



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년01월21일
(11) 등록번호 10-0937898
(24) 등록일자 2010년01월13일

(51) Int. Cl.
G06T 17/00 (2006.01) G01N 29/04 (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0017426
(22) 출원일자 2008년02월26일
심사청구일자 2008년02월26일
(65) 공개번호 10-2008-0080018
(43) 공개일자 2008년09월02일
(30) 우선권주장
1020070020623 2007년02월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
JP10248841 A*
JP10179583 A*
KR1019980068878 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 메디슨
강원 홍천군 남면 양덕원리 114
(72) 발명자
정목근
서울 노원구 상계9동 보람아파트 203-907
(74) 대리인
백만기, 장수길

전체 청구항 수 : 총 5 항

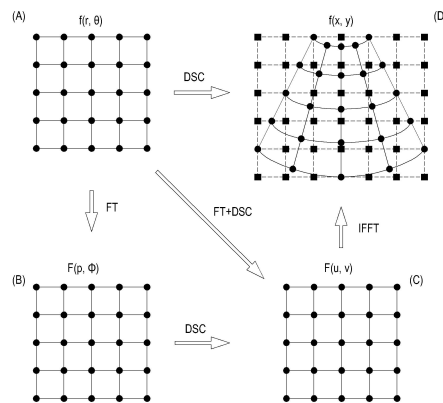
심사관 : 문남두

(54) 주파수 영역에서 디지털 스캔변환을 실시하여 초음파영상을 형성하는 방법

(57) 요약

주파수 영역에서 디지털 스캔변환을 실시하여 초음파 영상을 형성하는 방법을 제공한다. 이 방법에 따르면, 프로브로부터 입력된 수신신호로부터 원통 좌표계의 공간 영상 데이터를 형성하고, 상기 공간 영상 데이터에 주파수 영역에서 스캔변환된 푸리에 변환식을 적용하여 직교좌표계로 스캔변환된 주파수 영역의 영상 데이터를 형성하고, 상기 직교좌표계로 스캔변환된 주파수 영역의 영상 데이터를 역푸리에 변환하여 직교 좌표계의 공간영상 데이터를 형성하고, 상기 직교 좌표계의 공간영상 데이터로부터 초음파 영상을 형성한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

프로브로부터 입력된 수신신호로부터 공간 영역의 원통 좌표계로 표현되는 제1 영상 데이터를 형성하고,

상기 공간 영역의 상기 원통 좌표계로 표현되는 푸리에 변환식에 원통 좌표계와 직교 좌표계의 스캔변환 관계를 적용하여 얻어진, 주파수 영역의 직교 좌표계로 표현되는 스캔변환된 푸리에 변환식을 상기 제1 영상 데이터에 적용하여 상기 주파수 영역의 상기 직교좌표계로 스캔변환된 제2 영상 데이터를 형성하고,

상기 제2 영상 데이터를 역푸리에 변환하여 상기 공간 영역의 상기 직교 좌표계로 표현되는 제3 영상 데이터를 형성하고,

상기 제3 영상 데이터로부터 초음파 영상을 형성하는, 초음파 영상 형성 방법.

청구항 2

프로브로부터 입력된 수신신호로부터 공간 영역의 원통 좌표계로 표현되는 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 를 형성하되, 상기 r, θ 는 직교 좌표계의 위치 변수 x, y 와 관계식 $x=r\sin\theta, y=r\cos\theta$ 를 만족하는 위치 변수이고,

상기 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 를 푸리에 변환하여 다음의 수학적식과 같이 주파수 영역의 원통 좌표계로 표현되는 제1 푸리에 변환식 $F(\rho, \phi)$ 를 얻되, 상기 ρ, ϕ 는 주파수 영역의 원통 좌표계의 위치 변수이고,

$$F(\rho, \phi) = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{r_0} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta - \phi))} r dr d\theta$$

상기 제1 푸리에 변환식 $F(\rho, \phi)$ 을 직교좌표계로 스캔변환하여 다음의 수학적식과 같은 주파수 영역의 직교좌표계로 표현되는 스캔변환된 제2 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 을 얻되, 상기 u, v 는 상기 위치 변수 ρ, ϕ 와 관계식 $u = \rho \sin \phi, v = \rho \cos \phi$ 를 만족하는 주파수영역의 직교 좌표계의 위치 변수이고,

$$F_{sc}(u, v) = F(\rho, \phi) \Big|_{\rho = \sqrt{u^2 + v^2}, \phi = \tan^{-1}(v/u)} = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{r_0} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta - \phi))} r dr d\theta$$

상기 제2 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 에 역 푸리에 변환을 적용하여 공간영역의 직교 좌표계로 표현되는 영상 데이터 $f(x, y)$ 를 형성하고,

상기 영상 데이터 $f(x, y)$ 로부터 초음파 영상을 형성하는, 초음파 영상 형성 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 프로브는 볼록 프로브(convex probe), 위상배열 프로브(phased array probe) 또는 섹터 프로브(sector probe)인 초음파 영상 형성 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제2 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 에 영삽입(zero padding)을 수행한 후, 상기 역푸리에 변환을 실시하는, 초음파 영상 형성 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 역푸리에 변환은 고속 역푸리에 변환인, 초음파 영상 형성 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 초음파 영상 형성 분야에 관한 것으로, 특히 주파수 영역에서 디지털 스캔변환(digital scan conversion)을 실시하여 초음파 영상을 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 초음파 진단 시스템은 초음파를 이용하여 비파괴, 비침습 방식으로 대상체의 내부 구조를 보인다. 초음파 진단 시스템은 초음파 신호를 송수신하기 위한 프로브, 빔포머, 아날로그-디지털 변환기, 영상처리부를 포함한다. 스캔 방법 또는 유형에 따라 프로브는 볼록 프로브(convex probe), 위상배열 프로브(phased array probe) 또는 섹터 프로브(sector probe)가 될 수 있다. 프로브는 초음파 신호와 전기 신호를 상호 변환하기 위한 다수의 변환자(transducer)를 포함한다. 1회의 초음파 송신시 프로브의 각 변환자는 별도로 초음파 신호를 발생하기도 하고, 여러 개의 변환자가 동시에 초음파 신호를 발생시키기도 한다. 각 변환자에서 송신된 초음파 신호는 대상체 내부의 음향 임피던스(acoustic impedance)의 불연속면(반사체 표면)에서 반사된다. 각 변환자는 개별적으로 반사된 초음파 신호를 전기적 수신신호로 변환한다. 아날로그-디지털 변환기는 수신신호를 디지털 신호로 변환하고, 빔포머는 초음파 신호의 집속점과 각 변환자의 위치를 고려하여 송신 집속 및 수신 집속한다. 영상처리부는 집속된 수신신호에 기초하여 초음파 영상 데이터를 형성한다.

<3> 볼록 프로브(convex probe), 위상배열 프로브(phased array probe), 섹터 프로브(sector probe)로부터 얻어지는 수신신호는 원통 좌표계로 표현되는 신호이다. 영상처리부는 수신신호를 처리하여 공간 영역(spatial domain)의 원통 좌표계 영상 데이터를 형성한다. 직교 좌표계의 화면에 초음파 영상을 디스플레이하기 위해서는 원통 좌표계의 공간영상 데이터를 직교 좌표계의 공간영상 데이터로 변환하여야 한다. 이와 같은 데이터의 좌표 변환을 디지털 스캔 변환(digital scan conversion)이라 한다.

<4> 도 1을 참조하면, 종래 디지털 스캔 변환기(digital scan converter)는 방안지와 같은 격자 형태의 저장영역을 갖는 반도체 메모리로 구현된다. 보통 디지털 스캔 변환기는 수평으로 512, 수직으로 512개의 저장 영역을 갖는 메모리로 구현된다. 각 저장영역은 화면의 한 화소에 해당한다. 각 저장 영역에는 임의의 크기의 비트로 표현되는 영상 데이터가 저장된다. 예컨대, 8 비트 영상의 경우 한 저장 영역에 저장되는 영상 데이터의 표현 범위는 0에서 255에 이른다.

<5> 도 2를 참조하면, 종래의 스캔변환에서는 메모리에 저장되어 있는 원통 좌표계의 공간 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 를 직교 좌표계의 공간 영상 데이터 $f(x, y)$ 로 변환한다. 이때, 직교 좌표계의 한 화소 R의 공간 영상 데이터는 화소 R 주변의 원통좌표계 상의 네 화소 A, B, C, D 데이터를 쌍선형 보간(bilinear interpolation)하여 얻는다.

<6> 이와 같이, 종래의 디지털 스캔변환에서는 원통 좌표계의 공간영상 데이터를 보간하여 직교 좌표계의 공간영상 데이터를 얻음으로써 상당히 많은 양의 데이터 계산이 필요하다. 또한, 원통 좌표계로 표현되는 부채꼴 영상의 경우, 프로브에서 멀어질수록(즉 영상의 깊이가 깊어질수록) 스캔라인(SL) 사이의 간격이 넓어져($d_1 < d_2$), 넓은 간격에 임의의 값을 만들어 채워넣어야 하므로 영상의 깊이에 따라 계산오차가 커지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<7> 본 발명은 주파수 영역에서 데이터를 스캔변환하여 초음파 영상을 형성하는 방법을 제공한다.

과제 해결수단

<8> 본 발명에 따른 초음파 영상 형성 방법은 프로브로부터 입력된 수신신호로부터 원통 좌표계의 공간 영상 데이터를 형성하고, 상기 공간 영상 데이터에 주파수 영역에서 스캔변환된 푸리에 변환식을 적용하여 직교좌표계로 스캔변환된 주파수 영역의 영상 데이터를 형성하고, 상기 직교좌표계로 스캔변환된 주파수 영역의 영상 데이터를 역푸리에 변환하여 직교 좌표계의 공간영상 데이터를 형성하고, 상기 직교 좌표계의 공간영상 데이터로부터 초음파 영상을 형성한다.

효과

<9> 본 발명은 주파수 영역에서 스캔변환함으로써 스캔변환시 영상의 위치 정보에 대한 의존성을 줄일 수 있다. 이에 따라 영상 깊이에 따라 영상 데이터의 계산 오차가 증가하는 문제점을 해결할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<10> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명의 실시예에서, 공간 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 는 볼록 프로브(convex probe), 위상배열 프로브(phased array probe) 또는 섹터 프로브(sector probe)로부터 얻어진 수신신호를 디지털 변환하고 집속하여 얻어진 데이터이다. 본 발명은 원통 좌표계의 공간 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 에 주파수 영역(frequency domain)에서 스캔변환된(직교좌표계로 변환된) 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 을 적용하여 스캔변환된 주파수 영역의 영상 데이터를 형성하고, 스캔변환된 주파수 영역의 영상데이터를 역푸리에 변환(Inverse Fourier Transformation, IFT)하여 직교 좌표계의 공간영상 데이터 $f(x, y)$ 를 얻는데 그 특징이 있다.

<11> 도 3은 본 발명에 따른 스캔변환 과정을 개략적으로 보인다. 본 발명은 도 3의 (A)와 같이 부채꼴로 표현되는 원통좌표계의 공간영역(spatial domain)을 직사각형 형태의 주파수 영역으로 변환하여 스캔변환을 실시함으로써, 프로브에서 멀어질수록(즉 영상의 깊이가 깊어질수록) 스캔라인 간의 간격이 넓어짐에 따라 필요한 데이터 계산량을 영상 깊이에 상관없이 일정하게 할 수 있어 계산 오차를 줄일 수 있다.

<12> 이하, 주파수 영역에서 스캔변환된 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 을 얻기 위한 방법을 설명한다.

<13> 직교 좌표계의 푸리에 변환식(FT)은 다음의 수학식 1과 같이 표현된다.

수학식 1

$$F(u, v) = \iint f(x, y) e^{-j2\pi(ux+vy)} dx dy$$

<14>

<15> 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 한 점 P의 원통 좌표계와 직교 좌표계의 좌표 변환식은 다음의 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$x = r \sin \theta \quad u = \rho \sin \phi$$

$$y = r \cos \theta \quad v = \rho \cos \phi$$

<16>

<17> 수학식 2로부터 수학식 1의 지수부분은 수학식 3과 같이 표현된다.

수학식 3

$$ux + vy = \rho r \sin \theta \sin \phi + \rho r \cos \theta \cos \phi = \rho r \cos(\theta - \phi)$$

<18>

<19> 수학식 2 및 3을 이용하여 원통 좌표계의 공간 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 를 푸리에 변환(FT)하면, 주파수 영역(frequency domain)의 푸리에 변환식 $F(\rho, \phi)$ 은 수학식 4와 같이 표현된다.

수학식 4

$$F(\rho, \phi) = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{r_0} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta - \phi))} r dr d\theta$$

<20>

<21> $F(\rho, \phi)$ 를 스캔변환하여, 스캔변환된 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 를 얻기 위해, 수학식 4에서 위치 (u, v) 에 대응하는 (ρ, ϕ) 에서 푸리에 계수를 직접 계산한다. 다음의 수학식 5와 같은 좌표 변환을 따르면, 주파수 영역의 스캔변환된 직교 좌표계의 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 는 수학식 6과 같이 표현된다.

수학식 5

$$\rho = \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$\phi = \tan^{-1}(v/u)$$

<22>

수학식 6

$$F_{SC}(u, v) = F(\rho, \phi) \Big|_{\rho=\sqrt{u^2+v^2}, \phi=\tan^{-1}(v/u)} = \int_{-\pi}^{\pi} \int_0^{r_o} f(r, \theta) e^{-j2\pi(\rho r \cos(\theta-\phi))} r dr d\theta$$

<23>

<24> 전술한 과정에 따라 원통 좌표계의 공간 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 에, 주파수 영역(frequency domain)에서 직교좌표계로 스캔 변환된 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 를 적용한다. 수학식 6과 같이 표현되는 $F_{sc}(u, v)$ 는 주파수 영역의 변환식이므로 공간 영역(spatial domain)의 영상 데이터 $f(x, y)$ 를 얻기 위해, 푸리에 변환식 $F_{sc}(u, v)$ 를 역변환한다. 본 발명의 실시예에서는 수학식 7과 같이 푸리에 역변환의 예로서 고속 계산을 위한 IFFT(inverse fast Fourier transformation)를 이용한다.

수학식 7

$$f(x, y) = IFFT\{F_{sc}(u, v)\}$$

<25>

<26> 한편, 수학식 7에서 $F_{sc}(u, v)$ 를 영삽입(zero padding)한 후 IFFT를 실시하면, 주기가 확장되어 임의의 배율로 확대된 공간영상 데이터 $f(x, y)$ 를 얻을 수 있다.

<27> 공간영상 데이터 $f(r, \theta)$ 가 실수인 경우, 주파수 영역에서 $F_{sc}(u, v)$ 는 다음의 수학식 8을 만족하므로, 대칭 관계를 이용하여 주파수 영역 영상 데이터의 1/2만 계산하면 되므로 계산량을 감소시킬 수 있다.

수학식 8

$$F_{SC}(u, v) = F_{SC}^*(-u, -v)$$

<28>

<29> 또한, 노이즈(noise)를 제거하기 위해 주파수 영역에서 다음의 수학식 9와 같은 저역 통과 필터를 적용할 수 있다.

수학식 9

$$F_{SC}(u, v) = F(\rho, \phi) \Big|_{\rho=\sqrt{u^2+v^2}, \phi=\tan^{-1}(v/u)} = 0, \text{ for } \rho > \rho \text{ threshold}$$

<30>

<31> 수학식 9에서 $\rho \text{ threshold}$ 는 차단 주파수를 나타낸다.

<32> 이하, 도 5 내지 도 9를 참조하여 종래기술과 본 발명을 구체적으로 대비하여 설명한다.

<33> 도 5는 각 스캔라인 별로 메모리에 저장된 원통 좌표계의 공간 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 로 형성된 영상(A 내지 E)를 보인다. 도 6에 보인 디지털 스캔변환 영상(A1 내지 E1)은 종래 기술에 따라 영상 데이터 $f(r, \theta)$ 를 공간 영역(spatial domain)에서 쌍선형 보간(bilinear transform)하여 얻은 영상이다. 도 7은 본 발명에 따라 공간 영역의 영상 데이터를 푸리에 변환하여 주파수 영역의 데이터를 얻고, 주파수 영역에서 디지털 스캔변환하고, 역푸리에 변환하여 얻은 영상(A2 내지 E2)를 보인다. 도 8은 본 발명에 따라 전술한 수학식 7의 푸리에 변환 $F_{sc}(u, v)$ 으로 얻은 스펙트럼이다. 도 8에 나타나는 스펙트럼은 쌍선형 보간으로 스캔변환한 뒤 푸리에 변환하여 얻은 스펙트럼(도 9)와 동일 또는 매우 유사함을 알 수 있다. 도 8과 도 9의 비교로부터, 본 발명에 따른 주파수 영역에서의 스캔변환에 따라 정보의 손실없이 초음파 영상을 얻을 수 있음을 예측할 수 있다.

<34> 상술한 실시예는 본 발명의 원리를 응용한 다양한 실시예의 일부를 나타낸 것에 지나지 않음을 이해해야 한다. 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질로부터 벗어남이 없이 여러 가지 변형이 가능함을

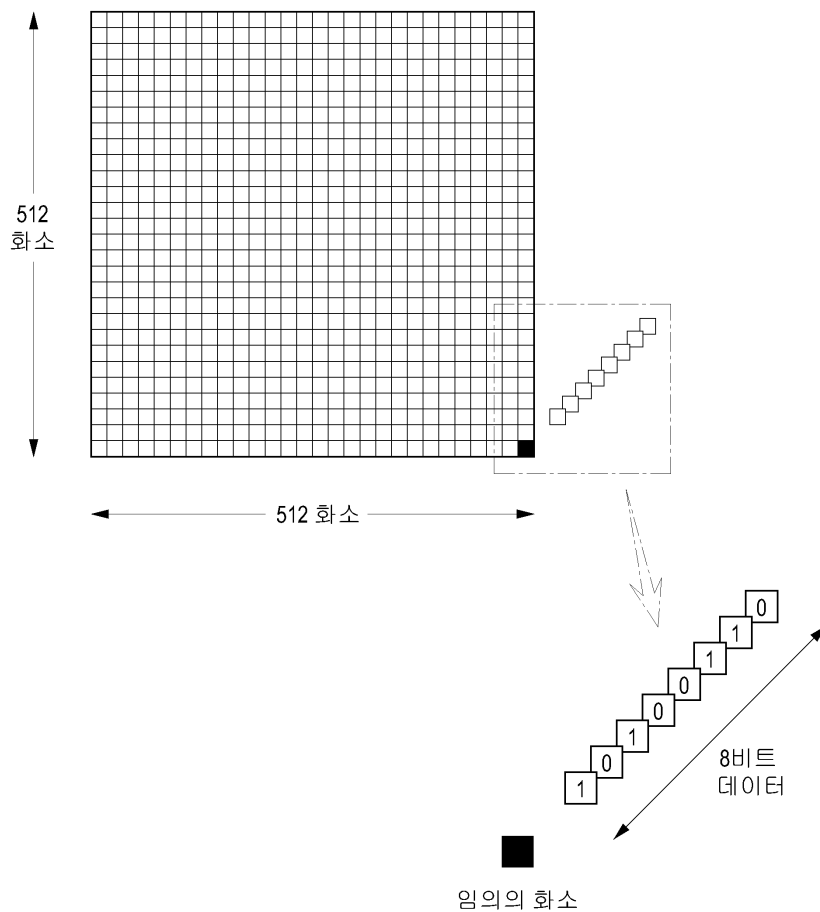
명백히 알 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

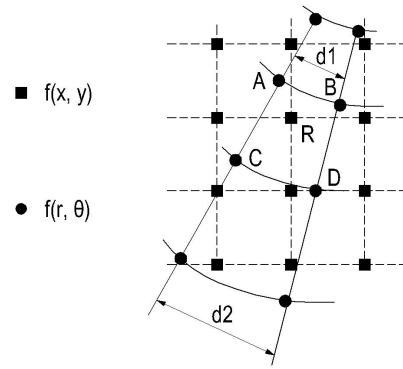
- <35> 도 1은 스캔변환기(digital scan converter)의 저장영역을 보이는 개략도.
- <36> 도 2는 종래 기술에 따른 원통 좌표계와 직표 좌표계의 좌표 변환을 설명하기 위한 개략도.
- <37> 도 3은 본 발명에 따른 주파수 영역에서의 스캔변환을 이용한 초음파 영상 형성 과정을 보이는 개략도.
- <38> 도 4a 및 도 4b는 각각 좌표 변환을 위한 공간 좌표계 및 주파수 좌표계를 보이는 개략도.
- <39> 도 5는 원통 좌표계의 공간 영상 데이터가 스캔라인 별로 메모리에 저장되는 예를 보이는 예시도.
- <40> 도 6은 종래 기술에 따라 영상 데이터를 공간 영역에서 쌍선형 보간하여 얻은 디지털 스캔변환 영상의 예시도.
- <41> 도 7은 본 발명에 따라 공간 영역의 영상 데이터를 푸리에 변환하여 주파수 영역의 데이터를 얻고, 주파수 영역에서 디지털 스캔변환하고, 역푸리에 변환하여 얻은 영상의 예시도.
- <42> 도 8은 본 발명에 따라 스캔변환된 푸리에 변환으로 얻은 스펙트럼을 보이는 예시도.
- <43> 도 9는 쌍선형 보간으로 스캔변환 한 뒤 푸리에 변환하여 얻은 스펙트럼을 보이는 예시도.

도면

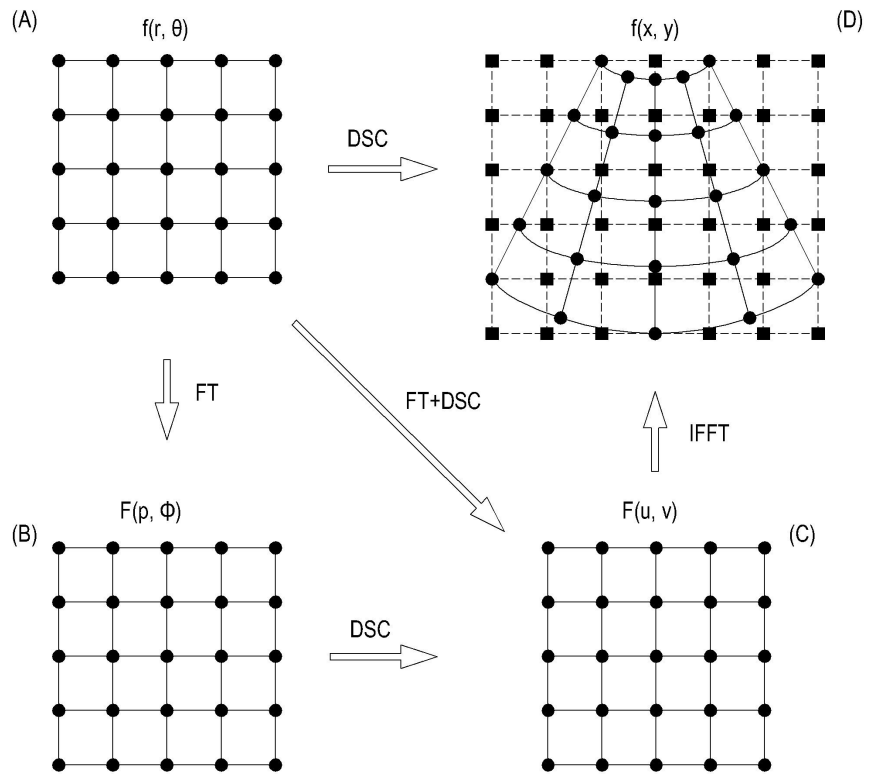
도면1



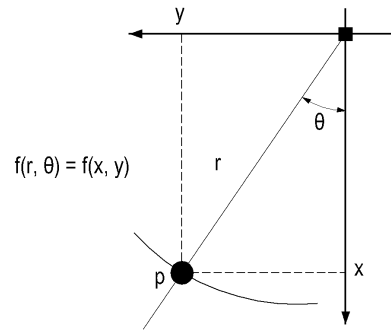
도면2



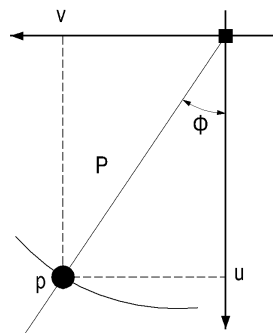
도면3



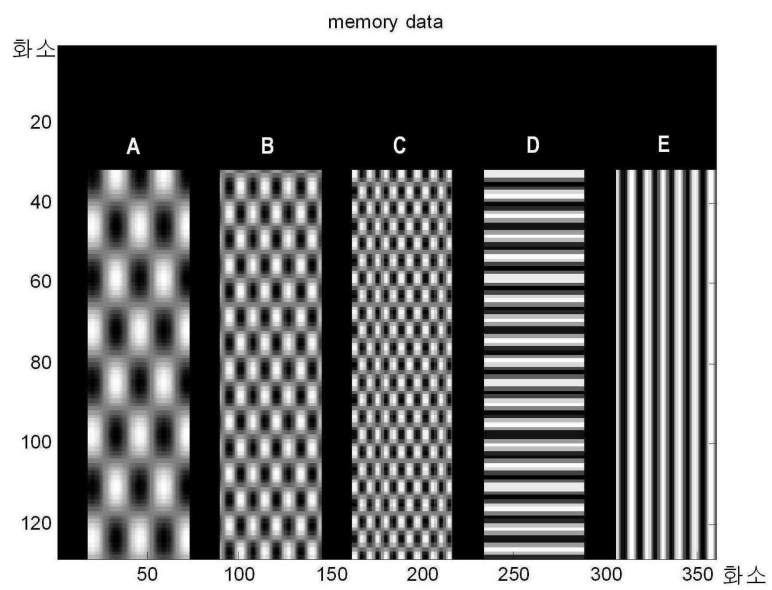
도면4a



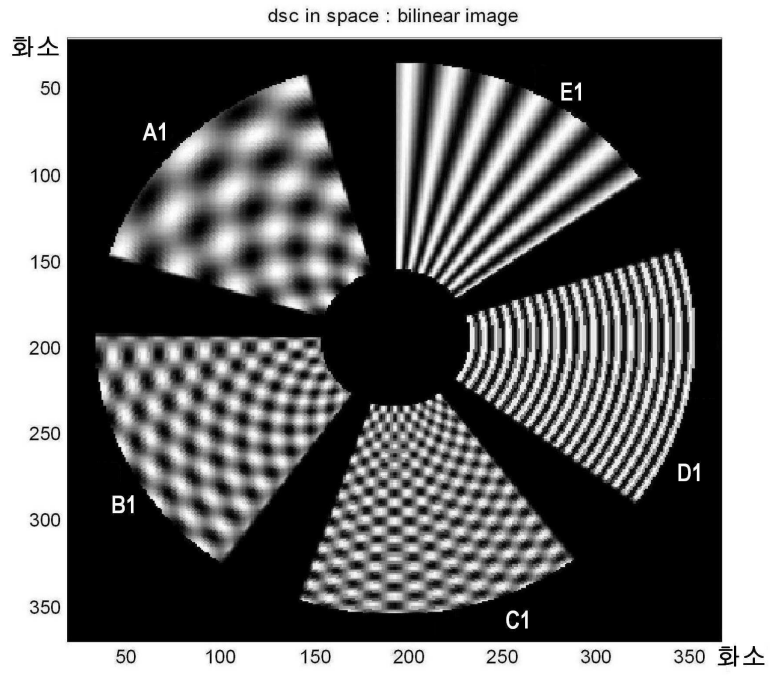
도면4b



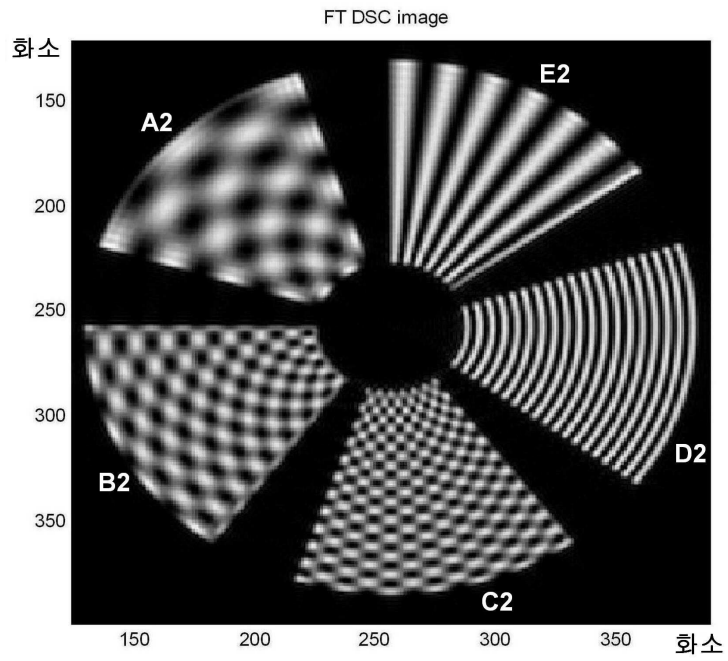
도면5



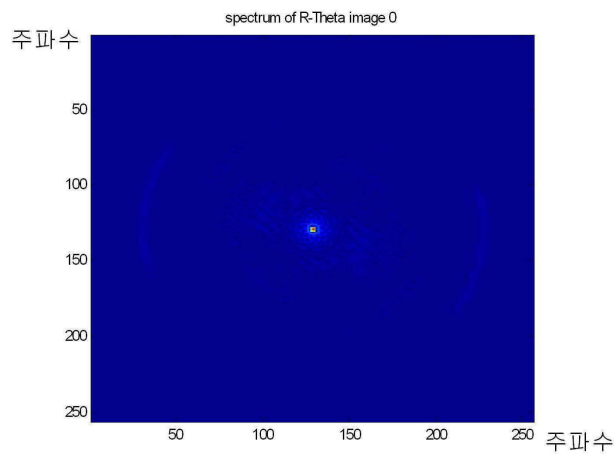
도면6



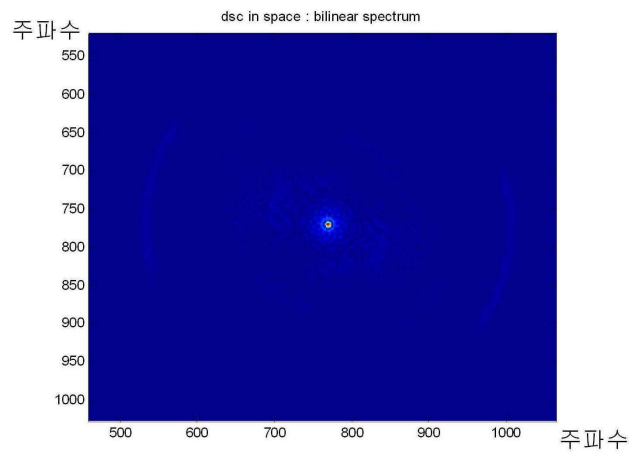
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	一种通过在频域中执行数字扫描转换来形成超声图像的方法		
公开(公告)号	KR100937898B1	公开(公告)日	2010-01-21
申请号	KR1020080017426	申请日	2008-02-26
[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	JEONG MOK KUN		
发明人	JEONG, MOK KUN		
IPC分类号	G06T17/00 G01N29/04 A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52044 G06F7/548 G06T3/4084		
代理人(译)	CHANG, SOO KIL		
优先权	1020070020623 2007-02-28 KR		
其他公开文献	KR1020080080018A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

并且在频域中执行数字扫描转换以形成超声图像。根据该方法，圆柱坐标系的空间图像数据由从探头输入接收信号和通过在频域中将扫描变换傅立叶变换方程应用于空间图像数据而被扫描并转换成正交坐标系的频域的图像数据形成。通过对扫描并变换到正交坐标系的频域的图像数据进行逆傅立叶变换，形成正交坐标系的空间图像数据，并根据正交坐标系的空间图像数据形成超声图像。

