



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0111147
(43) 공개일자 2007년11월21일

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0044133

(22) 출원일자 2006년05월17일

심사청구일자 2006년05월17일

(71) 출원인

단국대학교 산학협력단

서울특별시 용산구 한남동 147

주식회사 닉산메디테크

충청남도 천안시 직산읍 삼은리 43-1 천안밸리번영관 3401

(72) 발명자

김영식

충남 천안시 두정동 두정5차 푸르지오 아파트 502동 401호

정민상

충남 천안시 성남면 봉양리 2구 150번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이재인

전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치

(57) 요약

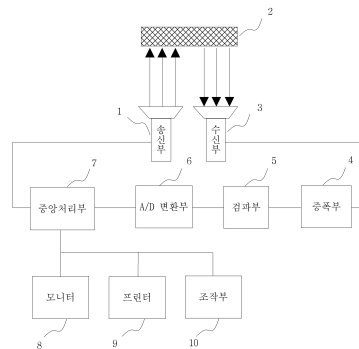
본 발명은 압전 소자를 사용한 초음파센서의 송신부로부터 발신된 초음파가 반사되어 되돌아오는 신호를 수신부에서 검출하기 위하여 송신부와 수신부를 동일 방향의 평면상에 수평으로 설치하여 송신부와 수신부가 일체형으로 된 초음파 센서를 이용한 인체의 지골을 대상으로 한 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치를 개시한다.

본 발명은 반사형 전송방법을 이용함으로써 인체의 지골을 대상으로 초음파 파라미터를 이용하여 더욱 간편하고 정확한 골밀도를 측정할 수 있도록 한 것으로,

이를 위하여 본 발명은 압전소자를 이용하여 수신된 신호를 충분한 크기로 증폭하기 위한 신호 증폭부와 증폭된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하기 위한 A/D 변환기와 초음파 신호의 생성 및 송신부 제어 또는 입력된 데이터를 수집하여 통계적 자료 및 세계보건기구(WHO)의 표준과 비교 판단을 하는 중앙제어장치와 측정 결과를 확인하거나 출력할 수 있는 모니터와 프린터로 구성된 공지의 것에 있어서, 초음파를 발신하고 반사된 초음파를 수신할 수 있는 동일 방향의 평면상에 일체로 된 송수신부를 구비하여서 된 것이다.

이에 따라 본 발명은 지골에 수직으로 초음파를 발사하여 반사 신호를 이용하는 구조로 설계함으로써, 손쉽게 골밀도를 측정할 수 있게 되어 간단히 진단결과를 얻을 수 있고, 소형화할 수 있게 되어 포터블로도 제작할 수 있으며 구조가 단순화되어 제조원가를 절감할 수 있게 되는 등의 유용한 효과가 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김병겸

충남 예산군 신암면 조곡리 383번지

안대운

충남 천안시 성정동 695-7번지 유성빌딩 4층

김재현

충남 천안시 직산읍 삼은리 천안벨리 번영관 2202호

특허청구의 범위

청구항 1

중앙처리부(7)에서 초음파신호를 생성하여 출력된 신호는 송신부(1)에서 인체의 지골(2)에 조사하고 지골(2)에서 반사된 초음파를 수신부(3)에서 수신하며 수신된 미약한 신호를 다시 신호 증폭부(4)에서 충분한 크기로 증폭하고 검파부(5)에서 필요한 데이터만을 검파하며 A/D 변환부(6)에서 아날로그로 된 데이터 신호를 디지털 신호로 변환하여 중앙 처리부(7)에서 판독하고, 송신부(1)에서 발사된 초음파가 인체의 지골(2)에서 반사되어 수신부(3)에 입사되는 시점까지의 속도(Speed of sound; 이하 SOS라 함)를 계산하여 다양한 피 실험자의 연령, 성별, 인종 등에 의해 분류된 값을 중앙처리부(7)에서 미도시한 데이터 베이스에 미리 저장된 데이터 값과 비교하여 병명을 진단하는 시스템에 있어서, 전술한 송신부(1)와 수신부(3)를 동일 방향, 동일 평면상에 배치하여서 됨을 특징으로 하는 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치.

청구항 2

청구항1에 있어서,

송신부(1)와 수신부(3)가 하나의 핸드셋(101)에 내장됨을 특징으로 하는 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치.

청구항 3

청구항1에 있어서,

피측정 지골은 중지임을 특징으로 하는 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <17> 본 발명은 주로 인체의 골밀도를 측정하기 위한 골밀도 측정 장치에 관한 것으로, 더욱 상세히는 초음파를 인체의 지골을 대상으로 하여 발사시켜 반사파의 속도를 측정함으로써 간편하게 골밀도를 측정할 수 있도록 한 골밀도 측정 장치에 관한 것이다.
- <18> 주지하는바와 같이 종래의 기술은 의료기관에서 골밀도를 측정하고 이를 분석 및 진단하여 골절의 위험도를 예측 평가하는 방법으로서 방사선 흡수법(RA ; Radiographic Absorptiometry), 이중 에너지 방사선 흡수법(DEXA ; Dual Energy X-ray Absorptiometry), 정량적 전산화 단층촬영법(QCT,pQCT ; Quantitative CT), 정량적 초음파법(QUS ; Quantitative US), 정량적 자기 공명 영상법(QMR ; Quantitative MR) 이 있는바, 각각의 방법을 좀 더 상세히 설명하면, 방사선 흡수법은 X-선으로 중수골이나 지골을 촬영할 때 알루미늄 판을 이용하는 비교적 간편한 방법이고, 이중에너지 방사선 흡수법은 서로다른 에너지를 이용한 X-선으로 촬영한 X-선 필름 두장을 비어 림버트(BEER Lmnbert)법칙에 따라 계산하여 측정하는 방법이며, 정량적 전산화 단층촬영법은 우선 촬영할 위치를 결정하고 영양공(추체의 중앙)과 추체 종판에 평행이 되는 면을 촬영하여 피질골과 해면골을 정확하게 구분하여 부피에 따른 골밀도를 측정하는 방법이고, 정량적 초음파법은 송신부와 수신부를 측정물체의 양쪽에 대향형으로 각각 위치시키고 측정물체에 조사한 초음파의 투과속도를 이용하여 측정하는 방법이다. 이에서 방사선을 이용하는 방법은 주지의 사실과 같이 인체에 해로운 면이 있기 때문에 최근에는 인체에 악영향을 끼치지 않는 초음파를 이용한 골밀도 측정방법들이 제시되고 있다. 이러한 정량적 초음파법에 대해서 좀 더 상세히 살펴보면 압전소자로 된 초음파 송신부와 수신부를 서로 마주보게 대향형으로 설치하고 그 사이에 종골 즉, 발 뒤꿈치 뼈를 대상으로 송신부로부터 방출된 초음파가 종골의 피부와 뼈를 관통하여 반대편의 수신부에 도달할 때의 신호 변화를 검출하여 뼈의 밀도를 측정하는 방식으로서 이와 같은 구성을 도1에 도시 하였다.
- <19> 도1에서 보는바와 같이 초음파 신호를 발신하기 위한 송신부(1)와 인체의 피부와 뼈(2)를 통과한 송신부(1)에서 발신한 초음파를 반대편에 대향형으로 설치하여 수신하는 수신부(3)와 수신한 신호를 충분한 크기로 증폭하는 신호증폭부(4)와 수신한 신호중에서 데이터를 검출하는 검파부(5)와 아날로그신호를 디지털 신호로 변환하는

A/D 변환부(6)와 초음파 신호를 생성하여 송신부(1)로 출력하고 데이터 베이스에서 미리 저장된 통계적 자료 및 세계보건기구(WHO)의 표준 데이터를 가져다가 전송한 A/D 변환부(6)로부터 입력되는 신호와 비교하여 피 측정자의 골밀도 상태를 판정하는 중앙처리부(7)와 판정된 상태를 프로그램에 의하여 설정된 상태 화면으로 출력시키는 모니터(8) 및 프린터(9)와 장치가 원활하게 동작할 수 있도록 하는 조작 스위치 및 각종 데이터를 입력할 때 사용하는 조작부(10)로 된 것에 있어서 인체의 종골 즉, 발뒤꿈치 뼈를 대상으로 진단하는 방식으로서 물을 매질로 하여 초음파의 투과성을 이용하는 방식이다.

<20> 이와 같이 초음파가 측정부위를 관통하는 방식의 골밀도 측정 장비들은 초음파를 골부의 가로 방향으로 방사한 후 매질을 투과시켜 반대편에서 수신된 음파를 분석하여 진단을 하여야 하기 때문에 측정 장치가 매우 크게 되며 고가의 제작비가 투입될 뿐만 아니라 이동성이 없어서 환자가 반드시 장치가 설치되어 있는 병원으로 가서 진단을 받아야 하는 번거로움이 있고 장치를 사용함에 있어서도, 송수신부 사이에 인체의 일부를 끼워 넣어야 하므로 불편하게 되는 등의 문제점이 있는 것이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<21> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명의 목적은 초음파를 이용한 골밀도 측정 장치에서 초음파 파라미터를 이용하여 인체의 지골을 대상으로 간편하고 정확한 골밀도를 측정하기 위하여 동일방향의 평면상에 설치되는 송신부와 수신부가 일체로 된 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치를 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

<22> 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 초음파를 송신하여 인체를 거쳐 수신되는 초음파 변화를 수신부에서 검출하고 수신한 신호를 충분한 크기로 증폭하는 신호증폭부와, 수신한 신호중에서 데이터를 검출하는 검파부와, 아날로그신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환부와, 초음파 신호를 생성하여 송신부로 출력하고 데이터 베이스에서 미리 저장된 통계적 자료 및 세계보건기구(WHO)의 표준 데이터를 가져다가 전송한 A/D 변환부로부터 입력되는 신호와 비교하여 피 측정자의 골밀도 상태를 판정하는 중앙처리부와, 판정된 상태를 프로그램에 의하여 설정된 상태 화면으로 출력시키는 모니터 및 프린터와 장치가 원활하게 동작할 수 있도록 하는 조작 스위치 및 각종 데이터를 입력할 때 사용하는 조작부로 구성하되,

<23> 압전소자로 된 초음파 송신부와 수신부를 동일방향의 선상에 평면으로 설치하고 그 전방에 지골 즉, 인체의 손가락뼈를 대상으로 송신부로부터 방출된 초음파가 지골의 뼈에서 반사하여 수신부에 입사되도록 하여서 된 초음파를 이용한 반사형 지골 골밀도 측정장치를 제안한다.

<24> 이에 따라 본 발명은 환자의 지골을 대상으로 골밀도를 측정하기 때문에 장치를 이용함에 있어서 매우 간편하게 진단을 받을 수 있으며 초음파 송신부와 수신부를 일체로 제작할 수 있어서 장치 전체의 크기를 줄일 수가 있음은 물론 특히 하나의 핸드셋을 피부에 대고 미는 동작만으로 측정 가능하므로, 사용이 대단히 편리할 뿐만 아니라, 원가를 크게 줄일 수 있어서 규모가 작은 병원이나 가정등에서도 간편하게 사용할 수 있게 되는 효과가 있는 것이다.

<25> 이러한 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<26> 도2는 본 발명의 송신부와 수신부가 동일방향의 평면에 반사형으로 설치하여

<27> 지골을 대상으로 한 골밀도 측정장치의 전반적인 구성도이다.

<28> 이에서 볼 수 있는 바와 같이 중앙처리부(7)에서 초음파신호를 생성하여 출력된 신호는 송신부(1)에서 인체의 지골(2)에 조사하고 지골(2)에서 반사된 초음파를 수신부(3)에서 수신하며 수신된 미약한 신호를 다시 신호 증폭부(4)에서 충분한 크기로 증폭하고 검파부(5)에서 필요한 데이터만을 검파하며 A/D 변환부(6)에서 아날로그로 된 데이터 신호를 디지털 신호로 변환하여 중앙 처리부(7)에서 판독하고, 송신부(1)에서 발사된 초음파가 인체의 지골(2)에서 반사되어 수신부(3)에 입사되는 시점까지의 속도(Speed of sound; 이하 SOS라 함)를 계산하여 다양한 피 실험자의 연령, 성별, 인종 등에 의해 분류된 값을 중앙처리부(7)에서 미도시한 데이터 베이스에 미리 저장된 데이터 값과 비교하여 병명을 진단하는 시스템이다. 이와 같은 구성에 의해서 제작된 외형의 예를 도 3에서 보았다.

<29> 도3에서 보는바와 같이 이와 같이 중앙제어 장치(103)에서 만들어 진 초음파는 송신부와 수신부가 일체로 된 핸드 셋(102)형으로 제작되어 송신부에서 지골에 발사되고 되돌아오는 반사파는 다시 중앙제어부(101)에서 각종 데이터와 비교하며 분석하여 모니터(104)로 출력되어 측정자나 피측정자 모두 즉석에서 볼 수 있고 필요하면 프

린터(105)에 의해서 문서로 출력도 가능하며 각종 자료 입력장치(102)는 본 발명의 장치를 운전하고 측정에 필요한 각종 자료를 입력하게 된다.

<30> 여기서 본 발명에서 골밀도를 측정할 때 측정부위를 중지 손가락으로 한정하는 것이 바람직하며, 그 이유는 측정 시에 오차가 최소화 되어야 하는데, 초음파의 반사가 잘 되는 부위를 선택해야 하며, 중지 손가락 지골부위는 피부 두께가 얇아서 센서를 누르는 압력의 영향을 받지 않아 인체의 뼈중에서 가장 정확한 SOS 값을 얻을 수 있기 때문이다.

<31> 도4는 이와 같은 초음파의 속도를 측정하여 자체 내장된 데이터 베이스에 저장하고 미리 저장된 표준 자료를 근거로 진단결과를 산출해내는 흐름도이다.

<32> 이에서 보는 바와 같이 초음파를 발사하고 수신하는 과정을 매회당 약 300회 정도 반복하여 산술 평균값을 취하고 있으며 수집된 데이터는 통계적 자료를 바탕으로 T-SCORE(세계보건기구 표준 골다공증 진단 파라미터 ; 동일한 성별에서 ??은 성인 집단의 평균 골밀도와 비교하여 표준 편차로 나눈값 즉, (측정값-젊은 집단의 평균값)/표준편차)와 Z-SCORE(동일한 성별에서 연령이 비슷한 집단의 평균 골밀도와 비교하여 표준편차를 나눈값. 즉, (측정값-동일집단의 평균값)/표준편차)로 변환하여 의사는 WHO 표준에 부합하는 결과를 판단하고 처방할 수 있는 것이다.

<33> 본 발명에서는 골부에 수직으로 초음파를 발사하여 반사 신호를 이용하는 방식에 적용하기 위하여 기본적으로 SOS에 의한 측정법 파라미터를 이용한다. 즉, 초음파의 매질 전파 속도는 매질의 밀도와 탄성적 특성에 의존한다. 이때의 탄성력 자체는 뼈의 밀도에 따라 달라지며 밀도에 의해 달라지는 뼈의 구조에 의해서도 달라지는 것이다. 이에 대한 기본적인 수식은 다음과 같다.

<34>
$$v(\text{Speed of sound}) = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

<35> v: 초음파의 매질 전파 속도

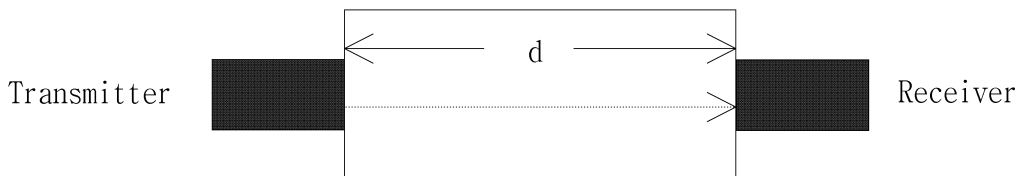
<36> B: 매질의 체적 탄성률 (Constant)

<37> ρ: 매질의 밀도 (Density)

<38> 초음파의 매질에 대해 좀 더 상세히는 <참고도1>과 같이 가로로 투사할 경우 탄성계수가 같은 매질 즉, 동일 물체에 대한 밀도는 $\rho = B/(d/t)^2$ 가 된다.

<39> * t : 송신부에서 발신한 초음파가 수신부에 도달하는 시간

<40> <참고도1> 탄성계수 B



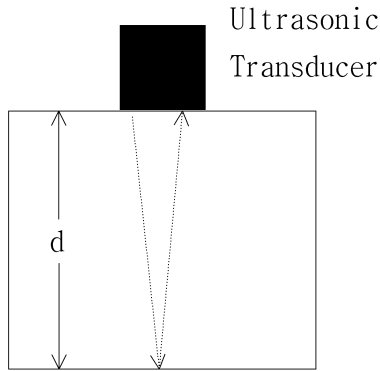
<41>

<42> 또한 <참고도2>와 같이 반사법을 이용할 경우 초음파가 매질을 통과하는 속도는 다음과 같다.

$$\rho = B/(2d/t)^2$$

<43> ∴ ρ ∝ 1/t (if 'd' is constant)

<44> <참고도2> 반사법을 이용한 센서



<45>

<46> 이에 관련된 이론적 근거는 M.B Tavakoli 와 J.A Evans 의 실험에 의한 것이고 이 실험에 의하면 뼈의 구조가 일정하게 유지될 때 뼈에서의 초음파 속도는 뼈 안의 미네랄 양에 선형적인 연관성을 갖는 것이기 때문에 매질 통과시간 t는 초음파 골다공증 진단기의 중요한 진단 파라미터의 하나로 이용되는 것이다. 또한 골밀도 측정에 있어서 SOS(Speed of sound) 값을 이용하는 데에는 세계보건기구(WHO)의 표준에 맞는 파라미터를 제공해 주어야 하는 것이다. 이 파라미터는 전술한바와 같이 T-SCORE와 Z-SCORE 가 있으며 본 발명에서는 전술한 이중 에너지 방사선 흡수법(DEXA)에 의한 진단법을 이용하여 전술한 T-SCORE 를 측정하고 기록한 후, 본 측정 장비를 이용하여 SOS를 측정한다. 이렇게 측정된 SOS 값과 DEXA 방식으로 측정된 T-SCORE 값이 1차 함수 형태의 선형적인 관계가 있음을 알 수 있다.

<47> 이런 자료를 바탕으로 선형회귀를 통해 얻어진 함수식을 이용하여 측정자에게 T-SCORE를 알려준다. 이 수식의 유도는 선형 적합 이론에 대한 부분으로 생략하고 결과식은 다음과 같이 얻어진다.

$$T-SCORE = \frac{1}{60} \cdot SOS - 3.6$$

<48>

<49> * T-SCORE : WHO 표준 골다공증 진단 파라미터

<50> * SOS : 본 제품에서 측정된 초음파 속도(Speed of sound)

<51> 참고로 1994년도에 정한 WHO 기준에 의한 진단기준을 보면 다음과 같다.

<52> (1) 정상(Normal) : 동일한 성별의 젊은 성인에 비하여 -1 표준편차보다 높을 때

<53> (2) 골소공증(Osteopenia) : -1 표준편차에서 -2.5 표준편차 사이일 때

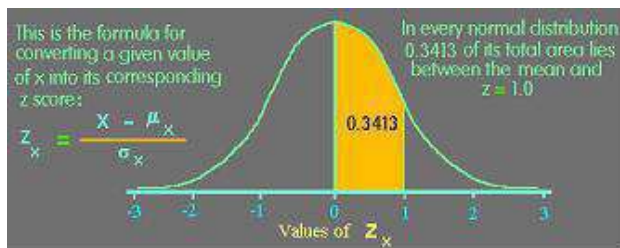
<54> (3) 골다공증(Osteoporosis) : -2.5 표준편차 이하일 때

<55> (4) 중증 골다공증(Severe or established osteoporosis) : -2.5표준편차 이하면서 골절이 있을 때,

<56> 로 되어 있다.

<57> 참고로 실제 진단기에서는 Z-SCORE 또는 T-SCORE 라고 하는 진단 값을 제공하는데 그 표시방법을 <참고도3>과 <참고도4>에 도시하였다.

<58> <참고도3> Z-SCORE Graph



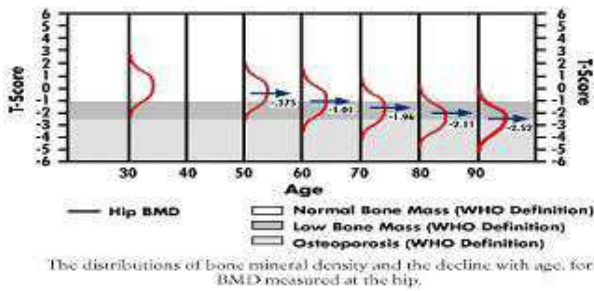
<59>

<60> * Z-SCORE : 동일한 성별에서 연령이 비슷한 집단의 평균 골밀도와 비교하여 표준 편차를 나눈 값.

<61> 즉, (측정값-동일집단의 평균값)/표준편차.

<62> Z-SCORE가 양의 값이면 평균보다 골밀도가 높음을 의미하고 음의 값이면 평균보다 골밀도가 낮음을 의미한다.

<63> <참고도4> T-SCORE Graph



<64>

<65> * T-SCORE : 동일한 성별에서 젊은 성인 집단의 평균 골밀도와 비교하여 표준편차로 나눈 값.

<66> 즉, (측정값-젊은 집단의 평균값)/표준편차.

<67> T-SCORE가 -2이면 젊은 성인집단의 평균 골밀도 보다 2 표준 편차가 낮음을 의미한다.

<68> 이와 같은 기준을 근거로 하여 본 발명에서 골밀도를 측정하여 진단하는 계산방법을 도5의 의해 설명하면 다음과 같다.

<69> 이에서 보는 바와 같이 골부에서 반사되는 반사파에는 다양한 거리의 요소들이 존재하고 여기에는 전술한 초음파 송.수신부의 송신부와 수신부의 중심거리(L)과 측정시 피부에 바르는 접촉 젤의 두께(D^W), 피 측정자마다 다른 피부의 두께(D)와 측정 골부의 두께(D)가 있다. 여기서 관측되는 반사파는 피부조직과 뼈 조직에서의 1차 반사파와 뼈 조직과 아래쪽 피부 조직에서의 2차 반사파가 획득된다. 초음파가 트리거 되는 시점 t에 대해서 반사파가 들어오는 시간 t₁, t₂ 는 다음과 같이 계산된다.

$$t_2 = 2\left(\frac{V_w}{D_w}\right) + 2\left(\frac{V_s}{D_s}\right) + 2\left(\frac{V_b}{D_b}\right)$$

<70>

$$t_1 = 2\left(\frac{V_w}{D_w}\right) + 2\left(\frac{V_s}{D_s}\right) \tag{1}$$

<71> 식 (1)로부터,

$$t_2 - t_1 = 2\left(\frac{V_b}{D_b}\right) \tag{2}$$

<73> 초음파의 2차 반사지점이 동일하다고 가정하고 시간 변위(t₂-t₁)을 Δt라 하면,

$$V_b = K\Delta t \tag{3}$$

<75> 밀도와 초음파 속도에 관한 식으로부터 밀도(미네랄 함량을 포함하는 값)는 다음과 같이 계산되어 진다.

$$V_b = K\Delta t = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

$$\rho = BK^2\Delta t^2$$

$$\therefore \rho = C \cdot 1/\Delta t \text{ (M.B Tavakoli's Theory)} \tag{4}$$

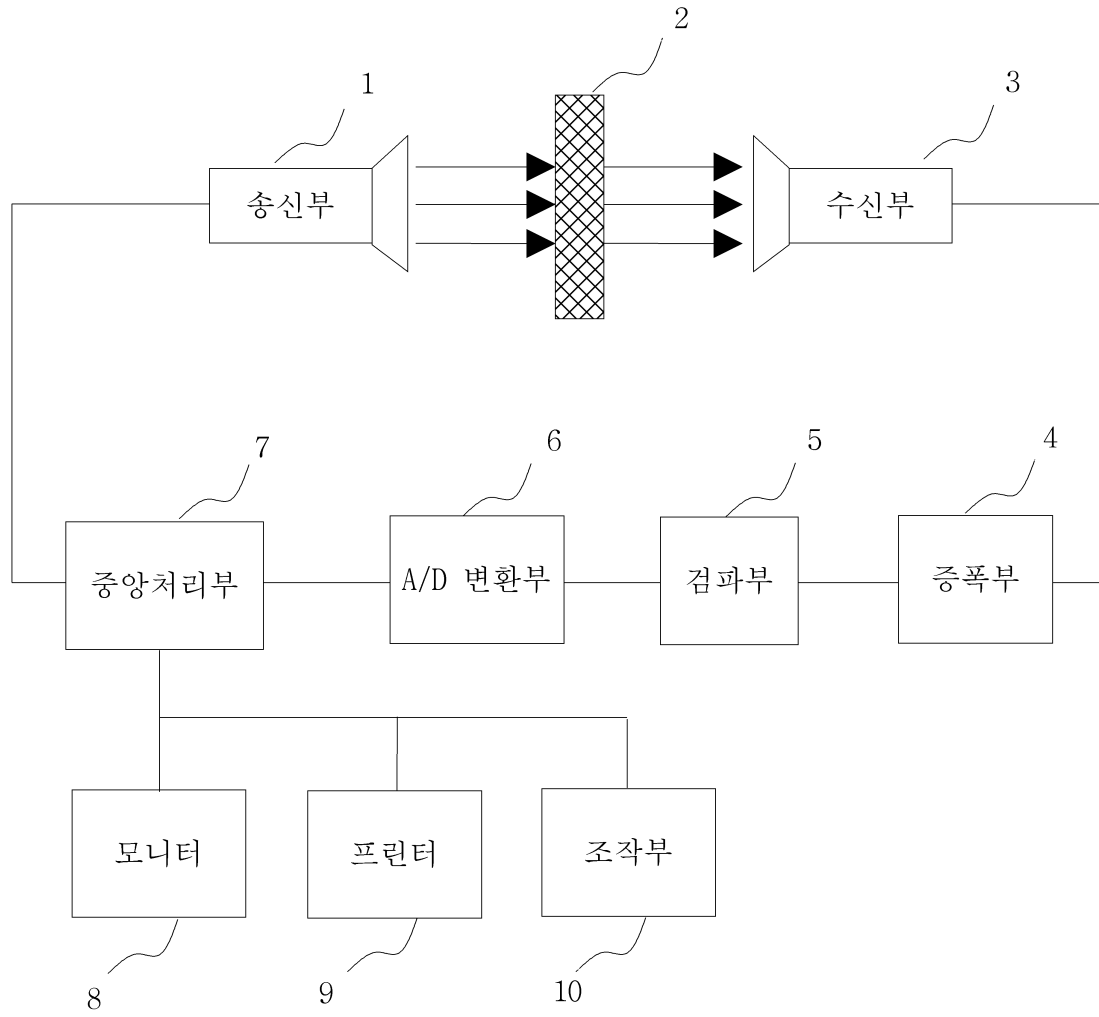
<77> 여기서 C는 특정 부분의 뼈에 대한 측정일 경우 상수이다. 따라서 초음파 발사시 1차 반사파와 2차 반사파의 시간 차이(SOS 차이)를 이용하여 골밀도, 정확히는 골부의 밀도 상대량을 측정할 수가 있게 되는 것이다.

발명의 효과

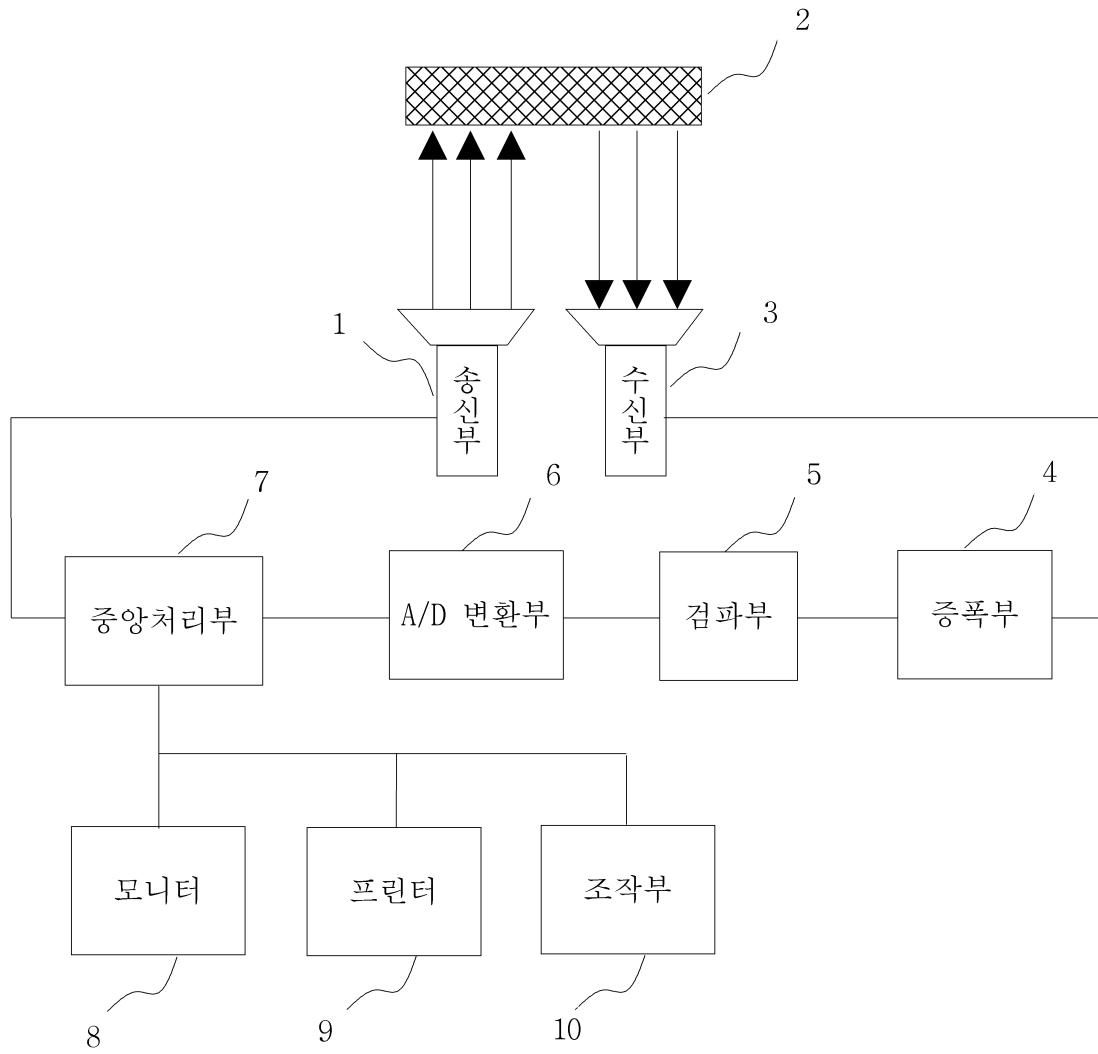
<78> 이에 따라 본 발명은 초음파 송신부와 수신부가 동일 평면상에 반사형으로 평면에 설치하므로써 핸드 셋 형으로 제작이 가능하여 환자의 중지 손가락 부위를 간편하게 스캐닝 함으로써 보다 신속하고 정확한 진단 결과를 얻을

도면

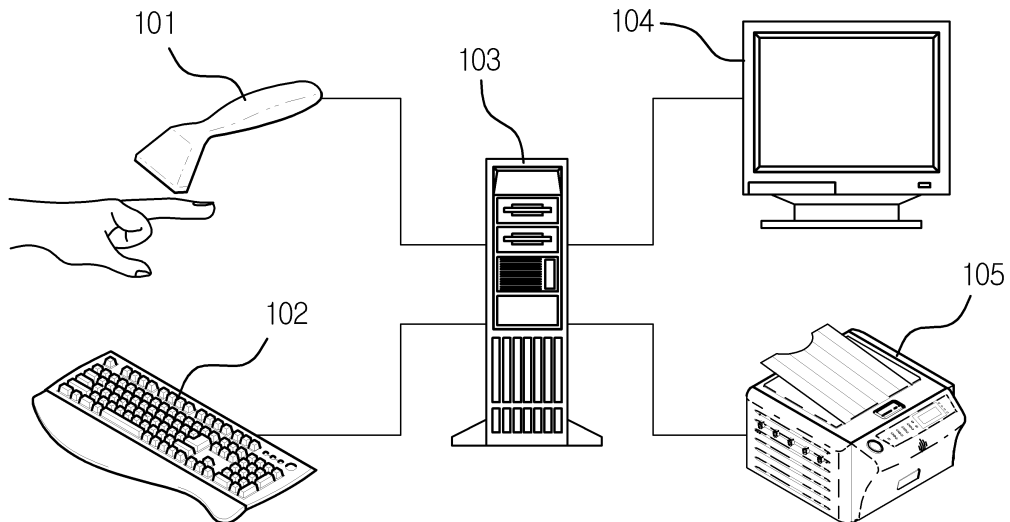
도면1



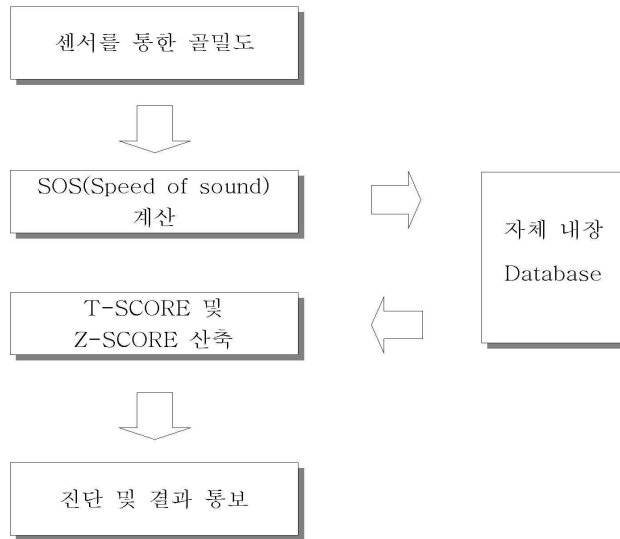
도면2



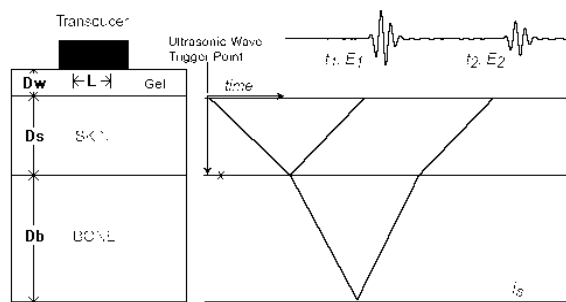
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	使用超声波的反射型小瓶骨密度计		
公开(公告)号	KR1020070111147A	公开(公告)日	2007-11-21
申请号	KR1020060044133	申请日	2006-05-17
[标]申请(专利权)人(译)	檀国大学校产学协力团 LIESANMEDITECH		
申请(专利权)人(译)	檀国大学学术合作 尼克山制药科技股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	檀国大学学术合作 尼克山制药科技股份有限公司		
[标]发明人	KIM YOUNG SIK 김영식 JUNG MIN SANG 정민상 KIM BYUNG KUM 김병겸 AN DAE WOUN 안대운 KIM JAE HYUN 김재현		
发明人	김영식 정민상 김병겸 안대운 김재현		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B8/4427 A61B8/5223 B06B1/0644 G01N29/24 G01S15/02		
代理人(译)	LEE , JAE IN		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明是在上相同的取向平面发射器和接收器集成在为了检测返回从超声波传感器的发送机发送的超声波的信号的水平的发射机和接收机的超声波传感器，通过利用压电元件的接收单元反射的公开了一种反射型的骨密度计，它使用超声波作为人体的指骨。本发明涉及一种通过使用超声参数的反射型透射方法测量人体骨密度的方法和装置。标准信号放大器和将放大的模拟信号收集产生和传输控制，或从A / d转换器和超声波信号的输入数据转换成数字信号，用于放大所述统计数据 and 世界卫生组织 (WHO) 和在比较确定的中央控制单元和所述测量到一个公知的单向或由显示器和可打印结果到打印机的部件所发射和在相同的能够发送的超声波和接收反射的超声波取向面的整体接收它提供了一个 hayeoseo。因此，通过设计本发明是通过在垂直烧制该超声波趾骨利用反射信号的结构，并且容易访问是可能的，以测量骨密度，简单地，并能得到诊断，所以能够减小尺寸，并且还可以在便携式结构被制造这样可以降低制造成本。

