



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. A61B 8/00 (2006.01)		(45) 공고일자	2007년08월29일
		(11) 등록번호	10-0752334
		(24) 등록일자	2007년08월20일
(21) 출원번호	10-2001-0019844	(65) 공개번호	10-2002-0079138
(22) 출원일자	2001년04월13일	(43) 공개일자	2002년10월19일
심사청구일자	2005년12월28일		

(73) 특허권자	주식회사 메디슨 강원 홍천군 남면 양덕원리 114
(72) 발명자	장성호 경기도성남시분당구수내동푸른마을쌍용아파트509동303호 송태경 서울특별시서초구잠원동6-3동아아파트105동1403호
(74) 대리인	백만기 장수길 주성민

(56) 선행기술조사문헌 JP01164354 A	일본등록특허공보 특허제 02619446호
-------------------------------	------------------------

심사관 : 김태훈

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 초음파 영상 형성 장치용 이차원 곡면 배열 변환자

(57) 요약

본 발명은 3차원 내지 4차원 초음파 영상 형성 시스템에서 사용되는 2차원 배열 변환자에 관한 것으로서, 변환자들이 하나 이상의 곡률을 갖는 곡면상에 배치되는 2차원 곡면 배열 변환자에 관한 것이다. 2차원 곡면 배열 변환자는 $N \times M$ 변환자들을 포함하고, N 및 M 은 상기 곡면 배열 변환자를 이용하여 형성할 수 있는 3차원 초음파 영상의 시야각(view angle) 및 볼륨각(volume angle)에 따라 결정된다. 2차원 곡면 배열 변환자를 제어하기 위하여, 열 변환자들을 스위칭하기 위한 고전압 스위칭 소자들과, 상기 스위칭 소자들이 상기 배열 변환자 중의 임의의 변환자들을 단락시키도록 제어하기 위한 스위칭 제어부가 추가로 구비된다.

대표도

도 1a

특허청구의 범위

청구항 1.

초음파 영상 형성 장치에서 사용되는 변환자 프로브에 있어서,

변환자들이 적어도 하나의 곡률을 갖는 곡면상에 배치되는 초음파 영상 진단 장치용 2차원 곡면 배열 변환자와,

주사선 진행방향 및 프레임 진행방향중 적어도 하나의 진행방향으로 대칭성을 갖는 변환자를 폴딩하는 스위칭 소자들을 포함하는 변환자 프로브.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 곡면 배열 변환자는 $N \times M$ 변환자들을 포함하고, N 및 M은 상기 곡면 배열 변환자를 이용하여 형성할 수 있는 3차원 초음파 영상의 시야각(view angle) 및 볼륨각(volume angle)에 따라 결정되는 변환자 프로브.

청구항 3.

제1항에 있어서 상기 곡면은 구면인 변환자 프로브.

청구항 4.

삭제

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 스위칭 소자들이 상기 배열 변환자 중의 임의의 변환자들을 단락시키도록 제어하기 위한 스위칭 제어부를 더 포함하는 변환자 프로브.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

현재까지의 일반적인 초음파 진단장치는 일차원 배열 변환자를 이용하여 인체 내부의 이차원 단면영상을 제공하였다. 최근 들어 3차원(또는 4차원) 영상을 얻기 위해 이차원 배열 변환자(array transducer)를 이용하는 방법이 시도되고 있다. 하지만 이 경우 일차원 배열 변환자를 사용할 경우보다 채널의 수가 기하급수적으로 늘어나 실제 시스템 구현시 현재의 기술로는 많은 한계를 갖는다. 예를 들어, 3차원(또는 4차원) 영상을 얻기 위해 편향이 가능한 기존의 위상 배열 변환자(phased array transducer)를 2차원으로 확장한 일반적인 개념의 2차원 변환자는 기하급수적으로 늘어나는 채널의 수(예를 들어 64채널의 일차원 위상 배열 변환자를 이차원 위상 배열 변환자로 확장한다면 채널 수는 $64 \times 64 = 4096$) 때문에 시스템의 복잡도는 매우 증가하며 사실상 구현 가능성이 낮다. 설사 방대한 시스템을 고집적 회로 등을 사용하여 구현한다고 하더라도 시스템 본체로부터 변환자를 포함하는 프로브로 연결되는 막대한 양의 전기선 때문에 기술자가 진단에 사용하기에 무겁고 불편하여 무리가 따를 수밖에 없는 상황이다. 만약 이러한 상황을 해소하기 위해 현재의 기술로 구현 가능한 채널의 수(예:256 또는 512)로 전체 채널의 수를 제한한다면 급격한 해상도 저하를 받게 된다.

또한 이러한 2차원 위상 배열 변환자는 각 주사선을 얻기 위해 빔의 편향(steering)을 반드시 필요로 하는데, 이 경우 원치 않는 그레이팅 로브(grating lobe)를 발생시키지 않으려면, 각 배열 변환자 소자간의 간격을 0.5λ [λ :wave length(파장)] 이하로 제한하여야 한다. 따라서 이는 전체 배열 변환자의 크기를 제한하여 해상도 저하를 유발한다.

3차원(또는 4차원) 영상을 얻기 위한 또 다른 방법으로는 위에서 언급한 이차원 배열 변환자를 사용하는 대신 기존의 일차원 배열 변환자를 기계적으로 움직여(고도방향 또는 프레임 진행방향으로) 3차원(또는 4차원) 영상을 얻는 방법이 있다. 하지만 이러한 방법의 경우 기계적으로 움직이는 1차원 배열 변환자의 정확한 위치정보를 알아야 하며, 이를 모터를 이용하여 정확히 조정해야 되는 어려움이 따른다. 또한 무엇보다 이 경우 단순히 일차원 배열 변환자를 고도방향 또는 프레임 진행 방향으로 움직이므로 여전히 고도방향 해상도는 기존의 1차원 배열 변환자를 사용했을 경우와 같이 음향 렌즈에 의해 제한되게 된다. 즉, 1차원 배열 변환자를 사용하므로, 축 방향으로로는 각 변환 소자 별로 다른 시간지연을 가해 빔을 원하는 곳에 집속시킬 수 있지만 고도방향으로는 렌즈에 의한 집속 효과밖에 없게 된다. 즉, 1차원 배열 변환자를 기계적으로 움직여 3차원(또는 4차원) 영상을 얻는 방법은 기존의 일차원 배열 변환자가 갖는 고도방향 해상도의 저하를 극복할 수 없으며, 기계적으로 배열 변환자를 정확히 제어해야되는 어려움이 따르며 동시에 필수 불가피하게 따르는 기계 부분에 대한 마모는 제품의 사용 기간을 단축시킬 수 있으며 많은 사용상의 문제를 야기할 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 커다란 해상도의 저하 없이 현재 기술로 구현이 가능한 새로운 구조의 2차원 곡면 배열 변환자를 제공하는데 있다.

본 발명의 또다른 목적은 상기 2차원 곡면 배열 변환자를 포함하는 초음파 영상 형성 장치를 제공하는데 있다.

본 발명의 또다른 목적은 상기 2차원 곡면 배열 변환자를 포함하는 초음파 영상 형성장치에서 영상 형성에 필요한 연산의 양을 감소시키는 바업을 제공하는데 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위하여, 변환자들이 하나 이상의 곡률을 갖는 곡면상에 배치되는 초음파 영상 진단 장치용 2차원 곡면 배열 변환자가 제공된다.

상기 곡면 배열 변환자는 $N \times M$ 변환자들을 포함하고, N 및 M 은 상기 곡면 배열 변환자를 이용하여 형성할 수 있는 3차원 초음파 영상의 시야각(view angle) 및 볼륨각(volume angle)에 따라 결정되며, 상기 곡면은 구면일 수 있다.

또한, 본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자에는 상기 배열 변환자들을 스위칭하기 위한 고전압 스위칭 소자들이 부착되며, 상기 스위칭 소자들이 상기 배열 변환자 중의 임의의 변환자들을 단락시키도록 제어하기 위한 스위칭 제어부가 구비된다.

기존의 1차원 위상 배열 변환자의 가장 큰 문제점은 빔의 편향에 의해 주사선을 획득해야 한다는 것이다. 위상 배열 변환자처럼 빔을 편향하여 주사선을 획득할 경우, 그레이팅 로브(grating-lobe)가 발생할 수 있고, 이를 피하기 위해서는 반드시 배열 소자의 간격이 0.5λ 이하로 제한된다. 1차원 곡면 배열 변환자(convex 또는 concave 배열 변환자)의 경우에는 이와 같은 제한이 없어서 배열 변환자 간격을 λ 이상으로 확장시킬 수 있다. 이론적으로는 빔을 편향시키지 않는 곡면 배열 변환자의 경우, 원치 않는 그레이팅 로브(grating-lobe)를 발생시키지 않으려면 배열 소자의 간격은 λ 이하가 되어야 한다. 하지만 이것은 연속파(CW: Continuous Wave)를 사용했을 경우에 대한 것이고, 광 대역(wide-band)의 펄스를 사용하는 실제 상황에서는 이러한 조건이 어느 정도 완화된다. 따라서, 실제로는 λ 이상 간격으로 설계된 곡면 배열 변환자가 많이 사용된다.

이와 같이 편향없이 단순한 선형 주사(linear scan)에 의해서 주사선을 얻을 수 있는 곡면 배열 변환자는 배열 소자의 크기 및 간격이 이론적으로 선형 배열 변환자에 비해 2배 이상 커질 수 있어서 전체 개구(aperture)의 크기 증대에 따른 해상도의 개선 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio)의 향상을 기대할 수 있다.

본 발명은 이와 같은 특성을 갖도록 구현한, 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같은 새로운 구조의 2차원 곡면 배열 변환자 및 이를 포함하는 초음파 영상 시스템에 관한 것이다. 즉, 기존의 1차원 곡면 배열 변환자가 갖는 장점을 2차원, 3차원, 및 4차원 초음파 영상 시스템에 그대로 적용할 수 있도록 하는, 2차원 곡면 배열 변환자에 관한 것이다. 2차원 곡면 배열은 원거리 시야 및 근거리 시야가 모두 적절히 넓기 때문에 복부용으로는 적절하다.

도 1에는 본 발명에 따른 2차원 곡면 배열 변환자가 표면에 배치되는 가상의 구(sphere)의 3차원 형상도 및 위, 측면에서 본 단면도가 도시되어 있다. 도 1a는 2차원 곡면 배열 변환자가 표면에 배치되는 구(sphere)를 입체적으로 도시한 도면으로서, R 은 2차원 변환소자들이 표면에 위치하는 구의 반지름을 나타내고 a , b 는 각각 축 방향(주사선이 진행되는 방향)

과 고도 방향(프레임이 진행되는 방향)으로의 시야각(view angle)을 나타내고, 구 표면에 빗금으로 표시한 영역에 배열 변환자가 배치된다. 도 1a와 같이 구 표면 S상에 2차원 곡면 변환 소자가 분포되어 있다면 R은 모든 변환소자에서 동일하다. 이때 주사선 진행 방향과 프레임 진행방향은 도 1a에 도시된 것과 반대로 결정하여도 무방하다.

도 1b는 도 1a의 구를 위에서 바라본 단면도이다. 도 1b에 도시된 바와 같이 a는 한 프레임에서 제공되는 시야각을 결정짓는다. 도 1c는 도 1a를 측면에서 바라본 단면도이다. 도 1c에 도시된 바와 같이 b는 프레임이 진행되는 방향으로의 볼륨각(volume angle)을 결정짓는다. 설계 및 목적에 따라서 a, b는 서로 다르게 설계될 수도 있다. 즉, 가로 및 세로폭이 서로 다르게 2차원 곡면 변환자를 설계할 수 있다.

또한 이러한 변수 R, a, 및 b 등은 변환소자들이 위치하는 표면이 도 1a, b, c에서와 같이 구인지 도 1d와 같이 임의의 곡면인지에 따라서도 다를 수 있다. 도 1d는 두개의 정점(c1, c2)에서 각각 반지름이 R1, R2인 도우넛 형태의 표면에 2차원 곡면 배열 변환자가 위치하는 경우를 도시한 도면이다. 이때는 R은 각각의 변환자별로 달라질 수 있으며 이 때 a 및 b 각각의 역할은 구인 경우와 동일하며, 서로 같을 수도 있고, 다를 수도 있다.

도 2는 도 1a에 도시된 구의 표면 S상에 위치하는 2차원 곡면 배열 변환자를 빔이 전파되는 전면에서 바라본 경우를 도시한 도면이다. 주사선이 이동하는 축 방향(a)과 프레임이 진행되는 고도방향(b) 각각으로의 전체 배열소자 수를 N, M으로 나타내고, 각 방향으로의 실제 활성(active) 채널을 구성하는 소자를 각각 N', M'로 표현하였다($N \geq N'$, $M \geq M'$). 또한 한 개의 변환소자의 각각의 방향에 대한 크기는 d, h로 나타내었다. 이러한 값들은 변환자를 포함하는 초음파 진단장치가 사용되는 상황, 진단 분야 등에 따라서 충분히 변경되어 설계될 수 있다.

도 1과 같은 2차원 곡면 배열 변환자를 이용하는 경우 각 주사선 획득시 빔을 편향할(steering) 필요 없이 소정의 주사선에 해당하는 변환소자의 2차원 개구(즉, 소정의 주사선에 대응하여 활성화되는 변환자들의 집합)가 향하는 방향의 집속점으로 빔을 송신한다. 따라서, 1차원 곡면 배열 변환자가 갖는 최대의 장점을 그대로 유지할 수 있다. 즉, 빔을 편향할 경우 배열 소자의 간격이 제한(0.5λ)되는데 비하여, 본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자에서는 변환 소자간의 간격이 λ 이상으로 확장시킬 수 있어 전체 구경의 크기가 증대되므로 해상도 및 SNR의 개선이 기대된다.

또한 이러한 구조의 2차원 곡면 배열 변환자를 사용할 경우, 각 해당 주사선을 얻기 위해 실제 활성화되는 소자들(active channel, active transducers)에 대한 송신 및 수신 지연은 주사선 진행 방향 또는 프레임 진행방향으로 일정한 규칙성을 갖는다. 따라서, 이러한 성질을 이용하여 전체 변환자의 제어 및 영상획득을 쉽고 빠르게 최소한의 하드웨어를 이용하여 할 수 있다.

본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자를 이용한 실제 실시예를 이하에서 설명한다. 우선 현실적으로 구현 가능성이 큰, x축과 y축으로 각각 64개의 배열 소자(즉, 총 4096개의 변환소자)를 갖는 2차원 곡면 배열 변환자를 고려하기로 한다. 이 경우 실제 활성 채널 수를 256으로 제한한다면, x, y축으로 각각 16개씩 할당하여 16x16 소자 그룹을 개구로 할 수 있다(도 2 참조).

본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자의 구조에 따르면 정사각형 개구뿐만 아니라 개구의 형태($X \times Y$)를 다양하게 선택할 수 있다. 개구의 형태의 선택에 의해 해상도와 프레임율 간의 트레이드 오프할 수 있고 따라서 시스템 성능의 선택의 폭이 넓다. 즉, $X \times Y$ 개구를 각 응용분야 또는 진단 목적에 따라 가장 적합한 형태로 이용함으로써 한 개의 변환자를 사용하는 초음파 영상 시스템에서 다양한 모드의 제공이 가능하다.

본 발명의 제1실시예에 따르면 앞서 예로 든 것과 같이 16x16의 활성 채널이 사용된다. 이 경우 배열 소자의 간격이 동일하다면 기존의 1차원 곡면 배열 변환자를 사용한 64채널 시스템에 비해 해상도는 1/4로 떨어지지만 2차원 영상에서 고도 방향으로 축 방향과 동일한 해상도를 얻을 수 있는 장점이 있다. 이 경우 주사선 방향 및 프레임 방향 각각으로 다중 빔(multi-beam receive focusing) 기법을 적용한다면 3차원 또는 4차원 초음파 영상장치에서 빠른 볼륨 레이트(volume rate, volume/sec) 획득이 가능하다. 즉, 16x16 개구를 사용하면 해상도 관점에서는 어느 정도의 화질 저하는 있을 수 있지만 볼륨 레이트(volume rate)가 가장 중요한 요소가 되는 4차원 초음파 영상 장치에 본 실시예가 적합한 실시예가 될 수 있다.

본 발명의 제2 실시예에 따르면 32x16개의 변환자를 활성 변환자 세트로 사용한다. 다만, 채널의 수(제어하여야 하는 채널의 수)를 16x16인 경우와 동일하게 유지하기 위하여 고도 방향으로 대칭성을 이용하여 폴딩을 한다. 도 3은 고도 방향으로 배열 소자들을 폴딩한 경우 즉, 고도 방향으로 대칭인 소자들을 서로 연결한 경우를 도시하고 있다. 이때, 서로 연결된 또는 폴딩된 소자들은 집속점 또는 스캔라인에 대해 대칭성을 갖는 변환자들로서, 송신시는 동시에 펄스가 송신되고, 수신시는 적용되는 지연의 값이 동일한 소자쌍이다.

도 3은 제1 실시예에 비하여 해상도를 다소 높이면서도, 볼륨 레이트의 손실은 막는 방식이다. 3차원 또는 4차원 영상 분야에서는 빠른 프레임율(frame-rate)이 기본적인 요구조건이므로 수신 다중 빔(receive multi-beam) 기능은 반드시 요구된다. 도 3에 도시된 실시예에 따르면 측(x) 방향으로 놓인 변환소자들은 폴딩(folding)되지 않았으므로, 주사선 진행 방향(x 방향, 측 방향)으로의 다중 빔을 구현할 수 있는 반면에, 고도방향(또는 프레임 진행방향)으로 위치한 변환소자들은 폴딩(folding)되므로 프레임 방향에 대한 다중 빔은 구현되기 어렵다. 대신 프레임 보간(interpolation) 기법 등을 적용하여 볼륨 레이트(volume rate)은 그대로 유지할 수도 있다.

본 발명의 제2실시예에서는 32×16 소자 그룹 형태의 개구를 사용하고, 프레임 진행 방향의 변환소자들에 대해서 도 3의 상하 대칭 폴딩을 적용한다. 이 경우 대칭소자들을 폴딩하였으므로 계산량 측면에서는 32×8 채널이 되고, 따라서 16×16 인 실시예와 계산량은 동일하되 2 배의 측 방향 해상도 및 SNR의 개선을 기대할 수 있다.

또한 수용할 만한 그레이팅 로브 조건하에서 x축 소자들의 간격을 늘린다면($d=1.5 \sim 2\lambda$) 실제 측방향 해상도를 좀 더 증가시킬 수 있다. 또한 1차원의 경우에 비하여, 고도 방향으로도 전기적인 집속이 가능하므로 실제 전체 해상도는 더욱 향상될 수 있다.

도 4는 본발명의 제2실시예에 따라서, 전체 배열 소자 중에서 임의의 한 주사선에 대응하여 구동되는 채널의 형태를 나타내고 있다. 도 4에서 B 부분은 A 부분과 도 3과 같은 형태로 폴딩되는 블록인데, 고도방향(프레임 진행방향)으로 서로 대칭으로 묶여져 있다.

앞서 설명한 실시예는 본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자를 3차원 또는 4차원 초음파 영상 획득에 사용하는 경우에 적합한 실시예이다. 2차원 변환자를 사용하는 영상 형성장치라 하여도 2차원 영상은 기본 기능으로 제공해야 하는 경우가 많다. 제3 실시예는 본발명의 2차원 곡면 배열 변환자를 이용하여 고해상도 2차원 영상을 획득하기 위한 것이다. 3차원 영상과 2차원 영상 모두 임상적으로 가장 활발히 응용되고 있는 진단 분야는 산부인과로 볼 수 있는데, 이 때 2차원 초음파 영상의 프레임율은 심초음파에 비하면 그렇게 부각되는 부분이 아니며, 기술적으로 다중 빔을 사용하지 않고 단일 빔(single-beam receive focusing)만으로도 충분하다. 고도 또는 측방향 모두 다중 비임을 사용하지 않는 경우는 도 3과 같은 고도 방향으로의 폴딩뿐만 아니라 측 방향 대칭성을 이용한 측방향 폴딩까지 동시에 적용할 수 있어서, 훨씬 효율적으로 시스템을 운용할 수 있다. 도 5는 측 방향, 즉 주사선 진행 방향으로의 폴딩을 도시하고 있다. 전술한 예와 마찬가지로 256 채널을 제공하는 시스템인 경우, 시스템이 실제 처리할 수 있는 것은 64×16 활성 변환자 그룹이고 이 값에 의해 2차원 영상의 해상도가 결정된다. 이때 64×16 이라는 값은 실제 처리가능한 채널수인 $256 = 32 \times 8$ 에서 양방향 폴딩을 고려한 값이다. 따라서, 배열 소자간 간격이 λ 이상이므로 측 방향으로로는 기존의 64 채널 시스템이 낼 수 있는 이상의 해상도 제공이 가능할뿐더러 고도 방향으로 16채널에 의해서 집속하고 있으므로 전체적인 2차원 초음파 영상의 해상도가 증가된다.

도 6은 이런 상황에서 전체 2차원 배열 소자의 분포에서 임의의 한 주사선에 상응하여 구동되는 채널의 형태를 나타내고 있다. 도 6에서 C와 D 및 E와 F는 각각 도 5와 같은 형태의 주사선 진행방향으로 폴딩된 블록이면서 동시에 C와 E 및 D와 F는 도 3과 같이 프레임 진행방향으로 대칭으로 묶여져 있다. 따라서 256 채널 시스템을 사용하여 1024 채널 시스템이 낼 수 있는 성능을 낼 수 있다.

도 7은 제3 실시예를 변형한 실시예로서 도 6에 제시된 폴딩방법의변환된 형태이다. 즉, 대칭성을 갖는 네 블록 G, H, I, J는 각각 주사선 진행 방향으로 또는 프레임 진행 방향으로 폴딩되어 있다는 기본 개념은 동일하지만, 개구에 포함되는 동시에 활성화되는 변환자 그룹의 형태를 다르게 구성한 경우이다. 도 7은 전체적인 2차원 변환 소자의 분포가 타원형을 취하도록 한 것이며, 이런 식으로 다양한 형태의 개구를 사용함으로써 측 방향 및 고도방향 해상도의 트레이드오프가 가능하므로, 최적의 초음파 영상을 구성하는데 일조할 수 있다.

이와 같이 상하 또는 좌우로 폴딩을 하여 지연값의 규칙성을 이용하는 방법을 확대하면 다양한 형태로 배치된 변환자 소자들을 하나의 채널로 묶는 것도 가능하다. 예를 들어, 지연값의 규칙성을 가장 최대한 이용하기 위하여 소정의 시점에 소정의 집속점에서 같은 거리(또는 매우 유사한 거리)에 있는 변환자들을 모두 찾으면 원형 또는 원호 모양으로 배치된 변환자들의 그룹을 형성할 수 있다. 비임형성 연산시 하나의 채널은 동시에 연산되므로 하나의 채널로 묶이는 변환자 소자들의 개수가 많을수록 영상 형성 시스템의 연산의 복잡도는 낮아진다. 2차원 곡면 변환자를 이용하는 경우 지연값의 규칙성을 이용하기 위한 방법으로 본 명세서에서는 2 변환자, 4 변환자, 원형 변환자 그룹 등을 단일의 채널로 합치는 방법에 대하여 설명하였으나, 그 이외에도 다양한 방법으로 지연값의 규칙성을 이용하여 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

본발명의 일실시예에 따르면 폴딩(또는 다수의 변환자 채널 형성)을 구현하기 위하여 각각의 변환자에 다중 스위치를 단다. 변환자에 연결된 스위치들을 제어함으로써, 임의의 변환자들을 하나의 그룹으로 모아 단락시키는 것이 가능하다.

도 1에서는 본 발명에 따른 곡면 변환자의 몇가지 예가 도시되었으나, 본 발명의 곡면 변환자는 이에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태의 곡면 변환자를 포함할 수 있다. 예를 들어 원통형이나, 원뿔형의 표면일부에 변환자들을 배열하여 곡면 변환자를 형성하는 것도 가능하다. 이 경우, 전술한 폴딩 방법은 곡면 변환자의 형태적인 특성에 따라 선택되어야 한다. 예를 들어 원뿔형의 일부에 배열된 곡면 변환자의 경우 2방향 대칭성을 갖지 않으므로 한방향 폴딩만이 가능하다.

도 8은 본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자를 포함하고, 변환자들을 스위치를 이용하여 폴딩을 구현하는 초음파 영상 형성 시스템의 일실시예를 도시한 도면이다. 펄서(11)는 이극성 펄스(bipolar pulse)를 출력하기 위한 것으로서, 이진 수열을 입력받아 입력부(1)에 포함되어 있는 2차원 배열 변환자(transducer)가 구동될 수 있도록 증폭된 신호를 변환자에 공급해주는 역할을 한다.

송신 집속 지연 메모리(TX focus delay memory)(14)는 배열 변환자를 통해 인체 내로 송신하려는 초음파 펄스의 지연 패턴을 저장하고, 이 지연값을 펄서에 입력한다. 펄서(11)의 출력인 미리 정해진 크기의 전압은 지연값에 따라 각 변환자로 적절한 시점에 인가되고, 그 결과 각 변환자로부터 출력되는 초음파 펄스가 인체 내로 전송된다. 각 변환자(1)에 대한 송신 지연을 결정하는 방법으로서, 인체내의 소정의 지점으로 초음파 펄스의 에너지가 집속되도록 하는 고정 집속 기법이 주로 사용된다. 근래에는 수신시에는 대상체의 각 지점마다 동적 집속을 하는 한편, 송신시에는 고정 집속 기법을 사용함으로써 생기는 해상도의 한계를 극복하기 위한 합성 구경(synthetic aperture) 기법이나 다중 집속 방식을 사용하는 것에 대한 관심이 증대되어 오고 있다.

입력부(1)는 2차원 곡면 배열 변환자 및 변환자들에 부착된 그룹화 스위치들을 포함한다. 2차원 곡면 배열 변환자는 다수의 요소로 구성되어 있고, 펄서(11)로부터의 전압 입력에 응답하여 초음파 펄스를 출력한다. 다수의 변환자를 포함하는 배열 변환자 중에서 일부 변환자만이 일회 송신시 사용될 수 있다. 예를 들어 64×64 개의 변환자가 포함되어 있는 영상 형성 장치라 하여도, 한번 송신할 때 2차원 개구(aperture) 내의 32×32 개의 변환자만 초음파를 송신할 수 있다. 변환자에 부착된 그룹화 스위치들은 다수의 변환자들을 하나의 입력채널로 묶는 역할을 한다.

스위칭 제어부(5)는 입력부에 포함된 그룹화 스위치들에 제어신호를 공급하는 역할을 한다. 본발명의 실시예에서는 입력부 및 스위칭 제어부(5)가 프로브 내부에 위치할 수 있고, 또는 입력부만이 프로브 측에 위치하고 스위칭 제어부(5)는 시스템의 본체 쪽에 있을 수 있다.

스위칭 제어부(5)의 제어에 의해 스위치가 동작하여 다수의 변환자들이 그룹을 형성하게 되고 하나의 그룹이 하나의 채널을 형성한다. 따라서, 입력부(1)로부터 송수신 스위치(21)로의 출력 신호의 수는 변환자의 수가 아니라 최대 채널의 수이다. 최대 채널의 수보다 실제 형성되는 채널의 수가 작은 경우, 실제 채널만큼의 신호만이 스위치(21) 후단부에서 영상 형성에 이용된다. 최대 채널의 수는 변환자들을 그룹화하는 방법에 따라 달라질 수 있다.

도 8의 스위치(21)는 펄서(11)에서 방출되는 고압의 전력이 수신부에 영향을 주지 않도록 하는 디플렉서(diplexer)의 역할을 한다. 즉, 변환자가 송신 및 수신을 번갈아 가며 수행할 때, 송신부와 수신부를 변환자에 적절히 스위칭해 주는 역할을 한다.

수신부(31)는 예를 들어, 전치 증폭기(Pre-Amplifier), 초음파가 신체 내부를 통과하면서 발생하는 감쇄를 보정해주기 위한 TGC(Time Gain Compression, 시간 이득 보상) 유니트 및 ADC(analog-digital converter, 아날로그-디지털 변환기)로 구성되어 있고, 수신 신호를 증폭하여 디지털 신호로 변환한다.

비임 형성부(37)는 수신 집속 지연 제어부(36)로부터의 지연값을 참조해서 수신 집속을 수행한다. 본발명에서 비임 형성부(37)의 역할은 종래의 1차원 또는 2차원 영상 시스템과 비임 형성부와는 상이하다. 본 발명에서 입력부의 배열 변환자가 $N \times M$ 2차원 곡면 배열이고 2차원 개구가 $N' \times M'$ 인 경우 그룹화 스위치의 작용에 의해 다수의 변환자 소자를 하나의 그룹으로 묶게 되므로 그 결과 $C \times 1$ 의 1차원 배열 또는 $N' \times M'$ 형태의 2 차원 배열 신호가 변환자 그룹으로부터 출력되고, 이때 C는 그룹(또는 채널)의 수이고, $N' \leq N$, $M' \leq M$ 이다. 따라서, 비임 형성부(37)는 이 1차원 또는 2차원 결과 데이터에 적절한 지연을 가하여 합산하는 역할을 수행한다.

각 그룹(또는 채널)에 속하는 변환자의 수가 달라질 수 있으므로, 비임 형성부에서 각 채널의 신호가 합산되기 이전에 특정 그룹에 포함되는 변환자의 수를 보상하는 정규화의 과정을 거치도록 할 수 있다. 이 정규화는 수신부(31)에서 이루어지거나 혹은 아포다이제이션 계산시, 정규화를 함께 수행할 수 있다. 이를 위하여 스위칭 제어부(5)는 채널 내의 소자수에 대한 정보를 수신부 또는 아포다이제이션 블록(비임형성부에 포함됨, 도시되지 않음)에 제공한다. 또는 그룹에 속하는 변환자의 수가 크게 변하지 않도록 조정하여(전술한 성긴 변환자 그룹 등을 이용) 정규화 과정을 생략하도록 하는 것도 가능하다.

신호 처리부(41)는 엔벨로프 검출(envelope detection), 로그 압축(log compression) 등을 수행한 후, 결과 데이터를 3차원 영상으로서 디스플레이 장치에 표시하기 위한 형태로 변환한다. 도 8에 도시된 영상 시스템은 B모드 데이터 표시뿐 아니라, 컬러 도플러, 스펙트럴 도플러, 티슈 특성화(tissue characterization) 등 여러 가지 모드로 사용할 수 있다.

도 8에 도시된 실시예에서는 스위칭 제어 및 송수신 접속지연 계산 등 계산량이 많은 작업이 별도의 블록에서 이루어지는 것으로 도시하였으나, 계산 성능이 좋은 고속의 프로세서를 사용하여 하나의 프로세서에서 필요한 연산의 대부분을 수행하는 것도 가능하다. 또한 미리 가능한 계산결과들을 구하여 메모리에 저장해 놓은 후 LUT(Lookup Table)를 참조하는 것으로 실시간 연산을 대신함으로써 연산속도를 증가시킬 수 있다.

본 발명에 따른 2차원 곡면 배열 변환자의 제어를 위해 스위치를 연결하는 방법을 살펴보기로 한다. 본 발명의 일 실시예에서는 입력부의 변환자 소자 각각마다 채널 수만큼의 스위치를 붙일 수 있다. 그러나 이 경우, 본 발명의 스위칭 회로의 복잡도는 $N \times N \times C_N$ 이며 이때 $N \times N$ 은 배열 변환자의 크기이고 C_N 은 $N \times N$ 배열 변환자 내의 독립된 신호 채널의 수이다. 예를 들어 64×64 배열 변환자에 채널수가 64×32 개인 경우 소자 각각이 임의의 채널에 연결되게 하자면 각 소자마다 64×32 개의 스위치가 필요하다. 스위칭 회로의 집적도가 매우 높은 경우 이와 같은 구조도 가능하지만, 회로를 좀더 실현 가능하고 간단하게 만들기 위하여 스위칭 회로의 복잡도를 줄이기 위한 다른 실시예를 구현하는 것도 가능하다. C_N 은 변환자들을 폴딩하는 방법에 따라 크게 달라질 수 있고, 가능하면 많은 소자가 하나의 채널로 연결되도록 폴딩함으로써 C_N 값을 줄일 수 있다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면 계층적인 방법으로 스위치를 연결한다. 즉, 배열 변환자에서 블록을 정의하여 하나의 블록 내에서 그룹으로 먼저 묶고 단계별로 상위 블록에 연결한다. 블록 크기를 $M \times N$ 이라 하고 단일 블록 내의 총 그룹의 수가 C_M 인 경우 각각의 소자에는 C_M 개의 스위치가 붙는다. 다시 각 블록마다 M 개의 그룹을 C_N 개의 채널에 임의로 접속하는 스위치가 필요하다. 따라서 총 스위치 수는 (각각의 소자마다 필요한 스위치 $\times$ 소자 개수) + (각 블록마다 필요한 스위치 수 $\times$ 블록 개수) = $C_M \times N \times N + C_M \times C_N \times N \times N / (M \times M)$ 이다. 이와 같은 방식으로 계층적 구조를 사용하지 않은 경우에 비하여 스위치의 개수를 상당히 줄일 수 있다.

본 실시예를 변형하면 이층 구조뿐 아니라 다층의 구조로 스위치를 연결함으로써 스위치의 개수를 더 줄일 수 있다.

본 발명에 따라 채널별로 변환자들을 단락시켜 그룹화하기 위한 스위치를 부착한 변환자 배열을 제조하는 방법으로는 후술하는 다양한 방법을 사용할 수 있다.

영상 시스템이 본체와 프로브로 구성될 때, 프로브 측에 스위치가 위치하는 것이 회로 설계상 더욱 바람직하다. 프로브는 진단의 편의상 가벼운 것이 바람직하고 이를 위하여 소자 레벨에서 웨이퍼상에 변환자 소자와 스위치를 같이 집적시키는 것이 바람직하다. 이와 같은 회로를 만드는 공정과 유사한 공정의 예로는 CMUT(Capacitor Micromachined Ultrasonic Transducer) 제작공정, AMA(active mirror array) 제작공정등이 있다. 예를 들어 미국 특허 제 5,682,260호에는 $M \times N$ 액츄에이터 배열 아래에 $M \times N$ 능동 매트릭스 배열(active matrix array)를 가진 구조가 도시되어 있다. 상기 특허에 개시된 능동 매트릭스 배열은 실제 동작상 아날로그 스위치와 유사하고, 액츄에이터는 본 발명에서의 배열 변환자에 해당하는 것이다. 즉, 상기 특허에 개시된 것과 유사한 반도체 공정으로 액츄에이터(본 발명의 경우 프로브 소자) 바로 아래에 각각 스위치를 구비할 수 있다. 다만 실제로, 현재의 초음파진단기에 필요한 스위치는 고전압을 감당할 수 있는 스위치이고 상기 특허에서의 스위치는 보통 저전압 (수 Vpp)용인 점에 따른 공정상의 차이가 있을 수 있다.

본 발명에서 그룹화 스위치만을 IC칩으로 집적하는 경우 스위치(트랜지스터) 하나의 면적을 40볼트 공정에서 대략 계산하고, 이에 제어부와 와이어링의 면적(각각 대략 트랜지스터 면적의 30%씩을 차지)을 더하고, 수만개의 스위치가 하나의 초음파 장치에 필요하다는 가정하에 집적화된 스위치의 면적을 계산해보면 대략적으로 초음파 장치의 프로브내에 장착이 가능한 면적이 된다. 스위치의 면적이 상대적으로 좁은 저전압 스위치(송신 전압이 +20, -20 볼트인 경우 사용가능한 스위치)에 대하여 설명하였지만, 송신 전압이 낮아도 전압이 인가되는 변환자의 개수가 2차원 처리 장치에 비해 상대적으로 많아서 진단대상에 전달되는 초음파 전력이 커지므로, 낮은 송신 전압의 영향이 줄어들 수 있다. 특히, 부호화 펄스 여기(coded pulse excitation)방식 등을 사용함으로써 저전압에도 불구하고 전달되는 전력을 증가시킬 수 있다.

칩 제조 단계에서 변환자와 스위치를 동시에 집적화하기 용이하지 않은 경우 변환자 소자와 이산 소자(discrete component)인 스위치 사이를 수많은 선을 유연한(flexible) PCB를 사용하여 연결하는 방법을 사용하는 것도 가능하다.

웨이퍼 단위로 집적화하는 기술 이외에도, 최근 매우 향상되어 있는 IC 패키징 기술을 사용하여 스위치와 변환자를 집적시킨 회로를 만드는 것이 가능하다. 예를 들어 BGA(Ball Grid Array)를 이용한 패키징 기술 등을 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 프로브 측과 스위치를 BGA로 처리하면 양자를 직접 결합시킬 수 있다.

혹은 패키징 없이 반도체 다이(die)를 바로 인쇄회로기판에 붙이는 패키징 기술을 활용하여 스위치와 변환자를 집적 접속시킴으로서 회로의 크기를 줄일 수도 있다. 예를 들어 플립칩 패키징(Flip Chip Packaging: FCP)이나 칩-온-필름(Chip on Film: COF) 등의 고집적도 패키징 기술을 사용하여 본 발명의 변환자와 스위치 집적회로 등을 패키징함으로써 프로브 또는 관련 회로의 크기를 줄일 수 있다.

변환자의 폴딩을 위한 스위치가 변환자에 연결되어 구성된 회로의 다른 실시예가 도 9에 도시되어 있다. 도 9의 회로에서는 변환자 소자마다 송신용 트랜지스터를 따로 가지고, 수신용 버퍼도 갖추고 있다. 송신용 트랜지스터가 고압용으로 크기가 다소 클 수 있지만, 스위치용 트랜지스터와 송신용 트랜지스터의 크기가 별로 차이 나지 않으므로 스위치 한두개 더 추가된 것과 비슷한 영향을 준다고 할 수 있다. 이때 도 9에 도시된 송신용 트랜지스터는 도 8에서 펄서의 역할 즉, 고압펄스파형을 생성하여 소자에 인가해주는 역할을 수행한다.

도 8에는 변환자를 그룹화하기 위한 스위치들을 배열 변환자에 직접 연결하고, 입력부 전체에 대해 송신 및 수신인 송수신 스위치(21)에 의해 스위칭되는 실시예가 도시되었다. 도 9 및 도 10은 폴딩용 스위치, 송수신 스위치(21) 및 송신용 펄서를 구현하는 다른 실시예를 도시하고 있다. 도 10은 각 변환자별로 송신 트랜지스터(Tr1, Tr2)와 전압리미터를 구비한 회로를 도시하고 있다. 송신 트랜지스터는 도 8에서 펄서의 기능과 동일한 기능 즉, Tr1 또는 Tr2가 온 상태가 됨으로써 +20볼트 또는 -20볼트 펄스를 변환자에 인가하는 역할을 수행한다. Tr1 및 Tr2를 이용하여 송신하는 동안 및 그 전후의 시간에는 수신 트랜지스터(Tr3)가 오프 상태로 되어서 송신용 고전압이 수신단에는 영향을 주지 않도록 하여야 한다.

송신후 충분한 시간후에는 수신 트랜지스터(Tr3)가 온 상태가 되어 변환자로부터의 수신신호를 버퍼 및 크로스 포인트 스위치부(110)로 전달한다.

도 10은 이중비임의 경우 수신용 버퍼 및 크로스 포인트 스위치 블록(110)의 회로의 일례를 도시하고 있다. 이중 비임이 서로 영향을 주지 않도록 하기 위하여 각 변환자마다 두개의 버퍼가 연결되어 있다. 다중 비임의 경우 버퍼의 개수 및 스위치 세트들의 수가 늘어날 수 있다. 송신용 크로스 포인트 스위치 블록(120)은 도 10의 회로에서 버퍼 및 비임2용 스위치를 제외한 부분과 동일하다(도시하지 않음.)

지금까지는 본 발명의 몇몇 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형과 수정이 가능하다.

발명의 효과

본발명의 2차원 곡면 배열 변환자는 배열 소자의 크기 및 간격이 선형 배열 변환자에 비해 커질 수 있어서 전체 개구(aperture)의 크기가 증대되므로 해상도의 개선 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio)의 향상을 기대할 수 있다.

본 발명에서 제안하고 있는 2차원 곡면 배열 변환자를 적용하면 전체 시스템의 하드웨어 변경 없이 단지 2차원 변환소자들에 대한 그룹의 구성 또는 스위칭 제어만 바뀌므로써 진단 목적에 가장 적절한 방식으로 이용할 수 있으므로, 시스템의 활용도가 증대된다.

도면의 간단한 설명

도 1a는 2차원 곡면 배열 변환자가 표면에 배치되는 구의 입체도.

도 1b는 도 1a의 구를 위에서 바라본 단면도.

도 1c는 도 1a의 구를 측면에서 바라본 단면도.

도 1d는 2차원 곡면 배열 변환자가 2가지 곡률을 갖는 곡면상에 위치하는 경우를 도시한 도면.

도 2는 2차원 곡면 배열 변환자의 구조를 전면에서 도시한 도면.

도 3은 고도 방향으로 배열 소자들을 폴딩한 예.

도 4는 제2 실시예에 따른 2차원 배열 변환소자의 묶음 형태에 고도방향 폴딩을 적용하는 것을 모식적으로 도시한 도면.

도 5는 측 방향으로 배열 소자들을 폴딩한 예.

도 6은 제3 실시예에 따른 2차원 배열 변환소자의 묶음 형태에 측 방향 및 고도방향 두 방향 모두 폴딩을 적용하는 것을 도시한 도면.

도 7은 제3 실시예에 따른 2차원 배열 변환소자의 묶음 형태의 변환 형태에 측 방향 및 고도방향 두 방향 모두 폴딩을 적용한 것을 도시한 도면.

도 8은 본 발명의 2차원 곡면 배열 변환자를 이용하는 초음파 영상 형성 시스템을 도시한 도면.

도 9은 본 발명의 다른 실시예에 따른 변환자, 송신 트랜지스터 및 크로스 포인트 스위치들의 연결관계를 도시한 도면.

도 10은 도 9의 수신용 버퍼 및 크로스 포인트 스위치 블록(110)의 회로의 일례.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1 : 입력부

5 : 스위칭 제어부

11 : 펄서

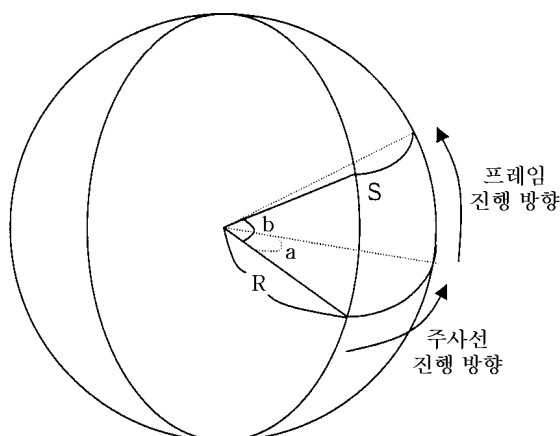
21 : 송수신 스위치

31 : 수신부

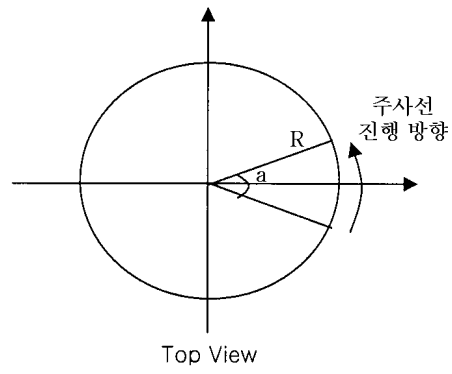
37 : 비임 형성부

도면

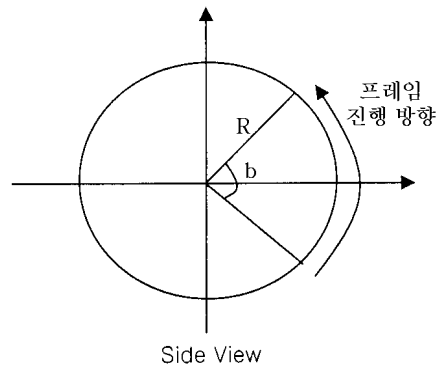
도면1a



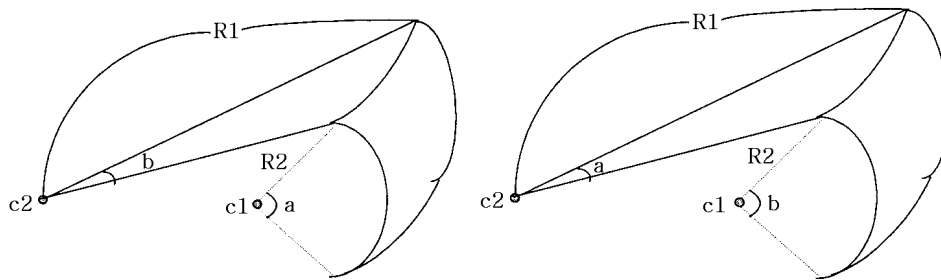
도면1b



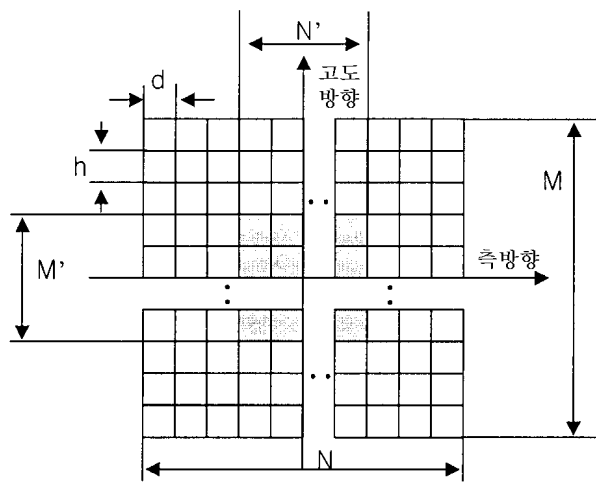
도면1c



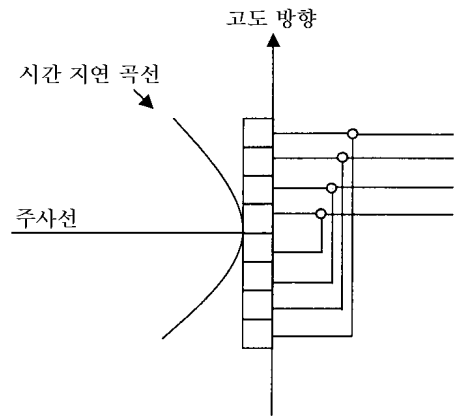
도면1d



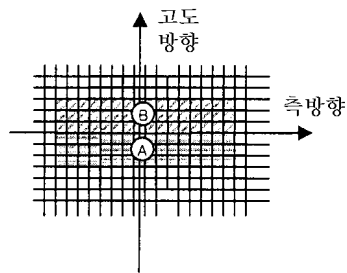
도면2



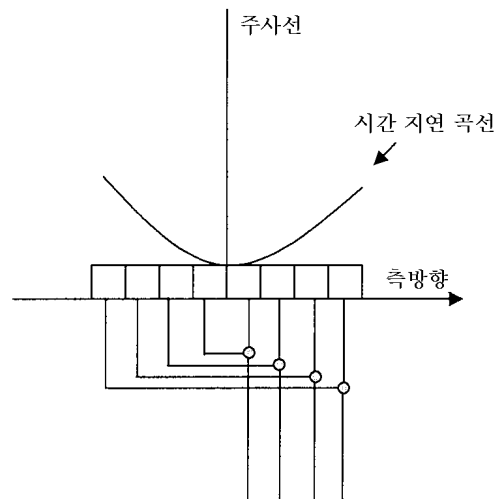
도면3



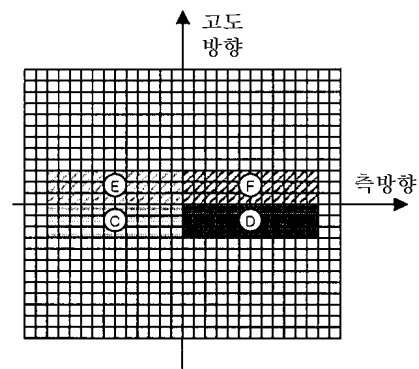
도면4



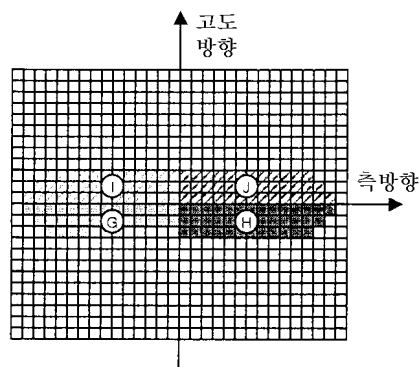
도면5



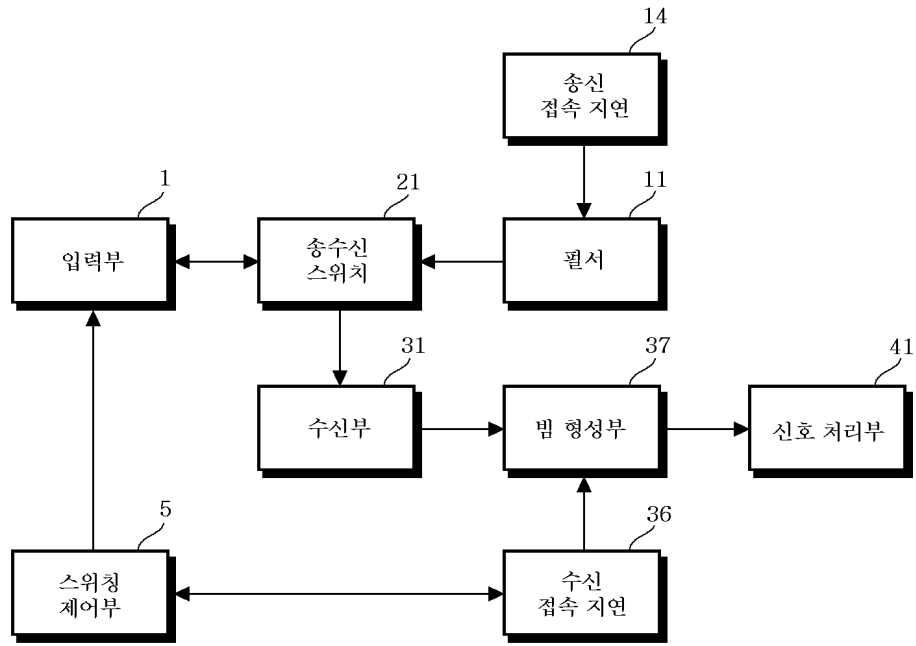
도면6



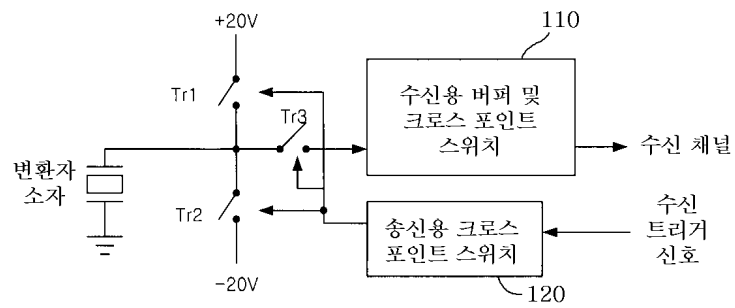
도면7



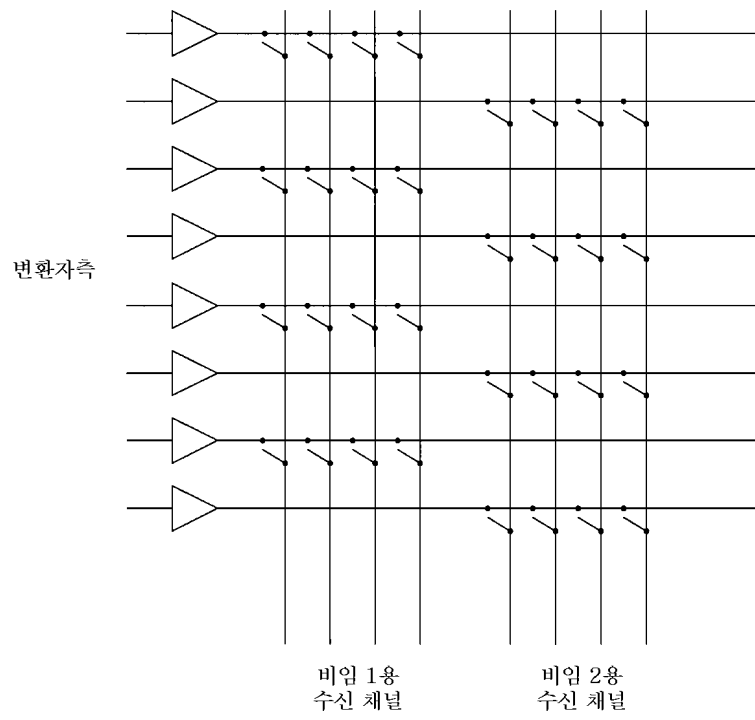
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	用于超声成像装置的二维表面阵列换能器		
公开(公告)号	KR100752334B1	公开(公告)日	2007-08-29
申请号	KR1020010019844	申请日	2001-04-13
[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	CHANG SEONGHO 장성호 SONG TAIKYONG 송태경		
发明人	장성호 송태경		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4483 G01S15/892 G01S15/8925 G01S15/8993		
代理人(译)	CHU, 晟敏 CHANG, SOO KIL		
其他公开文献	KR1020020079138A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及以曲面状态布置的二维曲面阵列换能器，其中转换器是至少一个曲率，本发明涉及用于3D到二维超声成像系统的二维阵列换能器。二维曲面阵列换能器包括N×M转换器。根据视角（视角）确定N和M，并且可以使用曲面阵列换能器形成3D超声图像的体积角。为了使二维曲面阵列换能器被控制用于切换热转换器的高压开关装置和用于控制的开关控制器，使得在阵列换能器之间的开关元件短路任意转换器被另外配备。

