



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년09월09일
(11) 등록번호 10-1306543
(24) 등록일자 2013년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/14 (2006.01) G06F 19/00 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2012-0070865

(22) 출원일자 2012년06월29일

심사청구일자 2012년06월29일

(56) 선행기술조사문헌

KR101102784 B1

KR1019970702011 A

JP08299336 A

전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자

강원대학교산학협력단

강원도 춘천시 강원대학길 1 (효자동)

(72) 발명자

이강일

강원도 춘천시 석사동 873 현진에버빌2차아파트
212동 501호

(74) 대리인

특허법인태동

심사관 : 박승배

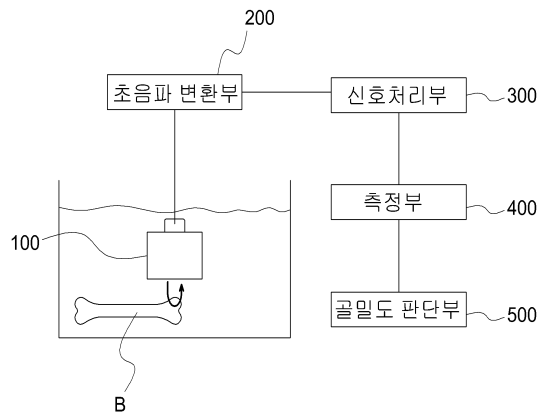
(54) 발명의 명칭 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법 및 장치에 관한 것으로, 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법은 대퇴골에 초음파를 조사하는 초음파 조사 단계; 상기 대퇴골로부터 반사된 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환시키는 변환 단계; 및 상기 변환단계에서 변환된 상기 전기적 신호를 통해 후방산란계수를 측정하고, 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 이용하여 상기 대퇴골의 골밀도를 예측하는 골밀도 예측 단계;를 포함하고, 그로 인해 대퇴골의 골밀도를 예측할 수 있는 기술을 제공한다.

본 발명에 의하면, 대퇴골에 초음파를 조사하고 대퇴골로부터 반사된 초음파를 이용하여 후방산란계수를 측정하고, 측정된 후방산란계수 및 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 이용하여 대퇴골의 골밀도를 예측하는 것이 가능하다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2011-0014292

부처명 교육과학기술부

연구사업명 일반연구자지원사업

연구과제명 대퇴골 근위부에서 골다공증 진단을 위한 정량적 초음파 기술 개발

주관기관 강원대학교산학협력단

연구기간 2012.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

대퇴골에 초음파를 조사하는 초음파 조사 단계;

상기 대퇴골로부터 반사된 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환시키는 변환 단계; 및

상기 변환단계에서 변환된 상기 전기적 신호를 통해 후방산란계수를 측정하고, 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 이용하여 상기 대퇴골의 골밀도를 예측하는 골밀도 예측 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 골밀도 예측 단계에서

상기 후방산란계수는 하기 수학식1에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

[수학식 1]

$$\eta(f) = \left[\frac{R^2 |B_s(f)/B_o(f)|^2}{2W(f)c(f)\tau} \right] \exp[4\alpha(f)l] \left\{ \frac{\exp[\alpha(f)c(f)\tau] - \exp[-\alpha(f)c(f)\tau]}{2\alpha(f)c(f)\tau} \right\}^{-1}$$

(여기서, $\eta(f)$ 는 후방산란계수, R 은 초음파 송수신부로부터 대퇴골까지의 거리, $B_s(f)$ 는 대퇴골 내부로부터 후방산란된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $B_o(f)$ 는 완전반사체(스테인리스 스틸)로부터 반사된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $W(f)$ 는 초음파 초점에서 -3dB만큼의 빔폭, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, τ 는 대퇴골로부터 반사된 초음파 신호 중 대퇴골의 표면에서 반사된 초음파 신호를 제외하고 대퇴골의 내부에서 후방산란된 초음파 신호가 차지하는 시간, l 은 대퇴골의 중심으로부터 표면까지의 거리, $\exp$ 는 지수함수)

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 골밀도 예측 단계에서

상기 대퇴골의 위상속도인 $c(f)$ 는 하기 수학식2에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

[수학식 2]

$$c(f) = \frac{Cw}{1 - [Cw\Delta\Phi(\omega)/\omega d]}$$

(여기서, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, ω 는 각진동수, Cw 는 수중에서의 음속, d 는 대퇴골의 두께, $\Delta\Phi(\omega)$ 는 대퇴골이 없는 경우와 있는 경우에 각각 수신된 초음파 신호의 위상차)

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 골밀도 예측 단계에서

상기 대퇴골의 감쇠계수인 $\alpha(f)$ 는 하기 수학적식3에 의해 계산되는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

[수학적식 3]

$$\alpha(f) = \frac{8.686}{d} \left[\ln \frac{|A_o(f)|}{|A_s(f)|} + \ln|T| \right]$$

(여기서, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, d 는 대퇴골의 두께, $A_o(f)$ 는 대퇴골이 없는 경우에 수신된 신호의 파워스펙트럼레벨, $A_s(f)$ 는 대퇴골이 있는 경우에 수신된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, T 는 물과 대퇴골 사이의 경계면에서의 파워투과계수)

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 골밀도 예측 단계에서 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계는 상기 다공율이 70% 이상일 경우, 상기 다공율이 증가할 때 상기 후방산란계수가 선형적으로 감소하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 초음파 조사 단계에서

상기 초음파는 1.4 내지 3.0MHz의 초음파 주파수 영역 내에서 조사되는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 대퇴골 골밀도 예측 방법은

상기 골밀도 예측 단계에서 계산된 결과를 출력하는 출력 단계; 를 더 포함하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법.

청구항 8

대퇴골에 초음파를 조사하고, 상기 대퇴골로부터 반사된 초음파를 수신하는 초음파 송수신부;

상기 대퇴골로 초음파가 조사되도록 전기적 신호를 초음파로 변환하여 상기 초음파 송수신부로 전송하거나, 상기 초음파 송수신부가 수신한 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 초음파 변환부;

상기 초음파 변환부에 의해 변환된 상기 전기적 신호를 검출하는 신호처리부;

상기 신호처리부에서 검출된 상기 전기적 신호를 분석하여 후방산란계수를 측정하는 측정부; 및

상기 측정부로부터 측정된 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 통해 상기 대퇴골의 골밀도를 예측하는 골밀도 판단부; 를 포함하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 초음파 송수신부는 1.4 내지 3.0MHz의 초음파 주파수 영역 내에서 상기 초음파를 상기 대퇴골에 조사하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 측정부는 하기 수학식1에 의해 상기 후방산란계수를 측정하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치.

[수학식 1]

$$\eta(f) = \left[\frac{R^2 |B_s(f)/B_o(f)|^2}{2W(f)c(f)\tau} \right] \exp[4\alpha(f)l] \left\{ \frac{\exp[\alpha(f)c(f)\tau] - \exp[-\alpha(f)c(f)\tau]}{2\alpha(f)c(f)\tau} \right\}^{-1}$$

(여기서, $\eta(f)$ 는 후방산란계수, R 은 초음파 송수신부로부터 대퇴골까지의 거리, $B_s(f)$ 는 대퇴골 내부로부터 후방산란된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $B_o(f)$ 는 완전반사체(스테인리스 스틸)로부터 반사된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $W(f)$ 는 초음파 초점에서 -3dB만큼의 빔폭, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, τ 는 대퇴골로부터 반사된 초음파 신호 중 대퇴골의 표면에서 반사된 초음파 신호를 제외하고 대퇴골의 내부에서 후방산란된 초음파 신호가 차지하는 시간, l 은 대퇴골의 중심으로부터 표면까지의 거리, $\exp$ 는 지수함수)

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계는 상기 다공율이 70% 이상일 경우, 상기 다공율이 증가할 때 상기 후방산란계수가 선형적으로 감소하는 것을 특징으로 하는

초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

골다공증은 골소실에 의한 골량의 감소 및 골조직의 미세구조 파괴로 인해 뼈가 약해짐에 따라 작은 충격에도 쉽게 골절이 발생할 수 있는 질환으로, 골다공증을 진단하는 종래기술로는 단순 X-선 촬영법, 이중에너지 X-선 흡수계측법(Dual Energy X-ray Absorptiometry) 및 정량적 초음파(Quantitative ultrasound) 기술 등이 있다.

이러한 종래기술 중 단순 X-선 촬영법이나 이중에너지 X-선 흡수계측법은 척추골 등의 단위면적당 골밀도를 측정하여 골다공증을 진단하기 위해 환자의 몸에 유해한 영향을 미칠 수 있는 저에너지 및 고에너지의 방사선을 조사하는 과정이 불가피함에 따라, 최근에는 인체에 무해한 정량적 초음파 기술이 각광받고 있다. 정량적 초음파 기술은 초음파를 이용한 골다공증 진단 방법으로서, 종래의 X-선을 이용한 골다공증 진단법에 비해 인체에 미치는 영향이 거의 없으며, 사용이 간편하고 가격이 저렴한 장점을 가지고 있다.

정량적 초음파 기술은 초음파를 해면질골로 이루어진 인체의 종골(Calcaneus)에 투과시키고, 종골의 음속(Speed

of sound; SOS) 및 광대역 초음파 감쇠량(Broadband ultrasound attenuation; BUA)을 측정하여 골밀도(Bone mineral density; BMD)를 간접적으로 예측하고 골다공증을 진단하는 방법으로서, 대한민국 공개특허공보 제10-2005-0038812호, 제10-2003-0034550호 등에는 이러한 정량적 초음파 진단 기술에 대해 제시된 바 있다.

[0005] 한편, 대퇴골은 골절이 발생된 후 1년 이내에 사망률이 20~40%에 달할 정도로 높은 사망률을 보이며, 5년 생존 기대치가 18%로 감소하고 사망률이 6.7배 증가한다고 알려져 있어 골다공증 진단에 중요한 부위로 인식되고 있다(P. Laugier, 2008, IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr Freq. Control 55, 1179).

[0006] 그러나, 대퇴골은 종골에 비해 뼈 구조가 복잡하여 초음파 펄스가 투과되기 어렵기 때문에 음속 및 광대역 초음파 감쇠량을 통해 골밀도를 예측하던 종래의 정량적 초음파 기술을 적용하기 힘들다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 대퇴골의 골밀도를 예측할 수 있는 기술을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 태양으로 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법은 대퇴골에 초음파를 조사하는 초음파 조사 단계; 상기 대퇴골로부터 반사된 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환시키는 변환 단계; 및 상기 변환단계에서 변환된 상기 전기적 신호를 통해 후방산란계수를 측정하고, 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 이용하여 상기 대퇴골의 골밀도를 예측하는 골밀도 예측 단계; 를 포함할 수 있다.

[0009] 골밀도 예측 단계에서 상기 후방산란계수는 하기 수학식1에 의해 계산될 수 있다.

[0010] [수학식 1]

$$\eta(f) = \left[\frac{R^2 |B_s(f)/B_o(f)|^2}{2W(f)c(f)\tau} \right] \exp[4a(f)l] \left\{ \frac{\exp[a(f)c(f)\tau] - \exp[-a(f)c(f)\tau]}{2a(f)c(f)\tau} \right\}^{-1}$$

[0011] (여기서, $\eta(f)$ 는 후방산란계수, R은 초음파 송수신부로부터 대퇴골까지의 거리, $B_s(f)$ 는 대퇴골 내부로부터 후방산란된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $B_o(f)$ 는 완전반사체(스테인리스 스틸)로부터 반사된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $W(f)$ 는 초음파 초점에서 -3dB만큼의 빔폭, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, $a(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, τ 는 대퇴골로부터 반사된 초음파 신호 중 대퇴골의 표면에서 반사된 초음파 신호를 제외하고 대퇴골의 내부에서 후방산란된 초음파 신호가 차지하는 시간, l은 대퇴골의 중심으로부터 표면까지의 거리, exp는 지수함수)

[0013] 골밀도 예측 단계에서 상기 대퇴골의 위상속도인 $c(f)$ 는 하기 수학식2에 의해 계산될 수 있다.

[0014] [수학식 2]

$$c(f) = \frac{Cw}{1 - [Cw\Delta\Phi(\omega)/\omega d]}$$

[0015] (여기서, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, ω 는 각진동수, Cw는 수중에서의 음속, d는 대퇴골의 두께, $\Delta\Phi(\omega)$ 는 대퇴골이 없는 경우와 있는 경우에 각각 수신된 초음파 신호의 위상차)

[0017] 골밀도 예측 단계에서 상기 대퇴골의 감쇠계수인 $a(f)$ 는 하기 수학식3에 의해 계산될 수 있다.

[0018] [수학식 3]

$$\alpha(f) = \frac{8.686}{d} \left[\ln \frac{|A_o(f)|}{|A_s(f)|} + \ln|T| \right]$$

[0019]

[0020] (여기서, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, d 는 대퇴골의 두께, $A_o(f)$ 는 대퇴골이 없는 경우에 수신된 신호의 파워스펙트럼레벨, $A_s(f)$ 는 대퇴골이 있는 경우에 수신된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, T 는 물과 대퇴골 사이의 경계면에서의 파워투과계수)

[0021] 골밀도 예측 단계에서 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계는 상기 다공율이 70% 이상일 경우, 상기 다공율이 증가할 때 상기 후방산란계수가 선형적으로 감소하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 초음파 조사 단계에서 상기 초음파는 1.4 내지 3.0MHz의 초음파 주파수 영역 내에서 조사되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 대퇴골 골밀도 예측 방법은 상기 골밀도 예측 단계에서 계산된 결과를 출력하는 출력 단계; 를 더 포함할 수 있다.

[0024] 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 다른 태양으로 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치는 대퇴골에 초음파를 조사하고, 상기 대퇴골로부터 반사된 초음파를 수신하는 초음파 송수신부; 상기 대퇴골로 초음파가 조사되도록 전기적 신호를 초음파로 변환하여 상기 초음파 송수신부로 전송하거나, 상기 초음파 송수신부가 수신한 초음파를 전기적 신호로 변환시키는 초음파 변환부; 상기 초음파 변환부에 의해 변환된 상기 전기적 신호를 검출하는 신호처리부; 상기 신호처리부에서 검출된 상기 전기적 신호를 분석하여 후방산란계수를 측정하는 측정부; 및 상기 측정부로부터 측정된 상기 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 통해 상기 대퇴골의 골밀도를 예측하는 골밀도 판단부; 를 포함할 수 있다.

[0025] 여기서, 초음파 송수신부는 1.4 내지 3.0MHz의 초음파 주파수 영역 내에서 상기 초음파를 상기 대퇴골에 조사하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 측정부는 하기 수학식1에 의해 상기 후방산란계수를 측정할 수 있다.

[0027] [수학식 1]

$$\eta(f) = \left[\frac{R^2 |B_s(f)/B_o(f)|^2}{2W(f)c(f)\tau} \right] \exp[4\alpha(f)l] \left\{ \frac{\exp[\alpha(f)c(f)\tau] - \exp[-\alpha(f)c(f)\tau]}{2\alpha(f)c(f)\tau} \right\}^{-1}$$

[0028]

[0029] (여기서, $\eta(f)$ 는 후방산란계수, R 은 초음파 송수신부로부터 대퇴골까지의 거리, $B_s(f)$ 는 대퇴골 내부로부터 후방산란된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $B_o(f)$ 는 완전반사체(스테인리스 스틸)로부터 반사된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $W(f)$ 는 초음파 초점에서 -3dB만큼의 빔폭, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, τ 는 대퇴골로부터 반사된 초음파 신호 중 대퇴골의 표면에서 반사된 초음파 신호를 제외하고 대퇴골의 내부에서 후방산란된 초음파 신호가 차지하는 시간, l 은 대퇴골의 중심으로부터 표면까지의 거리, $\exp$ 는 지수함수)

[0030] 한편, 후방산란계수 및 상기 대퇴골의 다공율 간의 상관관계는 상기 다공율이 70% 이상일 경우, 상기 다공율이 증가할 때 상기 후방산란계수가 선형적으로 감소하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0031] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 대퇴골에 초음파를 조사하고 대퇴골로부터 반사된 초음파를 이용하여 후방산란계수를 측정하고, 측정된 후방산란계수 및 대퇴골의 다공율 간의 상관관계를 이용하여 대퇴골의 골밀도를 예측하는 것이 가능하다.

[0032] 아울러, 본 발명은 인체에 무해한 초음파를 이용하여 골밀도를 예측하므로 종래의 방사선 촬영법에 비해 안전한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도1은 본 발명에 따른 대퇴골 골밀도 예측 장치를 도시한 것이다.
- 도2는 본 발명에 따른 후방산란계수 및 주파수의 관계를 도시한 그래프이다.
- 도3은 본 발명에 따른 후방산란계수 및 다공율의 관계를 도시한 그래프이다.
- 도4는 본 발명에 따른 대퇴골 골밀도 예측 방법을 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 더 구체적으로 설명하되, 이미 주지되어진 기술적 부분에 대해서는 설명의 간결함을 위해 생략하거나 압축하기로 한다.

<구성에 대한 설명>

[0036] 본 발명에 따른 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치(10)는 초음파 송수신부(100), 초음파 변환부(200), 신호처리부(300), 측정부(400) 및 골밀도 판단부(500)를 포함하여 구성되고, 이에 대하여 도1을 참조하여 설명한다.

[0037] 초음파 송수신부(100)는 대퇴골(B)의 일측에 위치하여 대퇴골(B)에 초음파를 조사하며, 대퇴골(B)로부터 반사된 초음파를 수신한다. 본 발명의 일실시예에서 초음파 송수신부(100)는 1.4 내지 3.0MHz의 초음파 주파수 영역 내의 초음파를 대퇴골(B)에 조사하였다.

[0038] 초음파 변환부(200)는 초음파 송수신부(100)가 대퇴골(B)로 초음파를 조사하도록 전기적 신호를 초음파로 변환하여 초음파 송수신부(100)로 전송한다. 또한, 초음파 송수신부(100)에 의해 대퇴골(B)로 조사된 초음파 중 대퇴골(B)로부터 반사된 초음파를 초음파 송수신부(100)가 수신할 경우, 초음파 변환부(200)는 수신된 초음파를 전기적 신호로 변환시켜 신호처리부(300)로 전송한다.

[0039] 신호처리부(300)는 초음파 변환부(200)로부터 전송된 전기적 신호를 검출하며, 검출된 전기적 신호의 증폭 및 필터링 과정을 수행한다.

[0040] 측정부(400)는 신호처리부(300)에서 검출된 전기적 신호를 분석하고, 하기 수학식 1을 통해 후방산란계수를 측정한다.

[0041] [수학식 1]

$$\eta(f) = \left[\frac{R^2 |B_s(f)/B_o(f)|^2}{2W(f)c(f)\tau} \right] \exp[4\alpha(f)l] \left\{ \frac{\exp[\alpha(f)c(f)\tau] - \exp[-\alpha(f)c(f)\tau]}{2\alpha(f)c(f)\tau} \right\}^{-1}$$

(여기서, $\eta(f)$ 는 후방산란계수, R은 초음파 송수신부로부터 대퇴골까지의 거리, $B_s(f)$ 는 대퇴골 내부로부터 후방산란된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $B_o(f)$ 는 완전반사체(스테인리스 스틸)로부터 반사된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, $W(f)$ 는 초음파 초점에서 -3dB만큼의 빔폭, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, τ 는 대퇴골로부터 반사된 초음파 신호 중 대퇴골의 표면에서 반사된 초음파 신호를 제외하고 대퇴골의 내부에서 후방산란된 초음파 신호가 차지하는 시간, l은 대퇴골의 중심으로부터 표면까지의 거리, exp는 지수함수)

[0044] 골밀도 판단부(500)는 측정부(400)에서 측정된 후방산란계수와 대퇴골(B)의 다공율 간의 상관관계를 통해 대퇴골(B)의 골밀도를 예측한다.

[0045] 아울러, 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치(10)는 골밀도 판단부(500)에서 도출된 연산 결과 또는 골밀도를 출력하는 별도의 출력부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0046] 본 발명의 일실시예에서 사용된 초음파 송수신부(100)는 12.7 mm의 직경과 2.25 MHz의 중심주파수를 갖는 비초

점식 트랜스듀서가 이용되었고, 대퇴골 샘플과 초음파 송수신부(100) 간의 간격은 60 mm를 유지하였다.

[0047] 도1에 도시된 바와 같이, 골밀도 측정대상물인 대퇴골(B)을 수중에 설치하고, 초음파 송수신부(100)와 소정거리 이격시켰다.

[0048] 이때, 본 실험에 사용된 22개의 대퇴골 샘플은 소의 대퇴골 근위부 해면질골로부터 얻어진 것으로, 12.6 내지 16.8 mm의 두께를 갖으며, 물 분사 및 진공 탈가스 처리를 통해 탈지되었다. 또한, 22개의 대퇴골 샘플의 다공율은 하기 수학적 4에 의해 도출되었다.

[0049] [수학적 4]

$$\Phi = 1 - \rho_a / \rho_r$$

(여기서, Φ 는 다공율, ρ_a 는 대퇴골의 겉보기 밀도, ρ_r 은 대퇴골의 무기질골 밀도)

[0052] 대퇴골의 겉보기 밀도인 ρ_a 는 각 샘플의 건조 중량 및 부피를 측정함으로써 도출되었고, 대퇴골의 무기질골 밀도인 ρ_r 은 1.96 gcm^{-3} 으로 일괄 적용되었다(S.B.Lang, 1970, IEEE Trans. Biomed. Eng. BME-17, 101).

[0053] 수학적 4에 의해 22개의 대퇴골 샘플의 다공율을 측정한 결과, 각 샘플의 다공율은 도3에 도시된 바와 같이, $80.5 \pm 5.8\%$ 의 범위 내에서 확인되었다.

[0054] <방법에 대한 설명>

[0055] 본 발명에 따른 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 방법에 대하여 설명하기 위해, 도1 내지 도4를 참조하여 설명하고, 편의상 순서를 붙여 설명한다.

[0056] 1. 초음파 조사 단계<S401>

[0057] 본 단계에서 초음파 변환부(200)는 초음파 송수신부(100)가 대퇴골(B)로 초음파를 조사하도록 전기적 신호를 초음파로 변환하여 초음파 송수신부(100)로 전송하고, 초음파 송수신부(100)는 대퇴골(B)의 일측에서 대퇴골(B)을 향해 초음파를 조사한다.

[0058] 이후, 초음파 송수신부(100)는 대퇴골(B)로부터 반사되는 초음파를 수신한다.

[0059] 2. 변환 단계<S402>

[0060] 단계 S401에서 반사된 초음파를 초음파 송수신부(100)가 수신할 경우, 초음파 변환부(200)는 이를 전기적 신호로 변환시키고, 변환된 전기적 신호를 신호처리부(300)로 전송한다.

[0061] 또한, 신호처리부(300)는 수신된 전기적 신호를 증폭하고 필터링하여 노이즈를 제거하며, 필터링된 전기적 신호를 측정부(400)로 전송한다.

[0062] 3. 골밀도 예측 단계<S403>

[0063] 본 단계에서 측정부(400)는 단계 S402에서 신호처리부(300)로부터 전송된 전기적 신호를 수신하며, 수신한 전기적 신호의 분석을 통해 후방산란계수를 도출한다. 즉, 측정부(400)는 후방산란계수를 계산하기 위해 하기 수학적 2 및 수학적 3을 통해 대퇴골(B)의 위상속도인 $c(f)$ 와 감쇠계수인 $a(f)$ 를 구하고, 이를 수학적 1에 적용하여 후방산란계수를 도출하게 된다.

[0064] [수학식 2]

$$c(f) = \frac{Cw}{1 - [Cw\Delta\Phi(\omega)/\omega d]}$$

[0065]

[0066] (여기서, $c(f)$ 는 대퇴골의 위상속도, ω 는 각진동수, Cw 는 수중에서의 음속, d 는 대퇴골의 두께, $\Delta\Phi(\omega)$ 는 대퇴골이 없는 경우와 있는 경우에 각각 수신된 초음파 신호의 위상차)

[0067] [수학식 3]

$$\alpha(f) = \frac{8.686}{d} [\ln \frac{|A_o(f)|}{|A_s(f)|} + \ln|T|]$$

[0068]

[0069] (여기서, $\alpha(f)$ 는 대퇴골의 감쇠계수, d 는 대퇴골의 두께, $A_o(f)$ 는 대퇴골이 없는 경우에 수신된 신호의 파워스펙트럼레벨, $A_s(f)$ 는 대퇴골이 있는 경우에 수신된 초음파 신호의 파워스펙트럼레벨, T 는 물과 대퇴골 사이의 경계면에서의 파워투과계수)

[0070] 아울러, 골밀도 판단부(500)는 측정부(400)로부터 도출된 후방산란계수와 대퇴골(B)의 다공율 간의 상관관계를 통해 대퇴골(B)의 골밀도를 예측한다.

[0071] 4. 출력 단계<S404>

[0072] 본 단계에서 출력부는 단계 S403에서 골밀도 판단부(500)에 의해 도출된 골밀도 결과 또는 골다공증 판정 결과 등을 화면상에 출력한다.

[0073] 도2는 소의 대퇴골로부터 획득된 22개의 해면질골 샘플에 대하여 펄스형 초음파를 투과시켜 측정된 후방산란계수(Backscatter Coefficient)를 1.4 내지 3.0 MHz의 주파수 영역에 대하여 나타낸 것이다.

[0074] 도2에서 ○ 기호는 22개의 해면질골 샘플에 대하여 펄스형 초음파를 투과시켜 측정된 후방산란계수의 평균값을 1.4 내지 3.0 MHz의 주파수 영역에 대하여 나타낸 것이고, ○ 기호의 에러 바는 표준편차를 나타낸다. 도2의 회색실선은 측정된 후방산란계수에 2매질 혼합 모델(binary mixture model)을 적용하여 예측한 것이다.

[0075] 도2에 도시된 바와 같이, 대퇴골 샘플로부터 측정된 후방산란계수는 초음파 주파수에 대하여 선형적으로 증가함을 확인할 수 있다.

[0076] 도3은 수중에서 12.7 mm의 직경 및 2.25 MHz의 중심주파수를 갖는 골밀도 예측 장치를 이용하여 소의 대퇴골로부터 획득된 22개의 해면질골 샘플에 대하여 펄스형 초음파를 투과시켜 측정된 후방산란계수(Backscatter Coefficient)와 각 샘플의 다공율 간의 상관관계를 나타낸 것이다.

[0077] 도3에서 ○ 기호는 22개의 해면질골 샘플에 대하여 펄스형 초음파를 투과시켜 측정된 후방산란계수의 평균값을 나타낸 것이고, ○ 기호의 에러 바는 표준편차를 나타낸다. 도3의 회색실선은 측정된 후방산란계수에 2매질 혼합 모델(binary mixture model)을 적용하여 예측한 것이다.

[0078] 도3에 도시된 바와 같이, 다공율이 70% 이상인 경우에 다공율이 증가할수록 후방산란계수가 선형적으로 감소함을 확인할 수 있다. 즉, 뼈 내부의 빈 공간을 나타내는 다공율이 커질수록 골밀도는 감소하므로, 환자의 대퇴골의 후방산란계수를 측정하고 다공율 및 후방산란계수 간의 상관관계를 통해 환자의 골밀도를 예측하는 것이 가능하다.

[0079] 위에서 설명한 바와 같이 본 발명에 대한 구체적인 설명은 첨부된 도면을 참조한 실시예에 의해서 이루어졌지만, 상술한 실시예는 본 발명의 바람직한 예를 들어 설명하였을 뿐이기 때문에, 본 발명이 상기의 실시예에만 국한되는 것으로 이해되어져서는 아니 되며, 본 발명의 권리범위는 후술하는 청구범위 및 그 등가개념으로 이해되어져야 할 것이다.

부호의 설명

[0080] 10 : 초음파 후방산란계수를 이용한 대퇴골 골밀도 예측 장치

100 : 초음파 송수신부

200 : 초음파 변환부

300 : 신호처리부

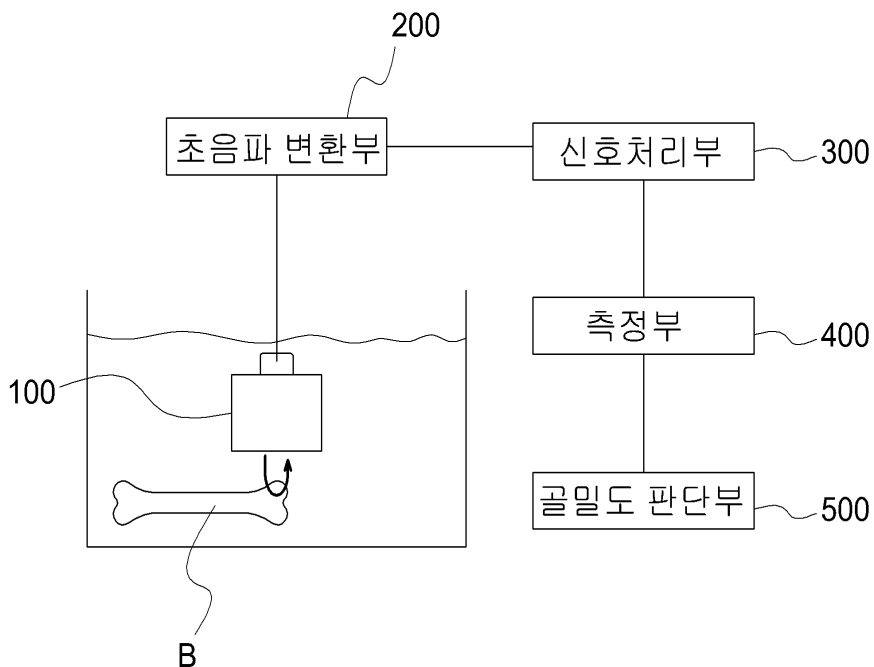
400 : 측정부

500 : 골밀도 판단부

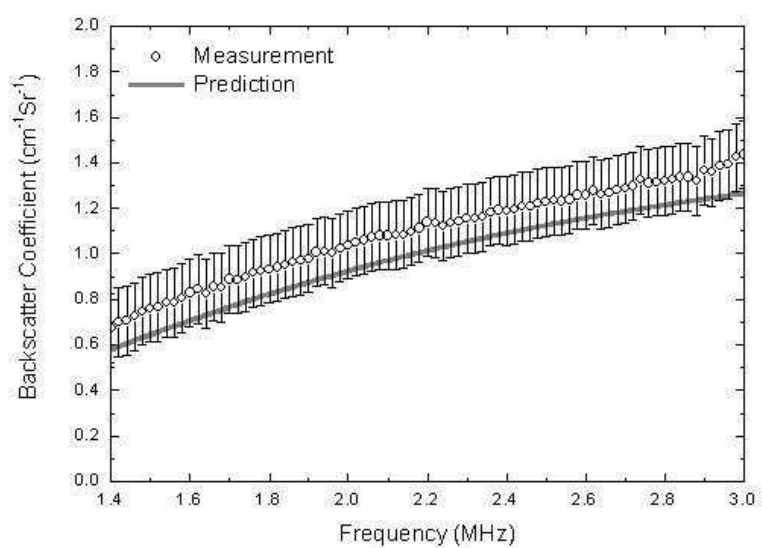
B : 대퇴골

도면

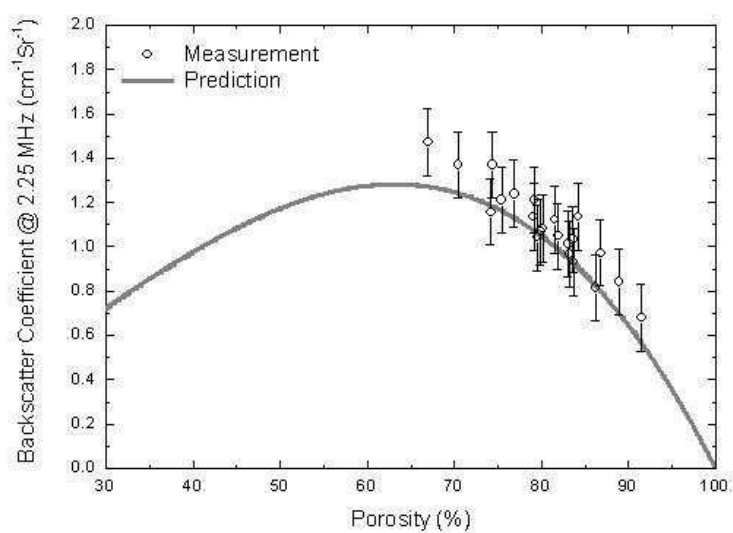
도면1



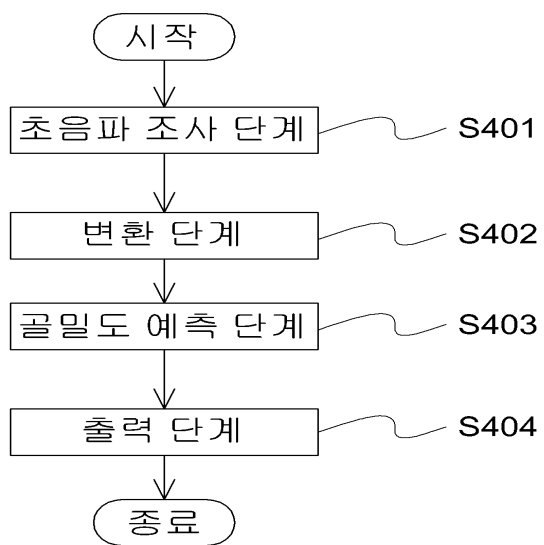
도면2



도면3



도면4



专利名称(译)	使用超声后向散射因子预测股骨骨密度的方法和装置		
公开(公告)号	KR101306543B1	公开(公告)日	2013-09-09
申请号	KR1020120070865	申请日	2012-06-29
申请(专利权)人(译)	江原道国家学术基金会		
当前申请(专利权)人(译)	江原道国家学术基金会		
[标]发明人	LEE KANG IL		
发明人	LEE, KANG IL		
IPC分类号	G06F 19/00 G06F A61B A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B8/14 A61B8/52		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种使用超声反向散射系数估计股骨骨密度的方法和装置，以使用对人体无害的超声波，从而与传统的放射线照相方法相比是安全的。组成：超声波收发器（100）接收从股骨反射的超声波。超声波转换器（200）将超声波收发器接收的超声波转换为电信号。信号处理器（300）检测由信号转换器转换的电信号。测量单元（400）测量反向散射系数。骨密度确定单元（500）估计股骨的骨密度。[参考数字]（200）超声波转换器；（300）信号处理器；（400）测量单位；（500）骨密度测定单元

