가 되도록 하였다. 또한, 인접한 두 송신 신호의 공유된 주파수 영역, 즉 대역 겹침의 정도는 신호의 대역폭과 사용된 가중 창 함수에 따라 달라지는데, 본 발명에 적용된 해닝 창 함수의 경우에는 30dB 대역폭의 25%정도의 대역폭 겹침은 펄스 압축기를 통한 신호의 출력에서 의료 영상 시스템에서 요구되는 -40dB이하의 측엽을 얻을 수 있었는데, 이러한 대역폭 겹침이 적용된 인접한 가중 직교 쳐프 신호들의 설계방법을 도 9에 도시하였다.

도 9는 인접한 두 쳐프 신호의 시간에 따른 주파수 변화율의 부호가 서로 다른 경우를 나타내는데, 한 신호(즉, $S_i(t)$)는 시간에 따라 주파수가 증가하는 신호이고 다른 신호(즉, $S_{i+1}(t)$)는 시간에 따라 주파수가 감소하는 신호이다. 도 9에서 보듯이, 변환자의 주파수 대역을 두 부분으로 나누어 위의 두 신호(즉, $S_i(t)$ 및 $S_{i+1}(t)$)를 생성했는데, 각 주파수 대역을 -40dB 이하의 측엽을 얻을 수 있는 한도 내에서 일부분을 겹쳐 각각이 갖는 대역폭을 증가시킨다. 이렇게 설계된 쳐프 신호들은 서로가 다른 주파수 대역을 갖게 되어 영상의 해상도에 영향을 주게 되는데, 초음파 영상에 있어서 측방향 해상도를 결정짓는 주엽폭(mainlobe width) x는 아래의 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$x = 2\frac{\lambda z}{D} = 2\left(\frac{v}{f}\right)\frac{z}{D}$$

여기서, λ는 파장을, z는 진행하는 깊이를, D는 변환자의 구경(aperture) 크기를, v는 초음파의 속도를, f는 주파수를 각각 의미한다. 수학식 3에서 주엽폭 x는 주파수 f와 진행하는 깊이 z에 의해 영향을 받는다. 즉, 어떤 주파수 대역을 갖는 쳐프 신호를 어떤 위치에 사용하는가에 따라 측방향 해상도가 달라지게 된다. 주엽폭은 주파수와 반비례하고 깊이에 비례하므로 고주파일수록 그리고 깊이가 얕을수록 측방향 해상도는 더 좋아진다. 따라서, 본 발명에서는 깊이에 따라 영상의 측방향 해상도의 질을 일정하게 유지하기 위해서 저주파 성분을 얕은 지역(near field)에 고주파 성분을 깊은 지역(far field)에 집속하는 방식을 사용한다. 이는 본 발명에서는 가중 쳐프 신호를 사용한 펄스 압축 방법이 사용되기 때문에 일반적인 펄스 집속 영상에 비하여 매우 높은 신호 대 잡음비(SNR)를 얻을 수 있어 높은 주파수 신호를 사용하는 경우에도 깊은 곳에서 낮은 주파수를 사용한 펄스 집속 방법이 제공하는 SNR을 얻을 수 있기 때문이다. 그러나, 사용자의 필요에 따라 위와는 반대로 저주파 성분을 깊은 지역에 고주파 성분을 얕은 지역에 집속하는 방식도 사용가능하다.

다음으로, 본 발명에서 구현하고자 하는 동신 다중 송신 집속 기법을 구현하기 위한 초음파 영상 형성 장치를 도 10을 통해 살펴보기로 한다. 본 발명에서는 초음파 송수신시 일반적인 선형 쳐프 신호 대신에 해닝 창(window)함수로 가중된 가중 쳐프 신호를 펄스 압축 신호로 사용한다. 비록 본 발명에서는 쳐프 신호가 해닝 창 함수로 가중되었지만 다른 창함수에 의해 가중될 수도 있다. 예를 들면, 해닝 창 함수 이외에도 해밍 창 함수, 블랙만 창 함수, 카이저 창 함수 등이 사용가능하다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 동시 다중 송신 집속 기법을 구현하기 위한 초음파 영상 형성 장치를 개략적으로 도시한 블록도로서, 도 11은 도 10의 송신 직교 코드 패턴 메모리(14)에 저장된 다수의 코드 패턴들을 개념적으로 도시한 것이고, 도 12는 도 10의 펄스 압축부(25)의 내부의 상관기 구조를 개념적으로 도시한 것이고, 도 13은 송신 집속점에 대한 직교 코드들을 분리하고 압축하기 위해서 제 1 상관기(31)와 제 2 상관기(32)에 인가되는 계수의 변화를 도식적으로 나타낸 도면이다.

전술한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 초음파 영상 형성 장치의 각 구성요소를 상세히 설명하면 다음과 같다.

초음파 송신부인 펄서(12)는 송신 직교 코드 패턴 메모리(14)에 저장된 송신 신호의 패턴을 입력받고, 이를 증폭하여 배열 변환자(1)에 전달하는 역할을 수행한다. 이 펄서(12)는 임의의 신호를 선형적으로 증폭시키는 역할을 수행하도록 구현될 수 있다. 송신 직교 코드 패턴 메모리(14)에는 송신 신호 패턴으로서 가중된 직 교 쳐프 신호가 저장되는데, 이는 도 11에 도시된 바와 같은 n개의 직교 코드의 형태로 저장되고, 제 1 코드(C1)과 제 2 코드(C2) 및 제 3 코드(C3)와 제 4 코드(C4)는 상호 직교하는 코드로서 도 9에 도시된 바와 같은 주파수 특성을 갖고 있다. 즉, 예를 들어, 제

1 코드(C1)가 저주파에서 고주파로 상승하는 쳐프 신호라면, 제 2 코드(C3)는 이에 직교하도록 고주파에서 저주파로 감소하는 쳐프 신호로 설정된다.

송신을 위한 지연 패턴은 송신 지연 제어기(15)에 의해 결정되는데, 송신 지연 제어기(15)는 사용자가 선택한 도 13에 도시된 바와 같은 여러 송신 집속점들에 대한 지연값들을 계산하고 n개의 직교 코드가 저장된 송신 직교 코드 패턴 메모리(14)에서 각 송신 직교 코드(C1 Cn)들을 읽어 가산기(13)로 출력한다. 이때, 각 직교 코드들은 각각에 대응되는 송신 집속점에 대한 지연 시간을 고려하여 더해지고 펄서(12)를 거쳐 배열 변환자(1)를 통하여 대상체로 송신된다.

도 10에서 배열 변환자(1)는 k개의 변환소자로 이루어져 초음파를 송수신한다. 모든 직교 코드들을 포함하는 수신 신호는 배열 변환자(1)를 통과한 후 송수신 스위치(21)를 거쳐 각 채널별로 시간 이득 보상기(TGC)와 아날로그-디지털 변환기(ADC)로 구성된 수신부(22)로 전달된다. 송수신 스위치(21)는 펄서(12)에서 방출되는 고압의 전력이 수신부(22)에 영향을 주지 않도록 하는 디플렉서 역할을 한다. 즉, 배열 변환자(1)가 송신 및 수신을 번갈아 가며 수행할 때, 송신부인 펄서(12)와 수신부(22)를 배열 변환자(1)에 적절히 스위칭해주는 역할을 한다. 수신부(22)는 직교 코드를 포함한 수신 신호를 펄스 압축부(25)로 전달한다.

제 1 및 제 2 빔형성부(26,27)는 펄스 압축부(25)로부터 펄스 압축된 신호를 입력받아 수신 집속 지연부(28)로부터의 지연값을 참조해서 수신집속을 수행한다. 신호 처리부(29)는 엔벨로프 검출(envelope detection), 로그 압축(log compression) 등을 수행해서 B-모드 영상을 구성할 수 있는 신호를 생성시키는 역할을 한다. 스캔 변환부(30)는 B-모드 영상 신호를 실제 모니터에 표시되는 형태로 변환해주는 역할을 한다.

전술한 구성요소 중에서 본 발명의 특징은 펄스 압축부(25)의 내부 구조와 동작에 있으므로, 이하 펄스 압축부(25)를 상세히 설명하기로 한다.

펄스 압축부(25)는 긴 코드 신호를 짧은 펄스 신호로 압축하기 위하여 수신된 가중 직교 쳐프 신호를 도 12에 도시된 제 1 및 제 2 상관기(31,32)를 각각 통과시킨다. 따라서, 제 1 코드(C1) 및 제 3 코드(C3) 등의 홀수번째 코드는 제 1 상관기(31)에 의해 펄스 압축 처리되고, 이에 직교하는 제 2 코드(C2) 및 제 4 코드(C4) 등의 짝수번째 코드는 제 2 상관기(32)에 의해 펄스 압축 처리된다.

도 10에 도시된 초음파 영상 형성 장치는 인접한 두 개의 송신 집속점에 대하여 각각 한 개의 상관기와 한 개의 빔형성기를 구비한다. 따라서, 본 발명에서는 도 10 및 도 12에 도시된 바와 같이 두 개의 상관기(31,32)와 두 개의 빔형성기(26,27)를 사용하여 동시 다중 송신 집속이 구현된다.

도 12는 모든 송신 집속점에 대한 직교 코드들을 분리하고 압축하기 위해서 제 1 상관기(31)와 제 2 상관기(32)에 인가되는 계수의 변화를 도식적으로 나타낸 것으로, 수신 신호는 각 채널별로 상관기(31,32)를 통해 압축되는 동시에 분리된 다. 이때, 제 1 상관기(31)의 계수는 제 1 집속점에 대해 송신 신호(C1)를 사용하고 제 2 집속점에 대해 송신 신호(C3)를 사용하며, 제 2 상관기(32)의 계수는 제 1 상관기(31)와 서로 엇갈리도록 제 2 집속점에 대해 송신 신호(C2)를 사용하고 제 4 집속점에 대해 송신 신호(C4)를 사용한다. 각 상관기에 의하여 채널별로 압축되고 분리된 신호들은 두 개의 빔형성기(26,27)에 의하여 각각 수신 동적 집속된다. 이렇게 집속된 각 송신 집속점에 대한 신호들은 에코 프로세싱(echo processing)과정에서 거리에 따라 구간별로 선택되어 하나의 신호로 결합된다. 이렇게 상관기와 집속기를 두 벌로 두고 제 1 상관기(31)와 제 2 상관기(32)의 상관 영역을 겹침(overlap)으로써 두 영상을 오류없이 부드럽게 합성할 수 있다.

도 14는 본 발명에 적용된 두 개의 가중 쳐프 신호의 파형과 주파수 특성을 보인 것으로, 도 14(a) 및 도 14(b)는 제 1 송신 쳐프 신호(C1)과 제 2 송신 쳐프 신호(C2)의 시간 영역에서의 파형을 나타내고, 도 14(c) 및 도 14(d)는 두 쳐프 신호(C1,C2)의 주파수 특성을 각각 나타낸다. 제 1 송신 쳐프 신호(C1)는 저주파 성분의 쳐프 신호로서 도 14(d)에서 실선으로 표시되어 있고, 제 2 송신 쳐프 신호(C2)는 제 1 송신 쳐프 신호(C1)에 직교하는 고주파 성분의 쳐프 신호로서 도 14(d)에서 점선으로 표시되어 있다.

도 14에 도시된 각각의 쳐프 신호를 독립적으로 송신하여 얻은 데이터의 특성을 도 15에 도시하였다. 도 15(a) 및 도 15(b)는 각각 두 개의 쳐프 신호(C1,C2)에 대한 수신 신호의 시간 파형이고, 도 15(c) 및 도 15(d)는 두 쳐프 신호(C1,C2)의 주파수 특성을 각각 나타낸다.

도 15에서 제 1 송신 쳐프 신호(C1)에 대한 수신 신호의 30dB 대역폭이 제 2 송신 쳐프 신호(C2)에 대한 수신 신호의 대역폭보다 감소되고, 변환자 주파수 대역폭의 양 끝 부분에서 손실된 것을 알 수 있다. 또한, 저주파 성분의 제 1 송신 쳐프 신호(C1)보다 고주파 성분의 제 2 송신 쳐프 신호(C2)에서 신호의 대역폭이 더 많이 줄어들었는데 이것은 고주파 성분에 대한 감쇄가 더 심하기 때문이다. 도 15(c) 및 15(d)에는 각 쳐프 신호(C1,C2)가 갖는 기본 주파수 성분 외에 중심 주파수의 2배되는 주파수 대역에 고조파 성분이 나타나 있다. 고조파 성분은 신호가 매질을 진행할 때 매질의 비선형 특성에 의해 발생하는데, 본 발명에서는 고조파 성분이 두 신호간의 상호상관 결과와 함께 다른 신호에 상호 간섭으로 작용될 수 있기 때문에 가능한 고조파 성분의 생성을 제한한다. 즉, 송신 신호의 첨두 전압을 낮게 유지하거나, 고조파 성분의 주파수 대역이 상관계수의 주파수 대역과 겹치지 않도록 설계한다. 게다가, 고조파 성분의 주파수 대역이 변환자의 주파수 대역을 벗어나면, 수신시 변환자에 의해 필터링되어 제거될 수 있다.

본 발명에서는 직교 특성을 갖는 여러 쳐프 신호들을 시간 지연을 고려하여 더한 후 동시에 송신하고 이를 수신시에 완전히 분리할 수 있다. 도 16은 이러한 동시 송신한 후 신호의 완전분리의 가능함을 설명하기 위한 도면으로서, 두 쳐프 신호(C1,C2)를 시간 지연없이 더하여 송신한 후 수신 신호의 파형과 주파수 특성 그리고 상관함수의 시간 파형과 주파수 특성을 나타낸 것이다.

도 16(a)의 시간 파형에서 각 쳐프 신호의 형태를 구분할 수 없지만 도 16(b) 16(c)의 수신 신호의 주파수 특성을 살펴보면 각 쳐프 신호의 주파수 대역 성분이 유지되고 있다. 도 16(d)는 제 1 송신 쳐프 신호(C1)에 의한 상관함수의 시간 파형을 나타내고, 도 16(f)는 제 1 송신 쳐프 신호(C1)에 의한 상관함수의 주파수 특성을 나타낸다. 도 16(e)는 제 2 송신 쳐프 신호(C2)에 의한 상관 함수의 시간 파형을 나타내고, 도 16(g)는 제 2 송신 쳐프 신호(C2)에 의한 상

관함수의 주파수 특성을 나타낸다. 도 16(d) 16(g)를 통해 제 1 송신 쳐프 신호(C1)과 제 2 송신 쳐프 신호(C2)를 도 12의 각각의 상관기(31,32)를 통해 완전히 분리할 수 있음을 알 수 있다.
도 17은 제 1 송신 쳐프 신호(C1)에 시간 지연을 갖는 제 2 송신 쳐프 신호(C2)를 더하여 송신한 경우의 수신 신호의 파형, 주파수 특성, 각 신호에 대한 상관함수의 시간 파형과 주파수 특성을 보인 것이다. 도 17(a)는 수신 신호의 파형을 보인 것이고, 도 17(b)는 수신 신호의 주파수 특성을 나타낸 것이고, 도 17(c)는 수신 신호의 주파수 특성을 로그스케일[dB]로 나타낸 것이고, 도 17(d)는 제 2 송신 쳐프 신호(C2)의 주파수 특성을 나타낸 것으고, 도 17(e)는 제 1 송신 쳐프 신호(C1)의 주파수 특성을 로그스케일[dB]로 나타낸 것이고, 도 17(f)는 제 2 송신 쳐프 신호(C2)의 주파수 특성을 로그스케일[dB]로 나타낸 것이다. 도 17을 통해 서로 시간 지연을 갖는 두 개의 쳐프 신호를 더하여 송신한 경우에도 도 12의 상관기(31,32)에 의해 완전히 분리될 수 있음을 알 수 있다.
한편, 도 10에 도시된 초음파 영상 형성 장치의 다른 실시예로서 각 채널별로 시간 이득 보상기와 AD 변환기를 거친 수신 신호들을 하나의 빔형성기에 의하여 동적 집속한 후 직교코드를 위한 두 개의 상관기를 통해 깊이에 따라 각 직교 코드 별로 분리하고 짧은 신호로 압축하는 방법도 제안될 수 있다. 이러한 구성은 도 10과 비교하여 초음파 영상의 질은 떨어지나, 상관기와 빔형성기의 순서를 바꿈으로써 한 벌의 집속기와 단 두 개의 상관기만이 요구되므로 수신부의 하드웨어가 간단해지는 효과가 있다.
결론적으로, 도 14 내지 도 17를 통하여 다수의 집속점에 각각 집속되는 송신 신호들을 한번에 송신하고 수신시 각 신호를 분리할 수 있음을 알 수 있으며, 이로써 프레임율의 저하없이 해상도가 개선되는 효과가 있다.
도 18은 본 발명에서 가중 직교 쳐프 신호를 사용하여 동시 다중 송신 집속 방법을 이용한 주파수 합성 방법을 보인 것이다. 도 18에서 보듯이, 본 발명에 따른 가중 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 집속 방법에 의하면, 주파수 대역 분할(frequency band division) 방법에 의해 설계된 서로 다른 주파수 대역의 직교 쳐프 신호를 동시에 원하는 영역에 집속하여 송신한 이후 수신된 신호들을 각각 상관기를 통해 분리하고 압축하여 각각 분리된 다룬 주파수 대역의 신호들의 평균값을 취함으로써 스페클 패턴을 줄일 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 한 번의 송수신으로 이와 같은 결과를 얻을 수 있으므로 프레임율이 저하되지 않는다.
도 19는 직교 코드를 동시 다중 송신하여 한번의 송수신으로 여러 주사선을 획득하는 방법을 보인 것이다. 도 19는 일예로서 세 개의 직교 코드를 사용하여 세 개의 주사선을 얻는 것을 도시하였지만, 이에 국한되지 않고 그 이상의 갯수의 직교 코드와 주사선을 사용할 수 있다. 도 19에서 보듯이, 각 주사선에 대해 서로 다른 직교 코드를 동시에 송신하고 수신시 각 신호를 상관기에 의해 분리하여 각 독 립된 코드에 의한 주사선을 획득함으로써 프레임율을 향상시킬 수 있다. 이때, 각 직교 코드는 대응되는 주사선에 대해 송신 지연(transmit delay)을 가지고, 수신시 동적집속(dynamic focusing)되는 과정에서도 각각의 코드에 대해 획득되는 주사선에 대한 수신 지연을 다르게 적용하는 것이 필요하다.
비록 본 발명이 상기의 상세한 설명에 의해 특별히 도시되고 설명되었지만, 첨부된 특허 청구 범위에 의해 정의된 발명의 본질과 범위에서 벗어나지 않고서도 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 다양한 다른 변경을 가할 수 있다는 것은 자명하다. 또한, 본 발명에서는 직교 코드로서 가중 쳐프 신호를 예로 들어 설명하였지만, 골레이 코드 등 다른 직교 특성을 갖는 신호에 충분히 적용가능하다.

발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 초음파 영상 형성 장치 및 방법은, 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 집속 기법을 이용함으로써 프레임율의 저하없이 초음파 영상의 해상도를 개선시킬 수 있다. 즉, 각 주사선마다 집속점 수만큼 초음파를 송수신할 필요가 없이 다수의 집속점에 각각 집속되는 송신 신호들을 한번에 송신하고 수신시 각 신호를 분리할 수 있어 프레임율의 저하없이 해상도가 개선된다.
또한, 이러한 동시 다중 송신 집속 기법을 도 3(b)에 도시된 바와 같은 1.5D 배열 변환자에 적용함으로써, 기존의 고정 집속된 집속면을 벗어난 영역에서 고도 방향으로의 해상도 저하를 방지할 수 있다. 배열변환자는 1.5D 변환자에 국한되지 않고 1.25D, 1.5D, 1.75D, 2D 변환자도 사용될 수 있다.
또한, 본 발명에 따른 초음파 영상 형성 장치 및 방법은 가중된 직교 쳐프 신호를 이용한 동시 다중 송신 기법을 이용함으로써 프레임율의 저하없이 주파수 합성 방법을 적용할 수 있다.
아울러, 주파수 대역 분할 방식을 사용하여 가중 쳐프 신호를 설계함에 있어서, 인접한 가중 쳐프 신호의 시간에 따른 주파수 변화율을 상호 엇갈리게 배치하고, 인접한 가중 쳐프 신호간의 대역이 소정폭만큼 겹치도록 함으로써 양호한 직교 특성을 갖는 신호설계를 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

대상체에 대한 초음파 영상을 형성하는 장치에 있어서,
서로 직교하는 N개의 직교 코드를 포함한 가중된 직교 신호를 저장하는 수단,
상기 가중된 직교 신호를 초음파 송신 신호로서 상기 대상체내에 대응하는 N개의 집속점에 동시에 송신하는 수단,
상기 송신된 초음파 신호에 대해 상기 대응하는 N개의 집속점으로부터 반사된 신호를 수신하는 수단,
상기 반사 신호로부터 상기 저장된 N개의 직교 코드를 추출하여 각각의 직교 코드에 대해 펄스 압축을 수행하는 수단,
상기 펄스 압축된 신호로부터 수신 집속된 신호를 생성하는 수단, 및

상기 수신 집속된 신호를 처리하여 디스플레이하기 위한 수단
을 포함한 것을 특징으로 하는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
해닝, 해밍, 블랙만, 카이저 등의 다양한 창함수 중에서 어느 하나의 창함수로 가중된 쳐프 신호인 초음파 영상 형성 장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
저주파에서 고주파로 상승하는 제 1 송신 쳐프 신호, 및
고주파에서 저주파로 감소하는 제 2 송신 쳐프 신호를 포함하는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
저주파 대역의 제 1 신호를 상기 송신수단 및 상기 수신수단과 가까운 영역에 집속하고, 고주파 대역의 제 2 신호를 상기 송신수단 및 상기 수신수단과 먼 영역에 집속하는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 펄스 압축 수단은
상기 N개의 직교 코드 중에서 홀수번째 코드를 펄스 압축하기 위한 제 1 상관기, 및
상기 N개의 직교 코드 중에서 짝수번째 코드를 펄스 압축하기 위한 제 2 상관기를 포함하는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 제 1 상관기는 상기 홀수번째 코드를 펄스 압축한 신호로부터 수신 집속 신호를 생성하는 제 1 빔형성기에 접속되고, 상기 제 2 상관기는 상기 짝수번째 코드를 펄스 압축한 신호로부터 수신 집속 신호를 생성하는 제 2 빔형성기에 접속되는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
상기 N개의 직교 코드를 이용해서 동시에 다수개의 주사선을 획득하는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 동시에 다수개의 주사선을 획득하는 방식은 1.25D, 1.5D, 1.75D, 및 2D 배열변환자에 적용되는 초음파 영상 형성 장치.

청구항 9.

대상체에 대한 초음파 영상을 형성하는 방법에 있어서,
서로 직교하는 N개의 직교 코드를 포함한 가중된 직교 신호를 마련하는 단계,
상기 가중된 직교 신호를 초음파 송신 신호로서 상기 대상체내에 대응하는 N개의 집속점에 동시에 송신하는 단계,
상기 송신된 초음파 신호에 대해 상기 대응하는 N개의 집속점으로부터 반사된 신호를 수신하는 단계,
상기 반사 신호로부터 상기 저장된 N개의 직교 코드를 추출하여 각각의 직교 코드에 대해 펄스 압축을 수행하는 단계,
상기 펄스 압축된 신호로부터 수신 집속된 신호를 생성하는 단계, 및
상기 수신 집속된 신호를 처리하여 디스플레이하기 위한 단계
를 포함한 것을 특징으로 하는 초음파 영상 형성 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
해닝, 해밍, 블랙만, 카이저 등의 다양한 창함수 중 어느 하나의 창함수로 가중된 쳐프 신호인 초음파 영상 형성 방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
저주파에서 고주파로 상승하는 제 1 송신 쳐프 신호, 및
고주파에서 저주파로 감소하는 제 2 송신 쳐프 신호를 포함하는 초음파 영상 형성 방법.

청구항 12.

제 9 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
저주파 대역의 제 1 신호를 상기 대상체내의 가까운 영역에 집속하고, 고주파 대역의 제 2 신호를 상기 대상체내의 먼 영역에 집속하는 초음파 영상 형성 방법.

청구항 13.

제 9 항에 있어서, 상기 펄스 압축 단계는
상기 N개의 직교 코드 중에서 홀수번째 코드를 펄스 압축하기 위한 제 1 상관 과정, 및
상기 N개의 직교 코드 중에서 짝수번째 코드를 펄스 압축하기 위한 제 2 상관 과정을 포함하는 초음파 영상 형성 방법.

청구항 14.

제 9 항에 있어서, 상기 가중된 직교 신호는
상기 N개의 직교 코드를 이용해서 동시에 다수개의 주사선을 획득하는 초음파 영상 형성 방법.

청구항 15.

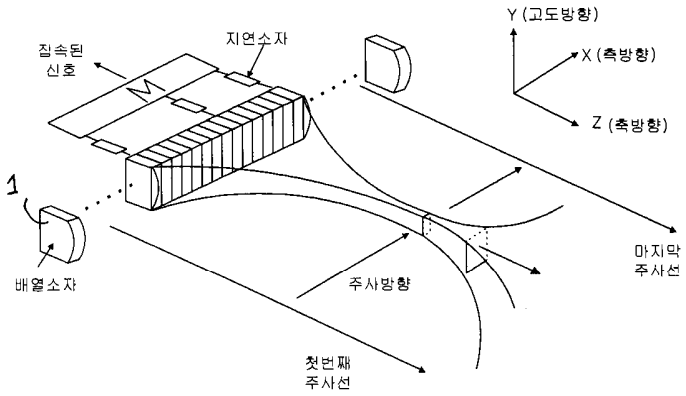
제 14 항에 있어서, 상기 동시에 다수개의 주사선을 획득하는 방식은 1.25D, 1.5D, 1.75D, 및 2D 배열변환자에 적용되는 초음파 영상 형성 방법.

청구항 16.

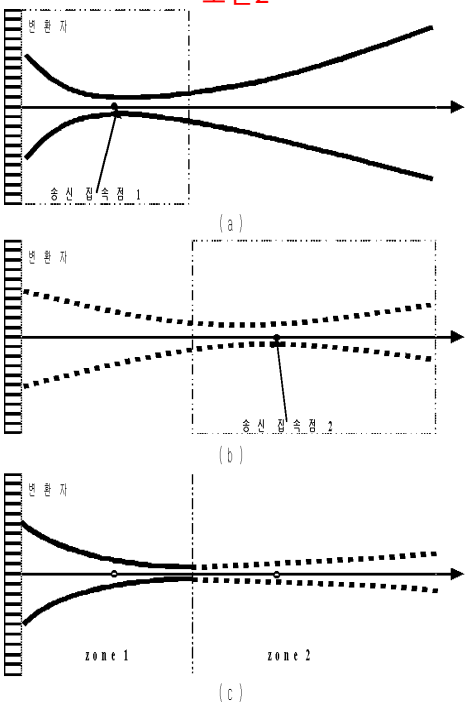
제 13 항에 있어서, 상기 제 1 상관 과정 및 제 2 상관 과정에 의해 펄스 압축 처리된 각각의 신호는 별도로 수신 집속 처리되는 초음파 영상 형성 방법.

도면

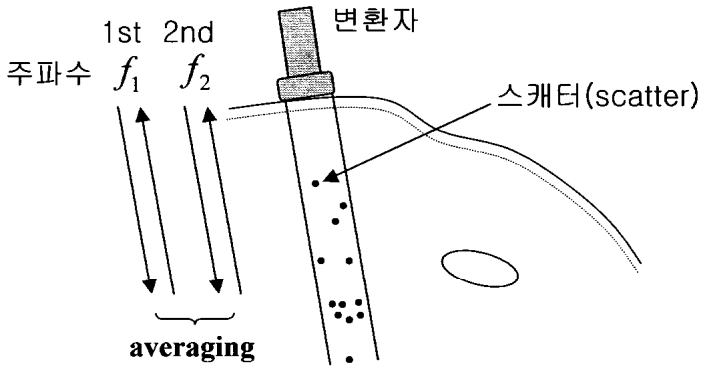
도면1



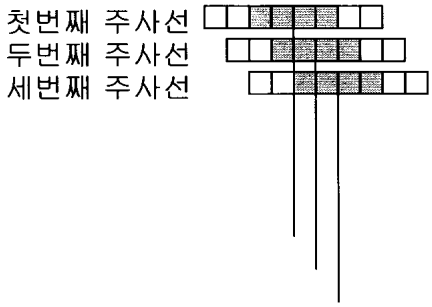
도면2



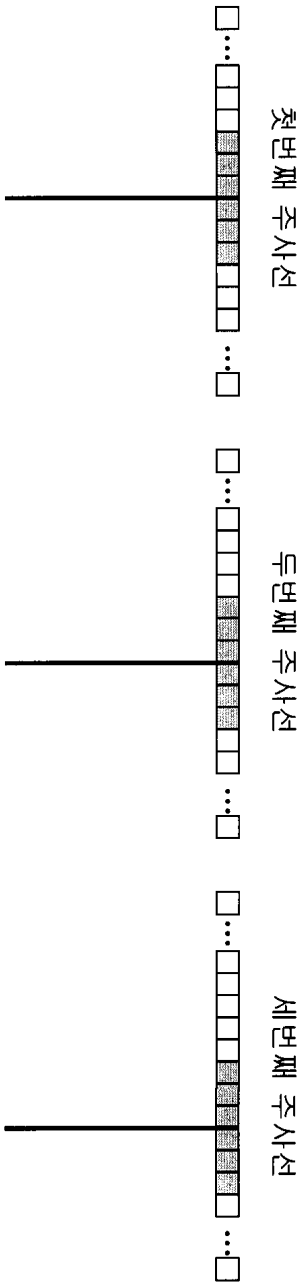
도면3


1st 2nd
주파수 f_1 f_2
변환자
스캐터(scatter)
averaging

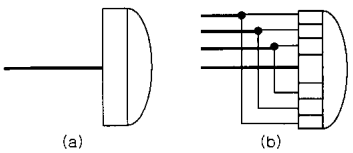
도면4a


첫번째 주사선
두번째 주사선
세번째 주사선

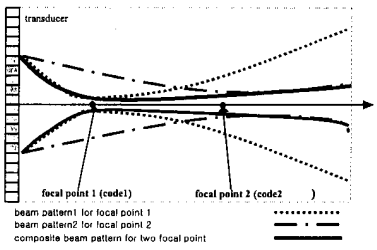
도면4b


첫번째 주사선
두번째 주사선
세번째 주사선

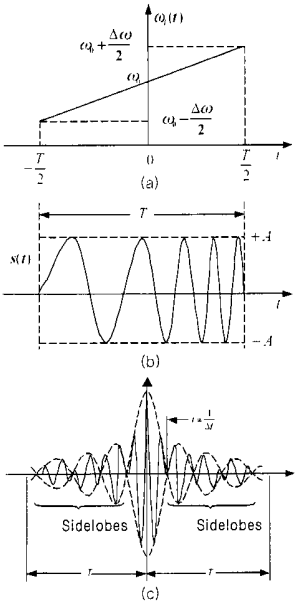
도면5


(a)
(b)

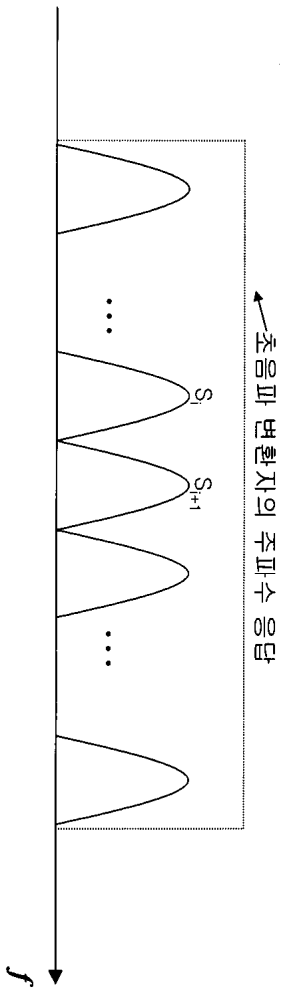
도면6


transducer
focal point 1 (code1)
focal point 2 (code2)
beam pattern1 for focal point 1
beam pattern2 for focal point 2
composite beam pattern for two focal point

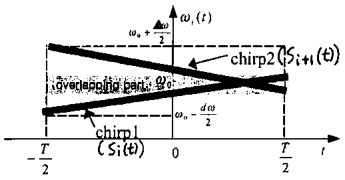
도면7



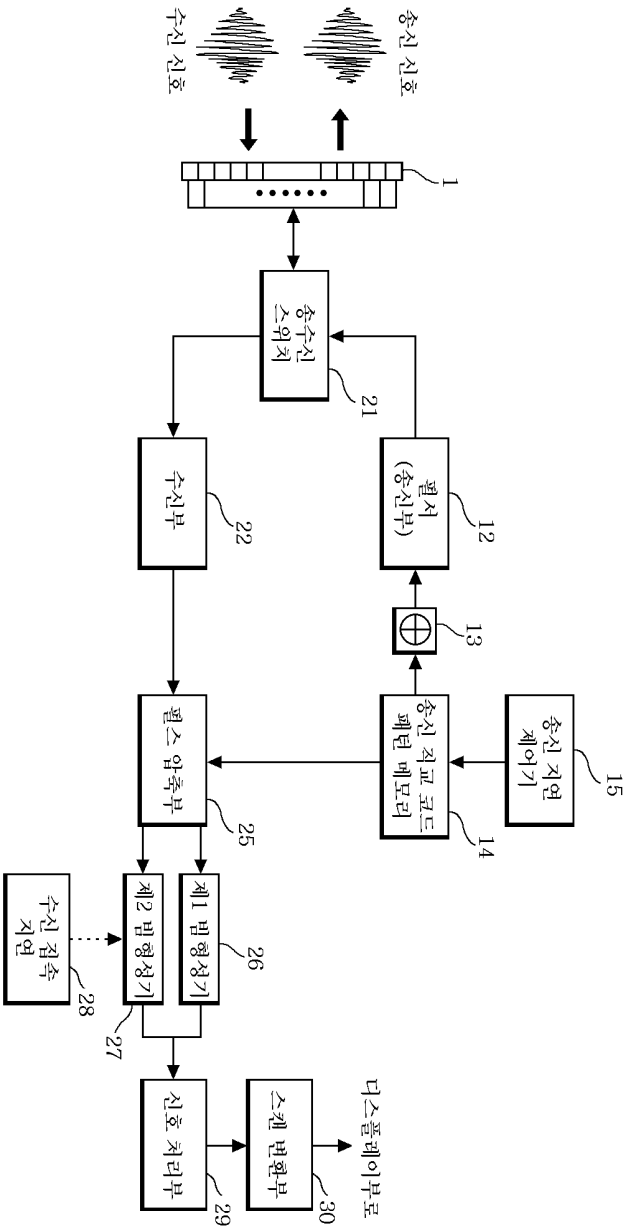
도면8



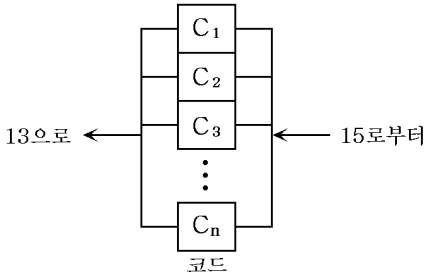
도면9



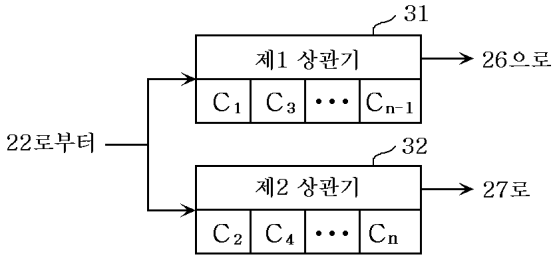
도면10



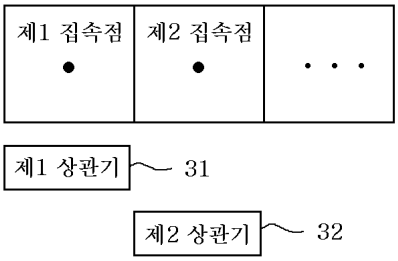
도면11



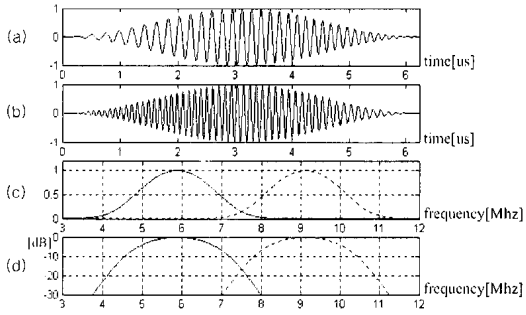
도면12



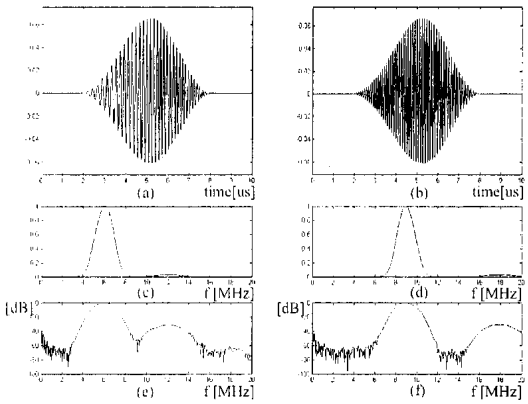
도면13



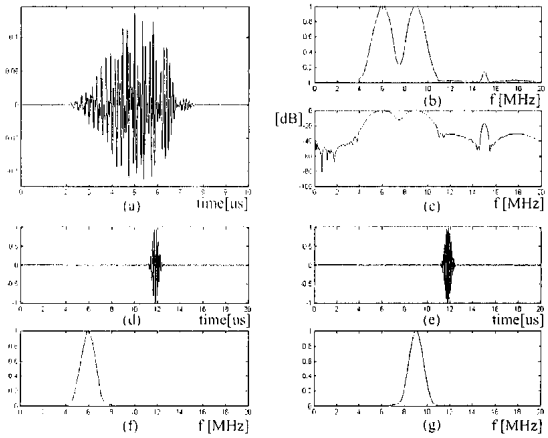
도면14



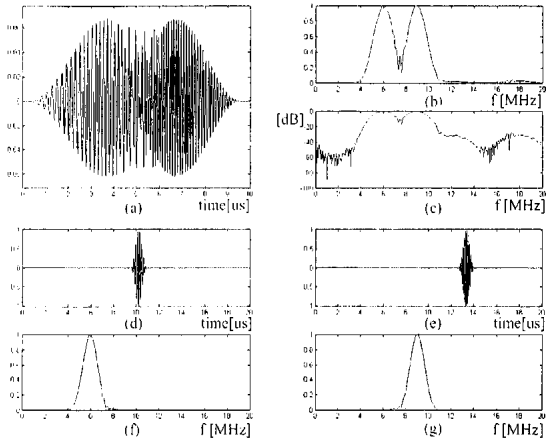
도면15



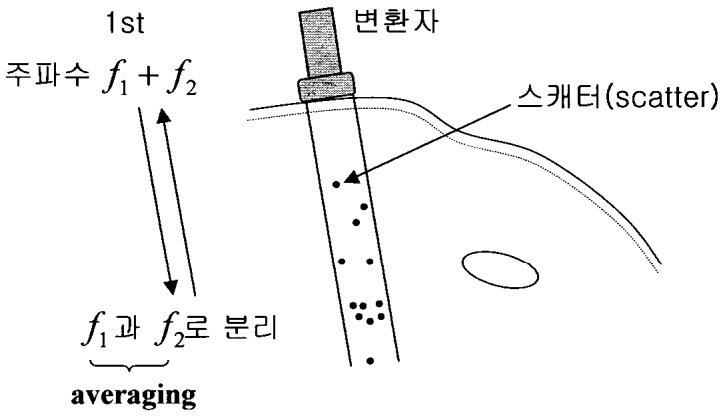
도면16



도면17

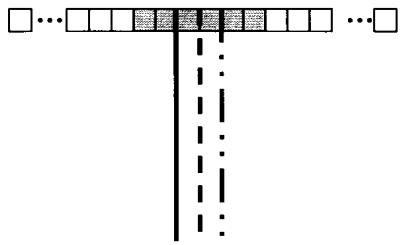


도면18



도면19

첫번째, 두번째, 세번째 주사선



专利名称(译)	用于使用相同的图像形成基于图像的超声图像的图像形成装置和方法		
公开(公告)号	KR100406098B1	公开(公告)日	2003-11-14
申请号	KR1020010084958	申请日	2001-12-26
[标]申请(专利权)人(译)	三星麦迪森株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星麦迪逊有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星麦迪逊有限公司		
[标]发明人	SONG TAIKYONG 송태경 JEONG YOUNGKWAN 정영관		
发明人	송태경 정영관		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/02 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S7/52038 G01S15/8959 G01S15/8961		
代理人(译)	Juseongmin Jangsugil		
其他公开文献	KR1020030055429A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种超音速图像形成装置，通过使用加权正交啁啾信号的同时多发射聚焦方法，在不降低帧速率的情况下提高超音速图像的分辨率。结构：电路（14）被配置为存储加权正交信号包括彼此正交的N个正交码。电路（12）被配置为将加权的正交信号同时发送到对象中的对应N个聚焦点作为超音速传输信号。电路（21,22）被配置为接收从聚焦点相对于发射的超声信号反射的信号。电路（25）被配置为从反射信号中提取存储的N个正交码，并对各个正交码执行脉冲压缩操作。电路（26,27）被配置为产生从脉冲压缩信号聚焦和接收的信号，并且电路（29,30）被配置为处理和显示聚焦信号。©KIPO 2003